Journal of Acoustical Society of Iran, Vol. 12, No. 2, 2025

# (Research Article)
# A proposed methodological framework for urban soundscape studies based on objective and subjective assessments

**B. Shafaei***
Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University
Revised: 2024/09/10, Accepted: 2025/01/28

## Abstract

The concept of soundscape represents a new area of acoustic studies focusing on the quality of sound experienced in urban environments. In this field, alongside quantitative variables, qualitative and perceptual components are also assessed. Establishing a scientific relationship between the objective and subjective components of urban soundscapes remains a significant gap in existing research and a concern for scholars in this field. This study examines the soundscape literature regarding tested objective and subjective variables, data collection tools and methods, data analysis techniques, and the unidirectional or bidirectional relationships among these variables. With a thorough understanding of the methodology underpinning soundscape research, this paper proposes a framework for a methodological approach to urban soundscape studies based on the simultaneous assessment of both objective and subjective components. **Sound Pressure Level (SPL)** and **Reverberation Time (RT)** are introduced as key quantitative acoustic variables for objective assessments. These variables reflect the acoustic behavior of spaces, and optimal tools for measuring them are specified in the paper. For subjective assessments, the use of questionnaires is suggested to evaluate soundscape descriptors such as sound preferences, soundscape quality, and acoustic comfort on a Likert scale. Ultimately, the relationship between objective and subjective components in soundscape perception is elucidated, along with how these relationships are influenced by other mediating components shaped by the nature of urban spaces. Notably, merely adhering to standard values of SPL and RT is insufficient to establish acoustic comfort, pleasantness, and overall soundscape desirability. Instead, a range of mediating components significantly influences the perception of the sonic environment in urban spaces. Therefore, the soundscape of each urban area must be studied within its own context.

**Keywords:** Soundscape, Sound pressure level, Reverberation time, Urban space, Methodological.

pp. 36-49 (In Persian)

* Corresponding author E-mail: b.shafaei@tabriziau.ac.ir



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

مقاله پژوهشی

مجله انجمن علوم صوتی ایران

سال: ۱۴۰۳، دوره: ۱۲، شماره ۲، صفحات: ۳۶-۴۹

# چارچوب پیشنهادی برای روش‌شناختی مطالعات صداگستره شهر مبتنی بر ارزیابی‌های عینی و ذهنی

**بیتا شفائی***

دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰، پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۹

## چکیده

صداگستره حوزه جدیدی از مطالعات صوتی است که به مطالعه کیفیت صدای شنیده‌شده در فضاهای شهری می‌پردازد. در این حوزه مطالعاتی، علاوه بر متغیرهای کمّی، مؤلفه‌های کیفی و ادارکی نیز ارزیابی می‌گردند. برقراری رابطه‌ای علمی بین مؤلفه‌های عینی و ذهنی صداگستره شهری، یکی از خلأهای علمی موجود و از دغدغه‌های پژوهشگران این حوزه مطالعاتی می‌باشد. تحقیق حاضر به بررسی دقیق مطالعات صداگستره از نظرگاه متغیرهای عینی و ذهنی مورد آزمون، ابزار و روش‌های جمع‌آوری داده‌ها، روش‌های تحلیل داده‌ها و هم‌چنین ارتباط یک‌سویه یا دوسویه متغیرها با یکدیگر پرداخته است. با اشراف به روش‌شناختی تحقیقات صداگستره و نکات عنوان‌شده، شیوه‌ای به عنوان چارچوبی برای روش‌شناختی مطالعات صداگستره شهر پیشنهاد شده است که مبتنی بر ارزیابی‌های تؤامان مؤلفه‌های عینی و ذهنی است. تراز فشار صدای و زمان ری‌وربریشن دو متغیر کمّی صوتی هستند که به عنوان متغیرهای پیشنهادی برای ارزیابی‌های عینی معرفی شده‌اند. این دو متغیر مبین رفتار صوتی فضاها بوده که ابزارهای بهینه برای سنجش آن‌ها در نوشتار مشخص شده است. برای ارزیابی‌های ذهنی پیشنهاد شده است با بهره‌گیری از پرسشنامه، توصیف‌گرهای صداگستره[1]، ترجیحات صوتی[2] و بلندی و آسودگی صوتی در طیف لیکرت[3] مورد آزمون قرار گیرد. در نهایت نحوه ارتباط بین دو گروه از مؤلفه‌های عینی و ذهنی در ادراک صداگستره تشریح شده است. هم‌چنین، چگونگی اثرپذیری این ارتباطات از سایر مؤلفه‌های میانجی که متأثر از ماهیت فضاهای شهری است، مشخص شده است. نکته شایان توجه این است که تبعیت صرف از مقادیر استاندارد تراز فشار صدا و زمان ری‌وربریشن، برای برقراری آسایش صوتی و دلپذیری و خوشایندی صداگستره کفایت نمی‌کند. بلکه دسته‌ای از مؤلفه‌های میانجی در نحوه ادراک محیط صوتی فضاهای شهری مؤثر هستند. لذا صداگستره هر فضای شهر بایستی در بستر خود مورد مطالعه قرار گیرد.

**واژگان کلیدی:** صداگستره، تراز فشار صدا، زمان ری‌وربریشن، فضای شهری، روش‌شناختی.

### ۱. مقدمه

درک رابطه چندسویه و پیچیده بین نیازهای انسانی و امکانات فیزیکی در فضاهای عمومی موضوعی است که به علت خلاء علمی موجود مغفول مانده است [۱].

یکی از جنبه‌های توجه به نیازهای انسانی و تأمین آسایش در فضاهای معماری و شهری، آسایش صوتی[4] است. طراحی صوتی یکی از حوزه‌های مطالعاتی در معماری و شهرسازی می‌باشد که هدف نهایی آن فراهم نمودن آسایش صوتی در فضاها است. آسایش صوتی فضا در کنار شدت صدای تولیدشده در آن، به رفتار صوتی فضا نیز وابسته است. رفتار صوتی بدین معناست که فضای مورد نظر تا چه حدی سبب تشدید یا تُنکِش[5] امواج صوتی می‌گردد. در بعضی از مواقع رفتار صوتی به گونه‌ای است که بازگشت متناوب امواج صوتی سبب تقابل موج‌ها شده که همین امر موجب تُنکِش شدت صوتی[6] می‌گردد.

* نویسنده پاسخگو: b.shafaei@tabriziau.ac.ir

[1] Soundscape Descriptors
[2] Sound Preferences
[3] Likert scale
[4] Acoustic comfort
[5] Attenuation
[6] Sound Intensity



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

در برخی شرایط نیز امواج صوتی با هم تداخل دارند که سبب می‌گردد صدا تشدید شود. در واقع بسته به ویژگی‌های محیطی فضا این برخورد و تداخل می‌تواند به صورت‌های مختلفی انجام پذیرد و سبب تشدید و یا تضعیف صدا گردد [۲]. در کنار خصیصه‌های فیزیکی صدا، آنچه که در مطالعات معماری و شهری حائز اهمیت است، کیفیت ادراکی صداهای شنیده‌شده در فضا می‌باشد.

بدان معنا که فارغ از کمیّات صوتی، صداهای موجود در فضا چه تأثیر ادراکی در اذهان افراد می‌گذارند. پرداختن به به کیفیت صدای شنیده‌شده در شهر و فضاهای آن در حوزه مطالعات صداگستره شهری[1] می‌باشد، که در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. «درک شدن، تجربه شدن و فهمیده شدن محیط آوایی[2] یک بستر توسط افراد» تعریفی است که سازمان بین‌المللی استاندارد از این مفهوم ارائه می‌کند [۳].

مطالعه صداگستره در مورد تجربه صدا است [۴]. معنا پیدا کردن صداگستره‌های فضاهای شهری با ادارک انسان از محیط صوتی تحقق می‌یابد که معنا همیشه در رابطه با خصیصه‌های زمان، مکان و فعالیت جاری در فضا می‌باشد [۵]. هم‌چنین چگونه درک شدن محیط صوتی پیرامون، از فعالیت‌های جاری در آن نیز تأثیر می‌پذیرد.

مطالعات مِنگ و همکاران [۶و۷] نشان داده‌اند که فعالیت‌های انجام‌گرفته در فضاهای شهری و میزان تراکم جمعیت حاضر در فضا به روشنی در کیفیت و خوشایندی صداگستره مؤثر هستند. آنچه که پژوهش‌ها را از حیطه مطالعات صوتی به صداگستره رهنمون می‌سازد، اتخاذ دیدگاهی انتزاعی و ذهنی بر نحوه ادراک صداهای شنیده‌شده در محیط می‌باشد [۸].

بنا به مطالب گفته‌شده می‌توان اذعان کرد برای نائل شدن به فهمی درست از وضعیت ادراکی صداگستره‌های فضاهای شهری، ضروری است ارزیابی‌های عینی و ذهنی توأمان انجام گردند. یافتن راهکار و چارچوبی برای ارتباط بین ارزیابی‌های عینی[3] و ذهنی[4] صدا در فضاهای شهری، یکی از دغدغه‌های اصلی پژوهشگران این حوزه می‌باشد. در نوشتار حاضر بر اساس مداقه در روش‌شناختی و شیوه تحلیل‌یافته‌ها و نتایج تحقیقات صداگستره، چارچوبی برای پژوهش‌های این حوزه مطالعاتی پیشنهاد شده است.

این چارچوب که بر مبنای سنجش‌های کمّی و کیفی شکل گرفته، نحوه ارتباط مؤلفه‌های عینی و ذهنی صدا و اثرگذاری دوسویه بین آن‌ها را مشخص می‌کند. به بیانی دیگر، مطالعات حاکی از آن هستند که هر صدایی با هر ویژگی فیزیکی که در شهر شنیده می‌شود، مابه‌ازای ادارکی در ذهن شهروندان دارد. این تحقیق مؤلفه‌های عینی و ذهنی متناظر با یکدیگر را معرفی نموده و نحوه اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها را از یکدیگر مشخص می‌کند.

## ۲. ادبیات موضوع

بخش اعظمی از مطالعات حوزه صداگستره شهر، معطوف به اکتشاف عواملی است که می‌توانند به نحوی در کیفیت و مطلوبیت صداگستره‌های فضاهای مختلف شهر تأثیر بگذارند. بر اساس مطالعه پژوهش‌های حوزه صداگستره، شاخص‌های مؤثر بر مطلوبیت صداگستره، معیارها و سنجه‌های مربوط به آن از مطالعات انجام‌پذیرفته استخراج شده‌اند که در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشند. هر صدایی که در شهر شنیده می‌شود، دارای شدت مشخص در بازه‌های بسامدی[5] معین می‌باشد. رفتار صوتی فضا باعث می‌شود بخشی از این طیف‌های بسامدی شدید و یا ضعیف شوند. این مسئله متأثر از شدت صدای ایجادشده توسط منابع صوتی نیز می‌باشد. زمان ری‌وربریشن[6] مؤلفه‌ای است که تا حد زیادی رفتار صوتی فضا را روشن می‌کند و کمیّتی است که کاملا بستگی به کالبد فضا داشته [۲۶] و وابسته به هندسه آن می‌باشد [۱۵].

زمان ری‌وربریشن مدت زمانی است که پس از قطع منبع صدا، تراز فشار صدا ۶۰ دسی‌بل افت کند [۲۷]. ری‌وربریشن به معنای دوام صدا پس از لحظه تولید آن است [۲۸]. زمان ری‌وربریشن که روشن‌کننده رفتار صوتی فضاها است، از هندسه فضا تأثیر می‌پذیرد [۱۵]. در واقع، رفتار صوتی محیط‌های شهری، در کنار عناصر حاضر در فضا و مصالح به کار رفته در محیط‌های انسان‌ساخت، بیش از هر چیزی وابسته به هندسه و ویژگی‌های فضایی فضاهای شهری است [۱۷].

[1] Urban Soundscape
[2] Sonic environment
[3] Objective
[4] Subjective
[5] Frequency
[6] Reverberation



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

**جدول ۱** شاخص‌های مؤثر بر مطلوبیت صداگستره فضاهای شهری.

| شاخص | معیار | سنجه | منبع |
|---|---|---|---|
| شاخص‌های صوتی | منبع صوتی | طبقه‌بندی منابع صوتی<br>منشأ صدا (ژئوفونی[1]، بیوفونی[2]، آنتروفونی[3])<br>نقش صدا (پس‌زمینه، علامتی، نشانه‌ای)<br>نحوه تولید صدا (نقطه‌ای، خطی، پهنه‌ای) | [۹]<br>[۱۰]<br>[۱۱] |
| | | نمایانی منابع صوتی | [۱۲] |
| | مؤلفه‌های کمّی صدا | تراز فشار صدا | [۱۳] |
| | | تراز وزن‌یافته A شدت صدا[4] | [۱۴] |
| | | زمان ری‌وربریشن[5] | [۱۵] |
| | معنای صدا | احساسات نهفته در صدا | [۱۱] |
| | | انتظارات و توقعات صوتی | [۱۶] |
| شاخص‌های محیطی | منظر[7] | دیسه[6]، هندسه و حجم فضا | [۱۷] |
| | | هماهنگی بین منظر و صداگستره | [۱۸] |
| | عملکرد | فضاهای مسکونی | [۱۶] |
| | | فضاهای کسب‌وکار | [۱۳] |
| | | فضاهای تجاری | [۶] |
| | | فضاهای تفریحی و گذران اوقات فراغت | [۱۹] |
| | فعالیت‌های جاری | فعالیت‌هایی که در فضا جریان دارند | [۲۰] |
| | | فعالیتی که خود فرد در حال انجام است | [۲۱] |
| شاخص‌های غیرمحیطی | جمعیت‌نگاری[8] | گروه سنی | [۱۴] |
| | | گروه جنسی | [۲۲] |
| | | وضعیت اجتماعی (وضعیت خانوادگی و شبکه دوستی) | [۲۳] |
| | فرهنگ[9] و جامعه[10] | صداهای مختص هر جامعه | [۲۴] |
| | | خاطرات صوتی | [۱۱] |
| | زمان | زمانی که فرد در حال شنیدن صداگستره است (ساعت، روز هفته، فصل یا ایام خاص سال) | [۶] |
| | | طول مدت زمان مواجهه با یک صداگستره (کوتاه‌مدت یا بلندمدت) | [۲۵] |

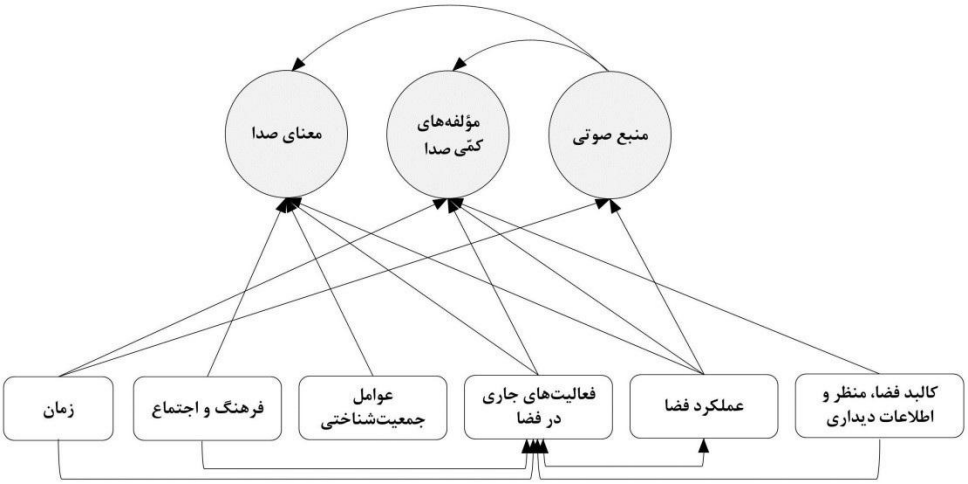
از طرفی، ویژگی‌های هندسی و کالبدی فضاهای شهری بر نحوه ادراک کلی افراد از فضاها نیز اثر می‌گذارند.

بنابراین، می‌توان اذعان کرد هندسه و کالبد فضاهای شهری هم در رفتار صوتی و هم در ادراک شهروندان مؤثر هستند. در نموداری که در شکل ۱ ترسیم شده است، می‌توان اثرگذاری عوامل مختلف را در درک صداگستره فضاهای شهری را مشاهده کرد.

[1] Geophony
[2] Biophony
[3] Anthrophony
[4] Equivalent Continuous Sound Pressure Level ($L_{Aeq}$)
[5] Reverberation Time
[6] Form
[7] Landscape
[8] Demographic
[9] Culture
[10] Society



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]




**شکل ۱** نمودار اثرگذاری عوامل مختلف را در درک صداگستره فضاهای شهری [نگارنده].

## ۳. پیشینه مطالعات صداگستره

در مطالعات صداگستره به طور مشخص می‌توان سه ذهنیت را بررسی کرد. در ذهنیت نخست مطالعه صداگستره از دیدگاه فیزیکی و متغیرهای اندازه‌ای است که انگیزه اصلی این دسته پژوهش‌ها، بررسی تأثیر صدا بر افراد است.

ذهنیت روان‌صوتی[1] به طور خاص به رابطه بین ویژگی‌های محیط صوتی و حواس انسان می‌پردازد. به ویژه بر مقادیر صوتی و پاسخ‌های حسی افراد تأکید دارد.

ذهنیت سوم که پس از دو ذهنیت نخست مطرح شده، صداگستره را به عنوان یک منبع اطلاعاتی در نظر می‌گیرد و رابطه‌ای که بین این فرستنده اطلاعات و مردم، به مثابه گیرنده، برقرار است، حوزه مورد توجه این دسته از مطالعات است.

آنچه که مشخص است این است که در هر سه ذهنیت موضوع مورد توجه، عوامل مؤثر بر نحوه ادراک محیط صوتی توسط افراد است. در هر یک از پژوهش‌های حوزه صداگستره، بنا به ماهیّت و نکات ممیزه مورد توجه هر ذهنیت، روش، ابزار و مؤلفه‌های خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در ادامه پژوهش‌های این حوزه مطالعاتی، از دیدگاه روش‌های انجام تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرند.

### ۳-۱. روش و ابزار جمع‌آوری داده‌های کمی

نحوه جمع‌آوری داده‌های کمّی صوتی، با حضور در محل و اندازه‌گیری متغیرهای میسر می‌گردد. برای سنجش هر متغیر صوتی، از ابزار مربوط به آن بهره گرفته می‌شود. در بررسی که به طور اخص در پژوهش‌های ۵ سال اخیر انجام گرفته‌اند، تراز وزن‌یافته فشار صوتی[2] [۱۴و ۱۸و ۲۰و ۲۲و ۲۹-۳۶]، تراز فشار صدا (تف‌ص)[3] [۶و ۱۴-۱۷و ۲۱و ۲۲و ۳۶-۳۹]، و زمان ری‌وربریشن (آرتی)[4] [۱۵, ۲۲, ۳۷] متغیرهای اندازه‌ای هستند که بیش‌ترین کاربرد را داشته‌اند.

برای اندازه‌گیری تراز فشار صدا و تراز وزن‌یافته فشار صوتی، از ابزار مشابهی استفاده می‌گردد. بیش‌ترین کاربرد را بی‌اَندکِی نوع ۲۲۳۰[5] [۲۲]، صداسنج ان‌تی‌آی نوع ایکس‌ال۲[6] [۳۷]، بی‌اَندکِی نوع ۲۲۵۰[7] [۳۱]، صداسنج سوان ۹۱۲ ای‌ای[8] [۳۲]، بی‌اَندکِی نوع ۴۱۰۱[9] [۳۳]، بی‌اَندکِی نوع ۲۲۶۰[10] [۱۸] دارند. در برخی از پژوهش‌ها مشاهده می‌شود سنجش تراز فشار صدا و تراز وزن‌یافته آن با نصب برنامه‌های کاربردی روی گوشی‌های تلفن همراه انجام گرفته‌اند [۱۴]. اما با توجه به این‌که میکروفون‌های تلفن‌های همراه اساساً به منظور صداسنجی طراحی و ساخته نشده‌اند، از کارآیی و اعتبار لازم برای سنجش‌های صوتی برخوردار نیستند.

[1] Psychophysic
[2] $L_{Aeq}$
[3] Sound Pressure Level (SPL)
[4] Reverberation Time (RT)
[5] Brüel & Kjær 2230
[6] NTI XL2
[7] Brüel & Kjær type 2250
[8] Svan 912 AE
[9] Brüel & Kjær type 4101
[10] Brüel & Kjær type 2260



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

به طوری که بسیار محتمل است سنجش‌های انجام‌گرفته توسط چند گوشی تلفن همراه، با نرم‌افزار ثابت و موقعیت‌های یکسان، نتایج مختلفی را ارائه نمایند.

با بررسی و مرور پژوهش‌های صوتی که از اعتبار لازم برخوردارند، می‌توان اذعان کرد که نمونه‌های مختلف دستگاه‌های صداسنج بروئل و کِی‌جر[1] ساخت کشور دانمارک، دارای بالاترین صحت و اطمینان هستند. استفاده از این دستگاه‌ها که در اغلب موارد به طور خلاصه به بی‌اَندکِی[2] نامیده می‌شوند، در سنجش تراز فشار صدا و زمان ری‌وربریشن کاربرد گسترده‌ای دارد.

### ۳-۲. روش و ابزار جمع‌آوری داده‌های کیفی

پرکاربردترین روش در ارزیابی ادراک افراد از صداگستره، استفاده از پرسشنامه می‌باشد [۵و ۶و ۱۰و ۱۳و ۱۶و ۱۷و ۱۹-۲۲و ۲۴و ۲۵و ۲۹و ۳۰و ۳۲و ۳۶و ۳۸و ۴۰-۴۲]. در اغلب پرسشنامه‌ها از آزمون‌شوندگان خواسته می‌شود صداگستره پیرامون خود را توصیف کنند.

برای تحقق این امر، از امتیازدهی به توصیف‌گرهای صداگستره استفاده می‌شود که در قالب طیف‌های معنایی لیکرت سازمان‌دهی شده‌اند. بدین ترتیب که در دو سوی طیف، دو صفت متضاد با یکدیگر قرار داده می‌شوند. به طور مثال می‌توان به صفت‌های دوتایی طبیعی/مصنوعی، شاد/غمگین، جالب/خسته‌کننده و یا لطیف/خشن اشاره کرد [۴۳].

کاربرد دیگر پرسشنامه‌ها، استخراج ترجیحات صوتی افراد حاضر در فضاهای شهری است. به این معنا که افراد در آن فضای به خصوص ترجیح می‌دهند چه صدایی را بشنوند یا نشنوند. در این حالت، در پرسشنامه فهرست صداهای موجود و منابع صوتی حاضر در فضا، در اختیار افراد قرار می‌گیرد و از ایشان خواسته می‌شود با پاسخ به سوالات بلی/خیر تمایل خود را نسبت به شنیدن صدای هر منبع صوتی ابراز کنند.

البته، شماری از تحقیقات برای بررسی عمیق‌تر، به جای سوالات بلی/خیر از طیف لیکرت[3] (از بسیار خوشایند تا بسیار ناخوشایند) نیز استفاده می‌کنند [۴۳].

### ۳-۳. روش تحلیل داده‌ها و استخراج خروجی

صداگستره، کیفیت و میزان مطلوبیت آن وابسته به عوامل پُرشماری است. از متغیرهای اندازه‌ای گرفته تا مؤلفه‌های فضایی، عملکردی، ابعاد فرهنگی و جمعیت‌شناختی، بر نحوه درک صداگستره تأثیرگذارند. این پرسش که هر یک از این عوامل و مؤلفه‌ها چگونه و به چه میزان بر کیفیت صداگستره مؤثر هستند، هنوز پاسخ روشنی ندارد. البته، واضح است اثرگذاری تمامی این مؤلفه‌ها بسیار نسبی و اعتباری است. در شرایط مختلف، تأثیرات متفاوتی دارند. بنابراین، بنا به ماهیت مطالعات صداگستره که در قریب به اتفاق موارد در پی برقراری رابطه‌ای بین کیفیت صداگستره و دسته‌ای ازعوامل مؤثر بر آن هستند، تعیین همبستگی روش غالب در تحلیل داده‌ها است [۶و ۱۳-۱۵و ۱۷و ۱۸و ۲۱و ۲۵و ۳۰و ۳۳و ۳۵و ۳۶و ۴۴]. در مواردی نیز از روش‌های دیگر مانند تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی [۲۹]، تحلیل بر اساس معادلات ساختاری [۱۶]، نظریه داده‌بنیاد [۱۱] و تحلیل بر اساس منطق فازی [۳۱] بهره گرفته می‌شود.

## ۴- بحث: تطبیق ارزیابی‌های عینی و ذهنی در مطالعات صداگستره شهر

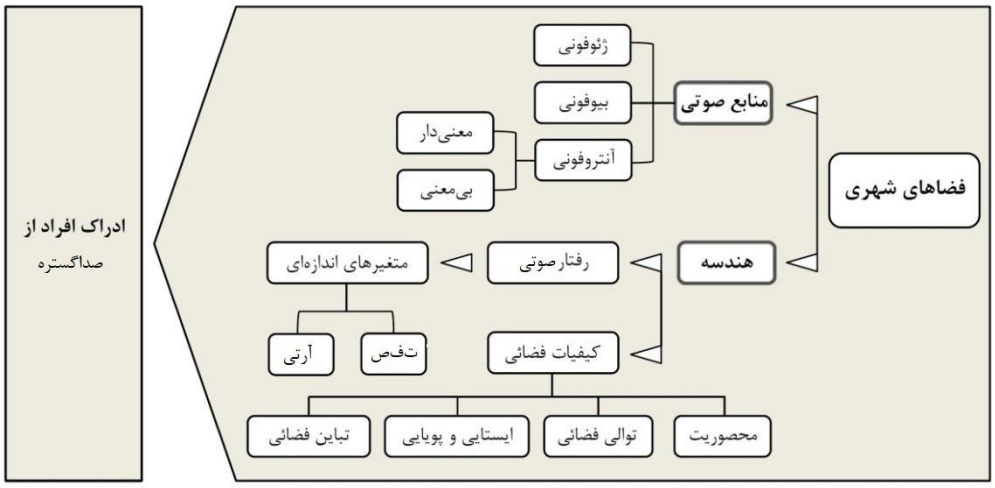
همان‌طور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، تأثیر فضا بر هندسه و منابع صوتی حاضر، قابل بررسی است. علاوه بر آن، تأثیر هندسه از طرفی بر کیفیات فضایی، و از طرفی دیگر بر رفتار صوتی فضاهای مورد مطالعه بررسی شده است. رفتار صوتی فضا بیش از هرچیزی بر دو مؤلفه (تف‌ص) و (آرتی) مؤثر است که هر دو تأثیر مستقیم بر کیفیت ادراکی صداگستره در ذهنیت افراد دارند.

دو مؤلفه (تف‌ص) و (آرتی) به عنوان متغیرهای اندازه‌ای پژوهش با سنجش میدانی اندازه‌گیری می‌گردند. هم‌چنین، این دو مؤلفه از لحاظ ادراکی نیز در پرسشنامه با استفاده از توصیف‌گرهای صداگستره در مقیاس‌های معنایی مورد سوال قرار می‌گیرند. با بررسی همبستگی بین اندازه واقعی (تف‌ص) و (آرتی) با ارزیابی ذهنی افراد از این متغیرها، روشن می‌شود که درک مردم از میزان بلندی صدا و میرائی آن در فضا، تا چه میزان با واقعیت‌های فیزیکی منطبق است.

[1] Brüel & Kjær
[2] B&K



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]




**شکل ۲** متغیرهای پیشنهادی برای ارزیابی در تحقیقات صداگستره شهر و تأثیر متقابل بین آن‌ها (نگارنده).

هم‌چنین اثرگذاری یا بی‌اثری سایر عوامل و مؤلفه‌های ارزیابی‌شده بر این تطابق مشخص می‌گردد. در واقع نحوه ارزیابی مردم از کیفیت صدای شهری از جنبه‌های مختلفی که هر یک به نوعی نمایانگر ویژگی‌های وجودی فضای شهری هستند، مورد آزمون قرار می‌گیرد.

این اقدام در جهت روشن شدن این موضوع است که میزان رضایت مردم از صدای فضاها، چگونه با مؤلفه‌های اندازه‌ای و ویژگی‌های فضایی شهر در ارتباط قرار می‌گیرد.

## ۵- نتیجه‌گیری: چارچوب پیشنهادی

گردآوری داده‌ها در اصل فرایندی است که با بهره‌گیری از ابزارهای لازم، اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری می‌گردد، تا بر حسب موضوع و هدف پژوهش، فشرده، تلخیص و یا طبقه‌بندی شوند. در مطالعات صداگستره، داده‌ها از سنخ اطلاعات میدانی هستند که ضروری است محقق در محل مورد نظر، با ابزار مربوط برای گردآوری آن‌ها اقدام کند.

در حالت کلی، داده‌های پژوهش‌های صداگستره شهری را می‌توان در دو دسته داده‌های کمی و کیفی طبقه‌بندی کرد. در ادامه ابزار و روش‌های پیشنهادی برای جمع‌آوری هر قسم از اطلاعات تشریح شده‌اند.

### ۵-۱. متغیرهای پیشنهادی برای ارزیابی‌های عینی

در مطالعات صداگستره، بلندی صدا مهم‌ترین مؤلفه در میزان آسایش صوتی یک فضای شهری است. بلندی صدا، یک مفهوم ادارکی است که معادل فیزیکی آن متغیر تراز فشار صدا (ت‌ف‌ص) است و یکی از متغیرهای کمّی پیشنهادی برای تحقیقات صداگستره می‌باشد. تراز فشار صدا، کمیّتی است که با واحد دسی‌بل مشخص می‌شود و اندازه لگاریتمی فشار صوتی مؤثر صدا نسبت به اندازه مرجع را در بسامدهای مختلف مشخص می‌کند. یعنی در یک موقعیت یکسان در هر لحظه، تراز فشار صدا در بسامدهای مختلف مقادیر مختلفی است. منظور از بسامد، زیر یا بم بودن صدا است. اینکه در چه بازه بسامدی مقادیر تراز فشار صدا کم یا زیاد است، تأثیرات مختلفی بر انسان دارد.

یکی از پرکاربردترین مؤلفه مورد سنجش در مطالعات صداگستره، زمان ری‌وربریشن می‌باشد [۳۷]. ری‌وربریشن به معنای دوام صدا پس از لحظه تولید آن است [۲۸]. سنجش این مؤلفه از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. چنانچه از لحظه‌ای که صدای هر گفتگویی در شهر آغاز و هر قدمی که برداشته می‌شود و هر خودرویی که گذر می‌کند، تا لحظه از بین رفتن آن، بیش از زمان به خصوصی (در حد میکروثانیه) به درازا بکشد، همهمه‌ای که ایجاد می‌گردد از تحمل انسان خارج می‌شود. زیرا که تراز فشار صدا رفته‌رفته افزایش می‌یابد و بعلاوه صداهای غیرقابل تشخیص و معنی در فضا حاکم می‌شوند. این امر چه به لحاظ فیزیولوژیکی و چه ادراکی برای انسان نامطبوع است.

### ۵-۲. ابزار پیشنهادی برای ارزیابی‌های عینی

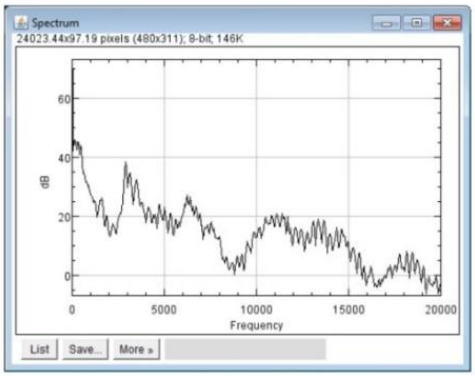
در ادامه نحوه سنجش این دو مؤلفه اندازه‌ای و نیز ابزار مورد استفاده به تفصیل شرح داده می‌شوند.



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

### ۵-۲-۱. تراز فشار صدا (تف‌ص)

برای اندازه‌گیری (تف‌ص) از ابزارهای مختلفی می‌توان استفاده کرد. خروجی غالب این ابزارها، نمودار طیفی[1] است. طیف‌نگاشت[2] ترسیم‌شده نمودار دو بعدی است که در محور طولی بازه‌های بسامدی بر حسب هرتز و در محور عرضی اندازه (تف‌ص) بر حسب دسی‌بل مشخص می‌شوند. نقصانی که متوجه این ابزارهاست، این است که صرفا اندازه‌های (تف‌ص) را مشخص می‌کند و قادر به نحوه توزیع صدا در فضا نیست. در شکل ۳ نمونه‌ای از طیف مشاهده می‌شود.



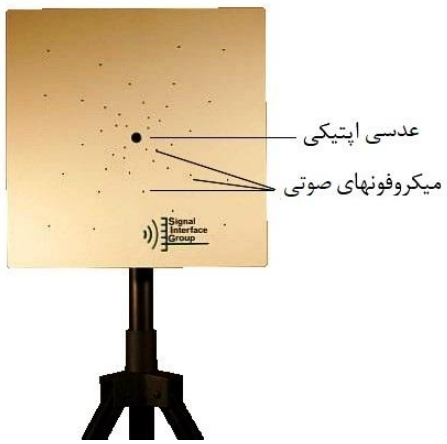

**شکل ۳** نمونه‌ای از طیف ترسیم‌شده توسط دوربین صوتی (بازه ۰ تا ۲۰هزار هرتز) [نگارنده].

دوربین صوتی[3]، دستگاه جدیدی است است قادر است با فیلم‌برداری از فضا به صورت همزمان (تف‌ص) را اندازه‌گیری کند و نحوه توزیع امواج صوتی در فضا را نیز ترسیم کند. این دستگاه یک صفحه مسطح است که یک دوربین بصری (اپتیکی) در مرکز آن قرار گرفته و چهل عدد میکروفن در سراسر سطح آن با آرایش خاصی پراکنده شده‌اند (شکل ۵).

در فیلم‌هایی که این دوربین ضبط می‌کند، توزیع امواج صوتی بر تصویر محیط با طیف رنگی که نشان‌دهنده اندازه (تف‌ص) است، مشخص می‌شود. به عبارتی، دوربین صوتی، امواج صوتی، حرکت و توزیع و شدت آن‌ها را مرئی می‌سازد. در حاضر می‌توان از دوربین صوتی مدل اِی‌سی‌اِی‌ام ۱۰۰[4] برای برداشت مقادیر (تف‌ص) و توزیع صدا بهره گرفت که در واحد تحقیقات صوتی دانشگاه هنر اسلامی تبریز موجود می‌باشد.

در شکل ۴ نمونه‌ای از یک قاب برداشت‌شده توسط دوربین صوتی مشاهده می‌شود.

**شکل ۴** نمونه‌ای از یک قاب برداشت‌شده توسط دوربین صوتی [نگارنده، ۹۸/۴/۳۰؛ بازار تبریز، سرای حاج حسینقلی میانی].



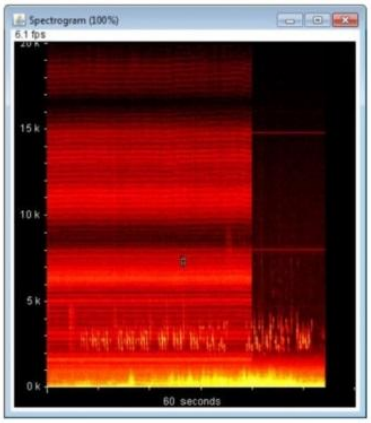

**شکل ۵** دوربین صوتی مدل اِی‌سی‌اِی‌ام ۱۰۰ [نگارنده].

دوربین صوتی، علاوه بر فیلمبرداری و ضبط صدا از فضا، توزیع امواج صوتی و ترسیم طیف‌نگاشت، طول مدت برداشت را نیز ترسیم می‌کند. طیف‌نگاشت، نگاره‌ای است که تراز فشار صدا را در بسامدها و زمان‌های مختلف مشخص می‌کند. به عبارتی، طیف‌نگاشت نموداری دو وجهی است که طول آن زمان (بر حسب ثانیه) و عرض آن بسامد (بر حسب هرتز) می‌باشند و تزار فشار صدا با طیف رنگی در این نمودار مشخص شده است. در شکل ۶ نمونه‌ای از یک طیف‌نگاشت مشاهده می‌گردد که توسط نرم‌افزار بیم‌فُرم ایکس رفرنس منوآل[5] مربوط به دوربین صوتی ترسیم شده است.

[1] Spectrum
[2] Spectrogram
[3] Acoustic Camera
[4] ACAM 100
[5] BeamformX Reference Manual



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]




**شکل ۶** نمونه‌ای از طیف‌نگاشت ترسیم‌شده توسط دوربین صوتی (بازه بسامدی ۰ تا ۲۰هزار هرتز در طول ۶۰ ثانیه) (نگارنده).

دوربین صوتی بر سه‌پایه مستقر می‌شود که ارتفاع آن بایستی هم‌اندازه با متوسط قد انسان باشد. در هر نقطه پس از استقرار دوربین، چندین برداشت انجام می‌گیرد که هر برداشت، مربوط به یک جهت می‌باشد. بنا به اقتضای هر موقعیت، در هر نقطه استقرار، بین ۱ تا ۵ برداشت انجام می‌پذیرد. مدت زمان هر برداشت، ۶۰ ثانیه می‌باشد.

خروجی هر برداشت، یک فیلم یک دقیقه‌ای از فضا است که قاب به قاب توزیع امواج صوتی را با طیف رنگی، که معرف تراز فشار صدا است، نشان می‌دهد و به طور همزمان صدای محیط هم قابل شنیدن است. در کنار آن، نرم‌افزار دوربین صوتی با محاسباتی که انجام می‌دهد، طیف و طیف‌نگاشت هر یک دقیقه برداشت را ترسیم می‌کند.

### ۵-۲-۲. زمان ری‌وربریشن (آرتی)

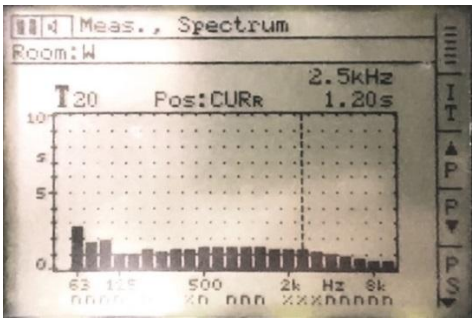
برای اندازه‌گیری (آرتی)، می‌توان از مجموعه بلندگوی همه‌جهتی[1]، تقویت‌کننده[2] و صداسنج بروئل و کِی‌جر مدل ۲۲۶۰ (شکل ۷) استفاده کرد.

روش کار بدین صورت است که بلندگوی همه‌جهتی بر سه‌پایه‌ای که ارتفاع آن برابر با اندازه متوسط قد انسانی است، برای پخش صدا مستقر می‌شود. تقویت‌کننده در واقع دستگاهی است که وظیفه تقویت و تنظیم جریان برقی و شدت صدای پخش‌شده را بر عهده دارد.

**شکل ۷** مجموعه بلندگوی همه‌جهتی، تقویت‌کننده و صداسنج بی‌اَندکِی ۲۲۶۰ [نگارنده]

یکی از ابزار تنظیم بر تقویت‌کننده، بهره صدا[3] است که با استفاده از آن می‌توان شدت صدای پخش‌شونده از بلندگوی همه‌جهتی را تنظیم کرد. اعداد مربوط به این کمیت از ۴۰- تا ۰ متغیر است. بهره صدای ۰ بیش‌ترین تراز صدا را که صدایی برابر با ۱۴۰ دسی‌بل است، ایجاد می‌کند. عدد ۴۰- سبب می‌شود بلندگو آهسته‌ترین صدا را ایجاد می‌کند.

در هر برداشت، در طی یک دقیقه، سه بار صدایی که تمامی بسامدها را شامل می‌شود، در فضا پخش می‌شود. در طول این مدت دستگاه صداسنج بی‌اندکی ۲۲۶۰ از طریق میکروفونی که در رأس آن قرار گرفته‌است، امواج صوتی حاضر در فضا را ارزیابی کرده و طی محاسباتی که انجام می‌دهد، نمودار زمان ری‌وربریشن را در بسامدهای مختلف ارائه می‌دهد. در شکل ۸ نمونه‌ای از نمودار ترسیم‌شده توسط صداسنج بی‌اندکی ۲۲۶۰ مشاهده می‌شود.




**شکل ۸** نمونه‌ای از نمودار ترسیم‌شده توسط صداسنج بی‌اندکی ۲۲۶۰ در صفحه نمایش دستگاه [نگارنده، ۹۸/۸/۳؛ بازار تبریز، راسته‌بازار بلورفروشان]

[1] BAS001 Omnidirectional Source
[2] Amplifier
[3] Gain



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

شیوه کار بدین صورت است که صدایی با تراز فشار معین که تمامی بسامدها را شامل می‌شود در فضا پخش می‌شود. مدت‌زمانی که هر یک از بسامدها در محیط دوام دارند، توسط بی‌اندکی ۲۲۶۰ محاسبه می‌شود. هر چه مقادیر زمان ری‌وربریشن که بر حسب ثانیه هستند، کم‌تر باشد، امواج صوتی در محیط سریع‌تر از بین می‌روند و پدیده پژواک در فضا ضعیف‌تر است.

طبیعی است هر چه شدت صدا بیش‌تر باشد، دوام امواج صوتی در محیط بیش‌تر است. به همین دلیل است که در سنجش‌های صوتی که مربوط به اندازه‌گیری زمان ری‌وربریشن است، صدایی با بیش‌ترین تراز فشار صدا در فضا پخش می‌شود تا بالاترین مقدار ممکن برای (آرتی) محاسبه شود.

### ۵-۳. متغیرهای پیشنهادی برای ارزیابی‌های ذهنی

برای آن‌که مشخص شود افراد چه احساسی نسبت به صدای پیرامون دارند و آن را چگونه درک می‌کنند راه‌های مختلفی وجود دارند که وجه اشتراک همه آن‌ها، توصیف کردن صداگستره است. به طوری که می‌توان توصیف‌گرهای صداگستره را جزء ابعاد صداگستره نیز محسوب کرد.

در روش گردآوری ادراک با مصاحبه، آزمون‌شوندگان خود از عباراتی استفاده می‌کنند که به نوعی توضیح و تشریح احساس آن‌ها نسبت به صدایی است که می‌شنوند. روش پرسشنامه که برای مطالعات که جامعه آماری پُرتعدادتری دارند، از کارآیی بیش‌تری برخوردار است.

در تمامی پژوهش‌هایی که ادراک افراد از صداگستره با پرسشنامه ارزیابی شده، از توصیف‌گرهای صداگستره برای توصیف احساس افراد بهره گرفته شده است. پژوهشگران مختلف، از عبارات و توصیف‌گرهای مختلفی در پژوهش‌ها استفاده کرده‌اند که تعداد آن‌ها از ۴ توصیف‌گر تا ۲۲ متغیر است.

واضح است هر چه تعداد توصیف‌گرها بیش‌تر باشد، شناسایی خصوصیات ادراکی صداگستره نیز دقیق‌تر و جزئی‌تر انجام می‌گیرد.علاوه بر آن، مطلوبیت صداهای شنیده‌شده به منابع صوتی نیز وابسته است.

شناسایی منابع صوتی حاضر در فضا، با حضور پژوهشگر در موقعیت‌های انتخاب‌شده در زمان‌های مختلف محقق می‌گردد. در این راستا، تصاویر برداشت‌شده توسط دوربین صوتی نیز می‌توانند کمک‌کننده باشند.

به عنوان جمع‌بندی، «توصیف‌گرهای صداگستره» و «ترجیحات صوتی» متغیرهای پیشنهادی برای ارزیابی‌های ذهنی مطالعات صداگستره می‌باشند.

### ۵-۳-۱. ابزار پیشنهادی برای ارزیابی‌های ذهنی؛ طراحی پرسشنامه

در پژوهشی که کنگ و ژنگ در سال ۲۰۱۰ [۴۳] تحت عنوان (تحلیل افتراق معنایی از صداگستره‌ها در فضاهای عمومی و باز شهری[1]) انجام دادند، روشی نسبتاً متفاوت و کارآمد را برای ارزیابی ادراکی صداگستره ارائه دادند.

روش پیشنهادی این تحقیق بدین صورت است که در پرسشنامه، تعدادی جفت‌صفت‌های[2] متضاد با همدیگر در دو سوی طیف معنایی مشخص می‌شوند که آزمون‌شونده انتخاب می‌کند توصیف او از صدای پیرامون به کدام صفت نزدیک‌تر است.

برای مثال، هیجان‌انگیز / آرامش‌بخش یکی از این جفت‌صفت‌ها است. شخص آزمون‌شونده انتخاب می‌کند که به نظر او صدای پیرامون هیجان‌انگیز یا خیلی هیجان‌انگیز است و یا آرامش‌بخش یا خیلی آرامش‌بخش. در حالتی بینابینی گزینه معمولی را انتخاب می‌کند.

بنا به ماهیت فضای شهری مورد مطالعه می‌توان جفت‌صفت‌هایی را به پرسشنامه اضافه کرد؛ به عنوان مثال: خاطره‌انگیز / نفرت‌انگیز، شوخ و مزاح / خشک و جدی.

ارزیابی ترجیحات صوتی افراد بدین طریق مورد سوال واقع می‌گردد که میزان خوشایندی صدای هر یک از منابع توسط ایشان مشخص می‌گردد.

برای مشخص کردن میزان خوشایندی صدای منابع صوتی، از طیف لیکرت استفاده شده است که پاسخ‌های آن از این قرار است: خیلی خوشایند، خوشایند، معمولی، آزاردهنده و خیلی آزاردهنده. در انتهای سوالات مربوط به ترجیحات صوتی، از

[1] Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces

[2] Adjective Pairs



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

افراد خواسته شده اگر صدایی در محیط می‌شنوند که در فهرست نوشته نشده، یادداشت کنند.
مطلوبیت نهایی صداگستره که مفهومی ادارکی است، از میانگین امتیازی که آزمون‌شوندگان به صفات ارزشی، مانند قشنگی، دلپذیری، امن بودن، صمیملنه، نرمی، اجتماعی و امثالهم (ذکرشده در پرسشنامه استاندارد کنگ) به دست می‌آید.

## ۵-۴. شیوه استنتاج مطلوبیت صداگستره و اثر تعاملی مؤلفه‌های عینی و ذهنی

### ۵-۴-۱. تقابل تراز فشار صدا با مؤلفه‌های ذهنی

تراز فشار صدا، مؤلفه‌ای است که در ارتباط با بلندی و کوتاهی صدا در ادراک ذهنی افراد قرار می‌گیرد و مهم‌ترین شاخصه در ارزیابی آسایش صوتی به شمار می‌رود [۴۵]. غالباً زمانی که تراز فشار صدا در محدوده استاندارد هر گونه فضایی قرار دارد، فضا آرام و آسوده تلقی می‌گردد.
ولی در مواقعی که تراز فشار صدا پائین است، و آسایش صوتی فضا از دیدگاه کاربران آزادهنده و یا خیلی آزاردهنده تلقی می‌گردد، پدیده اختلاف تراز فشار صدا [۴۶] باید مورد توجه قرار گیرد. در این حالت بایستی آن دسته از منابع صوتی که ترجیحات صوتی پائینی دارند مورد توجه قرار گیرند.
پیش‌بینی می‌شود در فضاهایی که به صورت کمّی تراز فشار صدا در محدوده قابل قبول قرار دارد ولی از لحاظ ادراکی آسوده نیستند، ناشی از حضور منابع صوتی باشد که تراز فشار صدا بالایی ایجاد می‌کنند. شناسایی این منابع صوتی از لحاظ عینی با دوربین صوتی و از نظر ذهنی با امتیازات ترجیحات صوتی امکان‌پذیر می‌باشد.
از طرف دیگر، میزان حضور و تواتر مراجعه افراد به فضای شهری مورد مطالعه می‌تواند در آسایش صوتی ایشان مؤثر باشد. اشخاص بسته به این‌که به چه منظوری در فضای شهری حضور دارند و تواتر مراجعه ایشان چقدر است، صداها را خوشایند یا ناخوشایند تلقی می‌کنند.
در واقع علت و تواتر حضور در فضا به طور مشخص بر مطلوبیت صداهای شنیده‌شده در فضا، میزان آزردگی از پدیده اختلاف تراز فشار صدا و به طور کلی خوشایندی صداگستره اثرگذار می‌باشند. هر چه افراد به دفعات بیش‌تری به فضای مورد نظر مراجعه کنند و بیش‌تر در معرض صدای آن قرار گیرند، رضایت کم‌تری از صداگستره آن دارند.
هم‌چنین، آستانه تحملشان در برابر صداهای ناخوشایند کم‌تر شده، صدای شنیده‌شده را بلندتر درک کرده و آسایش صوتی کم‌تری دارند [۴۷]. از طرفی دیگر، زمانی که افراد در یک فضای مکث و ایستا با جمعیت کم هستند، در مقایسه با حالتی که در فضاهای عبوری با ازدحام بیش‌تر گذر می‌کنند، رضایتمندی بیش‌تری از محیط صوتی دارند. در واقع افراد در شرایطی که بتوانند مکث کنند، ببینند و بیاسایند، آستانه تحمل بیش‌تری در مقابل صداهای شنیده‌شده دارند، فضا را آرام‌تر و آسوده‌تر تلقی کرده و در نتیجه صداگستره را خوشایندتر و دلپذیرتر درک می‌کنند [۴۸].

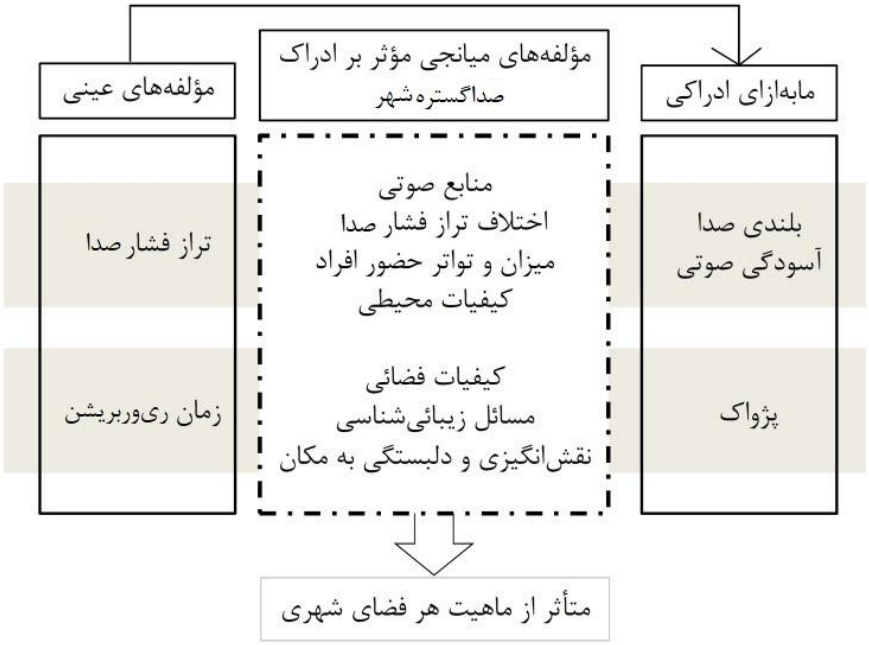
### ۵-۴-۲. تقابل زمان ری‌وربریشن با مؤلفه‌های ذهنی

زمان ری‌وربریشن یک مؤلفه کمّی است که مابه‌ازای ادارکی آن با جفت‌صفت پژواک/میرا قابل بررسی است. اگر اندازه زمان ری‌وربریشن با مقادیر استاندارد تطبیق داشته باشد، طبیعتاً افراد فضا را فاقد پژواک و یا طنین تلقی می‌کنند. اما ممکن است این رابطه همواره برقرار نباشد. در این موارد ضروری است کیفیات فضایی، مسائل زیبایی‌شناختی و میزان ازدحام افراد مورد بررسی قرار گیرند.
در خصوص تأثیر مؤلفه‌های دیداری (بصری)[1] و کیفیت زیبایی‌شناختی فضاهای شهری، پیش‌تر به اثبات رسیده که مطلوبیت دیداری و شنیداری فضا در ارتباط با هم بوده و از یکدیگر تبعیت می‌کنند [۴۹]. برخی ویژگی‌های کالبدی که می‌توانند برغم بالا بودن اندازه زمان ری‌وربریشن اثر مثبت در ادراک پژواک و کیفیت صداگستره داشته باشند عبارتند از: بهره‌مندی از نور طبیعی، تراکم جمعیت و ازدحام پائین، امکان ایستادن و آسودگی به هنگام مکث کردن، جلوه‌های بصری و زیبائی کالبدی. هم‌چنین، نقش‌انگیزی مثبتی که فضاهای شهری در حافظه جمعی دارند و به نوعی سبب برانگیخته شدن حس احترام می‌گردند، می‌توانند با غلبه بر نقصان‌های موجود در رفتار صوتی فضاها، باعث مطلوب درک شدن صداگستره آن‌ها شوند [۵۰].

[1] Visual



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]




**شکل ۹** چارچوب پیشنهادی برای روش‌شناختی مطالعات صداگستره شهر مبتنی بر ارزیابی‌های عینی و ذهنی.

### ۵-۴-۳. جمع‌بندی چارچوب پیشنهادی

در ادراک صداگستره فضاهای شهری، در کنار متغیرهای کمّی، مؤلفه‌های کیفی نیز ارزیابی می‌گردند. با توجه به مطالب عنوان‌شده در پژوهش حاضر، چارچوب پیشنهادی برای روش‌شناختی مطالعات صداگستره شهر مبتنی بر ارزیابی‌های عینی و ذهنی، در نمودار ترسیم‌شده در شکل ۹ قابل جمع‌بندی هستند.

در واقع همان‌طور که نتایج پژوهش‌های پیشین در حوزه صداگستره نیز گواه آن هستند، تبعیت صرف از مقادیر استاندارد تراز فشار صدا و زمان ری‌وربریشن، برای برقراری اسایش صوتی و دلپذیری و خوشایندی صداگستره کفایت نمی‌کند. بلکه دسته‌ای از مؤلفه‌های میانجی در نحوه ادراک محیط صوتی فضاهای شهری مؤثر هستند. لذا صداگستره هر فضای شهر بایستی در بستر خود مورد مطالعه قرار گیرد.

در این مطالعات بررسی کامل منابع صوتی حاضر، اختلاف تراز فشار صدا در فضای آرام، میزان ازدحام، امکان ایستادن، پویایی یا ایستایی فضا، مؤلفه‌های زیبائی‌شناختی، کیفیات فضائی، نقش‌انگیزی فضا، ترجیحات صوتی و هم‌چنین میزان و تواتر حضور گروه‌های مورد آزمون باید به دقت رصد شده و در تحلیل یافته‌های تحقیق مورد توجه قرار گیرند.

### تقدیر و تشکر

نویسندگان از داوران محترم که در زمینه اصلاح و ویرایش علمی و ادبی مقاله پیشنهادهای ارزشمندی را ارائه نمودند کمال تشکر را دارند.

### تضاد منافع

نویسندگان مقاله هیچ منافع مالی یا روابطی که بتواند بر انتشار این مقاله تأثیرگذار باشد ندارند.

### منابع

[1] K. Ye, H. Luo, H. Zhong, J. Kang, “Physiological and psychological influence of multi-media in urban business districts”, Sustainable Cities and Society, vol. 77, pp. 103546, 2021.
[2] E. Setyowati, G. Hardiman, P. Purwanto, “Tailoring acoustic performances of resin reinforced biomass fiber-based panel with single and multiple tailed cavity inclusions for interior work”, Fibers, vol. 7, no. 10, pp. 85, 2019.
[3] I. O. f. Standardization, International Organization for Standardization. 2014.
[4] G. Wagstaff, “Utopianism: from Cage to Acoustic Ecology”, conference “Stockholm, Hey Listen!”, June 9, 1998.
[5] J. Maculewicz, C. Erkut, S. Serafin, “How can soundscapes affect the preferred walking pace?”, Applied Acoustics, vol. 114, pp. 230-239, 2016.



[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

[6] Q. Meng, Y. Sun, J. Kang, "Effect of temporary open-air markets on the sound environment and acoustic perception based on the crowd density characteristics", Science of the Total Environment, vol. 601, pp. 1488-1495, 2017.

[7] Q. Meng, J. Kang, "The influence of crowd density on the sound environment of commercial pedestrian streets", Science of the Total Environment, vol. 511, pp. 249-258, 2015.

[8] M. Lionello, F. Aletta, J. Kang, "A systematic review of prediction models for the experience of urban soundscapes", Applied Acoustics, vol. 170, pp. 107479, 2020.

[9] A. Farina, "Soundscape Ecology: Principles, Patterns, Methods and applications", Springer, 2013.

[10] L. Hermida, I. Pavón, "Spatial aspects in urban soundscapes: Binaural parameters application in the study of soundscapes from Bogotá-Colombia and Brasília-Brazil", Applied Acoustics, vol. 145, pp. 420-430, 2019.

[11] F. Liu, J. Kang, "A grounded theory approach to the subjective understanding of urban soundscape in Sheffield", Cities, vol. 50, pp. 28-39, 2016.

[12] D. Hall, A. Irwin, A. Edmondson-Jones, S. Phillips, J. Poxon, "An exploratory evaluation of perceptual, psychoacoustic and acoustical properties of urban soundscapes", Applied Acoustics, vol. 74, no. 2, pp. 248-254, 2013.

[13] X. Zhao, S. Zhang, Q. Meng, J. Kang, "Influence of contextual factors on soundscape in urban open spaces", Applied Sciences, vol. 8, no. 12, pp. 2524, 2018.

[14] C. Li, Y. Liu, M. Haklay, "Participatory soundscape sensing", Landscape and urban planning, vol. 173, pp. 64-69, 2018.

[15] H. Yang, J. Kang, M. Kim, "An experimental study on the acoustic characteristics of outdoor spaces surrounded by multi-residential buildings", Applied Acoustics, vol. 127, pp. 147-159, 2017.

[16] J. Hong, J. Jeon, "Influence of urban contexts on soundscape perceptions: A structural equation modeling approach", Landscape and urban planning, vol. 141, pp. 78-87, 2015.

[17] F. Liu, J. Kang, "Relationship between street scale and subjective assessment of audio-visual environment comfort based on 3D virtual reality and dual-channel acoustic tests", Building and Environment, vol. 129, pp. 35-45, 2018.

[18] K. Herranz-Pascual, I. García, I. Diez, A. Santander, I. Aspuru, "Analysis of field data to describe the effect of context (Acoustic and Non-Acoustic Factors) on urban soundscapes", Applied Sciences, vol. 7, no. 2, pp. 173, 2017.

[19] G. Pérez-Martínez, A. Torija, D. P. Ruiz, "Soundscape assessment of a monumental place: A methodology based on the perception of dominant sounds", Landscape and urban planning, vol. 169, pp. 12-21, 2018.

[20] Q. Meng, J. Kang, "Effect of sound-related activities on human behaviours and acoustic comfort in urban open spaces", Science of the Total Environment, vol. 573, pp. 481-493, 2016.

[21] F. Aletta, J. Kang, A. Astolfi, S. Fuda, "Differences in soundscape appreciation of walking sounds from different footpath materials in urban parks", Sustainable Cities and Society, vol. 27, pp. 367-376, 2016.

[22] Z. Bora, "Understanding soundscape in public spaces: a case study in Akköprü Metro Station, Ankara", Bilkent University, 2014.

[23] G. Brambilla, V. Gallo, F. Asdrubali, F. D'Alessandro, "The perceived quality of soundscape in three urban parks in Rome", The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 134, no. 1, pp. 832-839, 2013.

[24] J. Zhao, W. Xu, L. Ye, "Effects of auditory-visual combinations on perceived restorative potential of urban green space", Applied Acoustics, vol. 141, pp. 169-177, 2018.

[25] J. Liu, J. Kang, T. Luo, H. Behm, "Landscape effects on soundscape experience in city parks", Science of the Total Environment, vol. 454, pp. 474-481, 2013.

[26] M. Hornikx, "Numerical Modelling of Sound Propagation to Closed Urban Courtyards", Chalmers University of Technology Gothenburg, Sweden, 2009.

[27] Z. Qiyabkalu, "Fundamentals of Building Physics 1; Acoustics", Tehran: Jahad Daneshgahi, 2018.

[28] M. Long, "Architectural Acoustics", Elsevier, 2005.

[29] J. Jeon, J. Hong, "Classification of urban park soundscapes through perceptions of the acoustical environments", Landscape and urban planning, vol. 141, pp. 100-111, 2015.

[30] G. Gozalo, J. Trujillo Carmona, J. M. Barrigón Morillas, R. Vílchez-Gómez, V. Gómez Escobar, "Relationship between objective acoustic indices and subjective assessments for the quality of soundscapes", Applied Acoustics, vol. 97, pp. 1-10, 2015.

[31] A. Maristany, M. López, C. Rivera, "Soundscape quality analysis by fuzzy logic: A field study in Cordoba, Argentina", Applied Acoustics, vol. 111, pp. 106-115, 2016.

[32] A. Preis, H. Hafke-Dys, M. Szychowska, J. Kocinski, J. Felcyn, "Audio-visual interaction of environmental noise", Noise Control Engineering Journal, vol. 64, no. 1, pp. 34-43, 2016.

[33] J. Hong, J. Jeon, "Exploring spatial relationships among soundscape variables in urban areas: A spatial statistical modelling approach", Landscape and Urban Planning, vol. 157, pp. 352-364, 2017.

[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]

[34] D. Ou, C. Mak, S. Pan, "A method for assessing soundscape in urban parks based on the service quality measurement models", Applied Acoustics, vol. 127, pp. 184-193, 2017.

[35] Y. Sakieh, S. Jaafari, M. Ahmadi, A. Danekar, "Green and calm: Modeling the relationships between noise pollution propagation and spatial patterns of urban structures and green covers", Urban forestry & urban greening, vol. 24, pp. 195-211, 2017.

[36] X. Zhang, M. Ba, J. Kang, Q. Meng, "Effect of soundscape dimensions on acoustic comfort in urban open public spaces", Applied Acoustics, vol. 133, pp. 73-81, 2018.

[37] C. Calleri, A. Astolfi, A. Armando, L. Shtrepi, "On the ability to correlate perceived sound to urban space geometries", Sustainable Cities and Society, vol. 27, pp. 346-355, 2016.

[38] S. Bahalı, N. Tamer-Bayazıt, "Soundscape research on the Gezi Park–tunel square route", Applied Acoustics, vol. 116, pp. 260-270, 2017.

[39] K. Filipan, B. De Coensel, P. Aumond, A. Can, C. Lavandier, D. Botteldooren, "Auditory sensory saliency as a better predictor of change than sound amplitude in pleasantness assessment of reproduced urban soundscapes", Building and Environment, vol. 148, pp. 730-741, 2019.

[40] K. Evensen, R. Raanaas, A. Fyhri, "Soundscape and perceived suitability for recreation in an urban designated quiet zone", Urban forestry & urban greening, vol. 20, pp. 243-248, 2016.

[41] J. Woodcock, W. Davies, T. Cox, "A cognitive framework for the categorisation of auditory objects in urban soundscapes", Applied Acoustics, vol. 121, pp. 56-64, 2017.

[42] M. Engel, B. Paas, C. Schneider, C. Pfaffenbach, "Perceptual studies on air quality and sound through urban walks", Cities, vol. 83, pp. 173-185, 2018.

[43] J. Kang, M. Zhang, "Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces", Building and Environment, vol. 45, no. 1, pp. 150-157, 2010.

[44] J. Liu, J. Kang, H. Behm, T. Luo, "Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks", Landscape and urban planning, vol. 123, pp. 30-40, 2014.

[45] E. Zwicker, H. Fastl, "Psychoacoustics: Facts and models", Springer Science & Business Media, vol. 22, 2013.

[46] B. Shafaei, A. Ghafari, M. Mirgholami, "Explaining the role of physical factors in the acoustic sustainability of Tabriz Bazaar", Architecture and sustainable urban planning, vol. 10, no. 2, pp. 73-94, 2022.

[47] A. Ghafari, M. Mirgholami, B. Shafaei, "Explaining the subjective evaluation of the acoustic landscape of Tabriz Bazaar and its responsiveness to the frequency and reason of people's presence in the market", City Identity, vol. 15, no. 3, pp. 59-72, 2021.

[48] B. Shafaei, A. Ghafari, M. Mirgholami, "Spatial typology in Tabriz Bazaar based on acoustic landscape", Architecture and urban planning, vol. 15, no. 41, pp. 269-280, 2023.

[49] A. Preis, J. Kociński, H. Hafke-Dys, M. Wrzosek, "Audio-visual interactions in environment assessment", Science of the Total Environment, vol. 523, pp. 191-200, 2015.

[50] B. Shafaei, A. Ghaffari, M. Mirgholami, "Determining the desirability of the soundscapes of the Timchehs of Tabriz Bazaar based on objective and subjective assessments", Journal of Researches in Islamic Architecture, vol. 10, no. 4, pp. 127-149, 2022.

[ Downloaded from joasi.ir on 2025-07-12 ]