

Investigating the impact of acoustic ecosystems on the perception of place in urban design

Hadi RezaeiRad¹

Department of Urbanism, Faculty of Art and Architecture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

parima Yami Marandi

Department of Urbanism, Faculty of Art and Architecture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

Extended Abstract

Introduction

With the rapid expansion of urbanization and the increasing complexity of spatial and social dynamics in contemporary cities, urban design has emerged as a critical discipline in enhancing the quality of life. While visual and physical aspects have traditionally dominated design practices, the sensory dimension—particularly sound—has remained underrepresented. Human interaction with the environment, however, is inherently multisensory. The soundscape, as an integral part of spatial perception, has a profound effect on emotional well-being, place attachment, and social interaction. This research addresses the need to integrate acoustic considerations into urban design, focusing on how sound influences the sense of place in public urban spaces. Despite its fundamental role, sound is often perceived as a background phenomenon, treated either as an environmental nuisance or overlooked entirely in urban planning discourses. Yet emerging interdisciplinary perspectives reveal that auditory experiences can actively shape spatial legibility, behavioral patterns, and social inclusivity. The inclusion of sound as a design parameter not only enhances aesthetic and functional dimensions of space but also aligns with the broader goal of creating health-promoting, equitable, and emotionally resonant urban environments. Recognizing the soundscape as a spatial resource invites designers to engage with acoustic diversity and narrative, turning ordinary urban settings into immersive and meaningful places.

Theoretical Framework

sound functions as a cultural, ecological, and aesthetic dimension of space. Schafer's foundational work in *The Tuning of the World* (1977) emphasized the idea that societies are shaped not only by what they see but also by what they hear, introducing key distinctions such as hi-fi (high-fidelity) and lo-fi (low-fidelity) environments—where clarity or masking of sound affects perception and experience. Later expanded by Truax (2001) through the lens of soundscape composition and real-time acoustic interaction, and further developed by Kang

1. Corresponding Author: H.rezaeirad@basu.ac.ir

& Schulte-Fortkamp (2016) within the framework of soundscape standardization (e.g., ISO 12913), this theory underlies the emerging interdisciplinary field of acoustic ecology. This field brings together insights from environmental psychology, architecture, urban planning, and auditory science to evaluate how sound environments interact with human behavior and spatial meaning. Research has increasingly shown that the quality of acoustic environments in urban settings can significantly influence users' comfort, safety, social engagement, and overall perception of space (Brown et al., 2011; Aletta et al., 2016). Environments enriched with natural sounds—such as water, wind, or birdsong—are frequently associated with positive affective states, reduced mental fatigue, and enhanced cognitive restoration (Kaplan & Kaplan, 1989; Pheasant et al., 2010). These sounds serve not only as pleasant background stimuli but also as indicators of ecological health and spatial tranquility. In contrast, urban noise pollution—characterized by continuous traffic, industrial activity, or densely packed human presence—often leads to increased physiological stress, reduced spatial legibility, and a decline in users' willingness to remain or return (Gidlöf-Gunnarsson & Öhrström, 2007; Steele et al., 2019). The dichotomy between restorative and disruptive sounds underscores the need for a nuanced understanding of acoustic perception as both an individual and collective urban experience.

Methodology

This study adopts a mixed-methods approach, combining qualitative analysis with quantitative evaluation. Initially, a comprehensive literature review was conducted to extract key urban design indicators that potentially affect acoustic quality. Concurrently, primary acoustic components—acoustic balance, functional quietness, sound diversity, perceptual clarity, acoustic sustainability, and sonic identity—were identified. A two-round Delphi method was implemented involving 20 experts in urban design and environmental acoustics to assess the impact level of each indicator. Subsequently, mean scores were calculated, and the Jenks natural breaks classification was applied to rank the indicators into high, medium, and low impact categories.

Results and Discussion

The findings indicate that urban design factors such as control of building density and height, spatial orientation, incorporation of local sonic identity, and increased green coverage have the greatest positive impact on soundscape quality. Components like acoustic-functional compatibility, sound sustainability, and user auditory perception demonstrated the highest sensitivity to urban design interventions. The developed conceptual model comprises three interrelated layers:

- **Physical-Spatial Layer:** Involving the layout, form, and density of urban elements that influence sound propagation.
- **Environmental Layer:** Including materials, vegetation, and water elements that shape the acoustic absorption and modulation.
- **Experiential-Perceptual Layer:** Addressing human interpretations, auditory memory, and emotional responses to sound.

The study further illustrates that designing with sound in mind enhances psychological comfort, encourages lingering and interaction, and reinforces users' cognitive mapping of space. Spaces enriched with coherent, identity-based soundscapes contribute to the creation of “auditory landmarks” that deepen the user's sense of belonging.

Conclusion

This research presents a systematic framework linking urban design principles with acoustic ecosystem dynamics, emphasizing the need for deliberate integration of sound into design processes. The implications extend beyond aesthetics, suggesting that sound should be approached as an active design element rather than a residual consequence. Accordingly, the study advocates for:

- **Sound-conscious urban design** practices and guidelines,
- **Integration of digital acoustic tools** (e.g., simulations, sensors, sound maps),
- **Professional training** for planners and designers,
- **Equitable sonic environments** through the emerging lens of sound justice.

By shifting from a visually dominated to a multisensory design paradigm, urban designers can help craft environments that are not only seen and used but also heard, remembered, and emotionally experienced. The study ultimately contributes to reimagining cities as more inclusive, sensorially rich, and human-centered places.

Keywords: Acoustic Ecosystems, Sense of Place, Urban Design.

Citation:

RezaeiRad, H & Yami Marandi, P. (2025). Investigating the impact of acoustic ecosystems on the perception of place in urban design. *Journal of Urban Studies on Space and Place*, 9(35), 5-30. <https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2063538.1140>

DOI: <https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2063538.1140>

URL: https://jspr.jdisf.ac.ir/article_729638.html?lang=en

Copyrights:

©2023 by the authors. Published by Journal of Urban Studies on Space and Place.
This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)).





بررسی تأثیر اکوسیستم‌های صوتی بر درک مکان در طراحی شهری

هادی رضایی راد^۱

استادیار گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

پریمایامی مرندی

دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

چکیده

با رشد شهرنشینی و پیچیدگی‌های زیستی-فضایی، لزوم توجه به ابعاد چندحسی در طراحی فضاهای عمومی بیش از پیش احساس می‌شود. در این میان، «اکوسیستم صوتی» به‌عنوان بعدی کمتر دیده‌شده اما تأثیرگذار در کیفیت تجربه زیسته شهروندان اهمیت یافته است. برخلاف دیدگاه سنتی که صدا را تنها منبع آلودگی قلمداد می‌کرد، رویکردهای معاصر صدا را عنصری بالقوه در ارتقای حس مکان و کیفیت زندگی می‌دانند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر شاخص‌های طراحی شهری بر کیفیت اکوسیستم‌های صوتی و درک مکان انجام شده است. سؤال اصلی پژوهش آن است که چگونه عناصر طراحی شهری می‌توانند بر مؤلفه‌های صوتی فضا و تجربه ادراکی شهروندان اثرگذار باشند. روش پژوهش به‌صورت توصیفی-تحلیلی و با رویکردی تلفیقی انجام گرفته است. ابتدا شاخص‌ها و مؤلفه‌های صوتی از طریق مرور منابع نظری استخراج شد. سپس با استفاده از روش دلفی و مشارکت ۲۰ نفر از متخصصان حوزه طراحی شهری و آکوستیک محیطی، میزان تأثیر شاخص‌های طراحی بر مؤلفه‌های صوتی ارزیابی شد. داده‌ها با بهره‌گیری از الگوریتم Jenks برای تحلیل خوشه‌ای پردازش شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌هایی نظیر کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها، تقویت هویت صوتی محلی و بهره‌گیری از پوشش گیاهی، نقش مؤثری در بهبود مؤلفه‌هایی، چون تعادل صوتی، سکوت عملکردی و کیفیت تجربه شنیداری دارند. در نتیجه، طراحی شهری می‌تواند با رویکردی میان‌رشته‌ای و حساس به صدا، بستر مناسبی برای ارتقای ادراک حسی و تجربه مکان فراهم آورد. مدل مفهومی پژوهش نیز سه لایه کالبدی، زیست‌محیطی و ادراکی را در تعامل با کیفیت صوتی معرفی و راهبردهایی برای طراحی صوت‌محور ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم‌های صوتی، درک مکان، طراحی شهری.

اجتماعی و حس تعلق به شکل‌گیری مکان‌هایی با کیفیت انسانی بالاتر کمک کند.

ضرورت انجام پژوهش در خلأ مطالعات میان‌رشته‌ای و کاربردی در ادبیات فارسی پیرامون ارتباط طراحی شهری و کیفیت اکوسیستم‌های صوتی نهفته است. با وجود پیشرفت‌های جهانی در این حوزه، در فضای آکادمیک کشور، پژوهشی نظام‌مند که به بررسی تأثیر اکوسیستم‌های صوتی بر درک مکان در طراحی شهری بپردازد، کمتر انجام شده است. افزون بر این، اهمیت این پژوهش در پاسخ‌گویی به نیاز روزافزون فضاهای عمومی باکیفیت و چندحسی است؛ جایی که تجربه شنیداری به اندازه تجربه بصری در شکل‌گیری ادراک و رفتار کاربران نقش دارد. فقدان رویکردهای طراحی مبتنی بر صدا در سیاست‌گذاری‌ها و پروژه‌های شهری، به کاهش کیفیت تجربه فضا منجر می‌شود. از این رو، پرداختن به این موضوع نه تنها از منظر علمی بلکه از جنبه کاربردی در طراحی آینده‌نگرانه شهری نیز ضروری است. این شکاف نظری و کاربردی، انگیزه اصلی پژوهش حاضر را شکل داده است.

هدف پژوهش حاضر، تحلیل نقش طراحی صوت‌محور در ارتقای کیفیت ادراک مکانی کاربران از فضاهای عمومی است. در این راستا، تلاش شده است تا شاخص‌های طراحی شهری که بر کیفیت اکوسیستم‌های صوتی اثر می‌گذارند، شناسایی، تحلیل و اولویت‌بندی شوند و راهکارهایی برای طراحی انسانی‌محور ارائه شود. بنابراین، اینکه طراحی شهری چه نقشی می‌تواند در ارتقای کیفیت اکوسیستم‌های صوتی شهری و درک مکان کاربران ایفا کند؟ سؤال اصلی پژوهش است.

پیشینه پژوهش

مرور مطالعات داخلی و خارجی نشان می‌دهد که موضوع اکوسیستم‌های صوتی شهری به تدریج به یکی از محورهای مهم در طراحی و برنامه‌ریزی شهری تبدیل شده است. در پژوهش‌های داخلی، تمرکز بر تأثیر توسعه

در دهه‌های اخیر، با گسترش سریع شهرنشینی و افزایش پیچیدگی‌های زیستی-فضایی، طراحی شهری به‌عنوان بستری کلیدی برای ارتقای کیفیت زندگی شهروندان اهمیت روزافزونی یافته است. طراحی شهری معاصر دیگر صرفاً به ساماندهی کالبدی فضا محدود نمی‌شود، بلکه باید پاسخی به نیازهای روانی، اجتماعی و حسی انسان شهرنشین نیز باشد. با وجود این، بیشتر رویکردهای سنتی در طراحی شهری بر ابعاد بصری و کالبدی تمرکز دارند و از دیگر ابعاد تجربه فضایی، به‌ویژه مؤلفه‌های شنوایی و صوتی، غفلت کرده‌اند. این در حالی است که انسان محیط خود را با همه حواس، از جمله حس شنوایی، ادراک و صدا نقشی اساسی در شکل‌گیری «حس مکان» ایفا می‌کند. در این زمینه، مفهوم «اکوسیستم صوتی» یا Soundscape را نخستین بار ریموند موری شفر در دهه ۱۹۷۰ معرفی کرد. شفر صدا را عنصری زیباشناختی، فرهنگی و زیست‌محیطی می‌داند که دارای «امضای صوتی» ویژه هر مکان است و می‌تواند بازتاب‌دهنده ساختارهای اجتماعی و کالبدی فضا باشد. این نگاه بعدها توسط پژوهشگرانی چون (Truax, 2001) و (Kang & Schulte-Fortkamp, 2016) گسترش یافت و به شکل‌گیری حوزه میان‌رشته‌ای «اکولوژی صوتی» انجامید. یافته‌های مطالعات تجربی نشان داده‌اند که کیفیت اکوسیستم‌های صوتی می‌تواند بر احساس آسایش، امنیت، تعاملات اجتماعی و در نهایت درک مکان شهروندان تأثیر مستقیم بگذارد (Payne et al., 2016; Aletta et al., 2009). با این حال، در بسیاری

از پروژه‌های طراحی شهری، مؤلفه صوتی همچنان در حاشیه قرار دارد و سیاست‌گذاران نیز عمدتاً آن را در دستور کار قرار نمی‌دهند. در حالی که طراحی آگاهانه و هدفمند صدا می‌تواند مکملی مؤثر برای طراحی فیزیکی باشد و با ارتقای ادراک حسی، تعاملات

جدول شماره (۱): مرور نظام مند پیشینه پژوهش های داخلی و خارجی مرتبط با اکوسیستم های صوتی در طراحی شهری

ردیف	نویسنده	سال	عنوان فارسی	روش	تحلیل و دستاورد و نتیجه
۱	ناصر محرم نژاد، مهسا صفری پور	۱۳۸۷	تأثیر توسعه شهری بر روند آلودگی صوتی در منطقه یک تهران و ارائه راهکارهای مدیریتی برای بهبود شرایط	مطالعه میدانی+تحلیل آماری	رابطه توسعه شهری و افزایش آلودگی صوتی در منطقه یک تهران بررسی شده و راهکارهایی چون فضاهای سبز و مصالح جاذب صدا پیشنهاد شده است.
۲	شهابیان پویان، لاریمیان سیده فرزانه	۱۳۹۵	بررسی منظر صوتی خیابان ولیعصر تهران با تأکید بر ادراک مردم از منظر صوتی	پرسش نامه+تحلیل آماری	تحلیل ادراک صوتی مردم از خیابان ولیعصر نشان داد ترافیک و فضاهای سبز بر کیفیت صوتی تأثیر دارند و بهبود از طریق کاهش ترافیک و طراحی مناسب ممکن است.
۳	امیر شکیبامنش، نسترن اجیدان پور	۱۴۰۰	تأثیر ساختار کالبدی و پیکربندی فضایی بر کیفیت تجربه منظر صوتی عابران پیاده در فضاهای عمومی با استفاده از واقعیت مجازی بررسی موردی: حد فاصل میدان ولیعصر تا میدان جهاد، تهران	واقعیت مجازی+ارزیابی ادراک صوتی	بررسی با واقعیت مجازی نشان داد که فرم ساختمان و مصالح بر تجربه صوتی عابران تأثیر مستقیم دارد و طراحی شهری با توجه به کیفیت صوتی انجام شود.
۴	علی محمد مبصر آزاد	۱۴۰۱	آسیب شناسی بحران آلودگی صوتی	مطالعه تئوریک+تحلیل علل و پیامدها	تحلیل ابعاد بحران آلودگی صوتی نشان داد این معضل نیازمند برنامه ریزی شهری و فناوری های نوین برای کاهش اثرات آن بر سلامت انسان است.
۵	میترا ملکی اشلقی، مریم قلمبر دزفولی	۱۴۰۲	تبیین مدل پیشنهادی سنجش کیفی منظر صوتی با رویکرد زمینه گرایی در بافت شهری با استفاده از ماتریس های چهارگانه	مدل ماتریسی زمینه گرا	مدلی با چهار ماتریس برای ارزیابی منظر صوتی ارائه شد که تأکید دارد سنجش صوتی باید متناسب با زمینه فضایی و اجتماعی انجام شود.
۶					
۷	G. Siebein, Youngmin Kwon, Pattra Smitthakorn, Martin A. Gold	2006	AN ACOUSTICAL PALETTE FOR URBAN DESIGN	پژوهش کیفی+تحلیل ترکیبی	در طراحی شهری باید بعد آکوستیکی نیز مانند جنبه های بصری و معماری لحاظ شود تا به کیفیت محیط کمک کند.
۸	Björn Hellström, M. Nilsson, Peter Becker, P. Lundén	2008	Acoustic design artifacts and methods for urban soundscapes	تحلیل تطبیقی+ شبیه سازی محیطی	آلودگی صوتی باید فراتر از کاهش نویز مدیریت شود و طراحی فضاها باید تجربه های صوتی مثبت ایجاد کند.
۹	Emeli ponlen	2009	ACOUSTIC DESIGN IN URBAN DEVELOPMENT: analysis of urban soundscapes and acoustic ecology research in New York City	داده میدانی+تحلیل آماری	تحلیل منظر صوتی نیویورک نشان داد طراحی آکوستیکی همراه با توجه به رفتار کاربران تأثیر زیادی بر کیفیت صوتی دارد.
۱۰	M. Gandy, B. Nilsen	2014	The acoustic city	تحلیل مفهومی+مدل سازی صوتی	آلودگی صوتی یکی از چالش های شهرهاست و طراحی آکوستیکی مناسب می تواند کیفیت زندگی را ارتقا دهد.
۱۱	Aletta, Kang & Axelsson	2016	Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing urban soundscapes	تحلیل مفهومی+مرور ادبیات	مدلی سه لایه برای منظر صوتی شهری شامل محتوا، زمینه و تجربه پیشنهاد شد که باید در سیاست گذاری شهری ادغام شود.

ردیف	نویسنده	سال	عنوان فارسی	روش	تحلیل و دستاورد و نتیجه
۱۲	Reeman Mohammed Rehan	2016	The phonic identity of the city urban soundscape for sustainable spaces	پژوهش کیفی+تحلیل آکوستیکی	ویژگی‌های صوتی فضاهای شهری نقش مهمی در ایجاد پایداری و هویت صوتی دارند و باید در طراحی لحاظ شوند.
۱۳	Jian Kang and Francesco Aletta	2018	The Impact and Outreach of Soundscape Research	مرور سیستماتیک منابع علمی	مرور مطالعات نشان داد کیفیت صدا بر سلامت روانی و اجتماعی اثر دارد و باید به‌عنوان عنصر طراحی شهری در نظر گرفته شود.
۱۴	Barry Truax	2019	Acoustic sustainability in urban design: lessons from the World Soundscape Project	تحلیل داده‌های WSP پروژه	تحلیل پروژه‌های صوتی شهری نشان می‌دهد آکوستیک باید به‌صورت جدی در طراحی‌های شهری لحاظ شود.
۱۵	Melik Sami, Khelil Sara	2019	Beyond Noise Reduction: Designing for Positive Acoustic Experiences in Cities	نظری و تحلیل کیفی	کاهش نویز کافی نیست؛ طراحی شهری باید به ایجاد تجربه‌های مثبت صوتی برای ساکنان توجه کند.
۱۶	Melik Sami, Khelil Sara	2023	Acoustic Urbanism: A Holistic Approach to Shaping Vibrant Cityscapes	تحلیل نظری و مفهومی	با رویکردی جامع، طراحی آکوستیکی به شکل‌گیری مناظر شهری پویا و افزایش رضایت کاربران کمک می‌کند.
۱۷	Grzegorz Chrobak, Rengin Aslanoglu, Aleksandra Lubańska, Tomasz Kowalczyk, K. Tokarczyk-Dorociak, Szymon Szewrański, J. Kazak	2024	Graph Enhanced Co-Occurrence: Deep dive into urban park soundscape	مدل‌سازی گراف+تحلیل آکوستیکی	مدل‌سازی گرافی صوتی در پارک‌ها نشان داد که درک پیچیدگی صداها می‌تواند طراحی آکوستیکی فضاهای سبز را بهبود دهد.
۱۸	Ritwik Kaikini	2024	Acoustic ecology in urban design	تحلیل اکولوژی صوتی+طراحی شهری	اکولوژی صوتی نقش کلیدی در طراحی پایدار شهری دارد و توجه به آن سلامت محیط و ساکنان را افزایش می‌دهد.

کالبدی شهر بر آلودگی صوتی و نقش عناصر طراحی مانند فضای سبز، مصالح جاذب صوت و فرم بافت شهری بوده است. برای مثال، محرم‌نژاد و صفری‌پور (۱۳۸۷) افزایش آلودگی صوتی ناشی از توسعه شهری را بررسی کرده‌اند و شهاپیان و شکیبامنش نیز بر ادراک صوتی شهروندان و تأثیر فرم معماری تأکید داشته‌اند. در مقابل، مطالعات بین‌المللی رویکردی جامع‌تر و انسان‌محور دارند. پژوهشگرانی چون Aletta, Kang و Axelsson (2016) چهارچوب‌های نظری برای تحلیل منظر صوتی ارائه کرده‌اند و مفاهیمی مانند پایداری

صوتی (Truax, 2019) و هویت صوتی شهر (Rehan, 2016) را به‌عنوان مؤلفه‌های کلیدی طراحی شهری معرفی کرده‌اند. مطالعات جدیدتر نیز با بهره‌گیری از فناوری‌هایی، چون مدل‌سازی گرافیکی، واقعیت مجازی و تحلیل اکولوژی صوتی، راهکارهایی برای ارتقای کیفیت صوتی فضاهای شهری پیشنهاد داده‌اند. در مجموع، پیشینه پژوهش نشان می‌دهد طراحی شهری می‌تواند نقشی مؤثری در بهبود اکوسیستم‌های صوتی از طریق کاهش نویز، تقویت تنوع صوتی طبیعی و خلق تجربه‌های شنیداری مطلوب ایفا کند. جدول

ذیل مروری بر مهم‌ترین پژوهش‌های مرتبط در این زمینه ارائه می‌دهد.

خلأ موجود در مطالعات:

با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در تحلیل و شناخت اکوسیستم‌های صوتی در طراحی شهری، مرور نظام‌مند مطالعات داخلی و خارجی نشان می‌دهد که چندین خلأ اساسی در این حوزه وجود دارد که به توجه و پژوهش‌های دقیق‌تر نیاز دارد: اول اینکه، پژوهش‌های داخلی عمدتاً بر جنبه‌های کالبدی و آلودگی صوتی متمرکز بوده‌اند و کمتر به تجربه انسانی و درک کیفی شهروندان از منظر صوتی فضاهای شهری پرداخته‌اند. این در حالی است که منظر صوتی به‌عنوان عنصری چندوجهی، علاوه بر ابعاد فنی، دارای ابعاد روانی، اجتماعی و فرهنگی است که در مطالعات داخلی کمتر به آن توجه شده است. دوم اینکه، بسیاری از پژوهش‌های خارجی گرچه رویکرد انسان‌محور دارند، اما در اغلب موارد تمرکز خود را روی مناطق شهری خاص یا نمونه‌های محدود گذاشته‌اند و مطالعات جامع فراگیر در مقیاس کلان‌شهرهای متنوع، به‌ویژه در زمینه تحلیل اثرات متقابل طراحی شهری و اکوسیستم‌های صوتی، کمتر انجام شده است. سوم اینکه، بهره‌گیری عملی و کاربردی از یافته‌های اکولوژی صوتی در فرایند طراحی شهری و برنامه‌ریزی فضای عمومی در سطح سیاست‌گذاری و اجرا هنوز محدود است و نبود مدل‌های یکپارچه و قابل استفاده در طراحی شهری، مانع تحقق کامل مزایای منظر صوتی مطلوب شده است. چهارم اینکه، فناوری‌های نوین مانند مدل‌سازی گراف، واقعیت مجازی و سنجش‌های دقیق صوتی با وجود کاربردهای بالقوه، هنوز به‌صورت گسترده در مطالعات و پروژه‌های شهری داخل کشور استفاده نمی‌شوند. در نهایت، فقدان رویکردهای میان‌رشته‌ای و جامع که طراحی شهری، روان‌شناسی محیط، اکولوژی صوتی و فناوری‌های نوین را تلفیق کند، به‌عنوان خلأ مهم دیگری در پیشینه پژوهش به چشم می‌خورد. از این رو، پژوهش حاضر درصدد است

با پرداختن به این خلأها و ارائه چهارچوبی انسان‌محور و میان‌رشته‌ای، نقش طراحی شهری را در بهبود کیفیت اکوسیستم‌های صوتی شهری بررسی کند و برای ارتقای تجربه شنیداری و درک مکان کاربران فضاهای عمومی راهکارهایی عملی ارائه دهد.

مروری بر ادبیات موضوع:

در دهه‌های اخیر، با گسترش مطالعات چندحسی در شهرسازی و طراحی شهری، اهمیت صدا به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از تجربه انسان در فضای شهری مورد توجه قرار گرفته است. در این رویکرد، صدا صرفاً به‌عنوان عاملی مزاحم یا آلودگی در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه به‌عنوان ابزاری برای تقویت هویت فضا، درک محیط، حس مکان و کیفیت زندگی شهری تلقی می‌شود (Kang & Schulte-Fortkamp, 2016). مفهوم «اکوسیستم صوتی» یا «منظر صوتی» که ریشه در مطالعات شافر (Schafer, 1977) و ترآکس (Truax, 2001) دارد، چهارچوبی تحلیلی و مفهومی برای بررسی کیفیت صداها، محیطی و تعامل آن‌ها با فعالیت‌های انسانی فراهم کرده است. با پیشرفت فناوری‌های دیجیتال، اینترنت اشیا و استفاده از هوش مصنوعی در طراحی شهری، رویکرد به منظر صوتی شهری دستخوش تحولات جدی شده است. مطالعات جدیدتر نشان می‌دهند که طراحی صدا در شهرها نه تنها تجربه زیباشناختی شهروندان را بهبود می‌بخشد، بلکه در ارتقای سلامت روان، بهبود عملکردهای شناختی، و حتی تقویت عدالت فضایی نیز مؤثر است (Botteldooren et al., 2021). همکاران (۲۰۲۲) انجام داده‌اند، تأکید می‌کنند که برای طراحی منظر صوتی مطلوب در شهرها، باید الگوهای زمانی صدا، تعاملات انسانی و زمینه‌های فرهنگی هر منطقه در نظر گرفته شود. آن‌ها بر تلفیق سانداسکیپ با مفاهیم «زیست‌پذیری»، «سلامت شهری» و «تاب‌آوری صوتی» تأکید می‌کنند. در همین راستا، پروژه‌هایی در شهرهایی نظیر آمستردام، برلین و سنول

اجرا شده‌اند که در آن‌ها از فناوری‌های نوینی همچون سنجش صوتی بلادرنگ، نقشه‌برداری صوتی مشارکتی (Participatory Sound Mapping) و تحلیل مبتنی بر یادگیری ماشین برای شناسایی صداهای ناسازگار استفاده شده است (Xie et al., 2022). همچنین (Fiebig et al. 2023) نشان می‌دهند که تعامل ساکنان با منظر صوتی محله‌هایشان، درک آنان از کیفیت زندگی و تعلق مکانی را به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در طراحی منظر صوتی مؤثر، صداهایی با ویژگی‌های زیباشناختی مثبت (مانند پرندگان، موسیقی محلی، صدای آب و...) باید تقویت شوند و در مقابل، صداهای ناهنجار نه‌فقط حذف، بلکه با رویکردی تعاملی مدیریت شوند. از منظر فناوری نیز، پژوهش (Mehri et al. 2024) به بررسی استفاده از سامانه‌های واقعیت افزوده صوتی (AR Audio Systems) در طراحی فضای شهری پرداخته است. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که ترکیب فناوری‌های صوتی نوین با طراحی مکان‌محور می‌تواند تجربه‌ی کاربران از فضاهای عمومی را از نظر روانی و اجتماعی بهبود بخشد.

مفهوم و اهمیت اکوسیستم صوتی در طراحی شهری

در دهه‌های اخیر، با پیشرفت تحقیقات چندحسی در طراحی شهری، توجه ویژه‌ای به صدا به‌عنوان عنصری حیاتی در تجربه‌ی شهری معطوف شده است. در گذشته، صدا بیشتر به‌عنوان عاملی مزاحم یا آلودگی محیطی در نظر گرفته می‌شد، اما رویکردهای نوین آن را به‌عنوان ابزاری برای غنی‌سازی تجربه‌ی انسانی در فضای شهری معرفی می‌کنند. از این منظر، صدا نه‌تنها به‌عنوان تهدید، بلکه به‌عنوان ابزاری مؤثر برای تقویت هویت فضا، درک محیط، حس مکان و حتی بهبود کیفیت زندگی شهری مطرح است (Kang & Schulte-Fortkamp, 2016). مفهوم «اکوسیستم صوتی» یا «منظر صوتی» به‌طور خاص به تحلیل و بررسی کیفیت صداهای محیطی و تعاملات آن‌ها با فعالیت‌های انسانی پرداخته است.

ریموند موری شافر در دهه ۱۹۷۰، با معرفی مکتب «اکولوژی صوتی و نکور»، مفهوم «سانداسکیپ» (Soundscape) را به‌دنیای نظری معرفی و این مفهوم را به‌عنوان یکی از اجزای اصلی محیط‌زیست انسان‌ها مطرح کرد (Schafer, 1977). به‌عبارت‌دیگر، اکوسیستم صوتی به مجموعه‌ای از صداهای طبیعی، انسانی و مکانیکی اطلاق می‌شود که در یک محیط خاص در حال تعامل هستند و درک شنیداری انسان از فضا را شکل می‌دهند. اصطلاح «اکوسیستم صوتی» (Acoustic Ecology) نخستین بار توسط ریموند موری شافر در دهه ۱۹۷۰ در مکتب «اکولوژی صوتی و نکور» مطرح شد. شافر در کتاب بنیادین خود *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World* (1977)، صدا را به‌عنوان یکی از اجزای اصلی محیط‌زیست معرفی می‌کند که ساختار آن در تعامل مداوم با انسان و فعالیت‌های اوست. اکوسیستم صوتی به مجموعه‌ای از صداهای انسانی، طبیعی و مکانیکی گفته می‌شود که در محیط خاصی در حال تعامل هستند و درک شنیداری انسان از فضا را شکل می‌دهند.

در این منظر، صداهای شهری به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

۱. صداهای کلیدی (Keynote Sounds): صداهای غالب و دائمی محیط مانند صدای باد، ترافیک یا پرندگان که گاهی به‌صورت ناخودآگاه درک می‌شوند.
 ۲. سیگنال‌ها (Signals): صداهایی که به‌طور آگاهانه دریافت می‌شوند و نقش اطلاع‌رسانی یا هشدار دارند؛ مانند زنگ مدرسه، بوق یا آژیر.
 ۳. صدا-نمادها (Soundmarks): صداهایی که به‌طور فرهنگی یا تاریخی با یک مکان خاص گره خورده‌اند و بخشی از هویت آن فضا محسوب می‌شوند؛ مانند صدای اذان یا ناقوس کلیسا (Schafer, 1977).
- با گذر زمان، مفهوم «اکوسیستم صوتی شهری» دچار تحولات معنایی و کاربردی گسترده‌ای شده است. در

جدول شماره (۲): سیر تحول مفهوم اکوسیستم‌های صوتی از دیدگاه صاحب‌نظران و پژوهشگران بین‌المللی

نام صاحب‌نظران و سال	تعریف و دیدگاه
Michael Southworth – 1969	صدا را همچون معماری در تجربه فضا مؤثر دانست. او از اولین طراحانی بود که تجربه شنیداری را به‌عنوان بخشی از خوانایی محیط در طراحی شهری مطرح کرد.
R. Murray Schafer – 1977	بنیان‌گذار مکتب اکولوژی صوتی؛ معرفی مفاهیمی چون soundscape، صداهای کلیدی، سیگنال‌ها و صدا-نمادها؛ تمایز میان چشم‌انداز صوتی -fi hi و lo-fi
Barry Truax – 1984	توسعه مفهوم تعامل پویا بین انسان و محیط صوتی؛ توجه به شنود فعال و رابط فرد با صداهای محیطی
Bernie Krause – 1993	معرفی مفاهیم Biophony (صداهای موجودات زنده) Geophony (صداهای طبیعی مانند باد، آب) و Anthrophony (صداهای انسان‌ساخته)
Karin Bijsterveld – 2008	بررسی تاریخ فرهنگی صدا و سکوت در شهرها؛ تأکید بر نحوه تأثیر تحولات فناوری بر تجربه شنیداری انسان در فضاهای شهری
Brandon LaBelle – 2010	صدا را به‌عنوان ابزاری سیاسی و اجتماعی می‌داند که با قدرت، مقاومت و حافظه شهری در هم آمیخته است.
Bryan Pijanowski et al. – 2011	بنیان‌گذاری شاخه علمی Soundscape Ecology؛ بررسی اثرات صدای محیطی بر بوم‌شناسی، سلامت، و رفتار انسان
Milena Droumeva – 2015	شنود انتقادی و تحلیل صدا به‌عنوان ابزاری برای افشای نابرابری‌های اجتماعی و فرهنگی در فضاهای شهری
Kang & Schulte-Fortkamp – 2016	معرفی دیدگاه‌های ترکیبی درباره Soundscape؛ تأکید بر درک چندحسی، تجربه‌محور و زمینه‌مند از صدا در شهر
Aletta, Kang & Axelsson – 2016	ارائه چهارچوب تحلیلی برای ارزیابی منظر صوتی بر اساس سه مؤلفه Pleasantness، Eventfulness و Familiarity
Juan Pablo Bello – 2019	استفاده از هوش مصنوعی، سنسورها و یادگیری ماشین برای تحلیل خودکار اکوسیستم‌های صوتی شهری
Zhao et al. – 2020	تحلیل و طبقه‌بندی منظرهای صوتی شهری با استفاده از یادگیری ماشین و داده‌کاوی
Wang, Kang & Zhang – 2020	بررسی تأثیر منظر صوتی بر احساس امنیت، جذابیت بصری و تعاملات اجتماعی در فضاهای سبز شهری
Zhang, Zheng & Zhao – 2021	طراحی Soundscape‌های شهری برای ارتقای تعاملات اجتماعی و کیفیت تجربه فضای عمومی در شهرهای چین
Rachel Hall – 2021	طراحی منظر صوتی شهری برای بهبود سلامت روان، کیفیت زندگی و مشارکت اجتماعی
Andrés Burbano – 2024	پیوند اکوسیستم صوتی شهری با فناوری‌های واقعیت افزوده (XR) برای خلق فضاهای چندحسی نوآورانه

ابتدا، صدا در شهرها بیشتر به‌عنوان منبع آلودگی و مزاحمت شناخته می‌شد، اما در دهه‌های اخیر، نگاه‌ها به صدا به‌عنوان بخشی از تجربه زیستی، عنصر طراحی شهری و حتی داده‌ای برای تحلیل هوشمند شهری تغییر یافته است. صاحب‌نظران مختلف با رویکردهای متنوع از بوم‌شناسی صوتی و پدیدارشناسی گرفته تا مطالعات فرهنگی و فناوری‌های هوشمند- برداشت‌های متفاوتی از این اکوسیستم ارائه داده‌اند. جدول ذیل سیر تحول این مفهوم را از دیدگاه نظریه‌پردازان مهم به‌همراه سال آن‌ها نشان می‌دهد.

تکامل مفهوم اکوسیستم صوتی در شهر

در ابتدا، صداهای شهری غالباً به‌عنوان آلودگی شناخته می‌شدند. اما امروزه با تغییر نگرش‌ها، صداهای محیطی به‌عنوان بخش جدایی‌ناپذیر از طراحی شهری و حتی داده‌ای برای تحلیل هوشمند محیطی مورد توجه قرار گرفته‌اند. این تغییرات، به‌ویژه در دوران معاصر، از طریق چهارچوب‌های تحلیلی مختلف، از جمله بوم‌شناسی صوتی، پدیدارشناسی و استفاده از فناوری‌های جدید برای مدیریت صوت در شهرها صورت گرفته است. مفهوم اکوسیستم صوتی شهری به‌طور فزاینده‌ای در حال تبدیل به ابزاری برای تحلیل و مدیریت بهتر فضاهای شهری است.

منظر صوتی شهری (Urban Soundscape)

منظر صوتی، در زمینه شهری، به درک انسانی از ترکیب صداهای یک محیط شهری اطلاق می‌شود. طبق تعریف استاندارد بین‌المللی (2014) ISO 12913-1، منظر صوتی عبارت است از: ادراک یا تجربه محیط صوتی توسط یک یا چند فرد، در زمینه‌ای خاص. در این رویکرد، توجه از «اندازه‌گیری صدا» به «ادراک صدا» منتقل شده است؛ یعنی کیفیت صدا نه تنها بر حسب دسی‌بل، بلکه بر اساس احساس و واکنش ذهنی انسان‌ها سنجیده می‌شود (Aletta, Kang & Axelsson, 2016). در طراحی فضاهای عمومی، منظر صوتی می‌تواند نقش مهمی در ایجاد آرامش،

تحریک رفتار اجتماعی، کاهش اضطراب و حتی تقویت عملکردهای شناختی شهروندان ایفا کند. تحقیقات نشان می‌دهند که حضور صداهای طبیعی مانند پرندگان یا آب، در مقایسه با صداهای ترافیکی یا صنعتی، اثرات روان‌شناختی مثبت‌تری دارند و می‌توانند تجربه زیستی شهروندان از فضا را ارتقا دهند (Payne, 2013); (Jeon et al., 2018).

طراحی شهری و مدیریت منظر صوتی

طراحی صوتی شهری (Urban Sound Design) به‌عنوان یک رویکرد میان‌رشته‌ای بین معماری، آکوستیک، طراحی شهری و روان‌شناسی محیطی، به‌دنبال کنترل، تقویت یا کاهش صداها در محیط شهری برای بهینه‌سازی تجربه شنیداری است (Kang & Aletta, 2018). در این رویکرد، صدا نه به‌مثابه پسماند، بلکه به‌عنوان ماده‌ای برای طراحی فضایی در نظر گرفته می‌شود. به‌کارگیری پوشش‌های گیاهی، چیدمان صحیح عناصر معماری، مصالح جاذب صدا، ایجاد فضاهای سکوت (Quiet Areas)، و مدیریت کاربری‌های شهری، از راهبردهای اصلی در مدیریت اکوسیستم صوتی محسوب می‌شوند. شهرهای مختلف دنیا از جمله نیویورک، بارسلونا و لندن از طراحی‌های خاص برای مدیریت منظر صوتی شهری بهره برده‌اند. در نیویورک، پروژه High Line با استفاده از طراحی صامت در مسیر پیاده‌روی به کاهش نویز شهری کمک کرده است. در بارسلونا، در Parc de Joan Miró، از صداهای طبیعی مانند آب و پرندگان برای تقویت تجربه شنیداری استفاده شده است. لندن نیز در پروژه London Sound Survey پایش صداهای شهری به‌عنوان بخشی از هویت صوتی شهر پرداخته است. در جدول ذیل به چند نمونه موفق جهانی اشاره می‌کنیم:

عدالت صوتی

در سال‌های اخیر، مفاهیم جدیدی نظیر عدالت

جدول شماره (۳): نمونه‌های برجسته از پروژه‌های شهری با رویکرد طراحی صوتی و تأثیر آن‌ها بر ارتقای اکوسیستم‌های

صوتی شهری

نام پروژه	محل	سال	ویژگی‌های برجسته	تأثیرات بر اکوسیستم صوتی
Sonic Urbanism Exhibition (Theatrum Mundi)	لندن، بریتانیا	2019	نمایشگاه میان‌رشته‌ای برای تلفیق طراحی شهری با صدا	افزایش آگاهی نسبت به طراحی صوتی و کیفیت صدا در شهر
NightWalk in Sonic City	روتردام، هلند	2019	مسیر شهری با ناوبری شبانه مبتنی بر صدا و نور	ارتقای خوانایی و آرامش صوتی در فضاهای شبانه
Superkilen Sound Update	کپنهاگ، دانمارک	2019	به‌روزرسانی صوتی پارک برای انعکاس فرهنگ‌های مهاجر	افزایش تنوع صوتی و تقویت حس تعلق محلی
Calm City Zones	اسلو، نروژ	2020	نواحی شهری آرام با محدودیت سرعت و مصالح جذب‌کننده صدا	افزایش سکوت عملکردی و کاهش نویز ترافیکی
Soundscape for Seoul Forest Park	سئول، کره جنوبی	2020	استفاده از صداهای طبیعی در طراحی مسیرها	تقویت آرامش شنیداری و کاهش تنش صوتی
Paris Quiet Zones Initiative	پاریس، فرانسه	2020	ایجاد مناطق آرام از طریق کنترل ترافیک و فضای سبز	بهبود سکوت شهری و ارتقای کیفیت شنیداری
Tegel Soundscape Urban Lab	برلین، آلمان	2021	طراحی خیابان‌های کم‌نویز با داده‌های صوتی و هوش مصنوعی	ارزیابی و بهبود مستمر کیفیت صوتی فضاها
Taichung Urban Quiet Park	تایچونگ، تایوان	2021	پارک شهری با تمرکز بر سکوت و پوشش گیاهی جذب‌کننده صدا	کاهش آلودگی صوتی و افزایش هم‌افزایی طبیعی
La Rambla ReDesign Project	بارسلونا، اسپانیا	2022	بازطراحی خیابان برای کاهش تراکم صوتی و ارتقای کیفیت صدا	کاهش نویز، بازآفرینی تجربه شنیداری خیابانی
Madrid Río Acoustic Trails	مادرید، اسپانیا	2023	مسیرهای صوت‌محور در کنار رودخانه با صداهای طبیعی و هنری	تقویت تعادل صوتی و ایجاد تجربه شنیداری جذاب

صوتی (Sound Justice) و آکوستیک اجتماعی (Social Acoustics) وارد ادبیات طراحی شهری شده‌اند. عدالت صوتی به معنای تضمین دسترسی برابر شهروندان به صداهای با کیفیت و محافظت از گروه‌های حساس در برابر صداهای مزاحم است (Hollenbeck, 2019). به‌ویژه در مناطق محروم یا پرجمعیت، بار آلودگی صوتی می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای بر سلامت و کیفیت زندگی داشته باشد که این امر مسئله‌ای مهم در عدالت فضایی شهری تلقی می‌شود.

تجربه زیسته و ادراک شنیداری

مطابق نظریه پدیدارشناسی فضا (Norberg-Schulz, 1980) و مطالعات ادراک چندحسی، صدا عنصری بنیادین در شکل‌گیری «حس مکان» و «تجربه زیسته» شهروندان است. ادراک شنیداری در فرایند تجربه فضا، از جنس حضور و حافظه است؛ صداها می‌توانند خاطرات را فعال و تعامل اجتماعی را تسهیل کنند و به کاربری فضایی جهت دهند. در نتیجه، طراحی آگاهانه منظر صوتی، نقش مؤثری در ارتقای کیفیت فضاهای

عمومی و رفاه روانی شهروندان خواهد داشت.

عوامل مؤثر بر اکوسیستم‌های صوتی در طراحی شهری

اکوسیستم‌های صوتی شهری حاصل تعامل پیچیده‌ای از عوامل مختلف‌اند که درک آن‌ها برای بهبود تجربه شنیداری در طراحی شهری ضروری است. این عوامل به شش دسته اصلی تقسیم می‌شوند: نخست، منابع صوتی شامل صداهای طبیعی (مثل باد و پرندگان)، انسانی (گفت‌وگوها و فعالیت‌های اجتماعی) و مکانیکی (مانند ترافیک و ماشین‌آلات) که نقش اصلی در شکل‌گیری منظر صوتی دارند. Payne et al. (2009)؛ Gidlöf-Gunnarsson؛ Jeon et al., 2018؛ Öhrström, 2007. دوم، ویژگی‌های فیزیکی فضا مانند تراکم ساختمان‌ها، نوع مصالح و وجود عناصر طبیعی که بر انعکاس و جذب صدا تأثیر می‌گذارند (Brambilla & Gallo, Yang & Kang, 2005)؛ Van Renterghem & Botteldooren, 2014؛ 2008.

سوم، شرایط محیطی نظیر باد، رطوبت، دما و توپوگرافی که می‌توانند مسیر و کیفیت صدا را تغییر دهند (Attenborough؛ Maekawa & Lord, 1994؛ et al., 2007؛ Goines & Hagler, 2007). چهارم، رفتارهای انسانی که تنوع زمانی و مکانی صداها را در شهر رقم می‌زنند (Brown & Kang, 2007)؛ Muhar, 2004.

پنجم، ادراک انسان از صدا که وابسته به عوامل فرهنگی، توقعات ذهنی و خاطرات شخصی است (Axelsson et al., 2010؛ Dubois et al., 2006)؛ Jeon et al., 2013. و در نهایت، سیاست‌ها و مقرراتی مانند زون‌بندی صوتی و محدودیت‌های نویز که نقش کلیدی در مدیریت صوتی شهری ایفا می‌کنند (WHO؛ Guidelines for Community Noise, 1999)؛ EU؛ (Directive, 2002) Kang Environmental Noise.؛ Schulte-Fortkamp, 2016 & شناخت جامع این

عوامل، بنیانی مهم برای طراحی محیط‌های شنیداری پایدار و پاسخ‌گوه نیازهای روانی و فرهنگی شهروندان فراهم می‌آورد. اکوسیستم‌های صوتی شهری حاصل تعامل پیچیده‌ای میان محیط فیزیکی، فعالیت‌های انسانی و شرایط طبیعی هستند. شاخص‌های طراحی شهری -مانند نوع کاربری زمین، تراکم ساختمانی، ساختار فضایی، پوشش گیاهی و کیفیت مصالح- نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری کیفیت صوتی فضاها ایفا می‌کنند. درعین حال، اکوسیستم‌های صوتی نیز می‌توانند بر تجربه حسی شهروندان، رفتارهای اجتماعی و حتی سیاست‌گذاری‌های طراحی شهری تأثیر بگذارند. دی‌گرام ذیل، مؤلفه‌های اصلی اکوسیستم صوتی شهری و نحوه تأثیرگذاری متقابل آن‌ها با شاخص‌های طراحی شهری را نشان می‌دهد. اصول اکوسیستم‌های صوتی در مراحل مختلف طراحی و مدیریت شهری تأثیرگذارند. در مرحله مکان‌یابی کاربری‌ها، شناخت منابع تولید صدا (طبیعی و انسانی) به تفکیک فضاهای آرام و پرتحرک کمک می‌کند. در طراحی کالبدی، کیفیت مصالح، چیدمان ساختمان‌ها و ایجاد فضاهای باز و سبز می‌تواند شدت و بازتاب صدا را تنظیم کند. همچنین در طراحی فضاهای عمومی، صدا به‌عنوان عنصری هویتی و تجربی در ارتقای کیفیت محیطی نقش دارد. از سوی دیگر، در سیاست‌گذاری‌های مدیریت صدا، آگاهی از ساختار اکوسیستم صوتی امکان تدوین مقررات مؤثر برای کنترل آلودگی صوتی و حفظ سکوت‌های شهری را فراهم می‌آورد. به‌این ترتیب، اکوسیستم‌های صوتی نه تنها پیامد طراحی شهری‌اند، بلکه خود به‌عنوان ابزار طراحی، در شکل‌دهی به فضاهای انسانی نقش دارند. مطالعات و تحقیقات مختلف در زمینه اکوسیستم‌های صوتی و طراحی شهری، نقش حیاتی فاکتورهای مختلف طراحی شهری را در تأثیرگذاری بر کیفیت صوتی محیط‌های شهری نشان داده‌اند. بر اساس استانداردهای بین‌المللی مانند ISO 12913

(2018) 2، مدیریت محیط‌های صوتی و طراحی صدا در مناطق شهری به‌عنوان ابزاری برای بهبود کیفیت زندگی شهری شناخته می‌شود. علاوه بر این، تحقیقات انجام‌شده توسط Brown و Kang (2004) و (2006) نشان می‌دهد که طراحی شهری به‌شدت بر اکوسیستم صوتی تأثیر می‌گذارد و شامل عواملی مانند چیدمان فضاها، نوع کاربری و ساختار کالبدی است. در همین راستا، پژوهش‌های Van Renterghem (2008) و Aletta et al. (2018) نیز به اهمیت فضای سبز و پوشش گیاهی در کاهش آلودگی صوتی و بهبود کیفیت محیط‌های شهری اشاره کرده‌اند. همچنین، تحقیقات دیگر مانند Gidlöf-Gunnarsson و (2007) Brambilla و Öhrström و Gallo (2014) به تأثیر مصالح ساختمانی و طراحی فضاهای عمومی بر بازتاب و انحراف صدا در مناطق شهری پرداخته‌اند. این مطالعات نشان می‌دهد که انتخاب مصالح مناسب و طراحی دقیق می‌تواند به کاهش آلودگی صوتی و بهبود تجربه شنیداری شهری کمک کند. با توجه به تحلیل‌های پیشین در خصوص رابطه میان شاخص‌های طراحی شهری و مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی، در ادامه مدلی مفهومی ارائه می‌شود که ساختار این تعامل دوسویه را به‌صورت نظام‌مند نشان می‌دهد. این مدل با هدف تبیین نحوه تأثیرگذاری متقابل عوامل کالبدی، محیطی و انسانی طراحی شهری بر اکوسیستم‌های صوتی (و بالعکس) تدوین شده و می‌تواند مبنایی برای ارزیابی و هدایت تصمیم‌گیری‌های طراحی در سطوح مختلف شهرسازی قرار گیرد.

تحلیل تطبیقی اصول طراحی شهری با اصول اکوسیستم صوتی

در طراحی محیط‌های شهری، توجه به ابعاد صوتی فضا نه تنها به کاهش آلودگی صوتی کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در ارتقای کیفیت زندگی، هویت فضا و سلامت روانی شهروندان ایفا می‌کند.

اصول طراحی شهری برای اکوسیستم‌های صوتی مجموعه‌ای از راهکارهای کالبدی، طبیعی و ادراکی هستند که به‌صورت مستقیم بر کیفیت صوتی محیط تأثیر می‌گذارند. از سوی دیگر، اصول اکوسیستم‌های صوتی (Soundscape Ecology) با نگاهی کل‌نگر، بر تعادل، تنوع، پایداری و تجربه انسانی از صداها در بستر محیطی تأکید می‌کنند. بررسی ارتباط میان این دو دسته اصول، نشان می‌دهد که چگونه راهکارهای طراحی می‌توانند با مفاهیم بوم‌شناختی صوت هم‌افزا شوند و به شکل‌گیری محیطی مطلوب، آرام و هویت‌مند کمک کنند. در جدول ذیل، هر یک از اصول طراحی شهری با اصول مرتبط در اکوسیستم‌های صوتی تطبیق داده شده و برای هر گروه، یک عنوان مفهومی (کلیدواژه) انتخاب شده است که ماهیت ارتباط را توصیف می‌کند. در سال‌های اخیر، توجه به کیفیت صوتی محیط شهری به‌عنوان یکی از ابعاد کمتر دیده‌شده اما تأثیرگذار در تجربه زیسته شهروندان اهمیت فزاینده‌ای یافته است. صدا، برخلاف عناصر کالبدی، همواره در حال حضور و تأثیرگذاری بر ادراک، روان و رفتار انسان‌ها در فضاهای شهری است. از این رو، طراحی شهری مؤثر نه تنها باید به ابعاد بصری و عملکردی فضا توجه کند، بلکه لازم است در هماهنگی با اصول اکوسیستم صوتی شهری نیز عمل نماید.

اکوسیستم صوتی شهری مجموعه‌ای از روابط میان منابع صوتی، فضاهای فیزیکی و ادراک انسانی از صداست که در قالب مفاهیمی چون «تعادل صوتی»، «سکوت عملکردی»، «پایداری صوتی» و «تنوع شنیداری» تعریف می‌شود. طراحی هوشمندانه می‌تواند با جهت‌دهی به این عوامل، از آلودگی صوتی بکاهد و تجربه شنیداری خوشایند و معناداری برای کاربران ایجاد کند.

در جدول‌های ذیل، تلاش شده است تا اصول طراحی

جدول شماره (۴): تحلیل جامع ارتباط اصول طراحی شهری و اکوسیستم صوتی در لایه‌های کالبدی، زیست محیطی و ادراکی

لایه طراحی شهری	اصل طراحی شهری	اصل اکوسیستم صوتی مرتبط	کلیدواژه ارتباطی	توضیح تأثیر متقابل
کالبدی-فضایی	پهنه‌بندی صوتی	تعادل صوتی / سکوت عملکردی / سازگاری صوتی	کاربردگرایی صوتی	جداسازی عملکردی فضاها موجب هماهنگی کاربری با کیفیت صوتی می‌شود.
	موانع فیزیکی کاهنده نویز	پایداری صوتی / سازگاری صوتی	بهداشت صوتی شهری	کاهش نویز محیطی و بهبود عملکرد فضایی در بلندمدت
	تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها	سازگاری صوتی / خوانایی صوتی	کنترل کالبدی صوت	جلوگیری از پژواک و آشفته‌گی صوتی و بهبود وضوح صدا
	جهت‌گیری فضاها و معابر	سازگاری صوتی / تعادل صوتی	هدایت صوتی	کاهش نفوذ صداهای مزاحم و حفظ تعادل صوتی در فضا
	گذرگاه‌های کم‌نویز	سکوت عملکردی / پایداری صوتی	آرامش عملکردی	مسیرهای آرامش‌بخش برای بازیابی روانی و سکوت
	فضاهای سبز و گیاهی	هم‌افزایی با طبیعت / پایداری صوتی	طبیعت محوری صوتی	گیاهان به‌عنوان فیلتر صوتی، محیطی پایدارتر می‌سازند.
زیست محیطی	عناصر آبی	هم‌افزایی با طبیعت / تنوع صوتی	صدای زنده طبیعت	صداهای طبیعی مثل آب به تجربه شنیداری غنا می‌بخشند.
	حفظ صداهای طبیعی	تعادل صوتی / تجربه انسانی	حفاظت صوتی طبیعی	تقویت اصوات زیستی مانند پرندگان بخشی از هویت شنیداری است.
	کاهش منابع مزاحم در طبیعت	سکوت عملکردی / پایداری صوتی	احترام به سکوت زیستی	حذف نویز مصنوعی به حفظ سکوت طبیعی و زیست‌پذیری کمک می‌کند.
	کیفیت شنیداری کاربران	تجربه انسانی / خوانایی صوتی	انسان‌گرایی صوتی	طراحی مبتنی بر درک شنیداری فقط داده‌های فنی کاربران، نه
ادراکی-تجربی	فضاهای سکوت فعال	سکوت عملکردی / تجربه انسانی	آرامش عملکردی	سکوت معنادار برای تمرکز و استراحت ذهنی ایجاد می‌شود.
	هویت صوتی محلی	تنوع صوتی / تجربه انسانی	فرهنگ‌مندی صوتی	بهره‌گیری از صداهای بومی برای تمایز و هویت‌بخشی به فضا
	صداهای خوشایند	تنوع صوتی / تعادل صوتی	منظر صوتی مثبت	ترکیب صداهای ملایم برای ارتقای رضایت کاربران و تجربه خوشایند

شهری در سه محور اصلی:

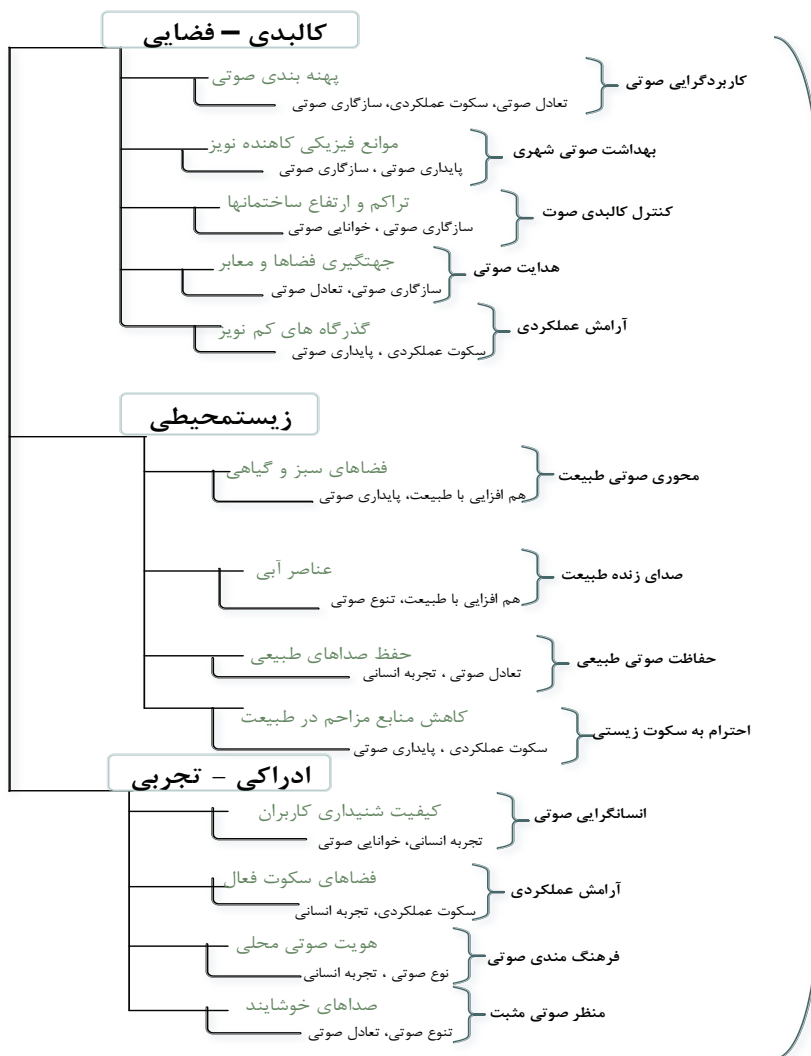
- کالبدی-فضایی؛
- زیست محیطی؛
- ادراکی-تجربی.

در ارتباط مستقیم با اصول اکوسیستم صوتی، تحلیل و دسته‌بندی شوند. همچنین هر ردیف دارای یک کلیدواژه ارتباطی است که نشان‌دهنده ماهیت تعامل میان طراحی و صدا در آن اصل خاص است.

این جدول‌ها، چهارچوبی مفهومی و کاربردی برای برنامه‌ریزان، طراحان شهری و پژوهشگران فراهم می‌کنند تا در فرایند طراحی، به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اساسی کیفیت محیطی به صوت توجه کنند.

نمودار مفهومی ارائه‌شده، چهارچوبی بصری و ساختاریافته برای تبیین و تحلیل روابط متقابل میان اصول طراحی شهری و اصول اکوسیستم‌های صوتی ارائه می‌دهد. این نمودار به‌طور مشخص نشان می‌دهد که چگونه تصمیمات طراحی در سه سطح کالبدی-فضایی، زیست محیطی و ادراکی-تجربی می‌توانند به تحقق اهداف کلان در حیطه صوت، اعم از پایداری زیست محیطی، تعادل صوتی و ارتقای تجربه انسانی در محیط شهری کمک کنند. در این ساختار، برخی اصول طراحی به‌دلیل جایگاه راهبردی‌شان و گستره اثرگذاری بر مؤلفه‌های صوتی، نقش محوری‌تری ایفا می‌کنند. برای نمونه، پهنه‌بندی صوتی شهری که با هدف جداسازی منطقی کاربری‌ها و تنظیم سطح صوت در مناطق مختلف طراحی می‌شود، قادر است به‌طور هم‌زمان سه اصل مهم در اکوسیستم صوتی را پوشش دهد: تعادل صوتی، سکوت عملکردی، و سازگاری صوت با عملکرد فضایی. این رویکرد، نه تنها از منظر کنترل مزاحمت‌های صوتی اهمیت دارد، بلکه با خلق فضاهایی متناسب با نیازهای شنیداری کاربران، به انسجام ادراکی محیط نیز کمک می‌کند. از سوی دیگر، اقدامات زیست محیطی مانند افزایش پوشش گیاهی و گسترش فضاهای سبز در شهر، بر تحقق

اصولی، چون پایداری صوتی و هم‌افزایی با طبیعت، تأثیر مستقیمی دارند. عناصر گیاهی، به‌عنوان فیلترهای صوتی طبیعی، با جذب یا شکستن امواج صوتی، به کاهش نویز محیطی کمک می‌کنند و در عین حال با تولید صداهای لطیف و طبیعی (مانند صدای وزش باد میان برگ‌ها یا آواز پرندگان)، محیطی شنیداری آرام و متعادل فراهم می‌سازند. این ویژگی‌ها، فضاهای شهری را به اکوسیستم‌هایی زنده و هماهنگ با حس شنوایی انسان تبدیل می‌کنند. در سطح سوم، یعنی سطح ادراکی-تجربی، کیفیت طراحی مستقیماً بر تجربه ذهنی و روانی افراد از فضا تأثیر می‌گذارد. مفاهیمی همچون سکوت فعال، در این سطح معنا می‌یابند؛ سکوتی که نه به‌معنای فقدان صدا، بلکه به‌عنوان کیفیتی طراحی شده برای بازسازی روان، کاهش تنش و افزایش تمرکز در نظر گرفته می‌شود. این فضاها معمولاً با استفاده از مصالح جاذب صوت، طراحی فرم‌های محصورکننده، و حذف منابع صوتی مزاحم شکل می‌گیرند و با اصولی مانند سکوت عملکردی و تجربه انسانی در ارتباط تنگاتنگ هستند. در همین راستا، ترویج صداهای خوشایند همچون صدای آب جاری، موسیقی ملایم، یا پرندگان، یکی دیگر از راهبردهای مؤثر در بهبود منظر صوتی شهری است. این صداها نه تنها به تعادل صوتی محیط کمک می‌کنند، بلکه موجب افزایش تنوع صوتی و ارتقای رضایت شنیداری شهروندان می‌شوند. طراحی آگاهانه این نوع صداها، محیطی ایجاد می‌کند که در آن حضور انسان با حس آرامش، نشاط و تعامل همراه است. در نهایت، ترکیب مؤلفه‌های فرهنگی و اجتماعی در طراحی صوتی از طریق ایجاد هویت صوتی محلی، نقشی اساسی در تثبیت تجربه انسانی از فضا دارد. به‌کارگیری صداهای بومی، تاریخی یا آیینی (مانند صدای اذان، ناقوس کلیسا، یا صدای بازار سنتی) می‌تواند به تقویت فرهنگ‌مندی صوتی فضا منجر شود و هویت مکانی را به‌صورت شنیداری تثبیت کند. چنین صداهایی به شهر شخصیت منحصر به فرد می‌بخشند



مدل مفهومی ارتباط میان اصول طراحی شهری و اکوسیستم صوتی (منبع: نگارنده)

و احساس تعلق شهروندان را به واسطه حافظه صوتی، تقویت می کند. در مجموع، این مدل مفهومی نشان می دهد که صدا در فضای شهری، صرفاً یک مسئله تکنیکی یا مهندسی نیست، بلکه پدیده ای چندوجهی است که ابعاد زیباشناختی، روانی، اجتماعی، فرهنگی و زیستمحیطی را در بر می گیرد. طراحی شهری

آگاهانه می تواند با درک این پیچیدگی، اکوسیستم های صوتی شهری را از وضعیت ناپایدار و مزاحم به وضعیت مطلوب، متنوع و انسان محور ارتقا دهد و این دقیقاً همان مسیری است که باید در راستای تحقق شهرهای پایدار و زیست پذیر طی شود.

مدل مفهومی ارائه شده، چهارچوبی نظام مند برای

درک روابط بین اصول طراحی شهری و مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی فراهم می‌کند. این مدل با دسته‌بندی سه‌گانه رویکردهای طراحی (کالبدی، زیست‌محیطی، و ادراکی) و تطبیق آن‌ها با ابعاد تجربی و زیستی صوت، امکان تحلیل عمیق‌تری از تأثیرات متقابل فضای شهری و کیفیت شنیداری را فراهم می‌کند. در واقع، این مدل نشان می‌دهد که صدا در شهر، فقط یک پیامد فیزیکی یا محیطی نیست، بلکه بخشی از تجربه زیسته، هویت مکان و حتی ابزاری برای بهبود سکونت‌پذیری شهری است. از طریق این مدل می‌توان ظرفیت‌های بالقوه طراحی شهری را در مدیریت صداها، مطلوب، کاهش نویز، و ارتقای ادراک صوتی شهروندان به‌صورت هدفمند شناسایی کرد.

به‌کارگیری این چهارچوب در طراحی یا ارزیابی فضاهای شهری، به تصمیم‌گیران، طراحان و پژوهشگران کمک می‌کند تا صداهای مزاحمت، بلکه به‌عنوان عنصری واجد ارزش فرهنگی، عملکردی و روانی در نظر گیرند.

روش پژوهش

روش تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از حیث رویکرد، تلفیقی (کیفی-کمی) و روش اجرای آن توصیفی-تحلیلی است. هدف اصلی این مطالعه، بررسی روابط میان شاخص‌های طراحی شهری و ابعاد اکوسیستم صوتی شهری به‌منظور ارائه چهارچوبی علمی و کاربردی برای طراحی صوت‌محور در فضای شهری است.

رویکرد پژوهش و هدف

این پژوهش مبتنی بر رویکرد تلفیقی است که هم‌زمان از روش‌های کیفی و کمی بهره می‌برد تا بتواند تحلیل جامع و دقیق‌تری از روابط میان شاخص‌های طراحی شهری و مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی ارائه دهد. رویکرد تلفیقی امکان بهره‌مندی از مزایای هر دو روش را فراهم

می‌کند و در نتیجه نتایج دقیق‌تر و معنادارتری را در اختیار قرار می‌دهد.

نحوه گردآوری اطلاعات

گردآوری داده‌ها در دو مرحله اصلی انجام شد. در مرحله نخست، مطالعات کتابخانه‌ای و مرور منابع شامل اسناد، مقالات علمی و منابع الکترونیکی مرتبط، به‌همراه بررسی تجربه‌های موفق بین‌المللی، صورت پذیرفت تا فهرستی جامع از شاخص‌های طراحی شهری و مؤلفه‌های کلیدی اکوسیستم صوتی تدوین شود. این گام به استخراج متغیرهای مفهومی اولیه و ایجاد چهارچوب نظری پژوهش منجر شد. در مرحله دوم، به‌منظور ارزیابی و تعیین میزان تأثیر شاخص‌های طراحی شهری بر مؤلفه‌های صوتی، از روش دلفی استفاده شد. پرسشنامه‌ای مبتنی بر مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای تهیه و در دو مرحله به ۲۰ نفر از متخصصان حوزه طراحی شهری و محیط صوتی ارسال شد. در دور دوم، نتایج اولیه به شرکت‌کنندگان ارائه شد تا فرصت بازنگری و اصلاح پاسخ‌ها فراهم شود؛ این فرایند باعث افزایش اعتبار و قابلیت اتکای داده‌های جمع‌آوری شده شد.

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری پژوهش شامل کارشناسان و متخصصان حوزه طراحی شهری و محیط صوتی بود که به‌دلیل تخصص و تجربه کاری مرتبط، به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. نمونه نهایی پژوهش متشکل از ۲۰ نفر از این متخصصان بود که در روش دلفی مشارکت داشتند. این نمونه برای دستیابی به اجماع کارشناسی و ارزیابی دقیق‌تر روابط میان شاخص‌ها و مؤلفه‌ها انتخاب شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به‌دست‌آمده پس از جمع‌آوری، با محاسبه میانگین نمرات هر ترکیب «شاخص طراحی» مؤلفه صوتی «سازماندهی شدند و در قالب ماتریس تحلیلی دوبعدی مورد تحلیل قرار گرفتند. به‌منظور دسته‌بندی

و تحلیل شدت اثرگذاری شاخص‌ها، از روش خوشه‌بندی Jenks Natural Breaks استفاده شد. این روش به‌عنوان یکی از تکنیک‌های معتبر تحلیل داده‌های طبقه‌بندی‌شده، ضمن کاهش واریانس درون‌گروهی، باعث افزایش واریانس بین‌گروهی شده و تمایز دقیق‌تری بین سطوح مختلف تأثیرگذاری ایجاد می‌کند. نتایج حاصل از این تحلیل‌ها در قالب نمودارهای مفهومی، جداول ارتباطی و یافته‌های تحلیلی تبیین شد تا امکان استفاده کاربردی در سیاست‌گذاری‌ها و طراحی محیط‌های صوت‌محور فراهم آید.

روایی و پایایی پژوهش

برای تضمین روایی محتوا، پرسشنامه طراحی‌شده به مرحله داورى توسط متخصصان و خبرگان حوزه سپرده شد و اصلاحات لازم پس از دریافت بازخوردها اعمال شد. همچنین استفاده از روش دلفی در دو دور متوالی، امکان بازنگری و اصلاح پاسخ‌ها را فراهم ساخت که به افزایش اعتبار داده‌ها و اجماع کارشناسی منجر شد. پایایی تحلیل داده‌ها نیز از طریق به‌کارگیری روش خوشه‌بندی Jenks Natural Breaks که روشی استاندارد و علمی در دسته‌بندی داده‌ها به شمار می‌رود، تأمین شد و دقت نتایج را تضمین کرد.

بحث

تحلیل روابط میان اصول طراحی شهری و مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی

مطالعه حاضر با هدف تحلیل رابطه میان شاخص‌های طراحی شهری و ابعاد مختلف اکوسیستم صوتی انجام شده است. در این راستا، سیزده شاخص منتخب از میان راهبردهای رایج طراحی شهری انتخاب و در برابر هشت مؤلفه کلیدی اکوسیستم صوتی شهری قرار گرفتند؛ این مؤلفه‌ها شامل تعادل صوتی، تنوع صوتی، خوانایی صوتی، سکوت عملکردی، ادراک و تجربه صوتی انسانی، سازگاری صوت با عملکرد فضایی، پایداری صوتی و هم‌افزایی با طبیعت هستند. برای سنجش این ارتباط، از نظرات تخصصی ۲۰ نفر

از کارشناسان و صاحب‌نظران حوزه طراحی شهری استفاده شد. ارزیابی‌ها بر پایه مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت صورت گرفت که در آن عدد ۱ بیانگر «تأثیر بسیار ضعیف» و عدد ۵ نشان‌دهنده «تأثیر بسیار قوی و کلیدی» است. داده‌های به‌دست‌آمده به‌صورت میانگین تجمیع شدند تا ماتریسی تحلیلی از شدت ارتباط هر شاخص طراحی با هر مؤلفه صوتی حاصل شود. بررسی نتایج این جدول تحلیلی چند نکته کلیدی را نشان می‌دهد:

از میان شاخص‌های طراحی شهری، سه مورد بیشترین تأثیر کلی را داشته‌اند: «کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها» در شاخص‌هایی نظیر «سازگاری صوت با عملکرد فضایی» و «سکوت عملکردی» بیشترین تأثیر را ثبت کرده است. همچنین، «ایجاد هویت صوتی محلی» و «افزایش پوشش گیاهی» در مؤلفه‌هایی چون «ادراک صوتی انسانی»، «پایداری صوتی» و «هم‌افزایی با طبیعت» نقش مؤثری ایفا کرده‌اند. در سوی دیگر، سه مؤلفه صوتی بیشترین حساسیت را نسبت به طراحی شهری نشان داده‌اند: «سازگاری صوت با عملکرد فضایی»، «پایداری صوتی» و «ادراک و تجربه صوتی انسانی» به‌طور میانگین بیشترین نمرات را از شاخص‌های طراحی دریافت کرده‌اند. این موضوع بیانگر آن است که بهبود این مؤلفه‌ها در گرو سیاست‌گذاری و طراحی فضایی آگاهانه است. در نهایت، برخی از ارتباط‌های خاص در جدول دارای بالاترین امتیازها بوده‌اند: مانند «خوانایی صوتی» در ارتباط با «ایجاد فضاهای سکوت فعال» و «سکوت عملکردی» در پیوند با «ایجاد هویت صوتی محلی» (هر دو با میانگین ۴/۱۰)، و همچنین «سازگاری صوتی» در ارتباط با «کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها» (با امتیاز ۴/۰۵). این یافته‌ها تأکید می‌کنند که طراحی شهری می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود کیفیت صوتی فضاهای شهری ایفا کند، به‌ویژه زمانی که رویکردهای ادراکی، زیست‌محیطی و کالبدی

جدول شماره (۵): ماتریس تأثیر اصول طراحی شهری بر مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی

تعداد صوتی در محیط	تنوع صوتی	خوانایی صوتی	سکوت عملکردی	ادراک و تجربه صوتی انسانی	سازگاری صوت با عملکرد فضایی	پایداری صوتی	هم‌افزایی با طبیعت
۳/۸۵	۳/۴۵	۳/۴۰	۳/۶۰	۳/۱۰	۳/۷۰	۳/۸۰	۳/۶۰
۳/۳۵	۳/۴۰	۳/۶۰	۳/۲۰	۲/۶۵	۳/۱۵	۳/۸۵	۳/۳۰
۳/۹۵	۳/۶۰	۳/۵۵	۳/۷۵	۳/۵۰	۴/۰۵	۳/۲۵	۳/۲۰
۳/۴۵	۳/۸۰	۳/۶۰	۳/۳۰	۳/۳۰	۳/۳۰	۳/۱۵	۳/۱۰
۳/۶۰	۳/۹۵	۳/۸۵	۳/۰۵	۳/۶۰	۳/۵۵	۳/۳۵	۳/۱۵
۳/۷۰	۳/۵۵	۳/۲۰	۳/۵۵	۳/۴۵	۳/۳۰	۳/۵۰	۳/۷۰
۳/۱۵	۳/۸۰	۳/۳۵	۳/۶۰	۳/۵۵	۳/۴۵	۳/۳۵	۳/۶۵
۳/۷۰	۳/۷۵	۳/۳۰	۳/۰۵	۳/۸۵	۳/۶۵	۳/۳۵	۲/۹۵
۳/۷۵	۳/۷۰	۳/۴۰	۳/۵۰	۲/۸۵	۳/۳۵	۳/۵۰	۳/۳۰
۳/۳۰	۳/۵۵	۴/۱۰	۳/۵۰	۳/۳۰	۳/۲۵	۳/۶۰	۳/۶۵
۳/۶۵	۳/۶۰	۳/۳۵	۴/۱۰	۳/۷۰	۳/۷۵	۳/۸۰	۳/۳۵
۳/۷۰	۳/۲۵	۳/۲۰	۳/۱۰	۳/۶۵	۲/۸۵	۳/۷۰	۳/۶۰
۳/۲۵	۳/۵۵	۳/۲۵	۳/۲۵	۳/۰۵	۳/۸۰	۳/۵۰	۳/۸۵

به صورت یکپارچه و هدفمند استفاده شوند.

ماتریس اصول و شاخصه‌ها:

همان‌طور که در چهارچوب نظری این پژوهش تبیین شد، یافته‌ها نشان می‌دهند که ۱۳ اصل کلیدی طراحی شهری (جدول شماره ۵) می‌توانند در هشت شاخص اصلی اکوسیستم صوتی شهری، از جمله تعادل صوتی، تنوع صوتی، خوانایی صوتی، سکوت عملکردی، تجربه ادراکی صوت، سازگاری صوت با طبیعت، عملکرد فضایی، پایداری صوتی و هم‌افزایی با طبیعت تأثیرگذار باشند. در همین راستا، ماتریسی تحلیلی تدوین شد (جدول شماره ۵) که در آن هر یک از اصول طراحی با یکی از حروف کوچک انگلیسی و هر یک از مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی با یکی از حروف بزرگ مشخص شده‌اند. این ماتریس با بهره‌گیری از روش

دلفی اصلاح‌شده توسط ۲۰ نفر از متخصصان حوزه طراحی شهری و منظر صوتی ارزیابی شده است. هر متخصص با مقایسهٔ دوبه‌دوی هر اصل با هر شاخص صوتی، بر اساس میزان تأثیرگذاری و معناداری، امتیازی بین ۱ تا ۵ در مقیاس لیکرت اختصاص داده است. میانگین این امتیازات در جدول نهایی منعکس شده است. نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که در بین اصول طراحی، شاخص‌هایی مانند کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها، ایجاد هویت صوتی محلی و افزایش پوشش گیاهی، بیشترین تأثیر را بر ابعاد مختلف اکوسیستم صوتی دارند. به‌ویژه، اصولی نظیر «سازگاری صوت با عملکرد فضایی»، «ادراک صوتی انسانی» و «پایداری صوتی» بیشترین حساسیت را نسبت به تغییرات طراحی نشان داده‌اند. به‌منظور

جدول شماره (۶): سطح تأثیرگذاری اصول طراحی شهری بر مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی

ردیف	اصل طراحی شهری	میانگین امتیاز	سطح تأثیرگذاری (براساس طبقه‌بندی جنکس)
۱	کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها	۳/۶۱	زیاد
۲	جهت‌گیری مناسب فضاها و معابر	۳/۶۱	زیاد
۳	ایجاد هویت صوتی محلی	۳/۶۶	زیاد
۴	پهنه‌بندی صوتی شهری	۳/۵۶	زیاد
۵	ایجاد فضاهای سکوت فعال	۳/۵۳	متوسط
۶	افزایش پوشش گیاهی و فضاهای سبز	۳/۵۲	متوسط
۷	کاهش منابع صوتی مزاحم در مناطق طبیعی	۳/۵۱	متوسط
۸	ترویج صداهای خوشایند	۳/۵۱	متوسط
۹	توجه به کیفیت شنیداری کاربران	۳/۵۰	متوسط
۱۰	طراحی گذرگاه‌های کم‌نویز	۳/۵۰	متوسط
۱۱	ادغام عناصر آبی در طراحی	۳/۴۹	متوسط
۱۲	حفظ و بازسازی صداهای طبیعی	۳/۴۶	کم
۱۳	استفاده از موانع فیزیکی کاهش نویز	۳/۲۹	کم

جدول شماره (۷): خلاصه سطح تأثیرگذاری اصول طراحی شهری بر مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی

سطح تأثیر	اصول طراحی شهری
تأثیر زیاد	کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها، ایجاد هویت صوتی محلی، جهت‌گیری مناسب فضاها و معابر
تأثیر متوسط	پهنه‌بندی صوتی شهری، افزایش پوشش گیاهی، ترویج صداهای خوشایند، ایجاد فضاهای سکوت فعال، حفظ و بازسازی صداهای طبیعی
تأثیر کم	استفاده از موانع فیزیکی کاهش نویز، طراحی گذرگاه‌های کم‌نویز، کاهش منابع صوتی مزاحم در مناطق طبیعی، ادغام عناصر آبی، توجه به کیفیت شنیداری کاربران

صوتی فضا

با شناسایی اصولی که بالاترین اثرگذاری را در بهبود اکوسیستم صوتی شهر دارند، می‌توان سنجه‌های مشخصی برای طراحی مطلوب فضاهای شهری تدوین کرد. این سنجه‌ها می‌توانند از طریق تحلیل اسناد فرادست، برداشت‌های میدانی، پیمایش پرسشنامه‌ای و داده‌های آماری موردی بررسی شوند

تحلیل دقیق‌تر داده‌ها، از الگوریتم طبقه‌بندی Jenks

(شکاف طبیعی) در محیط نرم‌افزار GIS استفاده شد.

بر این اساس، اصول طراحی در سه خوشه تأثیرگذاری دسته‌بندی شدند:

- اصول با میانگین امتیاز ۱/۰ تا ۲/۴: تأثیر کم
- اصول با میانگین ۲/۵ تا ۳/۵: تأثیر متوسط
- اصول با میانگین بیش از ۳/۶: تأثیر بالا بر کیفیت

و در نهایت، راهکارهای طراحی برای ارتقای کیفیت صوتی در نمونه‌های موردی ارائه شود.

بررسی داده‌های جدول نشان می‌دهد که شاخص‌های طراحی شهری تأثیرات متفاوتی بر مؤلفه‌های مختلف اکوسیستم صوتی دارند. برخی از راهبردها در کلیت خود تأثیر بیشتری داشته‌اند و برخی مؤلفه‌ها نیز نسبت به مداخله‌های طراحی، حساسیت بالاتری نشان داده‌اند. از میان شاخص‌ها، کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها با میانگین‌های بالا در مؤلفه‌هایی نظیر «سازگاری صوتی» و «سکوت عملکردی» بیشترین تأثیر را نشان داده است. این موضوع تأکید می‌کند که طراحی کالبدی صحیح می‌تواند نقش کلیدی در نظم‌بخشی به فضای صوتی ایفا کند. همچنین، ایجاد هویت صوتی محلی و افزایش پوشش گیاهی در ارتقای ابعاد ادراکی و زیست‌محیطی مانند «پایداری صوتی»، «ادراک انسانی» و «هم‌افزایی با طبیعت» عملکرد مطلوبی داشته‌اند. در سوی دیگر، مؤلفه‌هایی مانند سازگاری صوتی با عملکرد فضایی، پایداری صوتی و ادراک و تجربه انسانی از صدا بیشترین میانگین نمره را از شاخص‌های طراحی دریافت کرده‌اند. این نشان می‌دهد که بهبود این ابعاد نیازمند مداخلات چندبعدی و دقیق طراحی شهری است. در نهایت، برخی از همبستگی‌های خاص میان شاخص‌ها و مؤلفه‌ها به صورت برجسته در جدول نمایان شده‌اند. از جمله، ارتباط میان «ایجاد فضاهای سکوت فعال» و «خوانایی صوتی» (با امتیاز ۴/۱۰) و نیز پیوند میان «هویت صوتی محلی» و «سکوت عملکردی» (۴/۱۰) که گویای نقش عناصر فرهنگی و برنامه‌ریزی فضایی در ارتقای کیفیت شنیداری هستند. به‌طور کلی، یافته‌ها حاکی از آن هستند که طراحی شهری آگاهانه و چندلایه می‌تواند نقشی تعیین‌کننده در کیفیت اکولوژیک صوتی فضاهای عمومی ایفا کند، به‌ویژه زمانی که اصول کالبدی، زیست‌محیطی و ادراکی به‌صورت تلفیقی مورد توجه قرار گیرند.

توضیح تحلیل میانگین و طبقه‌بندی

میانگین امتیاز هر اصل طراحی شهری از مجموع امتیازهای مؤلفه‌های صوتی محاسبه شد. سپس، با استفاده از صدک‌های ۳۳ و ۶۶، طبقه‌بندی اصول به سه سطح تأثیر کم، متوسط و زیاد انجام شد.

جدول خوشه‌بندی نهایی

برای شناسایی مهم‌ترین اصول طراحی شهری مؤثر بر مؤلفه‌های اکوسیستم صوتی، از روش تحلیل خوشه‌ای با بهره‌گیری از الگوریتم بهینه‌سازی Jenks استفاده شد. این روش که به «شکاف طبیعی» نیز معروف است، با هدف کاهش واریانس درون‌گروهی و افزایش واریانس بین‌گروهی، میانگین امتیازات هر اصل طراحی را خوشه‌بندی می‌کند. بر این اساس، اصولی که بیشترین امتیاز را از سوی ۲۰ متخصص دریافت کرده‌اند، در خوشه «تأثیر بالا»، اصول با امتیاز میانی در خوشه «تأثیر متوسط» و اصول با کمترین میانگین امتیاز در خوشه «تأثیر کم» قرار گرفته‌اند.

نتایج این جدول نشان می‌دهد که اصولی با ماهیت ساختاری و فضایی کلان (مانند کنترل تراکم یا جهت‌گیری فضایی) بر تعادل صوتی، سکوت عملکردی و خوانایی صوتی بیشترین تأثیر را دارند. در مقابل، اصولی مانند استفاده از موانع فیزیکی یا عناصر آبی که به‌صورت جزئی‌تر و محدودتر در فضا اعمال می‌شوند، در طبقه تأثیر کم قرار گرفته‌اند. این طبقه‌بندی می‌تواند مبنای اولویت‌بندی مداخلات طراحی در پروژه‌های ارتقای کیفیت صوتی فضاهای شهری قرار گیرد، به‌ویژه در فضاهایی که هدف، بهبود تجربه شنیداری انسانی، آرام‌سازی محیط و توسعه پایدار صوتی است.

تحلیل تفسیری نتایج

- اصولی نظیر «کنترل تراکم و ارتفاع»، «ایجاد هویت صوتی محلی» و «پهنه‌بندی صوتی شهری» در دسته تأثیر زیاد قرار گرفتند.
- اصولی چون «استفاده از موانع فیزیکی کاهش نویز» و «طراحی گذرگاه‌های کم‌نویز» در سطح

تأثیر کم دسته‌بندی شدند.

● این نتایج نشان می‌دهد که مؤلفه‌هایی مانند «سازگاری صوتی با عملکرد فضایی» و «تجربه انسانی» بیشترین حساسیت را نسبت به طراحی شهری دارند.

مقایسه با پژوهش‌های پیشین

یافته‌های این پژوهش، در تأیید بسیاری از نتایج مطالعات پیشین در حوزه کیفیت صوتی فضاهای شهری و طراحی شهری قرار می‌گیرد. به‌طور خاص، نتایج حاکی از آن هستند که اصول کلان‌مقیاسی مانند کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها، ایجاد هویت صوتی محلی و جهت‌گیری مناسب فضاها بیشترین تأثیر را بر مؤلفه‌هایی چون سازگاری صوت با عملکرد فضایی، پایداری صوتی و ادراک انسانی از صدا داشته‌اند.

این مسئله با نتایج پژوهش‌هایی، چون Yang & Kang (2005) که نشان داده‌اند جهت‌گیری کالبدی ساختمان‌ها و موانع فیزیکی، نقش قابل توجهی در بازتاب یا جذب صدا و در نتیجه کاهش نویز شهری دارند، Brown & Muhar (2004) که به اهمیت ادراک صوتی انسان در برنامه‌ریزی فضاهای عمومی تأکید کرده‌اند و Lavandier & Viollon (2002) و Drake که تأثیر عناصر طبیعی و طراحی منظر را بر ارتقای کیفیت صوتی مثبت ارزیابی کرده‌اند، مطابقت دارد. علاوه بر این، یافته‌های پژوهش حاضر که پوشش گیاهی، هویت صوتی محلی و فضاهای سکوت فعال را در ارتقای شاخص‌هایی مانند خوانایی صوتی، پایداری صوتی و هم‌افزایی با طبیعت مؤثر دانسته، هم‌راستا با نتایج Payne & Jeon et al (2010) و (2009) است که تأکید داشتند طراحی منظر صوتی می‌تواند به شکل‌گیری حس مکان، آرامش ذهنی و ارتقای تعاملات اجتماعی کمک کند.

از سوی دیگر، پژوهش حاضر در بخشی از یافته‌های خود با برخی مطالعات تفاوت‌هایی نیز نشان می‌دهد. برای مثال، برخلاف یافته‌های Kang (2006) که موانع

فیزیکی کاهش نویز را یکی از مؤثرترین مداخلات در بهبود تجربه شنیداری می‌دانست، در این پژوهش این اصل در دسته «تأثیر کم» قرار گرفت. این تفاوت ممکن است ناشی از تفاوت در نوع بافت شهری مورد بررسی، مقیاس مداخله یا رویکرد ارزیابی (ادراکی به‌جای صرفاً آکوستیکی) باشد. همچنین، برخی پژوهش‌های پیشین تمرکز زیادی بر شاخص‌های کمی صوت (مانند دسی‌بل و فرکانس) داشته‌اند، در حالی که پژوهش حاضر با رویکردی چندبعدی به تحلیل ادراک، تجربه انسانی و هم‌زیستی با طبیعت صوتی پرداخته است. این تغییر رویکرد، پژوهش حاضر را با جریان‌های نوظهور در طراحی شهری همسو می‌سازد که به کیفیت‌های کیفی و انسانی فضا توجه بیشتری دارند (مطابق با رویکردهای soundscape-based design که توسط ISO 12913 نیز مطرح شده است).

جمع‌بندی تطبیقی

به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش هم‌راستا با جریان‌های نظری و تجربی اخیر در حوزه طراحی صوت محور فضاهای شهری هستند. آنچه این پژوهش را متمایز می‌سازد، ترکیب اصول طراحی شهری با شاخص‌های ادراکی اکوسیستم صوتی در قالب یک ماتریس تحلیلی و استفاده از روش دلفی برای ارزیابی تخصصی است؛ موضوعی که کمتر در مطالعات قبلی به آن پرداخته شده است.

نتیجه‌گیری

تحلیل داده‌های حاصل از ارزیابی دیدگاه‌های تخصصی و نتایج به‌دست‌آمده از ماتریس نهایی اصول و شاخص‌ها نشان می‌دهد که طراحی شهری می‌تواند نقشی محوری در ارتقای کیفیت اکوسیستم‌های صوتی ایفا کند. بر اساس یافته‌ها، اصولی همچون کنترل تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها، ایجاد هویت صوتی محلی، افزایش پوشش گیاهی و طراحی فضاهای سکوت فعال تأثیر معناداری بر بهبود مؤلفه‌های صوتی شهری دارند. این اصول نه تنها بر کنترل مزاحمت‌های

صوتی دلالت دارند، بلکه ابعاد غنی تری از تجربه شنیداری، ادراک حسی و پیوند عاطفی انسان با فضا را در بر می گیرند. در همین راستا، پیشنهادهای کاربردی زیر، به تفکیک مؤلفه‌های کلیدی اکوسیستم صوتی شهری ارائه می شوند:

الف) بهبود تعادل صوتی در محیط شهری

۱. طراحی فاصله گذاری هوشمند میان ساختمان‌ها جهت کنترل بازتاب و پژواک صوت، به ویژه در معابر پرتردد شهری؛
۲. بهره‌گیری از الگوهای بافت باز شهری با تراکم منطقی که امکان «تنفس صوتی» فضا را فراهم می‌سازد و از انسداد صوتی جلوگیری می‌کند؛
۳. استفاده از دیوارهای جاذب صوت و یا دیوارهای سبز در کنار مسیرهای عبور و مرور برای جلوگیری از غلبه یک نوع صوت و افزایش یکنواختی صدا.

ب) افزایش تنوع و هم‌افزایی صوتی با طبیعت

۱. توسعه فضاهای سبز خطی، پارک‌های خرد و دیوارهای سبز با بهره‌گیری از گونه‌های گیاهی بومی که علاوه بر عملکرد زیست‌محیطی، تنوع صوتی طبیعی نیز فراهم می‌آورند؛
۲. طراحی مسیرهای حرکتی در دل پوشش‌های گیاهی مترکم به گونه‌ای که ادغام تدریجی صداهای طبیعی با صدای حرکت انسان به تجربه‌ای آرامش‌بخش منجر شود؛
۳. افزودن عناصر آبی مانند جویبارها و آبشارهای کوچک در فضاهای عمومی برای ارتقای غنای صوتی و ایجاد ریتم‌های طبیعی متنوع.

ج) ارتقای سکوت عملکردی و کنترل منابع مزاحم

۱. ایجاد فضاهای سکوت فعال در بطن مراکز شهری با استفاده از طراحی‌های کالبدی و پوشش‌های صوت‌گیر، به گونه‌ای که این فضاها به مکان‌هایی برای بازسازی روانی شهروندان بدل شوند.
۲. کاربرد مصالح جاذب صوت در کف‌سازی و مبلمان

شهری برای کاهش بازتاب صدا، به ویژه در فضاهای تجمعی و فضاهای بازی کودکان. ۳. پهنه‌بندی صوتی فعالیت‌ها در ساعات مشخص روز با تدوین ضوابط مشخص برای فعالیت‌های پرسد، به منظور کاهش آلودگی صوتی در بازه‌های زمانی خاص.

د) تقویت ادراک و تجربه صوتی انسان محور

۱. شناسایی و حفاظت از صداهای هویت‌ساز و فرهنگی همانند صدای اذان، زنگ مدرسه، بازار سنتی یا ورزش باد در درختان محلی، به عنوان بخشی از میراث شنیداری شهری؛
۲. نصب المان‌های صوتی تعاملی در فضاهای عمومی که امکان بازی، تجربه و تعامل شنیداری را برای کودکان و بزرگسالان فراهم کند و بر تجربه چندحسی فضا بیفزاید؛
۳. تحلیل و پایش ادراک صوتی کاربران از طریق نظرسنجی، اپلیکیشن‌ها و تحلیل‌های مشارکتی برای اصلاح طراحی‌ها و ایجاد فضاهایی با رضایت شنیداری بالا.

ه) ارتقای خوانایی صوتی و جهت‌یابی شنیداری

۱. استفاده از صداهای جهت‌دار همچون فواره‌ها یا بلندگوهای طبیعی در نقاط کلیدی مانند میدان‌ها و تقاطع‌ها، جهت تسهیل مسیریابی شنیداری به ویژه برای گروه‌های خاص (کودکان، سالمندان و افراد کم‌بینا)؛
 ۲. نورپردازی هماهنگ با مؤلفه‌های صوتی برای ارتقای ادراک حسی محیط، به ویژه در شب که سبب تقویت حس امنیت و نظم فضایی نیز می‌شود؛
 ۳. بهره‌گیری از تفاوت در شدت، جنس و ریتم صوتی برای تمایز کارکردهای فضایی؛ به گونه‌ای که فضاهای آرام‌تر برای مکث و تأمل و فضاهای پرانرژی برای بازی، فعالیت یا گفت‌وگو تفکیک شوند.
- با استناد به یافته‌های این پژوهش، می‌توان با صراحت بیان کرد که طراحی شهری نه فقط در مدیریت آلودگی صوتی، بلکه در ارتقای کیفیت، تنوع و خوانایی صوتی فضاهای شهری نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. اکوسیستم

محدودیت‌های پژوهش

۱. محدودیت منابع و داده‌های بومی: بخش عمده‌ای از چهارچوب مفهومی بر مطالعات بین‌المللی استوار بوده و نبود داده‌های بومی در حوزه آکوسیستم صوتی، تطبیق کامل شاخص‌ها را دشوار کرده است.

۲. محدودیت در حجم نمونه تخصصی: با وجود کاربرد روش دلفی، محدود بودن تعداد خبرگان در حوزه میان‌رشته‌ای طراحی صوتی و طراحی شهری، تعمیم‌پذیری نتایج را با احتیاط همراه می‌سازد.

۳. محدودیت در ابزارهای سنجش عینی صوت: استفاده از ابزارهای کمی برای پایش محیط صوتی در بستر واقعی شهری به دلیل محدودیت‌های زمانی، مالی و تجهیزات امکان‌پذیر نبوده است.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

۱. انجام پژوهش‌های میدانی با تجهیزات آکوستیکی پیشرفته برای ارزیابی دقیق‌تر میزان آلودگی و کیفیت صوتی در محلات مختلف شهری. ۲. بررسی تجربی ادراک صوتی کاربران واقعی در محیط‌های شهری با سنجش‌های روان‌شناختی و فیزیولوژیکی، جهت تکمیل تحلیل‌های کیفی. ۳. مطالعات تطبیقی در شهرهای مختلف ایران و سایر کشورها به منظور تدوین الگوهای بومی طراحی صوتی شهری. ۴. ترکیب تحلیل‌های صوتی با سایر ابعاد طراحی شهری از جمله نور، دما، حرکت و روان‌شناسی فضا برای رسیدن به چهارچوبی یکپارچه در طراحی محیط‌های چندحسی.
۵. ارزیابی سیاست‌ها و قوانین موجود در مدیریت صوت شهری و بررسی امکان تدوین آیین‌نامه‌های نوین برای پایداری صوتی.

صوتی، به‌عنوان بعدی کمتر مورد توجه اما کاملاً مؤثر در تجربه ادراکی شهروندان، باید از جایگاه یک پیامد ثانویه خارج شده و به‌عنوان یک هدف طراحی مستقل و راهبردی مطرح شود.

پیشنهاد می‌شود که دیدگاه صوت‌محور به طراحی شهری از رویکردی منفعل به یک راهبرد فعال و برنامه‌ریزی شده تغییر یابد. بدین منظور، طراحی صوتی باید از سطوح کلان سیاست‌گذاری تا سطوح خرد طراحی و بهره‌برداری، به‌طور یکپارچه در فرایند توسعه شهری لحاظ شود. مفهوم «پایداری صوتی» نیز باید به‌عنوان یکی از ارکان کیفیت محیطی پایدار، در بطن طرح‌های شهری قرار گیرد.

برای تحقق این امر، اقدامات در سه سطح زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. سطح راهبردی و سیاست‌گذاری
 - تدوین ضوابط و دستورالعمل‌های ملی و محلی در زمینه طراحی صوتی شهری؛
 - گنجاندن شاخص‌های صوتی در اسناد توسعه پایدار، طرح‌های جامع و تفصیلی.
۲. سطح طراحی و اجرا
 - استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی صوتی جهت شناسایی نقاط بحرانی و مستعد تقویت کیفیت صوتی؛
 - طراحی مبلمان شهری، فضاهای باز و مسیرهای حرکتی بر اساس اصول آکوستیکی و روان‌شناسی ادراک؛
 - هماهنگ‌سازی فعالیت‌های کاربری با آستانه‌های قابل قبول صوتی.
۳. سطح تجربه و برندینگ شهری
 - ایجاد هویت صوتی شهری (Urban Sound Identity) با بهره‌گیری از صداهای ماندگار، بومی و خاطره‌انگیز؛
 - طراحی تجربه‌های شنیداری هدفمند در فضاهایی چون پیاده‌راه‌ها، پارک‌ها، مراکز گردشگری و فرهنگی.

منابع

1. Bezi, K., & Khosravi-Hoseinnejad, H. (2012). Investigating the current situation and locating the required green space of Zabol city using GIS. *Spatial Planning, 1*(4),

- ut.ac.ir/article_73545.html [in Persian].
7. Jafari-zadeh, A., Abdollahzadeh, T., Haqlesan, M., & Saghafi-Asl, A. (2024). Determining biophilic city design components in District 22 of Tehran. *Geographical Research*, 39(4), 1001–1022. georesearch.ir [in Persian].
 8. Keshavarz, H. (2019). Innovation in sustainable construction management in large excavation projects (Case study: stabilization of deep urban excavations and underground structures in Ahvaz). *Pazhuhesh dar Oloum, Mohandesi va Fanavari (Research in Science, Engineering & Technology)*, 17(5), 1–18. <https://www.noormags.ir/view/en/articlepage> [in Persian].
 9. Lotfi, H., & Shabahi-Shahmiri, G. (2017). The role of olfactory and auditory perceptual expectations in urban design and planning (Case study: Babolsar). *Arman-Shahr: Architecture & Urbanism*, 9(17), 365–373. <https://www.armanshahjournal.com> [in Persian].
 10. Mahajeri, N. (n.d.). Physical sustainability in Iranian traditional cities: The principle of coherence and complexity in urban design — fractal structure. *Civilica*, 10(3), 121–129. <https://civilica.com/doc/1309913> [in Persian].
 11. Mohseni, S., & Rezaei, M. (2023). Feasibility of ecological urban design in historic fabrics based on local-global values (Case study: designing an eco-park in Sanglaj neighborhood, Tehran). *Faslname-ye Motale'at-e Faza va Makan (Journal of Space & Place* 39–74. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22287485.1391.1.4.3.6> [in Persian]
 2. Bonakdar, A., & Gharaei, F. (2011). Paradigm shifts in urban design principles: From physical, social and perceptual components to the place-making approach. *Nameh-ye Memari va Shahrsazi (Journal of Architecture & Urban Planning)*, 6(3), 51–70. <http://noors/26C7E> [in Persian].
 3. Hami, A., & Khodayari, N. (2021). The performance of plants in reducing the effects of noise pollution with emphasis on visual characteristics. *Ensān va Mohit-e Zist (Human & Environment)*, 19(1), 51–65. <https://sid.ir/paper/1042318/fa> [in Persian]
 4. Asadi, S., & Khatibi, M. R. (2021). Developing biophilic urban design criteria for organizing the central fabric of cities. *Do-Faslname-ye Fazaye Zist (Biannual Journal of Living Space)*, 1(1), 91–115. https://journals.iau.ir/article_681540.html [in Persian].
 5. Parvizian, A., Derakhshan, H., & Amanpour, E. (2020). Production of a noise pollution map using spatial modelling of land-use maps (Case study: Yasouj city). *Geography and Environmental Studies*, 34(9), 7–22. <https://www.noormags.ir/view/en/articlepage> [in Persian].
 6. Qarabaglu, M., Matlabi, S., & Saba, F. (2019). Revisiting the concept of value in the human–environment relationship in residential open spaces in traditional Iranian architecture. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urbanism*, 24(1), 101–104. <https://jfaup>.

Persian]. urbstudies.uok.ac.ir

17. Goodarzi, M. (2023). Landscape and perception of visual and auditory views. *Faslname-ye Pazhooheshi-ye Shahrsazi va Memari-ye Hoviat-e Mohit (Journal of Urbanism & Architectural Research on Environmental Identity)*, 4(13). https://www.ei-journal.ir/article_198466.html [in Persian].

18. Abbaspour-Kazerouni, I., Mosalemi, H., & Horal, F. (2019). Intelligent detection of speech disorders using an audio signal processing system. <https://www.sid.ir/paper/46532/fa> [in Persian].

19. Mazaheri-Jajayi, M. (2020). Modeling the relationship between noise pollution intensity and landscape metrics, urban structure and vegetation cover using random forest method (Case study: Isfahan city). *Journal of Environmental Health Research*, 6(1), 45–55. https://jreh.mums.ac.ir/article_16119.html [in Persian].

20. Mohammadi, A. (2021). The effect of physical-perceptual factors on sense of place in urban spaces using ordinal regression (Case study: Ayatollah Kashani Street pedestrian path, Tehran). *Goftegoom-e Tarahi Shahri (Urban Design Discourse)*, 2(2), 7–19. <http://udd.modares.ac.ir/article-40-54549-fa.html> [in Persian].

21. Aletta, F., Kang, J., & Axelsson, Ö. (2016). Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive soundscape models. *Landscape and Urban Planning*, 149, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j>

Studies, 2(1), 81–102. https://journals.iau.ir/article_708471.html [in Persian].

12. Nedaei-Tusi, S., Shahsafi, A., Ghafari-Khorzani, M., & Taheri-Yeganeh, A. (2015). Morphological pathology of Tehran metropolitan spatial logic from the perspective of passive defence principles. *Hoviat-e Shahr (City Identity)*, 21(9), 41–56. <http://noo.rs/T8dpw> [in Persian].

13. Zolfi-Gol, K., & Karimi-Moshaver, M. (2019). Extracting perceptual mechanisms of behavioral stations in urban spaces using spatial monitoring: Case study — Bu-Ali Sina Tomb Square, Hamedan. *Faslname-ye Motale'at-e Shahri (Urban Studies Quarterly)*, 8(30), 97–108. urbstudies.uok.ac.ir [in Persian].

14. Zangiabadi, T., Norouzi, P. (2024). Modernizing the principles of the Isfahan school of urban design to enhance urban space quality in the contemporary era. *Economy-e Shahr (Urban Economics)*, 8(2), 75–88. https://ue.ui.ac.ir/article_29247.html [in Persian].

15. Isa-Khanbeigi, Z., Moein-al-Dini, M., & Danekar, A. (2019). Locating sites for noise barriers on main streets of Karaj using the TOPSIS method. <https://www.sid.ir/paper/83892/fa> [in Persian].

16. Takyehkhan, J., & Katourani, Sh. (2019). Evaluation of traffic noise pollution and its effect on anxiety levels of citizens in Sanandaj city. *Faslname-ye Motale'at Shahri (Urban Studies Quarterly)*, 8(32), 117–127. https://urbstudies.uok.ac.ir/article_61213.html?l [in

- tional Organization for Standardization — Guidance on the use of ISO 4074: Rubber condoms.* <http://www.infoterm.info/pdf/activities/STT/STT85-86.pdf>
29. Hallström, K. T., & Higgins, W. (2010). International organization for standardization. In *Handbook of Transnational Economic Governance Regimes* (pp. 201–211). <https://brill.com/downloadpdf/edcollbook/title/14661.pdf#page=216>
30. Jeon, J. Y., Lee, P. J., Hong, J. Y., & Cabrera, D. (2018). Non-auditory factors affecting urban soundscape evaluation. *Applied Acoustics*, 129, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.07.016>
31. Kang, J. (2006). *Urban Sound Environment*. CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781482265613/urban-sound-environment-jian-kang>
32. Kang, J., & Aletta, F. (2018). The impact of soundscape on quality of life in urban environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2392. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122392>
33. Kang, J., & Schulte-Fortkamp, B. (Eds.). (2016). *Soundscape and the Built Environment*. CRC Press. <https://api.taylorfrancis.com/content/books/mono>
34. Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*. Rizzoli/Taylor & Francis. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono>
35. Payne, S. R. (2013). The production of a landurbplan.2016.01.004
22. Axelsson, Ö., Nilsson, M. E., & Berglund, B. (2010). A principal components model of soundscape perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(5), 2836–2846. <https://doi.org/10.1121/1.3493436>
23. Beatley, T. (2013). Designing the urban soundscape. *The Nature of Cities*. <https://www.thenatureofcities.com/2013/08/25/designing-the-urban-soundscape/>
24. Brown, A. L., Kang, J., & Gjestland, T. (2011). Towards standardization in soundscape preference assessment. *Applied Acoustics*, 72(6), 387–392. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X11000028>
25. Ma, K. W., Mak, C. M., & Wong, H. M. (2021). Effects of environmental sound quality on soundscape preference in a public urban space. *Applied Acoustics*, 171, 107570. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X20306745>
26. Gidlöf-Gunnarsson, A., & Öhrström, E. (2007). Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas. *Landscape and Urban Planning*, 83(2–3), 115–126. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204607000722>
27. Hollenbeck, L. (2019). Sound justice: Urban planning for the sonic environment. *Journal of Urban Affairs*, 41(2), 145–163. <https://doi.org/10.1080/07352166.2018.1499410>
28. International Standard (2008). *Interna-*

monoskop.org/images/1/13/Truax_Barry_Acoustic_Communication.pdf

39. Van Renterghem, T., & Botteldooren, D. (2008). Reducing the acoustical façade load from road traffic with green roofs. *Building and Environment*, 43(3), 490–501. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132308001923>
40. Yang, W., & Kang, J. (2005). Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X04001215>

- perceived restorativeness soundscape scale. *Applied Acoustics*, 74(2), 255–263. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.11.006>
36. Pijanowski, B. C., Farina, A., Gage, S. H., Dumyahn, S. L., & Krause, B. L. (2011). Soundscape ecology: The science of sound in the landscape. *BioScience*, 61(3), 203–216. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.6>
37. Schafer, R. M. (1977). *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Destiny Books. <https://books.google.com/books>
38. Truax, B. (2001). *Acoustic Communication* (2nd ed.). Ablex Publishing. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.11.006>

نحوه ارجاع به این مقاله:

رضایی راد، هادی، و یامی مرندی، پریمّا. (۱۴۰۴). بررسی تأثیر اکوسیستم‌های صوتی بر درک مکان در طراحی شهری پژوهشهای فضا و مکان در شهر، ۳۰-۵، (۳۵)۹. <https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2063538.1140>

DOI: <https://doi.org/10.22034/jspr.2025.2063538.1140>

URL: https://jspr.jdisf.ac.ir/article_729638.html

Copyrights:

©2023 by the authors. Published by Journal of Urban Studies on Space and Place.

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International

(CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)).

