

Explaining the acoustical behavior and the soundscape quality of Tabriz Bazaar based on the objective and subjective assessments

Abbas Ghaffari¹ - Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.

Morteza Mirgholami - Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.

Bita Shafaei - Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran.

Received: 26 August 2020 Accepted: 9 February 2021

Highlights

- Spaces such as Rasteh-Bazaars, which are identical in form and material, exhibit consistent acoustical behavior.
- By decreasing sound intensity, sonic comfort does not necessarily increase.
- In tranquil urban spaces, with the occurrence of “Difference in SPL”, the tranquility and quality of the soundscape decreases.
- Simply following the standard values of SPL and RT is not enough for sonic comfort.
- The environmental characteristics and qualities of spaces such as geometric proportions have a direct effect on pleasantness of the soundscape.

Extended abstract

Introduction:

Soundscape is a subfield of urban studies that deals with the quality of sound heard and perceived in urban spaces. Numerous characteristics affect the quality of urban space soundscapes, and the acoustic behavior of the space is thus an influential factor which depends on its environmental characteristics. The acoustic behavior of the space indicates that the physical body of any environment amplifies or attenuates sound waves in the face of sound. As the environment body intensifies sound once created in space, sound waves stay in the environment longer, and increase sound intensity. Conversely, when the acoustic behavior of space attenuates, sound waves are destroyed in space shortly after created by sound sources. In this case, the intensity of the sound heard in the environment can be relatively stable, provided that the audio sources are constant.

Theoretical Framework

The amount of time it takes sound to drop to 60 decibels after created by a sound source is called Reverberation Time (RT), which is measured in seconds. In soundscape studies, Sound Pressure Level (SPL) is also a physical component in decibels, which is used to measure sound loudness. Thus, Sound Pressure Level and Reverberation Time are two components that can specify the acoustic behavior of a space. In addition to acoustic assessments, soundscape studies address how people perceive the sounds around them and how desirable and pleasant they are. In fact, acoustic measurements are a tool that can help to create the desired soundscape, because sonic comfort depends to a large extent on the SPL. However, what greatly matters in soundscape studies is the perceptual loudness and subjective sonic comfort. Therefore, it is necessary to clarify the factors affecting these subjective components. The perceptual quality of urban soundscape is specified through subjective assessments.

Methodology

This research discussed the effect of environmental features on the acoustic behavior of Rasteh-Bazaars, in Tabriz Grand

Bazaar, and on the quality of the soundscape therein. Based on the objective evaluations, the acoustic behavior of the Rasteh-Bazaars and the factors affecting it were specified, and the desirability of the Rasteh-Bazaars soundscape was clarified using subjective evaluations. Objective assessments were made to specify the acoustic behavior of the Rasteh-Bazaars based on the measurements of SPL and RT. The B&K 2260 set of equipment and ACAM100 acoustic camera were used to measure RT and SPL. Both of these values were evaluated in frequency spectra. Subjective assessments were made based on a descriptive soundscape questionnaire, where a total of 165 people answered the questions. The questionnaire assessed sound loudness, sonic comfort, sound preferences, and soundscape descriptors through the Likert scale. Based on the results, it could be found how the people present in the Rasteh-Bazaars of Tabriz Bazaar felt about and perceived the space soundscapes.

Results and Discussion

The findings demonstrated that spaces such as Rasteh-Bazaars, which are identical in form and material, exhibited consistent acoustic behavior. If accompanied by physical changes such as ones in the space axis and spatial integration as cavities, this homogeneity could change the acoustic behavior and the heard sound. This finding could add a new concept called homogeneous spaces to the field of soundscape design. This means that homogeneous urban paths can be designed so that the soundscape is perceived almost uniformly along them, and diversity and distinction can be provided through physical changes in the urban soundscape that can be perceived during movement. The findings also indicated that sonic comfort did not necessarily increase as sound intensity decreased. Even in tranquil urban spaces with low SPLs, the tranquility and quality of the soundscape decreased as the phenomenon of difference in SPL occurred. This important finding demonstrated that a new component called urban soundscape clarity should be evaluated in the study of soundscapes in tranquil urban spaces to investigate the occurrence of difference in SPL in tranquil urban spaces.

Conclusion

Based on the comparison of the objective and subjective findings of the research, it was found that it was not sufficient for provision of sonic comfort to simply follow the standard values of SPL and RT. This is because the phenomenon of difference in SPL could have a negative effect on environmental and sonic calmness, as mentioned earlier, in a silent space. The subjective perception of the soundscape depended on factors other than the physical quantity of the sound. In fact, the values of SPL and RT, which indicate the acoustic behavior of the space, could not serve as the sole basis for assessment of the quality of the soundscape although somehow involved in people's perceptions thereof. The environmental characteristics and qualities of spaces, such as lighting and congestion and supplied goods appeal at the Rasteh-Bazaar were found to have direct effects on the favorability of the soundscape.

Keywords: Urban Soundscape, Acoustic Behavior, SPL, RT, Rasteh-Bazaar, Tabriz Bazaar.

Acknowledgment

This article was extracted from Bita Shafaei's doctoral thesis under the supervision of Dr. Abbas Ghaffari and Dr. Morteza Mirgholami at Tabriz Islamic Art University.

Citation: Ghaffari, A., Mirgholami, M., Shafaei, B. (2021) Explaining the acoustical behavior and the soundscape quality of Tabriz Bazaar based on the objective and subjective assessments, Motaleate Shahri, 10(39), 83–98. doi: 10.34785/J011.2021.714/Jms.2021.124.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Motaleate Shahri. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



تبیین رفتار آکوستیکی و کیفیت منظر صوتی راسته‌های بازار تبریز

مبتنی بر ارزیابی‌های عینی و ذهنی^۱

عباس غفاری^۲ - دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
 مرتضی میرغلامی - دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.
 بیتا شفائی - دانشآموخته دکتری شهرسازی اسلامی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۵ شهریور ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۲۱ بهمن ۱۳۹۹

چکیده

منظر صوتی حوزه‌ای از مطالعات شهری است که به کیفیت صدای شنیده شده در فضاهای شهری می‌پردازد و متأثر از شاخصه‌های متعددی است. یکی از این شاخصه‌ها رفتار آکوستیکی فضاست که وابسته به ویژگی‌های محیطی فضاست. تراز فشار صوت و زمان واخنش (پایداری صدا پس از تولید صدا) دو مؤلفه‌ای هستند که روش‌کننده رفتار آکوستیکی فضاهای هستند. کیفیت ادراکی مناظر صوتی نیز با ارزیابی‌های ذهنی مشخص می‌گردد. چگونگی اثرباری ویژگی‌های محیطی در رفتار آکوستیکی راسته بازارهای بازار تبریز و تأثیر آن در کیفیت مناظر صوتی راسته بازارها، مسئله‌ای است که پژوهش پیش رو به آن می‌پردازد. در این تحقیق با اتخاذ روش کمی-کیفی براساس ارزیابی‌های عینی، رفتار آکوستیکی راسته بازارها و عوامل مؤثر بر آن مشخص شده و با ارزیابی‌های ذهنی، مطلوبیت مناظر صوتی راسته بازارها روش شده است. ارزیابی‌های عینی بر مبنای اندازه‌گیری تراز فشار صوت و زمان واخنش و ارزیابی ذهنی براساس پرسشنامه توصیفی منظر صوتی انجام پذیرفته است. نتایج نشان داد، فضاهایی مانند راسته بازارها که در طول آنها فرم کالبدی و مصالح یکسان است، رفتار آکوستیکی ثابتی بروز می‌دهند. در صورتی که این تجانس با تغییرات کالبدی از قبیل تغییر در محور فضا و الحاق فضایی به مثابه کواک همراه باشد، رفتار آکوستیکی و صدای شنیده شده دستخوش تغییر می‌گردد. همچنین با کاهش شدت صدا، آسایش صوتی الزاماً افزایش پیدا نمی‌کند. حتی در فضاهای آرام شهری که تراز فشار صوت پایین است، با بروز پدیده اختلاف تراز فشار صوت، آرامش و کیفیت منظر صوتی افت پیدامی کند. در واقع تعیت صرف از مقادیر استاندارد برای آرامش صوتی کافی نیست. مقادیر تراز فشار صوت و زمان واخنش که نشان‌دهنده رفتار آکوستیکی فضاه استند، می‌توانند به نحوی در ارزیابی افراد از منظر صوتی دخیل باشند، ولی به تنهایی نمی‌توانند مبنای سنجش کیفیت منظر صوتی باشند. ویژگی‌ها و کیفیات محیطی فضاهای از قبیل نورپردازی، میزان ازدحام و جذابیت کالاهای عرضه شده در راسته بازار تأثیر مستقیم در خوشایندی منظر صوتی دارد.

واژگان کلیدی: منظر صوتی شهر، رفتار آکوستیکی، تراز فشار صوت، زمان واخنش، راسته بازار، بازار تبریز.

نکات بر جسته

- در فضاهایی مانند راسته بازارها که در طول آنها فرم کالبدی و مصالح یکسان است، رفتار آکوستیکی ثابتی بروز پیدامی کند.
- با کاهش شدت صدا، آسایش صوتی الزاماً افزایش پیدا نمی‌کند.
- در فضاهای آرام شهری که تراز فشار صوت پایین است، پدیده اختلاف تراز فشار صوت، آرامش و کیفیت منظر صوتی را کاهش می‌دهد.
- برای رسیدن آرامش صوتی در فضای شهری، تعیت صرف از مقادیر استاندارد تراز فشار صوت و زمان واخنش کافی نیست.
- ویژگی‌ها و کیفیات محیطی فضاهای تأثیر مستقیم در خوشایندی منظر صوتی دارد.

۱ این مقاله از ساله دکتری شهرسازی با عنوان «تبیین مطلوبیت منظر صوتی در فضاهای شهر اسلامی، نمونه مورد مطالعه: بازار تبریز» استخراج شده که به وسیله نویسنده سوم و با راهنمایی نویسنده اول و نویسنده دوم در دانشگاه هنر اسلامی تبریز دفاع شده است.
 ۲ نویسنده مسئول مقاله: ghaffari@tabriziau.ac.ir

(Standardization, 2014). منظر صوتی با ادراک انسان از محیط صوتی معنا می‌یابد و همواره در ارتباط تنگاتنگ با ویژگی‌های بستر، زمان، مکان و فعالیت خاص است (Brown, 2010, 2011; Maculewicz, 2011; Erkut, & Serafin, 2016).

یکی از مؤلفه‌هایی که در نحوه درک کردن صدای محیط اثرمی‌گذارد، میزان تراکم جمعیت حاضر در فضاهای شهری است. چرا که حضور جمعیت، نوع به خصوصی از منبع صوتی است (Crisler, 1976). علاوه بر این، جمعیت انسانی نقشی به عنوان جاذب صوت هم ایفا می‌کند (Long, 2005). بنابراین حجم جمعیت حاضر در فضای تواند بر نحوه ادراک محیط صوتی و کیفیت منظر صوتی مؤثر باشد (Meng & Kang, 2015). مطالعات نشان داده‌اند بین حجم جمعیت و سطح صدا در فضاهای عمومی شهری رابطه‌ای قوی برقرار است (Hayne, Rumble, Hayne, Rumble, & Mee, 2011; Hayne, Taylor, Rumble, & Mee, 2006; Meng & Kang, 2015).

مؤلفه‌های بصری و منظر دیداری، بیش از ویژگی‌های فردی و همچنین عملکرد فضای بروی چگونگی تجربه منظر صوتی تأثیرگذارند (Liu, Kang, Luo, & Behm, 2013). بنابراین در مطالعات این حوزه همواره باید توجه گردد که نحوه ادراک منظر صوتی و مطلوبیت آن، با ویژگی‌های منظر از جمله کیفیت زیبایی شناسی فضا، سادگی و حسن مخصوصیت ارتباط نزدیکی دارد (Jeon & Hong, 2015).

علاوه بر مؤلفه‌هایی که مطرح شد، آنچه در شمار بسیاری از تحقیقات مورد تأکید قرار می‌گیرد، توجه به رابطه بین تراز فشار صوت^۱ و آسایش صوتی^۲، ارتباط بین حضور منابع صوتی و ترجیحات صوتی افراد و نیز رابطه بین رفتار آکوستیکی فضای میزان دلپذیری منظر صوتی است.

آسایش صوتی شاخص پایه در مطلوبیت منظر صوتی به شمار می‌رود و با بلندی صدای محیط در ارتباط مستقیم قرار می‌گیرد. بلندی صدای درک شده^۳، در واقع مؤلفه‌ای ادراکی است که معادل ذهنی تراز فشار صوت بوده که به دو متغیر وابسته است؛ شدت صدای تولید شده توسط منابع صوتی حاضر و رفتار آکوستیکی فضای که سبب تشدید یا تضعیف امواج صوتی می‌گردد. زمان واخنش مؤلفه‌ای آکوستیکی است که تا حد زیادی رفتار آکوستیکی فضای روشن می‌کند. زمان واخنش مدت زمانی است که پس از قطع منبع صدا، تراز فشار صوت ۶dB افت کند (Ghiabaklou, 2018).

در فضاهای با کاربری مختلف، مقادیر استاندارد تراز فشار صوت و زمان واخنش متغیر است. طبق مقررات ملی ساختمان ایران (۱۳۹۶)، حداقل اندازه تراز نوفه زمینه مجاز در فروشگاه‌ها، بازارچه‌ها و مراکز تجاری سریوشیده ۴۰ دسی‌بل است. همین سازمان زمان واخنش بهینه برای این فضاهای دو ثانیه تعیین کرده است. زمانی که اندازه

5 speech articulation

6 Reverberation Time (RT)

7 Sound Pressure Level (SPL)

8 Sonic comfort

9 Perceived Sound Loudness

۱. مقدمه

در دهه‌های پیشین مختصان حوزه آکوستیک، فراتر از توجه به مسائل کمی صوت، بر کیفیت صدای شنیده شده به وسیله انسان‌ها تمکن‌داشته‌اند. «منظر صوتی»^۱ حوزه جدیدی در مطالعات آکوستیکی است که بر کیفیت ادراکی صدای شنیده شده در فضاهای شهری تکیه دارد. این مفهوم در کنار مؤلفه‌های کمی، بر کیفیت ذهنی و ادراکی تکیه دارد. مؤلفه‌های کمی عمده‌ای شامل آن دسته از مقادیر اندازه‌ای است که وابسته به فیزیک صوت است. ویژگی‌های کالبدی هر فضا سبب می‌شود کالبد فضا در مواجهه با امواج صوتی، رفتار به خصوصی از خود نشان دهد که منجر به تشديد یا تضعیف صدا در فضای گردد. شناسایی این ویژگی‌ها که نشان دهنده رفتار آکوستیکی هر فضاست، از اساسی ترین مسائلی است که باید مورد بررسی قرار گیرد. همچنین از آنجایی که منظر صوتی به کیفیت صدای شنیده شده می‌پردازد، لازم است نحوه ادراک منظر صوتی به وسیله انسان‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. برای رسیدن به این مقصود از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که متدائل‌ترین آن در جامعه آماری با تعداد بالا، پرسشنامه است.

مطالعات منظر صوتی نیازمند بررسی‌های محیطی^۲ و زمینه‌ای^۳ و بررسی تأثیر ویژگی‌های هرسزمنی و بستر فرهنگی آن بر نحوه ادراک منظر صوتی است. با وجود این که نتایج پژوهش‌های پرشماری نشان داده که منظر صوتی باید به صورت محلی بررسی و اجرا شود، اما متأسفانه این مهم در برنامه‌ریزی و طراحی شهرهای کشور ایران، مورد غفلت واقع شده است. بنابراین به نظر ضروری می‌رسد مفاهیم موجود در این حوزه مطالعاتی، بومی‌سازی شده تابا مشخصات خاص شهرهای اسلامی کشور ایران و فضاهای شهری این شهرها همگون و همساز گردد. در این راستا، پژوهش حاضر در پی شناسایی تأثیر کالبد ویژگی‌های فضایی در کیفیت مناظر صوتی فضاهای شهر اسلامی است که به طور خاص به راسته بازارهای بازار تبریز می‌پردازد. بنابراین پرسش‌های تحقیق پیش رو را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

- ۱: ویژگی‌های فضایی راسته بازارهای بازار تبریز چگونه در رفتار آکوستیکی آنها تأثیرگذارند؟
- ۲: چه عواملی در مطلوبیت مناظر صوتی راسته بازارهای بازار تبریز دخیل هستند؟

۲. چارچوب نظری

در راستای مطالعاتی که به کیفیت صدا (فارغ از شدت و بلندی آن) می‌پرداختند، در دهه ۱۹۷۰ طی پژوهشی در خصوص موسیقی معاصر به وسیله آهنگساز کانادایی، موری شافر^۴ در دانشگاه سیمون فریزر در ونکوور، اصطلاح «منظر صوتی» برای نخستین بار مطرح شد (Schafer, 1993). در راستای یکسان‌سازی تعاریف مفهوم منظر صوتی، سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO)، منظر صوتی را این‌گونه تعریف می‌کند: «محیط صوتی درک شده یا تجربه شده و فهمیده شده توسط فرد یا افرادی در بستر» (International Organization for

1 Soundscape

2 Local

3 Contextual

4 R. M. Schafer

۳. روش‌شناسی و جمع‌آوری اطلاعات

۱. روش‌شناسی

پژوهش حاضر در پی کشف رابطه احتمالی موجود بین ویژگی‌های محیطی راسته‌بازارهای بازار تبریز و رفتار آکوستیکی آنها و همچنین ارتباط بین مؤلفه‌های ادراکی و ویژگی‌های فیزیکی صداست. براساس یافته‌ها، کیفیت و مطلوبیت منظر صوتی در فضاهای مورد مطالعه تبیین می‌گردد. برای رسیدن به این هدف، جمع‌آوری داده‌های کمی و کیفی، تحلیل یافته‌ها و درنهایت تلفیق آنها لازم است. بنابراین با توجه به ماهیت موضوع و هدف تحقیق، برای انجام این پژوهش، اتخاذ روش کمی-کیفی به عنوان روش بهینه پیشنهاد می‌گردد.

داده‌های تحقیق، به طور کلی در دو دسته کمی و کیفی قابل دسته‌بندی هستند که نحوه جمع‌آوری هر دو قسم از داده‌ها به صورت تجربی صورت پذیرفته است. تراز فشار صوت و زمان واخنش، دو مؤلفه کمی ارزیابی شده در پژوهش برای روش شدن رفتار آکوستیکی فضاهای هستند. تراز فشار صوت با استفاده از دوربین آکوستیکی^۱ و زمان واخنش با صوت سنج B&K 2260^۲ به تفکیک فرکانس‌ها برداشت شده است. داده‌های کیفی، مبین وضعیت ادراکی افراد حاضر در فضا از منظر صوتی است که از طریق پرسشنامه جمع‌آوری و تحلیل شده است.

پرسشنامه مورد استفاده در تحقیق، به ارزیابی ذهنی از آسایش صوتی، میزان بلندی صدا، نحوه توصیف مناظر صوتی و ترجیحات صوتی افراد حاضر در راسته‌بازارها پرداخته است. تحلیل‌های آماری مستخرج از پرسشنامه‌ها، گویای وضعیت ادراکی منظر صوتی راسته‌بازارها زدیگاه افراد است و در تطبیق با تحلیل وضعیت آکوستیکی راسته‌بازارها قرار می‌گیرد. در این مرحله مشخص می‌گردد که مقادیر عینی تراز فشار صوت و زمان واخنش که نشان‌گر رفتار آکوستیکی راسته‌بازارهاست، با ارزیابی ذهنی افراد از آسایش صوتی، بلندی صدا و کیفیت منظر صوتی تا چه حد مطابق است. همچنین روشن می‌گردد تطابق و یا عدم تطابق احتمالی و به طور کلی عوامل دخیل در مطلوبیت مناظر صوتی راسته‌بازارهای تبریز، تحت تأثیر چه عواملی قرار گرفته است. مدل تحقیق در تصویرشماره ۱ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱: عوامل مؤثر بر رفتار آکوستیکی فضاهای خردمقیاس شهری

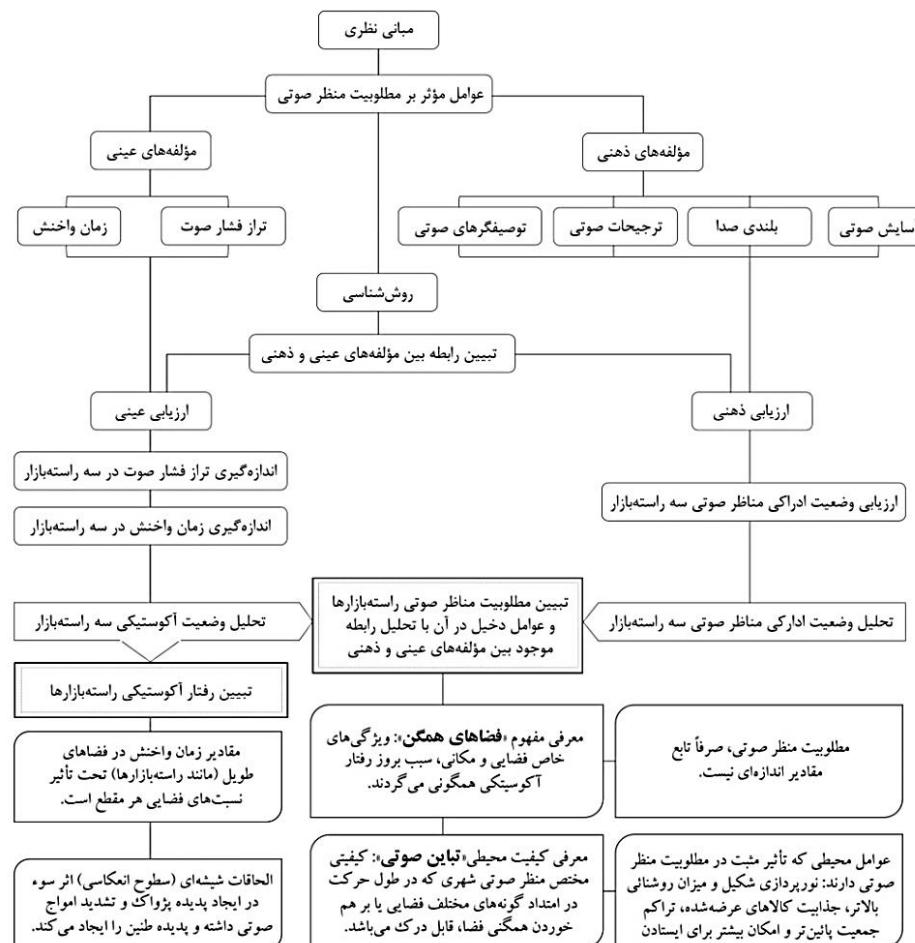
منبع	معیار	شاخص
(Long, 2005)	حجم	خصوصیات متربک
(F. Liu & Kang, 2018)	ابعاد و اندازه	
(de la Prida, Pedrero, Navacerrada, & Díaz, 2019)	تناسبات فضایی	
(F. Liu & Kang, 2018)	محصوریت	
(Hornikx, 2016)	مصالح	پوسته‌ها
	هندرسه	
	مصالح	
	هندرسه	
(Ariza-Villaverde, Jiménez-Hornero, & De Ravé, 2014)	ابعاد و اندازه	موانع فیزیکی
(Hornikx, 2009)	مصالح	
(Yang et al., 2017)	موقعیت قرارگیری نسبت به منبع صوتی و شنونده	
(X. Zhang, Ba, Kang, & Meng, 2018)	شدت صدا	منابع صوتی
(Morillas, Escobar, & Gozalo, 2013)	طیف فرکانسی	

1 Soundscape descriptors

2 ACAM 100 Acoustic Camera

3 Brüel & Kjaer 2260

دوربین آکوستیکی و صوت سنج B&K 2260 در بین دانشگاه‌های کشور انحصاراً در دانشگاه هنر اسلامی تبریز موجود بوده و در پژوهش‌های حوزه آکوستیک و منظر صوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



تصویر شماره ۱: مدل تحقیق

۳.۲. موقعیت مورد مطالعه

منظر صوتی بازار تبریز واحد ویژگی‌های خاصی است. عدم حضور ترافیک شهری و نووفه آن در بازار یکی از برجسته‌ترین ویژگی‌های آن است. گستردگی بودن و پهنه وسیع بازار سبب شده که فضاهای مرکزی عاری از هرگونه نووفه معمول شهرهای صنعتی باشند. منابع صوتی غالب در فضاهای مختلف، عموماً همهمه صدای انسانی در فضاهای سرپوشیده از جمله راسته بازارهاست. تصویر شماره ۲ موقعیت قرارگیری بازار سرپوشیده تبریز را در شهر و نسبت آن به خیابان‌های اصلی مجاور نشان می‌دهد.

۳.۳. انتخاب فضاهای مورد مطالعه

راسته بازارها اصلی ترین گونه فضایی واقع در بازار تبریز هستند که ستون فقرات بازار به شمار می‌رسند. در این پژوهش سه مورد از آنها به عنوان نمونه‌های موردی در نظر گرفته شده‌اند. انتخاب راسته بازارها مورد مطالعه بر اساس سه مبنای انجام پذیرفته است. نخست آن که راسته بازارهای مورد نظر به لحاظ فاصله از خیابان‌های پرازدحام مجاور، وضعیت متفاوتی داشته باشند تا اثر احتمالی همچوواری با خیابان و صدای آن در مناظر صوتی آنها بررسی شود. در تصویر شماره ۳ موقعیت قرارگیری سه راسته بازار قابل مشاهده است.



تصویر شماره ۳: موقعیت قرارگیری سه راسته بازار مورد مطالعه در بازار بزرگ تبریز



تصویر شماره ۲: موقعیت قرارگیری بازار سرپوشیده تبریز در شهر

پرازدحام‌ترین و سراجان وضعیتی میانه دارد. در جدول شماره ۲ نقشه‌های سه راسته بازار مورد مطالعه و ویژگی‌های کالبدی و محیطی آنها به تفصیل بیان شده است.

۳.۴. جمع‌آوری اطلاعات

۳.۴.۱. برداشت داده‌های عینی

در تحقیق حاضر، تراز فشار صوت و زمان واخنش به عنوان مؤلفه‌های اندازه‌ای آکوستیکی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند که در ادامه نحوه برداشت هریک تشریح می‌گردد.

دومین مبنای انتخاب، شاخص حجم است. طبق نظریات سایین^۱ و ایرینگ^۲ که از پایه‌گذاران معادلات کمی صوت و آکوستیک هستند، شاخص حجم، از اصلی‌ترین شاخص‌های مطالعات آکوستیک است. سومین معیار، میزان ازدحام جمعیت در ساعت پیک در راسته بازارهاست. بنابراین سه راسته بازار با حجم کوچک، متوسط و بزرگ انتخاب شده‌اند؛ راسته بازار امیر با حجم بالا در حوزه بالاً‌فصل خیابان جمهوری با ازدحام کم، راسته بازار سراجان با حجم میانه در قلب بازار و با ازدحام متوسط و راسته بازار بلورفروشان (قیزبندی بازار) با حجم پایین و در مرکز بازار و با ازدحام بالا جمعیت. در واقع راسته بازار امیر از لحاظ تراکم جمعیت، کم ازدحام‌ترین، بلورفروشان،

جدول شماره ۲: ویژگی‌های کالبدی و محیطی راسته بازارهای مورد مطالعه (نقشه‌ها: مهندسین مشاور عمارت خورشید)

ردیف	موقعیت در بازار	موقعیت SPL	موقعیت RT	پلان و موقعیت‌های اندازه‌گیری	مقاطع	ابعاد
(۱)	جهم	نسبت عرض به ارتفاع	۱/۵	مصالح تشکیل‌دهنده جداره‌ها آجر با بندکنی گچی	میزان تراکم جمعیت کم	عرض ۴/۵ متر ارتفاع ۶/۵ متر
(۲)	۴۰۵۷ مترمکعب	نسبت عرض به ارتفاع	۱/۵	مصالح تشکیل‌دهنده جداره‌ها آجر با بندکنی گچی	میزان تراکم جمعیت کم	طول ۱۳۷ متر عرض ۴/۵ متر ارتفاع ۶/۵ متر
(۳)	۳۱۷۲ مترمکعب	نسبت عرض به ارتفاع	۱/۵	مصالح تشکیل‌دهنده جداره‌ها آجر با بندکنی گچی	میزان تراکم جمعیت کم	طول ۱۲۲ متر عرض ۴ متر ارتفاع ۶/۵ متر
(۴)	۲۹۹۵ مترمکعب	نسبت عرض به ارتفاع	۱/۱	مصالح تشکیل‌دهنده جداره‌ها آجر با بندکنی گچی	میزان تراکم جمعیت فرش، پرده، منسوجات	عرض ۴ متر ارتفاع ۸ متر

2 Wallace Clement Sabine

معادله سایین برای محاسبه زمان واخنش (Office of National Building Regulations, 2017)

$$T = \frac{0.16 V}{4mT + A}$$

3 Carl Ferdinand Eyring

معادله ایرینگ برای محاسبه زمان واخنش (Office of National Building Regulations, 2017)

$$T = \frac{0.16V}{4mV - S \ln(1 - \alpha)}$$

در دو رابطه فوق؛ T: زمان واخنش بر حسب ثانیه / S: مجموعه سطوح اتاق بر حسب مترمکعب / V: حجم فضای بر حسب مترمکعب / A: سطح معادل جذب‌کننده‌های اتاق بر حسب مترمکعب / m: جذب طولی هوا بر حسب متر به توان منفی یک / α: ضریب جذب میانگین اتاق / ln: لگاریتم در پایه e

۴. یافته‌های حاصل از پژوهش (SPL)

۱. یافته‌های عینی

در راستای تبیین رفتار آکوستیکی سه راسته بازار امیر، سراجان و بلورفروشان، دو مؤلفه تراز فشار صوت و زمان واخنش به عنوان متغیرهای عینی اندازه‌گیری شده‌اند که اطلاعات و تحلیل‌های مربوط به هریک در ادامه تشریح می‌گردد.

۲. تراز فشار صوت

مقادیر تراز فشار صوت در هر یک از راسته بازارها در نقاط مفصلی و چارسوق‌ها توسط دوربین آکوستیکی اندازه‌گیری شده که در فرکانس‌های مختلف قابل بررسی است. در هر یک از راسته بازارها مقادیر میانگین تراز فشار صوت به تفکیک فرکانس محاسبه شده و نمودارهای هر یک در تطبیق آن با نمودار نرمال همترازی بلندی صدا^۳ (2011) Barr & Buckley ترسیم شده است. گراف‌های مربوط به مقادیر تراز فشار صوت در سه راسته بازار امیر (A)، سراجان (B) و بلورفروشان (C) نسبت به نمودار همترازی صدا در تصویر شماره^۴ ترسیم شده است.

با تطبیق مقادیر تراز فشار صوت در راسته بازار امیر با نمودار نرمال همترازی بلندی صدا مشاهده می‌گردد که صدایها با فرکانس کمتر از ۹۰ هرتز خارج در محدوده شناوی انسان هستند و در واقع شنیده نمی‌شوند. از فرکانس ۹۰ تا ۱۰ هزار هرتز، صدایها در محدوده شناوی انسان قرار گرفته‌اند. به غیر از محدوده ۳۰۰ تا حدود ۱۷۰۰ همگی فرکانس‌ها هرتز شدتی کمتر از ۴۰ فون دارند. محدوده یادشده، فرکانس‌های مربوط به گفتار انسانی را شامل می‌گردد. این مسئله نشان می‌دهد که گفتار انسانی، صدای غالب در راسته بازار امیر است که به صورت همهمه ادراک می‌گردد. بیشترین تراز فشار صوت مربوط به فرکانس ۵۰۰ هرتزو برابر با ۵۳ دسی‌بل است که تقریباً معادل ۵۲ فون است. این میزان تراز، صدایی معادل یک جوی آب آرام است (Ghiabaklou, 2018) و برهمنزende آسایش انسانی نیست و فاصله زیادی با آستانه دردناکی دارد. بنابراین می‌توان اذعان کرد به لحاظ آسایش صوتی، راسته بازار امیر فضایی آرام (Ibid) است.

گراف مربوط به میانگین مقادیر تراز فشار صوت راسته بازار سراجان، در فرکانس ۱۰۰ هرتز با گراف نرمال، تداخل دارد. این بدان مفهوم است که صدایی زیر کمتر از ۱۰ هرتز در این راسته بازار شنیده نمی‌شود. فواصل ۱۰۰ تا ۱۵۰ هرتزو ۸ تا ۱۰ هزار هرتز نیز کمتر از ۱۰ فون هستند که به سختی قابل شنیدن هستند. بیشترین مقادیر مربوط به محدوده ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ هرتز است که بیش از ۴۰ فون و کمتر از ۴۷ فون است. این محدوده متعلق به بازه صدای انسانی است که نشان می‌دهد صدای غالب در راسته بازار سراجان نیاز از جنس گفتار است. بیشترین مقدار تراز فشار صوت در راسته بازار سراجان ۴۷ دسی‌بل در فرکانس ۶۰۰ هرتز است و صدایی معادل جوی آب آرام (Ibid) به شمارمی‌رود. تحلیل مقادیر تراز فشار صوت راسته بازار سراجان در پرازدحام‌ترین ساعات نشانگر این است که این راسته بازار از لحاظ آسایش صوتی، در زمرة فضاهای کاملاً آسوده و آرام قرار می‌گیرد.

تراز فشار صوت، به لحاظ فیزیکی، اندازه لگاریتمی فشار صوت مؤثر صدا نسبت به اندازه مرجع است (Farina, 2013). اندازه مرجع، مجموعه آستانه شناوی انسان برای یک فرد جوان در بسامد هزار هرتز است. تراز فشار صوت به لحاظ ادراکی، با مفهوم بلندی صدا در ارتباط است (Long, 2005). دوربین آکوستیکی یکی از ابزار کارآمدی است که از محیط تصویربرداری صوتی کرده و در بازه‌های فرکانسی مختلف، تراز فشار صوت را اندازه گیری می‌کند. در این پژوهش از دوربین آکوستیکی ACAM 100 Acoustic Camera برای اندازه گیری صوتی طی برداشت‌های راسته بازارها استفاده شده که با تصویربرداری صوتی طی برداشت‌های یک دقیقه‌ای انجام پذیرفته است. این دستگاه شامل چهل میکروفون صوتی، یک دوربین نوری و رابطه‌های متصل شونده به رایانه است.

۳. زمان واخنش (RT)

زمان واخنش در نقاط مرکزی راسته بازارها به تفکیک طیف فرکانسی اندازه گیری شده و عواملی که در رفتار آکوستیکی هر فضا به طرقی دخیل هستند، در هریک از راسته بازارهای صورت مجزا شناسایی شده اند. برای اندازه گیری زمان واخنش، از مجموعه بلندگوی چندوجهی^۱، آمپلی فایر^۲ و صوت سنج 2260 B&K استفاده شده است.

۴. برداشت داده‌های ذهنی

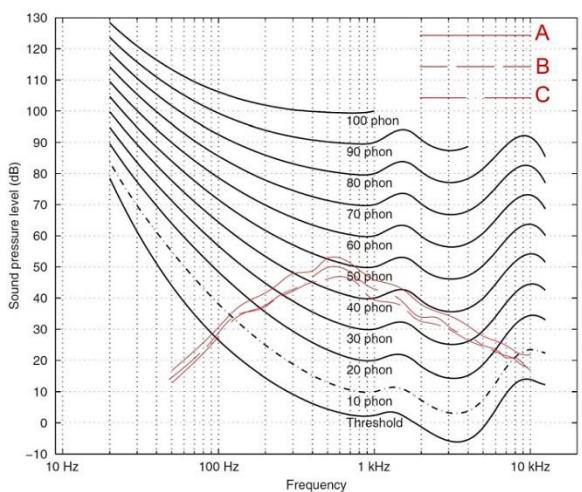
شمایر زیادی از محققان با استفاده از ارزیابی‌های روان شناختی، به بررسی وضعیت ادراکی منظر صوتی پرداخته‌اند. از جمله مؤلفه‌های ادراکی صدا می‌توان به خوشایندی، خاطره‌انگیزی، احساس امنیت، بلندی صدای و آسایش صوتی اشاره کرد. انواع منابع صوتی نیز در رابطه با مؤلفه‌های ادراکی صدا هستند (Axelsson, Nilsson, & Berglund, 2010).

در تحقیق حاضر، چهار مؤلفه ذهنی منظر صوتی از طریق پرسشنامه در طیف پنج‌تایی لیکرت ارزیابی شده که عبارتند از بلندی صدا، آسایش صوتی، ترجیحات صوتی و توصیفگرهای منظر صوتی که خود شامل هفت توصیفگر است. توصیفگرهای منظر صوتی که شامل جفت صفت‌های متضاد با هم هستند، عبارتند از جالب/ خسته‌کننده، دوست‌داشتنی/ بیزارکننده، خوشایند/ ناخوشایند، قشنگ/ زشت، امن (آسودگی)/ نامن (ترس)، اتزیزی بخش/ کسل‌کننده و پژواک/ میرا. ارزیابی افراد از رغبت برای شنیدن یا شنیدن یک صدای به خصوص، با علامت زدن بین گزینه‌ها (خیلی خوشایند، خوشایند، معمولی، آزاردهنده و خیلی آزاردهنده) در مقابل هر منبع صوتی صورت می‌گیرد که نشانگر ترجیحات صوتی هر راسته بازار است.

روایی پرسشنامه با پیش‌آزمونی با تعداد ۴۰ نمونه بررسی و آلفای کرونباخ ۰/۹۱۳ محاسبه شده است. تعداد افرادی که در هر فضا (هر راسته بازار) پرسشنامه را پر کرده‌اند، با استفاده از جدول مورگان در ساعت پیک حضور افراد مقرر شده است. ساعت پیک با حضور محقق در محل و مشاهده و پرسش از کسبه بازار مشخص شده است. بدین ترتیب در راسته بازار امیر (فضای بزرگ) ۴۷ نفر، راسته بازار سراجان (فضای میانی) ۵۴ نفر و راسته بازار بلورفروشان (فضای کوچک) ۶۴ نفر مورد آزمون قرار گرفته‌اند.

1 BAS001 Omni directional Source

2 Amplifier



تصویر شماره ۴: تراز فشار صوت در راسته بازار امیر (A)، سراجان (B) و بلورفروشان (C) نسبت به نمودار همترازی صدا

ناحیه مسکونی بدون ترافیک و جوی آب آرام (Ibid) است.

۴.۱.۲. زمان واخنش

موقعیت استقرار منبع صوتی در راسته بازار امیر برای اندازه‌گیری زمان واخنش، چهارسوقی است که راسته بازار امیر را از طریق دو دالان به راسته بازار امیر پشتی و سرای امیر متصل می‌کند. اندازه‌گیری زمان واخنش دریک موقعیت بالاصله از بلندگو و دو حالت فاصله ۱۲ متری به سمت شمال و جنوب در امتداد محور راسته بازار انجام پذیرفته است. در جدول شماره ۳ مقادیر زمان واخنش در موقعیت‌های مختلف نشان داده شده است.

تداخل گراف مربوط به میانگین مقادیر تراز فشار صوت در راسته بازار بلورفروشان با نمودار نرمال، حاکی از آن است که صدای امیر که فرکانس آنها کمتر از ۱۰۵ هرتز است، شنیده نمی‌شوند و صدای امیر که فرکانس آنها در بازه ۱۰۰ تا ۱۳۰ و ۸ تا ۹ هزار قرار گرفته، به سختی شنیدن هستند. بیشترین تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده در این راسته بازار، ۵۰ دسیبل در فرکانس ۵۰۰ و ۶۰۰ هرتز است. به صورت کلی، مقادیر بالای ۴۰ فون مربوط به بازه فرکانسی ۳۸۰ تا ۱۴۰۰ هرتز است که مربوط به صدای گفتار انسان است و شدتی کمتر از ۵ فون دارد. با این تحلیل می‌توان گفت راسته بازار بلورفروشان نیز جزو فضاهای آرام و آسوده به شمار می‌آید که شدت صدای شنیده شده در آن چیزی مابین صدای

جدول شماره ۳: مقادیر زمان واخنش در راسته بازار امیر

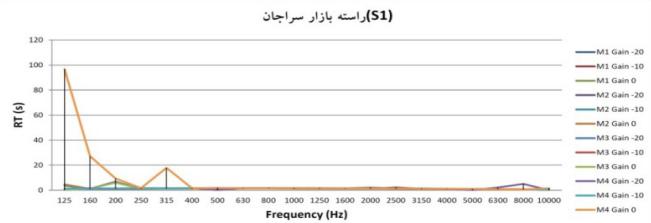
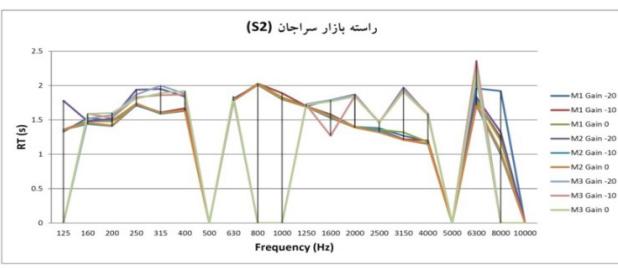
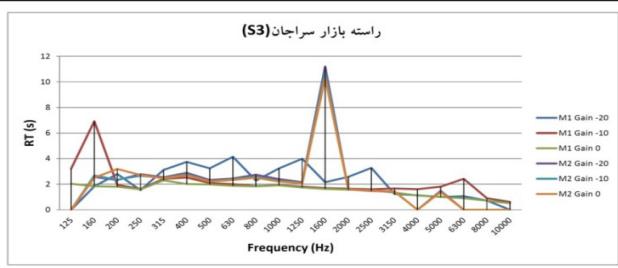
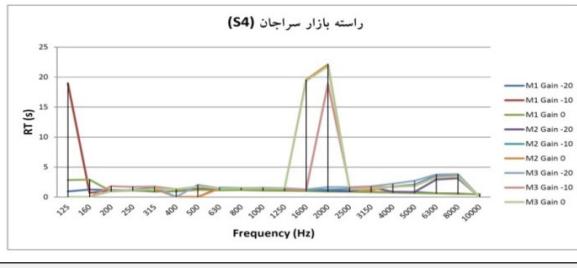
نمودار مقادیر زمان واخنش به تفکیک فرکانس	نقاط استقرار بلندگو و صوت سنج
<p>راسته بازار امیر</p>	
توضیحات	
<ul style="list-style-type: none"> - گنبد پوشاننده چهارسوق، در حبس فرکانس‌ها تأثیر کاملاً مشخصی دارد. - زمان واخنش در برخی فرکانس‌های زیر به علت تأثیر شیشه‌های ویترین‌های حجره‌ها به طرز غیرقابل قبولی بالا می‌رود. 	
زن و واخنش در راسته بازار امیر	

ایجاد همهمه و نوافه حاصل از فعالیت‌های انسانی و گفت‌وگو شود؛ اما این مسئله به شدت تحت تأثیر حضور عناصر جدید و الحاقی در فضا قرار گرفته است.

به علت واقع شدن بیچی که در انتهای راسته بازار سراجان قرار دارد و برای روشن شدن تأثیر آن بر رفتار آکوستیکی این راسته بازار، در چهار نقطه از این فضا بلندگو استقرار یافته و در حالات مختلف اندازه‌گیری زمان واخنش انجام پذیرفته است. در جدول شماره ۴ نمودارهای مقادیر زمان واخنش راسته بازار سراجان قابل مشاهده است.

نمودار مقادیر زمان واخنش در راسته بازار امیر به روشنی مشخص می‌کند که نابسامانی‌هایی که ویترین‌های شیشه‌ای در کالبد راسته بازار ایجاد کرده‌اند، باعث شده که زمان واخنش در راسته بازار امیر از الگوی مشخص و قابل پیش‌بینی تبعیت نکند. شیشه از جمله مصالحی است که به شدت باعث پخشایش صدا در محیط می‌گردد. خصوصاً زمانی که استفاده از آن، تابع نظم مشخصی نباشد، باعث ایجاد وضعیت نامشخص در نمودارهای زمان واخنش فضای می‌گردد. در واقع کالبد اصلی راسته بازار طوری است که به لحاظ فرم و مصالح می‌تواند رفتار آکوستیکی مناسبی را ایجاد کند و با حبس فرکانس‌های صدا، مانع از

جدول شماره ۴: مقادیر زمان واخشنش در راسته بازار سراجان

نمودار مقادیر زمان واخشنش به تفکیک فرکانس	نقاط استقرار بلندگو و صوت سنج	زمان واخشنش در راسته بازار سراجان (۱)
 <p>راسته بازار سراجان (S1)</p>		
<p>توضیحات</p> <ul style="list-style-type: none"> - در دو حالت مشابه که صوت سنج در فواصل یکسان از منبع صوتی قرار گرفته، مقادیر زمان واخشن تقریباً یکسان است. در واقع فضای رفتار مشابهی را نشان می‌دهد. - خصوصیات محیطی این راسته بازار در راستای حذف امواج صوتی از طریق حبس فرکانسی در حفره‌ها و کاواهای فضاعمل می‌کند. 		
<p>نمودار مقادیر زمان واخشنش به تفکیک فرکانس</p>  <p>راسته بازار سراجان (S2)</p>	<p>نقاط استقرار بلندگو و صوت سنج</p> 	زمان واخشنش در راسته بازار سراجان (۲)
<p>توضیحات</p> <ul style="list-style-type: none"> - تغییرات کالبدی در قالب انحنا و پیچ در مسیرها، سبب می‌شود رفتار آکوستیکی فضاهم تغییر کند. در واقع آشتفتگی مشاهده شده ناشی از تغییرات شدید در نظم والگوی مشخص کالبد راسته بازار است. 		
<p>نمودار مقادیر زمان واخشنش به تفکیک فرکانس</p>  <p>راسته بازار سراجان (S3)</p>	<p>نقاط استقرار بلندگو و صوت سنج</p> 	زمان واخشنش در راسته بازار سراجان (۳)
<p>توضیحات</p> <ul style="list-style-type: none"> - نموداری دندانه‌ای فرکانس ۲۵۰ تا ۲۵۰ هرتز نشان می‌دهد، در این بازه فرکانسی درشدت پایین، رفتار فضای ایجاد پیش‌بینی نیست. - چهارسوق، در هرسه شدت صدا، سه فرکانس از امواج صوتی ساطع شده از ابتدای بازار کاغذفروشان را به طور کامل حذف کرده است. 		
<p>نمودار مقادیر زمان واخشنش به تفکیک فرکانس</p>  <p>راسته بازار سراجان (S4)</p>	<p>نقاط استقرار بلندگو و صوت سنج</p> 	زمان واخشنش در راسته بازار سراجان (۴)
<p>توضیحات</p> <ul style="list-style-type: none"> - در صدای بسیار زیر، پدیده تشدید صدا مشاهده می‌شود. ولی از آنجایی که در شرایط واقعی شدت صدای زیر در راسته بازار بسیار پایین است، همهمه‌ای ناشی از صدای با فرکانس پایین ایجاد نمی‌شود. - در دو سوی راسته بازار سراجان، در حالتی که منبع صوتی و گیرنده صدا بسیار نزدیک به هم هستند، رفتار آکوستیکی کاملاً مشابه به هم است. 		

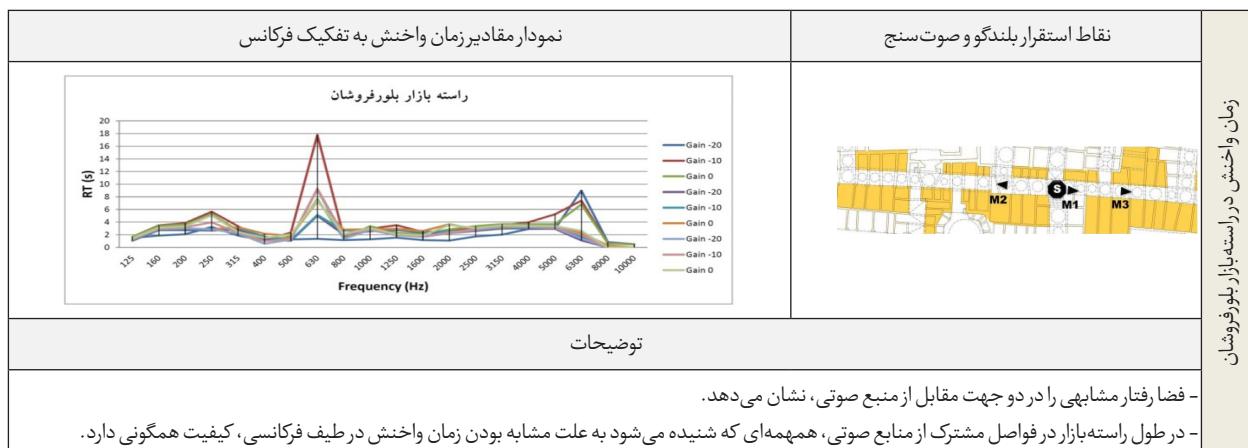
امواج صوتی نیز دچار تغییر گردید. مقایسه دو مقادیر زمان واخنش در دو نقطه اندازه‌گیری که ابتدای انحنا و نقطه انتهای خارج از انحنای راشامل می‌شود، نشانگر این است که تغییرات عمده در کالبد فضای به طور کاملاً واضح و مشخص بر رفتار آکوستیکی فضای تأثیر می‌گذارد. به عبارتی میزان پژواک در طول مسیر متفاوت بوده و بالتبغ همهمه شنیده شده کمتر و یا بیشتر احساس می‌شود. از طرفی به علت این که پدیده پژواک در خصوص همه فرکانس‌های مسیر نیز یکسان نیست، جنس همهمه شنیده شده (بم) یا زیر نیز متفاوت است.

محل استقرار منبع صوتی در راسته بازار بلورفروشان در مفصلی است که راسته بازار را به دالان قندفروشان و دالان منتهی به کاروانسرای گرجی لر متصل می‌کند. در جدول شماره ۵ مقادیر زمان واخنش این راسته قابل مشاهده است.

یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های انجام شده حاکی از آن است که در تمامی شدت صداها و در فواصل مختلف از منبع صوتی در هر دو جهت، رفتار آکوستیکی فضای یکسان و درجهت حذف و تضعیف امواج صوتی، به خصوص فرکانس‌های بالاست. در برخی از فرکانس‌های زیر، تشید صدام مشاهده می‌گردد که به علت کم بودن شدت آنها در روابط واقعی، قادر به ایجاد پژواک و همهمه در راسته بازار نیستند. در واقع در طول راسته بازار در فواصل مشترک از منابع صوتی، همهمه شنیده شده کیفیت یکسانی دارد. چرا که اندازه زمان واخنش در طیف فرکانسی تقریباً یکسان است.

در سراسر راسته بازار سراجان، شکل و مصالح تشکیل دهنده پوسته فضا یکسان بوده و فرم کلی آن، تکرار مدولار و منظمی از طاق و گنبدهاست. ولی پیچی که در انتهای این بازار قرار دارد، این الگوی تکرارشونده را دستخوش تغییر جدی می‌کند. در واقع بر هم خوردن نظم مدولار در یک فضای همگن، باعث می‌شود رفتار یکنواخت فضای در مواجهه با

جدول شماره ۵: مقادیر زمان واخنش در راسته بازار بلورفروشان



۴.۲. یافته‌های ذهنی

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، در این پژوهش ارزیابی‌های ذهنی بر اساس بلندی [یا آهستگی] ادراکی صدا، آسایش صوتی، هفت توصیفگر منظر صوتی و ترجیحات صوتی انجام گرفته است. در جدول شماره ۶، میانگین امتیازی که آزمون شوندگان در هر راسته بازار به آهستگی صدا، آسایش صوتی، مقبولیت کلی منابع صوتی و هر یک از توصیفگرهای منظر صوتی اختصاص داده‌اند، قابل مشاهده است. در ادامه، مقبولیت منابع صوتی به صورت مجزا در قالب نمودارهای ترجیحات صوتی تشریح می‌گردد.

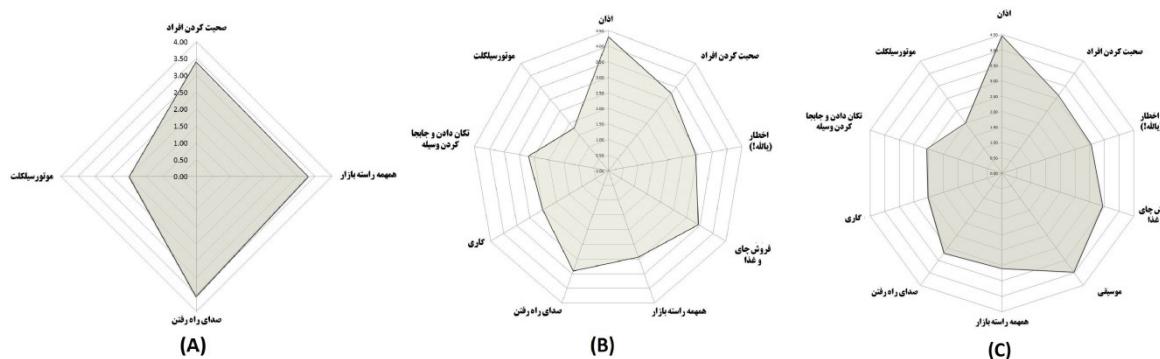
تکرار منظم الگوهای فرمی در راسته بازار بلورفروشان، سبب بروز رفتار آکوستیکی همگون در طول فضای می‌گردد. اندازه‌گیری زمان واخنش در شدت‌های مختلف، نشان می‌دهد که پژواک نسبتاً یکسانی در فرکانس‌های مختلف ایجاد می‌گردد. این مشابهت در حالاتی که فاصله از منبع صوتی یکسان است، بیشتر مشاهده می‌گردد.

با فهمی که از تحلیل اندازه‌گیری‌های زمان واخنش در سه راسته بازار امیر، سراجان و بلورفروشان به دست می‌آید، می‌توان ادعان کرد تکرار مدول‌های فرمی در طراحی راسته بازارهای تواند سبب شکل‌گیری منظر صوتی یکسان در طول مسیر گردد و تغییرات فرمی در پوشش سقف یا جدارهای، باعث ایجاد تنوع و یا تفاوت در همهمه حاضر در صدا گردد.

جدول شماره ۶: میانگین امتیاز آهستگی صدا، آسایش صوتی منظر صوتی به تفکیک راسته بازارها

راسته	آهستگی صدا	آسایش صوتی	منظر صوتی	مقبولیت کلی	منابع صوتی	هر یک از توصیفگرهای منظر صوتی	آهستگی صدا	آسایش صوتی	منظر صوتی	مقبولیت کلی	منابع صوتی	هر یک از توصیفگرهای منظر صوتی
راسته بازار امیر	۳/۱۹	۳/۳۸	۳/۰۶	۳/۰۷	۳/۸۷	۳/۹۷	۴/۱۱	۴/۱۷	۴/۱۵	۳/۸۵	۳/۱۱	۲/۱۱
راسته بازار سراجان	۲/۹۵	۲/۰۸	۳/۰۳	۲/۷۵	۲/۴۳	۳/۰۴	۳/۴۹	۳/۵۴	۳/۰۹	۳/۰۹	۲/۹۱	
راسته بازار بلورفروشان	۳/۰۰	۲/۱۸	۳/۱۴	۲/۴۲	۲/۶۷	۴/۰۲	۲/۶۷	۳/۷۶	۳/۷۶	۳/۲۶	۳/۹۴	

تصویر شماره ۵ ترجیحات صوتی افراد حاضر در راسته بازارهای مورد مطالعه بررسی شده است.



تصویر شماره ۵: ترجیحات صوتی در راسته بازار امیر (A)، سراجان (B) و بلورفروشان (C)

آزاده‌نده تلقی می‌شوند.

در راسته بازار بلورفروشان نیز صداهای پس‌زمینه، صحبت کردن (۳/۱۱)، هم‌همه راسته بازار (۳/۰۸) و راه رفتن (۳/۲۰) که به لحاظ گسترده‌گی صدا، پنهانه‌ای به شمار می‌روند، مقبولیت نسبتاً یکسانی دارند. صداهای نشانه‌ای بالاترین میزان مقبولیت را دارند. در این میان اذان (۴/۴۶) صدای نقطه‌ای و فروش چای و غذا (۳/۴۳) و موسیقی (۳/۹۶) صداهای خطی به شمار می‌روند. صداهای علامتی از کمترین ترجیح صوتی و امتیازات نزدیک به هم برخوردارند. در این میان اختصار یالله (۳/۰۳) و گاری (۲/۵۲) صدای خطی و جایه جایی یا انداختن بار (۲/۵۶) صدای نقطه‌ای به شمار می‌روند.

۵. بحث

۱. تبیین رفتار آکوستیکی راسته بازارها

• گفتار انسانی، صدای غالب راسته بازارهای است و شدت آن الزاماً تابع تراکم جمعیت نیست.

نمودار تراز فشار صوت در راسته بازار امیر (A)، سراجان (B) و بلورفروشان (C) نسبت به نمودار همترازی صدا نشان می‌دهد مقادیر تراز فشار صوت در سه راسته بازار مورد مطالعه، در طیف فرکانسی، الگوی یکسانی در فراز و فرود دارند. در واقع صعودی یا نزولی بودن مقدار SPL در هر بازه، در هر سه راسته بازار یکسان است. در هر سه راسته بازار صداهای زیرتاز از ۱۰۰ هرتز شنیده نمی‌شود و زیرتاز از ۲۰۰ و بیشتر از ۴۰۰ هرتز به سختی شنیده می‌شود. بیشترین مقادیر SPL نیز مربوط به بازه ۱۵۰ هرتز است. بازه فرکانسی ۲۵۰ تا ۴۰۰ هرتز محدوده‌ای است که تراز فشار صوت در آن بین ۳۰ تا ۵۰ فون است که به راحتی شنیده شده و موجب آزار گوش انسان نمی‌شود. این محدوده فرکانسی، بازه گفتار انسانی است که نشان می‌دهد صدای غالب راسته بازارها مربوط به گفتار انسانی بوده که با ارزیابی‌های ذهنی نیز مطابقت دارد. راسته بازار امیر پرسروصداترین و در عین حال کم‌ازدحام‌ترین راسته بازار

۴.۲.۱. ترجیحات صوتی
ترجیحات صوتی بدین مفهوم است که افراد در هر فضا، بنا به اقتضای زمانی و مکانی، ترجیح می‌دهند چه صدایی را بشنوند و یا نشنوند. در

در راسته بازار امیر صدای راه رفتن با امتیاز ۳/۵۵ مطلوب‌ترین صدا و موتورسیکلت با امتیاز ۱/۹۸ نامطلوب‌ترین شناسایی شده است. هم‌همه راسته بازار (۳/۳۰) و صدای صحبت کردن افراد (۳/۴۰) تقريباً از مطلوبیت یکسانی برخوردارند و تفاوت چندانی با مطلوب‌ترین صدا و راه رفتن، ندارند. در واقع سه صدای عمدۀ در راسته بازار (راه رفتن، صحبت کردن و هم‌همه) نسبتاً به یک میزان مقبولیت دارند؛ ولی با آزاده‌نده‌ترین صدای حاضر در راسته بازار (موتورسیکلت) تفاوت چشمگیری دارند.

منابع صوتی حاضر در راسته بازار امیر، چهار منبع عمدۀ هستند. از این میان سه منبع (راه رفتن، صحبت کردن و هم‌همه)، صدای پنهانه‌ای در سراسر راسته بازار ایجاد می‌کنند و میزان مقبولیت یکسانی نیز دارند. در واقع سه صدای عمدۀ فضا، از نوع پنهانه‌ای بوده و صدای پس‌زمینه‌ای^۱ را ایجاد می‌کنند. اما صدای موتورسیکلت یک صدای خطی است که به طور ناگهانی در فضا ایجاد شده و از بین می‌رود. در واقع یک صدای علامتی^۲ است و آزاده‌نده‌ترین صدای حاضر در راسته بازار امیر به شمار می‌رود.

در راسته بازار سراجان اذان با امتیاز ۴/۳۵ مطلوب‌ترین صدا و موتورسیکلت با امتیاز ۱/۷۸ نامطلوب‌ترین شناسایی شده است. در واقع صدای نشانه‌ای^۳ که به لحاظ مذهبی، اجتماعی و فرهنگی نقش‌انگیز است، مطلوب‌ترین صدا و صدای علامتی و بی‌معنا نامطلوب‌ترین تلقی می‌گردد. صداهای پس‌زمینه‌ای راسته بازار صحبت کردن (۳/۲۵)، هم‌همه راسته بازار (۲/۹۳) و راه رفتن (۳/۴۱) از لحاظ مطلوبیت تقريباً در یک وضعیت قرار دارند. صدای خرد چای یا خوارکی نیز یک صدای نشانه‌ای محسوب می‌گردد که تا حدودی (۳/۴۴) مطلوب‌تر از صداهای پس‌زمینه است. صدای اختصار یالله! (۲/۹۴)، صدای گاری (۲/۵۱) و تکان دادن و انداختن وسیله (۲/۶۹) صداهای علامتی هستند که ظهوری ناگهانی به صورت خطی و نقطه‌ای دارند. این صداها امتیازاتی نزدیک به یکدیگر داشته و

1 Keytones (Truax, 1999)

2 Soundsgnal (Truax, 1999)

3 Soundmark (Truax, 1999)

⁴ قرار دادن موسیقی در دسته صداهای خطی به این دلیل است که موسیقی در فضاهای مختلف بازار، نه از نقطه‌ای مشخص، بلکه به وسیله فروشنده‌گان دوره‌گرد آثار موسیقی پخش می‌شود.

راسته بازار بلورفروشان کم حجم ترین راسته بازار مورد مطالعه در این پژوهش است. مقادیر زمان واخنش نسبت به راسته بازار امیر (حجم بالا) به طور مشخصی پایین ترود رحدود سه تا چهار ثانیه است. تطابق نسبی بین افزایش شدت صوت و بیشتر شدن زمان واخنش وجود دارد. رفتار مشابه فضای در طول راسته بازار نشان دهنده تأثیر انتظام فرمی در رفتار آکوستیکی است. اما نکته جالب توجه این است که زمان واخنش در راسته بازار بلورفروشان، بیش از سراجان است؛ با این که حجم بلورفروشان و سراجان کمتر است. این مسئله بار دیگر نشان می دهد در راسته بازارها، اندازه زمان واخنش الزاماً تابع حجم آنها نیست. حجم راسته بازار سراجان و بلورفروشان، اختلاف کمی با یکدیگر دارد؛ اما نسبت ابعاد آنها به هم دیگر کاملاً متفاوت است. دهانه هردو راسته بازار چهار متر است؛ اما طول سراجان ۱۲۲ و بلورفروشان ۸۸ متر و ارتفاع آن دو به ترتیب شش و نیم و هشت متر است. در واقع راسته بازار سراجان نسبت به بلورفروشان طویل تر و بلورفروشان نسبت به سراجان متفاوت است. نسبت عرض به ارتفاع سراجان یک به یک و نیم و بلورفروشان یک به دو است. این تفاوت در تناسب هندسی دور راسته بازار در مقطع عرضی، مسلماً بر نحوه بازگشت امواج صوتی تأثیر می گذارد.

هندسه فضای ابعاد و اندازه آن مشخصاً مستقیماً بر مؤلفه های فیزیکی صوت اثرگذارند. نتایج تحقیقات نیز حاکی از آن است که بین میزان محصوریت، عرض فضای گذری، ارتفاع جداره و آسایش ادراکی صوتی نیز رابطه معناداری برقرار است (Liu & Kang, 2018). با این که تناسبات هندسی راسته بازار سراجان و امیر نزدیک به هم است، زمان واخنش در راسته بازار امیر بسیار بیشتر از بلورفروشان است. علت این مسئله تأثیر سطوح شیشه ای گستردگی در راسته امیر است که سبب می گردد پدیده پژواک در آن بیشتر باشد. آنچه که مسلم است، برتری راسته بازار سراجان (حجم میانه) بردو راسته بازار دیگر از لحاظ مقادیر زمان واخنش است. به صورت کلی با مقایسه مقادیر زمان واخنش در سه راسته بازار امیر، سراجان و بلورفروشان، تأثیر الحالات در زمان واخنش کاملاً مشهود است. زمانی که الحالات انجام شده از مصالحی غیرهمگون و با ضریب جذب پایین و انعکاس بالا تشکیل شده اند، باعث افزایش پدیده پژواک در فضای می گردد.

در راسته بازار سراجان که راسته بازار با حجم میانه محسوب می شود، مقادیر تراز فشار صوت بسیار کمتر (حدود ۱/۵ ثانیه) است که مطلوب محسوب می شود (Office of National Building Regulations, 2017). نمودارهای مربوط به زمان واخنش در این راسته بازار از روند مشخص و قابل پیش بینی تطابق نسبی دارد. به طوری که با افزایش شدت، غالباً زمان واخنش نیز بیشتر می شود. تمامی عواملی که مورد بررسی قرار گرفت، در اندازه زمان واخنش فضاهای مورد مطالعه و رفتار آکوستیکی آنها دخیل هستند. این عوامل در جدول شماره ۷ به صورت تطبیقی در سه راسته بازار مورد مقایسه قرار گرفته اند.

مورد مطالعه و سراجان کم سروصدارتین و تراکم جمعیت متوسط است. پرازدحام ترین راسته بازار مطالعه شده، راسته بازار بلورفروشان است که به لحاظ مقادیر SPL وضعیتی مابین دو راسته دیگر دارد. بنابراین مشاهده می شود با این که صدای غالب در راسته بازارها اگفتار انسانی است، اما مقادیر تراز فشار صوت الزاماً در رابطه مستقیم با میزان جمعیت حاضر در راسته بازار قرار ندارد.

زمان واخنش راسته بازارها الزاماً تابع انداره حجم فضای نیست. بنا به فرمول محاسبه زمان واخنش^{۱۴}، این مقدار در رابطه مستقیم با حجم قرار دارد. در واقع در شرایط برابر از لحاظ صالح پوسته های فضای افزایش حجم باستی زمان واخنش نیز بیشتر شود (National Building Regulations, 2017).

درین راسته بازارهای مورد مطالعه، راسته بازار امیر با چهار هزار و هفت متر مکعب بیشترین حجم را دارد. حجم راسته بازاران سراجان سه هزار و ۱۷۲ و بلورفروشان دو هزار و ۹۹۵ است. فرم هر سه راسته بازار مشابه بوده و طبق الگوهای تکرار شونده از طاق و تویزه و گیبدهای پوشش دهنده سقف تشکیل شده اند. کفسازی هر سه فضای بتن انجام شده و صالح پوشش دهنده جداره ها که نقش اساس در زمان واخنش دارند، آجر با بند گچی است. آنچه که این سه راسته بازار را از لحاظ ویژگی کالبدی متمایز می کند، سطوح شیشه ای به کار رفته در آنهاست. در سراسر راسته بازار بلورفروشان نیز سطوح شیشه ای بسیار شده اند. در این میان راسته بازار سراجان سطوح شیشه ای بسیار کمتری دارد و بیش از دو راسته بازار دیگر حالت اصلی خود را حفظ کرده است. حجرات راسته بازار سراجان که بدون ویترین شیشه ای هستند، به مثابه حفره هایی نقش کاواک را ایفا کرده و با حبس امواج صوتی سبب کاهش زمان واخنش می گردد.

همان طور که گفته شد، حجم ترین راسته بازار در این تحقیق، راسته بازار امیر است که براساس اندازه گیری ها، بیشترین مقادیر زمان واخنش نیز مربوط به این راسته است. اما تناسباتی که در بررسی مقادیر زمان واخنش راسته بازار امیر در سکانس های مختلف مشاهده می شود، نشان می دهد مقادیر بالای این مؤلفه، نه صرفاً به دلیل حجم بالا، بلکه وابسته به سایر عوامل است. اندازه گیری زمان واخنش در نقاط و وضعیت های مختلف در این راسته بازار نشان می دهد که احجام شیشه ای الحق شده به فضای زمان واخنش را به شدت تحت تأثیر قرار می دهد. به طوری که در برخی از شرایط که سطوح شیشه ای در نزدیکی موقعیت اندازه گیری واقع نشده اند، زمان واخنش با افزایش شدت صوت، نه تنها بیشتر نمی شود، بلکه به صفر نیز می رسد. در حالاتی که زمان واخنش صفر نیست، اندازه آن بالا، حدود ۱۰ ثانیه است که نامطلوب محسوب می شود.

جدول شماره ۷: قیاس تطبیقی عوامل مؤثر در رفتار آکوستیکی راسته بازارهای مورد مطالعه

	مقادیر مؤلفه های صوتی					امیر	بلورفروشان	سراجان
	RT	SPL	بیشترین	بیشترین	کمترین			
سطوح شیشه ای								
	کاواک (احبیاس صدا)							
	گنبدهای سقف	حرجات	مصالح پیوسته	نسبت عرض به ارتفاع	حجم فضا			
بیشترین	کمترین	ثابت	ثابت	۱ به ۲	بیشترین	بیشترین	بیشترین	کمترین
		ثابت	ثابت	۱ به ۲	کمترین	بیشترین	بیشترین	کمترین
		ثابت	ثابت	۱/۵ به ۱				

راسته بازارهای مورد مطالعه، نشان می‌دهد کیفیت منظر صوتی الزاماً در ارتباط با مقادیر اندازه‌ای صوت قرار نمی‌گیرد. بنابراین دلیل این تناقض را باید در مؤلفه‌های غیرآکوستیکی جست وجو کرد که به نحوی در کیفیت منظر صوتی مؤثرند. پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند، ارزیابی مردم از منظر صوتی، بسته به این که در چه فضایی حضور دارند، متفاوت است (Evensen et al., 2016). در واقع فارغ از مؤلفه‌های فیزیکی صوت، ویژگی‌های فضایی برخواه ادراک افراد از منظر صوتی اثر می‌گذارد. یکی از این عوامل، میزان ازدحام و تراکم جمعیت است. با افزایش تراکم جمعیت، آرامش آکوستیکی ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا می‌کند (Zhao et al., 2018).

در واقع در فضاهای شهری، حضور جمعیت سبب سرزنشگی شهری می‌شود و بنابراین تا اندازه‌ای موجب آرامش صوتی نیز می‌گردد. ولی زمانی که میزان جمعیت از اندازه‌ای فراتر می‌رود که آرامش محیطی کاهش پیدا می‌کند، مطلوبیت صوتی نیز کمتر می‌گردد.

یکی دیگر از عواملی که در منظر صوتی فضاهای تجاری تأثیر می‌گذارد، کالاهایی است که به فروش می‌رسد. به طوری که نتایج پژوهش‌ها در خصوص مطلوبیت مناظر صوتی فضاهای تجاری نشان داده با افزایش میزان تراکم جمعیت، در بازارهایی که میوه و سبزیجات به فروش می‌رسد، آسایش صوتی کاهش پیدا می‌کند. در حالی که در بازارهایی که غذا و لباس فروخته می‌شود، با افزایش میزان تراکم جمعیت، آسایش صوتی ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا می‌کند (Meng, Sun, & Kang, 2017). بنابراین نوع کالاهای عرضه شده در فضاهای تجاری نیز در مطلوبیت ادراکی منظر صوتی اثرگذارند. از طرفی دیگر، در فضاهای شهری با هر عملکردی مطلوبیت بصری و شنیداری فضا با هم مرتبط هستند (Preis, Kociński, Hafke-Dys, & Wrzosek, 2015). بنابراین در بررسی کیفیت مناظر صوتی راسته بازارها، در کنار مؤلفه‌های فیزیکی صوت، ضروری است عواملی از جمله میزان ازدحام جمعیت، کالاهای عرضه شونده و اطلاعات بصری نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند، گردد. سه راسته بازاری که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، از لحاظ بصری شرایط نسبتاً یکسانی دارند. هر سه فضاهایی طولی و گذری هستند که با طاق و تویزه مسقف شده و مصالح به کارفته در آنها نیز آجر با بندکشی گچی است. تنها تفاوتی که به صورت ضمیم در کیفیت بصری سه راسته بازار وجود دارد، میزان روشنایی و نحوه تأمین آن است. راسته بازار امیر با بهره‌گیری از تجهیزات روشنایی، نورپردازی شکلی داشته و میزان روشنایی فضا کافی و مطلوب است. اما در راسته بازار سراجان و بلورفروشان اقدام منسجمی برای نورپردازی انجام نشده و روشنایی راسته‌ها با بهره‌گیری از نور طبیعی و روشنایی حرارت تأمین می‌گردد.

به طور کلی افراد، راسته بازار امیر را نسبت به بلورفروشان و سراجان خوشبیندتر، جالب‌تر، دوست‌داشتنی‌تر، قشنگ‌تر، طبیعی‌تر، امن‌ترو و ارزی بخش تر نیز تلقی می‌کنند. با توجه به عدم تطابق مقادیر مطلوب عینی با ارزیابی‌های ذهنی، مشخص می‌گردد مطلوبیت مناظر صوتی راسته بازارهای مطالعه شده، تابع مؤلفه‌های آکوستیکی نبوده و وابسته به سایر ویژگی‌های محیطی هستند. از آنجایی که مقبولیت منابع صوتی در سه راسته بازار تقریباً به یک میزان است، بنابراین تفاوت در میزان مطلوبیت مناظر صوتی راسته بازارها، وابسته به منابع

• تأثیر فرم بر مقادیر زمان واخنش، تبیین مفهوم فضاهای همگن نکته حائز اهمیتی که از رفتار آکوستیکی راسته بازار سراجان قابل استخراج است، تأثیر تغییرات کالبدی این راسته در مقادیر زمان واخنش آن است. مراد از تغییرات کالبدی عبارت است از انحنای انتهایی راسته بازار و چهارسوق منتهی به آن که سقف آن را گنبدی پوشش می‌دهد و ابعادی بزرگ‌تر از گنبدی‌های پوشش دهنده راسته بازار دارد. انحنای ایجاد شده در راسته بازار سراجان، باعث می‌شود در شرایطی که منبع صوتی خارج از پیچ است، زمان واخنش در آن قسمت نزدیک به صفر باشد. گنبد پوشش دهنده چهارسوق نیز سبب صفر شدن زمان واخنش در تمامی فرکانس‌ها (به جزو فرکانس) می‌گردد. از اندازه‌گیری زمان واخنش در سه راسته بازار با سه حجم متفاوت روشن می‌گردد که راسته بازارها به دلیل فرم طولی که دارند، زمان واخنش در آنها بیش از آن که تحت تأثیر حجم باشد، از نسبت‌های فضایی هر مقطع و فرم هر سکانس اثر می‌پذیرند. فرم منظم و تکرارشونده باعث می‌شود فضارفتار یکسانی از خود بروز دهد و زمانی که این انتظام فرمی بر هم می‌خورد، طبیعت شنیده شده نیز دستخوش تغییر می‌شود. این مسئله، نشان دهنده مفهومی است که می‌تواند با عنوان «فضاهای همگن» مطرح گردد.

۵. تبیین کیفیت منظر صوتی راسته بازارها

مقادیر زمان واخنش بالا در راسته بازار امیر سبب بروز پدیده پژواک و بالتبع افزایش نسبی تراز فشار صوت می‌گردد. در یک مقایسه کلی، مقادیر زمان واخنش و تراز فشار صوت در راسته بازار امیر نسبت به بلورفروشان و سراجان بیشتر است؛ بنابراین به لحاظ کمی و عینی، آسایش صوتی آن نسبت به دو راسته بازار دیگر کمتر است. با این حال ارزیابی‌های ذهنی نشان می‌دهد، افراد حاضر در راسته بازار امیر، پژواک شنیده شده در فضای نسبت به بلورفروشان و سراجان کمتر حس کرده و این راسته بازار را نسبت به دو مورد دیگر، آسوده‌تر و آرامتر احساس می‌کنند. در واقع بین مؤلفه‌های آکوستیکی راسته بازارها و ارزیابی‌های ذهنی افراد حاضر در آنها، تناقضی آشکار مشاهده می‌شود. دو راسته بازار سراجان و بلورفروشان به لحاظ ادراکی، مطلوبیت نزدیک به هم دارند، اما برتری نسبی با راسته بازار بلورفروشان است. این در حالی است که سراجان کم‌سرودادتر و با پژواک کمتر است. در واقع راسته بازار سراجان از لحاظ عینی و بنا بر مؤلفه‌های اندازه‌ای، آسایش صوتی بیشتری نسبت به بلورفروشان و امیر دارد؛ اما از لحاظ ذهنی، مطلوبیت کمتری نسبت به دو راسته بازار دیگر دارد. در واقع مناسب‌ترین راسته بازار از لحاظ آکوستیکی، کمترین مطلوبیت ذهنی و نامناسب‌ترین آن، بالاترین مطلوبیت را دارد. این نکته هم راستا با نتایج تحقیقات پیشین نیز است. چرا که یافته‌های بسیاری از پژوهش‌ها حاکی از آن هستند که آرامش و مطلوبیت صدا همواره با بلندی آن ارتباط ندارد (Evensen, Raanaas, & Fyhri, 2016). به بیانی دیگر در ارزیابی‌های ذهنی، افزایش سطح صدا الزاماً منجر به کاهش آسایش صوتی نمی‌شود (Li, Liu, & Haklay, 2018).

• تأثیر بذری کیفیت ادراکی مناظر صوتی راسته بازارها از ویژگی‌های محیطی تناقض در ارزیابی‌های عینی و ذهنی از کیفیت صدای شنیده شده در

فضا به ارمغان نمی‌آورد.

در این راستا می‌توان مفهوم «اختلاف تراز فشار صوت» را تبیین کرد. اختلاف تراز فشار صوت پدیده‌ای است که در فضاهای آرام شهری به دنبال ایجاد ناگهانی صداهایی باشدت بالا ایجاد می‌شود و در کیفیت مناظر صوتی تأثیر سوء دارد.

۶. نتیجه‌گیری

با مطالعه‌ای که بر روی رفتار آکوستیکی سه راسته بازار امیر، سراجان و بلورفروشان بر اساس ارزیابی‌های عینی و همچنین کیفیت مناظر صوتی این فضاهای برمبنای ارزیابی‌های ذهنی انجام شده است، نتایج زیر استنتاج می‌گردد. مهم‌ترین دستاورد تحقیق، شناسایی مؤلفه جدیدی با عنوان «اختلاف تراز فشار صوت» است.

۱. اختلاف تراز فشار صوت

کاهش شدت صدا در فضای لزوماً سبب افزایش آسایش صوتی نمی‌گردد. اما در فضاهای آرام شهری، کم بودن شدت صدا می‌تواند به عاملی برای کاهش آسایش صوتی بدل شود. زمانی که صدایی باشدت بالا به صورت ناگهانی در فضای بروز پیدا می‌کند، آرامش افراد را برهم زده و سبب ایجاد ترس آنی در ایشان می‌گردد. در واقع «اختلاف تراز فشار صوت» پدیده‌ای است که در فضاهای آرام شهری، به دنبال ظهور ناگهانی صدایی با تراز بالاتر نسبت به زمینه بروز پیدا می‌کند و تأثیر سوء در آسایش صوتی و کیفیت منظر صوتی دارد.

بنابراین تبعیت صرف از مقادیر استاندارد تراز فشار صوت، متضمن ایجاد آرامش صوتی نیست. همان‌طور که مشاهده شد، با وجود این که مقادیر تراز فشار صوت در راسته بازارهای تبریز با مقادیر استاندارد تطابق دارد، آرامش صوتی در این فضاهای دارای پدیده اختلاف تراز فشار صوت دچار اختلال می‌گردد.

۲. عوامل مؤثر در رفتار آکوستیکی راسته بازارها

مقادیر زمان واخنش در فضاهای طولی، مشابه راسته بازارها، بیش از آن که تحت تأثیر حجم باشد، از نسبت‌های فضایی هر مقطع و فرم هر سکانس اثرمند پذیرد.

استفاده از سطوح انعکاسی همواره اثر سوء در ایجاد پذیراک و تشديد امواج صوتی دارد. الحالات شیشه‌ای در راسته بازارهای تبریز، علاوه بر آن که به لحاظ بصری با کالبد اصلی بازار ناهمگون است، باعث اغتشاش در نمودارهای زمان واخنش فضاهای نیز شده و در برخی فرکانس‌ها پدیده طینی را ایجاد می‌نماید. برخلاف الحالات شیشه‌ای، مصالح اصلی جدارهای بازار (آجر با بندکشی) به دلیل شکسته‌های خرد مقیاسی که دارند، در مواجهه با امواج صوتی از طریق انکسار صدا در کاهش زمان واخنش بسیار کارا هستند.

۳. فضاهای همگن

فرم منظم و تکرارشونده در فضاهای طویل باعث می‌شود فضا رفتار یکسانی از خود بروز دهد و زمانی که این انتظام فرمی برهم می‌خورد، طینی شنیده شده نیز دستخوش تغییر می‌شود. در این راستا، می‌توان

صوتی نیست. عمدۀ تمایزی که بین فضای راسته بازار امیر با سراجان و بلورفروشان وجود دارد که می‌تواند در ارزیابی‌های ذهنی از مطلوبیت منظر صوتی اثرگذار باشد، عبارتند از: نوپردازی شکیل و میزان روشناشی بالاتر، جذابیت کالاهای عرضه شده، تراکم جمعیت پایین ترا دحام کمتر و بالتبغ امکان بیشتر برای ایستادن.

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که ویژگی‌های محیطی راسته بازارها بیش از مؤلفه‌های اندازه‌ای صوت در کیفیت مناظر صوتی آنها اثرگذارند. در واقع ویژگی‌های کالبدی راسته بازارها از دو طریق در کیفیت ادراکی صدای شنیده شده تأثیر می‌گذارد. نخست با تعیین رفتار آکوستیکی فضاهای فیزیک صدایی را که به گوش می‌رسد، مشخص می‌کند. در درجه بعدی با اثرگذاری در ادراک افراد، تلقی ذهنی ایشان از منظر صوتی رانیزت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

این نکته بیش از همه در راسته بازار سراجان مشهود است. تغییر محور در امتداد راسته بازار سراجان که منجر به ایجاد یک پیچ یا انحنای می‌شود، سبب تغییر رفتار آکوستیکی، تفاوت در طینی شنیده شده و در نتیجه تفاوت در کیفیت ادراکی از صدا می‌گردد. شنونده‌ای که در امتداد راسته بازار سراجان در حال حرکت است، طینی از صدای مردم و فعالیت بازار می‌شنود، زمانی که در مقابل ورودی تیمچه مظفریه قرار می‌گیرد، صدایی از آن تیمچه نیز به گوشش می‌رسد و پس از عبور از آن و قرارگیری در انحنای یادشده، به یک باره طینی شنیده شده از راسته بازار حذف شده و در یک فضای بسیار آرام قرار می‌گیرد. پس از طی این انحنای به چهارسوق منتهی به آن می‌رسد که با توجه به این که محل اتصال دالان، سرا و راسته بازار است، حال و هوای شنیداری دیگری دارد. در این قسمت از بازار، به واسطه تغییر رفتار آکوستیکی راسته بازار در اثر تغییرات در فرم کالبدی، «تباین صوتی» بسیار ملموس است.

• تأثیر نامطلوب منابع صوتی با بروز ناگهانی در کیفیت مناظر صوتی راسته بازارها

در کنار اثرگذاری خصیصه‌های فضایی راسته بازارها در مطلوبیت مناظر صوتی، از بررسی مقبولیت منابع صوتی حاضر در آنها نیز نتیجه بسیار مهمی قابل استنتاج است. در هر سه راسته بازار، نامطلوب‌ترین صدای حاضر صدای موتور سیکلت و در درجه بعدی صدای گاری و اخطر یا الله!! است. این اصوات علاوه بر ماهیت عالمتی که دارند، به دلیل آن که به صورت ناگهانی در فضای بروز پیدا می‌کنند، آرامش افراد برهم می‌ریزند. از آنجایی که مقادیر تراز فشار صوت در هر سه راسته بازار مبین آن است که هر سه فضایی آرام هستند، بروز صدایی که به یک باره تراز بالایی ایجاد می‌کند، سبب ترس آنی در اشخاص می‌گردد.

زمانی که مقادیر تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده در سه راسته بازار مورد مطالعه، در تطبیق با مقادیر استاندارد SPL برای فضاهای تجاری قرار می‌گیرد (منحنی معیار نویه؛ نمودار ۱)، نشان می‌دهد که این سه راسته بازار از لحاظ مقادیر SPL کاملاً استاندارد هستند. در واقع بیشترین مقادیر SPL راسته بازارها، از حداقل مقدار استاندارد کمتر است. ولی مشاهده می‌گردد، در فضاهایی مانند این راسته بازارها که جزو فضاهای آرام و آسوده به شمار می‌رودن، بروز صدای ناگهانی که SPL بیشتری نسبت به صدای زمینه دارند، آرامش افراد حاضر در فضا را به شدت دچار اختلال می‌کنند. بنابراین می‌توان اذعان کرد، تبعیت صرف از مقادیر استاندارد تراز فشار صوت، آسایش روانی را برای کاربران

References:

- Ariza-Villaverde, A. B., Jiménez-Hornero, F. J., & De Ravé, E. G. (2014). Influence of urban morphology on total noise pollution: Multifractal description. *Science of the Total Environment*, 472, 1-8.
- 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.
- Barr, D., & Buckley, B. (2011). Assessing Human Exposure to Environmental Toxicants.
- Brown, A. (2010). Soundscapes and environmental noise management. *Noise Control Engineering Journal*, 58(5), 493-500.
- Brown, A. (2011). Advancing the concepts of soundscapes and soundscape planning. Paper presented at the Proceedings of the Conference of the Australian Acoustical Society (Acoustics).(2011)
- Crisler, B. C. (1976). The Acoustics and crowd capacity of natural theaters in Palestine. *The Biblical Archaeologist*, 39(4), 128-141.
- de la Prida, D., Pedrero, A., Navacerrada, M. Á., & Díaz, C. (2019). Relationship between the geometric profile of the city and the subjective perception of urban soundscapes. *Applied Acoustics*, 149, 74-84.
- Evensen, K. H., Raanaas, R. K., & Fyhri, A. (2016). Soundscape and perceived suitability for recreation in an urban designated quiet zone. *Urban forestry & urban greening*, 20, 243-248.
- Farina, A. (2013). Soundscape ecology: principles, patterns, methods and applications: Springer.
- Ghiabaklou, Z. (2018). Mabani-ye Fizik-e Sakhteman 1: Acousric [Fundamentals of Building Physics 1: Acoustic]. Tehran: Jahad-e Daneshgahi. [in Persian]
- Hayne, M., Rumble, R., & Mee, D. (2006). Prediction of crowd noise. Paper presented at the Proceedings of the First Australasian Acoustical Societies Conference.
- Hayne, M., Taylor, J., Rumble, R., & Mee, D. (2011). Prediction of noise from small to medium sized crowds. *Proceedings of Acoustics 2011*.
- Hornikx, M. (2009). Numerical modelling of sound propagation to closed urban courtyards: Chalmers University of Technology Gothenburg, Sweden.
- Hornikx, M. (2016). Ten questions concerning computational urban acoustics. *Building and Environment*, 106, 409-421.
- Jeon, J. Y., & Hong, J. Y. (2015). Classification of

مفهومی با عنوان «فضاهای همگن^۱» را مطرح کرد که با ویژگی‌های خاص فضایی و مکانی، سبب بروز رفتار آکوستیکی همگونی می‌گردد. «فضاهای همگن» فضاهایی مشابه راسته بازارها هستند که فرم کالبدی آنها در طول مسیر به یک شکل است، عناصر هم جوار در بافت پیرامونی مشابه است و فرم و مصالح پوشته‌های محصور کننده نیز همگون است. در این حالت، ویژگی‌های محیطی یکسان فضا سبب بروز رفتار تقریباً ثابت در طول مسیر می‌گردد و از آنجایی که بافت پیرامون نسبتاً همگن است، تأثیر صدای حوزه هم جوار نیز مشابه است. در نتیجه حال و هوای شنیداری فضاد ر طول مسیر یکسان بوده که باعث افزایش آرامش صوتی می‌گردد. «فضاهای همگن» مفهومی است که می‌تواند در پژوهش‌های حوزه منظر صوتی شهری مورد توجه قرار گیرد.

۶.۴. تجربه تباین فضایی

در حالتی که در طول «فضاهای همگن» تغییرات کالبدی از قبل چرخش محور فضا، اتصال به فضایی دیگر (به مثابه یک کاؤک عظیم)، تغییر در تنشیات هندسی مقطع یا دگرگونی در نحوه پوشش سقف ایجاد گردد، حال و هوای شنیداری فضا تغییر می‌کند. در اینجا تغییرات کالبدی، در رفتار آکوستیکی فضاهای همگن تفاوتی بروز پیدا می‌کند که سبب می‌شود منظر صوتی نیز دستخوش تغییر گردد. بنابراین در این شرایط کیفیتی با عنوان «تباین صوتی^۲» قابل لمس است. «تباین صوتی» کیفیتی است مختص منظر صوتی شهری که در نقاطی از فضاهای همگن که تغییرات کالبدی ویژه ایجاد می‌گردد و یا در طول حرکت در امتداد گونه‌های مختلف فضایی، قابل درک است. توجه به کیفیت «تباین صوتی» در کنار سایر مفاهیم رایج در ادبیات منظر صوتی شهری، می‌تواند راهگشا باشد. در طراحی منظر صوتی شهری، استفاده هنرمندانه از دو مفهوم «فضاهای همگن» و «تباین صوتی» می‌تواند نتایج قابل قبولی ارائه دهد.

۶.۵. عدم تبعیت مطلوبیت ادارکی منظر صوتی از مقادیر کمی صدا

مطلوبیت منظر صوتی، صرف‌آباع مقادیر اندازه‌ای و کمی صوت و رفتار آکوستیکی فضاهای نیست. با این که مقادیر تراز فشار صوت و زمان واخشن که نشان‌دهنده نحوه رفتار آکوستیکی فضا هستند، می‌توانند به نحوی در ارزیابی افراد از منظر صوتی دخیل باشند، ولی به تنها نمی‌توانند مبنای سنجش کیفیت منظر صوتی باشند. برخی از ویژگی‌های مکانی فضاهای می‌توانند در مطلوبیت منظر صوتی تأثیرگذار باشند؛ نورپردازی شکیل و میزان روشنایی بالاتر، جذابیت کالاهای عرضه شده، تراکم جمعیت پایین‌تر، ازدحام کمتر و بالتبع امکان بیشتر برای ایستادن از جمله این ویژگی‌های است. ارزیابی افراد از منظر صوتی فضاهایی که در آنها امکان ایستادن، آسودن، خودن و آشامیدن و تماشا کردن وجود دارد، نسبت به فضاهای دارای حجم بالای رفت‌وآمد، مطلوب‌تر است.

1 Homogeneous Spaces

2 Sonic Distinction

- urban park soundscapes through perceptions of the acoustical environments. *Landscape and Urban Planning*, 141, 100-111.
- Li, C., Liu, Y., & Haklay, M. (2018). Participatory soundscape sensing. *Landscape and urban planning*, 173, 64-69.
 - Li, J., & Meng, Q. (2015). Study on the soundscape in commercial pedestrian streets. *Tech. Acoust*, 34(6), 326-329.
 - Liu, F., & Kang, J. (2016). A grounded theory approach to the subjective understanding of urban soundscape in Sheffield. *Cities*, 50, 28-39.
 - Liu, F., & Kang, J. (2018). 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*, 129, 35-45.
 - Liu, J., Kang, J., Luo, T., & Behm, H. (2013). Landscape effects on soundscape experience in city parks. *Science of the Total Environment*, 454, 474-481.
 - Long, M. (2005). *Architectural acoustics*: Elsevier.
 - Maculewicz, J., Erkut, C., & Serafin, S. (2016). How can soundscapes affect the preferred walking pace? *Applied Acoustics*, 114, 230-239,
 - Meng, Q., & Kang, J. (2015). The influence of crowd density on the sound environment of commercial pedestrian streets. *Science of the Total Environment*, 511, 249-258.
 - Meng, Q., Sun, Y., & Kang, J. (2017). Effect of temporary open-air markets on the sound environment and acoustic perception based on the crowd density characteristics. *Science of the Total Environment*, 601, 1488-1495.
 - Morillas, J. B., Escobar, V. G., & Gozalo, G. R. (2013). Noise source analyses in the acoustical environment of the medieval centre of Cáceres (Spain). *Applied Acoustics*, 74(4), 526-534.
 - Office of National Building Regulations. (2017). Mogharrarat-e Melli-ye Sakhteman-e Iran; Mabhas-e 18: Ayegh-bandī va Tanzim-e Seda [Topic 18 National Building Regulations of Iran; Sound insulation and adjustment]. Tehran: Road, Housing and Urban Development Research Center. [in Persian]
 - Preis, A., Kociński, J., Hafke-Dys, H., & Wrzosek, M. (2015). Audio-visual interactions in environment assessment. *Science of the Total Environment*, 523, 191-200.
 - Schafer, R. M. (1993). *The soundscape: Our sonic environment and the tuning of the world*: Simon and Schuster.
 - Truax, B. (1999). *Handbook for Acoustic Ecology*. Burnaby. British Columbia: Cambridge Street Publishing.
 - Van Kempen, E., Devilee, J., Swart, W., & Van Kamp, I. (2014). Characterizing urban areas with good sound quality: Development of a research protocol. *Noise and Health*, 16(73), 380.
 - Yang, H.-S., Kang, J., & Kim, M.-J. (2017). An experimental study on the acoustic characteristics of outdoor spaces surrounded by multi-residential buildings. *Applied Acoustics*, 127, 147-159.
 - Zhang, X., Ba, M., Kang, J., & Meng, Q. (2018). Effect of soundscape dimensions on acoustic comfort in urban open public spaces. *Applied Acoustics*, 133, 73-81.
 - Zhang, Z. (2012). Research on speech definition simulation of underground business street and improvement. Harbin, China: Harbin Institute of Technology.
 - Zhao, X., Zhang, S., Meng, Q., & Kang, J. (2018). Influence of Contextual Factors on Soundscape in Urban Open Spaces. *Applied Sciences*, 8(12), 2524.

[نحوه ارجاع به مقاله:](#)

غفاری، عباس؛ میرغلامی، مرتضی؛ شفائی، بیتا (۱۴۰۰) تبیین رفتار آکوستیکی و کیفیت منظر صوتی راسته‌های بازار تبریز مبتنی بر ارزیابی‌های عینی و ذهنی، *مطالعات شهری*، 10 (39)، 83-98. doi: 10.34785/J011.2021.714/Jms.2021.133.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Motaleate Shahri. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

