Journal of Iranian Architecture & Urbanism
(JIAU)
Homepage: https://www.isau.ir/

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Role of multisensory experience in the presence of spaces using Neuroscience methods *

Bahar Majlece [1], Mojgan Khakpour [2,], Abbas Tarkashvand [3]**

[1] M.A. in Architecture, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Art, University of Guilan. Rasht, Iran.
[2] Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Art, University of Guilan. Rasht, Iran.
[3] Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received	2022/01/15
Revised	2022/04/22
Accepted	2022/08/22
Available Online	2023/12/27

Keywords:

Multisensory Perception
Neuroscience
Architecture of the Senses

Use your device to scan and read the article online

Number of References
38

Number of Figures
11

Number of Tables
8

Extended ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Merleau-Ponty's theory, rooted in the embodied nature of human experience, suggests that when humans interact with others or their surroundings, they utilize their senses to form a coherent whole. This idea extends to the theory of multi-sensory perception of the environment by Pallasmaa. Therefore, the quality of the environment and the desire of people to be present in it, along with a set of other factors, is highly dependent on how it is perceived by humans. The success of spaces depends on the frequency of use and the sustained presence of people in that place. In the contemporary era, there is a noticeable decline in the presence of spaces, as indicated by various factors listed in recent research. It is necessary to know the criteria that create and promote presence in spaces, a presence that evokes the meaning and sense of place, in order to enrich the environment and the continuity of the event on an individual and collective scale. In this regard, the current research, relying on the theory of multisensory perception in architecture, tried to show that there is a positive relationship between the multisensory perception of spaces and their presence. At the same time, there is no doubt about the multi-sensory nature of the human perceptual mechanism in the process of interaction with the environment. However, there is not much information about the effect of these sensory perceptions, independently or in combination, on the user's experience of the environment. The few research conducted in this framework indicate that the emphasis on the centrality of the sense of sight in the creation of spaces, mainly leads to the abandonment of other senses and a deficiency in the coherent sensory perception of the space, which itself, potentially, shows the possibility of reducing the presence of the space for the user.

METHODS: In this framework, the current research attempts to answer the question of which sensory stimuli in the environment, whether alone or in combination with each other, contribute to making the environment more present for those who experience it. A test was conducted to quantify the impact of stimulating the senses separately and in combination with the pleasantness of the space as an index of its presence. The subject group comprised 20 volunteers aged between 20 and 35, exhibiting a symmetrical gender distribution, and possessing bachelor's and higher education levels. Volunteers were placed in a singular architectural space, simulated for them through virtual reality arrangements. They experienced four sensory stimuli (sight, hearing, smell, touch) both separately and in combination. At the same time, the emotional reactions of their brains to these stimuli were extracted and recorded in the form of 6 quantitative indicators, which include engagement, excitement, focus, interest, relaxation and stress, using the Emotiv EPOC+ device and in the Emotiv BCI software environment. Also, the level of pleasantness of the space for them was also recorded, based on their self-report, in a 5-point Likert scale. The resulting data were subjected to qualitative and quantitative analyzes and tests in terms of the possible correlation between sensory stimuli and the pleasantness of the space.

© 2023, JIAU. All rights reserved.

https://dx.doi.org/10.30475/isau.2023.321713.1838

OPEN ACCESS

* This article is derived from the first author`s master thesis entitled "Guilan Pandemic Museum Design through harmony of senses", supervised by the second author and advised by the third, at University of Guilan.

** Corresponding Author:
Email: *khakpour@guilan.ac.ir*
Phone: +98(911)3315928

Extended ABSTRACT

FINDINGS: The findings of the research indicate that in indoor spaces, the presence of visual stimuli such as light, olfactory stimuli such as the smell of plants, and environmental tactile stimuli such as a gentle breeze have an observable effect on the pleasantness of the space and will make people more willing to stay in it. On the other hand, the research results have confidently demonstrated that auditory stimuli in the interior, particularly those with an unknown source and non-aesthetic sounds, are undesirable. However, non-passive vocal stimulation (with sounds of aesthetic quality) may have other results. Summarizing the findings makes it clear that in indoor spaces, the combination of visual, olfactory and tactile stimuli will increase the pleasantness of the space with a high degree of certainty. Also, with the aim of increasing the pleasantness of the space for the user, it is better to control tactile stimulation and minimize auditory stimulation - with an unknown source.

CONCLUSION: It is necessary to know the factors that create and increase presence in spaces, a presence that evokes the meaning and sense of place, the degree of prosperity to the environment and continuity in individual and collective characteristics. In this regard, the current research, relying on the multi-sensory theory in architecture, tries to take a positive ratio of spaces and their presence. In general, the research findings suggest that enhancing assimilation in bodily perception and experience of space, such that spatial perceptions are not monosensory, visibly increases the pleasantness of the space. This is likely to contribute to the improvement of presence in the spaces.

HIGHLIGHTS:

- This research, for the first time and in a focused manner, has examined the relationship between the components of multisensory perception and the pleasantness of the space.
- Field research has been done relying on computer technologies in neuroscience and virtual reality; The brain states of the user have been analyzed using the Emotiv EPOC+ device in relation to the sensory stimuli of the environment.
- The correlation between the parameters recorded by the Emotiv EPOC+ device and the subjects' self-reports regarding the pleasantness of the space has been investigated.

ACKNOWLEDGMENTS:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-forprofit sectors.

CONFLICT OF INTEREST:

The authors declared no conflicts of interest.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Majlece, B.; Khakpour, M.; Tarkashvand, A., (2023).Role of multisensory experience in the presence of spaces using Neuroscience methods. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism*., 14(2): 59-79.

https://dx.doi.org/10.30475/isau.2023.321713.1838
https://www.isau.ir/article_185043.html

نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران. دوره ۱۴. شماره ۲. صفحات ۷۹-۵۹. پاییز و زمستان ۱۴۰۲

نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران
(JIAU)
https://www.isau.ir/

مقاله علمی- پژوهشی

پژوهشی در نقش تجربه‌ی چندحسی در حضورپذیری فضاها با استفاده از روش‌های علوم اعصاب *

بهار مجلسی [۱]، مژگان خاکپور [۲و**]، عباس ترکاشوند [۳]

۱. کارشناس ارشد معماری، گروه معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲. استادیار، گروه معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۳. استادیار، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

مشخصات مقاله

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۱۰/۲۵
تاریخ بازنگری ۱۴۰۱/۰۲/۰۲
تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۵/۳۱
تاریخ انتشار آنلاین ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

واژگان کلیدی

ادراک چندحسی
علوم اعصاب
معماری حواس

چکیده

انسان، در برقراری تعامل، چه با فرد دیگر و یا با محیط پیرامونی، از دستگاه حواس خود به صورت یک تمامیت منسجم بهره می‌برد. بنابراین، کیفیت محیط و تمایل افراد به حضور در آن، در کنار مجموعه‌ی عوامل دیگر، به میزان زیادی وابسته به چگونگی ادراک آن توسط انسان است. در همین حال، به رغم آن‌که در خصوص ماهیت چندحسی سازوکار ادراکی انسان در فرآیند تعامل با محیط، تردید چندانی وجود ندارد؛ اما، در مورد تاثیر این ادراکات حسی، به طور مستقل یا ترکیبی، بر میزان حضورپذیری محیط برای بهره‌بردار، اطلاع چندانی در دست نیست. در پژوهش حاضر، تلاش شده است که با استفاده از روش‌های نوین رایج در حوزه‌ی علوم اعصاب، به این سوال پاسخ داده شود که کدام‌یک از محرک‌های حسی در محیط، به تنهایی یا در همراهی با یکدیگر، سبب حضورپذیری بیش‌تر محیط برای بهره‌بردار می‌شوند. در این راستا، آزمونی برای سنجش کمیت تاثیر تحریک حواس به صورت مجزا و ترکیبی، بر میزان خوشایندی فضا، به عنوان شاخص حضورپذیری آن، انجام شد. گروه آزمودنی، متشکل از ۲۰ داوطلب، در یک فضای واحد معماری، که با استفاده از تمهیدات واقعیت مجازی برای آن‌ها شبیه‌سازی شد؛ در معرض محرک‌های حسی چهارگانه (بینایی، شنوایی، بویایی، لامسه)، به طور مجزا و ترکیبی قرار گرفتند. هم‌زمان، واکنش‌های احساسی مغز آن‌ها به محرک‌ها، در قالب ۶ شاخص کمی، که عبارتند از درگیری ذهنی، هیجان، تمرکز، علاقه، آرامش و استرس، با استفاده از دستگاه Emotiv EPOC+ و در محیط نرم‌افزار Emotiv EPOC+ استخراج و ثبت شد. هم‌چنین، میزان خوشایندی فضا برای آن‌ها نیز، بر اساس خوداظهاری داوطلبان، در طیف لیکرت با مقیاس ۵ واحدی، ثبت شد. داده‌های حاصله، از حیث رابطه‌ی هم‌بستگی احتمالی میان تحریکات حسی و خوشایندی فضا، مورد تحلیل‌ها و آزمون‌های کیفی و کمی قرار گرفت. جمع‌بندی یافته‌ها روشن می‌سازد که در فضاهای داخلی، همراهی محرک‌های بینایی، بویایی و لامسه، با درجه‌ی اطمینان بالایی، موجب افزایش خوشایندی فضا خواهند بود. نتایج حاکی از آن است که افزایش هم‌سازی در ادراک و تجربه‌ی بدنمند فضا، به گونه‌ای که دریافت‌های فضایی، تک‌حسی نباشند؛ به نحو مشاهده‌پذیری موجب افزایش درجه‌ی خوشایندی فضا شده و محتمل است که به ارتقای حضور در فضاها نیز منجر شود.

نکات شاخص

- این پژوهش، برای نخستین‌بار و به صورت متمرکز، ارتباط بین مولفه‌های ادراک چندحسی و خوشایندی فضا را بررسی کرده است.
- پژوهش میدانی، با تکیه بر فناوری‌های رایانه‌ای در علوم اعصاب و واقعیت مجازی انجام شده است؛ حالت‌های مغز کاربر با استفاده از دستگاه Emotiv EPOC+ در رابطه با محرک‌های حسی محیط، مورد تحلیل قرار گرفته است.
- ارتباط هم‌بستگی بین پارامترهای به ثبت رسیده توسط دستگاه Emotiv EPOC+ و خوداظهاری آزمودنی‌ها درخصوص خوشایندی فضا، بررسی شده است.

نحوه ارجاع به مقاله

مجلسی، بهار؛ خاکپور، مژگان و ترکاشوند، عباس. (۱۴۰۲). پژوهشی در نقش تجربه‌ی چندحسی در حضورپذیری فضاها با استفاده از روش‌های علوم اعصاب، *نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران*، ۱۴(۲)، ۵۹-۷۹.

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده نخست با عنوان «طراحی موزه‌ی بیماری‌های پاندمیک گیلان با رویکرد هم‌ساختی تجربه‌های حسی» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه گیلان انجام گرفته است.

** نویسنده مسئول
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۱۳۳۱۵۹۲۸
پست الکترونیک: khakpour@guilan.ac.ir

مقدمه

معماری و ارتباط آن با حواس، زیرمجموعه‌ی مبحث پدیدارشناسی در معماری است که از اواخر دهه‌ی هفتاد میلادی با ترجمه‌ی آثار فیلسوفان پدیدارشناسی هم‌چون مارتین هایدگر[۱]، گاستون باشلار[۲] و موریس مرلوپونتی[۳] و توسط افرادی چون کریستین نوربرگ شولتز[۴]، یوهانی پالاسما[۵]، کنت فرامپتون[۶]، البرتو پرزگومز[۷] و استیون هول[۸] به عرصه‌ی معماری راه یافت. پدیدارشناسی معماری، از طریق تجربه‌ی آگاهانه با میانجی‌گری ادراکات حسی، به تبیین کیفیت وجودی انسان در جهان می‌پردازد و موضوع مورد پژوهش آن، مطابق بر مشاهدات کیفی فضا، تجارب حسی و بازنمایی‌های ذهنی حاصل از مواجهه‌ی انسان با فضای زیستی است (Nikfetrat, MirGozar & Bitraf, 2016). در این چارچوب، پالاسما، از مهم‌ترین نظریه‌پردازان در زمینه‌ی پدیدارشناسی معماری، در آثار متعدد خود، به تبیین کیفیت ادراک محیط توسط انسان، براساس حواس وی پرداخته و مفهوم «ادارک چندحسی» را، با اتکا بر اندیشه‌های باشلار و مرلوپونتی در این خصوص، پی‌ریزی کرد. نظریه‌ی ادراک چندحسی محیط، متکی بر این مفهوم کلی است که انسان، محیط پیرامون را توسط تمامی حواس خود، در قالب یک کلیت واحد و منسجم ادارک می‌کند (Shirazi, 2011 & Akbari, 2013) و قوای ادراکی انسان در یک هم‌نشینی کلی و تفکیک‌نشدنی، به ادراک می‌انجامند (Qods, 2017: 37).

پالاسما، در چارچوب نظریه‌ی ادارک چندحسی خود، بارها به نقد معماری دیدمحور، به ویژه با رویکرد مدرنیستی، پرداخته است. به عقیده‌ی وی، طراحی مدرنیستی، در عقل و چشم جای داشته و ادراک چندحسی در این معماری، بی‌معنا است (Quds, 2017: 29). او ساختمان‌های مدرن را به دلیل برانگیخته نکردن احساسات انسانی و عدم تامین ادراک بدنمند، به چالش می‌کشد (Nikfetrat et al., 2015). بهره‌مندی انسان از تمامی حواس، در مواجهه با محیط پیرامون، هم‌سان نیست. بعضی از حواس، به دلایل متعدد، بیش‌تر به کار بسته می‌شوند و یا نقش موثرتر و مستقیم‌تری ایفا می‌کنند که بینایی، عموما در بالاترین رده قرار دارد. بنابراین، نقد معماری دیدمحور توسط پالاسما، هرگز به معنای نفی حس بینایی و تاثیر گسترده‌ی آن در ادراک نیست؛ بلکه موضوع اصلی، غافل نشدن از نقش سایر حواس انسانی، در نتیجه‌ی تاکید فزاینده بر بینایی است. این موضوع که تمامی حواس انسان برای درک فضا، در یک تعامل مشترک، در راستای امکان ایجاد حس تعلق، خاطره‌مندی، مطلوبیت، رضایت‌مندی و درنهایت، حضورپذیری عمل می‌کنند؛ مبین ضرورت بازنگری در نگاه به معماری و تغییر روند طراحی است؛ چرا که نقصان در ارتباط چندوجهی با محیط، به کاهش رغبت برای حضور در آن منجر می‌شود (Aslanian, Zabihi & Deresh-manesh, 2017).

بدین‌ترتیب، به نظر می‌رسد که میان مشخصات محرک‌های حسی در فضا، یعنی تعدد و شدت آن‌ها، با میزان تمایل افراد به حضور در فضا، ارتباطی برقرار است که کم و کیف آن، می‌تواند مورد بررسی و آزمون قرار بگیرد. بنابراین، پژوهش حاضر، در چارچوب رویکرد هم‌ساختی تجربه‌های حسی و با استفاده از روش تجربی مبتنی بر شبیه‌سازی، به آزمون عینی میزان خوشایندی فضاها برای افراد، در پی تجارب حسی مختلف در آن‌ها پرداخته و در جستجوی نسبت میان این تجارب، از حیث تعدد و شدت، با تجربه‌ی خوشایند افراد از فضا است. در این راستا، ابتدا یک فضای واحد در محیط نرم‌افزار، مدل‌سازی شده و محرک‌های حسی چهارگانه (دیداری، شنیداری، بویایی و لامسه) در آن، در حالات مختلف -به صورت مستقل و ترکیبی- شبیه‌سازی شده است. این شبیه‌سازی‌ها، با ابزارهای واقعیت مجازی و برخی تمهیدات دیگر، به آزمایش‌شوندگان ارائه شد. پژوهش‌ها در حوزه‌ی علوم اعصاب و توسعه‌ی ابزارهای جدید در این حوزه، نشان داده است که پرسش‌گری و نظرسنجی درمورد فضاها و تحلیل آگاهانه درباره‌ی اطلاعات فضایی، در مقایسه با تحلیلی که به صورت ناآگاهانه در غشای مغز صورت می‌گیرد، اعتبار کم‌تری دارد (Ba & Kang, 2019). بنابراین، به جای روش‌های متدول مبتنی بر پرسش‌گری، امواج مغزی آزمایش‌شوندگان، در واکنش به این محرک‌ها، با استفاده از EEG[۹] و توسط دستگاه Emotiv EPOC+[۱۰] که از رایانه به عنوان یک سیستم ارتباطی برای انتقال و تصویر کردن امواج مغز استفاده می‌کند، ثبت شده است. هم‌زمان، میزان خوشایندی فضا برای آن‌ها، به صورت خوداظهاری و در قالب یک طیف افتراقی با مقیاس پنج‌گانه، ثبت شده است. در مرحله‌ی بعد، داده‌های حاصله، برای بررسی ارتباط احتمالی میان محرک‌های حسی در فضا، با تمایل افراد برای حضور در آن‌ها، مورد آزمون قرار گرفته و تحریک‌پذیری مغز آن‌ها در واکنش به این محرک‌ها و افزایش و کاهش تمایل به حضور در فضا، مورد بررسی‌های کمی و تحلیلی قرار گرفته است. یافته‌ها، می‌تواند به رهنمودهایی برای طراحی فضای بدنمند و نتیجتا حضورپذیر، بیانجامد.

پیشینه‌ی پژوهش

پیشینه‌ی مطالعه درباره‌ی ادراک انسان از فضای اطرافش، به حدود قرن هجده و تلاش گوستاو فخنر[۱۱] برای دریافت ارتباط میان یک محرک حسی به عنوان پیام و تجزیه و تحلیل آن از طرف گیرنده و کشف قوانین حاکم بر این رابطه، باز می‌گردد. فخنر به همراه وبر[۱۲] و وونت[۱۳]، از اولین کسانی هستند که بین تاثیرات ذهنی و تغییرات محرک فیزیکی، رابطه برقرار کرده‌اند (Sohangir & Nasirsalami, 2017). امروزه اما، پژوهش‌های متعددی در خصوص ماهیت حواس و ارتباط آن‌ها با شکل‌گیری محیط انجام شده است.

بر اساس پژوهش‌های پاویا و ژدون[۱۴]، رابطه‌ی انسان و محیط بر اساس زمان، تکرار و تناوب، به چهار دسته تقسیم می‌شود؛ مواجهه‌ی کوتاه‌مدت یا بلندمدت که هر کدام می‌تواند موجب تاثیرپذیری کوتاه‌مدت یا بلندمدت شود. اثرات کوتاه‌مدتی که در هنگام مواجهه‌ی کوتاه‌مدت اتفاق می‌افتد، به مخاطب کمک می‌کند که با تغییرات ناگهانی، هماهنگ شود. عکس‌العمل در این شکل تاثیر و تاثر، بلافاصله‌ای بوده و تنها چند ساعت پس از ترک فضا باقی می‌ماند. اثرات طولانی‌مدتی که بر اثر مواجهه‌ی کوتاه‌مدت پدید می‌آیند، به تکرار محرک‌ها در طی زمان متمادی وابسته است؛ مثلا گذراندن یک روز در طبیعت برای کم‌کردن سطح استرس و اضطراب. اثرات طولانی‌مدتی که در هنگام مواجهه‌ی کوتاه‌مدت به وجود می‌آیند نیز، بلافاصله‌ای بوده؛ اما، بدون نیاز به زمان و تناوب، طولانی‌مدت هستند، مانند تروماها. در معماری نیز، این حالت در پی تجربه‌ی فضاهای باستانی و شاهکارهای معماری رخ می‌دهد. پاویا و ژدون، هم‌چنین نشان دادند که محرک‌های احساسی، بیش از محرک‌هایی که با احساس سروکاری ندارند، باعث ایجاد درگیری می‌شوند. در نتیجه، می‌توان گفت که محیط مطلوب، اثر طولانی‌مدت مطلوب دارد و بالعکس (Pavia & Jedon, 2019).

ابوترابی و عظیمی، در جستجوی کیفیت محیطی در فضاهای اجتماعی، کاستی طراحی شهری را کمبود طراحی حسی دانسته‌اند؛ چرا که به کاربران، فرصت آشنایی و خاطره‌سازی نمی‌دهد. هم‌چنین، تجربه‌ی فضایی اندک مردم را، عامل معلولیت احساسی در تصور معماری ناب خوانده و معماری روز را بی‌زمان و مکان می‌دانند. آن‌ها در پژوهش خود، مفهوم طراحی حسی را با معرفی تکنیک‌های کاربردی و روش طراحی آن در مراحل اولیه، تبیین کرده و شیوه‌ی تهیه‌ی نقشه‌های هدف‌مند را شرح دادند. آنان علاوه بر نظام کالبدی (عملکرد، سازه، پوشش و مصالح) و نظام نظری (تصورات، الگوها، نشانه‌ها و سمبل‌ها)، نظام حسی، شامل حواس انسانی (شنوایی، بویایی، لامسه، چشایی، بینایی و جابه‌جایی) را نیز به عنوان یکی از ارکان طراحی فضاهای اجتماعی، به رسمیت می‌شناسند. پژوهش آن‌ها حاکی از آن است که توجه به عواملی مانند منظر، زمان، نور، رنگ، بافت، دید، آکوستیک، مقیاس، سکانس‌بندی و ریتم‌داری، نیز نقاط عطفی هستند که ماهیتی حسی دارند. هم‌چنین، موارد دیگری مانند نیروهای بیرونی موجود در سایت، عوامل اقلیمی، سکانس‌های موثر از جمله لحظه‌ی ورود و خروج، طریقه‌ی رسیدن به بنا، حرکت و تجربه‌های فضایی و برخی موارد دیگر نیز، در طراحی حسی حائز اهمیت هستند (Abu Torabi & Azimi, 2017).

در همین چارچوب، سوهانگیر و نصیرسلامی، با شناخت حواس انسانی و تدوین مکانیسم‌های عملکردی آن، راه‌کارهایی برای ارتقای کیفیت طراحی فضاهای معماری ارائه کرده‌اند. مطابق پژوهش آن‌ها، برای خلق یک فضای معماری مطلوب، لازم است با شناخت سازوکارهای عملکردی حواس، یک سیستم ابتدایی برای یادگیری، تشخیص و به کارگیری پیام‌های فضایی به وجود آورد. برخی از این سازوکارها عبارتند از سازش به تاریکی، میدان دید در حس بینایی، آستانه‌ی اختلاف صوتی، تداخل اصوات و سازش در دستگاه شنوایی، آستانه‌ی اختلاف فضایی و سازش در دستگاه لامسه، گیرنده‌های فشار پوست که مختص به حس لامسه است، تشخیص کیفیت رایحه‌ها در دستگاه بویایی و ادراک اصلی چشایی در حس چشایی (Sohangir & Nasirsalami, 2017).

پژوهش‌های چندی نیز به طور عمیق‌تر، به کارکرد حواس در ادراک فضایی، به طور تجمیعی یا تفکیکی پرداخته‌اند. در این ارتباط، تحقیقات یانگ و مون[۱۵] در رابطه با دریافت‌های فضایی افراد تحت تاثیر آسایش شنوایی، آسایش حرارتی و آسایش دیداری، روی ۲۵ نفر در فضای کنترل‌شده‌ی آزمایشگاهی و با آزمایش سه متغیر صوتی، حرارتی و روشنایی، نشان داد که محرک‌های وابسته به زمان (محرک‌های شنیداری)، در آسایش محیطی فضاهای داخلی، در مقایسه با سه متغیر محیطی دیگر، نقش گسترده‌تر و قابل ملاحظه‌تری ایفا می‌کنند (Yang & Moon, 2021). در همین راستا، پژوهش صالح‌نیا و نیرومند نشان داد که مولفه‌های منظر حسی موجود در گذر ارگ جدید تبریز، در کیفیت ادراک حسی محیطی و ادراک عمیق‌تر آن نقش دارد. هم‌چنین، بین حواس، به ترتیب حس لامسه، حس شنوایی، حس چشایی و بویایی و در نهایت حس بینایی، بیش‌ترین نقش را در ادراک محیط در نمونه‌موردی مورد نظر دارند (Salehnia & Niromand, 2017). در این ارتباط، نتایج پژوهش صمدی و همکاران، حاکی از آن است که برای تامین محیط چندحسی در بازارهای تاریخی، لازم است به ابعاد مختلف نظام حسی پاسخ داده شود. در این پژوهش، مشخص شد که منظر بصری، ضمن بر عهده داشتن بیش‌ترین نقش در ادراک محیطی، در کنار منظر لمسی، تقریبا ثابت است و منظر صوتی و منظر شیمیایی (بویایی و چشایی) به عنوان دو عامل موثر بر غنای حسی فضا، تغییرات بیش‌تری دارند (Samadi, Sattarzadeh & Balilan, 2018).

در خصوص رابطه‌ی خوشایندی و حضورپذیری فضا با حواس نیز، می‌توان به پژوهش‌های چندی اشاره کرد. در این چارچوب، نصرآبادی و همکاران، فضاها را به انواع مردم‌گرا و مردم‌گریز تقسیم می‌کنند. فضاهای مردم‌گرا دارای امکان مکث، تجمع و حضور بوده و دارای کیفیت و غنای حسی مطلوب، درگیرکردن گیرنده‌های حسی متنوع و دادن اطلاعات جامع‌تر هستند؛ در حالی که فضاهای مردم‌گریز، کالبدهای ایزوله یا مسیرهای تداعی‌کننده عبور بوده و بی‌خبری یا حجم بالای اطلاعات و اغتشاشات را دربر

دارند (Nasrabadi, Nasrabadi & Nasrabadi, 2011). در همین ارتباط، پژوهش دانش و طیبی، حاکی از آن است که فضایی که نیازهای اولیه افراد را پاسخ‌گو است، فضایی است که بستر حضور را تامین کرده و در صورت پاسخ‌گویی به نیازهای بعدی، موجب تقویت حضور می‌شود؛ بنابراین، برای تامین حضورپذیری، لازم است فضای مورد نظر، ضمن برآوردن نیازهای اولیه، پاسخ‌گوی نیازهای والای انسانی نیز باشد (Danesh & Tayebi, 2010). به علاوه، احمدی‌نژاد و همکاران در پژوهش خود نشان دادند که یکی از شاخص‌های موثر بر ارتقای حس مکان، که در دسته‌ی مولفه‌های ادراکی جای می‌گیرد، میزان حضورپذیری است (Ah-madinejad, Bandarabad, Piri & Modiri 2019). هم‌چنین، پژوهش‌های معروفی و بایزیدی، مواردی چون دلبستگی و خاطره‌انگیزی را که تا حد زیادی به ادراک و عواطف شخصی افراد وابسته است، از جمله مولفه‌های اساسی ارتقادهنده‌ی میزان حضور افراد در پارک خانواده‌ی مهاباد معرفی می‌نمایند. مطابق نتایج تحقیق آنان، هویت، آسایش، دسترسی و خوانایی و در نهایت تنوع فعالیت‌ها و اجتماع‌پذیری، مهم‌ترین عوامل موثر بر حضورپذیری هستند (Maarofi & Bayazidi, 2017). ارگان و همکاران[۱۶] نیز ویژگی‌های فضاها را با توجه به نوع اثرگذاری بر مخاطب، دسته‌بندی نموده‌اند که در جدول ۱ ارائه شده است (Ergan ,Shi & yu, 2018).

جمع‌بندی پژوهش‌های پیشین، از یک‌سو حاکی از تاکید فزاینده بر نقش محرک‌های حسی بر ادراک فضا بوده و از سوی دیگر، بر جایگاه آن در افزایش کیفیت فضا و حضورپذیری آن تاکید می‌کند.

مبانی نظری

در چارچوب نظری، ابتدا، مفاهیم پایه در معماری حواس مورد بررسی قرار گرفته و پس از آن، با مرور مقوله‌ی حضورپذیری در فضا، ارتباط آن با هم‌حسی تبیین خواهد شد.

معماری حواس و کیفیت محیطی

دریافت حسی، فعالیتی ذاتی بوده و همان پردازش اولیه‌ی مغز انسان برای تعیین میزان اهمیت و اثرگذاری یک محرک است. احساسات، فیلتری است که آدمی، جهان را تحت تاثیر آن درک می‌کند. به همین دلیل است که دانشمندان عصب‌شناسی، مایل هستند بین احساسات هیجانی و احساسی که بعدها در شخص پدید می‌آید، تمایز قائل شوند. احساس، هشیاری آگاهانه‌ی فرد از اتفاقات احساسی-هیجانی است که در طول فرآیند ادراکی صورت می‌پذیرد. در معماری نیز محیط ساخته شده در وهله‌ی اول، به صورت احساسی-هیجانی ادراک می‌شود که مقدم بر تفکر آگاهانه بر جزئیات فضایی است (Coburn, Vartanian, & Chatterjee, 2017).

در این ارتباط، امروزه، وجود نوعی تعامل و هم‌ساختی بین قوای حسی، امری شناخته شده است. این موضوع که هنگام ادراک پدیده‌ها، به طور ناخودآگاه، تمامی حواس فرد دخیل هستند؛ پیش از این، توسط اندیشمندانی چون پالاسما و هال[۱۷] بارها مطرح شده است: «معماری، هنر حواس است. در معماری احجام و فضاها دیده و لمس می‌شوند، بوها استشمام می‌شوند، صداها شنیده می‌شوند و به این ترتیب، تجربه‌های حسی- عاطفی متنوعی شکل می‌گیرد» (Tabibian, 2014: 116). این مسئله، بدین معناست که عملاً، هرکدام از حواس پنج‌گانه، اجزایی مستقل تلقی نشده و نمی‌توان آن‌ها را به حدود مشخص و نقاط متمایز، تقلیل داد؛ در نتیجه، ادراک فضایی از طریق تمامی حواس انسان، و طی یک هم‌کاری و هم‌راهی طبیعی اتفاق می‌افتد (Qods, 2016). هال، حواس پنج‌گانه را در دو گروه اصلی قرار می‌دهد: ۱) گیرنده‌های فاصله، که در ارتباط با درک اشیا دور هستند و چشم‌ها، گوش‌ها و بینی را شامل می‌شود و ۲) گیرنده‌های بلافاصله، که برای درک جهان نزدیک (لامسه) و دریافت همه‌ی تاثیرات منتقل شده از طریق پوست، غشای خارجی اعضا و ماهیچه‌ها، به کار می‌رود (Tabibian, 2014: 50).

به دلیل نقش پررنگ گیرنده‌های فاصله در زندگی روزمره، کم‌تر به پوست و لامسه به عنوان یک عضو اساسی در درک و دریافت محیطی، اعتبار بخشیده می‌شود. کلیه‌ی حواس، به‌خصوص حس بینایی، ارتباط تنگاتنگ و عمیقی با لامسه دارد. این موضوع، توسط پالاسما، در منابع متعدد مورد تاکید قرار گرفته است: «چشم نیز لمس می‌کند؛ نگاه، متضمن لمس و تماسی ناآگاهانه و تقلیدی کالبدی است. بساوایی، ناآگاه بینایی است. نگاه ما، فاصله سطوح و لبه‌ها را لمس می‌کند و حس ناخودآگاه بساوایی، سازگاری یا ناخوشایندی یک تجربه را معین می‌کند. صمیمی و یا دور، با شدت یکسانی تجربه می‌شوند» (Nikfetrat et al., 2015: 10).

Table 1. The results related to the types of impact of design features on the audience

Type of effect	Feature
Features that can be quickly seen and read by people and affect their environmental experiences	Spatial openness, the presence of windows and natural light, spatial flexibility in providing privacy and community, the level of artificial light and the color of the surfaces.
Features that impress the audience	Restorative, reducing or increasing stress and anxiety, aesthetics and motivation
Features that have a more direct impact on people	Opening towards nature, ease and legibility of access, windows and natural light, high flexibility in becoming a collective and individual space, and in general, a higher percentage of open space than closed space.

(Ergan, Shi & Yu, 2018)

بنابراین، تمامی ادراکات حسی و از آن جمله بینایی، ضمیمه‌هایی بر حس لامسه‌اند و مختص به غشای پوست. لامسه، در یک مرحله‌ی تکامل‌یافته‌تر، وظیفه‌ی ادغام دریافت‌های عصبی را بر عهده دارد. دریافت منتج از بینایی در مغز، کاملا زیر سایه‌ی دستگاه لامسه موجودیت می‌یابد و در واقع لامسه، به نوعی ناخودآگاه بینایی است (Qods, 2016: 10). در باب اهمیت حس لامسه، باید خاطرنشان کرد که عوامل اقلیمی و موارد تامین‌کننده‌ی آسایش محیطی از جمله دما، رطوبت و نظایر آن، عموماً توسط لامسه ادراک می‌شود (Yang & Moon, 2021). از طرفی بوهای محیطی نیز نقش غیر قابل انکاری در خوشایندی فضاها دارند (Nikfetrat et al., 2015). اما، با این‌که عوامل یاد شده، بر حضورپذیری تاثیر گسترده‌ای دارد، در منابع کم‌تری به آن‌ها اشاره شده است. گاهی نیز در صورت وجود یک محرک با اثرگذاری قوی‌تر، نقش بقیه‌ی محرک‌ها کم‌رنگ می‌شود؛ به طور مثال با و کانگ[18] نشان دادند که در موارد متجانس، اثر بو و صدا یکسان بوده و در مواقع آسایش، صدا اثر قوی‌تری دارد (Ba & Kang, 2019).

به طور کلی، اندیشمندان این حوزه، قائل به نوعی هم‌حسی ادراکی در تعامل فرد و محیط هستند و هر تجربه‌ی تامل‌برانگیزی از معماری را تجربه‌ای چندحسی می‌دانند. ماده، فضا و مقیاس، به طور یکسان توسط چشم، گوش، بینی، پوست، زبان، اسکلت و عضلات، سنجیده می‌شود. در این ارتباط، معماری، هفت حوزه‌ی تجربه‌ی حسی را در بر می‌گیرد که یکدیگر را برانگیخته و بر هم اثر می‌گذارند (Nikfetrat et al., 2015: 19). قضاوت حقیقی انسان از فاصله، حاصل کنش‌ها و روابط متقابل حواس با یکدیگر است و تجربه‌ها و دانسته‌های قبلی فرد در موقعیت حال، به پردازش داده‌های دریافتی لحظه مشغول بوده و تداعی احساس را رقم می‌زنند. به عنوان مثال، برای فرد مستقر در کلبه‌ی ساحلی، هنگام شنیدن صدای دریا، با توجه به تجربیات سابق او، تصویری در ذهن نقش می‌بندد و در واقع این منظر صوتی، انحصار به دریای ویژه‌ای ندارد و با شنیدن آن، تداعی پدیده‌ی دریا برای او اتفاق می‌افتد (Tabibian, 2014: 87) . در عین حال، از آن‌جا که تجربه، همواره وابسته به بدن است، بدن به عنوان هسته‌ی معناساز، در مرکز شناخت قرار می‌گیرد؛ بدنی که در تمامی تجربیات حاضر است و به ناگزیر، صحبت از بدن خویش است که می‌تواند خودآگاهی کسب کند. از دیدگاه مرلوپونتی، موثرترین فیلسوف در حوزه‌ی تن و ادراک، بدن به عنوان خمیره‌ی مشترک من و جهان، به معنای «ماده، ذهن و جوهر» مطرح می‌شود. حواس انسان، بخشی از موقعیتی هستند که بدن با آن درگیر است و تفکیک‌ناپذیر بودن آن‌ها، باعث می‌شود که نقطه‌ی آغاز و پایان هر یک از حواس، قابل تعیین نبوده و ادراک انسان، یک‌پارچه، کلی و منسجم و تجربه‌ی ادراکی وی، تجربه‌ای چندحسی باشد (Merleau-Ponty, 1964).

در هنگام مواجهه‌ی فرد و فضا، در مرحله‌ی اول، دریافت حسی اتفاق می‌افتد که می‌تواند اجمالا، به احساس تعبیر شود. به عقیده‌ی گیبسون[19]، محرک، به تغییرات محسوس محیط اطلاق می‌شود و انتقال اثر محرک از گیرنده‌ی حسی به سیستم اعصاب مرکزی، که به صورت عینی قابل پی‌گیری است؛ احساس نامیده می‌شود (Salahinia & Niro-mand, 2017). در مراحل بعدی، فرایند شناختی در مغز کامل شده و ادراک رقم می‌خورد. این درک و دریافت محیطی، در قالب خصلت‌های محیط، برای انسان قابل خوانش و پردازش است. هال، در رابطه با خصلت‌های کیفی محیط، سه گروه خصلت‌های کالبدی، فعالیتی و ادراکی را ارائه کرده است. به عقیده‌ی وی، ویژگی‌های محیطی که در دسته‌ی مولفه‌های کالبدی قرار می‌گیرند، شامل خصوصیات شکلی و فرمی و راهکارهای محیطی اولیه هستند. آن دسته از خصلت‌های محیطی که در دسته‌ی مولفه‌های فعالیتی قرار می‌گیرند، شامل موارد عملکردی و رفتاری در مقیاس رویدادها و تعملات فردی و جمعی هستند؛ بدین معنی که برای مثال لازم است فضاها دارای تعریف عملکردی ویژه و استمرار در وقوع فعالیت باشند. در نهایت، مولفه‌های ادراکی، در رابطه با عواطف و احساسات بوده و شامل تمامی تاثیر و تاثرات محیط بر ذهن و روان افراد می‌شوند که تداعی معانی، تصاویر ذهنی، آگاهی از نشانه‌ها، خوانش محیط، مسیریابی و خوانایی از جمله‌ی آن‌ها هستند (Salahinia & Niromand, 2017). مجموعه‌ی عوامل یاد شده، کیفیت محیطی خوانده می‌شوند که اجمالا آن دسته از خصوصیات کمی و کیفی یک مکان شناخته می‌شود که در مقام مقایسه با سایرین قرار گرفته و برتری دارد (Mohammadi & Ayatol-lahi, 2013; Daneshpour & Charchchian, 2016). در رابطه با مولفه‌های کیفیت محیطی، کمپل[20] دو دسته‌ی شاخص‌های عینی و ذهنی را ارائه می‌کند که مفاهیم مشابه دارد (Salahinia & Niromand, 2017). کیفیت‌های محیطی، درگستره‌ی وسیع اشاره شده، به طور کلی توسط حواس پنج‌گانه و به عنوان محرک حسی به دریافت مخاطب، راه می‌یابند.

محیط، عبارت است از شبکه‌ای از روابط پیچیده، که بین افراد با یکدیگر و افراد با محیط، رخ می‌دهد. زمانی که این ارتباط، با حضور کاتالیزوری تحت عنوان حس مکان، به تجربه‌ای منتهی شود، افراد به تنهایی یا با گروه، محیط را به مکان تبدیل می‌کنند (Tarkashvand, Ahmadian & Rashidi, 2015). محیط، علاوه بر مشخصه‌های فیزیکی، شامل پیام‌ها، نشانه‌ها و رمزهایی است که مردم بر اساس تجربیات و ویژگی‌های روانی و فرهنگی، آن‌ها را دریافت کرده و رمزگشایی می‌کنند؛ احساسی که در پی این تداعی‌ها و تحلیل‌ها در فرد شکل می‌گیرد و خوشایندی

به‌خصوصی را برای مخاطب پدید می‌آورد، حس مکان نامیده می‌شود (Noqsan Mohammadi, 1976).

به عقیده‌ی شولتز، مکان تجلی‌گاه عینی زیست جهان است و حس مکان در مکان‌هایی وجود دارد که دارای شخصیت متمایز و هویت قابل ادراک و به یادماندنی هستند. بر این اساس، به نظر می‌رسد که حس مکان و معناداری آن، بیان‌گر پیوستگی و ارتباط مردم با محیط بوده و از مهم‌ترین مولفه‌های ادراکی فضا است که نقش آن در ارتقای حضورپذیری غیرقابل اغماض است. شخصیت محیطی، از عوامل ملموسی چون مصالح، شکل، بافت و.. ساخته شده است و فراتر از آن‌هاست. از آن‌جا که قابلیت‌های یک فضا، ناگزیر توسط مخاطب تحلیل شده و برداشت او از محیط است که در ذهن وی نقش می‌بندد، فضایی که حس تعلق قوی‌تری داشته باشد، وابستگی را افزایش داده و انگیزه حضور مجدد را تامین می‌نماید (Schultz, 1981 & Lynch, 1960).

بدین‌ترتیب، می‌توان گفت که معماری حواس، عبارت است از طراحی مبتنی بر همه‌ی حواس. با استفاده از پدیده‌ی هم‌حسی، هم‌سازی و ادراک چندگانه، چنان‌چه فضا، آکنده از محرک‌های حسی باشد، به دلیل تاثیر متقابل و خصلت همراه‌شونده‌ی محرک‌ها در دستگاه حواس انسان، خوشایندی و حضورپذیری نیز افزایش می‌یابد؛ چرا که هرچه افراد حس رضایت بیش‌تری به لحاظ آسایش در محیط داشته باشند، تمایل بیش‌تری برای حضور درآن دارند (Yang & Moon, 2019). افزایش غنای حسی، با به کارگیری تمامی حواس در طراحی، به معنی تنوع در تامین تجربیات حسی است و غنای حسی محیط، عامل ترغیب‌کننده‌ی حضور است. هم‌چنین مسیریابی و جهت‌یابی نیز دو مولفه‌ی مهم و مکمل از مولفه‌های کالبدی و ادراکی محیط هستند که هرگاه با غنای حسی همراه شوند، به خوانایی محیط می انجامد. محیط خوانا، فضایی با آرامش محسوب شده و حضور فردی یا تعاملات جمعی در آن رو به افزایش می‌نهد (Haqshenas, Mahmoudi & Khanlou, 2019).

معماری حواس و حضورپذیری فضا

در نگاه کلی، به نظر می‌رسد که واژه‌هایی هم‌چون حضورپذیری، اجتماع‌پذیری، رویدادپذیری و نظایر آن، به مفاهیم یکسان یا مشابهی اشاره دارند؛ اما با مطالعه‌ی دقیق‌تر، آشکار می‌شود که در برخی جزئیات، متضمن معانی متفاوت هستند. اجتماع‌پذیری، کیفیتی فضایی است که افراد را دور هم جمع می‌کند (Ali Tajer et al., 2016) و ضمن فراهم آوردن امکان مشاهده‌ی یکدیگر، موجب تشویق و ترغیب تعاملات می‌گردد (Einifar, 2004). فضای اجتماع‌پذیر، دارای امکانات و عرصه‌های گوناگون و قابلیت چهره به چهره شدن است؛ جایی که انسان‌ها در آن به مبادله‌ی اندیشه و احساس با یکدیگر می‌پردازند (Nowruz Borazjani, 2014). حضورپذیری اما، مفهومی ذیل اجتماع‌پذیری بوده و به معنای کیفیتی در محیط است که باعث افزایش تمایل افراد به ماندن در آن می‌شود (Tarkashvand, Ahmadian & Rashidi, 2015).

آلتمن[۲۱]، با اتکا به چهار مفهوم خلوت، ازدحام، قلمرو و فضای شخصی، دو سطح اصلی در ارتباط انسان و محیط تعریف می‌کند: ۱) تجربه‌ی شخصی محیط در حریم خصوصی و ۲) تجربه‌ی اجتماعی آن. این دو سطح، ماهیتی دیالکتیک دارند؛ به معنای آن‌که هر فرد در هر محیط، گاه نیاز به تنها بودن و گاه نیاز به با دیگران بودن دارد و این مسئله، دائما درحال جابجایی و تغییر است (Namazian, 2012). اجتماع‌پذیری، مبین ظرفیت محیط در ساحت تجربه‌ی اجتماعی و حضورپذیری، مقدمه‌ی آن، یعنی مناسب بودن محیط برای حضور فرد در آن است؛ به دیگر سخن، حضورپذیری مقدم بر اجتماع‌پذیری است. بنابراین، چنانچه ویژگی‌ها و کیفیات فضایی، منجر به تمایل افراد برای حضور افراد در فضا باشد؛ این فضا حضورپذیر تلقی شده و در صورتی که این تمایل به حضور، به واسطه‌ی ویژگی‌های دیگر فضا، از جمله عوامل فعالیتی و عملکردی، به سطح گروه‌ها و اجتماعات انسانی ارتقا یابد و تجمع افراد، قابلیت برگزاری رویدادهای جمعی را پیدا کند، فضا، اجتماع‌پذیر خواهد بود (Danesh & Tayibi, 2010, & Daneshpour and Charkhchian, 2016).

با توجه به این موارد، حضورپذیری به معنای کیفیتی در فضا است که افراد را به وارد شدن و ماندن در آن ترغیب می‌نماید و با تجربه‌ی حسی آن‌ها از فضا، ارتباط وسیعی می‌یابد. در فضاهایی با تجربه‌های حسی غنی‌تر، بستر قدرت‌مندی برای تعامل بهره‌بردار با محیط فراهم می‌شود (Maar-ofi & Bayazidi, 2017). هرچه اندام‌های حسی بیش‌تری تحریک شده و فرد، تجربه‌ی بدنمندتری از محیط داشته باشد؛ تاثیرگذاری فضا بیش‌تر و درک از آن به مراتب کامل‌تر و عمیق‌تر صورت می‌گیرد. در همین حال، با توجه به اصل یکپارچگی ادراک حسی انسان، با تحریک یک حس، تداعی‌های حسی دیگری در سایر حواس و حوزه‌های ادراکی نیز اتفاق می‌افتد و درنتیجه، هشیاری و بدن‌آگاهی با تقویت ایگو[۲۲] (یا مرکز شخصیت)، حاصل می‌شود (Qods, 2015). بنابراین یک حس خوشایند در فضا، مجموعه‌ای از برانگیختگی‌های حسی خوشایند را به دنبال می‌آورد. بدین‌ترتیب، تجربه‌ی حسی خوشایند در فضا، به همراه پدیده‌ی شناخته‌شده‌ی هم‌حسی، می‌تواند مبین این فرضیه باشد که تجربه‌های حسی خوشایند، تمایل افراد به حضور در فضا را، افزایش می‌دهد. در پژوهش‌های چندی، به طور مستقیم و غیر مستقیم، به نقش محرک‌های حسی در خوشایندی محیط برای حضور انسان پرداخته شده است. این محرک‌ها، در چند دسته‌ی اصلی، در جدول ۲ دسته‌بندی شده‌اند.

Table 2. Presence parameters based on multisensory perception

Criterion	Indicator	Refrence
Physical parameters	Color, light, texture Shape and form Necessary physical elements Space dimensions and proportions Order and organization Natural environmental elements	Mohammadi and Ayatollahi 2014; Daneshpur and Charkhchian, 2009
Activity parameters	Special functional definition Interaction and social behaviors of the audience	Mohammadi and Ayatollahi 2014; Daneshpur and Charkhchian, 2009
Perceptual (Emotional) parameters	Aesthetic features and special visual qualities Routing, orientation and readability Guiding and indicative characteristics Cultural and social symbols and meanings...	Salehinia and Niromand, 2018
Climatic factors and environmental comfort	Temperature Humidity Pleasant smells (natural and synthetic) Pleasant sounds and sounds (natural and artificial)	Yang & Moon, 2019

در تداوم یافته‌های نظری این پژوهش‌ها، تحقیق پیرامون رابطه‌ی میان تجربه‌ی چندحسی محیط و خوشایندی آن برای حضور بهره‌بردار، مستلزم پژوهش تکمیلی میدانی است که در ادامه، به آن پرداخته شده است.

ارزیابی بی‌واسطه‌ی تجربه‌های حسی

همان‌طور که قبلا نیز بیان شد، جهان از طریق تجربه‌های حسی انسان‌ها، دریافت می‌شود. تجربه‌های حسی، بخش‌های مختلفی را در مغز فعال کرده و ارتباطات پیچیده‌ای میان آن‌ها پدید می‌آورند (Mardomi & Ebrahimi, 2015). برای مطالعه‌ی واکنش مغز انسان به محرک‌های محیطی، تا چندی پیش، عمدتا از روش‌های ثانویه، هم‌چون پرسش از فرد، تهیه‌ی نقشه و تصویر ذهنی، تحلیل رفتار و نظایر آن، استفاده می‌شد. امروزه اما، با استفاده از دستاوردهای نوین در علوم اعصاب، این داده‌ها به طور تقریبا بدون واسطه، قابل خوانش و تحلیل بوده و تغییرات فیزیکی مغز به هنگام مواجهه‌ی انسان و محیط، قابل مشاهده، ثبت و اندازه‌گیری است. (Mansoori, Faizi & Ashayeri, 2017). تکنیک‌های مطالعاتی در نوروساینس، بر اساس سیگنال‌هایی که از بخش‌های میانی و خارجی سیستم عصبی فرستاده می‌شوند، پایه‌گذاری شده و بسیاری از ویژگی‌های رفتاری و ذهنی انسان را توضیح می‌دهند؛ افراد از طریق حواس، کیفیاتی را دریافت می‌کنند که نسبت به آن‌ها، احساس مثبت، منفی یا خنثی دارند. فعالیت نورون‌ها[۲۳] درون جمجمه و انتقال پیام‌های عصبی در میان نورون‌ها، منجر به تولید جریان الکتریکی در سطح مغز می‌شود و دستگاه‌های EEG، این فعالیت الکتریکی پوست سر را ثبت می‌کنند(Vartanian et al., 2013). که بدین‌ترتیب، قابلیت تحلیل در ارتباط با محرک‌ها را برای پژوهش‌گران فراهم می‌کند.

از جمله دستگاه‌های در دسترس EEG، دستگاه Emotiv EPOC+ است. یکی از قابلیت‌های این دستگاه، تحلیل وضعیت داده‌های مغز در پی ارائه‌ی وضعیت احساسی فرد در قالب شش پارامتر است. در آزمایشگاه، با قرارگیری این سربند روی سر افراد مورد آزمایش، به گونه‌ای که هر یک از الکترودها در جای درست خود قرار بگیرد (شکل ۱و شکل ۲)، داده‌های مغزی به کامپیوتر منتقل شده و با کمک نرم‌افزار مربوطه، فرایندهای ذهنی و کنش‌های مغزی آن‌ها قابل خوانش و تحلیل خواهد بود. ثبت مستقیم و ممتد دستگاه به صورت عدد و نمودار، از پارامترهای درگیری ذهنی (Engagement)، هیجان و برانگیختگی (Excitement)، تمرکز (Focus)، علاقه (Interest)، آرامش (Relaxation) و استرس (Stress)، فرایندهای مغزی و تحلیل‌های ذهنی انسان را در رابطه با محرک‌های محیطی و عوامل مورد آزمایش (متغیرهای مستقل)، شفاف‌سازی می‌نماید.

Fig. 1. How to place the headset on the head

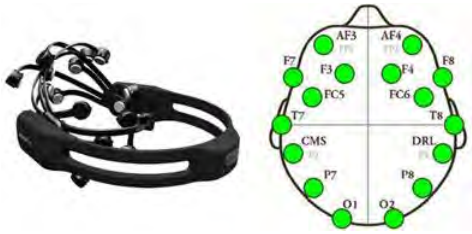

Fig. 2. Emotiv EPOC+ headset and its 16 sensors

استفاده از این دستگاه در چارچوب روش‌های علوم اعصاب، دارای سابقه‌ی پژوهشی قابل توجهی است. ساساکی[۲۴] و همکاران در پژوهش خود، از دستگاه Emotiv EPOC+ برای تحلیل واکنش مغز ژاپنی‌ها به سطح دشواری واژگان انگلیسی، استفاده کرده و پی بردند که میزان تغییر در فرکانس امواج مغزی

در هنگام مواجهه با واژه‌های گوناگون، قابل اغماض بوده و برای واژگان آسان‌تر، مقدار کمی کاهش در فرکانس اتفاق می‌افتد که قابل چشم‌پوشی است. این آزمایش، طی ۴ هفته و با ۴۰۰ واژه (نیمی ساده و نیمی دشوار) صورت گرفت (Sasaki, Akimoto & T. Nakahira: 2018). هم‌چنین، کودلکاوا و جاسک[۲۵]، در پژوهش خود پیرامون شناسایی امواج مغزی حین رانندگی، با استفاده از دستگاه Emotiv EPOC+، آزمایشی برای دو نفر (یک زن و یک مرد) ترتیب دادند که وجود یا عدم وجود امواج مغزی آلفا، بتا، تتا و گاما را حین فعالیت‌های مختلف رانندگی از جمله پیچیدن به چپ و راست، معطل شدن پشت چراغ و... به ثبت رساند (Koudelkova & Jasek, 2019). در حیطه‌ی کاربرد نیز، استاچ[۲۶] و دستیارانش در تحقیق خود نشان دادند که چگونه می‌توان از این سربند، برای کمک به افراد دارای معلولیت بهره برد (Stach et al., 2018). در حوزه‌ی پژوهش‌های مرتبط با محیط، السادک[۲۷] و همکاران، تاثیر روانی و فیزیولوژیکی تماشای نمای سبز در محوطه را بررسی کردند. در این پژوهش، ۱۵ نفر از افراد، به مدت ۵ دقیقه به تماشای یک منظر سبز و یک دیوار نشستند. یافته‌ها نشان داد که تماشای نمای سبز، فعالیت مغزی و موارد دیگری چون توجه و تمرکز را توسعه داده و در افزایش موج آلفا (که به طور مستقیم نشان‌دهنده‌ی سطح آرامش است) تاثیر بسزایی دارد. بنابراین آنان نتیجه گرفتند که نمای سبز در مقایسه با دیوار، آرامش روانی و فیزیولوژیکی انسان را ارتقا داده و می‌توان برای ارتقای سطح سلامت عمومی افراد، از ساختمان‌های سبز و جنگل‌های عمودی در طراحی فضای شهری بهره جست (Elsadek, Liu & Lian: 2019). این پژوهش‌ها، مبین روایی و اعتبار این ابزار و نرم‌افزار آن بوده و موید رشد روزافزون پژوهش‌هایی است که با اتکاء به آن انجام می‌شود.

با مطالعات انجام شده تا این مرحله، به لحاظ نظری، آشکار شد که بین ادراکات چندحسی و میزان حضورپذیری فضا – که با شاخص خوشایندی شناخته می‌شود- رابطه‌ای احتمالی وجود دارد. تاکنون مطالعه‌ی این قبیل ارتباطات احتمالی، عموما به شیوه‌ی پرسش‌نامه‌ای و مبتنی بر اظهارات شخصی و یا تظاهرات رفتاری افراد انجام می‌شده است. در پژوهش حاضر، این مطالعه، از طریق سنجش امواج مغزی آزمون‌شوندگان، در مواجهه با محرک‌های حسی محیط، با استفاده از سربند Emotiv EPOC+ انجام شده و داده‌های کمی حاصل، مورد آزمون هم‌بستگی آزمایشی قرار خوهد گرفت.

روش پژوهش

جامعه‌ی آماری این پژوهش، قاعدتا باید شامل تمامی شهروندان باشد؛ اما، از آن‌جا که جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش، با استفاده از روش و ابزارهای نوین، از جمله سربندهای واقعیت مجازی، EEG و نظایر آن انجام شده است؛ جامعه‌ی آماری، با هدف محدود کردن اثر عوامل مداخله‌گر و کنترل سوگیری و خطا در یافته‌ها، به افرادی با حداقل سن ۲۰ و حداکثر ۳۵ سال، با حداقل تحصیلات کارشناسی یا دانشجو محدود شد. این افراد، به دلیل سن و تحصیلات خود، آشنایی کلی با ابزارها و تکنیک‌های این پژوهش داشته و بنابراین، فرآیند پیچیده و زمان‌بر آموزش، از آزمایش حذف می‌شود. در همین حال، با هدف پرهیز از تاثیر تسلط حرفه‌ای آزمایش‌شوندگان بر ابزار در یافته‌های پژوهش، دانشجویان معماری و رشته‌های مشابه، از جامعه‌ی نمونه حذف شدند. از طرفی با توجه به نوع پژوهش که به طور کلی در دسته‌ی تحقیقات آزمایشی قرار می‌گیرد، جامعه‌ی نمونه، ۲۰ نفر در نظر گرفته شده است که برای تحقیقات علّی و هم‌بستگی‌های آزمایشی، کفایت می‌کند (Hafeznia, 2016). جامعه‌ی نمونه، به طور تصادفی و از میان بازدیدکنندگان باغ کتاب، انتخاب شد. به هنگام انجام آزمایش، ۴ نفر از آزمایش‌شوندگان، به دلایلی از جمله قطعی سیگنال‌ها هنگام ثبت داده‌ها، از روند آزمون حذف شده و به محض کفایت تعداد نمونه‌ها، یعنی ۲۰ نفر (۱۰ نفر زن و ۱۰ نفر مرد)، فرآیند انجام آزمایش، اتمام یافت. باید اذعان داشت که به دلیل محدودیت‌های پرشمار، از جمله مقارن شدن زمان انجام آزمایش با همه‌گیری کرونا و نیز انجام آن در فضای بسته‌ی داخلی، نمونه‌گیری با افراد بیش‌تر، در بازه‌ی زمانی محدود پژوهش، مقدور نبوده است. از طرفی، انجام این پژوهش با ابزارهای منحصر به فرد نام‌برده و ضرورت دقت در انجام آن، با توجه به طولانی بودن پروسه‌ی انجام آزمایش برای هر نفر (بین ۳۰ تا ۵۰ دقیقه، شامل راه‌اندازی و اطمینان از عملکرد صحیح سه نرم‌افزار به صورت هم‌زمان، بررسی عملکرد دستگاه و صحت داده‌های نمایش داده شده و برخی موارد دیگر) امکان استفاده از آزمودنی‌های بیشتر را در این مرحله از پژوهش، محدود ساخته است.

عواملی هم‌چون زمینه‌های فرهنگی و سنتی آزمون‌شوندگان، وضعیت جسمی، روحی و روانی افراد در حین انجام آزمایش، احساسات عاطفی منحصر به فرد و تجارب گذشته‌ی او که می‌تواند در نحوه‌ی دریافت محیطی و تحلیل‌های مغزی اثر داشته باشد، دیگر عوامل مداخله‌گر این پژوهش هستند. برای کنترل اثر این عوامل، موارد زیر انجام شد:

۱. آزمایش در یک فضای واحد و کنترل شده، در حالی‌که آزمون‌شونده از محرمیت و رویت‌ناپذیری خود اطمینان داشت؛ صورت گرفت.

۲. تلاش شد تا شرایط آسایش محیطی در فضای انجام آزمون، حفظ شود.

۳. افرادی که نشانه‌های مشاهده‌پذیری از حساسیت‌های روانی نشان دادند؛ از جمله اضطراب، نگرانی، اشتیاق غیرعادی و نظایر آن، از فرآیند آزمون حذف شدند.

تحلیل داده‌ها، به طور عمومی متکی بر تحلیل کیفی آن‌ها بوده است؛ در عین حال، آزمون آماری هم‌بستگی نیز، صرفا به عنوان یک آزمون هم‌بستگی آزمایشی (که تنها مبین احتمال وجود رابطه بوده و اثبات آن، مستلزم توسعه‌ی آزمون با نمونه‌های بیش‌تر است) در راستای غنی‌سازی یافته‌های تحلیل کیفی، مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به این‌که تاثیر متغیرهای مستقل روی یک گروه از افراد سنجیده می‌شود؛ این پژوهش به نوعی مطالعه‌ی تجربی درون‌موردی بوده و از شیوه‌ی اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده می‌کند؛ یعنی هر فرد از جامعه نمونه، در معرض تمامی متغیرهای مستقل تحقیق قرار خواهد گرفت.

میزان حضورپذیری یا تمایل افراد برای حضور در محیط، متغیر وابسته این تحقیق است. با توجه به این که هنوز ابراز دیجیتال و در دسترسی برای سنجش این پارامتر که مفهومی پیچیده و وابسته به لایه‌های ادراکی ذهن انسان است، وجود ندارد؛ ناگزیر به اظهارات فرد اکتفا شده است. بدین معنی که با استفاده از شیوه‌ی خوداظهاری، میزان تمایل افراد مورد آزمایش برای حضور در فضاها، پرسش می‌شود و در نهایت، از طریق تحلیل هم‌بستگی بین نظرسنجی و داده‌های به دست آمده از آزمایش‌ها، که درحقیقت واکنش‌های احساسی مغز به محرک‌های ارائه شده برای فرد آزمودنی است، فرضیه‌ی مطرح شده، در مقیاس آزمایشی، مورد راستی‌آزمایی قرار می‌گیرد.

متغیرهای مستقل این پژوهش، از میان ویژگی‌های محیطی یا به زبان نوشتار حاضر، محرک‌های حسی و ترغیب‌کننده‌ی حضور که قابلیت پایش با ابزارهای علوم اعصاب را دارند، انتخاب شده‌اند که عبارتند از: رنگ، نور، بافت، شکل و فرم، نظم، عناصر طبیعی، آمار و جمعیت، عوامل زیستی و آسایش محیطی شامل رطوبت و دما، بوها و اصوات که تقریبا همگی مبتنی بر دریافت اولیه هستند و نیاز به تحلیل ادراکی ندارند. به تعبیر دیگر، درجه‌ی تحریک‌کنندگی حسی محیط، در پی دریافت‌های حسی هر یک از حواس پنج‌گانه در مواجهه با این محرک‌ها، به تنهایی و یا با هم‌سازی یکدیگر، به عنوان متغیرهای مستقل این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند.

از میان محرک‌های حسی، در راستای جلوگیری از پیچیدگی‌های غیرضروری و ایجاد امکان تحلیل نتایج به صورت تفکیک‌شده و متمایز، برای هر یک از حواس پنج‌گانه تنها یک محرک حسی مورد استفاده قرار گرفته است که عبارتند از:

- نور طبیعی به عنوان محرک بینایی
- صدای رادیو به عنوان محرک شنوایی (مرتبط با فضای داخلی)
- بوی گیاه به عنوان محرک بویایی - چشایی
- جریان هوا به عنوان محرک لامسه

برای انجام آزمایش، سناریویی در نظر گرفته شده است که در طی آن، محرک‌ها به ترتیب به محیط افزوده شده و مورد سنجش قرار می‌گیرند.

فضای شبیه‌سازی شده، عبارت است از یک اتاق انتظار ساده، با عناصر ثابت کف، سقف، دیوارها، میز و صندلی و عناصر غیرثابت، که همان محرک‌های حسی آزمایش هستند. فضای مورد نظر، در نرم‌افزار 3ds Max مدل شده و با تکنیک‌های واقعیت مجازی و با کمک اپلیکیشن (VRPlayer ios) در تلفن همراه، برای آزمودنی به نمایش در می‌آید (شکل ۳)؛ به گونه‌ای که فرد با پوشیدن عینک مخصوص، به طور کامل در فضا قرار گرفته و با چرخاندن سر، تمام جهات را ادراک می‌نماید (شکل ۴). هم‌چنین، تحریک شنوایی، بویایی و لامسه نیز در هنگام نیاز، در هر یک از حالت‌های ۹گانه‌ی حاصل از ترکیب محرک‌های حسی مختلف طرح شده، توسط پژوهش‌گر انجام شده است که در واقع، آزمایش را به نوعی کولاژ تبدیل کرده است. البته به دلیل محدودیت‌های شیوه‌ی اندازه‌گیری خاص این پژوهش، سعی شده محرک‌ها با کم‌ترین میزان چرخش سر، قابل درک باشند؛ زیرا در روش‌های اندازه گیری مبتنی بر EEG، سیگنال‌ها به حرکت حساس هستند.

Fig. 3. How to display the image in front of the glasses lenses in the VRPlayer (ios) software on the mobile phone

Fig. 4. Virtual reality glasses (VR)

ترکیب محرک‌های حسی مختلف، مشتمل بر ۹ حالت (شکل ۵) است: اولین حالت، ۱) فضای ساده و بدون هیچ محرکی است (حالت ۱ در شکل ۵) و سپس به ترتیب، فرد مورد آزمایش در معرض محرک‌های ۲) بینایی (حالت ۲ در شکل ۵)، ۳) بینایی و شنوایی (حالت ۳ در شکل ۵)، ۴) بینایی و بویایی (حالت ۴ در شکل ۵)، ۵) بینایی و لامسه (حالت ۵ در شکل ۵)، ۶) بینایی و شنوایی و بویایی (حالت ۶ در شکل ۵)، ۷) بینایی و بویایی و لامسه (حالت ۷ در شکل ۵)، ۸) بینایی و شنوایی و لامسه (حالت ۸ در شکل ۵)، و

در آخر ۹) بینایی و شنوایی و بویایی و لامسه یعنی همه‌ی محرک‌ها به صورت هم‌زمان (حالت ۹ در شکل ۵)، قرار می‌گیرد. محرک بینایی، نور است که از طریق یک پنجره وارد فضا می‌شود؛ برای تحریک حس شنوایی از صدای رادیو در حالی که اطلاعاتی عمومی ارائه می‌کند، بهره گرفته شده و برای ایجاد تحریک بویایی، از پراکندن بوی رزماری[۲۸] هم‌زمان با نمایش تصویر دیوار سبز و هم‌چنین برای تحریک لامسه از ایجاد جریان ملایم باد با بادبزن استفاده شده است. لازم به ذکر است که به دلیل ناگزیر بودن استفاده از حس بینایی به هنگام مواجهه با هر فضا از یک‌سو و هم‌چنین، نقش تداعی‌گر آن (به طور مثال ادراک لامسه‌ای از طریق بینایی) از سوی دیگر، باقی حس‌ها به صورت مطلقا جداگانه به مخاطب ارائه نشده و دست‌کم، با تجربه‌ی دیداری نیز همراه بوده‌اند. هم‌چنین، در طراحی آزمایش تلاش شد که قرار گرفتن فرد آزمودنی در برابر محرک‌ها، تحت شرایط یکسان باشد. به عنوان مثال، منبع تمامی محرک‌های حواس، قابل رویت است؛ نه فقط نور و محرک بینایی. به عبارتی، در هنگام پایش اثر بقیه‌ی محرک‌ها، فرد هم‌چنان که نسیم ملایم را حس می‌کند، پنجره را باز می‌بیند و هم‌چنین هنگام شنیدن صدای رادیو یا بوی گیاه، منبع هر یک از آن‌ها را در مقابل خود می‌بیند.

به طور کلی، سربند به ازای هر ۱۰ ثانیه، یک عدد برای هر یک از پارامترهای شش‌گانه‌ی نشان‌گر فعالیت مغزی، تولید کرده و نمودار مبین آن نیز هر ۱۰ ثانیه تغییر می‌کند: از این رو در این آزمایش، جهت تفکیک عدد مرتبط با اثر هر یک از محرک‌ها، هر کدام از حالت‌ها، به مدت ۲۰ ثانیه ادامه یافت (میانگین دو عددی که در این بازه‌ی زمانی از دستگاه دریافت می‌شود، مبنای تحلیل قرار گرفته است) و نیز برای اطمینان بیش‌تر، بین هر دو حالت، به مدت ۱۰ ثانیه، تصویر سیاه و عدم تحریک حسی وجود دارد. تصاویر و به همراه آن تحریک محیطی باقی حواس، در قالب یک ویدیوی ۵دقیقه‌ای، ۲ مرتبه، در محیطی که سکوت نسبی برقرار باشد، برای آزمودنی به اجرا در می‌آید که بار اول پس از پایان هر مرحله‌ی تحریکی، میزان خوشایندی محیط قبل، در قالب طیف لیکرت و امتیاز ۱ (معادل کم‌ترین امتیاز) و امتیاز ۵ (معادل بیش‌ترین امتیاز) از او پرسش می‌شود. بار دوم، بدون هیچ مکالمه‌ای، ویدیو مجدد اجرا شده و این بار سربند تنظیم‌شده روی سر فرد آزمودنی، مستقیما سیگنال‌ها را به صورت عدد و نمودار، در قالب ۶ پارامتر درگیری ذهنی، هیجان، تمرکز، علاقه، آرامش و استرس، در نرم‌افزار Emotiv BCI به نمایش می‌گذارد. در پایان، اعداد دریافت شده به نرم‌افزار اکسل منتقل شده و مورد تحلیل کیفی قرار گرفته است. هم‌چنین، رابطه‌ی هم‌بستگی آزمایشی بین این پارامترها و میزان خوشایندی در مقیاس لیکرت در نرم افزار SPSS نیز، به عنوان یک تحلیل کمکی و جانبی، بررسی شده است.

یافته‌ها

داده‌های خروجی نرم‌افزار تحلیل‌کننده‌ی امواج مغزی، شامل ۶ مولفه است: ۱) درگیری ذهنی، ۲) هیجان و برانگیختگی، ۳) تمرکز، ۴) علاقه، ۵) آرامش و ۶) استرس. این داده‌های ۶گانه برای ۹ موقعیت حسی یادشده، وارد برنامه اکسل شده و با استخراج نمودار، سیر تغییرات کمی این داده‌ها، جهت تحلیل هر یک از حالت‌های مغزی ۶ گانه، در ارتباط با موقعیت‌های ۹ گانه‌ی حسی صورت گرفته است.

بالاترین نمودار که به رنگ سبز نمایش داده می‌شود، میانگین رفتار افراد برای هر یک از ۶ مولفه است. هم‌چنین، رابطه‌ی هم‌بستگی آزمایشی، میان

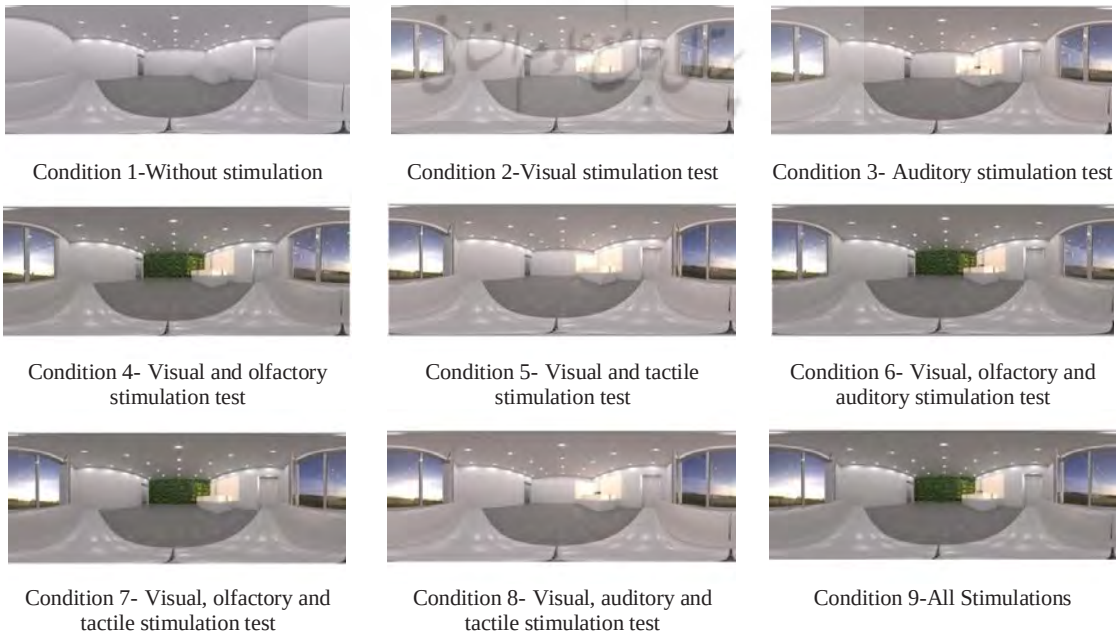

Fig. 5. The set of images shown to the subject in the order of presentation and in the form of a slide show

متغیر خوشایندی فضا، که بر اساس خوداظهاری افراد استخراج شده است؛ با هر یک از این حالت‌های ۶ گانه، محاسبه شده و در ادامه‌ی تحلیل‌ها آمده است.

درگیری ذهنی

با توجه به نمودار شکل ۶، در مواقع قرارگرفتن در معرض محرک محیطی و بلافاصله نمایش تصویر سیاه (عدم وجود محرک)، میزان درگیری ذهنی، متناوبا افزایش و کاهش داشته است؛ بدین معنی که تصویر سیاه درگیری ذهنی را کم می‌کند که امری بدیهی است. بنابراین به نظر می‌رسد این پارامتر، فقط برای حالت‌های وجود یا عدم وجود محرک قابل استفاده است. همان‌طور که از نمودار نیز برمی‌آید، این پارامتر نمی‌تواند معیار سنجش خوبی برای هدف این پژوهش باشد؛ چرا که سیر نمودار تقریبا ثابت بوده و سطح درگیری مشابهی را برای تمام حالت‌های تحریک نشان می‌دهد. با این حال، مطابق نمودار و همچنین پیش‌بینی پژوهش، سطح درگیری ذهنی به محض پوشیدن عینک و مواجه شدن با فضای مدل‌شده‌ی سه‌بعدی و همچنین وجود محرک شنوایی و لامسه که در طی انجام آزمایش به عنوان تحریک حسی قوی شناخته شده‌اند، بیش از بقیه‌ی حالت‌ها است. لازم به ذکر است که با توجه به نمودار، همه‌ی آزمودنی‌ها رفتار مشابهی به لحاظ سطح درگیری ذهنی نشان داده‌اند.

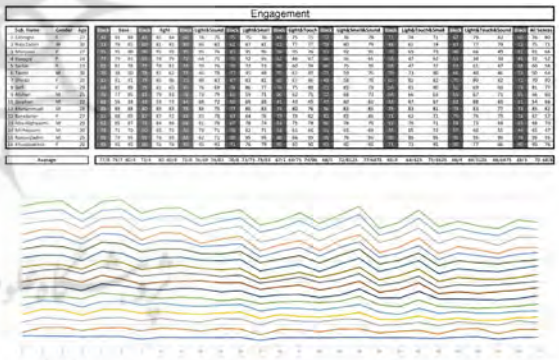

Fig. 6. Engagement parameter data

هیجان

برخلاف پارامتر درگیری ذهنی، سطح هیجان، با توجه به هدف این تحقیق، معیار سنجش خوبی برای آن به نظر می‌رسد؛ زیرا ضمن داشتن وضعیت کلی مشابه برای آزمودنی‌ها، فراز و فرود معنی‌داری را در برابر انواع محرک‌ها نشان می‌دهد. مطابق نمودار شکل ۷، سطح هیجان، هنگام قرارگیری فرد در معرض نسیم ملایم، افزایش زیادی داشته است که همان‌طور که در تحلیل پارامتر درگیری ذهنی عنوان شد، می‌توان این موضوع را دریافت که تحریک لامسه، می‌تواند در برقراری پیوند فعال‌تر میان فرد و فضا، بسیار قوی عمل کند. البته، خوشایند بودن یا آزاردهنده بودن این تحریک حسی، در ادامه در تحلیل رابطه‌ی هم‌بستگی آن با خوداظهاری آزمودنی، روشن شده است. با توجه به نمودار، در هر زمانی که تحریک لامسه اتفاق افتاده، در سطح هیجان نیز، جهش رخ داده است. بالاترین میزان این جهش، هنگام اولین مواجهه‌ی آزمودنی با این نوع از تحریک است. هم‌چنین، در حالت‌های بدون تحریک، یا نمایش تصویر سیاه، افت در سطح هیجان به آسانی قابل خوانش است. اختلاف در سطح هیجان افراد، در تمامی نمونه‌ها از یک روند مشابه پیروی می‌کند که مبین یک الگوی تکراری و قابل استنتاج در این خصوص است.

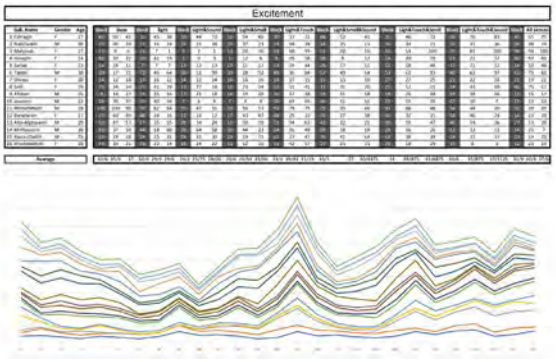

Fig. 7. Excitement parameter data

تمرکز

پارامتر تمرکز نیز، به دلیل داشتن فراز و فرودهای کم و عدم داشتن جهش‌های معنادار در افزایش یا کاهش سطح تمرکز، نمی‌تواند معیاری برای مقایسه‌ی کاربردی ارائه کند. به صورت کلی، نمودار شکل ۸، افزایش سطح تمرکز را در هنگام وجود تحریک در حس لامسه یعنی وزش باد ملایم، و هم‌چنین وجود دیوار سبز نشان می‌دهد. از طرفی، همان‌طور که انتظار می‌رفت، وجود تحریک شنوایی در فضای داخلی، موجب کاهش سطح تمرکز شده است که این نتیجه در پژوهش با و کانگ و نیز یانگ و مون هم حاصل شده است (Ba & Kang, 2019; Yang & Moon, 2021).

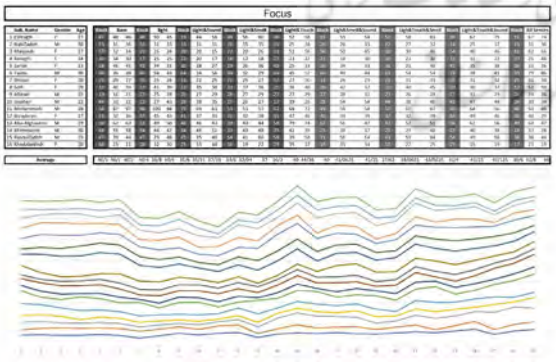

Fig. 8. Focus parameter data

علاقه

پارامتر علاقه هم مانند پارامترهای تمرکز و درگیری ذهنی، نمی‌تواند معیار مناسبی برای پایش میزان تحریک حسی در هر یک از حالت‌های ۹گانه باشد؛ زیرا درجه‌ی افزایش یا کاهش برای این پارامتر در طول آزمایش، تفاوت زیادی را نشان نمی‌دهد. با این حال، با میزان تفاوت کمی از سایر حالت‌ها، مطابق نمودار شکل ۹، وضعیتی که در آن فرد

آزمودنی در برابر تحریک جمیع حواس قرار می‌گیرد، بیش‌ترین میزان علاقه را نشان می‌دهد. هم‌چنین مطابق نمودار، برای این پارامتر نیز آزمودنی‌ها، رفتار مشابهی به لحاظ سطح علاقه نشان داده‌اند که این موضوع با فرضیه‌ی پژوهش هم‌سویی دارد.

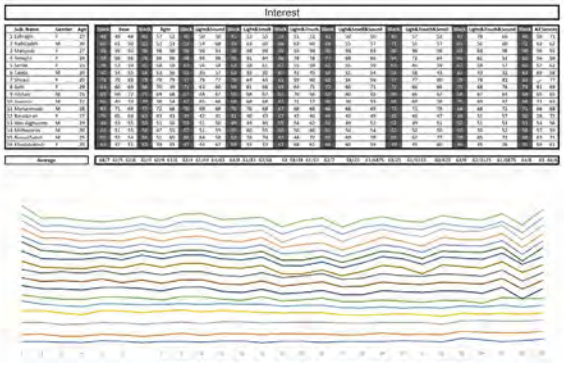

Fig. 9. Interest parameter data

آرامش

مطابق نمودار شکل ۱۰، به نظر می‌رسد که در صورت عدم وجود محرک حسی، یعنی هنگام نمایش تصویر سیاه، آرامش در بالاترین سطح خود قرار دارد و نمودار، نظم قابل قبولی را نشان می‌دهد که خود، موید این موضوع است. صرف‌نظر از حالت‌های بدون محرک، نمودار، حاکی از آن است که وضعیتی که سه محرک بینایی، بویایی و لامسه در آن وجود دارد؛ بیش‌ترین سطح آرامش را به همراه دارد. تحلیل‌های اولیه‌ی میدانی نیز، به خوبی این نتیجه را تایید می‌نماید. مطابق اظهار نظر افراد در حین آزمایش، برخی صداهای منحصر به فضای داخلی، مانند صدای رادیو، آزاردهنده بوده و به نوعی سکوت برای آن‌ها ارجح است. البته، لازم به ذکر است که این ادعا، تنها برای فضای داخلی بسته با کاربری مشابه همین سناریو قابلیت تعمیم دارد و نتیجه‌گیری قاطع‌تر، آزمایش‌های متعدد برای تعداد بیش‌تر آزمودنی را می‌طلبد. بنابراین، در صورت وجود محرک برای بقیه‌ی حواس به جز شنوایی، بیش‌ترین میزان رضایت از محیط وجود دارد که نوید حضورپذیری بیش‌تر در این حالت را می‌دهد. موضوع تاثیر بسزای محرک صوتی در تغییر سطح آرامش، در پژوهش‌های با و کانگ و نیز یانگ و مون، دیده شده است (Ba & Kang, 2019; Yang & Moon, 2021).

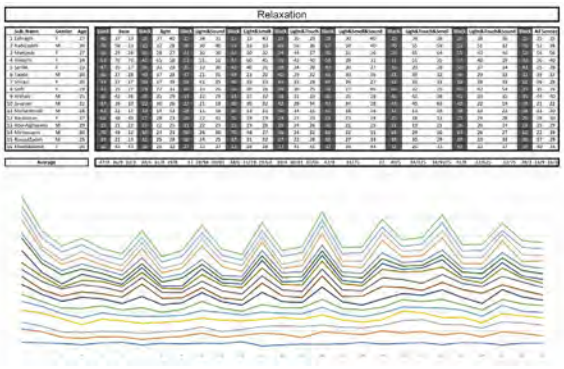

Fig. 10. Relaxation parameter data

استرس

نمودار این پارامتر در شکل ۱۱، تقریبا عکس وضعیت پارامتر مربوط به آرامش را نشان می‌دهد. یعنی به صورت کلی، در هنگام وجود هرگونه محرک حسی نسبت به حالت عدم تحریک، که همان نمایش تصویر سیاه است؛ استرس بیش‌تری وجود دارد. البته، باید مجددا خاطرنشان کرد که اضافه کردن تصویر سیاه بین هر وضعیت تحریکی تا وضعیت تحریکی بعد، تنها به دلیل متمایز کردن نتیجه‌ی حاصل از هر کدام از حالت‌های ۹گانه بوده و ارزش دیگری ندارد؛ چرا که در تجربه‌ی حقیقی فضایی، این وضعیت نه تنها اتفاق نمی‌افتد، بلکه هدف طراحانه هم نیست و همه‌ی فضاها کم و بیش سطحی از تحریک حسی را رقم می‌زنند. بنابراین، صرف‌نظر از حالت‌های بدون تحریک، وضعیتی که جریان ملایمی از باد برقرار بود و هم‌زمان بوی گیاه در فضا پراکنده شده بود، بیش‌ترین سطح استرس قابل مشاهده است. این بدان معناست که جریان هوا با تحریک لامسه، ضمن کمک به پراکندن بو و در همراهی تحریک بویایی، سطح بالایی از تحریک حسی را رقم می‌زند. هم‌چنین، شایان ذکر است که این تحریک نسبتا شدید، به نظر می‌رسد لزوما معنای منفی نداشته باشد؛ به عبارت دیگر، سطح بالای استرس در این حالت می‌تواند تنها میزان بالایی از تحریک احساسی را روایت کند. بنابراین برای ارائه‌ی نظرهای دقیق‌تر و قاطعانه‌تر، لازم است آزمایش‌های بیش‌تری انجام شده و تحلیل‌های شناختی و ادراکی نیز انجام شود.

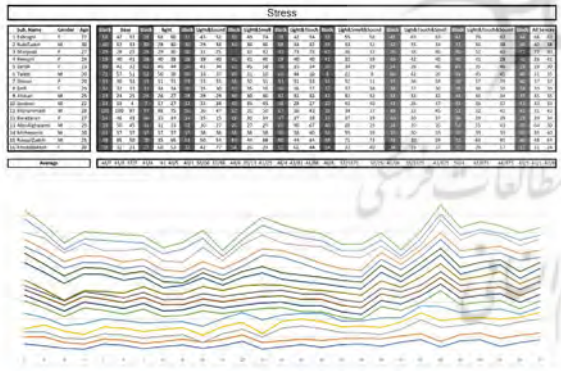

Fig. 11. Stress parameter data

تحلیل هم‌بستگی

در این بخش از تحلیل، ضمن تشریح رابطه‌ی هم‌بستگی بین هرکدام از پارامترهای ۶گانه با خوشایندی فضا، در نظر است با توجه به جدول و نوع رابطه، از میان پارامترها، شاخصی برای خوشایندی معرفی گردد؛ از این رو، مطابق جدول، حسب فراوانی هم‌بستگی‌ها به لحاظ منفی یا مثبت بودن، پارامترهای درگیری ذهنی، هیجان، تمرکز، آرامش و استرس، به طورکلی، با اظهارات فرد مبنی بر خوشایندی، رابطه‌ی هم‌بستگی منفی داشته و پارامتر علاقه با اظهارات فرد مبنی بر خوشایندی، رابطه‌ی هم‌بستگی مثبت دارد. بنابراین احتمالا پارامتر علاقه، از بین ۶ پارامتر حسی ارائه

شده توسط Emotiv EPOC+، می‌تواند با اظهارات فرد مبنی بر خوشایندی، متناظر فرض شده و در پژوهش‌های آتی، به عنوان شاخص خوشایندی به کار برده شود.

با توجه به جدول ۳، صرف‌نظر از دو مورد استثنا، به طور کلی رابطه‌ی هم‌بستگی بین پارامتر درگیری ذهنی و اظهارات شخص آزمودنی در خصوص خوشایندی فضا، منفی است؛ این موضوع بدان معناست که بین درگیری ذهنی حاصل از تمامی حالت‌های تحریکی و اظهارات فرد مبنی بر خوشایندی فضا، رابطه‌ی معکوس وجود دارد. به عبارت دیگر، فضایی که درگیری ذهنی بیش‌تری ایجاد کرده، توسط مخاطب امتیاز کم‌تری دریافت نموده است. با این حال، در نتایج دو مورد از این تحلیل، تفاوتی به چشم می‌خورد که مربوط به حالت هفتم و هشتم (به ترتیب برای وجود محرک‌های بینایی، بویایی و لامسه و محرک‌های بینایی، لامسه و شنوایی) است. این ارتباط هم‌بستگی مثبت، حاکی از وجود درگیری ذهنی خوشایند در این دو حالت، برای فرد آزمودنی است. این موضوع می‌تواند بیان‌گر این موضوع باشد که وجود سه محرک از سه جنس، که یکی از آن‌ها تحریک لامسه‌ای است، درگیری ذهنی مثبت پدید می‌آورد. موضوع اهمیت حس لامسه در تاثیر محیطی، بارها توسط اندیشمندانی چون پالاسما و هال، مورد تاکید قرار گرفته است (Qods, 2016; Tabibian, 2014). هم‌چنین تعداد محرک‌های دو یا چهارتایی، به نسبت از مطلوبیت کم‌تری برخوردار است. باید متذکر شد که مطابق جدول، معناداری قابل‌توجهی مبنی بر وجود رابطه‌ی هم‌بستگی، بین درگیری ذهنی و خوشایندی، برای هیچ‌کدام از حالت‌های ۹گانه وجود ندارد.

هم‌چنین، مطابق جدول ۴، در تحلیل هم‌بستگی پارامتر هیجان با خوداظهاری آزمودنی از میزان خوشایندی فضا نیز، مانند حالت قبل، صرف‌نظر از دو مورد استثنا، به طور کلی رابطه‌ی هم‌بستگی منفی وجود دارد که بیان‌گر رابطه‌ی عکس بین هیجان و خوشایندی فضا است. به دیگر سخن، فضایی که هیجانات را افزایش دهد، خوشایندی کم‌تری را رقم می‌زند. هم‌چنین در مورد این پارامتر نیز، دو مثال نقض وجود دارد که مربوط به حالت ششم و هفتم (به ترتیب برای وجود محرک‌های بینایی، بویایی و شنوایی و محرک‌های بینایی، بویایی و لامسه) است. این ارتباط هم‌بستگی مثبت، نشان می‌دهد که برای این دو حالت از هم‌نشینی محرک‌ها (تحریک بویایی مشترک است)، هیجان پدیدآمده خوشایند بوده است. با توجه به نوع تحریک بویایی که با استفاده از رایحه‌ی گیاه انجام شده است، مطابق نظریه‌های پایه در این حوزه مبنی بر تاثیر گسترده‌ی بوهای خوشایند مانند بوی درختان، مصالح طبیعی و... این نتیجه قابل پیش‌بینی بوده است (Nikfetrat et al., 2015). هم‌چنین طبق جدول، با توجه به مقدار معناداری کم‌تر از ۰/۰۵ برای حالت‌های پنجم (بینایی و لامسه)، هفتم (بینایی، بویایی و لامسه) و نهم (همه‌ی محرک‌ها)، وجود رابطه‌ی هم‌بستگی شدید منتج می‌شود. از آن‌جا که حالت هفتم از تحریکات (بینایی، بویایی و لامسه) در تحلیل هم‌بستگی پارامتر درگیری ذهنی و خوشایندی هم وجود داشت، نتیجه می‌شود که رابطه‌ی هم‌بستگی بسیار قوی بین محرک‌های موجود در حالت هفتم (بینایی، بویایی و لامسه)، و اظهارات فرد مبنی بر خوشایندی وجود دارد؛ این موضوع بدین معنی است که این سه محرک با قطعیت زیادی موجب خوشایندی و

Table 3. Correlation analysis of engagement parameter and self-reported pleasantness

Engagement	No stimulation	visual stimulation	Visual and auditory stimulation	Visual and olfactory stimulation	Visual and tactile stimulation	Visual, olfactory and auditory stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	All stimulations
The correlation coefficient	-0/211	-0/267	-/351	-0/182	-0/122	-0/248	0/4	0/398	-0/096
Significance amount	-0/432	0/317	-0/183	0/501	0/653	0/355	0/124	0/127	0/723

Table 4. Correlation analysis of excitement parameter and self-reported pleasantness

Excitement	No stimulation	visual stimulation	Visual and auditory stimulation	Visual and olfactory stimulation	Visual and tactile stimulation	Visual, olfactory and auditory stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	All stimulations
The correlation coefficient	-0/121	-0/1	-0/221	-0/102	-0/518	0/145	0/515	-0/276	-0/499
Significance amount	0/656	0/712	0/41	0/707	0/04	0/592	0/041	0/301	0/049

درنتیجه ماندگاری حضور در فضا خواهند بود؛ چرا که هم درگیری ذهنی و هم هیجان پدیدآمده در پی این حالت از هم‌نشینی محرک‌ها، توسط فرد خوشایند تلقی شده است. در این‌جا نیز باید به خوشایندی تحریک لامسه با توجه به حضور در هر دو حالت تحریکی نام‌برده (حالت‌های پنجم و هفتم)، در هم‌سویی با پژوهش‌های پیشین و نظریه‌ی اندیشمندانی چون پالاسما، در خصوص اهمیت بالای حس لامسه، توجه داشت (Qods, 2015).

با توجه به جدول ۵، نتایج حاصل از تحلیل هم‌بستگی پارامتر تمرکز و میزان خوشایندی فضا مبنی بر اظهارات شخص، حاکی از وجود رابطه‌ی هم‌بستگی منفی در همه‌ی موارد، به جز حالت هفتم یعنی وجود محرک‌های بینایی، بویایی و لامسه است؛ به تعبیر دیگر، بین افزایش سطح تمرکز و تحریک بینایی، بویایی و لامسه (حالت هفتم)، هم‌بستگی مثبت وجود دارد. بنابراین، هر سه پارامتر درگیری ذهنی، هیجان و تمرکز که تاکنون تحلیل هم‌بستگی آن‌ها ارائه شد، هرچند که به صورت کلی با خوشایندی هم‌بستگی منفی داشتند، در حالت تحریکی بینایی، بویایی و لامسه (حالت هفتم)، استثنا هم‌بستگی مثبت با خوشایندی را به اثبات رسانده‌اند. از طرفی می‌توان نتیجه گرفت که در صورت وجود صدا، با قطعیت نسبتا بالایی، همان‌طور که از داده‌های دستگاه در رابطه با کم شدن تمرکز پیداست، خوشایندی نیز کاهش می‌یابد. البته لازم به ذکر است که در حالت‌های اولیه‌ی آزمایش، که در آن‌ها محرک شنوایی وجود ندارد، اما رابطه‌ی هم‌بستگی هم‌چنان منفی است؛ می‌توان احتمال داد که متغیر مداخله‌گر، نتایج را تحت تاثیر قرار داده باشد. به نظر می‌رسد پوشیدن عینک و مواجهه با فضا، همواره در لحظات اولیه، نوعی تغییر آنی در حالت مغزی فرد و تهاجم اطلاعات را برای او به همراه دارد که البته این موضوع برای همه‌ی پارامترها صادق است. در این پژوهش، با در نظر گرفتن این مسئله، و جهت کم‌کردن تاثیر آن، حالت‌های وجود بیش از دو محرک، هنگام طراحی آزمایش، در مراحل میانی به بعد گنجانده شده است. چرا که مطابق یافته‌های نظری پژوهش، تحلیل اثر ادراک چندحسی، یعنی تحریک حسی ناشی از بیش از دو حس به صورت هم‌زمان، موجب افزایش حضورپذیری خواهد شد و بنابراین نتایج حاصل از این حالت‌ها بیش‌تر از موارد تک‌حسی یا دوحسی، مد نظر تحقیق بوده است.

مطابق جدول ۶، همان‌طور که انتظار می‌رود، پارامتر علاقه و خود اظهاری افراد مبنی بر خوشایندی فضا، به طور کلی رابطه‌ی هم‌بستگی مثبت دارند. یعنی فضایی که درمورد آن علاقه‌ی بالاتری به ثبت رسیده، اظهارات افراد درباره‌ی آن، حکایت از خوشایندی دارد. البته سه مورد استثنا هم وجود دارد (حالت اول، بینایی و شنوایی، حالت پنجم، بینایی و لامسه و حالت نهم، همه‌ی حواس) که دو مورد از آن‌ها (حالت اول و نهم)، وجود محرک شنوایی را نشان می‌دهد که این موضوع نیز در تایید یافته‌ها از طریق تحلیل کیفی، نشان می‌دهد که احتمالا وجود منبع صوتی در فضای داخلی، خوشایند نخواهد بود. هم‌چنین، در حالت پنجم (وجود محرک بینایی و لامسه)، به نظر می‌رسد که محرک لامسه و وزش باد، کاهش سطح علاقه را سبب شده است که این موضوع نیز، ممکن است تحت تاثیر عوامل مداخله‌گر باشد. چرا که تحریک لمسی در اولین مواجهه با وزش باد، درحالی که فرد عینک واقعیت مجازی پوشیده است و به نوعی تسلط کافی بر موقعیت حقیقی

Table 5. Correlation analysis of focus parameter and self-reported pleasantness

Focus	No stimulation	visual stimulation	Visual and auditory stimulation	Visual and olfactory stimulation	Visual and tactile stimulation	Visual, olfactory and auditory stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	All stimulations
The correlation coefficient	-0/045	-0/288	-/102	-/456	-0/305	-0/008	0/508	-/189	-0/325
Significance amount	0/87	0/28	0/707	0/076	0/251	0/977	0/045	0/483	0/219

Table 6. Correlation analysis of interest parameter and self-reported pleasantness

Interest	No stimulation	visual stimulation	Visual and auditory stimulation	Visual and olfactory stimulation	Visual and tactile stimulation	Visual, olfactory and auditory stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	All stimulations
The correlation coefficient	0/404	0/426	-0/07	0/221	-0/542	0/001	0/094	0/073	-0/349
Significance amount	0/12	0/1	0/797	0/41	0/03	0/996	0/728	0/789	0/186

خویش ندارد، در پی افزایش تنش و استرس ناشی از ناشناختگی و ایجاد نوعی شوک، ممکن است موجب ناخوشایندی اما به صورت موقتی، شده باشد.

همان‌طور که در جدول ۷ مشخص است، وجود رابطه‌ی هم‌بستگی هم مثبت و هم منفی با بسامد تقریبا مساوی و عدم کشف هرگونه مطابقت به لحاظ نحوه‌ی هم‌نشینی محرک‌ها با وجود رابطه‌ی هم‌بستگی مثبت یا منفی، نتایج آزمون هم‌بستگی در خصوص پارامتر آرامش، یافته‌ی معنی‌داری به دست نداده و بنابراین از نتایج آن صرف‌نظر شده است.

در آخر با توجه به جدول ۸، همان‌طور که انتظار می‌رود، بین پارامتر استرس و اظهارات افراد مبنی بر خوشایندی فضا، به طور کلی رابطه‌ی هم‌بستگی منفی وجود دارد. به عبارت دیگر، فضایی که سطح استرس بالاتری را دستگاه از آن به ثبت رسانده، مطابق اظهارات، خوشایندی کم‌تری داشته است. هم‌چنین وجود تعداد بیش‌تری ضریب معناداری زیر ۰/۰۵ (در حالت های دوم، پنجم و نهم، به ترتیب برای بینایی به تنهایی، بینایی و لامسه و همه‌ی محرک‌ها)، این ادعا را تقویت می‌نماید. در حالت پنجم و حالت آخر (به ترتیب، بینایی و لامسه و همه‌ی حواس) که در هر دو این حالت‌ها تحریک لامسه با وزش باد وجود دارد، ضریب معناداری زیر ۰/۰۵، حکایت از تاثیرگذاری چشم‌گیر محرک لامسه در کاهش سطح استرس و به تبع خوشایندی فضا دارد. همان‌طور که پیش‌تر روشن شد، تاثیر وسیع حس لامسه توسط پالاسما نیز بارها تاکید شده است (Qods, 2015). هم‌چنین در حالت هفتم (وجود محرک‌های بینایی، بویایی و لامسه) استثنا وجود دارد که به نظر می‌رسد احتمالا به علت تاثیر متغیرهای مداخله‌گر باشد.

جمع‌بندی یافته‌ها

همان‌طور که در خلال تحلیل‌ها روشن شد، سه پارامتر از حالت‌های مغزی ۶گانه، یعنی پارامترهای هیجان، آرامش و استرس، به دلیل ارائه‌ی نتایج معنادار به لحاظ فراز و فرودها و سیر تغییرات اعداد، برای تحلیل کیفی باشند. و نیز وجود مشابهت کلی، به لحاظ نوع هم‌بستگی آن‌ها برای بیش‌تر آزمودنی‌ها، می‌توانند معیار سنجش مناسب‌تری نسبت به بقیه‌ی پارامترها برای آزمایش‌های تحریک حسی محیطی باشند. از میان این سه پارامتر، پارامتر آرامش حسب نوع تحریک حسی و نقش متغیرهای مداخله‌گر، بارها هم‌بستگی مثبت و منفی با خوشایندی را نشان داده است؛ اما همان‌طور که در روند تحلیل هم‌بستگی پارامتر هیجان و خوشایندی تشریح شد، علی‌رغم هم‌بستگی کلی منفی، پارامتر هیجان در حالت تحریکی هفتم، یعنی تحریک بینایی، بویایی و لامسه، با خوشایندی، هم‌بستگی مثبت نشان داده است؛ بنابراین، هم‌بستگی مثبت پارامتر هیجان و نیز از طرفی پارامترهای درگیری ذهنی و تمرکز با خوشایندی، نوید مطلوبیت تحریک حسی بینایی، بویایی و لامسه (حالت تحریکی هفتم) به صورت هم‌زمان را می‌دهد. از طرفی روشن شد که پارامتر آرامش در تحلیل به روش کیفی، در حالت هفتم (بینایی، بویایی و لامسه) بیش‌ترین سطح آرامش را موجب شده و نیز رابطه‌ی هم‌بستگی بسیار قوی بین پارامتر آرامش و خوشایندی، برای محرک‌های موجود در حالت هفتم یعنی محرک‌های بینایی، بویایی و لامسه، وجود دارد؛ تعدد این یافته، هم از طریق تحلیل کیفی پارامتر آرامش و هم تحلیل هم‌بستگی پارامترهای درگیری ذهنی، هیجان و تمرکز با خوشایندی، بدین معنی است که این سه محرک

Table 7. Correlation analysis of relaxation parameter and self-reported pleasantness

Relaxation	No stimulation	visual stimulation	Visual and auditory stimulation	Visual and olfactory stimulation	Visual and tactile stimulation	Visual, olfactory and auditory stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	All stimulations
The correlation coefficient	0/097	0/433	0/147	-0/139	-0/454	-0/01	-0/299	0/045	-0/68
Significance amount	0/72	0/094	0/586	0/608	0/078	0/971	0/393	0/869	0/004

Table 8. Correlation analysis of stress parameter and self-reported pleasantness

Stress	No stimulation	visual stimulation	Visual and auditory stimulation	Visual and olfactory stimulation	Visual and tactile stimulation	Visual, olfactory and auditory stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	Visual, olfactory, and tactile stimulation	All stimulations
The correlation coefficient	-0/299	-0/473	-0/168	-0/298	-0/629	-0/104	0/121	-0/248	-0/577
Significance amount	0/261	0/064	0/543	0/262	0/009	0/702	0/655	0/354	0/019

با قطعیت زیادی موجب مطلوبیت و خوشایندی، و درنتیجه ماندگاری حضور در فضا خواهند بود.

تاثیر انکارناپذیر و گسترده‌ی بینایی، همواره محرز بوده است و پژوهش حاضر نیز به روشنی این موضوع را تایید می‌نماید. البته تا پیش از ظهور صنعت چاپ، توفق شنوایی بر بینایی وجود داشته است (Qods, 2015: 35). در منابع بسیاری به اهمیت صدا اشاره شده که غالب آن‌ها، صداهای برخاسته از تماس با مصالح و یا اصوات طبیعی هستند (Nikfetrat et al., 2015: 93). درحقیقت بسته به نوع صدا و این موضوع که صوت به تجربه‌ی فضایی لحظه (اصوات ضبط‌شده) منوط نباشد، عموما بینایی نقش پررنگ‌تری بر عهده می‌گیرد (Qods, 2015: 62). البته باید در نظر داشت که از طرفی ضروری‌ترین تجربه‌ی شنیداری محصول معماری، سکوت و آرامش است؛ این موضوع مخصوصاً در فضاهای داخلی، اهمیت بیشتری می‌یابد (Nikfetrat et al., 2015: 22). هم‌بستگی مثبت پارامتر تمرکز و اظهارات شخص، در حالت هفتم یعنی تحریک بینایی، بویایی و لامسه و هم‌بستگی منفی در بقیه‌ی حالت‌ها، بدین معناست که در صورت وجود صدا، با قطعیت نسبتا بالایی می‌توان نتیجه گرفت که همان‌طور که از داده‌های دستگاه در رابطه با کم‌شدن تمرکز پیداست، خوشایندی نیز کاهش می‌یابد. این موضوع در هم‌سویی با پژوهش های یانگ و مون است که در آن محرک‌های وابسته به زمان یعنی محرک‌های شنیداری، در بحث تامین آسایش محیطی در فضاهای داخلی، تاثیر وسیع‌تری نسبت به آسایش دیداری و حرارتی را نشان داده است (Yang & Moon, 2021). هم‌چنین تحقیقات با و کانگ نیز در موارد متجانس، اثر صدا را وسیع‌تر شناخته است (Ba & Kang, 2019). در باب تاثیر صدا، باید اضافه کرد که عواملی هم‌چون تفاوت‌های فرهنگی، نوع صوت در فضا و نظایر آن، می‌توانند بسیار تعیین‌کننده باشد. برای مثال، افراد آزمودنی، بعضا اظهار داشتند که در صورت پخش موسیقی، وجود تحریک شنیداری و صدای رادیو خوشایندتر خواهد بود. از طرفی ممکن است انعکاس صوتی اشیا، مصالح و برخی اصوات طبیعی دیگر نیز، نتایج متفاوتی به دست دهند (Tabibian, 2014: 53).

قوی‌ترین خاطره‌ی فضا، بوی غالب آن است (Nikfetrat et al., 2015: 23). در باب خوشایندی بو نیز باید اظهار داشت که متناسب با فرهنگ افراد و نیز نوع رایحه‌ی پراکنده‌شده، اعم از مطلوب یا نامطلوب بودن آن، بوهای طبیعی یا شیمیایی مانند عطرهای صنعتی و... می‌توان به نتایج متفاوتی رسید. در این تحقیق با توجه به استفاده از بوی گیاه رزماری، این موضوع خوشایند افراد نتیجه شده است (Tabibian, 2014: 97).

در تحلیل هم‌بستگی پارامتر استرس و خوشایندی، ضریب معناداری زیر ۰/۰۵، در حالت‌های تحریک بینایی و لامسه و تحریک همه‌ی حواس، به جهت حضور تحریک لامسه در هر دو، می‌توان تاثیرگذاری چشم‌گیر محرک لامسه در کاهش سطح استرس و به تبع خوشایندی فضا را نتیجه گرفت. تاثیر وسیع تحریک لامسه، در منابع بسیاری از پالاسما و هال، مورد تاکید قرار گرفته و نیز پژوهش صالحنیا و نیرومند نیز، موید آن است (Qods, 2015, Tabibian, 2013 & Salehnia and Niromand, 2017).

به طور کلی مطابق نتایج آزمایش‌های این پژوهش، باید اظهار داشت که وجود رابطه‌ی هم‌بستگی هم مثبت و هم منفی در بیش‌تر حالت‌های تحریک حسی، راهنمایی برای اظهار نظر در باب حداقل و حداکثر تعداد محرک‌های حسی از نظر جنس و یا به عبارتی کران بالا و پایین، برای این آزمایش است. به طور مثال، حالت‌های تحریکی هفتم و هشتم از نظر درگیری ذهنی و حالت‌های تحریکی ششم و هفتم از نظر هیجان، بر خلاف بقیه‌ی حالت‌های تحریکی، مثبت به ثبت رسیده‌اند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که در بیش‌تر موارد، وجود سه محرک حسی فضایی مطلوب تلقی شده و احتمالاً هم‌زمانی بیش از سه جنس تحریک حسی، خوشایند نخواهد بود. این موضوع، معرف کران بالای این پژوهش است که همان کافی بودن سه نوع تحریک حسی برای فضاهای داخلی است. هم‌چنین مطابق نتایج و تحلیل‌ها، این تحریک‌های حسی، بهتر است تحریک کنترل‌شده‌ی لامسه را شامل شده، اما تحریک شنوایی نباشند؛ چرا که این محرک، در پژوهش‌های بررسی شده، داده‌های دستگاه و نیز هم‌بستگی آن با خوداظهاری، با قطعیت بالایی ناخوشایند تلقی شده است. از طرفی، از استخراج و ارائه‌ی کران پایین به معنای حداقل تعداد محرک‌های حسی برای خوشایند تلقی شدن فضا، به دلیل نقش متغیر مداخله‌گر، خودداری شده است؛ زیرا مطابق نتایج، همواره اولین مواجهات فرد آزمودنی با فضای آزمایش در واقعیت مجازی، حالت‌های اولیه‌ی تحریک حسی را تحت تاثیر قرار داده است که با توجه به قرارگرفتن حالت‌های تحریکی تک‌حسی یا دوحسی در مراحل ابتدایی آزمایش، امکان اظهارنظر قطعی در این خصوص وجود ندارد.

وجود تناوب مشاهده‌پذیر در هم‌بستگی مثبت و منفی در داده‌ها، بیان‌گر این موضوع است که در مجموع تحریک‌حسی، صرف‌نظر از جنس یا تعداد محرک‌ها، می‌توانند در خوشایندی (یا ناخوشایندی) فضاها تاثیر قابل‌توجهی داشته باشد. بنابراین، به طور کلی، در هم‌سویی با مبانی نظری پژوهش که با اتکا بر نظریه‌ی اندیشمندان حوزه‌ی پدیدارشناسی، ادراک چندحسی را لازمه‌ی طراحی فضاها می‌دانند، پس از تحلیل نتایج داده‌های حاصل از آزمایش، مشاهده می‌شود که در مطلوبیت و خوشایندی

حالت‌هایی از تحریک حسی که در آن‌ها حداقل سه جنس تحریک حسی، آن هم بینایی، بویایی و لامسه اتفاق افتاده است؛ فراوانی بیش‌تری وجود دارد. این یافته، بیان‌گر این موضوع است که تعداد محرک‌های حسی بیش‌تر در فضاها، یا به عبارت طراحی چندحسی، عموما موجب افزایش خوشایندی و در نتیجه، افزایش حضورپذیری فضاها خواهد شد. تعیین مثبت یا منفی بودن محرک‌های دیگری از جنس دیگر و برای فضاهای دیگر، به آزمایش‌های بیش‌تری نیاز دارد که به پژوهش‌های آتی واگذار شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

میزان موفقیت فضاها، به میزان استفاده از آن مکان و حضور انسان به صورت پیوسته در آن، وابسته است. در دوران معاصر، کاهش روزافزون حضورپذیری فضاها مشهود است که در پژوهش‌های اخیر، عوامل متعددی برای آن برشمرده شده است. شناخت معیارهای ایجادکننده و ارتقادهنده‌ی حضور در فضاها، حضوری که تداعی‌کننده معنا و حس مکان باشد، درجهت رونق بخشیدن به محیط و تداوم رویداد در مقیاس فردی و جمعی، ضروری است. در این راستا، پژوهش حاضر، با تکیه بر نظریه‌ی ادارک چندحسی در معماری، سعی داشت نشان دهد بین ادراک چندحسی از فضاها و میزان حضورپذیری آن‌ها، رابطه‌ی مثبت وجود دارد.

بر این اساس، موقعیت‌های متفاوتی از حیث تجربه‌های حسی، برای تعدادی آزمودنی شبیه‌سازی شده و واکنش‌های مغزی آن‌ها، با استفاده از دستگاه Emotiv EPOC+ در قالب پارامترهایی ۶ گانه، ثبت شد. سپس، با استفاده از تحلیل کمی و کیفی این پارامترها و نیز سنجش هم‌بستگی آن‌ها با خوداظهاری آزمودنی‌ها مبنی بر خوشایندی فضا، روشن شد که در هم‌سویی با نظریه‌ی اندیشمندان معماری حوزه‌ی پدیدارشناسی، در صورت بهره‌گیری از محرک‌های چندحسی و کمک به تداعی پدیده‌ی هم‌حسی، میزان خوشایندی فضا برای بهره‌بردار و نتیجتا، تمایل وی به حضور در آن، افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، در صورت به کارگیری مولفه‌های طراحی معماری مبتنی بر بیش از یک حس در طراحی فضاها، خوشایندی و حضور در فضا، بالاتر خواهد بود.

یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که در فضاهای داخلی، وجود محرک‌های بینایی مانند نور، محرک‌های بویایی از جمله بوی گیاهان و محرک لامسه‌ی محیطی مانند وزش نسیم ملایم، اثر مشاهده‌پذیری بر خوشایندی فضا داشته و موجب تمایل بیش‌تر افراد برای حضور و ماندگاری در آن خواهد شد. از طرفی نتایج پژوهش با درجه‌ی اطمینان بالایی نشان داده است که منبع صوتی و محرک شنیداری در فضای داخلی، به‌ویژه با منبع نامعلوم و آواهای که فاقد بار زیبایی‌شناختی هستند؛ مطلوب نیست. هرچند، تحریک صوتی غیرمنفعل (با آواهای دارای کیفیت زیباشناختی) ممکن است نتایج دیگری به همراه داشته باشد. نتایج پژوهش‌های با و کانگ و نیز یانگ و مون نیز به ترتیب نشان داد که اثر صدا بر فرد پررنگ‌تر بوده و نیز منبع شنیداری نقش عمده‌تری در آسایش وی بر عهده دارد (Ba & Kang, 2019; Yang & Moon, 2021).

در آخر باید اظهار کرد که همان‌طور که در تحلیل‌ها روشن شد، پارامترهای درگیری ذهنی، هیجان، تمرکز، آرامش و استرس، به طورکلی، با اظهارات فرد مبنی بر خوشایندی، رابطه‌ی هم‌بستگی منفی داشته و پارامتر علاقه با اظهارات فرد مبنی بر خوشایندی، رابطه‌ی هم‌بستگی مثبت دارد. بنابراین پارامتر علاقه، از بین ۶ پارامتر حسی ارائه شده توسط Emotiv EPOC+، می‌تواند با اظهارات فرد مبنی بر خوشایندی، متناظر فرض شده و در پژوهش‌های آتی، به عنوان شاخص از آن استفاده شود.

از آن‌جا که این پژوهش میدانی، تنها به محرک‌های فضایی داخلی پرداخته، نتایج به دست آمده، تنها برای فضاهای داخلی قابلیت تعمیم دارد. پیشنهاد می‌شود در جهت تعمیم نتایج آن در سطحی فراتر از فضاهای داخلی، این آزمایش برای فضاهای خارجی و یا نیمه‌باز نیز توسعه یابد. هم‌چنین لازم است فرضیه، با انواع دیگری از محرک‌های بینایی، شنوایی، بویایی- چشایی و لامسه در فضاهای داخلی با کاربری‌های دیگر هم آزمایش شود. همان‌طور که در بخش روش‌شناسی نیز عنوان شد، به دلیل محدودیت‌های خاص در زمان انجام پژوهش و نیز محدودیت‌های اعتباری و زمانی، که به وقت‌گیر و هزینه‌بر بودن این شیوه‌ی آزمایش ارتباط می‌یابد، پیشنهاد می‌شود در صورت جذب اعتبار و امکان اختصاص زمان بیش‌تر، این پژوهش با نمونه‌های بیش‌تر و در جامعه‌ی آماری وسیع‌تری ادامه یابد. هم‌چنین، از آن‌جا که به دلیل محدودیت در اندازه‌گیری تاثیر محرک‌های حسی، تنها آن دسته از محرک‌ها که در سطح دریافت اولیه می‌گنجند و در واقع به تحلیل‌های ادراکی احتیاجی ندارند، در این پژوهش مورد پایش قرار گرفته‌اند؛ پیشنهاد می‌شود در جهت رفع این محدودیت، در ادامه با دستگاه‌های پیشرفته‌تر EEG و پژوهش‌های تکمیلی‌تر، آزمایش‌های گسترده‌تری در خصوص این عوامل انجام شود.

پی‌نوشت

1. Martin Heidegger
2. Gaston Bachelard
3. Maurice Marleau-ponty
4. Christian Norberg-Schulz
5. Juhani Pallasma
6. Kenneth Frampton
7. Alberto Perez-Gomez
8. Steven Holl

9. EEG: Electroencephalography
10. For more information: www.emotiv.com
11. Gustav Fechner
12. Ernst Heinrich Weber
13. Wilhelm Wundt
14. Andrea de Pavia & Richard Jedon
15. Wonyoung Yang & Hyeun Jun Moon
16. Semiha Ergan, Zhuoya Shi, Xinran Yu
17. Edward T. Hall
18. Meihui Ba & Jian Kang
19. James J. Gibson
20. Angus Campbell
21. Edward Altman
22. Ego
23. Neuron

از جمله روش های تصویر کردن نورون‌ها عبارتند از:
FMRI: Functional Magnetic Response Imaging
EEG: Electroencephalography
PET: Possition Emission Tomography
MEG: Magnetoencephalograms
ERP: Enterprise Resource Planning
24. Tatsuya Sasaki, Yoritaka Akimoto & Katsuko T. Nakahira
25. Roman Jasek& Zuzana Koudelkova
26. Tomasz Stach, Natalia Browarska & Aleksandra Kawala-Janik
27. Mohamed Elsadek, Binyi Liu & zefeng Lian
۲۸. گیاهی از خانواده‌ی نعنا

تشکر و قدردانی
موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع
نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است.

تاییدیه‌های اخلاقی
نویسندگان متعهد می‌شوند که کلیهٔ اصول اخلاقی انتشار اثر علمی را براساس اصول اخلاقی COPE رعایت کرده‌اند و در صورت احراز هر یک از موارد تخطی از اصول اخلاقی، حتی پس از انتشار مقاله، حق حذف مقاله و پیگیری مورد را به مجله می‌دهند.

منابع مالی/ حمایت‌ها
موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

مشارکت و مسئولیت نویسندگان
نویسندگان اعلام می‌دارند به‌طور مستقیم در مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته و به طور برابر مسئولیت تمام محتویات و مطالب گفته‌شده در مقاله را می‌پذیرند.

References

1. Altman, Irwin, (2012), (translated by Ali Namazian), *Environment and Social Behaviors: Solitude, Personal Space, Territory, Congestion,* Tehran: Beheshti University Press. [In Persian]
2. Abu Torabi, Seyedah Zahra & Azimi Hassanabadi, Alireza, (2017), *Sensory Design in Architecture*, Architecture Thought, second year, number 3, pages 112-97. [In Persian]
3. Ahmadinejad, Fershteh, Bandarabad, Alireza, Piri, Saeed & Modiri, Atosa, (2019), *prioritizing attention to indicators of the sense of place in Jamaran cultural tourism area using the model*, housing and rural environment, number 172, pages 91-105. [In Persian]
4. Ali-Tajer, Saeed, Saadati Waqar, Pouria, Bashir Robati, Mohammad & Heydari, Ahmed, (2019), *the role of spatial configuration in informal settlements (case study: Hasar and Dizj neighborhoods of Hamedan),* Urban Studies, number 27, pages 57-72. [In Persian]
5. Aslanian, Yashar, Zabihi, Hossein, & Rahbari Manesh, Kamal, (2017), *Determining the priority of senses in the perception of residents of residential complexes, a case study: residents of several residential complexes in Zanjan for more than two years*, Architecture and Urban Planing, number 21, pages 37-23. [In Persian]
6. Bakhtiar Nasrabadi, Ameneh, Bakhtiar Nasrabadi, Hassan Ali and Bakhtiar Nasrabadi, Ahmad, (2019), *an analysis of populist urban space and its relationship with citizenship behavior,* Applied Sociology, twenty-second year, serial number (43), third issue, pages 101-114. [In Persian]
7. Ba, Meihui & Kang, Jian, (2019), *A laboratory study of the sound-odour interaction in urban environments*, Elsevier,147, January 2019, Pages 314-326.
8. Coburn, A., Vartanian, O., & Chatterjee, A. (2017). *Buildings, Beauty, and the Brain: A Neuroscience of Architectural Experience*. Cambridge, Massachusetts: Journal of Cognitive Neuroscience, 29(9), 1521–1531.
9. Danesh, Jaber & Tayebi, Amir, (2019), *quality of presence in urban squares with an emphasis on traditional examples of Iran*, Iranian Islamic City, number 4, pages 71-80. [In Persian]
10. Danshpour, Seyyed Abdulhadi & Charkhchian, Maryam (2008), *public spaces and factors affecting collective life*, Bagh-e Nazar, number 7, pages 19-28. [In Persian]
11. De Pavia, Andrea & Jedon, Richard, (2019), *Short- and long-term effects of architecture on the brain: Toward theoretical formalization*, Higher Education Press, Frontiers of Architectural Research (2019) 8, 564-571.
12. Elsadek, Mohamed, Liu, Binyi & Lian, zefeng, (2019), *Green façades: Their contribution to stress recovery and well-being in highdensity cities*, Elsevier, Urban Forestry & Urban Greening 46 (2019) 126446.
13. Ergan, Semiha, Shi, Zhuoya & Yu, Xinran, (2018), *Towards quantifying human experience in the built environment: A crowdsourcing based experiment to identify influential architectural design features*, Elsevier, 20, November 2018, Pages 51-59.

14. Hafeznia, Mohammadreza, (2016), *An Introduction to Research Methodology in Humanities*, Tehran: Samt Press. [In Persian]
15. Hall, Edward T. (2013), *the hidden dimension*, Tehran: Tehran University Press. [In Persian]
16. Haqshanas, Sanaz, Mahmoudi Zarandi, Mahnaz & Khanlou, Nasim, (2019), *design of rail transport stations in Tehran city based on the architecture of senses (case study: Tajrish metro stations, Valiasr Square and Mehrabad Airport),* Haft Hesar Journal of Environmental Studies, No. 32, pages 61-70. [In Persian]
17. Holl, Steven, Pallasmaa, Johani, Perzgomez, Alberto, (1395), *Questions of perception: phenomenology of architecture,* Tehran: Fekr-e No Press. [In Persian]
18. Koudelkova, Zuzana & Jasek, Roman, (2019*), Capturing Brain Activity During Driving Automobile,* Elsevier, Transportation Research Procedia 40 (2019) 1434–1440.
19. Lang, Jan (2008), *Creating architecture theory: the role of behavioral sciences in environmental design,* Tehran: Tehran University Press. [In Persian]
20. Lynch, Kevin, (1851), *The image of the city,* Tehran: Tehran University Press. [In Persian]
21. Maarofi, Siamand and Bayzidi, Ghader, (2017), *measuring the continuity of presence in the urban public space and the factors affecting it (case example: Mahabad City Family Park),* Geography, Urban and Regional Studies, 8th year, no. 4, 254-237. [In Persian]
22. Malgrave, Harry Francis, (2015), *The architect's brain, Neuroscience, Creativity and Architecture,* Tehran: Honar-e Memari Press. [In Persian]
23. Mansoori, Sima, Faizi, Mohsen, ashayeri, Hassan, (2017), *New Discourse in Architecture; Based on neuro-psychology*, Soffeh, No. 80, pages 25-40. [In Persian]
24. Norberg Schultz, Christian, (2004), *An excerpt from architecture: meaning and place,* Tehran: Jan-e Jahan Press. [In Persian]
25. Marleau-ponty, Maurice., (1964). *The primacy of Perception,* Illinois: Northwest University Press.
26. Mohammadi, Mohammad & Ayatollahi, Mohammad Hossein, (2013), *effective factors in improving the sociability of cultural buildings, a case study of Farshchian Cultural Center of Isfahan*, Architecture and Urban Planing, No. 15, pages 79-95. [In Persian]
27. Relf, Edward (2020), *Place and placelessness*, Tehran: Armanshahr Press. [In Persian]
28. Sasaki, Tatsuya, Akimoto, Yoritaka & T. Nakahira, Katsuko, (2018), *Pilot considerations of brain activity detection based on difference of English words difficulty levels at recognition of English words,* Elsevier, Procedia Computer Science 126 (2018) 1046–1053.
29. Pallasmaa, Johani, (2015), *The eyes of skin, Architecture and Thr Senses*, Tehran: Parham Naqsh Press.
30. Pallasmaa, Johani, (2012), the thinking hand, of the existential and embodied wisdom in architecture, Tehran: Parham Naqash Press. [In Persian]
31. Salehinia, Majid and Niromand Shishvan, Mahdieh, (2017), *explaining the role of sensory landscape components based on the senses in the quality of environmental sensory perception of the passage of the new Tabriz citadel,* Iranian Islamic City, 8th year, number 31, pages 31-19. [In Persian]
32. Shirazi, Mohammadreza, (2012), *The architecture of the senses and the subtle phenomenology of Johani Pallasmaa*, Tehran: Rokhdad-e No Press. [In Persian]
33. Samadi, Javad, Sattarzadeh, Dariush & Balilan, Lida, (2019), *Qualitative assessment of sensory dimensions of space in historical markets from the perspective of users (case study: Qazvin market)*, Bagh-e Nazar, No. 16 (80), pages 15-30. [In Persian]
34. Sohangir, Sara and Nasirsalami, Mohammadreza (2016), *improving the design quality of architectural spaces by using functional mechanisms of the senses,* Urban Management Studies, number 47, pages 493-504. [In Persian]
35. Stach, Tomasz, Browarska, Natalia & Kawala-Janik, Aleksandra, (2018), *Initial Study on Using Emotiv EPOC+ Neuroheadset as a Control Device for Picture Script-Based Communicators,* Elsevier, IFAC PapersOnLine 51-6 (2018) 180–184.
36. Torkashvand, Abbas, Ahmadian, Pari & Rashidi, Babak, (2014), *Enhancing accessibility in urban public spaces based on the theory of placemaking*, Proceedings of the First National Conference on Architecture and Urban Planning, Tabriz: Tabriz Islamic Arts University. [In Persian]
37. Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Brorson, L., Leder, H., & Modroño, C. (2013*). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture*, Washington, DC: PNAS (Supplement 2) 10446-10453; first published June 10, 2013; 110.
38. Yang, Wonyoung & Moon, Hyeun Jun, (2019), *Combined effects of acoustic, thermal, and illumination conditions on the comfort of discrete senses and overall indoor environment*, Elsevier, Building and Environment, 148 (2019) 623–633.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی