

Explanation of the interior elements of the architectural space affecting the user's emotion based on physiological and neurophysiological data: a systematic review*

Abstract

Research statement: architectural space has cognitive effects on the brain; so, the physiological and cognitive effects of architecture on humans cannot be ignored. Humans understand the surrounding environment through the lens of emotion. As a result, knowing the emotion and the architectural elements influencing it plays an important role in the audience's experience of the space. Previous research has been based on philosophy or examining behavioral patterns related to people's reactions to the environment. However, these approaches have struggled to explain why and how space affects humans. With recent advances in neuroscience and cognitive science, researchers can now explore the effects of built environments through evidence-based data. Virtual reality enables very detailed observations, accurate measurement of behavior, and systematic manipulations of the environment under controlled laboratory conditions. Therefore, it has the potential to be a valuable research tool for human environment interaction studies, such as building usability studies and post-occupancy and pre-occupancy building evaluation in architectural research and profession. Research Objective) This systematic review aims to identify the interior architectural elements that influence users' emotions within architectural spaces. (Research method) This study employed a qualitative approach and systematic review method, analyzing sources published from 2013 to 2023. A broad range of academic databases—Web of Science, Scopus, PubMed, Springer, Taylor & Francis, ProQuest, Google Scholar, Wiley, JSTOR, MDPI, and ScienceDirect—were searched using the PRISMA method. A total of 1008 articles, books, and dissertations were found as a result of the combined search of three main keyword categories. Of these, 30 studies were included in the final report. (Findings) This review focuses on experimental studies that demonstrate how architectural elements—mostly visual stimuli—affect the brain and evoke different emotional responses. According to the review conducted in the present research, it can be seen that the user's emotion in an architectural space is influenced by the characteristics and stimuli of the architecture of the space, which can cause the formation of a wide range of neural activities,

Received: 25 Jun 2024

Received in revised form: 15 Sep 2024

Accepted: 10 Dec 2024

Mahdieh Niroumand Shishavan¹ 

Ph.D., Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: m.niroumand@tabriziau.ac.ir

Farzin Haghparast²  (Corresponding Author)

Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: f.haghparast@tabriziau.ac.ir

Abbas Ghaffari³ 

Associate Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: ghaffari@tabriziau.ac.ir

Narges Adabi⁴ 

Assistant Professor, Department of Industrial Design, Faculty of Design, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: n_adabi@tabriziau.ac.ir

<https://doi.org/10.22059/jfaup.2025.378557.672988>

physiological changes, and mental experiences. Each emotional reaction begins with a personal interpretation of an event, which triggers a response encompassing subjective experience, physiological changes, and behavioral actions. (Conclusion) These studies have been analyzed in terms of variables, research methods, and in general, how to collect data and analyze data and results. Based on the survey, 14 internal elements of architecture including ceiling height, color, form, furniture, geometry, green space, light, materials, window shape, plan configuration, proportions, scale, sound, and texture affect the emotion of the user in architectural space. Among these, color was the most frequently cited factor and is considered the most influential on users' emotional responses. Identifying these elements and understanding how they function in the definition and perception of space will be a good guide for designing architectural spaces.

Keywords

Emotion, Internal elements of architecture, Neuro-architecture, Physiological data, Systematic review

Citation: Niroumand Shishavan, Mahdieh; Haghparast, Farzin; Ghaffari, Abbas & Adabi, Narges (2025). Explanation of the interior elements of the architectural space affecting the user's emotion based on physiological and neurophysiological data: a systematic review, *Journal of Fine Arts: Architecture and Urban Planning*, 29(4), 91-109. (in Persian)



Authors retain the copyright and the full publishing.

Publisher: University of Tehran.

*This article is an extracted from the first author's doctoral dissertation entitled "Explaining the interior elements of architecture affecting the user's emotion and measuring the effect of color in educational space using cognitive neuroscience" which was presented under the supervision and advice of co-authors at Tabriz Islamic Art University.

عناصر داخلی فضای معماری مؤثر بر هیجان کاربر مبتنی بر داده‌های فیزیولوژیکی و فیزیولوژیکی عصبی: مرور سیستماتیک*

چکیده

فضای معماری دارای تأثیرات شناختی بر مغز می‌باشد؛ طوری‌که نمی‌توان تأثیرات فیزیولوژیکی و شناختی معماری بر انسان را نادیده گرفت. از طرفی، انسان محیط اطراف را از دریچه هیجان درک می‌کند. در نتیجه شناخت هیجان و عناصر معماری تأثیرگذار بر آن نقش مهمی در تجربه مخاطب فضا دارد. هدف این مطالعه، شناسایی عناصر داخلی معماری مؤثر بر هیجان کاربر فضا است. پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد کیفی و روش مرور سیستماتیک، به معرفی و تجزیه و تحلیل منابع موجود از سال ۱۳۰۲ تا ۱۴۰۲ پرداخته است. طیف وسیعی از پایگاه‌های داده الکترونیکی معتبر با استفاده از روش پریسما جست‌وجو شد. تعداد

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۰۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۲۵

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۹/۲۰

مهديه نیرومند شیشوان^۱: دکتری معماری اسلامی، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

E-mail: m.niroumand@tabriziau.ac.ir

فرزین حق‌پرست^۲: نویسنده مسئول: استاد معماری گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

E-mail: f.haghparsat@tabriziau.ac.ir

عباس غفاری^۳: دانشیار معماری گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

نرگس ادبی^۴: استادیار علوم اعصاب شناختی گروه طراحی صنعتی، دانشکده طراحی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

E-mail: n_adabi@tabriziau.ac.ir

<https://doi.org/10.22059/jfaup.2025.378557.672988>

۸۰۱ مقاله، کتاب و پایان‌نامه حاصل جست‌وجوی ترکیبی یافت شد. از این تعداد، ۰۳ مطالعه در گزارش نهایی گنجانده شد. تمرکز پژوهش بر مطالعات تجربی است که نشان می‌دهد عناصر فضای معماری بر مغز تأثیرگذار بوده و باعث تجربه هیجان‌های مختلف می‌شوند. این مطالعات، از نظر متغیرها، روش پژوهش و به صورت کلی، چگونگی جمع‌آوری و تحلیل داده و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. بر اساس بررسی انجام گرفته، ۴۱ عنصر داخلی معماری شامل ارتفاع سقف، رنگ، فرم، مبلمان، هندسه، فضای سبز، نور، مصالح، شکل پنجره، پیکربندی پلان، تناسب، مقیاس، صدا، بافت بر هیجان کاربر فضا تأثیرگذارند.

واژه‌های کلیدی

عناصر داخلی معماری، هیجان، معماری عصب‌محور، مرور سیستماتیک

استناد: نیرومند شیشوان، مهديه؛ حق‌پرست، فرزین؛ غفاری، عباس و ادبی، نرگس (۱۴۰۳)، عناصر داخلی فضای معماری مؤثر بر هیجان کاربر مبتنی بر داده‌های فیزیولوژیکی و فیزیولوژیکی عصبی: مرور سیستماتیک، نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۲۹(۴)، ۹۱-۱۰۹.

مقدمه

رابطه انسان و محیط، یک رابطه متقابل و تعاملی است؛ بدین معنا که چنان که انسان بر محیط تأثیر می‌گذارد و باعث شکل‌دهی به آن می‌شود؛ محیط نیز بر انسان تأثیرگذار است. در تعامل انسان و محیط، نه تنها بدن، بلکه ذهن هم با فضا در تعامل است و در نتیجه این تعامل است که رفتار کاربر فضا شکل می‌گیرد (Zamani et al., 2022, p. 70). مطالعات علمی نشان می‌دهد مؤلفه‌های فیزیکی محیط می‌تواند بر فعال شدن بخشی از سیستم عصبی انسان تأثیر گذارده و باعث واکنش‌های شناختی و هیجانی و بروز رفتار خاص می‌شود (Maghool et al., 2020, p. 641). انسان محیط اطرافش را از دریچه هیجان ادراک می‌کند و می‌شناسد. محیط می‌تواند بر هیجان انسان تأثیرگذار بوده و در نتیجه رفتار او را شکل دهد. در نتیجه شناخت و تحلیل پاسخ‌های هیجانی برای شناخت فرآیند ادراک و تجربه محیط از اهمیت بسیاری برخوردار است. در ابتدا، پژوهش‌های انجام گرفته، متکی بر فلسفه یا بررسی الگوهای رفتاری مرتبط با واکنش‌های افراد به محیط بوده‌اند (Edelstein & Macagno, 2012, pp. 27-41) که قادر به توضیح چرایی و چگونگی تأثیر فضا بر انسان نبودند. با پیشرفت‌های حوزه علوم اعصاب و علوم شناختی، پژوهشگران قادر هستند تا تأثیر محیط مصنوع بر انسان را از طریق داده‌های مبتنی بر شواهد، درک کنند. با توجه به این‌که پژوهش حاضر، متکی به رویکرد جدید معماری عصب‌محور می‌باشد، ضمن پاسخ به پرسش اصلی: «کدام عناصر در فضای داخلی معماری، می‌توانند بر هیجان کاربر تأثیرگذار باشند؟»، به پرسش فرعی با عنوان «روش‌ها و محیط‌های پژوهش در مطالعات پیشین در حوزه مشترک معماری و علوم اعصاب چیست؟» نیز می‌پردازد. هدف مطالعه، شناسایی عناصر داخلی فضای معماری مؤثر بر هیجان کاربر است که مبتنی بر داده‌های فیزیولوژیکی و فیزیولوژیکی عصبی است. این پژوهش، با رویکردی کیفی و روش پژوهش مرور سیستماتیک به مطالعه منابع علمی در حوزه معماری و علوم اعصاب می‌پردازد. به نظر می‌رسد از میان عناصر کالبدی داخلی معماری، ارتفاع سقف، هندسه فضا، نور، رنگ و سبزی‌نگی در فضا بر هیجان کاربر فضا تأثیرگذار است؛ به طوری که هر یک دارای یک میزان متفاوت از تأثیر و دارای اولویت‌بندی می‌باشد. همچنین، در ارتباط با پرسش فرعی، فرض بر این است که روش‌های سنجش هیجان در ارتباط با ابعاد متفاوتی از روش‌های ذهنی تا عینی و محیط‌های پژوهش در حوزه هیجان، گستره‌ای از محیط‌های واقعی تا مجازی را در بر دارند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر در جهت رویکرد معماری عصب‌محور، اهمیت بررسی آن در حوزه معماری، بیان نقاط کم‌تر پرداخت شده و پتانسیل‌های آن برای استفاده در پژوهش‌های آتی انجام می‌شود. در این راستا، پرسش‌های پژوهش به این شکل بیان می‌شوند: «کدام عناصر داخلی فضای معماری، می‌توانند بر هیجان کاربر تأثیرگذار باشند؟»، و پرسش فرعی «روش‌ها و محیط‌های پژوهش در پژوهش‌های انجام گرفته در حوزه مشترک معماری و علوم اعصاب چیست؟». در راستای پاسخ به پرسش‌های پژوهش، ابتدا مفاهیم و مبانی نظری این حوزه مورد بررسی قرار گرفت تا پایه شناخت مطالعات بین‌رشته‌ای قرار بگیرد. روش پژوهش حاضر، بر مبنای رویکرد کیفی و مرور سیستماتیک به مطالعه ادبیات و منابع موجود در این زمینه

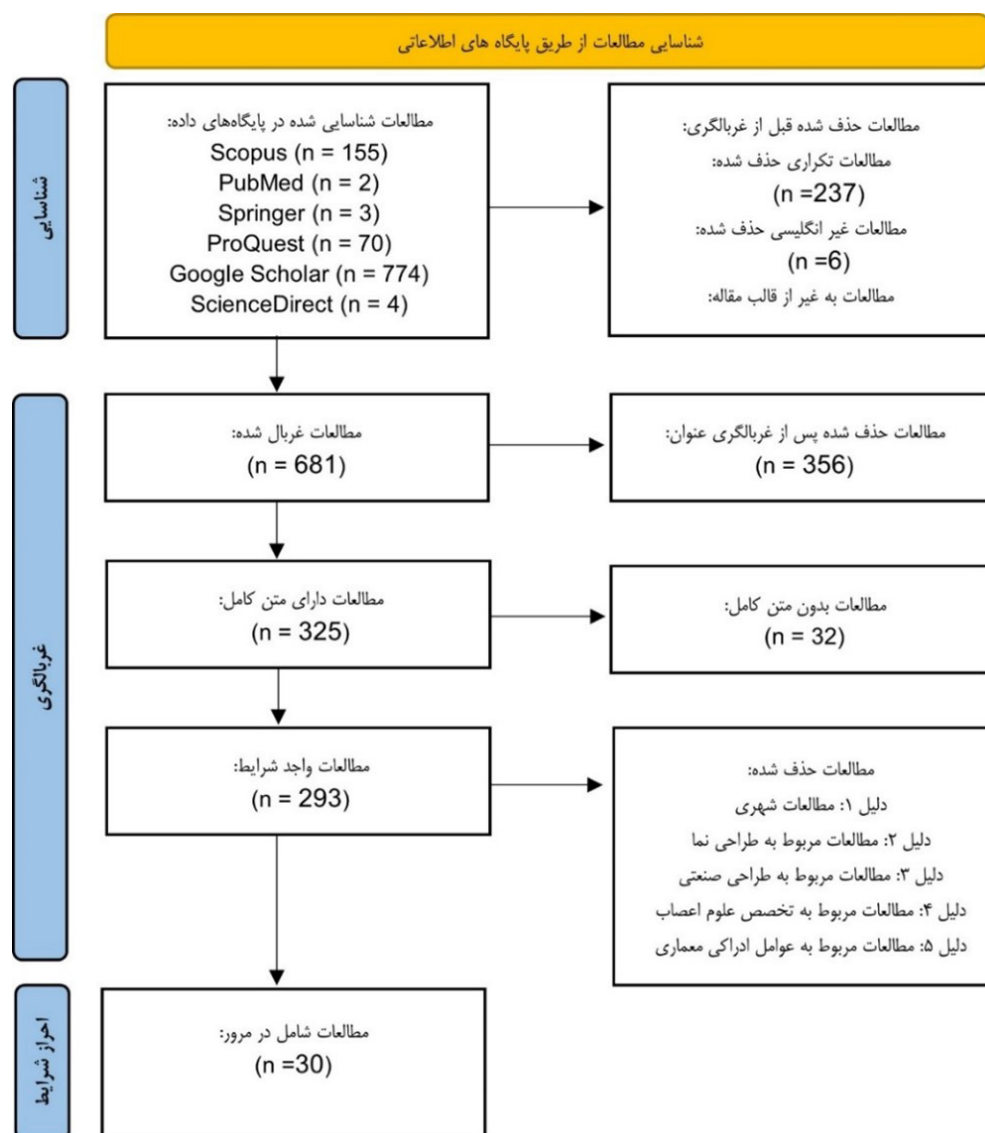
می‌پردازد. این مطالعه، از ضوابط و استانداردها انجام و گزارش مطالعات سیستماتیک و متاآنالیز پریسما^۱ تبعیت کرده است. (انتخاب مطالعات) پژوهش‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج مشخص شده در فرآیند مرور مطالعات انتخاب شده‌اند.

الف: معیارهای ورود: معیارهای ورود مطالعات برای اطمینان از مرتبط بودن معیارهای جستجوی ادبیات و در محدوده بازبینی پیاده‌سازی شدند. مطالعات شامل استفاده از روش‌های عینی برای ثبت پاسخ‌ها و تجربیات فیزیولوژیکی و فیزیولوژیکی عصبی انسان می‌باشند. مطالعاتی که داده‌های تجربی را گزارش کرده‌اند، در مرور حاضر گنجانده شدند و مطالعاتی که صرفاً نظری بودند پس از غربالگری حذف شدند. جستجو به بررسی متغیرهای فیزیولوژیکی و عصبی مرتبط با «محیط ساخته‌شده» محدود شد، بنابراین عوامل اجتماعی، فرهنگی و رفتاری و مطالعات بالینی حذف شده است. (سال انتشار مقالات) با توجه به نو بودن این حوزه پژوهشی بین رشته‌های، این مرور بر مقالاتی متمرکز است که در ده سال گذشته (۲۰۱۳-۲۰۲۳) به زبان انگلیسی و در نشریات با دوری هم‌تا منتشر شده‌اند. مطالعات قبل از سال ۲۰۱۳ از فرآیند مطالعه حذف شده‌اند. معیارهای واجد شرایط بودن برای مطالعات شامل (الف) نوشته شده به زبان انگلیسی، (ب) منتشر شده پس از سال ۲۰۱۳، (ج) در دسترس به صورت متن کامل، و (د) مقالات با دوری هم‌تا شده است. (عبارت‌های جستجو) نتایج جستجو بر اساس عنوان، کلیدواژه، چکیده محدود گردید که شامل مطالعات معماری عصب‌محور باشند. عبارت‌های جستجوی مطالعات در سه دسته تعریف شدند: (۱) کلمات کلیدی مرتبط با محرک‌ها و متغیرهای مربوط به طراحی معماری و عناصر کالبدی و ویژگی‌های معماری در ارتباط با متغیر مستقل پژوهش؛ (۲) کلمات کلیدی مرتبط با تجربه انسانی از محیط مصنوع، هیجان کاربر و عملکرد مغز و در حالت کلی مرتبط با متغیر وابسته پژوهش و (۳) کلمات کلیدی مرتبط با روش انجام پژوهش چون الکتروانسفالوگرافی، داده‌های فیزیولوژیکی، روش‌های بیومتریک و روش‌های علوم اعصاب شناختی می‌باشد. در هر گروه، تابع «یا» برای گسترش جستجو استفاده شده است. در جستجوهای بین گروه‌ها، تابع «و» برای محدود کردن نتایج جستجو استفاده شده است. عبارت‌های جستجو به این ترتیب هستند: «عناصر داخلی کالبدی» یا «محیط مصنوع» یا «فضای معماری» یا «محیط مصنوع داخلی» یا «طراحی فضایی» و «هیجان» یا «پاسخ هیجانی» یا «فعالیت مغز» یا «تجربه انسان» یا «تجربه کاربر» و «(EEG)» یا «بیومتریک» یا «داده‌های فیزیولوژیکی» یا «داده‌های فیزیولوژیکی عصبی» یا «معماری عصب‌محور»^۲. (پایگاه‌های داده) پایگاه‌های داده منتخب دارای امکان جستجوی پیشرفته با قابلیت تعیین کلیدواژه، تعیین معیار برای انجام جستجوی دقیق هستند. مطالعات با بررسی کلیدواژه‌ها در عنوان، چکیده، کلمات کلیدی بررسی شده‌اند. پایگاه‌های داده الکترونیکی، شامل: (Web of Science, Scopus, PubMed, Springer, Taylor & Francis, ProQuest, Google Scholar, Wiley, JSTOR, Mdpi, ScienceDirect) هستند. از بین ۱۱ پایگاه داده بررسی شده، تعداد ۵ پایگاه داده به دلیل عدم شمول با معیارهای جستجو از مرور حذف شدند. ۶ پایگاه داده باقیمانده، در مجموع دارای ۱۰۰۸ مطالعه دارای شرایط جستجو هستند.

پیشینه پژوهش ۱. پیشینه نظری

نظریه‌های زمینه‌ای در شکل‌گیری مطالعات معماری و علوم اعصاب: نظریه‌های محیط مصنوع که به ارتباط بین معماری و علوم اعصاب منجر شدند، ابتدا در اواخر ۱۹۶۰ پدیدار شدند (Karakas & Yildiz, 2020, p. 3). این نظریه‌ها با صدای انتقادی افرادی چون جیکوبز، تشدید شد که مشکل اصول طراحی مدرنیستی را تمرکز بر چگونگی به نظر رسیدن چیزها و تلاش برای رسیدن به زیبایی‌شناسی خوشایند به عنوان اصل طراحی، قلمداد می‌کردند (Jacobs, 1992). هانری لوفور، نیز یکی دیگر از چهره‌های تأثیرگذار این دوره بود (Hays, 1998). مطالعه تجربی از تجربه انسانی مرتبط با ادراک، شناخت و حافظه برای اولین بار در مطالعات کوین لینچ در مورد شهر ظاهر شد (Lynch, 1960, p. 1). جان لنگ، از نقطه نظر نظریه اثبات‌گرایانه که در مورد محیط مصنوع به کار می‌رود، انتقاد به شرایط غیرانسانی عصر مدرن را با تقسیم کردن نقدها به سه مرحله، ابراز کرد (Karakas & Yildiz, 2020, p. 3). ابرهارد،

ب: معیار خروج: پس از استخراج داده‌های اولیه، معیارهای خروج مطالعات از مرور حاضر، بر مبنای نوع مطالعه تعیین شد که در این راستا مقالات کنفرانسی، گزارش‌ها از سیر مطالعه حذف شدند. از طریق محدود کردن مطالعات بر اساس زمینه‌های مختلف، مطالعاتی انتخاب شدند که به جای دیدگاه‌های دیگر مانند: علوم اعصاب و یا مطالعه مغز انسان-زیست‌شناسی و عصب‌شناسی، به معماری عصب‌محور از منظر حوزه محیط مصنوع می‌پردازند. علاوه بر این، مطالعات مربوط به حوزه شهرسازی، طراحی شهری، نمای ساختمان‌ها، طراحی صنعتی از مرور حذف شدند، زیرا تمرکز این مطالعه، بر محیط مصنوع داخلی است. استخراج اطلاعات: مطالعات مورد بررسی و تحلیل دقیق قرار گرفته و داده‌های اختصاصی مورد نظر مانند روش تحقیق، ابزارهای مورد استفاده، فضاهای مورد مطالعه، مؤلفه‌های مورد سنجش، سال چاپ و غیره استخراج گردیده و در پژوهش مورد بحث قرار گرفته است. تفسیر نتایج: پس از بررسی داده‌های مورد نظر، نتایج هر یک از مطالعات به طور اختصاصی بیان شده و دسته‌بندی شده است.



جدول ۱. تأثیرگذاری علوم اعصاب بر معماری از دیدگاه مایکل آربیب.
مأخذ: (Robinson & Pallasmaa, 2017, pp. 75, 84)

تشریح	تأثیرگذاری علوم اعصاب بر معماری
مربوط به تجربه معماری	«نه در وجود معمار، بلکه در وجود شخصی که یک بنا را تجربه می‌کند چه می‌گذرد؟»
معماری عصب-ریخت ^۵	«چه می‌شد اگر بنا یک «مغز» یا به طور دقیق‌تر، یک سیستم عصبی داشت؟»
مربوط به فرآیند طراحی	«از آن چه در جریان طراحی یک بنا در مغز معمار می‌گذرد، چه می‌توان فهمید؟»

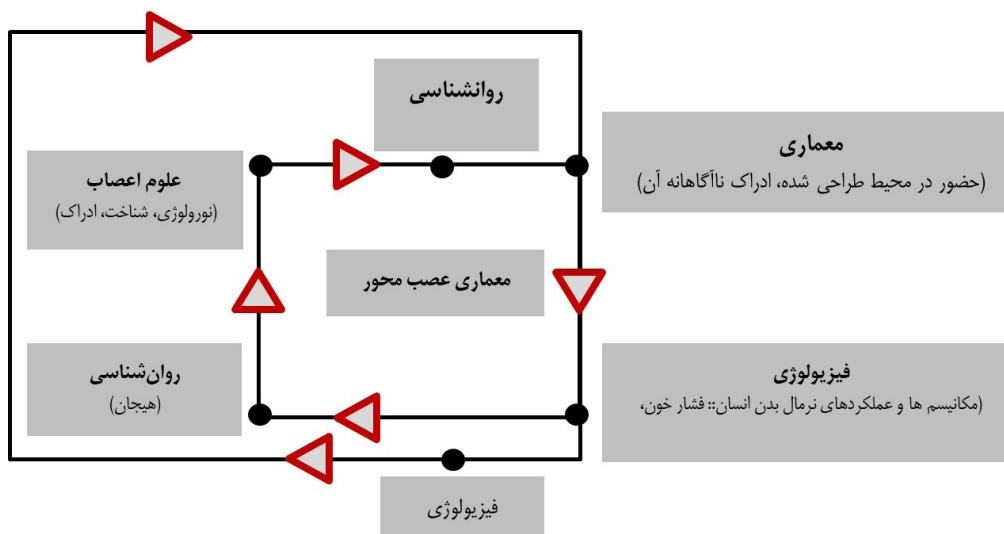
که بر هیجان انسان تأثیر می‌گذارند و بخش‌های خاصی از مغز را فعال می‌کنند و فرآیندهای شناختی را تحریک می‌کنند و حتی ممکن است منجر به تولید نورون‌های جدید در درازمدت شود که باعث تغییرات عصبی می‌شود (Paiva & Jedon, 2019, p. 564). تصویر ۲، مدل چرخ‌های را نمایش می‌دهد.

هیجان: قدمت واژه «هیجان» به سال ۱۵۷۹ باز می‌گردد؛ زمانی که از واژه‌ی فرانسوی «émouvoir» به معنی برانگیختن گرفته شد. اصطلاح «هیجان» به عنوان یک اصطلاح فراگیر برای اشتیاق، احساسات و عواطف وارد بحث دانشگاهی شد (Dixon, 2006, 3, 108). ارائه یک تعریف مشخص و روشن برای هیجان از این رو دشوار است که پژوهشگران با دیدگاه‌ها و رویکردهای گوناگون از زوایای مختلف هیجان را مورد بررسی قرار داده‌اند و از سویی دیگر هیجان از پیچیدگی بالایی برخوردار است. کلینجینا و کلینجینا در سال ۱۹۸۱ تعریفی برای هیجان ارائه داده‌اند که هیجان را حاصل تعامل میان عوامل ذهنی، محیطی و فرآیندهای عصبی و هورمونی می‌دانند (Kleinginna & Kleinginna, 1981, p. 10). ادلمن نیز هیجان را به عنوان مجموعه‌ای از احساسات، شناخت و پاسخ‌های جسمانی که بازتابی از کنش نظام‌های ارزشی در درون مغز است، تعریف می‌کند (Edelman, 2005, p. 48). طبقه‌بندی هیجان، به عنوان ابزاری که به وسیله آن می‌توان یک هیجان را از دیگری متمایز کرد یا در مقابل آن قرار داد؛ موضوعی بحث‌برانگیز در پژوهش‌های مرتبط با هیجان و علم عاطفه است. محققان به طبقه‌بندی هیجان از یکی از دو دیدگاه اساسی پرداخته

مطالعات محیطی و رفتاری را به عنوان پیش‌آزمون‌های مطالعات علوم اعصاب تعریف کرد (Eberhard, 2008, p. 34). مطالعات محیط مصنوع و رفتار بر فهم چگونگی تعامل انسان با محیط اطراف و چگونگی ایجاد عکس‌العمل‌های دوسویه در زمینه‌های مختلف می‌پردازند. در ۱۹۷۰، گروهی از روان‌شناسان متنی با عنوان «روان‌شناسی محیطی» انتشار دادند (Proshansky, 1970, p. 47). بین سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰، این مطالعه تحت تسلط طراحی شهری، برنامه‌ریزی و معماری قرار گرفت (Karakas & Yildiz, 2020, p. 3). اما بعد از ۱۹۹۰، تمرکز بر روان‌شناسی با در نظر گرفتن محیط به عنوان جزء ثانوی در روان‌شناسی انسان، قرار گرفت (Gieseking, 2014, pp. 587–593). در حال حاضر، رابطه بین انسان و محیط مصنوع دوباره در اولویت است و با پیشرفت‌های حوزه علوم اعصاب و علوم شناختی، پژوهشگران قادر هستند تا تأثیر محیط مصنوع بر انسان را از طریق داده‌های مبتنی بر شواهد، درک کنند.

معماری عصب‌محور: در یک نگاه کلی، از دیدگاه مایکل آربیب^۳، می‌توان تأثیرگذاری علوم اعصاب بر معماری را در سه دسته تقسیم کرد. علم اعصاب مربوط به فرآیند طراحی به این پرسش بنیادی می‌پردازد که «از آن چه در جریان طراحی یک بنا در مغز معمار می‌گذرد، چه می‌توان فهمید؟». علم اعصاب مربوط به تجربه معماری به این می‌پردازد که «نه در وجود معمار، بلکه در وجود شخصی که یک بنا را تجربه می‌کند چه می‌گذرد؟» و این که معماری عصب-ریخت^۴ در پی پاسخ به این پرسش است که «چه می‌شد اگر بنا یک «مغز» یا به طور دقیق‌تر، یک سیستم عصبی داشت؟» (Robinson & Pallasmaa, 2017, pp. 75). با توجه به آن چه اشاره شد (جدول ۱)، مرور حاضر، پژوهش‌های حوزه علوم اعصاب مربوط به تجربه معماری را شامل می‌شود.

برای تعریف معماری عصب‌محور، می‌توان، یک مدل چرخه‌ای برای بیان رابطه بین معماری، علوم اعصاب (عملکردهای عصبی، ادراک و شناخت)، فیزیولوژی و روانشناسی - شامل هیجان و رفتار پیشنهاد کرد (Medhat Assem et al., 2023, p. 5). این مدل با «معماری» به عنوان یک محرک شروع می‌شود، و در یک چرخه بسته و پیوسته به «معماری» ختم می‌شود. معماری هر محیطی شامل محرک‌های مختلفی است



تصویر ۲. رابطه چرخه‌ای معماری و علوم اعصاب. مأخذ: (Medhat Assem et al., 2023, p. 5)

اند: الف: هیجان‌ها ساختارهای گسسته^۶ و اساساً متفاوتی هستند و ب: هیجان‌ها را می‌توان بر مبنای ابعادی^۷ در گروه‌بندی مشخص کرد.

پیشینه تجربی

در زمینه شناخت و بررسی عوامل محیطی مؤثر بر هیجان مطالعاتی انجام گرفته است که به چند مورد اشاره می‌شود. آزازی و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعاتی مروری انتقادی، به بررسی تأثیر محیط مصنوع بر فعالیت مغزی کاربر می‌پردازد. ادبیات بررسی شده نشان می‌دهد، در یک محیط طبیعی، فعالیت‌های مغز بیشتر رها و مراقبه‌ای هستند؛ در حالی که در یک محیط ساخته شده، مغز انسان سطوح بالاتری از استرس را نشان داده است (Azzazy et al., 2020, pp. 1–17). زمانی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی که به روش سیستماتیک انجام شده است، با بررسی منابع از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰، نشان می‌دهد که مؤلفه‌های فیزیکی فضای معماری که عموماً با حوزه بصری مرتبط هستند، بر شناخت و فعالیت مغز تأثیر می‌گذارند و باعث ایجاد احساسات مختلف می‌شوند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد مطالعات در پنج حیطه کلی کاهش استرس، قضاوت زیبایی‌شناسی، مسیریابی، توجه و تأکید بر عناصر بصری و تجربیات انسانی طبقه‌بندی می‌شوند (Zamani et al., 2022, p. 69). زمانی و همکاران (۱۴۰۲)، در پژوهشی مشابه، به مرور تأثیرات مؤلفه‌های کالبدی فضای داخلی معماری بر هیجان‌ها می‌پردازد. بر اساس معیارهای ورود این پژوهش، شامل کلمات کلیدی، متغیرهای سنجش، ابزارهای سنجش و سال انتشار، معیارهای کالبدی چون فرم، مصالح و بافت، مبلمان، ارتفاع سقف، جزئیات معماری و بازشو به طبیعت می‌توانند به صورت یکی از حالات هیجانی بروز کنند (Zamani et al., 2023, pp. 85–112). مطالعه پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که لزوم پرداخت به موضوع هیجان در فضاهای داخلی در کنار فضاهای شهری و نیز گردآوری به نسبت جامع عوامل تأثیرگذار داخلی معماری بر ذهن و هیجان کاربر از اهمیت بسیاری برخوردار است.

یافته‌های پژوهش

عناصر داخلی معماری مؤثر بر هیجان

فرم: از مقالات مرور حاضر، یک مقاله به مطالعه تأثیر فرم فضای داخلی بر هیجان پرداخت کرده است (Banaei et al., 2017). در این مقاله، بنایی و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی همبستگی‌های عصبی فیزیولوژیکی فرم داخلی مختلف بر وضعیت هیجانی ادراک‌کنندگان و فعالیت مغزی همراه آن می‌پردازند. **مبلمان:** یک مقاله از مقالات مرور حاضر، به مطالعه تأثیر مبلمان بر هیجان کاربران فضا پرداخت کرده است (Vecchiato et al., 2015). در این پژوهش، سیگنال‌های الکتروانسفالوگرافی ۱۲ فرد سالم در طول درک سه محیط واقعیت مجازی فراگیر ثبت شده است. پس از آن، از شرکت‌کنندگان خواسته شده تا تجربیات خود را بر حسب آشنایی، تازگی، راحتی، لذت، برانگیختگی و حضور با استفاده از مقیاس رتبه‌بندی توصیف کنند. **رنگ:** در مطالعه مروری حاضر، بیش‌ترین تعداد مقالات، مربوط به مطالعه تأثیر رنگ بر هیجان کاربران در عملکردهای متفاوت می‌باشد. پژوهش کولر و همکاران (۲۰۰۹)، به وضوح نشان داده است که رنگ یک فضای داخلی در سطوح مختلف تأثیر می‌گذارد. تفاوت‌های قابل توجهی در هفت مورد از هشت کیفیت بصری ارزیابی شده توسط

مقیاس‌های معنایی یافت شد (Küller et al., 2009). **مقیاس:** در پژوهش باور و همکاران (۲۰۲۲)، با استفاده از واقعیت مجازی، سیستم عصبی خودمختار، ارتباط الکتروانسفالوگرافی و خود گزارشی هیجان در ارتباط با محیط‌های ساخته شده که در مقیاس متفاوت هستند، ارزیابی شده است (Bower et al., 2022b). **نور:** شین و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی چگونگی تأثیر نور مستقیم/غیر مستقیم بر هیجان و نوسانات مغز در مقایسه با نور مستقیم زمانی که روشنایی و دمای رنگ کنترل می‌شوند، پرداختند. شرایط آزمایشی شامل دو محیط روشنایی: روشنایی مستقیم/غیر مستقیم و نور مستقیم بوده است. تحلیل‌ها نشان داد شرکت‌کنندگان در محیط نور مستقیم/غیر مستقیم احساس خوشایندتری داشتند، که نشان می‌دهد فضایی با نور مستقیم/غیر مستقیم ادراک ذهنی را تعدیل می‌کند (Shin et al., 2015). **ارتفاع سقف:** وارطانیان و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای به تحلیل تأثیر ارتفاع سقف بر قضاوت زیبایی‌شناسی و تصمیم‌گیری پرداختند. در این پژوهش که به روش تصویربرداری مغناطیسی کاربردی، انجام گرفته است، نتایج از دو شیوه تحلیل تأثیرات رفتاری (انتخاب، اجتناب و تصمیم) و تأثیرات عصبی روش مذکور مورد ارزیابی قرار گرفته است (Vartanian et al., 2015). **هندسه:** شمش و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی به بررسی تأثیر هیجانی هندسه در فضای معماری پرداخته‌اند. پژوهش نشان می‌دهد فضاهای متقارن بزرگ تأثیر مثبتی بر کاربران دارد. هر چه نسبت شدیدتر باشد، واکنش اندازه‌گیری شده قوی‌تر است، به ویژه در فضاهای باریک، که در آن اضطراب تشخیص داده می‌شود (Shemesh et al., 2021). **تناسبات:** کیم و همکاران (۲۰۲۱)، در این مطالعه، الکتروانسفالوگرام را با فناوری‌های واقعیت مجازی ترکیب می‌کنند تا پاسخ‌های نوار مغزی کاربرانی که تغییرات عناصر معماری را تجربه می‌کنند اندازه‌گیری کند. سه عنصر معماری (نسبت ابعاد فضا، ارتفاع سقف و نسبت پنجره) در فضای مجازی مقایسه می‌شود. به صورت هم‌زمان از شرکت‌کنندگان، نوار مغزی ثبت می‌شود. علاوه بر این، یک پرسشنامه خود گزارشی برای بررسی اینکه آیا پاسخ‌ها با نتایج تجزیه و تحلیل پاسخ نوار مغزی مطابقت دارند یا خیر، اجرا می‌شود (Kim et al., 2021). **مصالح:** ژنگ و همکاران (۲۰۱۷) طی مطالعاتی به اثرگذاری محیط‌های چوبی بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی انسان پرداخته‌اند. هدف از این مطالعه بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی متمایز به محیط‌های داخلی چوبی و غیر چوبی بوده که با آزمایش‌های پارامترهای فیزیولوژیکی از جمله فشار خون، اندازه‌گیری‌های الکتروکاردیوگرام، فعالیت الکترودرمال، اشباع اکسی هموگلوبین، دمای پوست و دید نزدیک ارزیابی شد (Zhang et al., 2017). **شکل پنجره:** نقیسی‌راد و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهشی برای بررسی تأثیر فرم یا شکل پنجره‌ها در نمای ساختمان بر حالت عاطفی و هیجان ادراک‌کنندگان، آزمایش‌های روان‌فیزیکی و ضبط‌های الکتروانسفالوگرام از شرکت‌کنندگان گرفته شد (Naghibi Rad et al., 2019). **فضای سبز:** یونگ و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی به بررسی تأثیر طراحی بیوفیلیک بر آسایش روانی ساکنان در محیط پرداخته‌اند. این مطالعه بررسی کرده است که چگونه ترکیب عناصر طراحی بیوفیلیک در اتاق بیمار بر پاسخ‌های هیجانی و مغزی تأثیر می‌گذارد (Jung et al., 2023). **صدا:** آلگرگوش و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با تأیید این‌که ویژگی‌های شنیداری

(Khaleghimoghaddam, 2022). **پیکربندی پلان:** میون و یون (۲۰۲۰) در پژوهشی با هدف استفاده از واقعیت مجازی و الکتروکاردیوگرام برای تجزیه و تحلیل تفاوت‌ها در پاسخ‌های عصبی خودمختار تحت تأثیر پیکربندی طرح، به ارزیابی چهار طرح پیکربندی مختلف از خانوارهای تک نفره پرداختند. سپس یک نوار قلبی در نوع هر پلان ثبت شد و میانگین نسبت توان فرکانس پایین/فرکانس بالا برای اندازه‌گیری سطح تنش در هر فضا محاسبه شد (Myung & Jun, 2020). جدول (۲)، عناوین پژوهش‌های مرور شده به همراه متغیر معماری و هیجان مورد مطالعه را نشان می‌دهد:

جدول ۲. مطالعات مروری به تفکیک متغیر معماری و متغیر هیجان

ردیف	عنوان پژوهش	پژوهشگر و سال	متغیر معماری	متغیر هیجان
۱	قدم زدن در فضاهای معماری: تأثیر فرم‌های داخلی بر پویایی مغز انسان	(Banaei et al., 2017)	فرم	دینامیک مغز (هیجان)
۲	همبستگی‌های الکتروانسفالوگرافی ادغام حسی حرکتی و تجسم طی ادراک محیط‌های معماری مجازی	(Vecchiato et al., 2015) the electroencephalographic (EEG)	میلان	هیجان
۳	رنگ، برانگیختگی و عملکرد - مقایسه سه آزمایش	(Küller et al., 2009)	رنگ	خلق و خو و هیجان
۴	ارزیابی هیجانی رنگ فضای داخلی اتاق بستری بیماران بر اساس ویژگی‌های شخصیت افراد با استفاده از فناوری واقعیت مجازی	(Yari Kia et al., 2022)	رنگ	هیجان (مدل پاد)
۵	تأثیر رنگ بر هیجان، ضربان قلب و عملکرد دانش‌آموزان در محیط‌های یادگیری	(AL-Ayash et al., 2015)	رنگ	هیجان، ضربان قلب، کارایی
۶	رنگ محیط ساخته شده، شاخص‌های خودکار و EEG پاسخ هیجانی را تعدیل می‌کند.	(Bower et al., 2022a)	رنگ	پاسخ هیجانی
۷	تأثیر طرح‌های رنگی داخلی بر هیجان، عملکرد وظایف و ضربان قلب در محیط‌های مجازی فراگیر	(Cha et al., 2020)	طرح رنگ	هیجان، عملکرد وظایف و ضربان قلب
۸	تأثیر رنگ دیوار بر ادراک کلاس‌های درس	(Yildirim et al., 2015)	رنگ دیوار	ادراک کلاس درس
۹	اثرات تغییر فام رنگ محیطی بر تغییرپذیری ضربان قلب و استرس بر اساس جنسیت	(Oh & Park, 2022)	فام رنگ	ضربان قلب و استرس
۱۰	تأثیر طراحی داخلی بر سلامت - تحلیل ردیابی چشم در تعیین تجربه احساسی فضای معماری.	(Tuszyńska-Bogucka et al., 2019)	رنگ	بهبودی (تجربه هیجانی فضا)
۱۱	خوانش هیجان محیط‌های رنگی: شبیه‌سازی‌های کامپیوتری با خودگزارشی و سیگنال‌های فیزیولوژیکی	(Yoon & Wise, 2014)	رنگ	هیجان
۱۲	اتصال عملکردی مغز در هنگام قرار گرفتن در معرض مقیاس و رنگ محیط‌های داخلی	(Bower et al., 2023)	رنگ و مقیاس	فعالیت مغز
۱۳	محیط مصنوع داخلی با مقیاس بزرگ شده، نوسانات EEG فرکانس بالا را تعدیل می‌کند.	(Bower et al., 2022b)	مقیاس	هیجان
۱۴	تحلیل مقایسه‌ای ادراک محیط نور، حرکت چشم و فیزیولوژی در کلاس درس حرفه‌ای دانشگاه بر اساس آزمایش واقعیت مجازی	(Du et al., 2023)	نور	ادراک (هیجان)
۱۵	تأثیر نور مستقیم/غیر مستقیم در محیط مسکونی بر هیجان و فعالیت مغز	(Shin et al., 2015)	نور	فعالیت مغز (هیجان)
۱۶	طراحی معماری و مغز: اثرات ارتفاع سقف و محصوریت ادراک شده بر قضاوت‌های زیبایی و تصمیم‌گیری‌های تقرب-اجتناب	(Vartanian et al., 2015)	ارتفاع سقف	قضاوت زیبایی‌شناختی و تصمیم‌گیری
۱۷	پاسخ عاطفی به معماری - بررسی واکنش انسان به فضاهایی با هندسه متفاوت	(Shemesh et al., 2016)	هندسه	عاطفه (هیجان)
۱۸	بررسی عصب شناختی تأثیر هیجانی معیارهای هندسی فضای معماری	(Shemesh et al., 2021)	هندسه	هیجان
۱۹	تأثیر هیجانی هندسه‌های مختلف در فضاهای مجازی: یک بررسی عصب شناختی	(Shemesh et al., 2022)	هندسه	هیجان
۲۰	اثرات تغییرات عناصر معماری بر پاسخ‌های آرامش-انگیختگی انسان	(Kim et al., 2021)	تناسبات فضا	برانگیختگی (هیجان)

ردیف	عنوان پژوهش	پژوهشگر و سال	متغیر معماری	متغیر هیجان
۲۱	پاسخ های فیزیولوژیکی انسان به محیط داخلی چوبی	(Zhang et al., 2017)	مصالح	پاسخ های فیزیولوژیکی (هیجان)
۲۲	چوب و تاثیر آن بر کیفیت انسان و محیط در مراکز بهداشتی درمانی	(Kotradynova et al., 2019)	مصالح	هیجان (بهبودی و کیفیت محیطی)
۲۳	رزم گذاری بیان خوشایندی و ناخوشایندی اشکال پنجره معماری: یک مطالعه ای. آر. پی	(Naghbi Rad et al., 2019)	شکل پنجره ها	هیجان
۲۴	اثرات فیزیولوژیکی و روانی تحریک بینایی با انواع گیاهان سبز	(Jeong & Park, 2021)	فضای سبز	هیجان (بهبودی)
۲۵	پاسخ های روانی-فیزیولوژیکی به تنوع گیاهی که از طریق حرکت چشم، هیجان خود گزارش شده و فعالیت مغزی اندازه گیری می شود.	(Elsadek et al., 2016)	فضای سبز	هیجان و فعالیت مغز و تمرکز بصری
۲۶	ورود طبیعت به معماری بیمارستان: تجزیه و تحلیل ای. ای. جی مبتنی بر یادگیری ماشین از اثر بیوفیلیا در واقعیت مجازی	(Jung et al., 2023)	فضای سبز	هیجان (اضطراب)
۲۷	اثرات روانشناختی و فیزیولوژیکی دیوار سبز بر ساکنان: مطالعه متقاطع در واقعیت مجازی	(Yeom et al., 2021)	فضای سبز	هیجان (سطح استرس)
۲۸	تأثیر محیط آکوستیک بر هیجان و تجربه انسان: مطالعه موردی فضاهای عبادتی	(Algargoosh et al., 2022)	صدا	هیجان
۲۹	کاوش عینی تأثیر اجزای معماری بر ارزیابی فضایی کاربران: رویکرد تصویربرداری عصبی	(Khaleghimoghaddam, 2022)	بافت	هیجان
۳۰	پاسخ های احساسی به فضاهای سه بعدی مبتنی بر واقعیت مجازی: تمرکز بر پاسخ ای. ای. جی به مسکن تک نفره با توجه به پیکربندی های مختلف طرح	(Myung & Jun, 2020)	پیکربندی پلان	پاسخ هیجانی

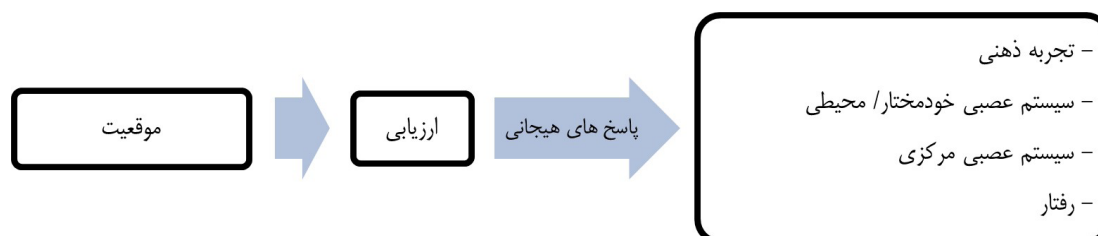
(Diener, 2005, pp. 337–351) (43)

پاسخ ذهنی: رویکرد خود گزارشی شامل مطالعاتی است که از پارادایمی استفاده می کنند که یک نمونه غیر بالینی از افراد هیجان ها را از طریق روش هایی مانند نمره گذاری لیکرت، تکالیف بازشناسی، لیست صفات، یادداشت روزانه و پاسخ های غیرکلامی مثل ارزیابی شباهت بین دو مثال، ارزشیابی می کنند (Schubert, 2016, pp. 18–28). رویکرد خودگزارشی به واقع تنها راهی است که افراد خودشان می توانند به طور فعال، تجارب ذهنی و شخصی شان را توصیف کنند.

پاسخ فیزیولوژیکی: یک تجربه هیجانی، شامل تغییراتی در حالات روانی و فیزیولوژیکی در پاسخ به یک محرک است. مطالعات اولیه الگوهای فیزیولوژیکی و رفتاری خاصی را برای هیجان های مختلف گزارش کردند (Ekman et al., 1983, pp. 1208–1210) (جدول ۳). بعدها، مطالعات بررسی کردند که مغز انسان، میزبان مرکز پردازش هیجان در بدن انسان و همچنین تنظیم کننده اندام های بدن انسان است. سیستم عصبی انسان عمدتاً شامل سیستم عصبی مرکزی و محیطی است. سیستم عصبی مرکزی شامل مغز، ساقه آن و طناب نخاعی است، در حالی که سیستم عصبی محیطی شامل شبکه اعصاب است که از انواع مختلف ماهیچه ها عبور می کنند. سیستم محیطی به سیستم عصبی خودمختار و پیکری تقسیم می شود^{۱۲}.

روش های سنجش هیجان

هیجان ها به عنوان تمایلات پاسخ چند جزئی تعریف می شوند که در یک بازه زمانی نسبتاً کوتاه آشکار می شوند. هیجان ها نسبت به یک محرک یا رویداد رخ می دهند. یک پاسخ هیجانی شامل یک فرآیند ارزیابی^۸ است که طی آن افراد اهمیت شخصی به محرک یا رویداد را تعیین می کنند. پاسخ هیجانی هم چنین شامل تجربه ذهنی^۹ هیجان، پاسخ شناختی^{۱۰}، و پاسخ فیزیولوژیکی^{۱۱} است. اعتقاد بر این است که هیجان ها برای ترویج رفتارهای لازم برای بقا و رشد تکامل یافت هاند. پژوهشگران اغلب هیجان ها را در دو بعد متفاوت تصور می کنند: ۱: ظرفیت (از منفی به مثبت) و ۲: فعال سازی (از برانگیخته به غیر تحریک شده). در مقابل، نظریه پردازان هیجان های گسسته، هر هیجان را به عنوان یک موجود مجزا در نظر می گیرند (King, 2020, p. 752). سنجش حالت هیجانی یک فرد یکی از مسائل علوم عاطفی است. برای سازماندهی شناخت روش های سنجش، می توان مدلی چون مدل زیر (تصویر ۳) را تصویر کرد: در این مدل، هر پاسخ هیجانی با ارزیابی شخصی یک رویداد آغاز می شود (Smith & Lazarus, 1990, pp. 609–637) (Scherer, 1984)، که منجر به یک پاسخ هیجانی شامل تجربه ذهنی، فیزیولوژی و رفتار می شود (Frijda, 1988, pp. 349–358) (Gross & Thompson, 2007, pp. 20–)



جدول ۳. پاسخ‌های فیزیولوژیک هیجان

ردیف	پاسخ	تعریف
۱	پاسخ‌های مغزی	مغز با انجام چندین عملکرد ضروری در زندگی روزمره، نقش مهمی در بیان و تنظیم هیجان دارد. نواحی مختلفی از مغز در پردازش هیجان درگیر هستند: آمیگدال، قشر جلوی مغز، اینسولا و قشر سینگولیت (Can et al., 2023, p. 1291). این فعالیت عصبی در مجموع منجر به فعالیت الکتریکی می‌شود که با قرار دادن الکترودها روی پوست سر قابل اندازه‌گیری است. ^{۱۳}
۲	پاسخ‌های قلبی (فیزیولوژیکی)	فعال شدن سیستم عصبی سمپاتیک به دلیل هیجان‌های منفی یا محرک‌های مختلف استرس منجر به آزاد شدن موادی به نام انتقال دهنده‌های عصبی می‌شود که به ماهیچه‌های قلب متصل می‌شوند و باعث افزایش ضربان قلب می‌شوند، در حالی که فعال شدن سیستم عصبی پاراسمپاتیک، به دلیل آرامش یا هیجان‌های مثبت منجر به کاهش ضربان قلب و نیروی انقباضات قلب می‌شود (Can et al., 2023, p. 1291).
۳	پاسخ‌های پوستی	لایه بیرونی پوست قادر به رسانش الکتریسیته است اما سطح خاصی از مقاومت را ارائه می‌دهد. لایه میانی، درم پوست، رگ‌های خونی و غدد عرق را تشکیل می‌دهد. غدد عرق، که عمدتاً توسط سیستم عصبی سمپاتیک عصب‌دهی می‌شوند، رطوبت تولید می‌کنند تا در طی واکنش جنگ-گریز، درک را تسهیل کنند (Can et al., 2023, p. 1291).
۴	پاسخ‌های ماهیچه‌ای	فعالیت سیستم عصبی خودمختار، ناشی از هیجان، می‌تواند منجر به تغییراتی در فعالیت عضلانی شود، چه ارادی و چه غیر ارادی. حرکات غیر ارادی ماهیچه‌ها شامل کشش شانه‌ها و انقباض به دلیل فعال شدن عصب سمپاتیک است (Cacioppo & Petty, 1981, pp. 441–456). حرکات ارادی عضلات ممکن است شامل حالات صورت باشد. ^{۱۴}
۵	پاسخ‌های تنفسی	اندام‌های تنفسی، عمدتاً ریه‌ها، به طور دوگانه عصب‌بندی می‌شوند. آریتمی سینوسی تنفسی ^{۱۵} ، پدیده‌ای است که در آن قلب به عنوان تابعی از تنفس به دلیل جفت شدن ذاتی بین تنفس و خون پمپاژ شده توسط قلب منقبض و شل می‌شود (Bertson et al., 1993). هیجان‌های منفی مانند خشم، باعث افزایش سرعت تنفس نسبت به هیجان مثبت می‌شود (Taylor, 1991).

از انواع پاسخ‌های هیجانی را نشان می‌دهد.

محیط‌های مطالعه هیجان

واقعیت مجازی امکان مشاهدات بسیار دقیق، اندازه‌گیری دقیق رفتار و دستکاری‌های سیستماتیک محیطی را تحت شرایط آزمایشگاهی کنترل شده فراهم می‌کند. بنابراین این پتانسیل را دارد که یک ابزار تحقیقاتی ارزشمند برای مطالعات در تعامل با محیط انسانی باشد؛ مطالعاتی مانند قابلیت استفاده از ساختمان، ارزیابی پس از اشغال و قبل از اشغال (Kuliga et al., 2015, p. 1). اخیراً، توافقی از سوی معماران، طراحان، روانشناسان و دانشمندان علوم اعصاب در مورد ماهیت تعاملی متقابل بین انسان و فضای ساخته شده و اینکه چگونه می‌تواند بر بهزیستی کاربران تأثیر بگذارد، وجود داشته است (Chiam- (ulera et al., 2017). حوزه میان رشته‌ای نوظهور «معماری عصب‌محور»

پاسخ رفتاری: معمولاً تمایلات یا عبارات کنشی ناشی از تغییرات اساسی در وضعیت فیزیولوژیکی به عنوان پاسخ‌های رفتاری دسته‌بندی می‌شود. تغییرات رفتاری ناشی از هیجان شامل تغییر در حالات چهره، راه رفتن، ویژگی‌های گفتار، وضعیت بدن، ژست‌ها و غیره است. برای نمونه، گفتار تحت تأثیر تعداد تنفس است (Can et al., 2023, p. 1291). تغییر در سرعت تنفس ناشی از سیستم عصبی سمپاتیک بر فشار هوای زیر حنجره تأثیر می‌گذارد. تغییر در فشار هوا بر باز و بسته شدن تارهای صوتی تأثیر می‌گذارد و در نتیجه منجر به تغییرات در شدت صدا می‌شود (Davis et al., 1996, pp. 23–38). تغییرات خاص هیجانی در گفتار مورد مطالعه قرار گرفته است (Scherer, 2003). هیجان منفی، مانند غم و اندوه، واحدهای عمل در نزدیکی ابروها را فعال می‌کنند، در حالی که هیجان‌های مثبت، مانند شادی، واحدهای عمل گونه را فعال می‌کنند. جدول ۴، خلاصه‌ای

جدول ۴. پاسخ‌های هیجانی و شیوه‌های اندازه‌گیری آن

پاسخ	اندازه‌گیری
تجربه ذهنی	خود گزارشی
فیزیولوژیکی	نوار مغزی (EEG)
	افام‌آرای (fMRI)
	برش‌نگاری گسیل پوزیترون مغز (PET)
	نوار قلبی (ECG)
	فوتوپلنسیسموگرافی (PPG ^{۱۶})
	فعالیت الکترودرمال (EDA)
	دمای پوست
	نوار عصب و عضله (EMG)
	پاسخ‌های تنفسی
	ویژگی‌های آوایی
رفتاری	رفتار چهره‌ای
	رفتار کل بدن

عمدنا مجازی قرار می گیرند (Milgram & Kishino, 1994, pp. 4-5).

بحث

مرور حاضر، در پی پاسخ به این پرسش که چه عناصر داخلی بر هیجان کاربر تأثیرگذار هستند، سه دسته کلی از یافته‌ها را سازمان‌دهی کرده است. دسته اول یافته‌ها به تبیین عناصر داخلی پرداخت می‌کند. عناصر داخلی چون رنگ، فرم و هندسه که ضمن تأیید فرضیه‌های پژوهش، تأکید بر اهمیت طراحی این عناصر دارند. دسته دوم، به روش‌های سنجش هیجان پرداخت می‌کند که بر سه عنوان پاسخ ذهنی، پاسخ فیزیولوژیکی و پاسخ رفتاری تقسیم می‌شوند. دسته سوم، به محیط‌های مطالعه هیجان اشاره دارد. این یافته‌ها ۱۴ عنصر داخلی معماری را به تصویر می‌کشند که در مطالعات پیشین، موضوع مورد پژوهش بوده‌اند. یافته‌های مربوط به روش‌های سنجش هیجان، سه گونه از پاسخ‌های کاربر به محرک‌ها را نشان می‌دهد که در چگونگی پیش‌برد پژوهش نقش بسزایی دارد. محیط‌های مطالعه هیجان به عنوان بستر شناخت و تحلیل موضوع از جنبه‌های دیگر هر پژوهش معماری عصب‌محور است که به نوعی در ارتباط با شیوه سنجش هیجان است. مطالعات مرور شده در پژوهش حاضر را از جهت ابزارهای اندازه‌گیری عینی و ذهنی، نوع محیطی که پژوهش در آن صورت گرفته است و کاربری که در آن هیجان مورد پژوهش قرار گرفته و نیز، جمعیت مورد مطالعه، می‌توان در جدول ۵ خلاصه نمود:

پارادایم‌های مفهومی و چارچوب‌های تجربی را بر اساس تعامل بین مغز و فضاها ساختار یافته شده توسعه داد. در سال‌های اخیر، «واقعیت‌های» جدیدی در حال ظهور هستند. مفاهیم جدیدی مانند واقعیت ترکیبی، واقعیت افزوده و دنیای مجازی افزوده و (تصویر ۴). این تکنولوژی‌ها بر معماری، طراحی و ساخت تأثیر می‌گذارند. این واقعیت‌ها جایگزین یا ادغام با دنیای فیزیکی معمولی می‌شوند و می‌توانند برای افزایش درک برای فعالیت‌های طراحی و ساخت‌وساز خاص طراحی شوند. قلمروهای مختلف، تحقیقات و کاربردهای آن‌ها و ارتباط آن‌ها با این زمینه ارائه شده و به طور انتقادی در مورد آن‌ها منعکس شده است. در نهایت، پیوستار واقعیت-مجازی با توجه به تعامل، انتزاع و پوشش اطلاعاتی آن تحلیل می‌شود (Milgram & Kishino, 1994, p. 3).

واقعیت ترکیبی، هر دو حوزه واقعی و مجازی را در یک محیط جدید ادغام می‌کند. فناوری‌های واقعیت مجازی تقاطعی ایجاد می‌کنند که در آن اشیاء واقعی و دنیای مجازی با هم در یک تجربه واحد ارائه می‌شوند. طبق گفته میلگرام و همکاران (۱۹۹۴)، قلمروها، واقعیت افزوده و دنیای مجازی افزوده دوزیر مجموعه اصلی هستند که در محدوده واقعیت مجازی زنجیره واقعیت-مجازی قرار دارند (تصویر ۵). واقعیت افزوده، محیطی است که در آن اطلاعات اضافی تولید شده توسط رایانه در نمای کاربر از یک صحنه دنیای واقعی درج می‌شود. دنیای مجازی افزوده، در مقابل، محیطی را ایجاد می‌کند که در آن موجودیت‌های واقعی در یک محیط



تصویر ۴. واقعیت تعمیم یافته و شاخه‌های آن (برگرفته از وب سایت بنیاد طراحی تعاملی، مأخذ: (Interaction Design Foundation - IxDF, 2022 January))

تصویر ۵. ترتیب مفاهیم واقعیت: از واقعیت (چپ) تا مجازی (راست). مأخذ: (Milgram & Kishino, 1994, pp. 1321-1329))

جدول ۵. ابعاد مربوط به روش پژوهش در مطالعات مرور شده

جمعیت	کاربری	نوع محیط (فیزیکی / مجازی)	ابزار اندازه گیری ذهنی	ابزار اندازه گیری عینی	پژوهشگر / سال
۱۷ نفر	مسکونی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک ^{۱۷}	داده‌های نوار مغزی	(Banaei et al., 2017)
۱۲ نفر (۵ زن، ۷ مرد)	مسکونی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	خودگزارشی (با استفاده از مقیاس رتبه بندی از ۱ تا ۹)	داده‌های نوار قلبی تکنولوژی واقعیت مجازی	(Vecchiato et al., 2015) the electroencephalographic (EEG)
۲۵ دانشجوی (۸ مرد، ۱۷ زن)	اداری	فضای فیزیکی شبیه سازی شده (آزمایشگاهی)	خودگزارشی بر اساس پرسشنامه شاخص پریشانی هیجانی ^{۱۸}	سیگنال نوار مغزی (با فیلترهای موج دلتا، تتا، آلفا و بتا) امواج EKG ^{۱۹} با الکترودهای نقره جهت تخمین ضربان قلب	(Küller et al., 2009)
۳۷ نفر (۱۹ زن، ۱۸ مرد)	درمانی		خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک پرسشنامه شخصیتی ^{۲۰}	تکنولوژی واقعیت مجازی	(Yari Kia et al., 2022)
۲۴ دانشجوی (۱۱ مرد و ۱۳ زن)	آموزشی	فضای فیزیکی شبیه سازی شده (آزمایشگاهی)	پرسش نامه درک مطلب ^{۲۱}	پالس اکسی متر نوک انگشت (ثبت داده‌های فیزیولوژیکی)	(AL-Ayash et al., 2015)
۱۸ دانشجوی (۸ زن، ۱۰ مرد)	داخلی	محیط مجازی Cave	خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک	داده‌های نوار مغزی داده‌های فیزیولوژیکی ECG و الکترودهای صفحه انگشتی SCR ^{۲۲}	(Bower et al., 2022a)
۵۵ دانشجوی (۷ زن و ۴۸ مرد)	داخلی	محیط‌های مجازی فراگیر	پرسشنامه هیجانی مرتبط با رنگ (۷ جفت صفت دوقطبی)	واقعیت مجازی (هدست واقعیت مجازی، سنسور ردیاب موقعیت، کنسول حرکت در فضا)	(Cha et al., 2020)
۲۴ نفر (۹ مرد و ۱۵ زن)	داخلی	آزمایشگاهی	پرسشنامه هیجانی مرتبط با رنگ (۷ جفت صفت دوقطبی / مقیاس ۵ تایی لیکرت)	اندازه گیری تغییرات ضربان قلب	(Oh & Park, 2022)
۱۰۳ نفر (۱۰۳ زن، ۹۹ مرد)	آموزشی	آزمایشگاهی (مدلسازی سه بعدی)	خود توصیفی واکنش هیجانی ^{۲۳}	ردیاب چشمی	(Tuszyńska-Bogucka et al., 2019)
۳۴ نفر	مسکونی	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک	هدایت الکتریکی پوست برای سنجش برانگیختگی نوار عصب صورت: برای سنجش ظرفیت	(Yoon & Wise, 2014)
۶۶ نفر، ۱۸ نفر	داخلی	محیط مجازی Cave	خودگزارشی (اشاره دقیق نشده است)	داده‌های نوار مغزی	(Bower et al., 2023)
۶۶ بزرگسال (۳۱ زن)	داخلی	محیط مجازی Cave	خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک	داده‌های نوار مغزی تکنولوژی واقعیت مجازی داده‌های کیفیت محیط داخلی ^{۲۴}	(Bower et al., 2022b)
۳۰ نفر (۱۵ مرد، ۱۵ زن)	آموزشی (کلاس درس دانشگاهی)	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	پرسشنامه ارزیابی ذهنی (بر گرفته از تحلیل معنایی به صورت شفاهی)	داده های حاصل از قطر مردمک چشم، فرکانس حرکت جهشی چشم، هدایت الکتریکی پوست	(Du et al., 2023)
۲۸ نفر (۱۲ زن، ۱۶ مرد، ۲۲/۵)	مسکونی	محیط واقعی (آزمایشگاهی)	پرسشنامه خودگزارشی مقیاس آنالوگ بصری ^{۲۵} خودارزیابی آزمون تصاویر	داده‌های نوار مغزی	(Shin et al., 2015)
۱۸ فرد (۱۲ زن، ۶ مرد)	مسکونی	۲۰۰ تصویر از فضاهای داخلی معماری	-	افام آرای	(Vartanian et al., 2015)

جمعیت	کاربری	نوع محیط (فیزیکی/ مجازی)	ابزار اندازه گیری ذهنی	ابزار اندازه گیری عینی	پژوهشگر/ سال
ذکر نشده است	آموزشی	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	پرسشنامه	داده های نوار مغزی تکنولوژی واقعیت مجازی	(Shemesh et al., 2016)
۱۱۲ نفر	داخلی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	پرسشنامه نمره دوست داشتن ^{۲۶} سنجش خود گزارش	داده های نوار مغزی ردیاب چشمی پاسخ گالوانیک پوست ^{۲۷}	(Shemesh et al., 2021)
۱۱۲ نفر	داخلی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	پرسشنامه خود گزارش	داده های نوار مغزی ردیاب چشمی پاسخ گالوانیک پوست	(Shemesh et al., 2022)
۳۵ نفر	درمانی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	پرسشنامه خود گزارش	داده های نوار مغزی تکنولوژی واقعیت مجازی	(Kim et al., 2021)
۲۰ نفر (۱۰ زن، ۱۰ مرد)	داخلی	محیط واقعی (آزمایشگاهی)	-	فشار خون فعالیت الکتریکی پوست اشباع اکسی هموگلوبین ضربان قلب و تغییرات ضربان قلب	(Zhang et al., 2017)
۵۰ نفر	درمانی	محیط واقعی (کنترل شده با اعمال تغییرات)	پرسشنامه	داده های نوار مغزی ضربان قلب فشار خون نوار قلب	(Kotradyova et al., 2019)
۱۱ نفر (۶ زن، ۵ مرد)	داخلی	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	خودارزایی آزمون تصاویر	داده های نوار مغزی به همراه محاسبه ERP ^{۲۸}	(Naghbi Rad et al., 2019)
۳۰ نفر (۱۱ مرد، ۱۹ زن)	داخلی	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	روش افتراقی معنایی ^{۲۹} نمایه حالات خلقی ^{۳۰}	داده های نوار مغزی	(Jeong & Park, 2021)
۳۰ نفر (مرد)	داخلی	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	روش افتراقی معنایی	تکنولوژی ردیاب چشم تکنولوژی NIRS ^{۳۱}	(Elsadek et al., 2016)
۷۵ نفر (۳ گروه)	درمانی	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	برنامه عاطفه مثبت و منفی ^{۳۲} پرسشنامه اضطراب ^{۳۳}	داده های نوار مغزی تکنولوژی واقعیت مجازی	(Jung et al., 2023)
۲۷ نفر	آموزشی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	پرسشنامه حالت اضطراب ^{۳۴}	داده های نوار مغزی فعالیت الکتریکی پوست تغییرات ضربان قلب	(Yeom et al., 2021)
۲۰ نفر (۹ مرد، ۱۱ زن)	عبادتی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	خود گزارش (توصیفی کدگذاری شده)	فعالیت الکتریکی پوست تغییرات ضربان قلب	(Algargoosh et al., 2022)
۶۰ نفر (مرد و زن)	مسکونی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	پرسشنامه	داده های قلبی تکنولوژی واقعیت مجازی	(Myung & Jun, 2020)

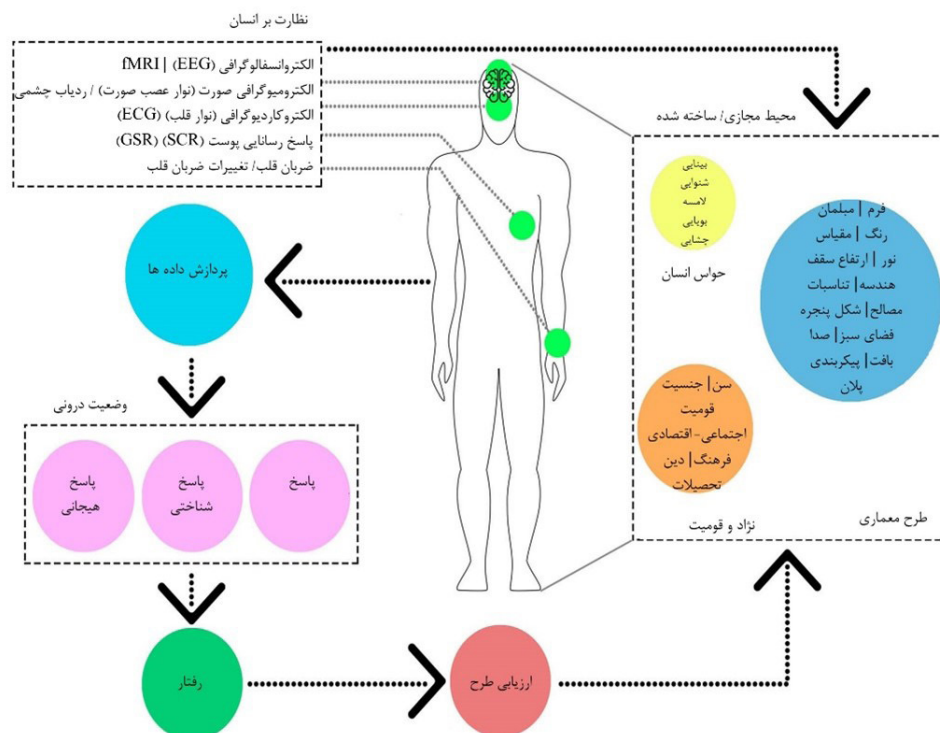
عصب‌محور، پژوهش‌ها مبتنی بر اندازه‌گیری‌های ذهنی بوده‌اند که به دلیل سوگیری می‌توانستند دارای خطا باشند. نتایج مرور نشان می‌دهند که نتایج کمی بینش عمیق‌تری از اندازه‌گیری‌ها به پژوهشگر می‌دهد.

نتیجه‌گیری

مطالعات مرور شده در این پژوهش، بیانگر نوظهور بودن روش‌شناسی مطالعات می‌باشند؛ روش‌های پژوهشی که در قیاس با شیوه‌های پیشین، پاسخگوی دقیق‌تری به چگونگی پاسخ‌های هیجانی کاربر فضا و نیز سنجش پاسخ‌ها می‌باشد. مطالعه مروری نشان از آن دارد که ۱۴ عنصر داخلی معماری که هر یک به عنوان محرک‌های معماری فضا عمل می‌کنند و با تحریک یک یا چند حس کاربر، بر اساس وضعیت درونی و نیز تأثیرگذاری عواملی چون جنسیت، فرهنگ، قومیت، تحصیلات باعث بروز پاسخ هیجانی و رفتار در محیط می‌شوند (تصویر ۶). عناصر داخلی شامل: فرم (۱ مطالعه)، مبلمان (۱ مطالعه)، رنگ (۱۰ مطالعه)، مقیاس (۱ مطالعه)، نور (۲ مطالعه)، ارتفاع سقف (۱ مطالعه)، هندسه (۳ مطالعه)، تناسبات (۱ مطالعه)، مصالح (۲ مطالعه)، شکل پنجره (۱ مطالعه)، فضای سبز (۴ مطالعه)، صدا (۱ مطالعه)، بافت (۱ مطالعه)، پیکربندی پلان (۱ مطالعه) هستند. شناسایی این عناصر و شناخت چگونگی عملکرد در تعریف و ادراک فضا، راهنمای خوبی برای طراحی فضاهای معماری خواهد بود. مرور مطالعات نشان از آن دارد که عامل رنگ دارای بیش‌ترین فراوانی بود و می‌تواند به عنوان مؤثرترین عامل بر هیجان کاربر فضا باشد. فارغ از چگونگی محرک، پاسخ‌های هیجانی که فرد به محرک می‌دهد منجر به رفتار در محیط می‌شود که اهمیت پرداخت به این موضوع را دوچندان می‌کند.

با توجه به مروری که در پژوهش حاضر انجام شد، می‌توان مشاهده

یافته‌ها نشان از آن دارد که هیجان کاربر فضا تحت تأثیر ویژگی‌ها و محرک‌های بصری است که می‌تواند به صورت ذهنی و عینی مورد سنجش قرار بگیرد. نتایج مرور نشان می‌دهد که مؤلفه‌های فرم، مبلمان، رنگ، مقیاس، نور، ارتفاع سقف، هندسه، تناسبات، مصالح، شکل پنجره، فضای سبز، صدا، بافت و پیکربندی پلان در فعالیت‌های مغز تأثیرگذارند. در پژوهش‌های معماری عصب‌محور، تعریف شاخص‌های فیزیولوژیکی و فیزیولوژیکی عصبی در ارتباط با پاسخ‌های انسانی از بعد شناختی و هیجانی، به عنوان یک ابزار کمکی است تا تأثیر معماری بر انسان به آسانی تفسیر شوند. اما از آن‌جا که این شاخص‌ها به طور کامل شناسایی و تبیین نشده‌اند، می‌تواند یکی از چالش‌های این حوزه پژوهش باشد. یافته‌های پژوهش تأکیدی است بر پتانسیل معماری عصب‌محور از طریق تأثیر بر کیفیت تجربه فضا توسط کاربر، ماندگاری تجربه فضاها در ذهن مخاطبان فضا، بهبود تصمیم‌گیری کاربران و نیز سلامت روان ساکنان فضاها. با توجه به جدید بودن حوزه پژوهش معماری عصب‌محور، شناسایی دیگر عناصر داخلی تأثیرگذار بر هیجان، می‌تواند زمینه پژوهش‌های دیگری در این حوزه باشد. از طرف دیگر، روش‌های معتبر و مشخص برای ارزیابی چگونگی تأثیر طراحی بر ذهن انسان، دیگر جنبه‌ای است که بایست مورد توجه پژوهشگران قرار بگیرد. یافته‌ها نشان از آن دارد که بیشتر مطالعات بر محرک‌های بصری و عینی داخلی معماری متمرکز بوده‌اند و عوامل تأثیرگذار دیگر که می‌توان عوامل ذهنی و ادراکی نامید، کمتر مورد توجه بوده‌اند. از دیگر محدودیت‌های پژوهش، می‌توان به کم بودن جامعه آماری اشاره کرد. به دلیل محدودیت‌های شیوه سنجش در این پژوهش‌ها، لزوم گسترش مطالعات و روش‌های برای بررسی اعتبار و قابلیت بسط دادن نتایج این مطالعات، دیده می‌شود. تا پیش از رواج روش‌های پژوهش معماری



کرد که هیجان کاربر در یک فضای معماری تحت تأثیر ویژگی‌ها و محرک‌های معماری فضا است که می‌تواند باعث شکل‌گیری طیف وسیعی از فعالیت‌های عصبی، تغییرات فیزیولوژیکی و تجربه‌های ذهنی شود. طبق مرور، ویژگی‌های فضای داخلی معماری چون: فرم، مبلمان، رنگ، مقیاس، نور، ارتفاع سقف، هندسه، تناسبات، مصالح، شکل پنجره، فضای سبز، صدا، بافت و پیکربندی پلان می‌توانند بر هیجان کاربر تأثیرگذار باشند. نتایج مطالعات مروری را می‌توان در قالب جدول ۶ چنین خلاصه کرد.

جدول ۶. نتایج مطالعات مرور شده به تفکیک متغیر معماری

نتایج	پژوهشگر	متغیر معماری
قشر کمربندی قدیمی ویژگی‌های معماری را فراتر از تأثیر هیجانی پردازش می‌کند. برداشت اولیه از محیط به شدت بر جنبه‌های عاطفی و ادراکی تأثیر می‌گذارد.	(Banaei et al., 2017)	فرم
آشنا بودن محیط مجازی با خوشایندی همبستگی مثبت و با نو بودن همبستگی منفی دارد. محیط مجازی که دارای بیش‌ترین خوشایندی بود، مربوط به مبلمان مدرن هست؛ در حالی که نو بودن با مبلمان لبه تیز همبستگی دارد.	(Vecchiato et al., 2015) the electroencephalographic (EEG)	مبلمان
رنگ بر برانگیختگی و سیستم عصبی خودمختار تأثیر می‌گذارد. اتاق قرمز ضربان قلب را کاهش می‌دهد، اتاق آبی ضربان قلب را در حالت عادی حفظ می‌کند.	(Küller et al., 2009)	رنگ
به صورت کلی می‌توان گفت که رنگ‌های روشن و ترکیب رنگ‌های مختلف با رنگ سفید، رنگ‌های مطلوبی از لحاظ احساس آرامش برای افراد ایجاد می‌کند. در مقابل رنگ‌های تیره، احساس آشفتگی و ناراحتی را به دنبال دارند.	(Yari Kia et al., 2022)	رنگ
رنگ‌های کمرنگ آرامش‌بخش بودند، رنگ‌های روشن امتیاز خواندن را افزایش می‌دادند. رنگ‌های آبی و زرد باعث ایجاد حالات هیجانی مثبت در شرکت‌کنندگان شد. سفیدی به طور قابل توجهی بر نتایج یادگیری در نمرات درک مطلب تأثیر گذاشت.	(AL-Ayash et al., 2015)	رنگ
قرار گرفتن در معرض رنگ آبی در محیط‌های ساخته شده، محدوده خودکار را افزایش می‌دهد. رنگ آبی با تعدیل فعالیت مغز برای هیجان مرتبط است. هیچ تأثیری بر تغییرات ضربان قلب وجود ندارد، اما همبستگی پاسخ هیجانی شناسایی شده است.	(Bower et al., 2022a)	رنگ
طرح‌های رنگی داخلی هیجان، عملکرد کار، ضربان قلب تأثیر می‌گذارند. قرمز به عنوان رنگ سنگین‌تر، گرم‌تر و ناخوشایند تلقی می‌شود. ضربان قلب در سناریوهای آبی، سفید و سبز به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.	(Cha et al., 2020)	رنگ
اثر متقابل بین تغییرات رنگی رنگ و تغییرات ضربان قلب تأیید نشده است. رنگ با مقدار فام بالا منجر به هیجان مثبت شد. رنگ با مقدار فام پایین، منجر به هیجان منفی شد. ارزیابی استرس مرتبط با رنگ تأثیر رنگی بر احساسات استرس را نشان داد.	(Oh & Park, 2022)	رنگ
چیدمان‌های مختلف فضایی و رنگی در فضای داخلی واکنش‌های هیجانی مختلفی را بر می‌انگیزد. واکنش مردمک، پاسخ‌های هیجانی متنوعی را به شبیه‌سازی‌های داخلی تأیید کردند. گشاد شدن مردمک با ارزیابی هیجانی مثبت تصاویر ارائه شده مرتبط بود.	(Tuszyńska-Bogucka et al., 2019)	رنگ
خودگزارشی‌ها و اقدامات فیزیولوژیکی، هیجان‌های مرتبط با رنگ را در محیط‌های شبیه‌سازی شده بررسی کردند. ترکیب رنگ‌های روشن‌تر منجر به برانگیختگی و ناخوشایندی بیشتر شد.	(Yoon & Wise, 2014)	رنگ
مقیاس و رنگ بر اتصال مغز و در نتیجه بر فرایندهای شناختی و سلامت روان تأثیر می‌گذارد. اتصال مغز را در پاسخ به مقیاس و رنگ محیط ساخته شده داخلی قابل بررسی است. تغییرات امواج تتا و گاما مرتبط با مقیاس و رنگ مشاهده شد.	(Bower et al., 2023)	رنگ و مقیاس
اثرات محدود بر توان خط وسط پیشین و جانبی نیمکره در امواج مغزی مشاهده شد. مقیاس بزرگ، توان امواج مغزی را در پهنای باند بتا را افزایش داد. توان خط وسط پیشین متناسب با مقیاس اتاق در پهنای باند کم جی افزایش یافت.	(Bower et al., 2022b)	مقیاس
ادراک انسان و داده‌های فیزیولوژیکی در محیط‌های کلاس درس معماری همبستگی دارند. طراحی محیط داخلی به طور قابل توجهی بر کارایی و عملکرد یادگیری تأثیر می‌گذارد. ادراک مردم با قطر مردمک، فرکانس حرکت جهشی چشم، رسانایی پوست مرتبط است.	(Du et al., 2023)	نور
سیگنال‌های امواج مغزی می‌توانند به عنوان نشانگر بیولوژیکی تغییرات محیطی عمل کنند. نورپردازی مستقیم/غیر مستقیم منجر به درجه‌بندی ظرفیت بالاتر شد. باند فرکانس تتا در امواج مغزی با نور مستقیم/غیر مستقیم افزایش یافت. نور مستقیم/غیر مستقیم باعث ایجاد احساس آرام‌تری نسبت به نور مستقیم می‌شود.	(Shin et al., 2015)	نور
ترجیح زیبایی شناختی برای سقف‌های بلندتر لوب پیشانی و آهیانه‌های را فعال می‌کند. فضاهای باز لوب‌های گیجگاهی را در حین قضاوت زیبایی فعال می‌کنند. فضاهای محصور تصمیمات اجتنابی را برمی‌انگیزند و ناحیه MCC را فعال می‌کنند. اتاق‌های با سقف بلندتر زیباتر ارزیابی شدند. اتاق‌های باز به عنوان ساختارهای حرکتی بصری زیبا و فعال تلقی می‌شدند.	(Vartanian et al., 2015)	ارتفاع سقف
شرکت‌کنندگان ترجیحاتی برای فضاهای منحنی یا با زاویه تیز نشان دادند. متخصصان و غیر متخصصان نسبت به فضاها واکنش‌ها و ترجیحات متفاوتی داشتند. هیچ ارتباطی بین قضاوت زیبایی و احساس امنیت در فضاها وجود ندارد.	(Shemesh et al., 2016)	هندسه
واکنش‌های هیجانی به فضا را می‌توان با تغییرات هندسه اندازه‌گیری کرد. پاسخ‌های فیزیولوژیکی طراحان و غیر طراحان در فضاهای مجازی متفاوت است. واکنش‌های هیجانی با تغییرات انحنای، برآمدگی، مقیاس و نسبت اندازه‌گیری می‌شوند.	(Shemesh et al., 2021)	هندسه
هندسه‌های مختلف فضای معماری واکنش‌های هیجانی و شناختی مختلفی ایجاد می‌کنند. شرکت‌کنندگان مدت بیشتری در فضاهای مجازی بزرگ ماندند.	(Shemesh et al., 2022)	هندسه
ارتفاع سقف و نسبت پنجره بر سطح برانگیختگی تأثیر می‌گذارد. پاسخ‌های امواج مغزی به عناصر معماری از نظر آماری تأیید شد. نسبت پنجره بر سطوح آرامش و برانگیختگی در تجربیات واقعیت مجازی تأثیر می‌گذارد.	(Kim et al., 2021)	تناسبات

نتایج	پژوهشگر	متغیر معماری
محیط‌های چوبی تنش را کاهش می‌دهند. تغییرات ضربان قلب انسان در محیط‌های چوبی کمتر بود و فعالیت عصبی سمپاتیک را کاهش می‌داد. شرکت کنندگان در اتاق‌های چوبی عرق کمتری تولید می‌کردند که نشان دهنده کاهش تنش است.	(Zhang et al., 2017)	مصالح
چوب تأثیر مثبتی بر بهزیستی بیماران در محیط‌های بیمارستانی دارد. چوب طبیعی به فیزیولوژی انسان کمک می‌کند و سطح استرس را کاهش می‌دهد.	(Kotradyyova et al., 2019)	مصالح
اشکال پنجره‌های معماری به طور قابل توجهی بر فعالیت قشر مغز و وضعیت هیجانی تأثیر می‌گذارد. هیجان‌های مثبت در نیمکره چپ جانی و هیجان‌های منفی در نیمکره راست جانی هستند.	(Naghbi Rad et al., 2019)	شکل پنجره‌ها
گیاهان واقعی باعث ایجاد آرامش فیزیولوژیکی و اثرات روانی مثبت در بزرگسالان می‌شوند. قرار گرفتن مداوم در معرض گیاهان سبز می‌تواند کیفیت زندگی انسان را بهبود بخشد. شرکت کنندگان راحتی، طبیعی بودن و آرامش بیشتری را بعد از مشاهده گیاهان واقعی نشان دادند.	(Jeong & Park, 2021)	فضای سبز
گیاهان سبز مایل به زرد و سبز روشن برای راحتی و آرامش توصیه می‌شود. گیاهان قرمز و سبز تیره برای بهبود سطح انرژی پیشنهاد می‌شوند. گیاهان سبز-سفید عمدتاً هیجان‌های منفی را تحریک می‌کنند.	(Elsadek et al., 2016)	فضای سبز
باند‌های فرکانس امواج مغزی منعکس کننده حالات هیجانی در حین اکتشاف فضای طراحی هستند. عاطفه هیجانی تحت تأثیر تغییرات طراحی بیوفیلیک قرار گرفت. سطوح اضطراب به طور قابل توجهی تحت تأثیر طراحی‌های مختلف اتاق قرار گرفت.	(Jung et al., 2023)	فضای سبز
دیوارهای سبز کوچک استرس را کاهش می‌دهند، دیوارهای سبز بزرگ استرس را افزایش می‌دهند. داده‌های روانشناختی و فیزیولوژیکی تفاوت معنی داری را در سطوح استرس نشان داد. سطوح تنش در شرایط دیوار سبز کوچک کمتر از دیوار غیر سبز بود.	(Yeom et al., 2021)	فضای سبز
محیط آکوستیک تأثیر هیجانی را تشدید می‌کند و تجربه شنونده را افزایش می‌دهد. ویژگی‌های بصری در طراحی معماری برای تجربه هیجانی بسیار مهم هستند. محیط‌های صوتی بر اساس پیشینه فرهنگی و آشنا بودن بر شدت هیجانات تأثیر می‌گذارد.	(Algargoosh et al., 2022)	صدا
فضاهای خوشایند واکنش‌های هیجانی و ادراکی قوی‌تری نسبت به فضای ناخوشایند بر می‌انگیزند. فعال سازی مغز در پاسخ به فضاهای معماری خوشایند و ناخوشایند متفاوت است. بافت و هندسه به طور قابل توجهی بر درک فضاهای معماری تأثیر می‌گذارد.	(Khaleghimoghaddam, 2022)	بافت
پیکربندی پلان به طور قابل توجهی بر پاسخ‌های سیستم عصبی خودمختار انسان تأثیر می‌گذارد. پلان جی برای پیکربندی فضایی راحت مؤثر است. متغیرهای طرح بیشتر به صورت ترکیبی روی کاربران تأثیر می‌گذارند تا مستقل.	(Myung & Jun, 2020)	پیکربندی پلان

روش‌ها و ابزارهای مختلفی برای سنجش هیجان بهره برده‌اند که می‌تواند باعث عدم چارچوب مشخص و شفاف برای مطالعات آینده داشت. این موضوع لزوم تعریف فرآیندی متقن برای سنجش تأثیر هیجان در فضای معماری را یادآور می‌شود. با توجه به نوظهور بودن این حوزه، لزوم پرداخت به عناصر ذهنی چون حس تعلق، حس مکان، زیبایی‌شناسی و ... در کنار عناصر عینی چون رنگ، نور و ... روشن است. پژوهش حاضر، می‌تواند گامی در جهت شناسایی مطالعات و محرک‌های معماری برای پژوهش‌های آتی باشد.

تا پیش از ظهور زمینه بین‌رشته‌ای معماری عصب‌محور، بیش‌تر مطالعات در این حوزه به صورت کیفی انجام می‌گرفته که می‌توانست شامل سوگیری و خطا باشد. در حالی‌که در این مطالعات که از تکنولوژی‌های نوین علوم اعصاب شناختی استفاده شده است که تا حد زیادی می‌تواند بینش دقیق‌تری از ساختار عصبی فعال شده به هنگام ادراک فضا ارائه بدهد. در کنار مزیت کاربرد این روش‌ها، می‌توان محدودیت‌هایی را شناسایی کرد. با وجود این‌که تمامی مطالعات تأکید بر تأثیر فضای داخلی معماری بر هیجان داشته‌اند، اما هر مطالعه

پی‌نوشت‌ها

۷. مدل‌های ابعادی هیجان، تلاش می‌کنند تا هیجان‌های انسانی را با تعریف

محل قرارگیری آن‌ها در دو یا سه بُعد مفهوم‌سازی کنند. بیشتر مدل‌های ابعادی، دارای ابعاد ارزش و برانگیختگی یا شدت هستند (Posner et al., 2005, pp. 715-734).

8. Appraisal process.
9. Subjective experience.
10. Cognitive Response
11. Physiological Response.

۱۲. این دو سیستم نقش اصلی را در تنظیم پاسخ‌های فیزیولوژیکی و رفتاری به هیجان بازی می‌کنند. سیستم عصبی خودمختار (ANS) بیشتر به دو شاخه تقسیم می‌شود: سیستم عصبی سمپاتیک (SNS)، مسئول عملکردهای تحریکی، و سیستم عصبی پاراسمپاتیک (PNS) که مسئول عملکردهای ترمیمی در بدن است (Can et al., 2023, p. 1291).

۱۳. مطالعات نشان می‌دهد که فعالیت عصبی نسبتاً بالاتر در قشر جلوی پیشانی چپ برای هیجان مثبت و فعالیت قشر جلوی پیشانی راست بالاتر برای هیجان منفی مرتبط است (Davidson et al., 1990). فعالیت عصبی بر حسب عدم تقارن در فعال سازی عصبی قشر پیشانی چپ و راست اندازه‌گیری می‌شود

1. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

2. "Interior Physical elements" OR "Built environment design" OR "Architectural space" OR "Interior built environment" OR "Spatial Design") AND ("Emotion" OR "Emotion response" OR "Brain dynamic" OR "Human Experience" OR "User Experience") AND ("EEG" OR "Biometrics" OR "Physiological Data" OR "Neurophysiological Data" OR "Neuroarchitecture".

3. Michael A. Arbib.

4. Neuromorphic.

5. Neuromorphic Architecture.

۶. در نظریه هیجان گسسته، تصور می‌شود که همه انسان‌ها دارای مجموع‌های ذاتی از هیجان‌های پایه هستند که از نظر فرهنگی قابل تشخیص هستند. این هیجان‌های پایه به عنوان «گسسته» توصیف می‌شوند؛ چراکه اعتقاد بر این است که آن‌ها با حالت چهره و فرآیندهای بیولوژیکی فرد قابل تشخیص هستند (Colombetti, 2009, pp. 425-407).

[org/10.1177/1351010X211068850](https://doi.org/10.1177/1351010X211068850)

Azzazy, S., Ghaffarianhoseini, A., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., & Doborjeh, Z. (2020). A critical review on the impact of built environment on users' measured brain activity. *Architectural Science Review*, 64, 1–17. <https://doi.org/10.1080/0038628.2020.1749980>

Banaei, M., Hatami, J., Yazdanfar, A., & Gramann, K. (2017). Walking through Architectural Spaces: The Impact of Interior Forms on Human Brain Dynamics. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 477. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00477>

Berntson, G. G., Cacioppo, J. T., & Quigley, K. S. (1993). Respiratory sinus arrhythmia: Autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. *Psychophysiology*, 30(2), 183–196. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb01731.x>

Bower, I. S., Clark, G. M., Tucker, R., Hill, A. T., Lum, J. A. G., Mortimer, M. A., & Enticott, P. G. (2022a). Built environment color modulates autonomic and EEG indices of emotional response. *Psychophysiology*, 59(12), e14121. <https://doi.org/10.1111/psyp.14121>

Bower, I. S., Clark, G. M., Tucker, R., Hill, A. T., Lum, J. A. G., Mortimer, M. A., & Enticott, P. G. (2022b). Enlarged Interior Built Environment Scale Modulates High-Frequency EEG Oscillations. *eNeuro*, 9(5). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0104-22.2022>

Bower, I. S., Hill, A. T., & Enticott, P. G. (2023). Functional brain connectivity during exposure to the scale and color of interior built environments. *Human Brain Mapping*, 44(2), 447–457. <https://doi.org/10.1002/hbm.26061>

Cacioppo, J. T., & Petty, R. E. (1981). Electromyograms as measures of extent and affectivity of information processing. *American Psychologist*, 36(5), 441–456. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.36.5.441>

Can, Y., Mahesh, B., & Andre, E. (2023). Approaches, Applications, and Challenges in Physiological Emotion Recognition—A Tutorial Overview. *Proceedings of the IEEE*, PP, 1–27. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2023.3286445>

Cha, S. H., Zhang, S., & Kim, T. W. (2020). Effects of Interior Color Schemes on Emotion, Task Performance, and Heart Rate in Immersive Virtual Environments. *Journal of Interior Design*, 45. <https://doi.org/10.1111/joid.12179>

Chiamulera, C., Ferrandi, E., Benvegnù, G., Ferraro, S., Tommasi, F., Maris, B., Zandonai, T., & Bosi, S. (2017). Virtual Reality for Neuroarchitecture: Cue Reactivity in Built Spaces. *Frontiers in Psychology*, 8, 185. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00185>

Coan, J. A., & Allen, J. J. (2004). Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. *Biological Psychology*, 67(1–2), 7–50.

Colombetti, G. (2009). From affect programs to dynamical discrete emotions. *Philosophical Psychology*. <https://doi.org/10.1177/1351010X211068850>

(Coan & Allen, 2004).

۱۴. اگرچه مرز بین حرکات غیرارادی و ارادی عضلات همیشه مشخص نیست، هر دو نوع حرکت می توانند فعالیت الکتریکی در عضلات ایجاد کنند (Can et al., 2023, p. 1291).

15. Respiratory sinus arrhythmia (RSA).

16. Photoplethysmography.

۱۷. آزمون خودارزیابی تصاویر آدمک (SAM) یک نمایش تصویری از ابعاد PAD است که لانگ آن را به مثابه جانمایی برای مقیاس های خودارزیابی ابداع کرد (P. Lang, 1980).

۱۸. Huaxi Emotional-distress Index questionnaire (HEI)، بر اساس این مدل، ۲۱ خلق و خو در مقیاس های رتبه بندی چهار درجه ای بر حسب چهار مورد، مورد ارزیابی قرار می گیرد: ویژگی های عاطفی: فعال شدن، جهت گیری، ارزیابی و کنترل.

۱۹. (Electrocardiography) نوار قلب

۲۰. پرسش نامه پنج عاملی نتو (NEO-FFI)، مقیاس مختصری برای سنجش پنج عامل اساسی شخصیت است و به منظور تهیه ابزار کوتاه برای سنجش عوامل و عمدتاً برای استفاده در پژوهش های اکتشافی تهیه شده است.

21. SAT Comprehension Test.

۲۲. Skin Conductance Response پاسخ هدایت الکتریکی پوست

23. Self-descriptions of emotional reactions.

24. Indoor Environmental Quality (IEQ).

۲۵. (Visual Analogue Scale (VAS))، مقیاس آنالوگ بصری (VAS) یک

مقیاس پاسخ روان سنجی است که می تواند در پرسشنامه ها استفاده شود.

26. Liking Score (ls) questionnaire.

27. GSR (Galvanic Skin Response).

۲۸. Event-Related Potential (پتانسیل وابسته به رخداد).

۲۹. (Semantic differential methods (SDM)) مقیاس افتراق معنایی

یک مقیاس روان سنجی است که در پرسشنامه های پژوهشی مورد استفاده قرار می گیرد؛ و یکی از عمومی ترین روش های درک هیجان است.

۳۰. (Profile of Mood States (POMS))، یک مقیاس درجه بندی روانشناختی است که برای ارزیابی حالات خلقی گذرا و متمایز استفاده می شود.

۳۱. (Near-infrared spectroscopy)، طیف شناسی فروسرخ نزدیک، یک روش طیف شناسی است که از ناحیه نزدیک فروسرخ از طیف الکترومغناطیسی استفاده می کند.

32. Positive and Negative Affect Schedule (PANAS).

33. State-Trait Anxiety Inventory - state (STAI-s).

34. State-Trait Anxiety Inventory (STAI).

۳۵. anterior Mid Cingulate Cortex (aMCC) به معنای قشر میانی

کمر بندی قدامی می باشد.

فهرست منابع

AL-Ayash, A., Kane, R. T., Smith, D., & Green-Armytage, P. (2015). The influence of color on student emotion, heart rate, and performance in learning environments. *Color Research & Application*, 41(2), 196.

Algargoosh, A., Soleimani, B., O'Modhrain, S., & Navvab, M. (2022). The impact of the acoustic environment on human emotion and experience: A case study of worship spaces. *Building Acoustics*, 29, 1351010X2110688. <https://doi.org/10.1177/1351010X211068850>

- Farling, M. (2015). From Intuition to Immersion: Architecture and Neuroscience. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10318.003.0011>
- Frijda, N. H. (1988). The laws of emotion. *American Psychologist*, 43(5), 349–358. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.43.5.349>
- Gieseeking, J. J. (2014). Environmental Psychology, Overview. In T. Teo (Ed.), *Encyclopedia of Critical Psychology* (pp. 587–593). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5583-7_674
- Gross, J. J., & Thompson, R. (2007). Handbook of emotion regulation. *Emotion Regulation: Conceptual Foundations*, 3–26.
- Hays, K. M. (Ed.). (1998). *Architecture Theory since 1968* (First Edition). Mit Pr.
- Jacobs, J. (1992). *The Death and Life of Great American Cities* (Reissue edition). Vintage.
- Jeong, J.-E., & Park, S.-A. (2021). Physiological and Psychological Effects of Visual Stimulation with Green Plant Types. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 12932. <https://doi.org/10.3390/ijerph182412932>
- Jung, D., Kim, D., & Kim, N. (2023). Bringing nature into hospital architecture: Machine learning-based EEG analysis of the biophilia effect in virtual reality. *Journal of Environmental Psychology*, 89, 102033. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102033>
- Karakas, T., & Yildiz, D. (2020). Exploring the influence of the built environment on human experience through a neuroscience approach: A systematic review. *Frontiers of Architectural Research*, 9(1), 236–247. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.10.005>
- Khaleghimoghaddam, N. (2022). Objective Exploration of the Effects of Architectural Components on Users' Spatial Evaluation: A Neuroimaging Approach. *Iconarp International J. of Architecture and Planning*, 10, 428–443. <https://doi.org/10.15320/ICONARP.2022.209>
- Kim, S., Park, H., & Choo, S. (2021). Effects of Changes to Architectural Elements on Human Relaxation-Arousal Responses: Based on VR and EEG. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4305. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084305>
- King, P. S. (2020). Emotional Responses. In *Encyclopedia of Behavioral Medicine* (pp. 752–753). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39903-0_952
- Kleinginna, P. R., & Kleinginna, A. M. (1981). A categorized list of motivation definitions, with a suggestion for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5(3), 263–291. <https://doi.org/10.1007/BF00993889>
- Kotradyyova, V., Vavrinsky, E., Kalinakova, B., Petro, D., Jansakova, K., Boles, M., & Svobodova, H. (2019). Wood and Its Impact on Humans and Environment Quality in Health Care Facilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/org/10.1080/09515080903153600>
- Davidson, R. J., Ekman, P., Saron, C. D., Senulis, J. A., & Friesen, W. V. (1990). Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: Emotional expression and brain physiology. I. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(2), 330–341.
- Davis, P. J., Zhang, S. P., Winkworth, A., & Bandler, R. (1996). Neural control of vocalization: Respiratory and emotional influences. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 10(1), 23–38. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(96\)80016-6](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(96)80016-6)
- de Paiva, A. (2018). Neuroscience for Architecture: How Building Design Can Influence Behaviors and Performance. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 12. <https://doi.org/10.17265/1934-7359/2018.02.007>
- Diener, E. (2005). Handbook of Multimethod Measurement in Psychology (1st ed.). *American Psychological Association (APA)*. <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=8c140d33dc2fc146e590ce5d49ecb35f>
- Dixon, T. (2006). From Passions to Emotions: The Creation of a Secular Psychological Category. *Cambridge University Press*.
- Du, X., Zhao, S., Zhang, D., & Yu, Y. (2023). Comparative analysis of light environment perception, eye movement and physiology in university professional classroom based on virtual reality experiment. *Indoor and Built Environment*, 32(6), 1152–1169. <https://doi.org/10.1177/1420326X231153922>
- Eberhard, J. P. (Ed.). (2008). *Brain Landscape: The Coexistence of Neuroscience and Architecture* (1st edition). Oxford University Press.
- Edelman, G. M. (2005). *Wider Than the Sky: The Phenomenal Gift of Consciousness* (Nota Bene ed. edition). Yale University Press.
- Edelstein, E. A., & Macagno, E. (2012). Form Follows Function: Bridging Neuroscience and Architecture (S. Th. Rassia & P. M. Pardalos, Eds.; Vol. 56, pp. 27–41). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0745-5_3
- Ekman, P. (1992a). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3–4), 169–200. <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
- Ekman, P. (1992b). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3–4), 169–200. <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
- Ekman, P. (1992c). Facial Expressions of Emotion: New Findings, New Questions—Paul Ekman, 1992. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.1467-9280.1992.tb00253.x>
- Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science (New York, N.Y.)*, 221(4616), 1208–1210. <https://doi.org/10.1126/science.6612338>
- Elsadek, M., Sun, M., & Fujii, E. (2016). Psycho-physiological responses to plant variegation as measured through eye movement, self-reported emotion and cerebral activity. *Indoor and Built Environment*, 26. <https://doi.org/10.1177/1420326X16638711>

- Oh, J., & Park, H. (2022). Effects of Changes in Environmental Color Chroma on Heart Rate Variability and Stress by Gender. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5711. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095711>
- Paiva, A. de, & Jedon, R. (2019). Short- and long-term effects of architecture on the brain: Toward theoretical formalization. *Frontiers of Architectural Research*, 8(4), 564.
- Phaf, R. H., Mohr, S. E., Rotteveel, M., & Wicherts, J. M. (2014). Approach, avoidance, and affect: A meta-analysis of approach-avoidance tendencies in manual reaction time tasks. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00378>
- Posner, J., Russell, J. A., & Peterson, B. S. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and Psychopathology*, 17(03). <https://doi.org/10.1017/S0954579405050340>
- Proshansky, H. M. (1970). *Environmental psychology: Man and his physical setting* (First Edition). Holt, Rinehart and Winston.
- Robinson, S. (2015). John Dewey and the dialogue between architecture and neuroscience. *Architectural Research Quarterly*, 19, 361–367. <https://doi.org/10.1017/S1359135515000627>
- Robinson, S., & Pallasmaa, J. (Eds.). (2017). *Mind in Architecture: Neuroscience, Embodiment, and the Future of Design* (Reprint edition). The MIT Press.
- Scherer, K. R. (1984). Emotion as a multicomponent process: A model and some cross-cultural data. *Review of Personality & Social Psychology*.
- Scherer, K. R. (2003). Vocal communication of emotion: A review of research paradigms. *Speech Communication*, 40(1), 227–256. [https://doi.org/10.1016/S0167-6393\(02\)00084-5](https://doi.org/10.1016/S0167-6393(02)00084-5)
- Schubert, E. (2016). Enjoyment of Negative Emotions in Music: An Associative Network Explanation. *Psychology of Music*. <https://doi.org/10.1177/0305735696241003>
- Shemesh, A., Leisman, G., Bar, M., & Grobman, J. (2021). A neurocognitive study of the emotional impact of geometrical criteria of architectural space. *Architectural Science Review*. <https://doi.org/10.1080/00038628.2021.1940827>
- Shemesh, A., Leisman, G., Bar, M., & Grobman, Y. J. (2022). The emotional influence of different geometries in virtual spaces: A neurocognitive examination. *Journal of Environmental Psychology*, 81, 101802. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101802>
- Shemesh, A., Talmon, R., Karp, O., Amir, I., Bar, M., & Grobman, J. (2016). Affective response to architecture – investigating human reaction to spaces with different geometry. *Architectural Science Review*, 60. <https://doi.org/10.1080/00038628.2016.1266597>
- Shin, Y.-B., Woo, S.-H., Kim, D.-H., Kim, J., Kim, J.-J., & Park, J. Y. (2015). The effect on emotions and brain activity by the direct/indirect lighting in the residential environment. *Neuroscience Letters*, 584, 28–32. <https://doi.org/10.1016/j.ijerph16183496>
- Kuliga, S., Thrash, T., Dalton, R. C., & Hoelscher, C. (2015). Virtual reality as an empirical research tool—Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 363–375. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.09.006>
- Küller, R., Mikellides, B., & Janssens, J. (2009). Color, arousal, and performance—A comparison of three experiments. Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de La Couleur, 34(2), 141–152.
- Lang, J. (1987). *Creating Architectural Theory: The Role of the Behavioral Sciences in Environmental Design*. Van Nostrand Reinhold.
- Lang, P. (1980). Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications. *Technology in Mental Health Care Delivery Systems*, 119–137.
- Lewis, M., Haviland-Jones, J. M., & Barrett, L. F. (2008). *Handbook of Emotions*, Third Edition. Guilford Press.
- Lynch, K. (1960). *The Image of the City* (Illustrated edition). The MIT Press.
- Maghool, A. H., Homolja, M., & Schnabel, M. A. (2020). The Impact of Moving through the Built Environment on Emotional and Neurophysiological State—A Systematic Literature Review. <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2020.1.641>
- Mauss, I. B., & Robinson, M. D. (2009). Measures of emotion: A review. *Cognition & Emotion*, 23(2), 209–237. <https://doi.org/10.1080/02699930802204677>
- Medhat Assem, H., Mohamed Khodeir, L., & Fathy, F. (2023). Designing for human wellbeing: The integration of neuroarchitecture in design – A systematic review. *Ain Shams Engineering Journal*, 102102. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102102>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*, E77-D, no. 12, 1321–1329.
- Mostafavi, A. (2021). Architecture, Biometrics, and Virtual Environments Triangulation: A Research Review. *Architectural Science Review*. <https://doi.org/10.1080/00038628.2021.2008300>
- Myung, J., & Jun, H. (2020). Emotional responses to virtual reality-based 3D spaces: Focusing on ECG Response to single-person housing according to different plan configurations. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 19(5), 445–457. <https://doi.org/10.1080/13467581.2020.1758111>
- Naghibi Rad, P., Shahrroudi, A. A., Shabani, H., Ajami, S., & Lashgari, R. (2019). Encoding Pleasant and Unpleasant Expression of the Architectural Window Shapes: An ERP Study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 13, 186. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00186>

- Yari Kia, A., Dinarvand, A., & Vasigh, B. (2022). An Assessment of the Emotional Aspects of Colours in Hospital Patient Room Interiors based on Characteristics of Individuals Using Virtual Reality Technologies. *Soffeh*, 32(1), 57–70. <https://doi.org/10.52547/sofeh.32.1.57>
- Yeom, S., Kim, H., & Hong, T. (2021). Psychological and physiological effects of a green wall on occupants: *A cross-over study in virtual reality*. *Building and Environment*, 204, 108134. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108134>
- Yildirim, K., Cagatay, K., & Ayalp, N. (2015). Effect of wall colour on the perception of classrooms. *Indoor and Built Environment*, 24(5), 607–616. <https://doi.org/10.1177/1420326X14526214>
- Yoon, S.-Y., & Wise, K. (2014). Reading Emotion of Color Environments: Computer Simulations with Self-Reports and Physiological Signals. In J. Watada, H. Shiizuka, K.-P. Lee, T. Otani, & C.-P. Lim (Eds.), *Industrial Applications of Affective Engineering* (pp. 219–232). *Springer International Publishing*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04798-0_17
- Zamani, M., Kheirollahi, M., Asghari Ebrahim Abad, M. J., Rezaee, H., & Vafae, F. (2022). Investigating the Effects of Architectural Space on Cognition and Brain Activities: A Systematic Review. *The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam*, 10(3), 68–97. <https://doi.org/10.52547/shefa.10.3.68>
- Zamani, M., Kheirollahi, M., Asghari Ebrahim Abad, M. J., Rezaee, H., & Vafae, F. (2023). A review of the Effects of the Physical Components of the Interior Space of Architecture on Emotions with an Emphasis on Neuroarchitecture. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, 20(118), 85–112. <https://doi.org/10.22034/bagh.2022.320127.5071>
- Zhang, X., Lian, Z., & Wu, Y. (2017). Human physiological responses to wooden indoor environment. *Physiology & Behavior*, 174, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.02.043>
- [neulet.2014.09.046](https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.09.046)
- Smith, C. A., & Ellsworth, P. C. (1985). Patterns of cognitive appraisal in emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(4), 813–838. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.48.4.813>
- Smith, C., & Lazarus, R. (1990). Emotion and Adaptation. In *Contemporary Sociology* (Vol. 21, pp. 609–637). <https://doi.org/10.2307/2075902>
- Smith, T. W. (2016). *The Book of Human Emotions: From Ambigophobia to Umpty -- 154 Words from Around the World for How We Feel* (First Edition). Little, Brown Spark.
- Taylor, S. E. (1991). Asymmetrical effects of positive and negative events: The mobilization-minimization hypothesis. *Psychological Bulletin*, 110(1), 67–85. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.110.1.67>
- Tuszyńska-Bogucka, W., Kwiatkowski, B., Borys, M., Dzieńkowski, M., Kocki, W., Pełka, J., Przesmycka, N., Bogucki, J., & Galkowski, D. (2019). The effects of interior design on wellness – Eye tracking analysis in determining emotional experience of architectural space. A survey on a group of volunteers from the Lublin Region, *Eastern Poland. Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 27. <https://doi.org/10.26444/aaem/106233>
- Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Gonzalez-Mora, J. L., Leder, H., Modroño, C., Nadal, M., Rostrup, N., & Skov, M. (2015). Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions. *Journal of Environmental Psychology*, 41, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.11.006>
- Vecchiato, G., Tieri, G., Jelic, A., De Matteis, F., Maglione, A. G., & Babiloni, F. (2015). Electroencephalographic Correlates of Sensorimotor Integration and Embodiment during the Appreciation of Virtual Architectural Environments. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.01944>