

عناصر داخلی فضای معماری مؤثر بر هیجان کاربر مبتنی بر داده‌های فیزیولوژیکی و فیزیولوژیکی عصبی: مرور سیستماتیک^۱

چکیده: فضای معماری دارای تأثیرات شناختی بر مغز می‌باشد؛ طوری که 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 ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ پرداخته است. طیف وسیعی از پایگاه‌های داده الکترونیکی معتبر با استفاده از روش پریسما جست‌وجو شد. تعداد ۱۰۰۸ مقاله، کتاب و پایان‌نامه حاصل جست‌وجوی ترکیبی یافت شد. از این تعداد، ۳۰ 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، ۱۴ 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

^۱. مقاله حاضر، مستخرج از رساله دکتری معماری اسلامی نگارنده اول با عنوان «تبیین عناصر داخلی معماری مؤثر بر هیجان کاربر و سنجش تأثیر رنگ در فضای آموزشی با بهره‌گیری از علوم اعصاب شناختی» می‌باشد که با راهنمایی و مشاوره نویسندگان همکار در دانشگاه هنر اسلامی تبریز ارائه شده است.

This article is an extractedt 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.

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 این که 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

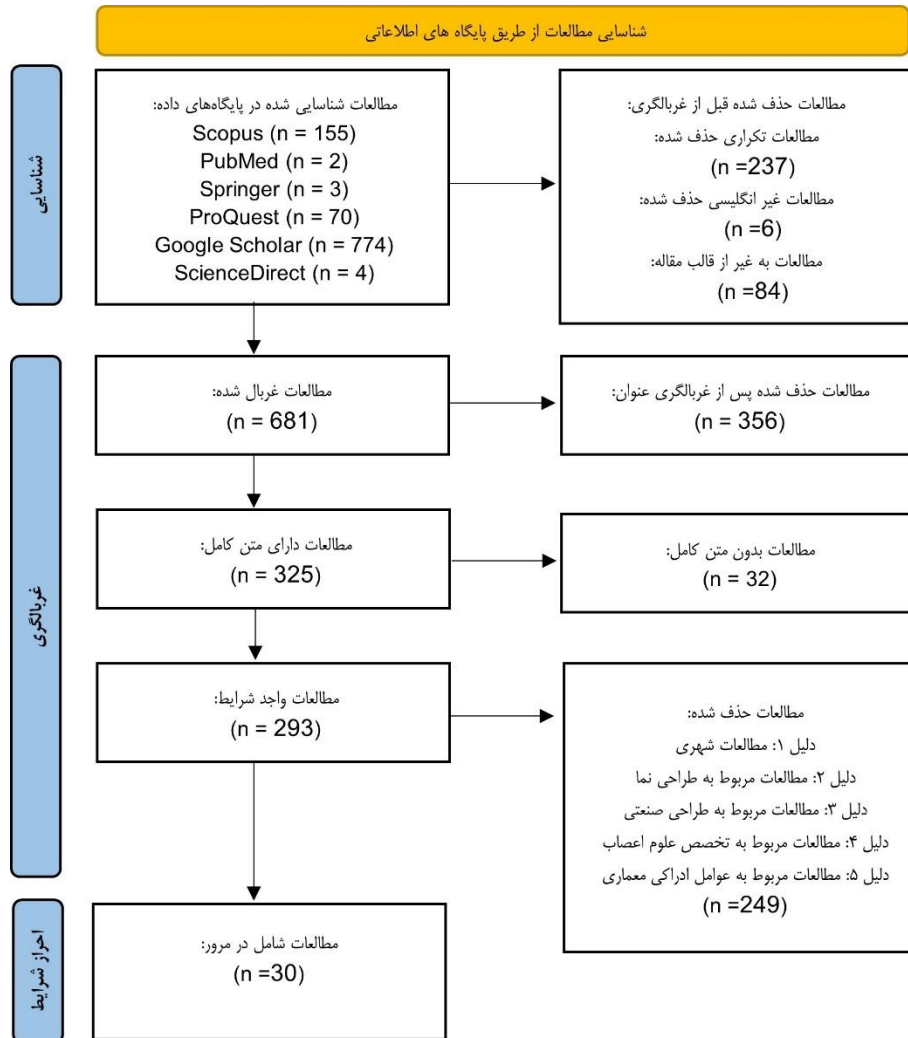
پژوهش حاضر در جهت رویکرد معماری عصب‌محور، اهمیت بررسی آن در حوزه معماری، بیان نقاط کم‌تر پرداخت شده و پتانسیل‌های آن برای استفاده در پژوهش‌های آتی انجام می‌شود. در این راستا، پرسش‌های پژوهش به این شکل بیان می‌شوند: «کدام عناصر داخلی فضای معماری، می‌توانند بر هیجان کاربر تأثیرگذار باشند؟»، و پرسش فرعی «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 استانداردهای انجام و گزارش مطالعات سیستماتیک و متاآنالیز پریسماتبعیت 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 رشته‌ای، این مرور بر مقالاتی متمرکز است که در ده سال گذشته (۲۰۱۳-۲۰۲۳) به زبان انگلیسی و در نشریات با داوری 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 داوری 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 جست‌وجو استفاده شده است. در جست‌وجوهای بین گروه‌ها، تابع «و» برای محدود کردن نتایج جست‌وجو استفاده شده است. عبارت‌های جست‌وجو 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 جست‌وجوی پیشرفته با قابلیت تعیین کلیدواژه، تعیین معیار برای انجام جست‌وجوی 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 جست‌وجو از مرور حذف شدند. ۶ پایگاه داده باقیمانده، در مجموع دارای ۱۰۰۸ مطالعه دارای شرایط جست‌وجو هستند.

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.



تصویر ۱. فرآیند مطالعه مرور سیستماتیک

پیشینه پژوهش

۱. پیشینه نظری

۱.۱. نظریه های زمینه ای در شکل گیری مطالعات معماری و علوم اعصاب:

نظریه های محیط مصنوع که به ارتباط بین معماری و علوم اعصاب منجر شدند، ابتدا در اواخر ۱۹۶۰ پدیدار شدند (Karakas & Yildiz, 2020, p. 3). این نظریه ها 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، 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 (Gieseeking, 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.

۲.۱. معماری عصب‌محور:

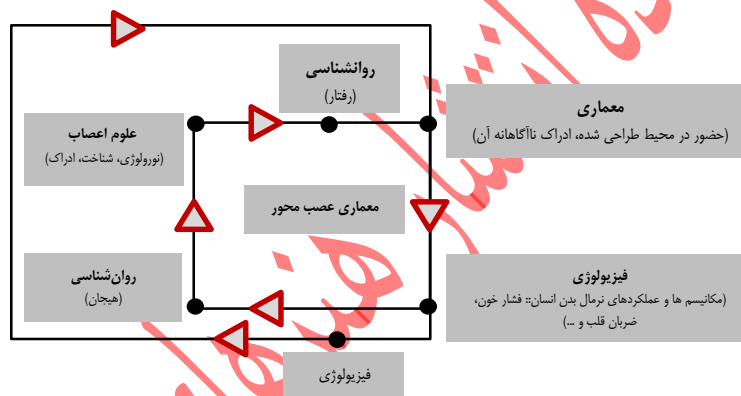
در یک نگاه کلی، از دیدگاه مایکل آریب،^۲ می‌توان تأثیرگذاری علوم اعصاب بر معماری را در سه دسته تقسیم کرد. علم اعصاب مربوط به فرآیند طراحی به این پرسش بنیادی می‌پردازد که «از آن‌چه در جریان طراحی یک بنا در مغز معمار می‌گذرد، چه می‌توان فهمید؟». علم اعصاب مربوط به تجربه معماری به این می‌پردازد که «نه در وجود معمار، بلکه در وجود شخصی که یک بنا را تجربه می‌کند چه می‌گذرد؟» و این که معماری عصب-ریخت‌در 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 آن‌چه اشاره شد (جدول ۱)، مرور حاضر، پژوهش‌های حوزه علوم اعصاب مربوط به تجربه معماری را شامل می‌شود.

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

تأثیرگذاری علوم اعصاب بر معماری	تشریح
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 آن‌چه در جریان طراحی یک بنا در مغز معمار می‌گذرد، چه می‌توان فهمید؟»

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 که بر هیجان انسان تأثیر می‌گذارد 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.



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

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

۲. 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 هیجانات 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

۱. 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 غیرچوبی بوده که با آزمایش‌های پارامترهای فیزیولوژیکی از جمله فشار خون، اندازه‌گیری‌های الکتروکاردیوگرام، فعالیت الکترودرمال، اشباع اکسی‌هموگلوبین، دمای پوست و دید نزدیک ارزیابی شد (Zhang et al., 2017). **شکل پنجره:** نقیبی‌راد 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:** آلگرووش و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با تأیید این‌که ویژگی‌های شنیداری علاوه بر ویژگی‌های بصری در شکل‌گیری ادراک فضا نقش بسزایی دارند؛ به بررسی چگونگی تأثیرگذاری صدا بر واکنش‌های هیجانی می‌پردازند (Algargoosh et al., 2022). **بافت:** خالقی‌مقدم (۲۰۲۲) در پژوهشی که در زمینه ارزیابی معماری انجام شده است نشان می‌دهد که شواهد کافی در مورد درک عینی چگونگی تأثیر روان‌شناختی اجزای معماری بر کاربران وجود ندارد. این مطالعه از پیشرفت‌های علوم اعصاب استفاده می‌کند و هدف آن بررسی عینی فرآیند عصبی ارزیابی فضایی برای ایجاد محیطی خوشایند برای کاربران است. تحقیقات از روش‌های کمی و تجربی مانند پیمایش و تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی استفاده کرده است. **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, 2022).

(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

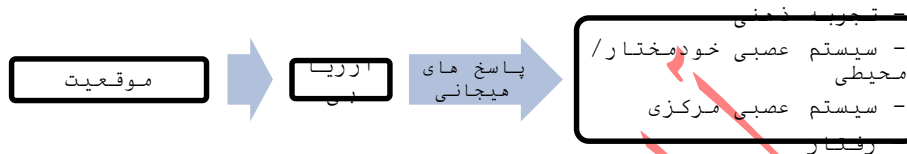
ردیف	عنوان پژوهش	پژوهشگر و سال	متغیر معماری	متغیر هیجان
۱	قدم زدن در فضاهای معماری: تأثیر فرم‌های داخلی بر پویایی مغز انسان	(Banaei et al., 2017)	فرم	دینامیک مغز (هیجان)
۲	همبستگی های الکتروانسفالوگرافی ادغام حسی حرکتی و تجسم طی ادراک محیط های معماری مجازی	(Vecchiato et al., 2015)	میلان	هیجان
۳	رنگ، 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، شاخص های 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	بهزیستی (تجربه هیجانی فضا)
۱۱	خوانش هیجان محیط‌های رنگی: شبیه سازی های کامپیوتری با خودگزارشی و سیگنال های 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 مقایسه ای 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 قضاوت های زیبایی و تصمیم گیری های تقرب-اجتناب	(Vartanian et al., 2015)	ارتفاع سقف	قضاوت زیبایی-شناختی 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)
۲۱	پاسخ‌های فیزیولوژیکی انسان به محیط داخلی چوبی	(Zhang et al., 2017)	مصالح	پاسخ‌های فیزیولوژیکی (هیجان)
۲۲	چوب و تأثیر آن بر کیفیت انسان و محیط در مراکز بهداشتی درمانی	(Kotradyyova et al., 2019)	مصالح	هیجان (بهبودی و کیفیت محیطی)
۲۳	رمزگذاری بیان خوشایندی و ناخوشایندی اشکال پنجره معماری: یک مطالعه ای. آر. پی	(Naghibi 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	پاسخ‌های روانی-فیزیولوژیکی به تنوع گیاهی که از طریق حرکت چشم، هیجان خود گزارش شده و فعالیت مغزی اندازه‌گیری می‌شود.	(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	پاسخ‌های احساسی به فضاهای سه بعدی مبتنی بر واقعیت مجازی: تمرکز بر پاسخ ای. ای. جی به مسکن تک نفره با توجه به پیکربندی‌های مختلف طرح	(Myung & Jun, 2020)	پیکربندی پلان	پاسخ هیجانی

۲. روش‌های سنجش هیجان

هیجان‌ها به عنوان تمایلات پاسخ چند جزئی تعریف می‌شوند که در یک بازه زمانی نسبتاً کوتاه آشکار می‌شوند. هیجان‌ها نسبت به یک محرک یا رویداد رخ می‌دهند. یک پاسخ هیجانی شامل یک فرآیند ارزیابی^۸ است که طی آن افراد اهمیت شخصی به محرک یا رویداد را تعیین می‌کنند. پاسخ هیجانی هم‌چنین شامل تجربه^۹ هیجان، پاسخ شناختی،^{۱۰} و پاسخ فیزیولوژیکی^{۱۱} است. اعتقاد بر این است که هیجان‌ها برای ترویج رفتارهای لازم برای بقا و رشد تکامل یافته‌اند.

پژوهشگران اغلب هیجان‌ها را در دو بعد متفاوت تصور می‌کنند: ۱: ظرفیت (از منفی به مثبت) و ۲: فعال‌سازی (از برانگیخته به غیر تحریک شده). در مقابل، نظریه‌پردازان هیجان‌های گسسته، هر هیجان را به عنوان یک موجود مجزا در نظر می‌گیرند (Küng, ۲۰۲۰, p. ۷۵۲). سنجش حالت هیجانی یک فرد یکی از مسائل علوم عاطفی است. برای سازماندهی شناخت روش‌های سنجش، می‌توان مدلی چون مدل زیر (تصویر ۳) را تصویر کرد:



تصویر ۳. مدل پاسخ‌های هیجانی. مأخذ: (Mauss & Robinson, ۲۰۰۹, p. ۲۱۱)

در این مدل، هر پاسخ هیجانی با ارزیابی شخصی یک رویداد آغاز می‌شود (Smith & Lazarus, ۱۹۹۰, pp. 609-637) (Scherer, 1984, pp. 37-63). C. A. Smith & Ellsworth, (1985, pp. 813-838)؛ که منجر به یک پاسخ هیجانی شامل تجربه ذهنی، فیزیولوژی و رفتار می‌شود (Frijda, 1988, pp. 349-358) ((Gross & Thompson, 2007, pp. 20-43)) (Diener, 2005, pp. 337-351).

۱.۲. پاسخ ذهنی

رویکرد خود گزارشی شامل مطالعاتی است که از پارادایمی استفاده می‌کنند که یک نمونه غیربالینی از افراد هیجان‌ها را از طریق روش‌هایی مانند نمره‌گذاری لیکرت، تکالیف بازشناسی، لیست صفات، یادداشت روزانه و پاسخ‌های غیرکلامی مثل ارزیابی شباهت بین دو مثال، ارزشیابی می‌کنند (Schubert, 2016, pp. 18-28). رویکرد خودگزارشی به واقع تنها راهی است که افراد خودشان می‌توانند به طور فعال، تجارب ذهنی و شخصی‌شان را توصیف کنند.

۲.۲. 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 هیجان‌های 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 تنظیم‌کننده اندام‌های 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}

جدول ۳: پاسخ های فیزیولوژیک هیجان

ردیف	تعریف
۱	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 می شود که با قرار دادن الکترودها روی پوست سر قابل اندازه گیری است. ^{۱۳}
۲	فعال شدن سیستم عصبی سمپاتیک به دلیل هیجان های منفی یا محرک های مختلف استرس منجر به آزاد شدن موادی به نام انتقال دهنده های عصبی می شود که به ماهیچه های قلب متصل می شوند و باعث افزایش ضربان قلب می شوند، در حالی که فعال شدن سیستم عصبی پاراسمپاتیک، به دلیل آرامش یا هیجان های مثبت منجر به کاهش ضربان قلب و نیروی انقباضات قلب می شود (Can et al., 2023, p. 1291).
۳	لایه بیرونی پوست قادر به رسانش الکتریسیته است اما سطح خاصی از مقاومت را ارائه می دهد. لایه میانی، درم پوست، رگ های خونی و غدد عرق را تشکیل می دهد. غدد عرق، که عمدتاً توسط سیستم عصبی سمپاتیک عصب دهی می شوند، رطوبت تولید می کنند تا در طی واکنش جنگ-گریز، درک را تسهیل کنند (Can et al., 2023, p. 1291).
۴	فعالیت سیستم عصبی خودمختار، ناشی از هیجان، می تواند منجر به تغییراتی در فعالیت عضلانی شود، چه ارادی و چه غیر ارادی. حرکات غیر ارادی ماهیچه ها شامل کشش شانه ها 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	اندام های تنفسی، عمدتاً ریه ها، به طور دوگانه عصب بندی می شوند. آریتمی سینوسی تنفسی، ^{۱۵} پدیده ای 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 می شود (Berntson et al., 1993). هیجان های منفی مانند خشم، باعث افزایش سرعت تنفس نسبت به هیجان مثبت می شود (Taylor, 1991).

۳.۲. پاسخ رفتاری

معمولاً تمایلات یا عبارات کنشی ناشی از تغییرات اساسی در وضعیت فیزیولوژیکی به عنوان پاسخ های رفتاری دسته بندی می شود. تغییرات رفتاری ناشی از هیجان شامل تغییر در حالات چهره، راه رفتن، ویژگی های گفتار، وضعیت بدن، ژست ها 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 می گذارد. تغییر در فشار هوا بر باز و بسته شدن تارهای صوتی تأثیر می گذارد و در نتیجه منجر به تغییرات در شدت صدا می شود (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 می کنند، در حالی که هیجان های مثبت، مانند شادی، واحدهای عمل گونه را فعال می کنند. جدول ۴، خلاصه ای از انواع پاسخ های هیجانی را نشان می دهد.

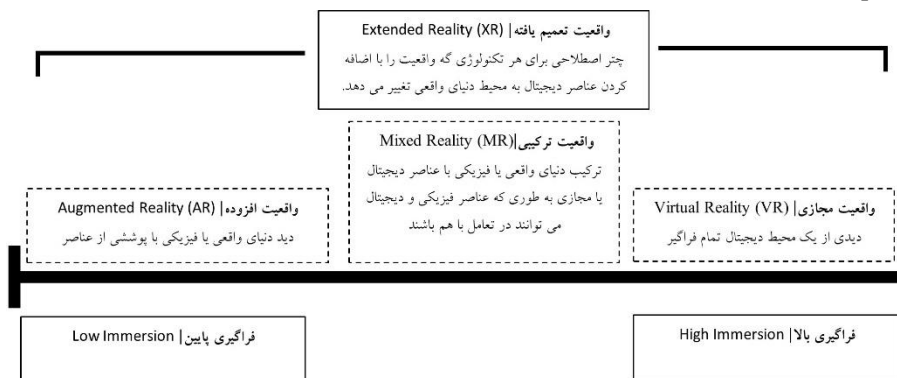
جدول ۴. پاسخ های هیجانی و شیوه های اندازه گیری آن

پاسخ	اندازه گیری
تجربه ذهنی	خود گزارشی
فیزیولوژیکی	سیستم عصبی مرکزی (CNS)
	نوار مغزی (EEG)
	افام آرای (fMRI)
	برش نگاری گسیل پوزیترون مغز (PET)
سیستم عصبی محیطی (PNS)	پاسخ های قلبی
	نوار قلبی (ECG)
	فوتوپلتیسموگرافی (PPG)
	پاسخ های پوستی
	فعالیت الکترودرمال (EDA)
	دمای پوست
رفتاری	پاسخ های ماهیچه ای
	نوار عصب و عضله (EMG)
	پاسخ های تنفسی
	ویژگی های آوایی
	رفتار چهره ای
	رفتار کل بدن

۳. محیط های مطالعه هیجان:

واقعیت مجازی امکان مشاهدات بسیار دقیق، اندازه گیری دقیق رفتار و دستکاری های سیستماتیک محیطی را تحت شرایط آزمایشگاهی کنترل شده فراهم می کند. 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 می تواند بر بهزیستی کاربران تأثیر بگذارد، وجود داشته است (Chiamulera et al., 2017). حوزه میان رشته ای نوظهور «معماری عصب محور» پارادایم های مفهومی و چارچوب های تجربی را بر اساس تعامل بین مغز و فضاهای ساخته شده توسعه داد. در سال های اخیر، «واقعیت های» 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).



تصویر ۴. واقعیت تعمیم یافته و شاخه‌های آن (برگرفته از وب سایت بنیاد طراحی تعاملی. مأخذ:

(January ۲۰۲۱ Interaction Design Foundation - IxDF.)

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 دو زیرمجموعه 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 عمدتاً مجازی قرار می‌گیرند (Milgram & Kishino, 1994, pp. 4-5).



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

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:

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

پژوهشگر / سال	ابزار اندازه‌گیری عینی	ابزار اندازه‌گیری ذهنی	نوع محیط (فیزیکی / مجازی)	جمعیت
(Banaei et al., 2017)	- داده‌های نوار مغزی	خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک ^{۱۷}	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	۱۷ نفر
(Vecchia to et al., 2015)	- داده‌های نوار قلبی تکنولوژی واقعیت مجازی	- خودگزارشی (با استفاده از مقیاس رتبه بندی از ۱ تا ۹)	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	۱۲ نفر (۵ زن، ۷ مرد)
(Küller et al., 2009)	- سیگنال نوار مغزی (با فیلترهای موج دلتا، تتا، آلفا و بتا) امواج EKG ^{۱۹} با الکترودهای نقره جهت تخمین ضربان قلب	خودگزارشی بر اساس پرسشنامه شاخص پریشانی هیجانی ^{۱۸}	فضای فیزیکی شبیه‌سازی شده (آزمایشگاهی)	۲۵ دانشجوی (۸ مرد، ۱۷ زن)

(Yari Kia et al., 2022)	تکنولوژی واقعیت مجازی	- خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک - پرسشنامه شخصیتی ^{۲۰}	فضای فیزیکی شبیه‌سازی شده (آزمایشگاهی)	۳۷ نفر (۱۹ زن، ۱۸ مرد)
(AL-Ayash et al., 2015)	پالس اکسی‌متر نوک انگشت (ثبت داده‌های فیزیولوژیکی)	پرسش‌نامه درک مطلب ^{۲۱}	محیط مجازی Cave	۲۴ دانشجو (۱۱ مرد و ۱۳ زن)
(Bower et al., 2022a)	- داده‌های نوارمغزی داده‌های فیزیولوژیکی (ECG و الکترودهای صفحه انگشتی (SCR)	خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک	محیط مجازی Cave	۱۸ دانشجو (۸ زن، ۱۰ مرد)
(Cha et al., 2020)	واقعیت مجازی (هدست واقعیت مجازی، سنسور ردیاب موقعیت، کنسول حرکت در فضا)	پرسشنامه هیجانی مرتبط با رنگ (۷ جفت صفت دوقطبی)	محیط‌های مجازی فراگیر	۵۵ دانشجو (۷ زن و ۴۸ مرد)
(Oh & Park, 2022)	اندازه‌گیری تغییرات ضربان قلب	پرسشنامه هیجانی مرتبط با رنگ (۷ جفت صفت دوقطبی) / مقیاس ۵ تایی لیکرت	آزمایشگاهی	۲۴ نفر (۹ مرد و ۱۵ زن)
(Tuszyńska-Bogucka et al., 2019)	ردیاب چشمی	خود توصیفی واکنش هیجانی ^{۲۲}	آزمایشگاهی (مدلسازی سه بعدی)	۱۰۳ نفر (۱۰۳ زن، ۹۹ مرد)
(Yoon & Wise, 2014)	هدایت الکتریکی پوست برای سنجش برانگیختگی نوار عصب صورت: برای سنجش ظرفیت	خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک	آزمایشگاهی (شبیه‌سازی)	۳۴ نفر
(Bower et al., 2023)	- داده‌های نوارمغزی	خودگزارشی (اشاره دقیق نشده است)	محیط مجازی Cave	۶۶ نفر، ۱۸ نفر
(Bower et al., 2022b)	- داده‌های نوارمغزی واقعیت مجازی داده‌های کیفیت محیط داخلی	خودگزارشی بر اساس آزمون تصاویر آدمک	محیط مجازی Cave	۶۶ بزرگسال (۳۱ زن)

(Du et al., 2023)	- داده های حاصل از قطر مردمک چشم، فرکانس حرکت جهشی چشم، هدایت الکتریکی پوست	پرسشنامه ارزیابی ذهنی (برگرفته از تحلیل معنایی به صورت شفاهی)	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	۳۰ نفر (۱۵ مرد، ۱۵ زن)
(Shin et al., 2015)	- داده های نوار مغزی	پرسشنامه خودگزارشی مقیاس آنالوگ بصری ^{۲۵} خودارزیابی آزمون تصاویر	محیط واقعی (آزمایشگاهی)	۲۸ نفر (۱۲ زن، ۱۶ مرد)، ۲۲،۵
(Vartanian et al., 2015)	افام آرای	-	۲۰۰ تصویر از فضاهای داخلی معماری	۱۸ فرد (۱۲ زن، ۶ مرد)
(Shemesh et al., 2016)	- داده های نوار مغزی تکنولوژی واقعیت مجازی	پرسشنامه	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	ذکر نشده است
(Shemesh et al., 2021)	- داده های نوار مغزی ردیاب چشمی پاسخ گالوانیک پوست ^{۲۷}	- پرسشنامه نمره دوست داشتن ^{۲۶} - سنجش خودگزارشی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	۱۱۲ نفر
(Shemesh et al., 2022)	- داده های نوار مغزی ردیاب چشمی پاسخ گالوانیک پوست	پرسشنامه خودگزارشی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	۱۱۲ نفر
(Kim et al., 2021)	- داده های نوار مغزی تکنولوژی واقعیت مجازی	پرسشنامه خودگزارشی	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی)	۳۵ نفر
(Zhang et al., 2017)	- فشار خون فعالیت الکتریکی پوست اشباع اکسی-هموگلوبین ضربان قلب و تغییرات ضربان قلب	-	محیط واقعی (آزمایشگاهی)	۲۰ نفر (۱۰ زن، ۱۰ مرد)
(Kotradova et al., 2019)	- داده های نوار مغزی ضربان قلب فشار خون نوار قلب	پرسشنامه	محیط واقعی (کنترل شده با اعمال تغییرات)	۵۰ نفر
(Naghbi Rad et al., 2019)	- داده های نوار مغزی به همراه محاسبه ^{۲۸} ERP	خودارزیابی آزمون تصاویر	آزمایشگاهی (شبیه سازی)	۱۱ نفر (۶ زن، ۵ مرد)

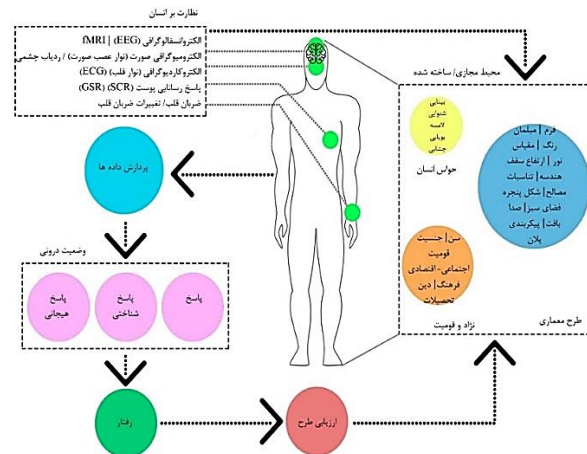
(Jeong & Park, 2021)	- داده‌های نوار مغزی	- روش افتراقی معنایی ^{۲۹} - نمایه حالات خلقی ^{۳۰}	آزمایشگاهی (شبیه‌سازی) ۶۰٪	۳۰ نفر (۱۱ مرد، ۱۹ زن)
(Elsadek et al., 2016)	- تکنولوژی ردیاب چشم تکنولوژی NIRS ^{۳۱}	روش افتراقی معنایی	آزمایشگاهی (شبیه‌سازی) ۶۰٪	۳۰ نفر (مرد)
(Jung et al., 2023)	- داده‌های نوار مغزی تکنولوژی واقعیت مجازی	- برنامه عاطفه مثبت و منفی - پرسشنامه اضطراب	آزمایشگاهی (شبیه‌سازی) ۶۰٪	۷۵ نفر (۳ گروه)
(Yeom et al., 2021)	- داده‌های نوار مغزی فعالیت الکتریکی پوست تغییرات ضربان قلب	- پرسشنامه حالت اضطراب ^{۳۴}	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی) ۶۰٪	۲۷ نفر
(Algargosh et al., 2022)	- فعالیت الکتریکی پوست تغییرات ضربان قلب	خودگزارشی (توصیفی کدگذاری شده)	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی) ۶۰٪	۲۰ نفر (۹ مرد، ۱۱ زن)
(Myung & Jun, 2020)	- داده‌های قلبی تکنولوژی واقعیت مجازی	پرسشنامه	آزمایشگاهی (واقعیت مجازی) ۶۰٪	۶۰ نفر (مرد و زن)

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 عصب-محور، 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.



تصویر ۶. ساختار انسان: هیجان: محیط. مأخذ: (Mostafavi, 2021, p. 12)

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

متغیر	نتایج
فرم (Bana et al., 2017)	قشر کمربندی قدامی ویژگی‌های معماری را فراتر از تأثیر هیجانی پردازش می‌کند. برداشت اولیه از محیط به شدت بر جنبه‌های عاطفی و ادراکی تأثیر می‌گذارد.
مبلمان (Vecchia et al., 2015)	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.
رنگ (Külle et al., 2009)	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.
رنگ (Yari Kia et al., 2022)	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.

رنگ	(AL-Ayash et al., 2015)	رنگ‌های کم‌رنگ آرامش‌بخش بودند، رنگ های 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.
رنگ	(Bower et al., 2022a)	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.
رنگ	(Cha et al., 2020)	طرح های 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.
رنگ	(Oh & Park, 2022)	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.
رنگ	(Tuszynska-Bogucka et al., 2019)	چیدمان های 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.
رنگ	(Yoon & Wise, 2014)	خودگزارشی ها و اقدامات فیزیولوژیکی، هیجان‌های مرتبط با رنگ را در محیط‌های شبیه‌سازی‌شده بررسی کردند. ترکیب رنگ های روشن تر منجر به برانگیختگی و ناخوشایندی بیشتر شد.
رنگ و مقیاس	(Bower et al., 2023)	مقیاس و رنگ بر اتصال مغز و در نتیجه بر فرآیندهای 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.
مقیاس	(Bower et al., 2022b)	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.
فر	(Du et al., 2023)	ادراک انسان و داده های فیزیولوژیکی در محیط های 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.
فر	(Shin et al., 2015)	سیگنال های 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.
ارتفاع سقف	(Vartanian et al., 2015)	ترجیح زیبایی‌شناختی 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 αMCC را فعال می‌کنند. اتاق‌های با سقف بلندتر زیباتر ارزیابی شدند. اتاق‌های باز به عنوان ساختارهای حرکتی بصری زیبا و فعال تلقی می‌شدند.

هندسه	Shemes h et al., 2016)	شرکت کنندگان ترجیحاتی برای فضاهای منحنی یا با زاویه تیز نشان دادند. متخصصان و غیرمتخصصان نسبت به فضاها واکنش‌ها و ترجیحات متفاوتی داشتند. هیچ ارتباطی بین قضاوت زیبایی و احساس امنیت در فضاها وجود ندارد.
هندسه	Shemes h et al., 2021)	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 انحناء، برآمدگی، مقیاس و نسبت اندازه‌گیری می‌شوند.
هندسه	(She mesh et al., 2022)	هندسه‌های مختلف فضای معماری واکنش‌های هیجانی و شناختی مختلفی ایجاد می‌کنند. شرکت کنندگان مدت بیشتری در فضاهای مجازی بزرگ ماندند.
تناسبات	(Kim et al., 2021)	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.
مصالح	(Zhang et al., 2017)	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 نشان‌دهنده کاهش تنش است.
مصالح	(Kotra dyova et al., 2019)	چوب تأثیر مثبتی بر بهزیستی بیماران در محیط‌های بیمارستانی دارد. چوب طبیعی به فیزیولوژی انسان کمک می‌کند و سطح استرس را کاهش می‌دهد.
شکل	(Naghib i Rad et al., 2019)	اشکال پنجره‌های معماری به طور قابل توجهی بر فعالیت قشر مغز و وضعیت هیجانی تأثیر می‌گذارد. هیجان‌های مثبت در نیمکره چپ جانبی و هیجان‌های منفی در نیمکره راست جانبی هستند.
فضای سبز	(Jeong & Park, 2021)	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.
فضای سبز	(Elsade k et al., 2016)	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.
فضای سبز	(Jung et al., 2023)	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.
فضای سبز	(Yeom et al., 2021)	دیوارهای سبز کوچک استرس را کاهش می‌دهند، دیوارهای سبز بزرگ استرس را افزایش می‌دهند. داده‌های روانشناختی و فیزیولوژیکی تفاوت معنی‌داری را در سطوح استرس نشان داد. سطوح تنش در شرایط دیوار سبز کوچک کمتر از دیوار غیر سبز بود.
صدا	(Algarg oosh et al., 2022)	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.

باقت (Khaleg himogh addam, 2022)	فضاهای خوشایند واکنش های هیجانی و ادراکی قوی تری 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.
پیکربندی (Myung & Jun, 2020)	پیکربندی پلان به طور قابل توجهی بر پاسخ های سیستم عصبی خودمختار انسان تأثیر می‌گذارد. پلان جی برای پیکربندی فضایی راحت موثر است. متغیرهای طرح بیشتر به صورت ترکیبی روی کاربران تأثیر می‌گذارند تا مستقل.

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 حالی که 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 این که تمامی مطالعات تأکید بر تأثیر فضای داخلی معماری بر هیجان داشته‌اند، اما هر مطالعه 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.

پی‌نوشت

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

⁶ . 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. 407–425).

⁷ . 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^۷ و برانگیختگی^۸ یا شدت هستند (Posner et al., 2005, pp. 715–734).

⁸ . Appraisal process

⁹ . Subjective experience

¹ . Cognitive Response

¹ . Physiological Response

^{۱۲} . این دو سیستم نقش اصلی را در تنظیم پاسخ های فیزیولوژیکی و رفتاری به هیجان بازی می کنند. سیستم عصبی خودمختار (ANS) بیشتر به دو شاخه تقسیم می شود: 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 می دهد 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 اندازه گیری می شود (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).

¹ . Respiratory sinus arrhythmia (RSA)

¹ . Photoplethysmography

^{۱۷} . آزمون خودارزیابی تصاویر آدمک (SAM) یک نمایش تصویری از ابعاد PAD است که لانگ آن را به مثابه جانشینی 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 ابزاری کوتاه برای سنجش عوامل و عمدتاً برای استفاده در پژوهش های اکتشافی تهیه شده است.

² . SAT Comprehension Test

² . Skin Conductance Response پوست الکتریکی

² . Self-descriptions of emotional reactions.

² . 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.

² . Liking Score (ls) questionnaire

² . GSR (Galvanic Skin Response)

² . 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 در ک 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.

³ . Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)

³ . State-Trait Anxiety Inventory state (STAI-s)

³ . State-Trait Anxiety Inventory (STAI)

^{۳۵} . anterior Mid Cingulate Cortex (aMCC) به معنای قشر میانی کمربندی قدامی می باشد.

-
- 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>
 - 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/10.1080/00038628.2020.1749980>
 - 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/10.1080/09515080903153600>
 - 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>
 - 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>
 - Kotradyova, 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/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., Shahroudi, 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>
 - 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.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 Ambiguphobia 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>
 - 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., & Vafaei, 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., & Vafaei, 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>

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

Abstract:

(Statement of the research problem) architectural space has cognitive effects on the brain; so, the physiological and cognitive effects of architecture on humans cannot be ignored. On the other hand, 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, which were not able to explain why and how space affects humans. With advances in neuroscience and cognitive science, researchers are able to understand the impact of the artificial environment on humans 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.

(Objective of the research) The aim of this systematic review study is to identify the interior architectural elements that affect the emotions of the space user.

(Research method) The current research has introduced and analyzed the available sources from 2013 to 2023 by using the qualitative approach and systematic review method. A wide range of electronic databases (Web of Science, Scopus, PubMed, Springer, Taylor & Francis, ProQuest, Google Scholar, Wiley, JSTOR, Mdpi, 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) The focus of the research is on experimental studies that show that the elements of the architectural space, which are generally visual stimuli, affect the brain and cause different emotions to be experienced. 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, physiological changes, and mental experiences. Each emotional response begins with a personal evaluation of an event, which leads to an emotional response including subjective experience, physiological, and behavioral response.

(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. The review of studies shows that the "color" factor had the highest frequency and can be the most effective factor on the emotions of the space user. 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.

آماده انتشار فرهنگ‌های زیبا