سنجش تأثیر کالبد فضای داخلی مسکونی در ایجاد احساسات هیجانی مبتنی بر علوم اعصاب با بهره‌گیری از EEG (مطالعه موردی: فضاهای آپارتمانی ۴۰ سال اخیر ایران)*

محبوبه زمانی**، مهران خیراللهی***، محمدجواد اصغری ابراهیم‌آباد****، حسن رضایی*****، فرزانه وفائی******

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۴/۷

چکیده

تحقیقات اخیر نشان داده‌اند، که محیط ساخته شده بر سلامت روان انسان تأثیرگذار است. این تحقیقات اغلب در زمینه‌های روانشناسی صورت گرفته است و کمتر در تخصص معماری به عنوان حلقه اصلی طراحی فضا مورد مطالعه قرار گرفته است. از آن‌جایی که انسان بیشتر وقت خود را در فضای داخلی و به خصوص فضای داخلی مسکونی می‌گذراند، تأثیر آن بر سلامت انسان قابل چشم‌پوشی نمی‌باشد. یکی از پارامترهای سلامت روان، هیجان است. مولفه‌های بسیاری در هیجانات انسان تأثیر گذار بوده که در میان آن‌ها فضای معماری بیشترین تأثیر را داشته است، از این‌رو تمرکز پژوهش نیز بر آن می‌باشد. هم‌چنین مولفه هیجان با پارادایم نوین معماری عصب‌محور قابل سنجش می‌باشد. جهت سنجش فضای داخلی، گونه آپارتمانی به دلیل فراگیری بیشتر در سطح شهر و بازه زمانی ۴۰ ساله (بعد از انقلاب اسلامی) مد نظر قرار گرفته است، و نمونه‌های منتخب از ۹۶ آپارتمانی که برنده جایزه معمار بوده‌اند (به دلیل دارا بودن کیفیت فضایی) انتخاب گشته‌اند. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها، در چهار دسته خوشه‌بندی گردیده و بر اساس آن‌ها مدل‌سازی صورت گرفته است. نمایش چهار فضای معماری به وسیله عینک VR انجام شده است. پژوهش حاضر به دنبال پاسخ‌گویی به چنین سوالات می‌باشد: کالبد فضای داخلی مسکونی چه تأثیری بر هیجانات و فعالیت‌های مغزی انسان دارد؟ و این هیجانات چگونه بروز می‌کنند؟. جهت پاسخ‌گویی به این سوالات از روش تحقیق همبستگی بهره گرفته شده است، و جهت ثبت متغیرهای وابسته از دستگاه EEG با ۱۹ کانال فعال و کلاهک الاستیک بهره گرفته شده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های EEG از EEGLAB toolbox استفاده شده است و جهت بررسی معناداری داده‌ها در میان هر گروه از روش آماری استنباطی آزمون Wilcoxon و بررسی داده‌های تمامی گروه‌ها از روش Kruskal-Wallis H استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش ۲۴ نفر با میانگین سنی ۲۸ سال، ۱۰ مرد و ۱۴ زن بوده است. نتایج نشان می‌دهد، Space1 بر ناحیه PFC مغز، که سهم مهمی در سازماندهی پاسخ‌های هیجانی دارد تأثیر گذاشته، و Space3 بر ناحیه ACC مغز که مرتبط با لذت و زیبایی‌شناسی است، اثر گذاشته است.

واژگان کلیدی

کالبد فضای داخلی، مسکونی، هیجان، معماری عصب‌محور، EEG

* این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری نگارنده اول با عنوان «تبیین نقش مولفه‌های کالبدی فضای داخلی مسکونی در شکل گیری احساسات هیجانی با بهره‌گیری از علوم اعصاب (نمونه موردی: معماری معاصر پس از انقلاب)» به راهنمایی نگارنده دوم و سوم و مشاوره نگارنده چهارم و پنجم در گروه معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد است.

** دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. m_zamani@mshdiau.ac.ir
*** استادیار، گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول) dr.mehrankheirollahi@gmail.com
**** دانشیار، گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. mjasghari@um.ac.ir
***** استادیار، گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. rezaei.h@srbiau.ac.ir
****** استادیار، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران. farzanehvafaee@yahoo.com

ISSN: 2322-5602
©: IAUH

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

مقدمه

معماری به عنوان محیط ساخته شده، بر هیجانات[۱]، ادراک[۲]، ترجیحات[۳]، رفتار[۴] و واکنش‌های مغزی[۵] فرد تأثیر به سزایی دارد (Pakzad and Bozorg, 2012; Radberg and Steffner, 2003; Sternberg and Wilson, 2006; Gifford, 2007). هم‌چنین روانشناسان شناختی و محیطی نیز بیان کرده‌اند که رفتار محیطی انسان[۶] و رابطه انسان با محیط[۷] تحت تأثیر فرآیندهای ذهنی است (Pakzad and Bozorg, 2012; Radberg and Steffner, 2003; Sternberg and Wilson, 2006; Gifford, 2007)، و به محیط ساخته شده در سطح شناختی[۸] (که به عنوان پردازش و ارزیابی اطلاعات درک شده درک می‌شود) و در سطح هیجانی[۹] (به عنوان واکنش های انطباقی به اطلاعات درک شده) واکنش نشان می‌دهد (Higuera-Trujillo, 2021, LeDoux, 2008). بنابراین محیط ساخته شده بر مغز و سیستم عصبی[۱۰] تأثیر گذاشته، هم‌چنین بر ماهیت چند حسی[۱۱] تجربه فضای معماری توسط کاربران دلالت دارد (Vartanian et al., 2013, 2015; Wiesmann and Ishai, 2011; Kirk et al., 2009; Banaei et al., 2019) که نشان دهنده پدیده‌های انگیزشی[۱۲] با ویژگی‌هایی از مولفه‌های عصبی-فیزیولوژیکی[۱۳]، بیانی[۱۴] و تجربی[۱۵] است (Dormann, 2003). چنین وضعیتی مطابق با تغییرات اجزای بدن انسان مانند ارزیابی‌های شناختی است که اشیا، رویدادها، تمایلات رفتاری و واکنش های فیزیولوژیکی را ارزیابی می‌کند (Scherer, 2001). از همین‌رو کیفیت فضای داخلی[۱۶] (IEQ) می‌تواند نقش اساسی در بهره‌وری، سلامت و رفاه انسان داشته باشد (Samet and Spengler, 2003).

به همین دلیل در سال‌های اخیر تحقیقات علمی در رابطه با رفاه فیزیکی و مفهوم یک محیط سالم ساخته شده رو به افزایش است (Bluyssen, 2010; Ellard, 2015; Ghaffarianhoseini et al, 2018; Sarkar and Webster, 2017). همچنین فعالیت مثبت مغز در فضای معماری باعث سلامت جسمی و روانی می‌گردد (Bonnes and Secchiaroli, 1995; Diener and Chan, 2011)، از همین روی بر سلامت روانی طولانی مدت کاربر تأثیرگذار خواهد بود (Schoenberg et al., 2018). هم‌چنین با توجه موضوع سلامت روان در سال‌های اخیر (AIWH, 2018) هیجان نیز به عنوان یکی از پارامترهای تأثیرگذار بر آن اهمیت پیدا نموده است. هیجان‌ها داده‌هایی درونی هستند که بر رفتار اثر می‌گذارند (Wells and Mathews, 1994; Williams et al., 1988) و نقش مهمی را در تجربه ذهنی محیط[۱۷] ایفا می‌کنند (Scherer, 2001)، به این معنا که، بدن انسان قادر است به محرکی پاسخ دهد قبل از این‌که بتواند ورودی را آگاهانه پردازش نماید (Öhman et al., 2002) و گاه بدون دخالت قشر بینایی این اتفاق می‌افتد (Liddell et al., 2005) و این پاسخ‌ها شامل طیفی از تأثیرات مثبت یا منفی است (Dormann, 2003). علاوه بر این هیجان می‌تواند با تأثیر بر واکنش التهابی سیستم ایمنی و تأثیر غیر مستقیم در رفتارهای مرتبط با سلامتی، بر سلامتی انسان تأثیر گذار باشد (Kiecolt-Glaser et al., 2002). از این‌رو جهت دست‌یابی به سلامت روان، پارامتر هیجان را به دلیل تأثیرگذاری زیاد و به صورت ناخودآگاه نمی‌توان نادیده گرفت. از آن‌جایی که میانگین زمان صرف شده در داخل محیط ساخته شده ۹۰ درصد طول عمر متوسط است (Evans and McCoy, 1998; Hillier and Hanson, 1989) اهمیت فضای داخلی بیشتر نمایان می‌شود و یک رابطه اساسی بین درون ما و محیط اطراف ایجاد می‌گردد که رفتار ما را توجیه می‌کند (Ellard, 2015; Proulx et al., 2016). از همین‌روی پژوهش حاضر نیز بر فضای داخلی تمرکز نموده است.

قابل ذکر اتی، که تجربه معماری چندحسی و همزمان بوده (Pallasmaa, 2014) و از طریق حساست عاطفی[۱۸] درک می‌شود (Zumthor, 2006). به همین دلیل نمی‌توان مولفه‌های کالبدی فضای داخلی معماری را از یکدیگر جدا نمود و ادراک کامل فضای معماری زمانی رخ می‌دهد که تمام مولفه‌های کالبدی آن از جمله، رنگ، مصالح، نور و فرم جداره‌ها مشخص باشد. بنابراین در پژوهش حاضر نمونه فضاهای مورد سنجش نزدیک به واقعیت معماری مدل گردیده‌اند و تمامی مولفه‌های کالبدی فضای داخلی در آن طراحی شده است، و فقط تزئینات و مبلمان از فضای آن حذف شده‌اند. از این‌روی پژوهش حاضر به دنبال پاسخ سوالات: کالبد فضای داخلی مسکونی چه تأثیری بر هیجانات و فعالیت‌های مغزی انسان دارد؟ و این هیجانات چگونه بروز می‌کنند؟ می‌باشد و جهت پاسخ‌گویی به این سوالات از روش تحقیق همبستگی استفاده شده است.

پیشینه پژوهش

در زمینه معماری عصب‌محور، تا کنون مطالعاتی انجام شده است. در رابطه با کاهش استرس مطالعاتی همچون، محیط طبیعی در برابر محیط ساخته شده (Martı´nez-Soto et al., 2013)، جهت‌گیری تخت‌خواب در اتاق خواب (Hekmatmanesh et al., 2019)، بیوفیلیک در فضای اداری (Yin et al., 2019)، تأثیر عناصر بینایی، شنوایی و بویایی در مرکز درمانی (Higuera-Trujillo et al., 2020) مورد بررسی قرار گرفته است. در رابطه با تجربه انسان در فضا نیز مطالعاتی مانند تأثیر ویژگی‌های جانمایی فضای اداری (Bacevice and Duco, 2020)،

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

هندسه فضای معماری (Shemesh et al., 2021)، توانمندی‌های معماری[19] (Djebbara et al., 2019)، مسجد (Vijayan and Embi, 2019)، ساختمان‌های محرک تفکر[20] (Bermudez et al., 2017)، مصالح (Zhang et al., 2017) صورت پذیرفته است. توجه و تاکید و بررسی انواع ساختمان (Hu and Roberts, 2020)، مسیریابی در فضا (Erkan, 2018)، قضاوت زیبایی‌شناسی (Murcia et al., 2019; Vecchiato et al., 2015; Vartanian et al., 2015,2013; Vannucci et al., 2014;)، نور (Shin et al., 2014)، رنگ (Küller et al., 2009)، تأثیر محیط ساخته شده بر حافظه انسان (Sternberg, 2010) و سبک‌های مختلف معماری (Choo et al., 2017)، طراحی نما و الگوی نور خورشید (Naghibi Rad et al., 2019; Chamilothori et al., 2019) نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

چندین مطالعه نیز، به بررسی رابطه بین فرم معماری و هیجانات (Bar and Neta, 2006; Madani Nejad, 2007; Shemesh et al., 2017; Banaei et al., 2017; Eun Cho and Kim, 2017; Radberg and Steffner, 2003; Cacioppo et al., 2001; Cohen and Areni, 1991; Stokolos and Altman, 1987) مروری بر انواع محرک های موثر در فضای معماری که احساسات کاربر را برمی‌انگیزد، ارائه می‌دهد. ویژگی‌های حسی به لذت حس دریافتی از ساختمان‌ها مربوط می‌شود که شامل برانگیختن ادراک کاربر، ناشی از رنگ‌ها، نور، بوها، صداها و بافت‌های محیط می‌شود (Eun Cho and Kim, 2017; Nasar, 1997; Sanoff, 1991; Lang, 1988). در این حالت، ویژگی‌های ریخت‌شناختی مانند حجم، تناسب، نظم، ارتفاع، هندسه، مقیاس و عرض به عنوان محرک، ترکیب بصری یک مکان را نشان می‌دهند و باعث برانگیختن احساسات می‌شوند. جهت جمع‌بندی، مطالعات پیشین در جدول ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱- پیشینه تحقیقات تأثیر محیط ساخته شده بر انسان بر مبنای علوم اعصاب

Architectural Context	Autor(s),Year	Architectural space	Title
Human experience	Bacevice and Duco (2020)	office	Use of biometric data and EEG to assess architectural quality of two office spaces: a pilot experiment
	Shemesh et al. (2020)	Interior design	A neurocognitive study of the emotional impact of geometrical criteria of architectural space
	Higuera-Trujillo et al. (2020)	health centre	Multisensory stress reduction: a neuroarchitecture study of paediatric waiting rooms
	Vijayan and Embi (2019)	Mosque	Probing phenomenological experiences through electroencephalography brainwave signals in neuroarchitecture study
	Ergan et al. (2018)	Interior design	Towards quantifying human experience in the built environment: a crowdsourcing based experiment to identify influential architectural design features
	Bermudez et al. (2017)	Building	Externally- induced meditative states: an exploratory fMRI study of architects' responses to contemplative architecture. Front
Attention and emphasis	Hu and Roberts (2020)	Residential building (Exterior environment)	Built Environment Evaluation in Virtual Reality Environments—A Cognitive Neuroscience Approach
	Banaei et al. (2017)	Residential building (Living room)	Walking through architectural spaces: the impact of interior forms on human brain dynamics. Front. Hum
Wayfinding	Erkan (2018)	Interior design	Examining wayfinding behaviours in architectural spaces using brain imaging with electroencephalography (EEG)
Aesthetics judgment	Murcia et al. (2019)	Residential building (Bedroom)	Neural representation of different 3D architectural images: an EEG study
	Vecchiato et al. (2015)	Residential building (Bedroom)	Neurophysiological correlates of embodiment and motivational factors during the perception of virtual architectural environments
	Vannucci et al. (2014)	Building Facade	the spatial frequencies influence the aesthetic judgment of buildings transculturally

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

Architectural Context	Autor(s),Year	Architectural space	Title
	Vartanian et al. (2013)	Residential building (Interior design)	Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture
Reducing stress	Higuera-Trujillo et al. (2020)	health centre	Multisensory stress reduction: a neuroarchitecture study of paediatric waiting rooms
	Yin et al. (2019)	office	Effects of biophilic interventions in office on stress reaction and cognitive function: A randomized crossover study in virtual reality
	Hekmatmanesh et al. (2019)	Bedroom	Bedroom design orientation and sleep electroencephalography signals
	Martı´nez-Soto et al. (2013)	built environment	Exploration of neural correlates of restorative environment exposure through functional magnetic resonance
Emotion	Vartanian et al. (2013)	Residential building (Interior design)	Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture
	Vecchiato et al. (2015)	Residential building	Neurophysiological correlates of embodiment and motivational factors during the perception of virtual architectural environments
	Shemesh et al. (2017)	Interior design	Affective response to architecture – investigating human reaction to spaces with different geometry
	Zhang et al. (2017)	Interior design	Human physiological responses to wooden indoor environment
	Banaei et al. (2017)	Residential building	Walking through architectural spaces: The impact of interior forms on human brain dynamics
	Djebbara et al. (2019)	Interior design	Sensorimotor brain dynamics reflect architectural affordances
	Yin et al. (2019)	office	Effects of biophilic interventions in office on stress reaction and cognitive function: A randomized crossover study in virtual reality

مطالعات ذکر شده، کاملا تجربی و با شبیه‌سازی صورت گرفته است و در راستای پژوهش حاضر بوده است. مطالعات تئوری نیز در زمینه تأثیر محیط ساخته شده بر سلامت انسان با علم اعصاب صورت گرفته است (Azzazy et al., 2020; Karakas et al., 2020; De Paiva and Jedon., 2019; Franz, 2019; Uttley et al., 2018; Tvedebrink and Jelic, 2018). موارد بیان شده چندی از آخرین مطالعات تئوری هستند، که به دلیل خارج بودن از حوزه‌ی مطالعاتی پژوهش حاضر بررسی نگردیده‌اند. پژوهش حاضر به دلیل اهمیت پارامتر هیجان بر سلامت روان، آن را برگزیده است. این موضوع در حالی است ،که موضوع هیجان با برخی از پارامترهای دیگر مانند توجه نیز هم‌پوشانی دارد. هم‌چنین از آن‌جایی که انسان زمان زیادی را در فضای داخلی به خصوص مسکونی سپری می‌کند، پژوهش بر روی فضای مسکونی تمرکز دارد. علاوه بر این پژوهش تا کنون بر روی آپارتمان صورت نگرفته است و تمرکز پژوهش حاضر به دلیل گستردگی زیاد این نوع کاربری، بر آپارتمان می‌باشد.

مبانی نظری

هیجان: هیجان، ترجمهٔ لغت «Emotion» از ریشهٔ لاتین «Motere» به معنای حرکت کردن است و اضافه شدن پیشوند e، معنای ضمنی «دورشدن» را به آن می‌بخشد (Golman, 2002) و از نظر لغوی به هر تحریک یا اغتشاش در ذهن، احساس، عاطفه و حالت ذهنی قدرتمند یا تهییجشده تلقی می‌شود (Schultz, 1976). در طی تاریخ تعاریف متعددی برای هیجان ارائه شده است، که یکی از تعاریف در زمینه روانشناسی محیط که به معماری نزدیک می‌باشد، بر این اساس است: ریو (۲۰۰۹) هیجان را بهعنوان مجموعهٔ پیچیده‌ای از تعاملات میان عوامل عینی و ذهنی می‌داند که به وسیلهٔ سیستم‌های هورمونی–عصبی فعال می‌شوند. وی معتقد است، هیجانات می‌توانند: ۱– تجارب عاطفی نظیر احساس برانگیختگی، لذت یا عدملذت را افزایش دهند؛ ۲– فرایندهای شناختی نظیر تأثیرات ادراکی، ارزیابی‌ها و ... را تولید کنند؛ ۳–سازگاری فیزیولوژیکی در شرایط برانگیختگی را فعال کنند و ۴– منجر به رفتار شوند که اغلب بامعنی، مبتنی به هدف و سازگار هستند (Reeve, 2009).

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

هیجانات داده‌های درونی هستند (Wells and Mathews, 1994)، که با تأثیر بر واکنش التهابی سیستم ایمنی و تأثیر غیرمستقیم در رفتارهای مرتبط (Kiecolt-Glaser et al., 2002) بر سلامت روان تأثیر می‌گذارند (Fruzzetti and Erikson, 2010). با توجه به اهمیت موضوع سلامت روان، نظریه‌های هیجان، اصطلاح «تنظیم رفتار» از حوزهٔ روانشناسی محیط به منظور توصیف تأثیر محیط فیزیکی (زمان، مکان و اشیا) و همچنین محیط اجتماعی (الگوهای فعالیت دیگران) بر رفتار شکل گرفت (Barrett, 2017) و مطالعات متعددی در زمینه تأثیر محیط ساخته شده بر هیجان انسان صورت گرفت (Evans and McCoy, 1998; Ferguson and Evans, 2018; Papale et al., 2016). هیجان‌ها انواع مختلفی از هیجانات اصلی تا هیجانات ناخودآگاه را شامل می‌شوند (Kemeny et al., 2004). هیجانات خودآگاه نیازمند خودآگاهی و بازنمود خود هستند، دیرتر از هیجان‌های اصلی ظاهر می‌شوند، دستیابی به اهداف اجتماعی پیشرفته را تسهیل می‌کنند، جلوهٔ یکتا ندارند و جزء پدیده‌های پیچیدهٔ شناختی هستند (Tracy et al., 2007). از آن‌جا که تمرکز این پژوهش روی هیجانات اصلی است.

مدل‌های هیجان: هم‌چنین مدل‌های مختلفی برای هیجان مطرح شده است. مدل‌های استاندارد در دسته‌بندی انواع هیجان شامل مدل سیرکامپلکس[۲۱]، مدل وکتور[۲۲]، مدل پاناس[۲۳]، مدل پلاتچیک[۲۴] و مدل پاد[۲۵] است (Talarico and Rubin, 2009). یکی از پرکاربردترین مدل های ارائه شده در ارتباط با توصیف انواع هیجان مدل راسل و مهرابیان است. نظریهٔ سه بعدی یا PAD سه واژهٔ خوشایندی، برانگیختگی و غلبه را ارائه کرده که برای توصیف و اندازه‌گیری یک پاسخ هیجانی معین مد نظر قرار می‌گیرد. خوشایندی- ناخوشایندی کیفیت تجربهٔ عاطفی را می‌سنجد. انگیختگی- عدم انگیختگی به مسئلهٔ فعالیت فیزیکی و تغییرات روانی- فیزیولوژیک اشاره می‌کند و بعد غلبه- سلطه‌پذیری احساس کنترل یا عدم کنترل افراد در یک وضعیت تعریف می‌شود (Mehrabian and Russell, 1974). نتایج نشان داد همهٔ هیجانات می توانند به طور دقیقی براساس این سه بعد مستقل و دو قطبی، خوشایند-ناخوشایند، میزان برانگیختگی و غلبه-سلطه پذیری توصیف شوند در مدل راسل و مهرابیان هیجان به عنوان واسطی بین محیط و شخصیت (عامل تأثیرگذار) و رفتار به عنوان خرجی در نظر گرفته می‌شود (Gifford, 2007). مدل پاد برای کاربرد در روانشناسی محیطی پیشنهاد شده است، ایدهٔ اصلی این مدل این است که محیط بر حالات هیجانی افراد تأثیر می‌گذارد (Mehrabian and Russell, 1974). دسته‌بندی هیجان طبق سه عامل مدل پاد در جدول ۱ مشخص شده است.

نظریه‌های هیجان: از ابتدای توجه به مقولهٔ هیجان، نظریه‌های مختلفی در طول زمان شکل گرفته‌اند. نظریهٔ جیمز لانگ[۲۶] (۱۸۸۴) که فرض اساسی نظریه این است که برانگیختگی فیزیولوژیکی باعث ایجاد هیجان در انسان می‌شود (Lange, 1884). نظریه کانن برد[۲۷] (۱۹۷۲) بر این مفاهیم استوار است که بیان هیجان از عملکرد ساختارهای هیپوتالاموس و احساس هیجان از تحریک تالاموس پشتی ناشی می شود (Cannon, 1972). نظریه سینگر و اسکاچر[۲۸] (۱۹۶۲) نظریهٔ دوعاملی هیجان است که بیان می‌دارد هیجان بر دو عامل برانگیختگی فیزیولوژیکی و علامت‌های شناختی استوار است (Schachter and Singer, 1962). نظریهٔ بازخورد چهره[۲۹] (۱۹۷۶) توسط لانتزا، کارترایت اسمیت و الک[۳۰] مطرح شد، این نظریه ریشه در حدس‌های چارلز داروین و ویلیام جیمز دارد و بیان می‌دارد که چهرهٔ شخص به طور مستقیم بر تجربهٔ هیجانی او تأثیر می‌گذارد. یکی دیگر از نظریه‌های هیجان، نظریهٔ ارزیابی شناختی[۳۱] (۱۹۹۱) است ،که توسط لازاروس[۳۲] مطرح شده است. این نظریه نشان می‌دهد که هیجان، نتیجهٔ ارزیابی اطلاعات از موقعیت محیطی و از درون بدن انسان است که باعث واکنش‌های مختلفی در افراد می‌شود (Lazarus, 1991).

معماری عصب‌محور: از منظر تاریخی،مدت‌ها قبل از شکل‌گیری معماری عصب‌محور، در دوران باستان، تلاش‌هایی جهت مرتبط ساختن محیط ساخته شده با سلامت مانند استاپاتیا ودا[۳۳] و معماری ودایی ماهاریشی[۳۴] صورت گرفته است (Bonshek, 2001; Jakupi, 2016)، که اصول کلی طراحی معماری هستند که عمدتاً به جهت و چیدمان مبلمان بستگی دارند (Fergusson et al., 2017; Travis et al., 2005). مطالعات علمی اولیه، عمدتاً به روانشناسی محیط مربوط می شود. در اواخر دهه ۱۹۵۰، معماران و دانشمندان علوم رفتاری شروع به همکاری برای طراحی محیط‌های خاص کردند، مانند بیمارستانی روانی (Osmond, 1957) که معماران با همکاری روانپزشکان آن را طراحی کردند، و یا مدرسه‌ای مبتنی بر سلامت روانی کودکان طراحی گردید (Barker and Gump, 1964). پس از دهه ۱۹۶۰، علاقه محققان به موضوع سلامت در زمینه‌های اجتماعی و روانشناختی بیشتر گردید و منجر به انتشار مجله «محیط و رفتار» در سال ۱۹۶۹، مجله «روانشناسی محیطی» در سال ۱۹۸۰ و شکل‌گیری انجمن بین‌المللی مطالعات مردم-محیط زیست در سال ۱۹۸۱ گردید (Bell, 2001)، که زمینه‌ی مناسبی برای مطالعات تأثیر محیط بر انسان فراهم گشت. قابل بیان است، که شناخت پیشینه شکل‌گیری این زمینه مطالعاتی، به محققان امکان درک بهتر میزان تأثیرگذاری علوم اعصاب در معماری را می‌دهد (Mallgrave, 2010). یکی از پیشگامان تحقیق در رابطه با روانشناسی انسان و محیط ساخته شده، راجر برکر[۳۵] بود، او در مورد تأثیر محیط‌های مدرسه بر سلامت روانی کودکان پرداخت. همچنین اولین کسی بود که به بررسی

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

تفاوت‌های محیطی و رفتاری بین دو شهر پرداخت (Barker and Gump, 1964; Barker and Wright, 1954). بر مبنای دیدگاه جامعه معماری، قرن بیست‌ویکم چندین روند جدید را آغاز کرده است که از تقاطع با علوم اعصاب برخواسته‌اند و گرایش‌های معماری که قادر هستند در جنبش‌های جدید معماری عصب‌محور (Angelidakis, 2010; Sussman and Hollander, 2021) مطرح شوند. اصطلاح «معماری عصب‌محور» نخستین بار در رابطه با طراحی ساختمانی در مصاحبه‌ای از شماره پاییز سال۲۰۰۳ مطرح شد، در آن زمان ابرهارد و گیج دلیل همکاری معماران و دانشمندان علوم اعصاب را توضیح دادند (Ruiz-Arellano, 2015; Eberhard and Gage, 2003). همین موضوع باعث شکل‌گیری اولین بدنه تحقیقاتی دانشگاهی بر روی معماری عصب‌محور با نام آکادکی علوم اعصاب برای معماری (ANFA) در سن‌دیگو گردید (ANFA, 2003).

معماری عصب‌محور را می‌توان به عنوان یک زمینه نوظهور در نظر گرفت که علوم اعصاب، روانشناسی محیطی و معماری را برای تمرکز بر پویایی مغز انسان ناشی از کنش و تعامل با محیط ساخته شده ترکیب می‌کند (Karakas and Yildiz, 2020). حوزه میان رشته ای نوظهور معماری عصبی با هدف توسعه پارادایم های مفهومی و چارچوب های تجربی بر اساس تعامل بین مغز، بدن و فضای ساخته شده است (Chiamulera et al., 2017) تشخیص اینکه آیا یک محیط ساخته شده بر رفاه ما تأثیر می‌گذارد یا نه یک نگرانی مهم است، به ویژه هنگامی که تعامل مغز انسان با تنظیمات معماری را در نظر می‌گیریم (Eberhard, 2009a). مطالعات علوم اعصاب می‌تواند به مجموعه‌ای از دانش کمک کند که توضیح می‌دهد چرا ساختمان ها و مکان ها بر افرادی که از آنها استفاده می‌کنند تأثیر می‌گذارند (Eberhard, 2009b). به طور کلی، هدف اصلی معماری عصبی، مطالعه تأثیر محیط ساخته شده بر سیستم عصبی است که تجلی ادراک انسان و شاخصی از بهزیستی روانشناختی است (Bluyssen, 2010; Pykett, 2015). این تلاش‌های واضح در طول تاریخ با استفاده از ابزارهای تحقیقاتی موجود در زمان خود برای درک چگونگی درک مغز از محیط اطراف خود در حال توسعه بوده‌اند (Jelić et al., 2016). از این‌روی رشته معماری عصب‌محور با استفاده از ابزارهای علوم اعصاب به بررسی اثرات محیط ساخته شده بر ساکنان آن می‌پردازد (Edelstein, 2008; Nanda et al., 2013).

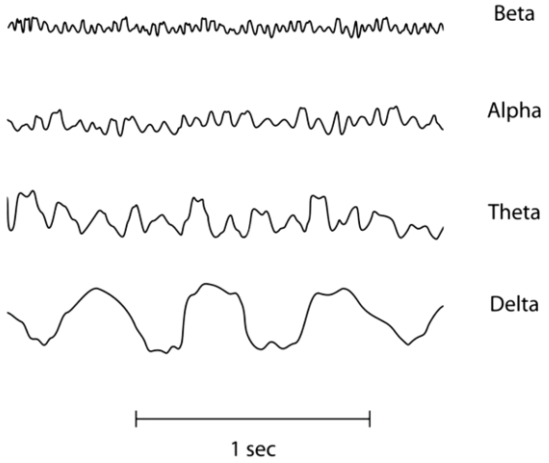
فضای معماری بر مغز از دیدگاه علوم اعصاب تأثیرات مختلفی دارد. در دهه‌های اخیر، ظهور فناوری‌های علمی به محققان این امکان را داده است که به طور دقیق فعالیت مغزی را که نشان‌دهنده حالات مختلف ذهنی است، تشخیص دهند (Arbib, 2012; Nanda et al., 2013). مطالعات با بهره‌گیری از ابزارهای نوین علوم اعصاب نشان داده‌اند که احساس لذت و ناراحتی با فعال شدن سیستم عصبی محیطی[۳۶] مرتبط است (Barret, 2007; Bradley and Lang, 2002; Cacioppo et al., 2001). ناحیه آمیگدال با پردازش هیجانی محرک‌های محیطی و تصویرسازی ذهنی خوشایند مرتبط است (Barret, 2007; Gongora et al., 2019; Bonnet et al., 2015, Sabatinelli et al., 2011; Costa et al, 2010). آمیگدال توسط اجسام نوک تیز فعال می‌شود (Bar and Neta, 2007; Ghoshal et al., 2016). آمیگدال به عنوان یک ساختار اساسی نقش مهمی در پردازش هیجانی–ادراکی دارد (Schwabe et al., 2011; Vuilleumier, 2005). ناحیه آمیگدال با ترس، غم، انزجار (آمیگدال چپ) و حالت‌های خشم فعال می‌شود (Murphy et al., 2003; Wager et al., 2003; Phan et al., 2002).

فرم‌های داخلی منحنی را به فرم‌های مستطیل ترجیح می‌دهند و باعث افزایش فعالیت در قشر کمربندی قدامی[۳۷] (ACC) می‌شود (Vartanian et al., 2013). قشر کمربندی میانی قدامی[۳۸] را در تصمیم گیری های اجتناب از رویکرد برای اتاق های بسته دخالت دارد (Vartanian et al., 2015). ناحیه مکان پاراهیپوکامپ[۳۹] (PPA) و مجموعه اکسیپیتال جانبی[۴۰] (LOC) نقش کلی در درک سبک‌های معماری دارند (Choo et al., 2017). در حالی که PPA برای اشکال منحنی با ویژگی‌های مستطیلی فعال است (Nasr et al., 2014)، LOC توسط اشکال با ویژگی‌های منحنی (Nanda et al., 2013) و مباحث هویتی و حس مکان فعال مرگردد (Cichy et al., 2011). آنالیز داده‌های fMRI در محیط‌های ناخوشایند معماری باعث فعال شدن مناطقی از جمله آمیگدال راست و چپ بوده است، که درگیر احساسات ناخوشایندی مانند ترس، انزجار، خشم و غم است. و باعث رآیندهای تصمیم‌گیری به عنوان پاسخ‌های رفتاری اجتنابی و عاطفی منفی می‌شوند (Gongora et al., 2019; Brosch et al., 2013; Seymour and Dolan, 2008; Khaleghimoghaddam et al., 2022). علاوه بر این، در طول یک تجربه معماری، جریان خون در نواحی خاصی از مغز مانند لوب فرونتال، لوب پس سری، دوکی شکل و پس سری میانی افزایش می یابد و این تغییرات با تغییر به سمت تأثیر مثبت و منفی مرتبط است. علاوه بر این، افزایش قابل توجهی در شدت سیگنال در طول القای خلق و خوی خوشایند در لوب جداری، پرکونوئوس، مخچه، شکنج زبانی، پیشانی داخلی، سینگولیت قدامی، شکنج زاویه ای و پس سری میانی مشاهده شد. در هنگام مشاهده مکان‌های ناخوشایند، افزایش جریان خون در مغز راست، مغز چپ، سینگولات، گیجگاه میانی، هیپوکامپ چپ، تالاموس، اینسولا، مغز چپ و هیپوکامپ چپ مشاهده شد (Khaleghimoghaddam et al., 2022).

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

EEG: الکتروآنسفالوگرافی دستگاه ثبت سیگنال‌های مغز، نخستین بار توسط ریچارد کاتن[41] در سال ۱۸۷۵ جهت ثبت از سطح کورتکس مغز حیوانات آزمایشگاهی استفاده شده است. در سال ۱۹۲۹ هانس برگر[42] (نورولوژیست آلمانی)، سیگنال‌های مغز را با کمک الکترودهای سطحی از سطح جمجه ثبت نمود. امروه بسیاری از مبانی علمی EEG مرهون تلاش‌های این محقق آلمانی می‌باشد. در سال ۱۹۳۴ آدریان و ماسوس با انتشار مقاله‌ای ضمن تایید یافته‌های برگر، نوسانات مغزی منظمی را در ۱۰ تا ۱۲ هرتز شناسایی و آن را ریتم آلفا معرفی کردند (Tatum, 2014; Bronzino, 1995). سیگنال‌های EEG اندازه‌گیری شده از سطح قشری را اصطلاحاً الکتروکورتیکوگرام گویند، درحالی‌که وقتی از پروب‌های عمیق استفاده شود، اصطلاحاً الکتروگرام می‌گویند (Teplan, 2002). در پژوهش حاضر از ثبت فعالیت‌های الکتریکی مغز از سطح پوست استفاده شده است.

سیگنال‌های مغز شامل باندهای متفاوت فرکانسی هستند که هر یک مرتبط با حالات فیزیکی و شناختی می‌باشد. آنالیز طیف سیگنال‌های EEG می‌تواند جهت ارزیابی توان در باندهای فرکانسی انجام شود. فرکانس امواج دلتا (۵-۰/۴ هرتز)، تتا (۸-۴ هرتز)، آلفا (۸-۱۳ هرتز) و بتا (۱۳-۳۰ هرتز) و گاما (۴۰-۵۰ هرتز) می‌باشند (Haas, 2003). بیشترین مطالعات انجام شده بر روی امواج مغزی انسان مربوط به موج آلفا می‌باشد. آلفا می‌تواند معمولاً در ناحیه آهیانه[43] و پس سری[44] با بزرگی ۵۰ میکروولت مشاهده شود. معمولاً موج آلفا در نواحی مرکزی[45] و آهیانه[46] نسبت به سایر نواحی بیشتر است. با این حال ناحیه اصلی تولید آلفا هنوز مشخص نیست (Niedermeyer and Silva, 2005). سیگنال‌های مغز در تصویر ۱ مشخص گردیده است.



تصویر ۱- امواج مغزی مختلف یک سیگنال مغزی (EEG) منبع: Ortega, 2017

VR: استفاده از تصاویر دو بعدی، تضاد زیادی با تجربیات انسان از فضاهای معماری در دنیای واقعی که ذاتاً سه بعدی است، دارد (Coburn et al., 2017) اخیراً، فناوری‌های واقعیت مجازی (VR) مانند محیط‌های CAVE برای مطالعه درک اشکال سه‌بعدی معرفی شدند (Welchman et al., 2005). استفاده از مواد محرک سه بعدی که امکان چرخش سر و تنه را فراهم می‌کند، پیشرفت قابل توجهی به سمت اقدامات واقعی تر است (Vecchiato et al., 2015). نگاه کردن به اطراف و دیدن مکان ها از منظرهای مختلف ضروری است تا امکان درک طبیعی از محیط سه بعدی وجود داشته باشد (Eagleman, 2015). VR به عنوان بزاری قدرتمند برای شبیه‌سازی موقعیت‌ها و محیط‌های پیچیده و واقعی استفاده می‌شود و و فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای بررسی رفتار انسان در طرح‌های کاملاً کنترل‌شده در شرایط آزمایشگاهی کنترل‌شده به محققان ارائه می‌دهد (Diemer et al., 2015).

بسیاری از مطالعات نشان دادند که VR می‌تواند احساساتی مانند اضطراب و آرامش (Riva et al., 2007)، برانگیختگی در محیط‌های طبیعی (Felnhofer et al., 2015) و هیجان (Baños et al., 2004) را برانگیزد. در حال حاضر محققان زیادی در این زمینه وجود دارند که مطالعات زیادی منتشر کرده اند، بنابراین یک جامعه قوی و بین رشته‌ای وجود دارد (Cipresso et al., 2018). با توجه به حضوری که VR در کاربران ایجاد می‌کند، به عنوان ابزاری قدرتمند برای برانگیختن احساسات در محیط های آزمایشگاهی پیشنهاد شده است (Alcañiz et al., 2003). همچنین بهره‌گیری از محیط مجازی به عنوان یک ابزار تحقیقاتی بر طراحی دقیق مبتنی بر شواهد[47] (EBD) کمک می‌کند (Kalantari et al., 2021). EBD فرآیندی برای استفاده آگاهانه، صریح و خردمندانه از بهترین شواهد فعلی از تحقیقات و عمل در تصمیم‌گیری‌های حیاتی است (Watkins and Hamilton, 2009).

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

روش تحقیق

پژوهش حاضر، مطالعه‌ای بر تحقیق تجربی، شبیه‌سازی و با استفاده از روش تحقیق همبستگی می‌باشد. روش تحقیق همبستگی، بررسی رابطه بین دو یا چند متغیر در شرایط طبیعی و واقعی است (Pelham and Blanton, 2007). در روش همبستگی همه متغیرها در وضعیت موجوداز راه پیمایش یا مشاهده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. اصلی‌تریت مزیت طرح‌های پژوهشی همبستگی آن است که از روایی بیرونی نسبتاً بالایی برخوردار هستند. مطالعات همبستگی معمولاً در شرایط محیطی واقعی بین گروه های معرف جمعیت انجام می پذیرد و پژوهشگر درصدد سنجش متغیرها است. این ویژگی مرهون قابلیت بالای تعمیم‌پذیری یافته‌های این نوع پژوهش‌ها به سایر شرایط در مقایسه با مطالعات تجربی است. افزون بر این مطالعات در میان نمونه‌های هدف معرف آزمودنی‌ها انجام شود، می‌توان یافته‌های آن را به راحتی به سایر افراد نیز تعمیم داد. در پژوهش حاضر متغیر مستقل، فضای داخلی معماری مسکونی (گونه آپارتمانی با طراحی بر اساس آپارتمان‌های موجود در ۴۰ ساله‌ی اخیر) می‌باشد. متغیر وابسته اول هیجانات انسان و متغیر وابسته دوم تغییرات فعالیت‌های مغزی می‌باشد.

جامعه آماری: داده‌ها از ۲۴ نفر داوطلب با میانگین سنی ۲۸ سال جمع آوری شده است. از این میان ۱۰ نفر مرد و ۱۴ نفر زن هستند. از آنجایی که معماران و غیر معماران واکنش‌های متفاوتی نسبت به فضا دارند (Kirk et al., 2009)، نمونه‌ها از میان غیر معماران و طراحان داخلی انتخاب شده‌اند. تمامی شرکت کنندگان بینایی طبیعی و سالم داشتند. هیچ یک از شرکت‌کنندگان دارای سابقه بیماری عصبی یا بیماری زمینه‌ای نداشته‌اند. شرکت کنندگان قبل از آزمایش جلسه توجیهی را گذرانده و رضایت‌نامه کتبی را مطالعه و امضا نموده‌اند. این رضایت‌نامه توسط کمیته اخلاق دانشگاه فردوسی مشهد مطابق با دستورالعمل‌های انجمن روانشناسان ایران تایید شده است، تبیین گشته است. همچنین مطالعه حاضر از کمیته نام برده کد اخلاق دریافت نموده است.

طراحی و رویه آزمایشی: همان‌گونه که بیان گردید، مطالعه حاضر بر روی گونه آپارتمانی مسکونی تمرکز نموده است. طراحی آزمایش این مطالعه بر دو فاز استوار گشته است. ابتدا به شناسایی و مطالعه نمونه‌های آپارتمان‌های مسکونی در بازه ۴۰ ساله اخیر ایران پرداخته شده است و سپس مولفه‌های کالبدی آن‌ها را بر اساس سه مولفه اصلی فرم، مصالح و رنگ مورد مطالعه قرار داده است.

مرحله‌ی اول: مولفه‌های کالبدی فضای داخلی معماری موثر بر هیجان

طی مرور مطالعات صورت گرفته در زمینه هیجان با بهره‌گیری از علم اعصاب، مشخص گردیده است که مولفه‌های داخلی مختلفی بر هیجان تأثیرگذار می‌باشند. از آن‌جایی که تمرکز پژوهش حاضر بر مولفه‌های کالبدی می‌باشد، مولفه‌هایی همچون نور، صدا و دما که جزء کالبد نمی‌باشند، حذف گردیده و برای تمامی فضاهای مورد سنجش به طور یکسان در نظر گرفته شده است. هم‌چنین برخی از مطالعات نیز بررسی رابطه هیجان با قرارگیری در فضاهای شهری پرداخته بودند (Chen et al., 2018; Ojha et al., 2019). برخی مطالعات دیگر، تأثیر محیط‌های ساخته شده بیرونی بر هیجان را مورد بررسی قرار داده‌اند (Kirk et al., 2009; Pati et al., 2016)، که مورد بررسی در پژوهش حاضر قرار نگرفته‌اند. مولفه‌های کالبدی فضای داخلی مسکونی موثر بر هیجان به صورت زیر می‌باشد.

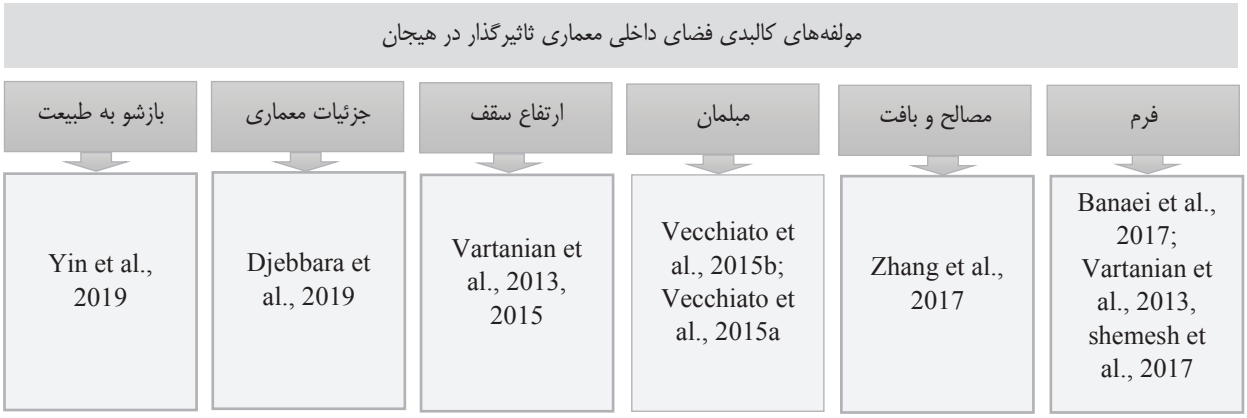
بانئی و همکاران (۲۰۱۷) با هدف بررسی همبستگی عصبی فیزیولوژیکی فرم‌های داخلی مختلف بر هیجانات ادراک‌کنندگان و فعالیت‌های مغزی همراه آن به مطالعه فرم فضای داخلی نشیمن پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه تأثیر قوی هندسه‌های منحنی را بر فعالیت در قشر کمربندی قدامی (ACC) نشان داده است. فعالیت باند تتا در ACC با انواع ویژگی‌های خاص ($rs(14)= 0.525, p= 0.037$) و هندسه ($rs(14)= 0.579, p= 0.019$) مرتبط است، که شواهدی را برای نقش این ساختار در پردازش ویژگی‌های معماری ارائه می‌دهد (Banaei et al., 2017). وارطانیان و همکاران (۲۰۱۳)، به دنبال بررسی چگونگی تأثیرگذاری تغییرات فضای داخلی بر قضاوت‌های زیبایی‌شناسی و تصمیم‌گیری بوده‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که قضاوت در مورد زیبایی فضاهای داخلی منحنی، منحصراً ACC را فعال می‌کند و این حاکی از آن است که رتبه دلپذیری در این شرایط از فضای داخلی بیشتر بوده است (Vartanian et al., 2013). شامش و همکاران (۲۰۱۷) مطالعه‌ای چندجانبه برای دستیابی به درک بهتری میان هندسه فضا به صورت سه بعدی و هیجان انسان انجام داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که شرکت کنندگان بدون تخصص در زمینه طراحی تمایل به ترجیح فضاهای منحنی شکل دارند و به این فضاها علاقه زیادی نشان می‌دهند (Shemesh et al., 2017).

وکیتو و همکاران (2015a, 2015b) به بررسی چیدمان و نوع مبلمان فضای داخلی اتاق خواب و تأثیر آن بر هیجان پرداخته‌اند. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که، درک فضاهای داخلی دلپذیر و مدرن، مناطق پردازش دیداری- فضایی را در شبکه جلویی- آهیانه‌ای فعال کرده و نشان دهنده دخالت فرآیندهای حرکتی و شناختی در طول ارزیابی فضاها است و باعث تحریک هیجانات مثبت خواهد شد (Vecchiato et

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

al., 2015a; 2015b). ژانگ و همکاران (۲۰۱۷) هدف مطالعه را بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی متمایز به محیط‌های داخلی چوبی و غیرچوبی بیان نموده‌اند. نتایج نشان داد که، تنش و خستگی کمتری در اتاق‌های چوبی نسبت به اتاق‌های غیرچوبی که در آن شرکت کنندگان در حال انجام کارخود بوده‌اند، ایجاد شده است (Zhang et al., 2017). واطانیان و همکاران (۲۰۱۵) تأثیرات ارتفاع سقف و فضا را به عنوان مولفه نفوذپذیر بصری بر قضاوت‌های زیبایی‌شناختی و تصمیمات در طراحی معماری مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اتاق‌ها با سقف‌های بلندتر به عنوان فضای زیبا ارزیابی شده‌اند و سقف‌های کوتاه و محصور به فعال سازی قشر میانی قدامی (aMCC) تصمیم به خروج را به مخاطب القا کرده‌اند (Vartanian et al., 2015).

جبارا و همکاران (۲۰۱۹) واکنش‌های فیزیولوژیکی شرکت کنندگان را با استفاده از محیط مجازی دو فضای متصل به هم طراحی شده که در بین دو اتاق در ۳ حالت مختلف به سختی قابل عبور، قابل عبور و به راحتی قابل عبور بین ۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری در نظر گرفته‌اند، مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این پژوهش به مفهومی از مغز اشاره می‌کند که به نظر می‌رسد با «چگونه می‌توانم عمل کنم» سر و کار دارد در حالی که فرآیندهای موازی با اشاره به «آنچه من درک می‌کنم» اتفاق می‌افتد. بنابراین، این نتایج از این فرض حمایت می‌کند که ادراک از محیط تحت تأثیر توانایی‌ها و خود عمل است، و بنابراین استطاعت و عمل می‌تواند بر تجربه یک محیط تأثیر بگذارد (Djebbara et al., 2019). یین و همکاران (۲۰۱۹)، فرضیه بیوفیلی که انسان ارتباط ذاتی با طبیعت را دارد، مورد سنجش قرار می‌دهند، در این راستا سه محیط اداری باز، نیمه محصور و محصور را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مداخلات بیوفیلیک می‌تواند به کاهش استرس و بهبود خلاقیت کمک کند (Yin et al., 2019).



تصویر ۲- مولفه‌های کالبدی فضای داخلی مسکونی موثر بر هیجان طبق مرور ۲۰۱۰-۲۰۲۰

دلایل انتخاب مولفه‌های کالبدی (فرم، رنگ و مصالح): همان‌گونه که بیان گردید، پژوهش حاضر بر مولفه‌های کالبدی فضای داخلی مسکونی تمرکز نموده و مولفه‌های غیر کالبدی هم‌چون نور، صدا و دما حذف گردیده است. در بین مولفه‌ها، مبلمان و سبک چیدمان یک موضوع تزئینی و خصوصی‌سازی فضا می‌باشد، و گاهی مدیریت آن از دست معماران خارج بوده است. علاوه بر این موضوع ارتفاع سقف در آپارتمان‌های مسکونی محدود به مسائل انرژی و شهرسازی می‌باشند، که نمی‌توان در آن تغییرات زیادی ایجاد نمود. مسئله ارتباط با طبیعت و بازشو به سمت آن، به دلیل وجود آپارتمان‌ها در فضای شهری و عدم دید به فضای سبز، قابل کنترل از سمت معماران نمی‌باشد. لذا سه مولفه‌ی اصلی فرم، رنگ و مصالح و بافت که قابلیت طراحی به صورت گسترده‌تر توسط معماران وجود دارد، انتخاب گردیده است.

البته موضوع قابل تامل این است، که واکنش‌های هیجانی به محیط به صورت ناخودآگاه و اتوماتیک صورت می‌گیرد (Ulrich, 1983, Coburn et al., 2017). بنابراین بررسی پاسخ‌های هیجانی به محیط با بهره‌گیری از علم و ابزارهای علوم اعصاب محقق می‌شود. از همین‌روی در پژوهش حاضر از علم نوین علوم اعصاب بهره‌گرفته شده است و از ابزارهای آن جهت سنجش فعالیت‌های مغز و بررسی هیجان استفاده شده است.

مرحله دوم: انتخاب بناهای مسکونی در بازه ۴۰ ساله اخیر

جهت انتخاب نمونه‌های مورد سنجش جهت مدل سازی نمونه‌های نهایی، بناهای مسکونی معاصر ۴۰ ساله اخیر که برنده جایزه معمار شده‌اند مورد بررسی قرار گرفتند. چون بناهایی که جایزه معمار را برده‌اند حداقل ویژگی‌های معماری از لحاظ روانشناسی، رنگ‌شناسی و مصالح را

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

داشته‌اند و دارای ارزش معماری بالای هستند، می‌توانند منبع ارزشمندی جهت مطالعه معماری قرار گیرند. طبق استخراج بناهای مسکونی در سراسر ایران میزان فراوانی برندگان جایزه معمار به ترتیب در شهرهای، تهران با ۹۶ بنا، اصفهان ۳۳ بنا، البرز ۲۳ بنا و خراسان رضوی ۴ بنا بوده است. با توجه به فراوانی تعداد بناهای مسکونی دارنده جایزه معمار در شهر تهران، بناهای این شهر جهت مطالعه انتخاب شده است. بناهای مسکونی این شهر استخراج شده و از آنجایی که نمونه‌ها دارای سبک مشخص نبوده است، خوشه بندی آن‌ها بر اساس ویژگی‌های مولفه‌های کالبدی صورت گرفته است که در ادامه توضیح داده شده است.

در گام بعد اطلاعات سازمان مسکن و شهرسازی در طی ۴۰ ساله اخیر شهر تهران به عنوان نمونه جمع‌آوری شد، سپس جهت شناسایی خانه‌ها مسکونی در قطعه‌ها و ابعاد مختلف ماتریسی تهیه گردید. طبق این ماتریس فراوانی خانه‌های آپارتمانی با عرض حدود ۸ تا ۱۲ متر و طول ۱۸ تا ۲۵ متر را دارا هستند. با توجه به فراوانی این ابعاد، پژوهش حاضر جهت مدل‌سازی از عرض ۱۲ متر و طول ۲۵ متر استفاده نموده است. در مدل‌سازی تمامی نمونه‌ها ابعاد یکسان داشته، هم‌چنین نجوه چیدمان آن‌ها نیز یکسان می‌باشد و تنها سه مولفه فرم، رنگ و مصالح در آن تغییر می‌نماید تا بتوان بهتر تأثیر آن را سنجید.

مرحله سوم: شناسایی و تفکیک مولفه‌های کالبدی (فرم، رنگ و مصالح)

طبق پیشینه و ادبیات تحقیق صورت گرفته، مولفه‌های کالبدی مورد سنجش در پژوهش فرم، رنگ و مصالح مورد استفاده در فضای داخلی مسکونی می‌باشد. رنگ و مصالح تصاویر به تفکیک صفحات دیوارها، سقف و کف صورت پذیرفته است و سپس میزان فراوانی مصالح و رنگ‌های به کار رفته در نمونه‌ها استخراج گردیده است که نتایج نشان داده است در مصالح دیوارها بیشترین فراوانی شامل گچ سفید، چوب، آجر و در بناهای محدود بتن بدون پوشش می‌باشد. مصالح سقف بیشترین فراوانی را گچ و کف بیشترین فراوانی شامل سرامیک و پس از آن پارکت چوبی بوده است. پس از شناسایی اطلاعات در رابطه با مصالح و رنگ و فرم چهار مدل که دارای فرم، رنگ و مصالح متفاوت می‌باشد، طراحی گردیده است.

از آنجایی که خانه از اجزاء عملکردی مختلفی تشکیل شده است و عوامل تهدید کننده سلامت برای هر کدام از این اجزاء متفاوت است. لذا مشخص کردن حوزه تحقیقاتی لازم می‌باشد. هرکدام از اجزاء خانه فعالیت‌های مختلفی را در خود جای می‌دهند. در میان تمام فضاها، اتاق نشیمن، پذیرایی، آشپزخانه و حیاط خصوصی بیشترین تعداد فعالیت‌ها را در خود جای می‌دهند (Meester, 2009). از آنجا که در آپارتمان‌های مسکونی نشیمن و آشپزخانه در یک قسمت قرار گرفته‌اند و بیشترین فعالیت را دارا می‌باشند، این دو فضا جهت سنجش و ارزیابی هیجان مورد استفاده قرار گرفته است. فضاها بدین صورت طراحی شده‌اند که جانمایی آشپزخانه و نشیمن در هر چهار مدل یکسان بوده است. همچنین طول و عرض، جهت‌گیری ساختمان، زاویه تابش نور طبیعی خورشید در مدل‌ها یکسا بوده و تنها فرم، رنگ و مصالح آن تغییر پیدا نموده است. جهت ساخت مدل‌های سه بعدی فضای داخلی از نرم‌افزار Autodesk's 3Ds Max-student 2018 (San Francisco, CA, USA) و جهت رندر مدل‌ها به صورت سه بعدی از نرم‌افزار Lumion Pro 12.0 با موتور رندرگیری Unity Unreal استفاده شده است.

به طور کلی ۴ رندر نهایی به صورت سه بعدی با زاویه ۳۶۰ درجه بوده است و به وسیله عینک VR مدل Oculus سری Quest 2 به شرکت‌کنندگان نمایش داده شده است. در حین نمایش کلاهک EEG فعالیت‌های مغزی شرکت‌کنندگان را ضبط می‌نماید.



تصویر ۳- تصویر دو بعدی Space 1



تصویر ۴- تصویر دو بعدی Space 2

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

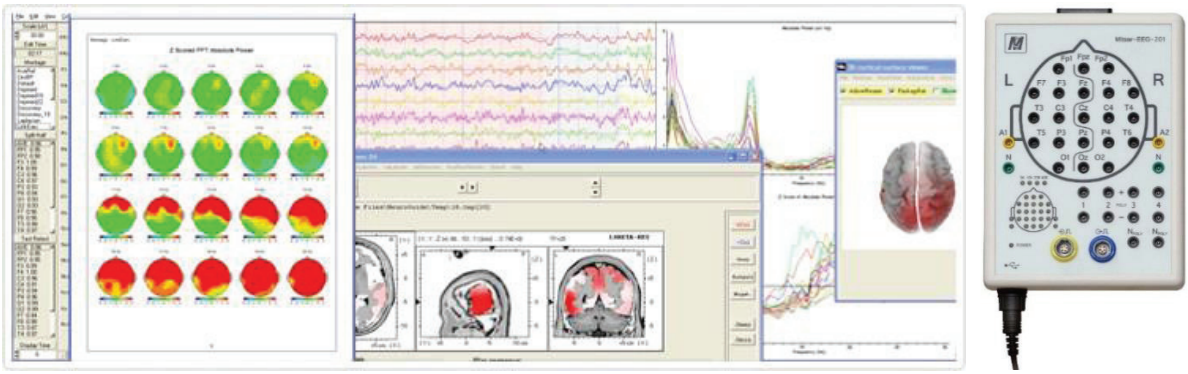


تصویر ۵- تصویر دوبعدی Space 3



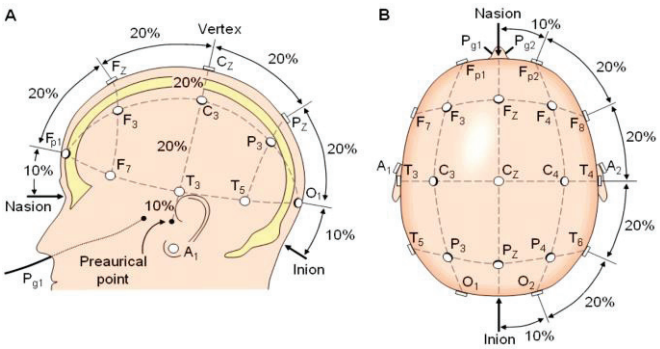
تصویر ۶- تصویر دوبعدی Space 4

ثبت سیگنال‌ها با EEG: جهت ثبت سیگنال‌های مغز از دستگاه EEG با ۱۹ الکترود فعال و ارجاع به الکترود رفرنس (گوش) با نرخ نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز و فیلتر باند گذر از ۰.۱ هرتز تا ۲۵۰ هرتز استفاده شده است (BrainAmps and Move System, Brain Products, Gilching, Germany). هم‌چنین آمپدانس[۴۸] الکترود در تمام الکترودها زیر ۱۵ کیلو اهم (kOhm) نگه داشته شده بود.

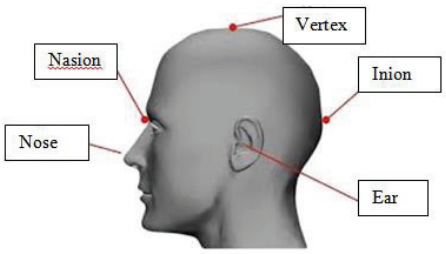


تصویر ۷- دستگاه EEG-Mitsar-201 با ۱۹ الکترود فعال مورد استفاده در پژوهش

الکترودها در کلاهک الاستیک با توزیع مساوری الکترودها با سیستم ۱۰-۲۰ قرار گرفته بوده‌اند. روش ۱۰-۲۰ به عنوان استاندارد بین‌المللی در سال ۱۹۴۹ میلادی، جهت داشتن امکان مقایسه نتایج ثبت سیگنال مغزی و هم‌چنین امکان تعمیم نتایج آن شناخته شد. این چیدمان جهانی الکترودها، امکان پوشاندن تقریباً تمام نواحی سر را توسط الکترودها فراهم می‌کند. انتخاب محل الکترودها بر اساس نقاط ویژه استخوان جمجمه انجام می‌شود و در نواحی تلاقی سطوح استخوان جمجمه قرار می‌گیرند. دراین حالت سایر الکترودهای میانی بر اساس ۱۰ و ۲۰ درصد کل فاصله مطابق با تصویر زیر چیده می‌شود (Jurcak, Tsuzuki & Dan, 2007). در پژوهش حاضر از کلاهک آماده سفارشی که الکترودها در مکان مطابق با سیستم ۱۰-۲۰ ثابت شده‌اند استفاده گردیده است. این کلاه در دو سایز مختلف سفارش شده بود.



تصویر ۸- نحوه چیدمان الکترودها در سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰



تصویر ۹- نقاط سه‌گانه مهم در سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

فرآیند پژوهش: ۴ فضای نهایی مدل شده است که از بین ۲۴ شرکت کننده، هر فضا ۶ شرکت کننده را به خود اختصاص داده است. هر شرکت کننده تنها یک فضای داخلی را مشاهده کرده است. پس از برگذاری جلسه توجیهی، خواندن دستورالعمل و امضای رضایت‌نامه، شرکت کنندگان در واقعیت مجازی، فضای معماری را مشاهده می‌کنند.

روند انجام آزمایش بدین صورت می‌باشد، که ابتدا دستگاه EEG به شرکت کننده متصل می‌گردد. ابتدا ۵ دقیقه به صورت چشم باز سیگنال‌ها ثبت می‌گردد. پس از اتمام این مرحله، عینک VR به صورت فرد گذاشته شده و ۵ دقیقه در حالی‌که فرد در حال مشاهده تصویر پاناروما‌ی ۳۶۰ درجه فضای داخلی معماری می‌باشد، دستگاه EEG سیگنال‌ها را ثبت می‌کند. از شرکت کننده خواسته می‌شود تا ابتدا به روبه‌رو، سپس با ۹۰ درجه چرخش به شرق، جنوب و غرب نگاه کند و دوباره در راستای اصلی شمال قرار گیرد تا تمامی جزئیات فضا در ۳۶۰ درجه را مشاهده کرده باشد.



تصویر ۱۰- شرکت کنندگان در حال ثبت سیگنال با عینک VR منبع: نگارندگان

تحلیل داده‌ها

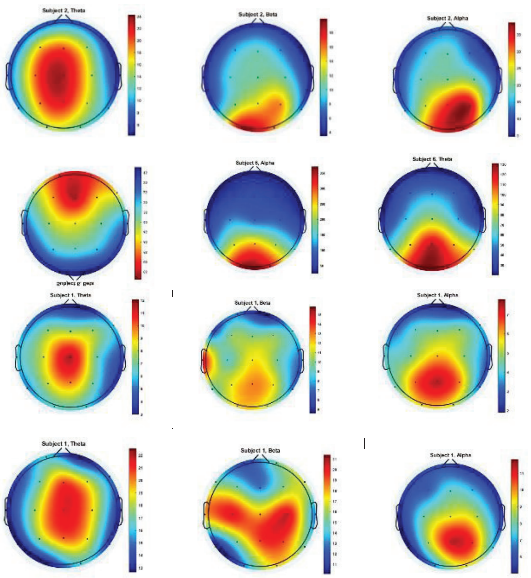
آنالیز داده‌های EEG: تجزیه و تحلیل با استفاده از جعبه ابزار اپن سورس EEGLAB toolbox [48] (Delorme and Makeig, 2004)، و توابع متلب سفارشی[49] صورت گرفته است (The Mathworks, Inc., Natick, MA, USA). پیش از پردازش دقیق سیگنال‌های EEG ابتدا نویزها و آرتفکت‌ها حذف می‌گردند. از آنجا که باند فرکانسی سیگنال‌های مغزی محدود است (دامنه‌ی انرژی این سیگنال در بازه‌ی فرکانسی بیش از ۳۰تا ۴۰ هرتز به شدت کاهش می‌یابد)، به منظور حذف نویزهای احتمالی، ابتدا از یک فیلتر میان‌گذر باتروث مرتبه‌ی شش با باند فرکانسی ۰/۵ تا ۴۵ هرتز استفاده شده است. هم‌چنین، نویز مرجع میانگین مشترک[50] نیز از سیگنال حذف شده است. برای حذف نویز مشترک از روی کانال‌های ثبت، مقدار میانگین تمام کانال‌ها محاسبه شده و از روی مقدار دامنه‌ی هر سیگنال کم شده است. علاوه بر موارد فوق، دریفت سیگنال از خط پایه نیز که غالباً در واسط الکترود- پوست و تحت تأثیر عواملی چون تغییر دما و بایاس در الکترودها و تقویت کننده‌ها ایجاد می‌شود، باید حذف شود. اثر این نویز روی سیگنال روی سیگنال در بلند مدت به صورت افزایش صعودی در دامنه است. برای حذف این نویز از الگوریتم detrend استفاده شده، به طوری که در ابتدا تابعی با تغییرات آهسته (مانند شیب خطی یا چند جمله‌ای با درجه‌ی پایین) به داده‌ی اصلی برازش شده و سپس از آن کم شده است.

در گام بعد، نویزها و آرتیفکت‌های فیزیولوژیک مانند پلک زدن، EMG، EOG و غیره حذف شدند. تداخل سایر سیگنال‌های فیزیولوژیک روی سیگنال EEG به علت هم‌پوشانی طیفی سیگنال‌ها چالش برانگیز است و امکان حذف آن‌ها با روش‌های ساده‌ای چون اعمال فیلترهای فرکانسی، میان‌گیری و کم کردن اثر ظاهری نویز، وجود ندارد. از روش آنالیز مولفه‌های مستقل برای شناسایی و استخراج مولفه‌های مستقل در سیگنال‌های چند کاناله استفاده می‌شود که به کمک آن می‌توان با شناسایی و حذف مولفه‌ی غیرمغزی، سیگنال‌ها را هرس کرد. جهت پیاده‌سازی این روش از الگوریتم FastICA/Infomax موجود در نرم‌افزار EEGLAB استفاده شده است (Delorme et al., 2012).

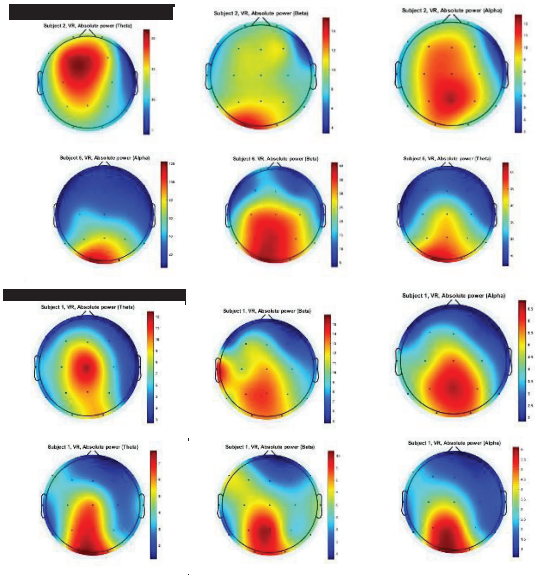
پس از انجام ICA، ۱۹ مولفه (برابر با تعداد کانال‌ها) ایجاد شده است. در این فرآیند مولفه‌هایی که منبع مستقل دارند شناسایی شده و آن‌هایی که منابع نورونی دارند تایید و حفظ می‌شوند. به این ترتیب مولفه‌های مربوط به حرکات چشم و منابع آرتیفکت‌های حرکتی و قلبی شناسایی شده و در فرآیند بازسازی سیگنال حذف شدند. هم‌چنین با رسم فعالیت سیگنال در طول زمان برای هر مولفه، منظم یا نامنظم بودن فعالیت داده‌ای پیوسته ارزیابی گردید. علاوه بر این، فعالیت مولفه‌های نورونی معمولاً در یک منطقه متمرکز بوده و دارای Hotspot است. با استفاده از این اصول، منابع غیرنورونی (غیرمغزی) توسط مرور بصری و آنالیز طیفی، شناسایی و حذف شده است. سپس فرآیند بازسازی سیگنال با مولفه‌های باقی‌مانده به روش معکوس ICA انجام شده است، سیگنال‌های EEG عاری از نویز و آرتیفکت به دست آمده و در گام بعد پردازش در آن‌ها صورت گرفته است. نتیجه‌ی پردازش داده‌های EEG هم به صورت عددی و لحظه‌ای بر هر کانال و هر باند فرکانسی مغز صورت گرفته است و هم به صورت نقشه مغزی ارائه گشته است. در تصویر زیر نمونه‌ای از نقشه‌های مغزی ارائه شده است.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

نقشه مغزی در حالت چشم باز



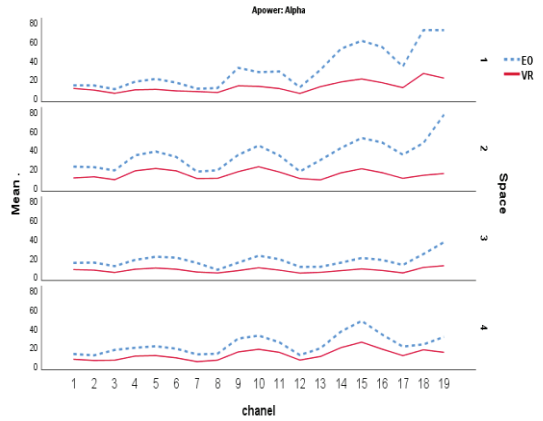
نقشه مغزی در حالت VR



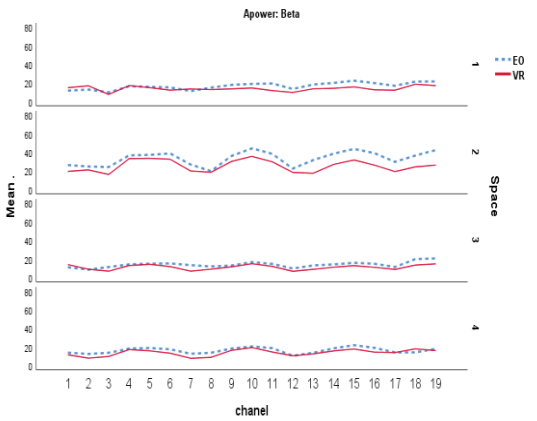
تصویر ۱۱- نمونه‌ای از نقشه مغزی حالت چشم باز و VR در سه حالت آلفا، بتا و تتا در دو فرد

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های EEG: پس از پردازش سیگنال‌های مغز در ۱۹ کانال مستقل، جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و بررسی معناداری پژوهش از دو روش آماری استنباطی آزمون Wilcoxon و Kruskal-Wallis H استفاده شده است. جهت تحلیل معناداری در هر چهار گروه فضای داخلی به صورت مستقل، میانگین سیگنال‌های هر کانال در حالت چشم باز و VR به صورت ماتریس ۶ در ۲ به دست آمده و برای هر سه باند آلفا، بتا، و تتا از روش Wilcoxon تکرار گردیده است.

نتایج آزمون Wilcoxon برای مقایسه میانگین EO وVR در سیگنال Alpha برای هر فضا در هر ۱۹ کانال نشان می‌دهد که کانال‌های ۹ تا ۱۷ در space1، کانال‌های ۳ تا ۱۹ در space2 و کانال‌های ۲، ۴ تا ۷، ۱۱ و ۱۳ تا ۱۶ در space4 تفاوت معناداری ($P < ۰.۰۵$) وجود داشته است. هم‌چنین مقایسه میانگین EO وVR در سیگنال Beta و Theta برای هر فضا نشان می‌دهد، که ۱۹ کانال تفاوت معناداری در هر چهار گروه نشان می‌دهد. سپس جهت بررسی معناداری داده‌ها در تمام ۴ گروه ماتریس میانگین حالت VR به صورت ماتریس ۲۴ در ۱۹ به دست آمده است و در سه حالت باند فرکانسی از روش Kruskal-Wallis H تحلیل گشته است، که نتایج آزمون معناداری پژوهش را اثبات می‌کند.

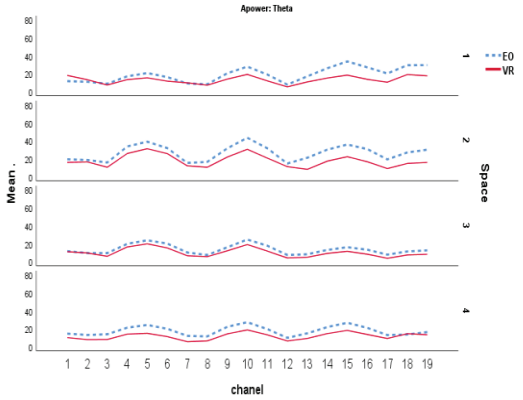


تصویر ۱۲- نمودار خطی مقایسه‌ای (Alpha) میانگین EO و VR، 19 کانال را در هر چهار SPACE

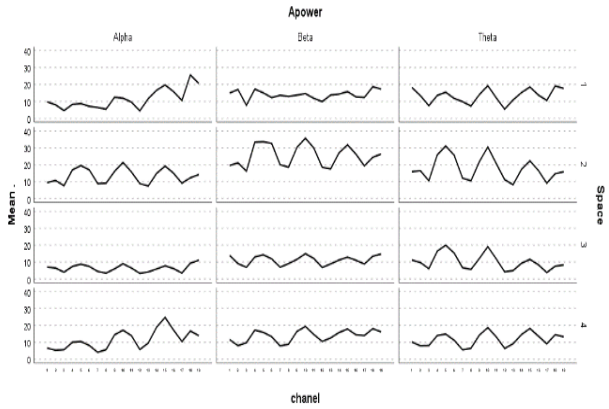


تصویر ۱۳- نمودار خطی مقایسه‌ای (Beta) میانگین EO و VR، 19 کانال را در هر چهار SPACE

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]



تصویر ۱۴- نمودار خطی مقایسه‌ای (Theta) میانگین EO و VR، 19 کانال را در هر چهار SPACE



تصویر ۱۵- نمودار خطی مقایسه‌ای میانگین VR (Alpha، Beta و Theta)، ۱۹ کانال را در هر چهار SPACE

یافته‌ها

پس از بررسی معناداری پژوهش و اطمینان از صحت داده‌ها، در این مرحله به بررسی تغییرات و فعالیت‌های مغزی پرداخته خواهد شد. جهت شناسایی هیجانات در مغز، ابتدا باید مکان‌یابی فعالیت‌های سیگنال‌های مغز صورت گیرد. در این راستا باید مشخص گردد که در کدام نواحی از مغز بیشترین تغییرات ثبت شده است. البته در هنگام ادراک نقاط مختلفی از مغز فعالیت دارند، که برخی با بینایی، جهت‌یابی و غیره مرتبط هستند. اما نقاطی که فعالیت بیشتری دارند، تغییرات بالاتری را در باندهای فرکانسی داشته و قابل تشخیص در این زمینه می‌باشند. در پژوهش حاضر جهت شناسایی نقاط فعال مغز از درصد تغییرات[۵۱] بهره گرفته شده است. فرآیند سنجش به این صورت می‌باشد، که تمامی توان‌های مطلق هر کانال در هر دو حالت چشم باز و VR به صورت میانگین گزارش می‌گردد (هر کانال تقریبا بهً ۱۴۰ بخش تقسیم شده که در هر ۲ ثانیه گزارش شده است). سپس میانگین کانال‌ها در هر گروه گزارش شده و بر اساس آن درصد تغییرات محاسبه گشته است. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات چشمگیری در حالت VR نسبت به چشم باز رخ داده است و در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- درصد تغییرات توان باندهای فرکانسی آلفا، بتا و تتا

Absolute power-Alpha						
	Space 1			Space 2		
Channel	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes
channel_1	13.00012833	9.773239249	25%	21.50219031	9.504020533	56%
channel_2	12.89425294	7.998136477	38%	20.91758609	10.73748107	49%
channel_3	8.936128736	4.593769516	49%	17.47371928	7.657848835	56%
channel_4	16.89825026	8.267121099	51%	33.45785141	17.02986509	49%
channel_5	19.84153326	8.72777165	56%	37.46849728	19.55210307	48%
channel_6	15.86866689	7.118041143	55%	31.66919613	16.98997443	46%
channel_7	9.494988918	6.40244447	33%	16.21801941	8.895113518	45%
channel_8	10.0784781	5.44750578	46%	17.67182612	9.135384644	48%
channel_9	31.52922567	12.4808935	60%	33.84545422	16.124831	52%
channel_10	26.97053019	11.92744016	56%	43.77239736	21.4057563	51%
channel_11	27.70363871	9.614373505	65%	33.32507769	15.80534368	53%
channel_12	10.92560391	4.428839742	59%	16.36291154	8.911624976	46%
channel_13	29.45373599	11.63603224	60%	28.48343698	7.488832558	74%
channel_14	51.76201693	16.61651664	68%	41.20729319	14.94952044	64%
channel_15	60.08883079	19.74347971	67%	51.76671394	19.27079088	63%
channel_16	53.46144136	15.79505573	70%	46.94521618	15.04112105	68%
channel_17	32.90811972	10.56553887	68%	34.13834095	9.142022255	73%
channel_18	71.40606344	25.59079558	64%	46.40679336	12.34546759	73%
channel_19	71.32873074	20.64099776	71%	76.40871358	14.20172769	81%

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

	Space 3			Space 4		
Channel	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes
channel_1	14.12069909	7.06254236	50%	12.22367485	6.659488267	46%
channel_2	14.49398446	6.463441954	55%	10.81868196	5.374220677	50%
channel_3	10.68973827	4.023959	62%	16.56944772	5.678425974	66%
channel_4	17.34080283	7.432317056	57%	18.81119514	10.06994711	46%
channel_5	20.67169698	8.749626578	58%	20.44323134	10.54761831	48%
channel_6	19.71185048	7.451529319	62%	17.8658065	8.175264511	54%
channel_7	14.0935061	4.46079774	68%	11.78473759	4.143794848	65%
channel_8	6.900618315	3.489979512	49%	12.56611661	5.759701624	54%
channel_9	14.38506715	5.981160337	58%	28.52877279	14.43448807	49%
channel_10	21.78661124	9.017372135	59%	31.69403418	17.22175985	46%
channel_11	18.0224994	6.491730332	64%	24.63334751	13.99716391	43%
channel_12	9.914129535	3.351087462	66%	11.08326336	5.782761694	48%
channel_13	10.02822336	4.163848361	58%	18.29748849	9.633395669	47%
channel_14	14.4150943	5.93372395	59%	36.03310323	19.02588124	47%
channel_15	19.34197934	7.828935206	60%	47.22768116	24.74463229	48%
channel_16	17.25443141	6.157065382	64%	32.71003342	17.32982311	47%
channel_17	11.97068969	3.525223591	71%	20.09620253	10.50440848	48%
channel_18	23.51729377	9.346304063	60%	22.38653394	16.71554323	25%
channel_19	36.00782526	11.10476133	69%	30.31442467	13.98350651	54%

Absolute power-Beta						
	Space 1			Space 2		
Channel	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes
channel_1	11.77820444	14.98785261	-27%	26.32763147	19.56832835	26%
channel_2	12.96426968	17.03799495	-31%	24.84298094	21.17670992	15%
channel_3	9.904973427	7.715950325	22%	24.26521063	16.26969416	33%
channel_4	16.48159162	17.25102464	-5%	36.80129202	33.34027342	9%
channel_5	15.88452013	15.07262574	5%	37.2972943	33.60130788	10%
channel_6	15.2891709	12.29138021	20%	38.91512458	32.63841236	16%
channel_7	11.30427412	13.6017065	-20%	26.98695517	20.04468072	26%
channel_8	15.05549566	12.95269323	14%	19.88142403	18.61333427	6%
channel_9	17.99387399	13.72094564	24%	36.15627305	30.28343602	16%
channel_10	19.00057983	14.63782268	23%	44.30141306	35.74178762	19%
channel_11	19.44472289	11.82340309	39%	38.39996529	29.90052739	22%
channel_12	13.6261185	9.888408995	27%	22.61274147	18.5075886	18%
channel_13	18.38255636	13.76000229	25%	31.69519178	17.60523692	44%
channel_14	20.10355544	14.30906048	29%	38.60496362	27.10376492	30%
channel_15	22.50698996	15.82345379	30%	43.75602897	31.80652093	27%
channel_16	19.94684696	12.6921651	36%	39.14859152	26.3011411	33%
channel_17	16.98784192	12.33360513	27%	29.8318762	19.35527317	35%
channel_18	21.54837863	18.66663069	13%	36.62027454	24.44795318	33%
channel_19	21.70275609	17.23692205	21%	42.49683491	26.38173863	38%
	Space 3			Space 4		
Channel	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes
channel_1	11.14096832	13.99414988	-26%	13.89083934	11.64233528	16%
channel_2	8.622790019	9.060276313	-5%	12.56424522	8.061006533	36%
channel_3	11.44152466	6.923049304	39%	13.82891901	9.846185032	29%
channel_4	14.22700183	13.00591102	9%	18.35766776	17.27298966	6%
channel_5	14.97487068	14.30052754	5%	18.97296588	15.92107438	16%

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

	Space 3			Space 4		
Channel	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes
channel_6	15.28891659	11.85679516	22%	17.59103966	13.3553193	24%
channel_7	13.42441765	6.9770604	48%	12.75798631	7.911123065	38%
channel_8	12.0078334	9.101120342	24%	13.80344661	8.94131539	35%
channel_9	12.96259816	11.61078616	10%	18.40735332	16.47099662	11%
channel_10	16.70263481	14.95719398	10%	20.59197521	19.3921788	6%
channel_11	14.74961599	12.09101126	18%	18.78917662	14.64536445	22%
channel_12	9.849223852	6.834236876	31%	10.61604897	10.54743727	1%
channel_13	13.08706276	8.919168695	32%	13.74508588	12.62121009	8%
channel_14	14.23145914	11.21128054	21%	18.59749715	15.8377258	15%
channel_15	15.94480785	12.86577001	19%	21.99062061	17.8857801	19%
channel_16	14.89875476	11.07821554	26%	19.13149595	14.47672465	24%
channel_17	11.44131962	8.839229293	23%	14.2642018	14.07775636	1%
channel_18	19.88863643	13.46238739	32%	14.19252586	18.06367439	-27%
channel_19	20.64512444	14.76343598	28%	18.16289759	16.17738504	11%

Absolute power-Theta						
	Space 1			Space 2		
Channel	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes
channel_1	11.77644833	18.17679456	-54%	19.44379429	15.99784781	18%
channel_2	11.06241743	13.3686719	-21%	18.588871	16.48900318	11%
channel_3	8.869065046	7.456394466	16%	15.83861391	10.56666149	33%
channel_4	17.21387545	13.52000038	21%	33.68044392	25.8643273	23%
channel_5	20.78658843	15.44518687	26%	38.95670493	31.11913869	20%
channel_6	16.3001132	11.7836884	28%	31.8060023	25.70881217	19%
channel_7	9.180542548	9.87196403	-8%	15.42127673	12.13477531	21%
channel_8	8.27159524	7.285956688	12%	16.47938271	10.56365125	36%
channel_9	20.54550378	14.05174161	32%	31.54579512	21.87471394	31%
channel_10	27.91133054	19.30908486	31%	43.3363959	30.53298992	30%
channel_11	19.16417837	12.11955849	37%	31.65479787	20.75045747	34%
channel_12	7.921499252	5.439053536	31%	14.73406355	11.23863281	24%
channel_13	17.15547621	10.8831984	37%	21.12044831	8.242774617	61%
channel_14	26.12665923	15.23863765	42%	30.14301443	17.34535082	42%
channel_15	33.69904272	18.49463434	45%	35.83851767	22.30902996	38%
channel_16	27.05963254	13.76538921	49%	30.74695524	16.6632604	46%
channel_17	20.32969892	10.59457792	48%	19.28523906	9.124661473	53%
channel_18	29.46484407	19.14057601	35%	26.99470313	14.79070472	45%
channel_19	29.56226428	17.65910264	40%	30.08249426	15.9003908	47%
	Space 3			Space 4		
Channel	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes
channel_1	11.85538586	11.15931283	6%	14.57997545	10.17436297	30%
channel_2	9.686531544	9.732575448	0%	13.09023933	7.964834704	39%
channel_3	9.599086761	6.074246223	37%	13.90862598	8.096547522	42%
channel_4	19.99978924	16.4628708	18%	21.27186426	14.04272212	34%
channel_5	23.83886003	19.93707119	16%	24.25979376	14.89994828	39%
channel_6	20.25404167	15.3278684	24%	19.97376466	11.29140189	43%
channel_7	10.26449442	6.678492018	35%	12.09540304	5.647523626	53%
channel_8	7.553195477	5.68206467	25%	11.52311186	6.527015571	43%
channel_9	16.06711547	12.16937165	24%	22.19482148	14.32890129	35%
channel_10	24.66739337	19.11446052	23%	27.27620983	18.71882742	31%

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

	Space 3			Space 4		
Channel	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes	Average Eyes open	Average VR	Percentage changes
channel_11	17.83913167	11.8806962	33%	19.65358806	13.27319211	32%
channel_12	7.569965124	4.226112916	44%	9.940828482	6.44383927	35%
channel_13	8.331701914	5.000028632	40%	14.96366719	9.228172042	38%
channel_14	13.17740726	9.299497026	29%	21.90627424	14.61462442	33%
channel_15	16.19492563	11.59840479	28%	26.63896616	18.20044154	32%
channel_16	13.3918759	8.393023373	37%	21.04500421	13.67919036	35%
channel_17	7.913839261	3.829512855	52%	13.00381728	9.182009813	29%
channel_18	11.47784901	7.581647484	34%	13.62906202	14.548744	-7%
channel_19	12.67679516	8.32938281	34%	16.35549863	13.31000335	19%

الکترودهای ۱۹ کانال در موقعیت‌های مشخص طبق سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ منطبق بر نقاط FP1, F3, F7, C3, T3, P3, T5, O1, A1, Cz, FP2, F4, F8, C4, T4, P4, T6, O2, A2 و به صورت کاملاً متقارن می‌باشند و نسبت به مرجع ثابت یعنی A1 و A2 که دو قطب خنثی بوده‌اند ثبت گشته و نتایج بر اساس دو قطبی‌های زیر می‌باشد.

جدول ۳- موقعیت ۱۹ الکترود فعال

نیمکره چپ، متصل به گوش چپ	قطعه پیشانی	FP1-A1, F3-A1, F7-A1
	قطعه مرکزی	C3-A1
	قطعه گیجگاهی	T3-A1, T5-A1
	قطعه آهیانه	P3-A1
	خط میانی قطعه آهیانه	Cz-A1
	قطعه پس‌سری	O1-A1
نیمکره راست، متصل به گوش راست	قطعه پیشانی	FP2-A2, F4-A2, F8-A2
	قطعه مرکزی	C4-A1
	قطعه گیجگاهی	T4-A2 T6-A2
	قطعه آهیانه	P4-A2
	خط میانی قطعه آهیانه	Cz-A2
	قطعه پس‌سری	O2-A2

بر اساس تحلیل داده‌ها، در آزمایش Spac1 بیشترین فعالیت در قشر میانی جلوی مغز (PFC) مغز صورت گرفته است. قابل ذکر است که در قسمت‌های دیگر نیز فعالیت ثبت گشته است، اما بیشترین فعالیت با بالاترین درصد تغییرات در قسمت نام برده می‌باشد. در Space3 بیشترین فعالیت در خط میانی قطعه آهیانه (ACC) صورت گرفته است. (ACC) مدولاسیون‌های باند تتا حدود ۵۲٪ و در باند آلفا ۷۱٪ درصد تغییرات در بازه‌ی زمانی حدود ۵ دقیقه ثبت گشته است. میزان تغییرات حدودی در باند تتا ۴ و در باند آلفا ۸ هرتز بوده است. در Space2 بیشترین فعالیت در قسمت گیجگاهی و در Space4 در قسمت آهیانه ثبت شده است. در تصویر زیر نقشه مغزی تغییرات میانگین در هر فضا مشخص شده است.

بحث در یافته‌ها: پژوهش حاضر، تأثیر فضای داخلی مسکونی را بر فعالیت‌های مغزی و ایجاد احساسات هیجانی بررسی نموده است، و بر اساس آپارتمان‌های موجود در چهار دهه‌ی اخیر تنظیم گشته است. از آن‌جایی که آسایش محیطی بر تجربه‌ی هیجانی کاربران منطبق است، پژوهش به بررسی هیجانات و احساسات به کالبد فضای داخلی معماری پرداخته است. به دلیل محدودیت‌های آزمایشگاهی و دستگاه‌های ثبت سیگنال‌های مغز، جهت نزدیک بودن فضای معماری به واقعیت از عینک VR استفاده شده است. هم‌چنین جهت ثبت سیگنال‌های مغزی از دستگاه EEG که از ابزارهای علوم اعصاب می‌باشد، استفاده گردید. پژوهش حاضر نشان می‌دهد، معماری عصب‌محور پلی میان روانشناسی محیط و معماری می‌باشد، که قادر است، با کمی نمودن داده‌ها روشن‌ترین و شفاف‌ترین پاسخ را بدهد. معماری عصب‌محور رابطه بین تجربه حسی در محیط ساخته شده، به عنوان یک ورودی، و درک ما از فضاهای معماری به عنوان یک خروجی را تحلیل می‌کند (Papale et al., 2016). این گرایش با نقشه‌برداری عملکردی مناطق مختلف مغز تأثیر معماری را به وضوح بر مغز نمایش می‌دهد (Eberhard, 2009;

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

Goldhagen, 2017). پذیرش این مطالعه میان رشته‌ای به معماران کمک می‌کند تا به سمت آینده‌ای روشن سوق پیدا کنند، جایی که سلامت و شادی انسان در راس قرار دارد (Azzazy et al., 2020). در پژوهش حاضر با بهره‌گیری از معماری عصب‌محور تأثیر برخی از فضاهای داخلی معماری بر مغز مطالعه گردید.

طبق نتایج پردازش داده‌های سیگنال‌های مغزی، Space1 که دارای فرم منحنی طاق، و مصالح غالب آجر بوده است، قشر جلوی مغز را تحریک کرده است و بیشترین فعالیت‌ها و تغییرات در این ناحیه ثبت شده است. هیجان بر سیستم‌های مغزی متعددی از ساقه مغز تا قشر جلوی مغز (PFC) تأثیر می‌گذارد و هم‌چنین تحت تأثیر این قسمت‌های مغز می‌باشد (Barbas, 2000; Bechara & Damasio, 2005; Cunningham & Zelazo, 2007; Davidson, 2004; Dixon & Christoff, 2014; Haber & Behrens, 2014; Lane et al., 2015; McDannald et al., 2012; Ochsner & Gross, 2005; Rolls, 2004; Rudebeck & Murray, 2014). با این وجود، PFC سهم مهمی در سازماندهی پاسخ‌های هیجانی و در نهایت رفتار دارد (Drevets, Savitz, & Trimble, 2008; Farb et al., 2010). به نوعی هیجان مشخص می‌کند "آیا چیزی برای من خوب است یا بد" (Barrett et al., 2007; Brosch & Sander, 2013; Cunningham & Zelazo, 2007).

قابل بیان است، که ارزیابی یا مرتبط با مفهوم "ارزش‌گذاری" یک اصل یکپارچه عملکرد PFC می‌باشد (Gross, 2015; Ochsner & Gross, 2014; Rangel, Camerer, & Montague, 2008). بنابراین برانگیختگی هیجان در PFC مرتبط با ارزیابی می‌باشد. موضوع قابل توجه در رابطه با هیجان، خوشایندی و برانگیختگی آن می‌باشد (Russell, 2003; Roseman and Smith, 2001). دلپذیری، ظرفیت لذت‌بخش یک هیجان و برانگیختن علائم بدنی آن می‌باشد (Scherer, 2005). طبق ارتباط هیجان و خوشایندی، نتایج نشان می‌دهد که فرم منحنی حتی اگر به صورت فرم‌هایی به جز طاق در فضای داخلی مسکونی استفاده گردد، تأثیر مثبتی در خوشایندی و هیجان خواهد داشت. علاوه بر این مصالح به کار رفته در فضای داخلی را نیز نمی‌توان نادیده انگاشت، و این نتیجه تأثیر همزمان فرم منحنی طاق و مصالح آجر در فضای داخلی می‌باشد.

هم‌چنین همه‌ی حالات عاطفی از این دو بعد ناشی می‌شوند و ناشی از تجربه کاربر می‌باشد (Desmet and Hekkert, 2007). بنابراین در نظر گرفتن موضوع هیجان و خوشایندی و برانگیختگی در طراحی بسیار مهم است، زیرا هیجانات می‌توانند منجر به پیامدهای رفتاری متفاوتی شوند (Frijda, 1986; Laros et al., 2005). در این زمینه طراحان با این علم می‌توانند محصولاتی را تولید کنند که القا کننده آرامش باشد و در طول تعامل انسان با آن، احساس خوبی داشته باشد (Desmet, 2012; Ortiz Nicolas, 2014). از همین‌رو در نظر گرفتن تأثیر معماری بر هیجان نیز جزء ابعاد مهم زندگی بشر می‌باشد، که می‌تواند پاسخگوی آرامش و احساس خوشایندی در فضای زندگی وی باشد.

مقایسه‌ی بین چهار فضای داخلی معماری نشان داد که Space 3 که با مصالح چوب و هندسه راست‌گوشه طراحی شده بود، بیشترین فعالیت را در بخش ACC ثبت کرده است. قشر سینگولیت قدامی (ACC) نقش موثری در فرآیندهای شناختی اساسی دارد (Holroyd and McClure, 2015, Holroyd and Yeung, 2012, Rushworth et al., 2012, Kolling et al., 2016). ACC در تجربیات احساسی نقش موثری دارد (Bush et al., 2000; Etkin et al., 2011)، هم‌چنین در تجربه زیبایی‌شناختی و مباحث هنری موثر است (Kawabata and Zeki, 2004; Vartanian and Goel, 2004; Jacobsen et al., 2006; de Tommaso et al., 2008).

تجربیات زیبایی‌شناختی به هنر و معماری در ناحیه ACC دیده می‌شود (Chatterjee and Vartanian, 2014). از آن‌جایی که ACC با تجربیات زیبایی‌شناختی مرتبط است، بیانگر القای حس زیبایی‌شناسی فضای داخلی معماری می‌باشد. مطالعاتی تأثیر فرم منحنی بر ACC را نیز نشان داده‌اند (Vartanian et al., 2013)، اما بر روی فرم به صورت مجزا تمرکز کرده‌اند و آن را در فضای معماری با مصالح و رنگ ندیده‌اند. این موضوع نشان می‌دهد که به کارگیری مصالح چوب در فضای داخلی حتی با هندسه راست گوشه، در تجربه کاربر زیبا تلقی می‌شود. هم‌چنین مصالح چوب در فضای داخلی باعث کاهش استرس (Burnard & Kutnar, 2015)، اثرات ترمیمی مثبت (Fell, 2010; Nyrud & Bringlimark, 2010)، کاهش خستگی (Zhang, Lian & Wu, 2017) بوده است. از همین‌رو تأثیرات مثبت و لذت طراحی فضای داخلی با مصالح چوب را نمی‌توان نادیده گرفت، و با بهره‌گیری از آن فضای داخلی معماری مسکونی ارتقاء خواهد یافت.

نتایج آزمایشات Space3 و Space4 تأثیری بر هیجانات را ثبت نکرده‌اند. علاوه بر موارد گزارش شده، فعالیت‌هایی در لوب اکسپیتال نیز ثبت شده است، که این موضوع بیانگر ادراک فضایی با کورتکس بینایی می‌باشد (Welchman et al., 2005). با این‌که ارتباطی با هیجان ندارد، اما ادراک فضایی با وجود عینک VR را ثابت می‌کند. و نشان می‌دهد که واقعیت مجازی می‌تواند آن‌قدر به واقعیت نزدیک باشد، که ادراک فضا به طور کامل صورت بگیرد.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

نتیجه‌گیری

موضوع سلامت روان در تمامی رشته‌ها جزء مهم‌ترین دغدغه‌ها می‌باشد. معماری نیز به عنوان فراگیرترین مسئله زندگی بشری، از این قاعده مستثنی نمی‌باشد، و تأثیرات زیادی بر انسان و سلامت روان آن می‌گذارد. یکی از پارامترهای سلامت روان هیجان می‌باشد، که معماری به عنوان محیطی که انسان را در برمی‌گیرد، بر آن تأثیر می‌گذارد. بنابراین یکی از راه‌های رسین به سلامت روان در فضای معماری سنجش کنترل هیجان می‌باشد. این مبحث در فضای داخلی مسکونی به دلیل بهره‌برداری بیشتر از آن در طول زمان، اهمیت فراوانی پیدا می‌کند. یکی از مسیرهای سنجش هیجان، بهره‌گیری از علم اعصاب می‌باشد. اخیراً معماری با پیوند علوم اعصاب، پارادایم نوینی به نام معماری عصب‌محور را شکل داده است که توانایی شفاف‌سازی نحوه تأثیر محیط ساخته شده بر مغز انسان را دارد. با پیشرفت این گرایش نوین در معماری، می‌توان آینده معماری را به سمت آسایش محیطی و سلامت انسان برد.

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از معماری عصب‌محور و ابزارهای علوم اعصاب هم‌چون EEG به ثبت فعالیت‌های مغزی انسان در حین حضور در فضای داخلی معماری با VR پرداخت. مولفه‌های کالبدی متعددی بر هیجان تأثیر می‌گذارند، اما برخی از آن‌ها در کنترل و طراحی معماری نمی‌گنجد و یا محدودیت‌هایی برای آن تعیین شده است. لذا سه مولفه‌ی اصلی فرم، رنگ و مصالح در طراحی داخلی گسترده بوده و معماران می‌توانند با بهره‌گیری مناسب از این سه مولفه گامی جهت سلامت روان انسان بردارند. از سویی دیگر، موضوع قابل بحث این می‌باشد، که مولفه‌های فضای معماری قابل تفکیک نیستند، و درک مناسب فضا زمانی رخ می‌دهد که تمامی مولفه‌ها حضور داشته باشند. در این صورت است که می‌توان قابل اعتمادترین پاسخ را به تأثیر فضای داخلی داد. از همین‌رو چهار نمونه حاضر نزدیک به واقعیت و با در نظر گرفتن اصلی‌ترین مولفه‌های کالبدی صورت گرفت.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فضای داخلی معماری با فرم‌های غالب منحنی مانند طاق، و مصالح آجر و رنگ خالص آن، بیشترین تأثیر را بر هیجان و برانگیختگی خوشایندی داشته است. این موضوع در طولانی مدت می‌تواند باعث ایجاد آرامش و دستیابی به سلامت روان گردد. علاوه بر این، از آن‌جایی که موضوع زیبایی‌شناسی همواره مورد توجه معماران بوده است، نتایج این پژوهش نشان داده است ،که فضای داخلی با مصالح چوب و حتی فرم‌های راست‌گوشه از منظر کاربر زیبا تجربه می‌شود. با این حال، مطالعه‌ی حاضر گامی کوچک در فضای بزرگ معماری عصب‌محور و سلامت روان برداشته است، و امید است مسیری جهت مطالعات آینده باشد، و معماری نیز از دنیای علم غافل نباشد و بتواند خود را با آن همسو نماید.

پی‌نوشت‌ها

1. Emotion
2. Perception
3. Preferences
4. Behavior
5. brain reactions
6. human environmental behavior
7. human-environment relationship
8. cognitively
9. emotionally
10. neural system
11. imply the multi-sensory
12. motivational phenomena
13. neuro-physiological
14. expressive
15. experiential
16. Indoor environmental quality
17. subjective experience of the environment
18. emotional sensibility
19. Architectural Affordances
20. contemplation-inducing buildings
21. Circumplex model
22. Circumplex model
23. Positive Affect and Negative Affect Schedule (PANAS) model
24. Plutchik model
25. PAD emotional state model
26. James-Lange
27. Cannon-Bard
28. Schachter-Singer
29. Facial feedback hypothesis
30. Lanzetta, Cartwright-Smith & Eleck
31. Cognitive Appraisal Theory
32. Lazarus
33. Sthapatya Veda
34. Maharishi Vedic architecture
35. Roger G. Barker
36. peripheral nervous system activation
37. anterior cingulate cortex
38. anterior mid cingulate cortex
39. parahippocampal place area
40. lateral occipital complex
41. Rrichard Caton
42. Hans Berger
43. Posterior
44. Occipital
45. Central
46. Posterior
47. evidence-based design
48. Impedance
49. open source
50. custom MATLAB functions
51. Percentage
52. changes

منابع

– Alcañiz, M., Baños, R., Botella, C., Rey, B. (2003). The EMMA Project: Emotions as a Determinant of Presence. PsychNology J, 1, 141–150.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

- Angelidakis, A. (2010). *Cognitive architecture: From bio-politics to noo-politics; Architecture & mind in the age of communication and information*. 010 Publishers.
- ANFA. History of ANFA. 2003. Accessed 7/2018. http://anfarch.org/about- 2/history/.
- Azzazy, S., Ghaffarianhoseini, A., GhaffarianHoseini, A., Naismith, N., and Doborjeh, Z. (2021). A critical review on the impact of built environment on users' measured brain activity. *Archit. Sci. Rev*. 64, 319–335.
- Bacevice, PA, Ducao A. (2020). Use of biometric data and EEG to assess architectural quality of two office spaces: a pilot experiment. *Intelligent Buildings International*, 1–22.
- Banaei, M., Hatami, J., Yazdanfar, A., Gramann, K. (2017). Walking through architectural spaces: the impact of interior forms on human brain dynamics. *Front. Hum. Neurosci*. 11, 477.
- Banaei,M, Ahmadi, A, Gramann, K, Hatami, J. (2019). Emotional Evaluation of Architectural Interior Forms Based on Personality Differences Using Virtual Reality. *Frontiers of Architectural Research*, no. xxxx.
- Baños, R.M., Botella, C., Alcañiz, M., Liaño, V., Guerrero, B., Rey, B. (2004). Immersion and Emotion: Their Impact on the Sense of Presence. *CyberPsychol. Behav*, 7, 734–741.
- Barbas, H. (2000). Connections underlying the synthesis of cognition, memory, and emotion in primate prefrontal cortices. *Brain Research Bulletin*, 52, 319–330.
- Barrett, L.F., Bliss-Moreau, E., Duncan, S.L., Rauch, S.L., Wright, C.I. (2007). The amygdala and the experience of affect. *Soc. Cognit. Affect Neurosci*, 2, 73-83.
- Barker, R. G., Wright, H. F. (1954). *Midwest and Its Children: The Psychological Ecology of an American Town*. Oxford, England: Row, Peterson
- Barker, R .G., Gump, P. V. (1964). *Big School, Small School: High School Size and Student Behavior*. Redwood City, California, USA: Stanford University Press.
- Bar, M., Neta, M. (2006). Humans prefer curved visual objects. *Psychol. Sci*. 17, 645–648.
- Barrett, L. F., Mesquita, B., Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2007). The experience of emotion. *Annual Review of Psychology*, 58, 373–403.
- Barrett, L. F. (2017). How Emotions are Made: The Secret Life of the Brain. *Houghton Mifflin Harcourt*. 161–162.
- Bechara, A., Damasio, A. R. (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*, 52, 336–372.
- Bermudez, J., Krizaj, D., Lipschitz, D.L., Bueler, C.E., Rogowska, J., Yurgelun-Todd, D., Nakamura, Y. (2017). Externally- induced meditative states: an exploratory fMRI study of architects' responses to contemplative architecture. *Front. Archit. Res*. 6, 123-136.
- Bell, P. A. (2001). *Environmental Psychology*. San Diego , California, USA: Harcourt College Publishers.
- Bluyssen, P. M. (2010). Towards New Methods and Ways to Create Healthy and Comfortable Buildings. *Building and Environment*, 45 (4): 808–818.
- Bonnet, L., Comte, A., Tatu1, L., Millot, J.L., Moulin, T., de Bustos, E.M. (2015). The role of the amygdala in the perception of positive emotions: an "intensity detector". Front. *Behav. Neurosci*. 9, 1-12.
- Bonnes, M., and G. Secchiaroli. (1995). *Environmental Psychology: A Psycho- Social Introduction*. New York, USA: SAGE Publications.
- Bradley, M.M., Lang, P.J. (2002). Measuring emotion: behavior, feeling, and physiology. In: Lane, R.D., Nadel, L. (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*. Oxford University Press, New York, 242-276.
- Brosch, T., Scherer, K.R., Grandjean, D., Sander, D. (2013). The impact of emotion on perception, attention, memory, and decision- making. *Swiss Med. Wkly*. 143, 1-10 w13786.
- Brosch, T., Sander, D. (2013). Comment: The appraising brain: Towards a neuro-cognitive model of appraisal processes in emotion. *Emotion Review*, 5, 163–168.
- Bonshek, A. J. (2001). *Mirror of Consciousness: Art, Creativity, and Veda*. Delhi, India: Motilal Banarsidass Publishers.
- Bronzino, J. D. (1995). *Principles of electroencephalography*. The biomedical engineering handbook,1.
- Burnard, M. D., Kutnar, A. (2015). Wood and human stress in the built indoor environment: a review. *Wood Science and Technology*, 49(5), 969–986.
- Bush, G., Luu, P., and Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends Cogn. Sci*. 4, 215–222. 2

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

- Cacioppo, J.T., Berntson, G.G., Larsen, J.T., Poehlmann, K.M., Ito, T.A. (2001). *The psychophysiology of emotion. In: Lewis, M., Haviland-Jones, J.M. (Eds.), Handbook of Emotions (2nd)*. The Guilford Press, New York, pp. 173-191.
- Cannon, W. (1927). The James-Lange Theory of Emotions: A Critical Examination and an Alternative Theory. *The American Journal of Psychology*, 39 (1/4), 106–124.
- Chamilothori, K., Chinazzo, G., Rodrigues, J., Dan-Glauser, E., Wienold, J., Andersen, M. (2019). Subjective and physiological responses to façade and sunlight pattern geometry in virtual reality. *Build. Environ*, 150, 144–155.
- Chatterjee, A., Vartanian, O. (2014). Neuroaesthetics. *Trends Cogn. Sci*. 18, 370–375.
- Chiamulera, C., Elisa, F., Giulia, B., Stefano, F., Francesco, T., Bogdan, M., Thomas, Z., Sandra, B. (2017). Virtual Reality for Neuroarchitecture: Cue Reactivity in Built Spaces. *Frontiers in Psychology,* 8 (FEB): 1–5.
- Choo, H., Nasar, J. L., Nikrahei, B., and Walther, D. B. (2017). Neural codes of seeing architectural styles. *Sci. Rep*, 7:40201.
- Cichy, R. M., Chen, Y., and Haynes, J.-D. (2011). Encoding the identity and location of objects in human LOC. *Neuroimage*, 54, 2297–2307.
- Cipresso, P., Chicchi, I.A., Alcañiz, M., Riva, G. (2018). The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A network and cluster analysis of the literature. *Front. Psychol*, 9, 2086.
- Coburn, A., Vartanian, O., and Chatterjee, A. (2017). Buildings, beauty, and the brain: a neuroscience of architectural experience. J. *Cogn. Neurosci*. 29, 1521–1531.
- Cohen, J.B., Areni, C.S. (1991). *Affect and consumer behavior. In: Robertson, T.S., Kassarjian, H.H. (Eds.), Handbook of Consumer Theory and Research*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp. 188-240.
- Costa, V.D., Lang, P.J., Sabatinelli, D., Versace, F., Bradley, M.M. (2010). Emotional imagery: assessing pleasure and arousal in the brain's reward circuitry. *Hum. Brain Mapp*. 31, 1446-1457.
- Cunningham, W. A., Zelazo, P. D. (2007). Attitudes and evaluations: A social cognitive neuroscience perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 97–104.
- Davidson, R. J. (2004). What does the prefrontal cortex "do" in affect: Perspectives on frontal EEG asymmetry research. *Biological Psychology*, 67, 219–234.
- Delorme, A., Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J. Neurosci. Methods*, 134, 9–21. doi: 10.1016/j.jneumeth.2003.10.009
- Delorme, A., Palmer, J., Oostenveld, R., Onton, J., Makeig, S. (2012). *Independent EEG conponents are dipolar*, Plos one.
- de Tommaso, M., Sardaro, M., and Livrea, P. (2008). Aesthetic value of paintings affects pain thresholds. *Conscious. Cogn*. 17, 1152–1162.
- Desmet, P. M.A. Hekkert, P. (2007). Framework of product experience. *International Journal of Design*, 1(1), 57-66.
- Desmet, P. M. A. (2012). Faces of product pleasure: 25 positive emotions in human-product interactions. *International Journal of Design*, 6(2), 1-29
- Diener, E., andM. Y. Chan. (2011). Happy People Live Longer: Subjective Well- Being Contributes to Health and Longevity. *Applied Psychology: Health and Well-Being* 3 (1): 1–43.
- Dixon, M. L., & Christoff, K. (2014). The lateral prefrontal cortex and complex value-based learning and decision making. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 45, 9–18.
- Djebbara, Z., Fich, L. B., Petrini, L., Gramann, K. (2019). Sensorimotor brain dynamics reflect architectural affordances. PNAS *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*,116(29): 14769–14778.
- Diemer, J., Alpers, G.W., Peperkorn, H.M., Shiban, Y., Mühlberger, A. (2015). The impact of perception and presence on emotional reactions: A review of research in virtual reality. *Front. Psychol*, 6, 1–9.
- Djebbara, Z., Fich, L. B., Petrini, L., & Gramann, K. (2019). Sensorimotor brain dynamics reflect architectural affordances. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(29), 14769–14778.
- Dormann, C. (2003). *Affective Experiences in the Home: Measuring Emotion, Home Oriented Infornatics and Telematics*. HOIT, Irvine, California.
- Dougherty, B. O., and Arbib, M. A. (2013). The evolution of neuroscience for architecture: introducing the special issue. *Intell. Build. Int*. 5, 4–9.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

- Drevets, W. C., Savitz, J., Trimble, M. (2008). The subgenual anterior cingulate cortex in mood disorders. *CNS Spectrums*, 13, 663–681.
- Eagleman, D. (2015). The Brain: The Story of You. New York, NY: Pantheon. Edelstein, E. A. (2008). *Building health*. HERD 1, 54–59.
- Eberhard, J. P., Gage, F. H. (2003). An Architect and a Neuroscientist Discuss How Neuroscience Can Influence Architectural Design. *Neuroscience Quarterly*, 9:6-7.
- Eberhard, J. P. (2009a). Applying Neuroscience to Architecture. *Neuron* 62 (6): 753–756.
- Eberhard, J. P. (2009b). *Brain Landscape: The Coexistence of Neuroscience and Architecture*. Oxford: Oxford University Press.
- Edelstein, E. A. (2008). Building health. *HERD* 1, 54–59.
- Edelstein, E. A., Macagno, E. (2012). 'Form follows function: bridging neuroscience and architecture,' in Sustainable Environmental Design in Architecture: Impacts on Health, eds S. T. *Rassia and P. M. Pardalos (New York, NY: Springer)*, 27–42.
- Ellard, C. (2015). *Places of the Heart: The Psychogeography of Everyday Life*. La Vergne, United states: Bellevue Literary Press.
- Erkan, I. (2018). Examining wayfinding behaviours in architectural spaces using brain imaging with electroencephalography (EEG). *Architect. Sci. Rev*, 61, 410-428.
- Etkin, A., Egner, T., and Kalisch, R. (2011). Emotional processing in anterior cingulate and medial prefrontal cortex. *Trends Cogn. Sci*, 15, 85–93. =
- Eun Cho, M., Kim, M.J. (2017). Measurement of user emotion and experience in interaction with space. *J. Asian Architect. Build Eng*, 16, 99-106.
- Evans, G. W., McCoy, J. M. (1998). When buildings don't work: The role of architecture in human health. *Journal of Environmental Psychology*, 18(1), 85–94.
- Ezzat Ahmed, D., Kamel, S. (2021). Exploring the contribution of neuroarchitecture in learning environments design "a review". *Int. J. Archit. Eng. Urban Res*. 4, 102–119.
- Farb, N. A., Anderson, A. K., Mayberg, H., Bean, J., McKeon, D., & Segal, Z. V. (2010). Minding one's emotions: Mindfulness training alters the neural expression of sadness. *Emotion*, 10, 25–33.
- Fell, D. (2010) Wood in the human environment: restorative properties of wood in the built indoor environment. PhD Dissertation, *University of British Columbia*, Vancouver, BC, Canada
- Felnhofer, A., Kothgassner, O.D., Schmidt, M., Heinzle, A.K., Beutl, L., Hlavacs, H., Kryspin-Exner, I. (2015). Is virtual reality emotionally arousing? Investigating five emotion inducing virtual park scenarios. *Int. J. Hum. Comput. Stud*, 82, 48–56.
- Ferguson, K. T., Evans, G. W. (2018). *The built environment and mental health reference Module in earth Systems and environmental sciences*. Elsevier.
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fruzzetti, A. E., Erikson, K. R. (2010). *Mindfulness and acceptance interventions in Cognitive –behavioral therapy*. Handbook of cognitive-behavioral therapies.
- Ghaffarianhoseini, A., H. AlWaer, H. Omrany, A. Ghaffarianhoseini, C. Alalouch, D. Clements-Croome, and J. Tookey. (2018). Sick Building Syndrome: Are We Doing Enough? *Architectural Science Review*, 61 (3): 99–121.
- Gifford, R. (2007). *Environmental Psychology: Principles and Practice*, fourth ed. Optimal Books, WA (Colville).
- Gongora, M., Teixeira, S., Martins, L., Marinho, V., Velasques, B., Moraes, L., Nicoliche, E., Bastos, V.H., Nunes, M.K., Cartier, C., Nascimento, V., Vicente, R., Di Giorgio Silva, L.W., de Carvalho, M.R., Di Giacomo, J., Junqueira, J., Santos, F., Cagy, M., de Oliveira, T., Gupta, D.S., Ribeiro, P. (2019). Neurobiological evidences, functional and emotional aspects associated with the amygdala: from "what is it?" To "what's to be done?". *Neuropsychiatry,* 9, 2379-2396.
- Goldhagen, S. W. (2017). *Welcome to Your World: How the Built Environment Shapes Our Lives*. New York: HarperCollins.
- Golman, D. (2002). *Primal Leadership: Realizing the power of Emotional Intelligence, Boston*. MA: Harward Business School Publishing.
- Gross, J. J. (2015). Emotion regulation: Current status and future prospects. *Psychological Inquiry*, 26, 1–26.
- Haas, L.F. (2003). Hans berger (1873–1941), Richard caton (1842–1926), and electroencephalography. *J Neurol Neurosurg Psych*; 74(1):9.-31

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

- Haber, S. N., Behrens, T. E. (2014). The neural network underlying incentive-based learning: Implications for interpreting circuit disruptions in psychiatric disorders. *Neuron*, 83, 1019–1039.
- Hekmatmanesh, A., Banaei, M., Haghighi, K., Najafi, A. (2019). Bedroom design orientation and sleep electroencephalography signals. *Acta Med. Int*. 6, 33.
- Higuera-Trujillo, J.L., Llinares Milla´n, C., Montan˜ana i Avin˜o´, A., Rojas, J.-C. (2020). Multisensory stress reduction: a neuroarchitecture study of paediatric waiting rooms. *Build. Res. Inf*. 1-17.
- Higuera-Trujillo, J., Llinares, C., Macagno, E. (2021). The Cognitive-Emotional Design and Study of Architectural Space: A Scoping Review of Neuroarchitecture and Its Precursor Approaches. *Sensors*, 21, 2193.
- Hillier, B., Hanson, J. (1989). *The Social Logic of Space*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Holroyd, C.B., Yeung, N. (2012). Motivation of extended behaviors by anterior cingulate cortex. Trends Cogn. *Sci*. 16:122–128.
- Holroyd, C.B., McClure, S.M. (2015). Hierarchical control over effortful behavior by rodent medial frontal cortex: A computational model. *Psychol. Rev*,122:54–83.
- Hu, M., Roberts., J. (2020). Built Environment Evaluation in Virtual Reality Environments—A Cognitive Neuroscience Approach, *Urban Science*, 48, 1-16.
- Jacobsen, T., Schubotz, R. I., Höfel, L., and Cramon, D. Y. V. (2006). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *Neuroimage*, 29, 276–285.
- Jakupi, A. B. (2016). Landscape Architecture as Environmental Harmony. *New Arch-International Journal of Contemporary Architecture*, 3 (3): 43–50.
- Jelić, A., G. Tieri, F. De Matteis, F. Babiloni, and G. Vecchiato. (2016). The Enactive Approach to Architectural Experience: A Neurophysiological Perspective on Embodiment, Motivation, and Affordances. *Frontiers in Psychology*, 7 (481).
- Jurcak V, Tsuzuki D, Dan I. (2007). 10/20, 10/10, and 10/5 systems revisited: their validity as relative head-surface-based positioning systems. *Neuroimage*, 34(4):1600-11.
- Kalantari, S., James, D. R., Julia, K., Vidushi T., Jesus, G. (2021). Comparing Physiological Responses During Cognitive Tests in Virtual Environments vs. in Identical Real-World Environments. *Scientific Reports*, 11 (1): 1–15.
- Karakas, T., and Yildiz, D. (2020). Exploring the influence of the built environment on human experience through a neuroscience approach: a systematic review. *Front. Archit. Res*, 9:236–247.
- Kawabata, H., Zeki, S. (2004). Neural correlates of beauty. *J. Neurophysiol*, 91, 1699–1705.
- Kemeny, M. E., Gruenewald, T. L., Dickerson, S. S. (2004). Shame as the emotional response to threat to the self: Implications for behavior, physiology, and health. *Psychological Inquiry*, 15(2), 153-160.
- Khaleghimoghaddam, N., Alkan Bala, H., O¨zmen, G., O¨ztu¨rk, S. (2022). Neuroscience and architecture: What does the brain tell to an emotional experience of architecture via a functional MR study?. *Frontiers of Architectural Research*, 11(5), 877-890.
- Kiecolt-Glaser, J. K., McGuire, L., Robles, T. F., Glaser, R. (2002). EMOTIONS, morbidity, and mortality: New perspectives from psychoneuroimmunology. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 83.
- Kirk, U., Skov, M., Christensen, M.S., Nygaard, N. (2009). Brain correlates of aesthetic expertise: a parametric fMRI study. *Brain Cognit*, 69, 306-315.
- Kolling N., Behrens T., Wittmann M.K. (2016). Rushworth M. Multiple signals in anterior cingulate cortex. *Curr. Opin. Neurobiol*, 37:36–43.
- Küller, R., Mikellides, B., and Janssens, J. (2009). Color, arousal, and performance—A comparison of three experiments. *Color Res. Appl*. 34, 141–152.
- Lane, R. D., Weihs, K. L., Herring, A., Hishaw, A., & Smith, R. (2015). Affective agnosia: Expansion of the alexithymia construct and a new opportunity to integrate and extend Freud's legacy. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 55, 594 – 611.
- Lang, J. (1988). *Symbolic aesthetics in architecture: toward a research agenda. Environ aesthetics: Theory, Res Applications*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Laros, F. J. and Steenkamp, J. B. E. (2005). Emotions in consumer behavior: a hierarchical approach. *Journal of business Research*, 58(10), 1437-1445
- Lazarus, R. S. (1991). Progress on a cognitive-motivational-relational theory of emotion. *American Psychologist*, 46(8), 819–834.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

- LeDoux, J. (2008). *Remembrance of emotions past. In The Jossey-Bass Reader on the Brain and Learning*; American Psychological Association: Washington, DC, USA.
- Liddell, B. J., Brown, K. J., Kemp, A. H., Barton, M. J., Das, P., Peduto, A., et al. (2005). A direct brainstem–amygdala–cortical 'alarm' system for subliminal signals of fear. *NeuroImage*, 24(1), 235–243.
- Madani Nejad, K. (2007). Curvilinearity in Architecture: Emotional Effect of Curvilinear forms in Interior Design. Texas, TX: Doctoral Dissertation, *Texas A&M University*. Available online at: http://hdl.handle.net/1969.1/5750.
- Martı´nez-Soto, J., Gonzales-Santos, L., Pasaye, E., Barrios, F.A. (2013). Exploration of neural correlates of restorative environment exposure through functional magnetic resonance. *Intell. Build. Int*, 5, 10-28.
- Mallgrave, H,F. (2010). *The Architect's Brain: Neuroscience, Creativity, and Architecture*. John Wiley & Sons, London, UK.
- Mehrabian, A., Russell, A. (1974). *An Approach to Environmental Psychology, Mass*. MIT Press, Cambridge.
- McDannald, M. A., Takahashi, Y. K., Lopatina, N., Pietras, B. W., Jones, J. L., Schoenbaum, G. (2012). Model-based learning and the contribution of the orbitofrontal cortex to the model-free world. *European Journal of Neuroscience*, 35, 991–996.
- Murcia, G., Ortiz, M.J., Lo´pez-Gordo, M.A., Ferra´ndez, J.M., Sa´nchez Ferrer, F., Ferna´ndez, E. (2019). Neural representation of different 3D architectural images: an EEG study. *Integr. Comput. Aided Eng*, 26, 197-205.
- Murphy, F.C., Nimmo-Smith, I., Lawrence, A.D. (2003). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis. *Cognit. Affect Behav. Neurosci*, 3, 207e233.
- 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. *Front. Behav. Neurosci*, 13, 186.
- Nasar, J. (1997). *New developments in aesthetics for urban design*. In: Toward the Integration of Theory, Methods, Research, and Utilization, Advances in environment, behavior, and design, 4. Plenum, New York.
- Nanda, U., Pati, D., Ghamari, H., and Bajema, R. (2013). Lessons from neuroscience: form follows function, emotions follow form. *Intell. Build. Int*, 5, 61–78.
- Nasr, S., Echavarria, C. E., and Tootell, R. B. H. (2014). Thinking outside the box: rectilinear shapes selectively activate scene-selective cortex. *J. Neurosci*, 34, 6721–6735.
- Niedermeyer, E., da Silva, F.L. (2005). *Electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields*, Lippincott Williams & Wilkins.
- Nyrud, A., Bringlimark, T. (2010) Is interior wood use psychologically beneficial? A review of psychological responses toward wood. *Wood Fiber Sci*, 42(2):202–218
- Ochsner, K. N., Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 242–249.
- Ochsner, K. N., Gross, J. J. (2014). T*he neural bases of emotion and emotion regulation: A valuation perspective*. Handbook of emotional regulation (2nd ed., pp. 23–41). New York, NY: Guilford Press.
- Öhman, A., Flykt, A., Lundqvist, D. (2002). Evolutionary perspectives, psychophysiological data, and neuropsychological mechanisms. *Cognitive neuroscience of emotion*, 296.
- Ortíz Nicolás, J.C. (2014) *Understanding and designing pleasant experiences with products*. Unpublished PhD dissertation, Imperial College London.
- Osmond, H. (1957). Function as the Basis of PsychiatricWard Design. *Psychiatric Services*, 8 (4): 23–27.
- Pakzad, J., Bozorg, H. (2012). An Introduction to Environmental Psychology for Designers. *Armanshahr*, Tehran ([Persian]).
- Papale, P., Chiesi, L., Rampinini, A. C., Pietrini, P., Ricciardi, E. (2016). When neuroscience 'touches' architecture: From hapticity to a supramodal functioning of the human brain. *Frontiers in Psychology*, 7, 866.
- Pallasmaa, J. (2014). Space, Place and Atmosphere. Emotion and Peripherical Perception in Architectural Experience. *Lebenswelt: Aesthetics and Philosophy of Experience*, 4, 230–245.
- Phan, K.L., Wager, T.D., Taylor, S.F., Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage,* 16, 331e348.
- Proulx, M. J., O. S. Todorov, A. Taylor Aiken, and A. A. de Sousa. (2016). Where am I? Who am I? The Relation Between Spatial Cognition, Social Cognition and Individual Differences in the Built Environment. *Frontiers in Psychology*, 7 (64).
- Pykett, J. (2015). *Brain Culture: Shaping Policy ThroughNeuroscience*. Bristol, UK: Policy Press.
- Radberg, J., Steffner, L. (2003). Affective appraisals as indicators of aesthetic qualities in urban places. In: 1st Nordic Symposium on Local Planning in Change New Possibilities and Roles, *Lillehammer*, 14-16.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

- Rangel, A., Camerer, C., Montague, P. R. (2008). A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 545–556.
- Reeve, J. (2009). *Understanding motivation and emotion*. NJ: Hoboken.
- Riva, G., Mantovani, F., Capideville, C.S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., Gaggioli, A., Botella, C.;,Alcañiz, M. (2007). Affective Interactions Using Virtual Reality: The Link between Presence and Emotions. *CyberPsychol. Behav*, 10, 45–56.
- Roe, J. J., Aspinall, P. A., Mavros, P., and Coyne, R. (2013). Engaging the brain: the impact of natural versus urban scenes using novel EEG methods in an experimental setting. *Environ. Sci*, 1, 93–104.
- Rolls, E. T. (2004). The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain and Cognition*, 55, 11–29.
- Roseman, I. J. and Smith C.A. (2001). *Appraisal Theory: Overview, Assumptions, Varieties, Controversies*. In K. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.), Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research (pp. 3-20). New York: Oxford University Press.
- Rudebeck, P. H., Murray, E. A. (2014). The orbitofrontal oracle: Cortical mechanisms for the prediction and evaluation of specific behavioral outcomes. *Neuron*, 84, 1143–1156.
- Ruiz-Arellano, M. (2015). *Hawaiian Healing Center: A Weaving of Neuro-Architecture and Cultural Practices.*
- Rushworth M.F.S., Kolling N., Sallet J., Mars R.B. (2012). Valuation and decision-making in frontal cortex: one or many serial or parallel systems? *Curr. Opin*. *Neurobiol*, 22:946–955.
- Russell, J.A., Barrett, F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. J. *Pers. Soc. Psychol*, 5, 805-819.
- Russell, J.A., Snodgrass, J. (1987). *Emotion and the environment*. In: Altaian, I., Stokols, D. (Eds.), Handbook of Environmental Psychology. Wiley, New York.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145–172.
- Sabatinelli, D., Fortune, E.E., Li, Q., Siddiqui, A., Krafft, C., Oliver, W.T., Beck, S., Jeffries, J. (2011). Emotional perception: meta-analyses of face and natural scene processing. *Neuroimage*, 54, 2524-2533.
- Samet, J., Spengler, J. (2003). Indoor environments and health: moving into the 21st century. *Am J Public Health*, 93(9), 1489-1493.
- Sanoff, H. (1991). *Visual Research Methods in Design*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Sarkar, C., Webster, C. (2017). Healthy Cities of Tomorrow: the Case for Large Scale Built Environment–Health Studies. *Journal of Urban Health*, 94 (1): 4–19.
- Seymour, B., Dolan, R. (2008). Emotion, decision making, and the amygdala. *Neuron* 58, 662-671.
- Schachter, S. & Singer, J. (1962). Cognitive, Social, and Physiological Determinants of Emotional State. *Psychological Review*, 69 (5), 379–399.
- Scherer, K.R. (2001). *Appraisal considered as a process of multilevel sequential checking*. In: Scherer, K.R., Schorr, A., Johnstone, T. (Eds.), Series in Affective Science, Appraisal Processes in Emotion: Theory, Methods, Research. Oxford University Press, pp. 92-120.
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured?. *Social Science Information*, 44(4), 695–729.
- Schoenberg, P. L. A., A. Ruf, J. Churchill, D. P. Brown, and J. A. Brewer. (2018). Mapping ComplexMind States: EEG Neural Substrates of Meditative Unified Compassionate Awareness. *Consciousness and Cognition*, 57: 41–53.
- Schultz, D. (1976). *Theories of Personality, Monterey*. California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Schwabe, L., Merz, C.J., Walter, B., Vaitl, D., Wolf, Stark, R. (2011). Emotional modulation of the attentional blink: the neural structures involved in capturing and holding attention. *Neuropsychologia* 49, 416-425.
- Shemesh, A., Talmon, R., Karp, O., Amir, I., Bar, M., and Grobman, Y. J. (2017). Affective response to architecture-investigating human reaction to spaces with different geometry. *Archit. Sci. Rev*, 60, 116–125.
- Shemesh, A., Leisman, G., Bar, M., Grobman, Y.J. (2021). A neurocognitive study of the emotional impact of geometrical criteria of architectural space. *Architectural Science Review*, 64(4), 394–407.
- Shin, Y.-B., Woo, S.-H., Kim, D.-H., Kim, J., Kim, J.-J., and Park, J. Y. (2014). The effect on emotions and brain activity by the direct/indirect lighting in the residential environment. *Neurosci. Lett*, 584, 28–32.
- Sternberg, E.M., Wilson, M.A. (2006). Neuroscience and architecture: Seeking Common Ground. *Cell*, 127 (2), 239-242.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

- Sternberg, E. M. (2010). *Healing Spaces: the Science of Place and Well-being*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Stokolos, D., Altman, I. (1987). *Handbook of Environmental Psychology*. Wiley, New York.
- Sussman, A., Hollander, J.B. (2021). *Cognitive architecture: Designing for how we respond to the built environmen*t. Routledge.
- Talarico, J. M., Rubin, D. C. (2009). F*lashbulb memories result from ordinary memory processes and extraordinary event characteristics*. In O. Luminet & A. Curci (Eds.), Flashbulb memories: New issues and new perspectives. Psychology Press.
- Tatum, IV WO. (2014). *Handbook of EEG interpretation*, Demos Medical Publishing.
- Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measur Sci Rev*, 2(2):1-11.
- Tracy, J. L., Robins, R. W., Tangney, J. P. (Eds.). (2007). *the self-conscious emotions*, Theory and research. Guilford Press.
- Ulrich, R. S. (1983). *Aesthetic and affective response to natural environment*, in Behavior and the Natural Environment, eds I. Altman and J. F. Wohlwill (New York, NY: Plenum Press), 85–125
- Vartanian, O., Goel, V. (2004). Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings. *Neuroreport* 15, 893–897.
- Vartaniana, O., Navarreteb, G., Chatterjeed, A., Fiche, L. B., Lederf, H., Modroñog, C., Nadalf, M., Rostruph, N., Skovi, M. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 10446–10453.
- Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Gonzalez-Mora, J. L., Leder, H., … 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.
- Vannuci, M., Gori, S., Kojima, H. (2014). The spatial frequencies influence the aesthetic judgment of buildings transculturally. *Cogn. Neurosci*, 5, 143–149.
- Vecchiato, G., Jelic, A., Tieri, G., Maglione, A.G., De Matteis, F., Babiloni, F. (2015a). Neurophysiological correlates of embodiment and motivational factors during the perception of virtual architectural environments. *Cogn. Process*, 16, 425-429.
- Vecchiato, G., Tieri, G., Jelic, A., De Matteis, F., Maglione, A. G., and Babiloni, F. (2015b). Electroencephalographic correlates of sensorimotor integration and embodiment during the appreciation of virtual architectural environments. *Front. Psychol*, 6:1944.
- Vijayan, V.T., Embi, M.R. (2019). Probing phenomenological experiences through electroencephalography brainwave signals in neuroarchitecture study. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 6(3): 11-20.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention, Trends. *Cognit. Sci*, 12, 585-594.
- Wager, T.D., Phan, K.L., Liberzon, I., Taylor, S.F. (2003). Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. *Neuroimage*, 19, 513-531.
- Watkins, David H., Kirk Hamilton, D. (2009). Evidence-Based Design; for Multiple Building Types.https://linkgalecom.proxy.library.cornell.edu/apps/doc/A199021373/AONE?u=nysl_sc_cornl&sid=ebsco&xid=ee697365.
- Welchman, A. E., Deubelius, A., Conrad, V., Bülthoff, H. H., and Kourtzi, Z. (2005). 3D shape perception from combined depth cues in human visual cortex. Nat. *Neurosci*, 8, 820–827.
- Wells, A. Mathews, G. (1994). *Attention and Emotion*, A clinical perspective. Hove: Erlbaum.
- Wiesmann, M., Ishai, A. (2011). Expertise reduces neural cost but does not modulate repetition suppression. *Cognit. Neurosci*, 2, 57-65.
- Williams Goldhagen, S. (2017). *Welcome to Your World*: *How the Built Environment Shapes our Lives*; HarperCollins: New York, NY, USA.
- Yin, J., Arfaei, N., MacNaughton, P., Catalano, P.J., Allen, J.G. and Spengler, J.D. (2019), Effects of biophilic interventions in office on stress reaction and cognitive function: A randomized crossover study in virtual reality, *Indoor Air*, 29(6), 1028-1039
- Zhang, X., Lian, Z., Wu, Y. (2017). Human physiological responses to wooden indoor environment. *Physiology & Behavior*, (174), 27–34.
- Zumthor, P. (2006). *Atmospheres: Architectural Environments, Surrounding Objects*. Conceptual Models in Exploration Geochemistry: Australia.

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]

A measuring of the effects of the physical Interior Space of residential on creation emotional feelings based - neuroscience using EEG (Case study of apartment spaces in the last 40 years of Iran)

Mahbubeh Zamani, Ph.D. Candidate in Architecture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
Mehran kheirollahi*, Assistant Professor, Department of Architecture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
Mohammad Javad Asghari EbrahimAbad, Associate Professor, Department of Education and Psychology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
Hasan Rezaee, Assistant Professor, Department of Architecture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
Farzaneh Vafaee, Assistant Professor, Neuroscience Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Received: 2023/2/24 *Accepted: 2023/6/28*

Extended abstract

Introduction: Recent research has shown that the built environment affects human mental health. This research has often been done in the fields of psychology and has been less studied in the field of architecture as the main link field of space design. Since humans spend most of their time indoors, especially in the interior space, its impact on human health cannot be ignored. One of the parameters of mental health is emotion. Many components have been influential on human emotions, among which the architectural space has had the greatest impact. Therefore, the focus of the research is also on it. Also, the emotion component can be measured with the new paradigm of neuro-architecture.

Methodology: To measure the interior space, the apartment type has been considered due to its greater prevalence in the city and the 40 years (after the Islamic revolution), and selected samples of 96 apartments that were the winner of the Architecture Prize(due to their spatial quality) have been selected. After gathering samples, they were grouped into four categories and modeling was done based on them. The display of four architectural spaces is done by VR glasses. The questions are as follows: How does the physical residential interior affect human emotions and brain activities? And how do these emotions appear? To answer these questions, we used the correlation research method, and to record the dependent variables, an EEG device with 19 active channels and an elastic cap was used. For EEG data analysis, the EGLAB toolbox was used, the inferential statistical method of the Wilcoxon test was used to review the data significance among each group, and the Kruskal-Wallis H method was used to check the data of all groups. The statistical population of the research was 24 people with an average age of 28 years, 10 males and 14 females.

Results: Based on the data analysis, in the Spac1 experiment, the most activity occurred in the Prefrontal cortex (PFC). In Space 3, the most activity took place in the anterior cingulate cortex (ACC). (ACC) Theta band modulations are about 52% and in the alpha band, 71% of changes were recorded in about 5 minutes. The number of changes in the theta band was 4 and the alpha band was 8 Hz. In Space 2, the most activity was recorded in the temporal lobe, and Space 4 in the parietal lobe. In the figure below, the brain map shows the average changes in each space.

Conclusion: The results of the present research showed that the architectural interior space with dominant curved forms such as arches, and brick materials and its pure color had the greatest impact on emotion and pleasant excitement. In the long term, this issue can create peace and achieve mental health. In addition, since the issue of esthetics has always been of interest to architects, the results of this research have shown that the interior space with wood materials and even rectangular forms is experienced from the user's perspective as beautiful.

Keywords: interior body, residential, emotion, neuroarchitecture, EEG

* Corresponding Author's E-mail: Dr.mehrankheirollahi@gmail.com

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-19]