ISSN: 2538-3019, EISSN: 2676-4806
DOI: 10.30479/AT.2023.10924.1228

دوفصلنامهٔ اندیشهٔ معماری، نشریهٔ علمی، سال هفتم، شمارهٔ سیزدهم، بهار و تابستان ۱۴۰۲، صص ۱۵۵-۱۷۳

ارزیابی شکل هندسی پنجره‌های موجود در خانه های مسکونی با رویکرد علوم مغز و اعصاب*

سحر عجمی[۱]، عباسعلی شاهرودی[۲]، رضا لشگری[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۱/۰۶/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۱/۱۲/۲۸

چکیده

بیان مساله: امروزه کاربری‌های مسکونی حجم زیادی از کاربری‌های شهری را به خود اختصاص داده‌اند. نما، اولین و تأثیرگذارترین بخش از محیط مسکونی است که ارتباط بصری تنگاتنگی را با کاربران و عابران، برقرار می‌کند همچنین با برانگیختن احساسات خوشایند بر روی کاربران می‌تواند در سلامتی و شادابی آنها تأثیرگذار باشد. بخشی از تأثیرپذیری قوای ادراکی انسان از محیط مصنوع از طریق سیمای ابنیه حادث می‌گردد. نمای ساختمان از اجزاء و عناصر متعددی تشکیل شده و یکی از عناصر مهم در داخل و خارج بنا، پنجره‌ها می‌باشند.پیشرفت تکنولوژی و پیدایش ابزارهایی برای تصویربرداری و ثبت سیگنال‌های مغز موجب گردیده، علوم مغز و اعصاب به طراحی و ساخت در حوزه معماری و شهرسازی کمک کند

سوال تحقیق: مقاله پژوهشی پیش‌رو قصد دارد با اتکاء بر دانش مغز و اعصاب به دنبال یافتن اثرات برخی محرک‌های بصری در معماری از جمله شکل هندسی و نسبت سطح پنجره‌ها به سطح کل در نما بر فعالیتهای مغزی باشد لذا به این سؤال پاسخ داده می‌شود که برخی شکل‌های هندسی پنجره‌ها و نسبت سطح آنها به سطح کل نما چه تأثیری بر عملکرد مغز دارند؟

اهداف تحقیق: هدف از این تحقیق، بررسی چگونگی تأثیر شکل هندسی و درصد سطح پنجره‌ها در نمای خانه‌های مسکونی بر روی مغز انسان، در هنگام رویارویی با ساختمان‌ها می‌باشد

روش تحقیق: این پژوهش با استفاده از روش آزمایشگاهی به منظور ثبت سیگنال‌های مغزی، با بکارگیری دستگاه الکتروانسفالوگرام در هنگام نمایش نماها انجام می‌گیرد تا با استفاده از تأثیر آن، بتوان به طراحی نمای سازگار با سیستم عصبی انسان دست پیدا کرد. در این تحقیق، برای پی بردن به فعالیت‌های مغزی نمونه‌ها در هنگام مواجهه با پنجره‌های مختلف و چگونگی تأثیر آنها بر فعالیت سیگنال‌های مغزی آنها، در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه الکتروانسفالوگرام، فعالیت‌های مغزی۱۱ زن و مرد در هنگام نمایش بازشوهای مختلف، ثبت شده و در نهایت با استفاده از نرم افزار متلب و ای‌ای‌جی‌لب مورد تحلیل قرار گرفت.

مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق: مشاهده شد که پنجره‌های مختلف تأثیرات متفاوتی را در سیگنال‌های مغزی می‌گذارند به طوری که فعالیت مغزی پنجره‌های دارای خطوط منحنی و راست‌گوشه با فعالیت‌های مغزی پنجره‌های دارای زاویه‌های تند مانند پنجره‌های مثلثی و جناغی تفاوت چشمگیری را نشان می‌دهند.

کلمات کلیدی: "پنجره"، "شکل هندسی"،" خانه"، "علوم مغز و اعصاب"، "نما"

* این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان ارزیابی و الگویابی طراحی نماهای خانه‌های مسکونی با رویکرد علوم شناختی نمونه موردی؛ طراحی مجتمع مسکونی در شهر گرگان نگارنده اول می‌باشدکه با راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشگاه مازندران انجام گرفت

[۱].کارشناس ارشد معماری، دانشگاه مازندران، دانشکده هنر و معماری saharajami.1990@gmail.com

[۲]. استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران، بابلسر (نویسنده مسئول) a.shahroudi@umz.ac.ir

[۳]. استادیار آزمایشگاه مهندسی عصبی مغز، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، تهران rezalashgari@ipm.ir

۱. مقدمه

آدمی در سیر مراحل رشد ادراکی و شناختی خود، تحت تأثیر محیط پیرامون قرار گرفته به گونه‌ای که محیط بیرونی زمینه بروز تحولات و تغییراتی بعضاً شگرف در او می‌گردد. در بسیاری از موارد میزان اثرگذاری محیط بر انسان رابطه معکوسی با مراتب ادراکی و شناختی انسان-ها دارد. بدین معنی که هر چه آدمی در مرتبه پائین تری از ادراک و شناخت قرار داشته باشد میزان اثرپذیری او از محیط بیشتر و هر چه در مرتبه بالاتری از ادراک قرار گیرد میزان اثرپذیری او از محیط پیرامونی کاهش می-یابد. مقصود از محیط پیرامونی، تمامی عوامل و عناصر انسانی، طبیعی و مصنوعی می‌باشند که پیرامون انسان را احاطه می‌نماید و او آگاهانه و یا ناخودآگاه با آنها ارتباط برقرار می‌نماید: انسان‌ها، طبیعت، اشیاء، ساختمان‌ها و غیره. سیمای ظاهری هر یک از این عوامل و عناصر محیطی، اولین گام در برقراری ارتباط با محیط پیرامون می‌باشد. از حدود سال ۲۰۱۴، بیش از نیمی از جمعیت جهان در محیط‌های شهری اقامت دارند (United nation,2014)گسترش شهرنشینی و دستیابی به فناوری‌های پیشرفته و بالاخص فضای مجازی در دهه-های اخیر، حضور در مجاورت و درون ابنیه و آثار معماری را افزایش و از ارتباط با سایر عوامل انسانی و طبیعی کاسته است. طراحی معماری تأثیر عمیقی بر الویت‌ها و انتخاب‌های مردم در چنین محیط های ساختمانی دارند (Vartanian,2013) .

خانه به عنوان مهمترین فضای زیست انسانی است که تمامی آحاد جامعه و در سنین متفاوت از آن بهره می گیرند، اهمیت سالم بودن آن به عنوان یکی از ارکان پیشگیری از بیماری و کمک به سلامت جامعه حائز اهمیت است. طراحی خانه ، همکاری رشته‌های مختلف را نیازمند است تا متخصصین رشته‌های مختلف علمی با همکاری یکدیگر در جهت ارتقاء محتوای علمی پیش روند. به عنوان مثال گسترش دانش در حیطه‌های معماری و روانشناسی منجر به تمرکز بیشتر بر ابعاد روانی کاربران محیط در کنار پاسخگویی به نیازهای فیزیکی آنها گردیده است.

با توجه به تأثیرات شگرفی که علوم شناختی در حوزه های گوناگون در چند دهه اخیر داشته است، بکارگیری علوم شناختی در حوزه معماری و شهرسازی نیز در برخی کشورها مورد توجه قرار گرفته است. نقش مهم و تأثیرگذار حواس پنجگانه انسان، به ویژه حس بینایی در انتقال اطلاعات دیداری نماهای معماری به مغز به عنوان محرک‌های بصری می‌تواند پلی بین دانش معماری و علوم مغز و اعصاب برقرار نماید و علوم شناختی را که در چند دهه اخیر پیشرفت‌های شگرفی در حوزه‌های گوناگون داشته است، در این گونه مطالعات پژوهشی به صورت ویژه مورد استفاده قرار دهد تا منجر به پیشرفت این دانش ارزشمند و تأثیرگذار در حوزه معماری در بحث نماهای معماری شود. مقاله پژوهشی پیش رو قصد دارد با اتکاء بر دانش مغز و اعصاب به دنبال یافتن اثرات برخی محرک‌های بصری در معماری از جمله شکل هندسی بازشوها در نما بر فعالیت‌های مغزی باشد لذا به این سؤال پاسخ داده می‌شود که برخی شکل‌های هندسی بازشوها در نما چه تأثیری بر عملکرد مغز دارند؟

۲. پرسش‌های تحقیق

آیا تغییر شکل هندسی پنجره‌ها در نماهای مسکونی شهر گرگان، بر عملکرد مغز کاربران تأثیرگذار است؟

آیا تغییر نسبت مساحت پنجره‌ها به مساحت سطح جداره نماهای مسکونی شهر گرگان، بر عملکرد مغز کاربران تأثیرگذار است؟

۳. فرضیه تحقیق

به نظر می‌رسد که اشکال هندسی مختلف (مربع، دایره و...) تأثیرات متفاوتی را بر عملکرد مغز کاربران می گذارد.

به نظر می‌رسد تغییر نسبت پنجره‌ها به سطح جداره نما بر ادراکات کاربران تأثیرات متفاوتی می‌گذارند

٤. پیشینه تحقیق

با وجود این‌که تمامی انسان‌ها احساسات را در وجود خود درک می‌کنند، اما تعریف مشخصی برای آن وجود ندارد. بهترین و کاربردی‌ترین تعریفی که تا کنون از احساس و اندازه‌گیری آن شده، عبارت است از: احساس؛ پدیده‌ای است متشکل از چهار مولفه: ۱. واکنش‌های رفتاری ۲. واکنش‌های بروز حالت ۳. واکنش‌های فیزیولوژیک ۴. تجربه‌ی ذهنی و درونی.

یکی از روش‌های اندازه‌گیری احساس، استفاده از عکس‌العمل‌های بروز حالت، مانند تغییر در صدا و چهره-ی شخص است. استفاده از این روش‌ها مشکلاتی از قبیل پنهان کردن احساس توسط فرد و تفاوت‌های فردی در بروز حالت را دارد و اندازه‌گیری احساس را مشکل می‌کند. بنابراین استفاده از عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی همچون استفاده از تغییرات ایجاد شده در سیگنال قلب، سیگنال مغز و درجهٔ حرارت بدن می‌تواند به اندازه‌گیری احساسات کمک کند (ایل بیگی،۱۳۹۲: ۲۱) .

علیرغم عمومیت و اهمیت معماری برای زندگی مردم، کجایی و چگونگی اثرگذاری سبک‌های معماری بر مغز مردم ناشناخته مانده است. از آنجائی که ارزیابی طراحی معماری توسط مجموعه‌ای از تجربیات ادراکی، شناختی و احساسی احاطه کننده انسان، انجام می‌گیرد معماری شکل بصری ویژه‌ای می‌یابد. در پژوهش چو و همکاران برای اولین بار مشخص گردید که سبک‌های معماری ساختمان‌ها می‌توانند از طریق فعالیت‌های عصبی مغز، رمزگشایی گردند. (Choo et al, 2017)

امروزه هنوز ساختمان‌ها برای اهدافی مانند عملکرد، آسایش فیزیکی، اقتصاد، ارزش‌های زیبایی شناسانه و ارائه سمبلیک برپا می‌گردند این در حالی است که وظیفه معماری فراتر از مصالح، عملکرد و ابعاد و اندازه و حتی فراتر از زیبایی‌شناسی است بلکه تا حوزه ذهنی و وجودی زندگی فرا می‌رود.(پلاسما، ۲۰۱۶)

" قرن‌هاست که معماران تأثیرات ساختمان‌هایی که ما در آنها زندگی می‌کنیم، می‌آموزیم، کار می‌کنیم و عبادت می‌کنیم را نیز تصدیق می‌نمایند. اینکه در این فضاها ما چگونه احساسی داریم، چطور رفتار می‌کنیم، چه فعل و انفعالات نیروبخشی درون بدن ما در این فضاها رخ می-دهد و الهامات ما از این فضاها امروزه برای معماران و نروساینتیست‌ها[متخصصان علوم مغز و اعصاب] بسیار حائز اهمیت است"(ابرنارد و همکار،۱۳۹۵)

از منظر تاریخی، پژوهش‌های معماری، مبتنی بر ساختاری فلسفی یا تحلیل الگوهای رفتاری مرتبط با عکس‌العمل‌های انسان در محیط طراحی بوده اند.(Macagno & Edelstein,2012) از آنجائی‌که اینگونه مطالعات، آگاهی‌هایی توصیفی ارائه می نمایند نمی‌توانند دلایل ویژه‌ای را برای رفتارهای متفاوت در محیط‌های ساختمانی بیان نمایند. پژوهش‌های علوم مغز و اعصاب تلاش نموده‌اند تا شکاف میان معماری و روانشناسی را بوسیله تبیین برخی از مکانیسم‌های اساسی پر نموده و چگونگی تأثیر متفاوت خصوصیات معمارانه در بروز رفتارهای مختلف بیان نمایند. (Vartanian, ۲۰۱۳) در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های علوم مغز و اعصاب، مطالعه تأثیر سبک‌های مختلف معماری بر ادراک انسان و موقعیت تأثیر آن را امکان‌پذیر نموده است. (Banaei et al,2017)

"پولیوو واکسین[۱] و جوناس سالک[۲] جز اولین افرادی بودند که ایده‌هایی از پژوهش‌های علوم مغز و اعصاب که می‌توانست برای معماری مفید باشد را توسعه دادند. سالک تحقیقاتش را در این زمینه با گذراندن فرصت مطالعاتی‌اش در کلیسای مشهوری در ایتالیا در سال ۱۹۵۰شروع کرد و در نهایت بیانیه‌هایی در زمینه اینکه چگونه ساختارهای معماری بر تجربیات کاربران محیط تأثیر می‌گذارند ارائه نمود و از مشارکت دانش معماری و علوم مغز و اعصاب نیز حمایت خود را اعلام کرد.(نقیبی و همکاران،۱۳۹۳: ۲۲)

به طور کلی هدف از برقراری ارتباط میان معماری و علوم مغز و اعصاب این است که با تشکیل تیم‌های طراحی متشکل از معماران و متخصصان مغز و اعصاب و روانشناسان و ... بتوان فضاهای داخلی و محیط‌های پیرامونی ساختمان‌ها را به گونه‌ای طراحی نمود که باعث ارتقا سلامت عمومی جامعه شوند.

علوم مغز و اعصاب از ابزار عصب‌شناسی برای فهم بهتر طراحی معماری و تأثیر آن بر ادراک انسان و تجربیات ذهنی استفاده می‌نماید. فرم و شکل محیط ساختمانی از عناصر بنیادین طراحی معماری می‌باشد اما پژوهش‌های زیادی برای تبیین تأثیرات فرم‌ها و اشکال مختلف بر احساسات ساکنان انجام نگرفته است.((Nanda et al., 2013&Edelstein,2008

در سال ۲۰۰۳ وولمیر و همکارانش در مورد نوع انتقال اطلاعات که توسط یک تصویر به بیننده منتقل می‌شود به نتایجی رسیدند که مخاطب در هنگام نگاه کردن به یک تصویر، فرکانس‌های فضایی را دریافت می‌کند که فاصله از تصویر نیز یکی از عوامل دخیل در انتقال

فرکانس‌های فضایی می‌باشد. سیستمهای عصبی در هنگام نگاه کردن به یک تصویر، با توجه به تغییرات در فرکانس فضایی به صورت حساس دست به انتخاب می زنند. از این رو، مسیرهای عصبی مختلفی را در هنگام پردازش محرک‌های خاص، انتخاب می‌کنند. فرکانس-های فضایی به دو دسته فرکانس فضایی بالا و فرکانس فضایی پایین تقسیم می‌شوند که در انتقال اطلاعات با هم تفاوت‌هایی را دارند. برای نمونه فرکانس فضایی بالا تغییرات فضایی ناگهانی را در تصویر می‌بیند که دارای کیفیت خوب می‌باشد اما پاسخ پردازش آنها آهسته است، مانند لبه‌ها. اما فرکانس فضایی پایین متفاوت است، نشان دهنده اطلاعات کلی‌تری می‌باشد می‌توان در معماری نیز نمای ساختمان را مانند تصاویر در نظر گرفت و نوع پردازش تصویری که در نما توسط مخاطب دیده می‌شود را به این‌گونه دانست. (Vuilleumier et al,2003)

در سال ۲۰۰۴، بار[۳] در پژوهش خود به این نکته اشاره کرد که استخراج سریع معنای متنی از یک تصویر، به واسطه اطلاعات کلی داده انجام می‌گیرد که با سرعت استخراج شده و باعث واکنش سریع در سیستم لیمبیک می‌شود. لیمبیک نیز سیستمی برای برانگیختن احساسات در مغز می‌باشد. در منطقه منطقی مغز، ادراک بیننده، از شکل تصاویر و نوع پاسخ عاطفی وی از دیدن آن بوجود می‌آید. یافته‌های مربوط به فرکانس فضایی و ارتباط آن با پاسخ مغز، نشان می‌دهد که اطلاعات کلی در مورد شکل، می‌تواند به سرعت توسط سیستم ادراکی استخراج شده و باعث ایجاد یک واکنش اولیه مانند ترس و یا اضطراب گردد. از نتایج این تحقیق، می‌توان به تأثیر عوامل محیطی در سیستم ادراکی و ایجاد واکنش‌هایی در مخاطب اشاره کرد. (Bar,2004)

در سال ۲۰۰۷ نیز، دوباره ادراک انسان مورد بررسی قرار گرفت، اما این بار مطالعه بر روی ارتباط بین زیبایی شناسی و ادراک انسان‌ها بود و محققان در پی یافتن رابطه بین زیبایی‌شناسی و ادراک افراد بودند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد که رابطه‌ای تنگاتنگ بین هنر زیبایی‌شناسی و زیبایی مناظر طبیعی وجود دارد. زیرا هنگامی که فردی، اثری هنری را خلق می‌کند آن اثر هنری حالت تشدید خاصی در سیستم بصری ایجاد نموده که سیستم بصری این حالت تشدیدی را به طور طبیعی ازمناظر طبیعی اقتباس می‌نماید. سیستم بصری برای ارزیابی و قضاوت اثر هنری از یک کد کارآمد برای پردازش بهینه محرک‌های طبیعی استفاده می‌کند. (Neta, &Bar,2007)

این ایده اولین بار در سال ۱۷۷۵توسط فیلسوف ادموند برک[۴] ارائه شد. براساس نظریاتی که بعد از آن منتشر شد، نظر کلی بر این بود که انسان‌ها به صورت عام، درک یکسانی برای قضاوت زیبایی‌شناسی دارند. تا سال ۱۹۹۹ پژوهش‌هایی در رابطه با ارتباط علوم عصب شناسی و ترجیحات زیبایی‌شناسی انجام گرفت یکی از این تحقیقات در زمینه نقاشی صورت گرفته بود و با انجام آن، مناطق فعال شده در مغز انسان معرفی شد این مناطق عبارت بودند از: مناطق پرکونئوس[۵]، قشر دیواره راست وچپ، قشر بینایی و قشر فرانتال تحتانی راست و هسته دمی سمت چپ. سمیر زکی[۶] در این زمینه معتقد بود که تکنیک‌های تصویربرداری می‌توانند در زمینه زیبایی‌شناسی هنر استفاده شوند. در سال ۲۰۰۳ اشین وارتانیان[۷] و وینود گوئل[۸] با نشان دادن دو دسته تصویر انتزاعی و واقعی در سه حالت طبیعی، تغییر یافته و فیلتر شده با استفاده از FMRI به تصویربرداری از مغز پرداختند؛ مشاهده شد که فعالیت در مناطق مختلف مغز در پاسخ به ارجحیت‌های زیبایی‌شناسی محرک‌ها، متفاوت است.(Goel, &Vartanian,2003)در این راستا، با پیشرفت‌های اخیر در زمینه نقشه‌برداری از مغز، به محققان اجازه بررسی مناطق فعال مغز که توسط محرک‌های مختلف حسی، یا فعالیت مغز ایجاد می‌شود را می‌دهد. اف ام آر تی[۹]دانشی است که به مطالعه عملکرد مغز می‌پردازد. مطالعات اخیر این حوزه به پاسخ انسانها به محرک‌های بصری در هنگام مواجهه با زیبایی اختصاص یافته است.کاواباتا و زکی در سال ۲۰۰۴ نیز به این نتیجه رسیدند که پاسخ متفاوت بخش اربیتو فرانتال و قشرهای مغز، به دسته‌های مختلف هنر انتزاعی و فیگوراتیو تقسیم می‌شود که یا زشت است و یا زیبا. قشر اوربیتو فرانتال پاسخگوی محرک‌های احساسی بوده و همچنین پاسخ‌های عاطفی می‌تواند نتیجه درک زیبایی

اشیاء باشد. در جایی نیز یک کار دلپذیر و زیبا می‌تواند به صورت زشت به تصویر کشیده شود. زیرا افراد مشاهده‌گر یک تصویر می‌توانند واکنش احساسی به زشتی داشته باشند که با پاسخ آنها به کیفیت زیبایی اشتباه گرفته شود. جاکوبسن و همکارانش در سال ۲۰۰۶ نشان دادند که قضاوت زیبایی انسان‌ها برای اشکال هندسی متکی بر یک شبکه در مغز است که قضاوت آن براساس نشانه‌های اخلاقی و اجتماعی است. (Redies, 2007) آزمایشات در رابطه با رابطه زیبایی و فعالیتهای مغز در سال ۲۰۰۷ نیز ادامه داشت. در این آزمایش که با استفاده از FMRI از ۲۱ نفر در هنگام نگاه کردن به ۹ تصویر به همراه گوش دادن به موسیقی به طور همزمان صورت گرفت، نشان داد هر محرک، باعث فعال شدن مناطق مختلفی از مغز شده است که شدت این فعالیت بستگی به شدت تجربه زیبایی دارد. از بین این مناطق مختلف، قشر اوربیتو لوب پیشانی در هنگام استفاده از دو حس بینایی و شنوایی فعال می‌باشد.(Zeki &Ishizu, 2011)

در پژوهشی که توسط لیناراکی و ووراداکی در سال ۲۰۱۰ انجام گرفت به بررسی رابطه بین علوم مغز و اعصاب و رفتار انسان پرداخته شد و دیده شد که در آن حواس انسان (بینایی، شنوایی، چشایی، بویایی و لامسه) با ایجاد تغییرات هورمونی در انسان باعث تغییر در احساسات می‌شوند. هر یک از هورمون‌ها، باعث ایجاد احساس خاصی می‌گردد که در این تحقیق، احساسات تهاجمی مورد بررسی قرار گرفته است: مانند خشم، استرس، افسردگی و ترس. در این پژوهش، ارگانیسم انسان به طور خلاصه، به صورت زیر در نظر گرفته شد. (Voradaki. & Linaraki, 2010)

محرک، سیستم عصبی محیطی، سیستم عصبی مرکزی، مغز، واکنش.که در جدول شماره ۱به اختصار اطلاعاتی از این ارگانیسم دیده می‌شود.

همچنین نتایج پژوهش لینارکی نشان داده است که می توان از عوامل محیطی در تعدیل این احساسات بهره برد تا کاربر فضا احساس بهتری داشته باشد. نتایج مذکور بطور خلاصه در جدول ۲ آورده شده است.

نتیجه تحقیقات نشان می‌دهد که می‌توان با استفاده از

جدول شماره ۱: اطلاعات ارگانیسم انسان
مأخذ: (Voradaki. & Linaraki, 2010)

محرک	حواس	هورمون	احساس
رنگ	بینایی	ملاتونین	پرخاشگری
نور	شنوایی	دوپامین	رفتار
بو	چشایی	اندروفین	عصبانیت
بافت	لامسه	اوکسیتوسین	استرس
موسیقی	بویایی	سروتونین	افسردگی
صدا		کورتیزول	ترس
دما		آدرنالین	

عواملی که به مغز انسان منتقل می‌شود و تاثیرگذاری بر میزان تحریکات آنها، احساسات تهاجمی را در افراد کاهش داد. (Voradaki. & Linaraki, 2010) پژوهش دیگری در سال ۲۰۱۲ در مورد پدیده پاریدولیا[۱۰] (یک پدیده روان‌شناسی است که در آن فرد علائم و یاصداهایی که ادراک می‌کند را به صورت معنادار می‌شناسد)، در خانه روبی و ویلاساوا انجام گرفت که در این آزمایش با نشان دادن تصاویر و مقایسه آنها با تصاویر چهره‌های ثابت صفات القاءکننده نما در زمان‌های متفاوت بر روی انسانها را استخراج کرده‌اند.

برای این هدف، تصاویر انسان‌های مختلف که حالات چهره آنها مشخص بود، کدگذاری شد و سپس این کدها برای ویلاساوا و خانه روبی بررسی شد و نشان دهنده حس این دو خانه بود. با استفاده از پاریدولیا، این نتیجه حاصل شد که ویلاساوا، احساسات منفی‌تری از خانه روبی را دارا می‌باشد. طبق نتیجه به دست آمده می‌توان دلیل احساسات منفی‌تر در ویلا ساوا را نظر هیلدبرند دانست که از نظر وی، صفحه یا فضای منفی، بیانگر احساس عاطفی منفی و سقف‌های شیبدار با دودکش‌های مرکزی و پیش آمدگی‌های گسترده، حس خنثی و یا مثبت را به مخاطب القا می‌کند.(Hong, 2012 & Ostwald) در پژوهش چو و همکاران در سال ۲۰۱۴ مشخص گردید که امکان تشخیص سبک‌های معماری و معماران آثار و ساختمان‌های مختلف از طریق علوم مغز و اعصاب وجود دارد. (Choo et al ,2014)

۴. ۱. عوامل طبیعی

در سال ۲۰۱۳ ناندا و همکارانش در مورد تأثیرات احساسی منتج از محرک‌های بصری و ارتباط بین روانشناسی محیطی و علوم مغز و اعصاب، پژوهش‌هایی را به انجام رساندند. هدف آنها استفاده از تصاویر طبیعت برای شناسایی خواص بصری خاص بود که ممکن است پاسخگوی احساسات باشد. سپس به بررسی این ویژگی های خاص و کشف ارتباط آن در درون پارادایم معماری و علوم اعصاب پرداختند. برای این تحقیق، از نتایج تحقیقات صورت گرفته استفاده شد. به عنوان مثال در سال ۲۰۰۹ آلریچ در تحقیق خود با نمایش تصاویری از یک چشم انداز، نشان می‌دهد که اضطراب و پرخاشگری در بیماران کاهش یافته و سبب کاهش هزینه‌های بستری در بیمارستان می‌شود.(Ulrich ,2009)

جدول شماره ۲: احساسات منفی انسان و راه‌های بهبود آن مأخذ: (Voradaki. & Linaraki, 2010)

احساسات	هورمون	برای بهبود محرک احساس مورد نظر	فن‌آوری- سیستم عصبی مکان
تهاجمی رفتار	اندروفین اکسیتوسین	صورتی رنگ عِطر سنبل پراکندن	کرومیک مواد حرارتی کرومیک مواد رنگی
خشم	سروتونین اندروفین	نارنجی رنگ صاف بافت	کرومیک مواد حرارتی و مصالح بافت قابل تغییر
استرس	کورتیزول سروتونین اندروفین	رزماری پراکندن تمپوی آهسته موسیقی لیمویی پراکندن صاف بافت/سبز رنگ عِطر سنبل پراکندن	صدا سیستم و مصالح بافت قابل تغییر
افسردگی	سروتونین	بالایی از روشنایی سطوح آبی روشن رنگ	مصالح -درخشان نورانی مصالح -فتوکرومیک رنگی کرومیک
ترس	سروتونین اکسیتوسین	بالایی از روشنایی سطوح صاف بافت	مصالح -درخشان نورانی با بافت مصالح نرم

آلریچ و همکاران در سال ۱۹۹۳ آزمایش بر روی بیمارانی که عمل جراحی قلب داشتند، انجام دادند مشخص شد افرادی که در معرض تماشای طبیعت و یا دیدن اثر هنری انتزاعی قرارگرفتند با استرس کمتری مواجه شدند و از داروهایی با دوز کمتر برای کاهش درد آنها استفاده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تصاویر طبیعت و یا گوشه ای از طبیعت، بر سلامت افراد تأثیر می‌گذارد.(Lunden & Ulrich,1993)

در سال۱۹۹۹ هرواگون و اوریانس در مطالعاتی دیگر، در یک کلینیک دندانپزشکی، به این نتیجه رسیدند که استرس در بیماران با دیدن یک تابلو که دارای تصویری از یک طبیعت است کاهش می‌یابد. (۱۹۹۰, Orians& Heerwagen)

در پژوهش دیگری با عنوان شناسایی همبستگی‌های عصبی تصاویر محیط اصلاح شده از طریق FMRI تلاش گردیده است اثرگذاری محیط را بر سلامت انسان بررسی نمایند. بدین منظور با نمایش فیلم ترسناکی به ۱۶ مخاطب فاقد مشکلات روانی و سپس نمایش تصاویری از محیط‌هایی با حد بیشتر استفاده از طبیعت در طول زمان پنج دقیقه‌ای میزان استرس افراد را با استفاده از FMRI ارزیابی نمایند. سپس مناطقی در مغز در حین نمایش هر یک از تصاویر فعال شده‌اند، ثبت گردید.(شاهرودی،۱۳۹۳: ۱۱)

پژوهش‌های مغز و اعصاب علاوه بر هندسه برای بنای معماری نیز صورت گرفته است. یکی از این بررسی ها در فضاهای معنوی و بناهای ماندگار است که تأثیر این فضاها بر روی امواج مغز انسان مورد بررسی قرار گرفت. این تأثیر در سال ۲۰۰۴ در هنگامی که کاربران در حال عبور از مسیری در مسجد سلطان حسن بودند مورد آزمایش قرارگرفت که امواج مغز آنها را با استفاده از دستگاه EEG قابل حمل ثبت کردند و مورد تحلیل قرار دادند. این آزمایش نشان دهنده آن بود که فضاهای مقدس، برای افراد با فشار بالا مفید می‌باشد، زیرا باعث می‌شود که فشار آنها متعادل شده و به عامل تدافعی بدن کمک می‌کند، بیماری‌های قلبی و عروقی و درجه بالای کلسترول را کاهش داده و باعث افزایش حجم ریه می شود.(Samir & Essawy, Kamel ,2014).

بابیلونی[۱۱] و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی امواج مغزی بازدیدکنندگان از مجسمه حضرت موسی که توسط میکلانژ ساخته‌شده و در کلیسای سان پیترو در روم قرار

دارد پرداختند. در این مطالعه ثبت امواج مغزی بازدیدکنندگان به‌وسیله دستگاه EEG[۱۲] در سه نقطه دید متفاوت از مجسمه و در دو حالت تابش نور طبیعی و مصنوعی انجام گرفت و این نتیجه حاصل شد که قضاوت احساسی و ادراکی اشخاص در هنگام مشاهده مصنوعات معماری و مجسمه‌ها با توجه به نقاط دید و نوع تابش نور متفاوت خواهد بود و نور طبیعی تأثیر غنی‌تری بر ادراک اشخاص از فضا می‌گذارد (Babiloni et al,2014). در مطالعه‌ای دیگر که توسط ویچیاتو[۱۳] و همکاران انجام‌گرفته است ادراکات اشخاص در رابطه با طراحی داخلی یک اتاق‌خواب به شکل سنتی و مدرن با استفاده از ثبت سیگنال‌های مغزی مورد ارزیابی قرارگرفته است و تصورات ذهنی آنها از فضای طراحی‌شده از جنبه‌های گوناگون مانند آشنا بودن فضا[۱۴]، تازگی و بدیع بودن[۱۵]، راحتی[۱۶]، خوشایندی[۱۷]، برانگیختگی[۱۸] و تکرار[۱۹] موردسنجش قرار گرفت(Vecchiato et al, 2015). جک نسر بر اساس مدل راشل و همکارانش از ارزیابی انسان و احساس او نسبت به محیط، به مدلی مبتنی بر حالت در این خصوص رسیده است. بر این اساس، دو شاخص اصلی ارزیابی انسان و احساس او نسبت به محیط: خوشایندی و برانگیختگی می‌باشد. مکان‌های هیجان‌آور، خوشایندتر و برانگیزاننده‌تر از محیط‌های افسرده کننده هستند و محیط‌های آرام، خوشایندتر و غیر برانگیزاننده‌تر از محیط‌های اضطراب‌آور هستند؛ بنابراین ارزیابی تصاویر نه‌تنها برخاسته از ظاهر کالبدی مکان‌ها بلکه از مؤلفه‌هایی چون میزان راحتی، هزینه و آشنایی فرد با مکان سرچشمه می‌گیرد. (Nasar, 2011).

نمای ساختمان‌ها به عنوان اولین بخش از ساختمان، جزء تأثیرگذارترین بخش از آن به حساب می‌آید و اجزای تشکیل دهنده آن به عنوان بخشی از سازمان شهرها جزئی از محرک‌های بصری خارجی هستند که می‌توانند تأثیرات مثبت و منفی بر عملکرد موثر، حس خوشایندی و ناخوشایندی و سلامتی کاربران بگذارند(Harting,2004). زیرا انسان‌ها بیش از ۹۰٪ از زمان زندگیشان را در ساختمان‌ها و در ارتباط با آنها سپری می‌کنند. طراحی مناسب اجزای ساختمان‌ها نقش بسیار مهمی را برای کاهش ایجاد تنش و استرس افراد و تأثیر بسزایی بر سلامت و کیفیت روانی و جسمی انسان ها فراهم می‌سازند (اوانس و مک کوویی، ۲۰۰۲: ۸۸) با پیشرفت علوم مغز و اعصاب، معماران به منظور طراحی محیط‌هایی سالم منطبق بر سلامت جسم و روان کاربران به بکارگیری این اصول در فرآیند طراحی‌شان نیاز دارند. محیط فیزیکی اطراف می‌تواند بر شناخت، درک انسان‌ها وتوانایی آنها در حل مسائل و خلق و خوی آنها تأثیر بگذارد. چراکه می‌توان از طریق پیشرفت علوم اعصاب توانایی تشریح راه‌هایی را که از طریق آنها دنیای پیرامون خود را درک و جهت‌یابی نمود، افزایش داد. درک درست از عملکرد صحیح سیستم بصری و سیستم عصبی انسان‌ها می‌تواند به رفتارهای انسان‌ها به منظور تعامل با محیط اطراف سمت و سو دهد. اهمیت این بخش به این دلیل است که معماران برای اندیشیدن، طراحی کردن، ارائه دادن و حتی ایجاد تجربه‌های محیطی بر محرک‌های بصری تکیه دارند. متخصصان علوم اعصاب با آزمایش محرک‌های بصری، خواسته‌های احساسی و شناختی کاربران را در حوزه علوم اعصاب مورد مطالعه قرار می‌دهند. تا با استناد بر نتایج حاصل از این آزمایش‌ها، احساسات منفی، ترس، اضطراب، تشویش و نگرانی‌ها را با طراحی‌های مناسب و منطقی به سوی حالات مثبت و دور از تشویش سوق دهند.

در طول تاریخ مردم، تجربه‌های زیادی در مواجهه با نماهای ساختمانی داشته‌اند که در هنگام دیدن آنها رفتارهای احساسی خاصی از خود نشان داده‌اند. اکثر تحقیقات انجام شده در این رابطه در قالب پاسخ‌هایی پدیدارشناسانه (فلسفی) انجام گرفته‌است. استدلال این تحقیقات نشان می‌دهد که ساختمان‌های خاص احساسات مخاطب را تحریک نموده و ارتباط ذهن را محدود به ارتباط با معماری می‌کنند. پژوهش در زمینه علوم‌شناختی، نشان می‌دهد که انسان در هنگام رویارویی با نما قسمت گسترده‌ای از مغزش درگیر شناسایی و تشخیص نما و محتوای احساسی که از آن استنباط می‌کند، می‌شود. همچنین نتایج پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که پردازش اطلاعات نما، در مقابل اطلاعات دیگر وظیفه‌ای خاص می‌باشد که در ارتباط مستقل با سیستم بینایی به کار گرفته می‌شود (اوستوالد و همکاران، ۲۰۰۲: ۱)

با توجه به نتایج حاصل از علوم مغز و اعصاب و تأثیرات آن بر نما می‌توان چکیده‌ای از عوامل مؤثر در آن را ذکر نمود:

۴. ۲. مصالح

لیناراکی و ووراداکی در بررسی‌های خود در رابطه با استفاده از محرک‌های مثبت برای از بین بردن ویژگی های منفی مانند خشم، استرس، افسردگی و ترس، مصالحی را معرفی کردند که عبارتند از: مواد کرومیک حرارتی، مواد کرومیک رنگی، مصالح درخشان (نورانی)، مصالح فتوکرومیک (کرومیک رنگی) و مصالح با بافت نرم. این مواد می‌توانند در مصالح بدنه نما، سطوح شیشه ای و در بازشوهای ساختمان مورد استفاده قرار گیرند و علاوه بر رفع نیاز ساختمان، ویژگی‌های منفی مانند خشم، استرس، افسردگی و ترس را کاهش دهند.

معماران از سطوحی که دارای نقوش با بافت طبیعی باشد بیشتر استفاده می‌کنند و علاقمندند. همچنین دیوارهایی که از نشانه‌ها و شاخصه‌های مناسب خالی هستند توانایی ارتباط با مردم را ندارند و باعث احساس ناخوشایندی می شوند.(رزاق زاده، ۱۳۹۶)

۴. ۳. رنگ

رنگ مولفه‌ای غیر عملکردی به شمار می‌رود و امروزه مولفه‌های غیر عملکردی معماری برای عرضه یک محیط دلپذیر ضروری پنداشته می‌شوند،" بدین‌گونه جذابیت و کاربردی بودن معماری را ارتقاء می‌بخشند. مدلسازی‌ها، مصالح و بافت‌های غنی از عهده این منظور بر می آیند و آسایش را برای کاربران فراهم می‌کنند. (سالینگروس، ۱۳۸۷: ۱۴۶ و ۱۴۸) براساس گفته سالینگروس محیط‌هایی که از فقدان رنگ و بافت رنج می‌برند برای کاربران نیز عذاب آورند. با این شرایط ما شاهد آن هستیم که معماران در دوران مدرن شیفته رنگ خام خاکستری بتن بوده‌اند. اما باید به این نکته توجه داشت که شکوهمندترین بناهای تاریخی ایرانی و غربی مملوء از رنگ بوده‌اند. چراکه رنگ‌ها قادرند که نیازهای اساسی انسان‌ها را ارضا نمایند. (نقیبی راد، ۱۳۹۳: ۹۶)

براساس پژوهش لیناراکی و ووراداکی رنگ‌هایی برای کاهش احساسات منفی در مخاطب معرفی می‌شوند: رنگ نارنجی برای خشم، رنگ سبز برای استرس، رنگ صورتی برای رفتارهای تهاجمی و آبی روشن برای افسردگی، به عنوان محرک‌هایی اعلام شدند که در تخفیف احساسات منفی مؤثرند.

۴. ۴. نورپردازی نما

روشنایی باعث کاهش دو حس افسردگی و ترس می‌شود و می‌توان با نورپردازی نماهای ساختمان‌ها در هنگام شب، این دو حس را کاهش داد و به مسئله امنیت نیز کمک نمود. "محققان فعال در حوزه مغز و اعصاب و معماری، در بحث نور با طیف‌های رنگی مختلف ادعا می‌کنند نوع نور می‌تواند در سطح مغز ملاتونین را کاهش داده و هوشیاری را بهبود بخشد. (شاهرودی، ۱۳۹۳: ۷)

۴. ۵. سبزینگی در نما

ارتباط انسان با طبیعت مسئله‌ای غیرقابل انکار است از نتایج آزمایش‌های انجام گرفته می‌توان دریافت که طبیعت می‌تواند تأثیرات مثبتی بر روی مخاطبانش بگذارد و باعث سلامت روانی آنها شود. نمایش طبیعت می‌تواند به صورت‌های مختلفی انجام شود: برای مثال در ماسوله، با گذاشتن گلدان‌هایی از شمعدانی در پشت پنجره، کاربران فضاها را در ارتباط مستقیم با طبیعت قرار داده اند و علاوه بر آن مخاطبان در مواجهه با نمای کلی ساختمان گوشه‌ای از طبیعت را در کنار ساختمان مشاهده می‌کنند. این عمل می‌تواند در مکان‌های مختلفی به اجرا درآید. به عنوان مثال با گذاشتن گلدان-هایی در تراس منازل و یا ایجاد جعبه‌هایی از گیاه در جلوی بازشوها، می‌توان طبیعت را در نمای کلی ساختمان به رؤیت ساکنان و عابران در آورد.

۴. ۶. خطوط منحنی

در بحث نظم ساختاری دیده می‌شود که وجود ناحیه‌ای که دارای تضاد، جزئیات یا انحنا باشد برای درک هر چه بیشتر معماری لازم می‌باشد. (سالینگروس، ۱۳۸۷: ۱۴۶) ضرورت وجود خطوط منحنی در علوم مغز و اعصاب نیز تایید شده است این خطوط برای ایجاد حس خوشایندی و کاهش احساسات منفی مانند استرس، از جایگاه ویژه ای برخوردارند. این خطوط می توانند استفاده های مختلفی در ساختمان و نما داشته باشد. به عنوان مثال: استفاده از خطوط منحنی در بازشوها، در طراحی نما و حتی در فرم کلی ساختمان.

۴. ۷. نسبت طلایی

نسبت طلایی که باعث ایجاد احساس خوشایند در مخاطب می‌شود، می‌تواند در بازشوها، ابعاد کلی نمای ساختمان، ورودی و ... مورد استفاده قرار گیرد تا علاوه بر حس خوشایندی، نماها از نظمی مناسب بهره‌مند باشند.((Mehta et al, 2010

۴. ۸. عناصر الحاقی و فضاهای منفی

استفاده از عناصر الحاقی به نما و یا ایجاد فضاهایی خالی باعث ایجاد احساس مثبت در نما می گردد، زیرا این اقدامات علاوه بر تأثیر بر احساسات، تنوع در نمای ساختمان را نیز محقق می‌سازد که این تنوع خود می-تواند جنبه ای مثبت برای نما باشد. اما تعریف مرکز یا حاشیه باید مورد توجه قرار بگیرد.

با توجه به نکات مطرح شده، مشخص شد که عوامل بسیاری از جمله عوامل طبیعی و عوامل انسان‌ساخت، در ایجاد حس مثبت و ایجاد احساسات خوشایند در انسان‌ها دخیل هستند.

نما به عنوان اولین نقطه برخورد با مخاطب احتیاج به رعایت عواملی دارد تا باعث احساس مثبت در مخاطب شود. که این عوامل عبارت بودند از: طبیعت، هندسه، رنگ، نوع مصالح و... این عوامل، عواملی بودند که در تحقیقات اخیر به آن پرداخته شده است (عجمی، شاهرودی، کردجمشیدی، ۱۳۹۴: ۱۳).

در این راستا، با استفاده از روش تصویربرداری و در رابطه با نمای ساختمان های اداری- تجاری در سال ۲۰۱۶ ، آزمایشاتی در رابطه با حس خوشایندی و ناخوشایندی ایجاد شده در کاربران در هنگام مواجهه با نمای این ساختمان‌ها صورت گرفت. در این آزمایش پارامترهایی از قبیل: هندسه بازشوها در نما، تناسبات بازشوها و مصالح استفاده شده در نما مورد تحلیل قرار گرفت. این آزمایش، با نمایش تصاویری از نمای ساختمان‌ها به افراد نمونه و ثبت امواج مغزی با استفاده از دستگاه الکتروانسفالوگرام انجام گرفت. امواج مغزی با استفاده از برنامه متلب و ای ای جی لب مورد آنالیز قرار گرفت و نتایج به دست آمده به صورت زیر می‌باشد:(شکل شماره ۱)

"۱. از میان اشکال هندسی پیشنهادی برای بازشوهای مجتمع، بازشوهای مستطیل شکل با کشیدگی افقی به عنوان خوشایندترین اشکال هندسی و بازشوهای مثلثی شکل، به عنوان ناخوشایندترین اشکال هندسی در نما شناسایی گردیدند.

۲. از میان اشکال هندسی پیشنهاد شده برای هندسه بازشوها در پژوهش انجام شده، نماهایی با بازشوهای مستطیل شکل با کشیدگی افقی، دایره و قوسی شکل در گروه نماهای خوشایند و نماهایی با بازشوهای مستطیل شکل با کشیدگی عمودی، مثلث و مربع در گروه ناخوشایند قرار گرفتند.

۳. برای مصالح پیشنهادی برای سطح نما، آجر به عنوان خوشایندترین و کامپوزیت به عنوان ناخوشایندترین مصالح در نما شناسایی گردیدند.

۴. باتوجه به تحلیل های صورت گرفته، شیشه و آجر در گروه مصالح خوشایند و سنگ تراورتن، بتن، گرانیت و کامپوزیت در گروه مصالح ناخوشایند برای نمای ساختمان‌ها شناسایی شدند.

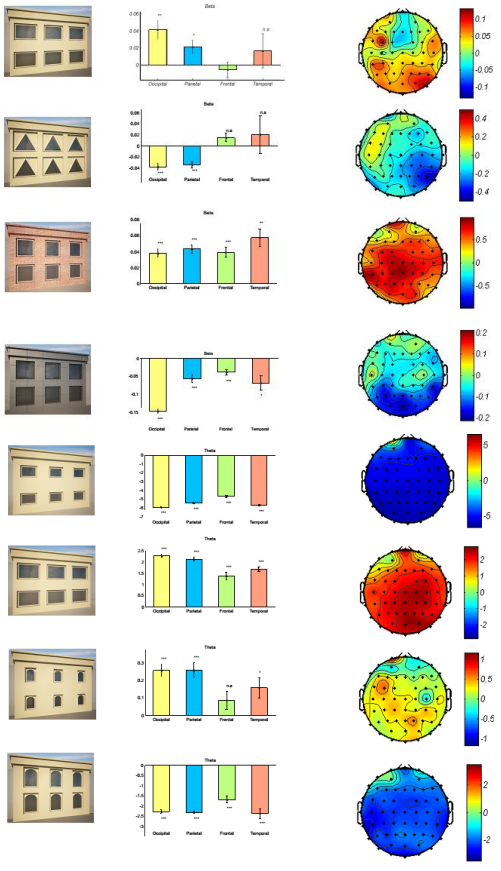
۵. نماهای با سطوح بازشوهای وسیع نسبت به بازشوهای کوچک برای کاربران محیط‌های شهری خوشایندتر به نظر می‌رسد.

۶. استفاده از مصالح تیره در نما، سبب ناخوشایندی کاربران گردید" (نقیبی، ۱۳۹۳: ۱۰۷).

قمیشی در تحقیقات خود به دنبال ارزیابی نشانه‌های فیزیکی در طراحی نمای مسکونی بوده است و این بررسی‌ها بین دو گروه معمار و غیر معمار صورت گرفت. در نهایت مشخص شد: معماران امتیاز بیشتری را برای پنجره های مربعی و مفصل‌بندی قائل شدند در حالی که غیر معماران امتیاز بیشتری برای پنجره‌های دایره‌ای و بیضی شکل قائل شدند. (قمیشی، ۲۰۱۲)همچنین عوامل تأثیرگذار در نما برای معماران شامل المان‌های عمودی،پوشش گیاهی، طراحی مدرن، تناسبات، سادگی و برای غیرمعماران شامل پوشش سنگی، عناصر مدرن، فرم‌های منحنی و سادگی بوده است.(قمیشی، ۲۰۱۷)

۵. روش تحقیق

علوم اعصاب به ویژه شاخه‌ای از آن به نام علوم اعصاب شناختی، ابزارهای الکتروفیزیولوژیک و روش‌های تصویربرداری مغز را برای درک نحوه پردازش "دانش، بینش و تجربه در مغز" و مسیرهای عصبی دخیل در آنها به کار گرفته است.



شکل شماره ۱.نمونه ای از اشکال نما و نتایج ثبت امواج مغزی. (naghibi& et al, 2016:1)

هدف علم اعصاب شناختی فهم ماهیت و ساختار فعالیت‌های ذهنی است. رویکرد این علم به ذهن رویکردی پردازشی است به این معنی که فعالیت‌های ذهنی براساس نحوه پردازش خرده سیستم‌هایی توضیح داده می‌شود که هریک مسئول انجام یک فعالیت ذهنی به‌خصوص، مثل خواندن یک کلمه یا جمله، بازشناسی بصری اشیاء یا انسان‌ها، و یا حل مسائل ریاضی می‌باشند. این خرده سیستم های پردازشگر براساس الگوهای فعالیت مغزی و اطلاعات ساختاری مغز تبیین می‌شوند. دانشمندان این رشته از روش‌های متنوعی برای مطالعه مغز استفاده می‌کنند، از قبیل بررسی تاثیر داروها و مواد شیمیایی روی مغز (نوروفارماکولوژی) ، ثبت نوارهای مغزی (EEG ,ERP) ، ثبت تحریک سلولی، تحریک مستقیم مغز حین عمل جراحی، مداخله غیر مستقیم در عملکرد مغز (TMS) و تصویربرداری پیشرفته با استفاده از ابزارهایی مانند FMRI , PET , (MEGhttp://www.bpshakhespajouh.ac.ir)

۵. ۱. معرفی روش کار

امروزه به علت پیشرفت تکنولوژی، راهکارهایی برای پی بردن به فعالیت‌های مغزی در انسان‌ها و حیوانات ایجاد شده است از جمله می‌توان با خواندن سیگنال‌های مغزی ثبت شده از روش‌های تصویربرداری و آنالیز این اطلاعات به این فعالیت‌ها پی برد. استفاده از دستگاه EEG یکی از روش‌های تصویربرداری می‌باشد.کشف الکتروانسفالوگرام یک نقطه عطف برای پیشرفت علم اعصاب و مغز و اعصاب، به خصوص برای بیماران مبتلا به تشنج بود. استفاده از این روش، علاوه بر استفاده از آن برای بیماری، برای ثبت فعالیت‌های الکتریکی مغز استفاده می‌شود. برای این پژوهش، ابتدا نماهایی از ساختمان‌های مسکونی چهار طبقه که متغیرهای آن، شکل هندسی پنجره‌ها و درصدهای پنجره‌های استفاده شده در سطح نما است به ۱۱ نمونه که شامل ۵ مرد و ۶ زن که بازه سنی مردان ۱۸ تا ۳۷ و بازه سنی بانوان ۲۰ تا ۳۲ سال بود نشان داده شد غالب نمونه‌ها به استثنای یک نفر از میان مهندسان و دانشجویان داوطلب رشته‌های معماری، مکانیک، برق و یک نفر دانشجوی رشته روانشناسی انتخاب شده و از فعالیت‌های مغزی آنها توسط الکترودهای سطحی، ثبت گرفته شد. در هنگام ثبت امواج، از نمونه‌ها خواسته شد تا خوشایندی و ناخوشایندی تصاویر را با فشردن یکی از دو کلید تعیین نمایند.

۵. ۱. ۱. مرحله اول- مدلسازی نماها

در مرحله اول، به صورت تصادفی حدود ۶۰۰ تصویر از نماهای ساختمانی در شهر گرگان گرفته و اشکال هندسی موجود در بازشوها و درصد سطح بازشوهای استفاده شده در این نماها استخراج گردید. با استفاده از پارامترهای استخراج شده از تصاویر و خانه‌های معاصر و سنتی گرگان، نماهایی با استفاده از نرم افزار تری دی مکس و فتوشاپ مدلسازی شد. متغیرهای موجود در این نماها، هندسه پنجره‌ها و نسبت سطح پنجره‌ها در ساختمان‌های مسکونی می‌باشد.

۵. ۱. ۱. ۱. هندسه پنجره‌ها

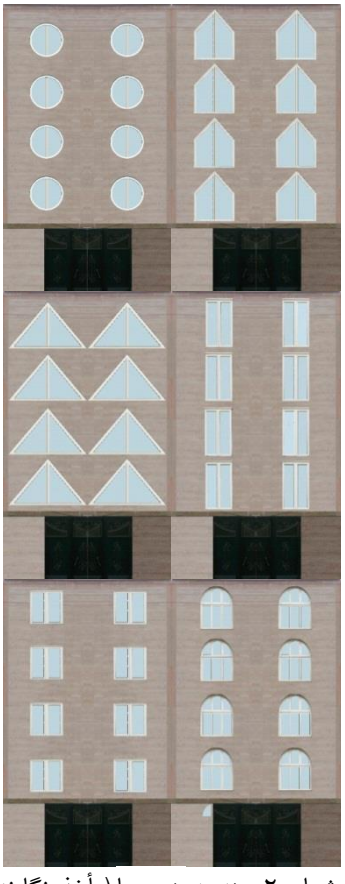
نماهایی با خطوط منحنی (دایره)

نماهایی با خطوط شکسته (مربع، مستطیل، مثلث)

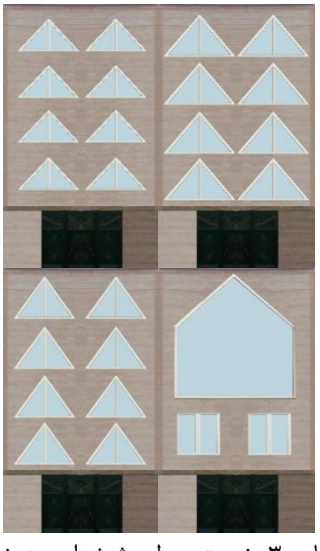
نماهایی با خطوط منحنی و شکسته (شکل شماره۲)

۵. ۱. ۱. ۲. نسبت‌های سطح پنجره‌ها به سطح نما

در الگوهای مورد بررسی یکی از متغیرها، نسبت شیشه مورد استفاده در نماهای ساختمان مسکونی می‌باشد که تقسیم بندی در این نماها با نسبت‌های، ۱۵٪ ، ۲۵٪ ،۳۵٪، ۴۵٪ می‌باشد. در شکل ۳ فرایند تغییر نسبت سطح پنجره‌ها به سطح نما نشان داده شد.(شکل شماره ۳)



شکل شماره ۲. هندسه پنجره‌ها.(مأخذ: نگارندگان)



شکل شماره ۳. نسبت سطح شیشه‌ای به نما. (مأخذ: نگارندگان)

۵. ۱. ۲. مرحله دوم- آماده‌سازی نماها برای نمایش

پس از مرحله مدلسازی نماها، هر یک از نماها بوسیله نرم‌افزار سایکوپای۳ کدنویسی شدند و شرایط برای ثبت سیگنال‌ها در محیط آزمایشگاه فراهم گردید. در این قسمت لازم به یادآوری است که برای نمایش تصاویر به نمونه‌های مورد نظر در هنگام ثبت از مانیتور LCD مدل s221HQLBD acer، بیست و یک اینچ استفاده گردید. در هنگام نمایش تصاویر و ثبت امواج مغزی از نمونه‌ها خواسته شد تا با انتخاب یکی از دو کلید، خوشایندی و یا ناخوشایندی هر تصویر را مشخص نمایند.

جهت انجام آزمایش مورد نظر از امکانات و تجهیزات آزمایشگاه دانشگاه پیام نور تهران استفاده شد. قبل از رکوردگیری، هر یک از افراد مورد آزمایش نیازمند نصب و راه اندازی تجهیزات جهت ثبت سیگنال‌های مغزی و نیز آماده‌سازی روانی بودند. به همین منظور فرد مورد نظر از جامعه آماری پس از مستقر شدن و قرار دادن کلاه مخصوص به نام کلاه موج بر [۲۰] برای دریافت سیگنال روی سر (این کلاه حاوی الکترودهایی است که جهت دریافت سیگنال مغز بکار می‌رود) جهت تماس هرچه بهتر الکترودها با پوست سر و برای دریافت و ثبت هرچه بهتر سیگنالهای مغزی، از ژل مخصوصی بنام الکتروژل استفاده شد. با تزریق این ژل از طریق سُرنگ به درون هریک از الکترودها بطوری که مابین پوست سر و الکترود قرارگیرد این امر محقق می‌شود. خروجی پورت های کلاه باید به دستگاه EEG اتصال یابد. برای ثبت سیگنال در این پژوهش از دستگاه EEG مدل asalab ES-410 ۸+۶۴ محصول کارخانه ANTکشور هلند استفاده گردید که ۲۴ بیتی و ۶۴ کاناله بوده که برای انجام کار با نظر استاد مشاور از ۳۲ کانال آن استفاده گردید.

پس از آماده سازی کلاه و الکترودها و دستیابی به مقاومت الکتریکی مورد نظر، فاصله نمونه‌ها از صفحه نمایشگر به میزان ۵۰ سانتیمتر تنظیم می‌شود. شرایط

محیطی اعم از نور و دمای محیط برای تمامی نمونه‌ها در مدت نمایش تصاویر یکسان در نظر گرفته شده است. پس از کنترل این پارامترها می‌توان وارد مراحل ثبت امواج شد. که در مرحله ثبت، نمونه در اتاقی به تنهایی به ۲۴ تصویر که به ترتیب، دسته‌بندی شده، نگاه می‌کند. که زمان نمایش هر تصویر، ۵ ثانیه می‌باشد و زمان استراحت بین آنها ۵ ثانیه است که تصویری طوسی رنگ به نمونه‌ها نشان داده می‌شود.

۶. مبانی نظری

۶. ۱. معرفی واژه‌های تخصصی

علوم مغز و اعصاب: شاخه‌ای ازعلوم زندگی است که به مطالعه مغز و سیستم عصبی شامل فرآیندهای مغز مانند احساس، ادراک، یادگیری، حافظه و حرکت می‌پردازد. علوم مغز و اعصاب شناختی، شناخت انسان را مطالعه می‌کند و یک حوزه بین رشته ای است. علوم اعصاب شناختی در تلاش برای توضیح فرآیندهای شناختی با استفاده از مفاهیم بکار گرفته شده در سازوکارهای مغزی می باشد(قنبری، ۱۳۹۴)

امواج(ریتم‌های)مغزی: ترکیب فعالیت‌های سلول‌های مغزی باعث ایجاد فرکانس‌های مختلف می‌شود. از باندهای فرکانسی که هرکدام متعلق به عمل خاصی می باشد، می‌توان برای شناخت مغز استفاده کرد. البته به دلیل پیچیدگی بالا نمی‌توان به صراحت بیان کرد که یک باند فرکانسی به یک عمل اختصاص دارد.(برنبویی، ۱۳۹۵)

باند دلتا : این باند فرکانسی در نوزادان و بزرگترها به هنگام خواب عمیق مشاهده می‌شود به طوری که شخص بدون حرکت سریع چشم و غیرهوشیار است.(همان)

باند تتا : این باند فرکانسی در مواقع خواب عمیق و استراحت در کودکان مشاهده می‌شود؛ و همچنین در دیدن تصاویر فانتزی، دیدن تصاویری زیبا، فراخوانی حافظه، ابداع، آگاهی و رویا نیز دیده شده است.(همان)

باند آلفا: شخص در این وضعیت در حالت آرامش و سکون ولی نه حالت چرت و خواب آلودگی، همراه با هشیاری است. هیچ‌گونه حرکت و تفکر و اندیشه در فعالیت ذهنی شخص مشاهده نمی‌شود.(همان)

باند بتا : این موج دارای دامنه اندکی است و زمانی که ذهن در هشیاری کامل و فعالیت باشد، با قدرت بیشتر در نواحی آهیانه ای و جلوسری مشاهده می‌شود.(همان)

باند گاما: این باند را مرتبط با توجه تقویت شده، تعمق و مراقبه و تغییر حالت هوشیاری می‌دانند. این باند فرکانسی در همه جای سر دیده می‌شود.(همان)

الکتروانسفالوگرافی: پردازش اطلاعات در سیستم اعصاب مرکزی، توسط فعالیت الکتریکی نورون‌ها اتفاق می‌افتد. این فعالیت الکتریکی پیوسته تولید شده توسط خود مغز، می‌تواند توسط الکترودهای قرار گرفته بر روی جمجمه اندازه‌گیری و ثبت شود.(آزمایشگاه ملی نقشه برداری مغز، ۱۳۹۸)

توپومپ: نتایج حاصل از انسفالوگرافی را نمی‌توان به‌صورت مستقیم و تنها با مشاهده سیگنال مورد بررسی و تفسیر قرارداد. یکی از راهها مشاهده توپومپ‌های مغز افراد در حین ایجاد محرک است. این نقشه‌ها با کدهای رنگی از سیگنال‌های مغز تهیه می‌شود که دید کلی به اتفاقات دارد.(قربانی، ۱۳۹۷)

۷. مطالعات و بررسی‌ها

در روش آنالیز سیگنال‌های EEG نمی‌توان به واسطه چشم، آنها را آنالیز کرد و تنها راه ممکن استفاده از نرم‌افزارهای متلب و EEGLAB می‌باشد تا با استفاده از آنها بتوان اطلاعات مورد نیاز را از سیگنال‌ها استخراج نمود که برای این‌کار در ابتدا مرحله فیلتر کردن برای حذف نویزها انجام گرفته و سپس از بین ۵ بار آزمونی که از هر نفر گرفته شده است با بررسی‌های چشمی، یکی از ثبت‌ها را که دارای نویز کمتری است برای آنالیز نهایی انتخاب می‌شود. داده‌های ثبتی یکی از نمونه‌ها به دلیل نویز بسیار بالا از میان سیگنال‌های موجود برای آنالیز حذف شده و آنالیز داده‌ها برای۱۰ نمونه انجام گرفت.

به این منظور دو فیلتر بر سیگنال‌ها اعمال شد: فیلتر میان‌گذر[۴] در بازه فرکانسی ۰,۵ تا ۶۰ هرتز به منظور جداسازی یک بازه فرکانسی خاص، که در این پژوهش بازه فرکانسی ۰,۵ تا ۶۰ هرتز از سیگنال‌های ثبت شده جدا گردید و فرکانس‌های پایین‌تر از ۰,۵ هرتز و بالاتر از ۶۰ هرتز حذف می‌شود و فیلتر ناچ[۵]، فیلتری برای حذف فرکانس‌های در بازه فرکانسی ۴۸-۵۲ هرتز که به منظور

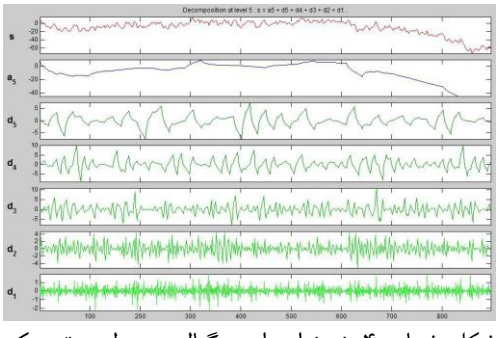
فیلتر کردن نویزهای احتمالی برق شهری اعمال گردیده است. بعد از مرحله فیلتر کردن سیگنال‌ها با بررسی‌های چشمی از هر ۵ بار ثبت گرفته شده از افراد، یک ثبت که دارای آرتیفکت کمتری بود، انتخاب شد.

بعد از این مرحله، مرحله آنالیز سیگنال‌ها شروع می‌شود که در گام اول، کانال‌ها دسته بندی شد. که در جدول شماره ۱ این دسته‌بندی و محل قرارگیری الکترودها نشان داده شده است. پس از این مرحله، استخراج پنجره‌زمانی تحلیل انجام شده است

جدول شماره ۳.دسته بندی کانال‌ها و محل قرارگیری الکترودها(ماخذ: نگارندگان)

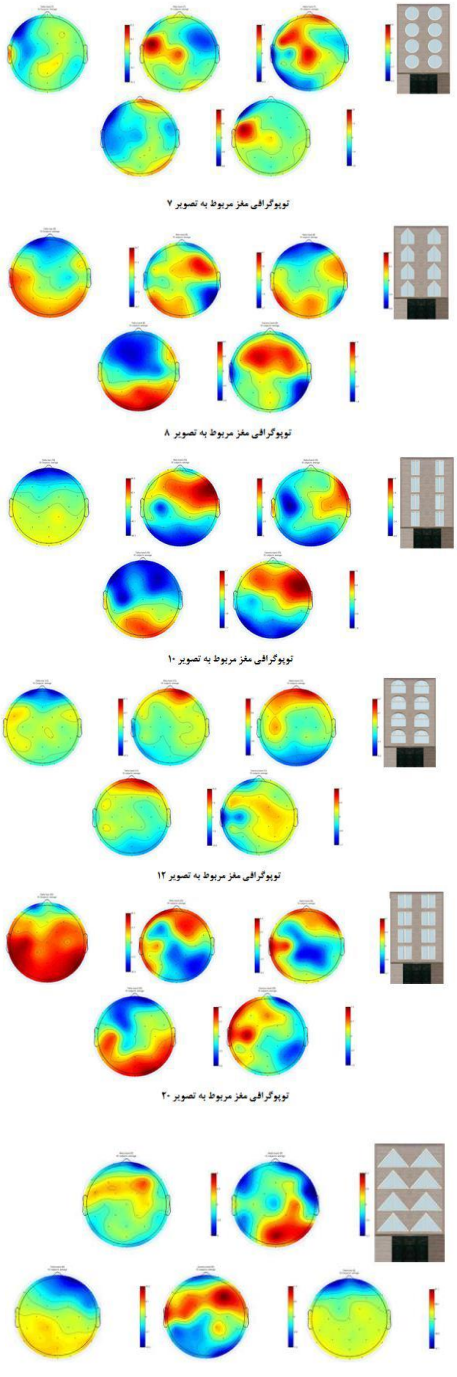
کانال‌ها	ناحیه
Fp2, F7, F3, Fz, ,Fp1, Fpz F4, F8	پیشانی
T7, T8	گیجگاهی
Fc2, Fc6, C3, ,Fc5, Fc1 Cz, C4, Cp5, Cp1, Cp2, Cp6	آهیانه‌ای
Pz, P4, P8, Poz, ,P7, P3 O1, Oz, O2	پس سری

که از بازه نمایش ۰ تا ۵ ثانیه، بازه ۱ تا ۵,۴ ثانیه نمایش، برای استخراج سیگنال‌های خام مغز، جدا شد.



شکل شماره ۴: نمونه‌ای از سیگنال مربوط به تحریک شماره ۱ (ماخذ: نگارندگان)

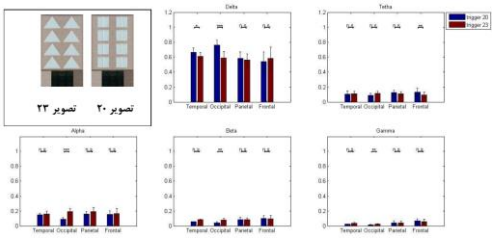
با استفاده از این مراحل دست یافتن به تصاویر توپوگرافیک مغز برای باندهای فرکانسی آلفا، بتا، گاما، تتا و دلتا امکان‌پذیر است. در شکل شماره ۵ ، میانگین توپوگرافی مغز، برای ۱۰ نمونه، برای بازشوهای متفاوت نشان داده شد که مکان‌های قرمز رنگ نشان دهنده



شکل شماره ۵. میانگین توپوگرافی مغز، برای ۱۰ نمونه(ماخذ: نگارندگان)

فعالیت بالا و هر چه به سمت رنگ آبی می‌رود فعالیت بسیار کم می‌شود. که تصاویر نشان دهنده فعالیت مغز در ناحیه‌های مختلف می‌باشد.

پس از این مرحله، توان‌های نسبی باندهای فرکانسی، برای نمونه‌ها، مورد محاسبه قرار گرفت و در انتها آزمون آماری تی برای اطمینان از تفاوت بین پاسخ‌ها انجام شد. آزمون تی انجام شده برای تصاویر ۲۰ و ۲۳ در شکل شماره ۶ نشان داده شده است که تعداد ستاره‌های بالای نمودارها تفاوت معنادار باندهای فرکانسی در نواحی مختلف مغز را نشان می‌دهد. با توجه به آزمون تی برای این دو تصویر دیده می‌شود که تفاوت معناداری در ناحیه پس سری در باندهای فرکانسی دلتا، آلفا، بتا و گاما دیده می‌شود.



شکل شماره ۶. آزمون تی برای تصویر ۲۰ و ۲۳(ماخذ: نگارندگان)

۸. یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می‌گردد که پاسخ-های نمونه‌ها در مرحله اول، در هنگام نمایش تصاویر، تصاویری با پنجره‌های قوسی، دایره‌ای و مربعی را خوشایند و تصاویر مثلثی و جناغی را ناخوشایند دانسته-اند. که با تحلیل توپوگرافی‌های مغز و توان نسبی‌های بدست‌آمده از سیگنال‌های مغزی دیده می‌شود که تفاوت فاحشی بین فعالیت مناطق مختلف و همچنین توان نسبی تصاویر خوشایند و ناخوشایند وجود دارد بعنوان مثال می‌توان به تفاوت معنادار در تصاویر مربعی و مثلثی که به ترتیب در گروه پنجره‌های خوشایند و ناخوشایند قرار دارند، اشاره نمود.

با توجه به این تحلیل‌ها دیده می‌شود که بررسی پاسخ سوژه‌ها به تصاویر نما در هنگام ثبت نشان می‌دهد، از میان اشکال هندسی پیشنهاد شده برای پنجره‌ها، پنجره‌های دایره، مربع و قوسی دارای بیشترین انتخاب از نظر خوشایندی می‌باشند و پنجره‌های مثلثی شکل، به عنوان ناخوشایندترین اشکال هندسی در نما شناسایی گردیدند این نتایج با یافته های نقیبی و همکاران(۱۳۹۱) تائید می‌شوند.

۱. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که پنجره‌های با زوایای تند، مانند مثلث و جناغی و ترکیب این پنجره‌ها با پنجره‌های دیگر، تصاویری ناخوشایند را برای نمونه‌ها به وجود آورده‌اند. یافته نقیبی و همکاران(۱۳۹۳) نیز اشاره دارد که پنجره‌های مثلثی شکل، بعنوان ناخوشایندترین اشکال هندسی در نما مورد شناسایی قرار گرفته اند

۲. با توجه به یافته‌های پژوهش، بهترین پنجره‌ها مربوط به اشکالی با خطوط منحنی (دایره، قوسی) و مربع می-باشد. این در حالی است که در پژوهش نقیبی و همکاران(۱۳۹۳) پنجره‌های مستطیلی شکل با کشیدگی افقی، دایره و قوسی شکل در گروه نماهای خوشایند و پنجره‌های مستطیل شکل با کشیدگی عمودی، مثلث و مربع در گروه ناخوشایند قرار گرفته اند.

۳. براساس یافته‌های پژوهش نمی‌توان نظر قطعی و مشترکی برای همه اشکال هندسی در رابطه با خوشایندی و ناخوشایندی درصد سطح پنجره‌ها ارائه نمود این بدان سبب است که شکل‌های هندسی متفاوت، در این خصوص با یکدیگر تفاوت دارند.

۴. در نماهای با پنجره‌های جناغی و مثلثی (ناخوشایند)، باند فرکانسی تتا در ناحیه پس‌سری در مقایسه با پنجره-های مربعی و پنجره‌های با خطوط منحنی (خوشایند)، افزایش می‌یابد.

۵. در نماهای با پنجره‌های جناغی و مثلثی (ناخوشایند)، باند فرکانسی آلفا در ناحیه پس‌سری نسبت به پنجره-های دایره‌ای، قوسی و مربعی (خوشایند)، بیشتر است.

۶. در نماهای با پنجره‌های جناغی و مثلثی (ناخوشایند)، توان نسبی باند فرکانسی بتا در ناحیه پس‌سری نسبت به پنجره‌های دایره‌ای، قوسی و مربعی (خوشایند)، بیشتر می‌شود.

۷. در پنجره‌های دایره‌ای نسبت به پنجره‌های مثلثی، کاهش معناداری در توان نسبی باندهای فرکانسی تتا و بتا در ناحیه پس‌سری و همچنین افزایش معناداری در توان نسبی باندهای فرکانسی باند تتا و آلفا در ناحیه پیشانی دیده می‌شود که براساس نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان پنجره‌های دایره‌ای را نسبت به پنجره-های مثلثی خوشایندتر دانست. این نتیجه با یافته‌های

نقیبی و همکاران(۲۰۱۶) و گانتکین و همکاران(۲۰۱۳) که اشاره دارند خوشایندی تصاویر نما با افزایش توان نسبی بتا رابطه دارند تائید می‌شود.

۸. در نماهایی با پنجره‌های ترکیبی دایره‌ای و مربعی در مقایسه با پنجره‌های دایره‌ای و مستطیلی، افزایش معناداری در توان‌های نسبی باند تتا، گاما، بتا و آلفا در ناحیه پس‌سری و همچنین کاهش معناداری در توان نسبی باند دلتا در ناحیه پس‌سری دیده می‌شود که این ناحیه در مغز مربوط به ادراکات و آنالیزهای بینایی می‌باشد.

۹. در مقایسه بین پنجره‌هایی با خطوط منحنی و پنجره‌های مثلثی، کاهش معنادار توان نسبی در باند فرکانسی تتا در قسمت پیشانی و همچنین افزایش معنادار توان نسبی در باند فرکانسی بتا در ناحیه پس‌سری در پنجره‌های مثلثی دیده می‌شود و از آنجا که کاهش تتا نشانگر اضطراب و استرس می‌باشد می‌توان آن را دلیلی بر نامناسب بودن پنجره‌های مثلثی دانست.

۱۰. در نماهایی با پنجره‌های ترکیبی، ترکیب پنجره‌های با هندسه جناغی و مربعی با درصد سطح پنجره ۴۵٪ نسبت به ترکیب پنجره‌های مربعی و قوسی از نظر نمونه‌ها ناخوشایندتر است. این ناخوشایندی، در فعالیت‌های مغزی با افزایش معناداری در ناحیه آهیانه‌ای در توان‌های نسبی باندهای فرکانسی تتا، آلفا و بتا رخ داده است اما در این ناحیه با کاهش معناداری در توان نسبی باند فرکانسی دلتا همراه است.

۱۱. در پنجره‌های قوسی، با افزایش درصد بازشو از ۲۵٪ به ۳۵٪ و از ۲۵٪ به ۴۵٪ در لوب پس‌سری افزایشی در باند گاما دیده می‌شود و از آنجا که افزایش باند فرکانسی گاما باعث افزایش استرس می‌شود بنابراین ممکن است که افزایش پنجره‌های با هندسه قوسی، برای افراد ناخوشایند باشد.

۱۲. در پنجره‌های مربعی، با افزایش درصد پنجره‌ها، فعالیت در لوب آهیانه‌ای و پس‌سری افزایش می‌یابد و با توجه به توان نسبی باندهای فرکانسی، مشاهده می‌شود که در بازشوهای مربعی، با افزایش درصد پنجره‌ها باند دلتا افزایش می‌یابد و باتوجه به پاسخ‌های نمونه‌ها دیده می‌شود که رضایتمندی کاهش می‌یابد.

۱۳. در پنجره‌های جناغی با کاهش درصد پنجره‌ها، در همه لوب‌ها کاهش معناداری در توان نسبی باند فرکانسی آلفا دیده می‌شود که این کاهش نشانگر عدم آرامش در سوژه‌ها در هنگام نمایش تصاویر می‌باشد. در نتیجه افزایش درصد پنجره‌ها در پنجره‌های جناغی را می‌توان خوشایند دانست.

۹. نتیجه تحقیق

با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته دیده می‌شود که فعالیت مغز افراد با دیدن نمونه‌های خوشایند و ناخوشایند دستخوش تغییراتی می‌شود که با توجه به امتیازدهی افراد به نمونه‌ها، تصاویر با پنجره‌های دایره، مربع و قوسی جزو خوشایندترین نماها می‌باشد که در این انتخاب‌ها باند فرکانسی تتا در ناحیه پس‌سری در مقایسه با پنجره‌های ناخوشایند کاهش می‌یابد و همچنین باند فرکانسی آلفا در ناحیه پس‌سری نسبت به پنجره‌های ناخوشایند کمتر و توان نسبی باند فرکانسی بتا در ناحیه پس‌سری نسبت به پنجره‌های ناخوشایند کمتر می‌شود.

در نتیجه می‌توان اشاره کرد که فعالیت‌های مختلف مغز در ناحیه های مختلف آن ارتباطی با خوشایندی و ناخوشایندی تصاویر دارند.

لذا پیشنهاد می‌گردد در طراحی نماهای شهری، موارد زیر مورد توجه قرار گیرد لازم به ذکر است که این نکات در پژوهش نقیبی و همکاران(۱۳۹۳) در شهر تهران نیز مورد تائید قرار گرفته اند.

۱. استفاده از بازشوهایی با خطوط منحنی مانند دایره، پنجره‌های قوسی

۲. استفاده از پنجره‌های مربع شکل

۳. عدم استفاده از پنجره‌هایی با زوایای تند مانند مثلث ها و پنجره‌های جناغی

۴. در صورت استفاده از پنجره‌هایی جناغی، درصد بازشو در نما بیشتر باشد.

۵. در صورت استفاده از پنجره‌هایی قوسی، عدم استفاده از پنجره‌هایی با بازشو وسیع و بزرگ

۶. در صورت استفاده از پنجره‌های مربعی، عدم استفاده از پنجره‌هایی وسیع و بزرگ

با توجه به محدودیتهای موجود در پژوهش و کمبود سابقه پژوهشی مناسب در این زمینه، استفاده از تأثیر عناصر مورد نظر در ساختار نما در نماهای موجود در

پژوهش حاضر، به تنهایی کافی نمی‌باشد زیرا نماهای مورد بررسی فاقد هرگونه جزئیات، مصالح و رنگی می-باشند. لذا پیشنهاد می‌گردد ضمن گسترش جامعه آماری به کل کشور، پژوهش‌های زیر در آینده صورت گیرد:

۱. بررسی تأثیر مصالح، رنگ و دیگر متغیرهای موجود در نماهای خانه‌های مسکونی با رویکرد علوم مغز و اعصاب

۲. بررسی تأثیر محرک‌های بصری- معماری بر عملکرد ریتم‌های مغزی در دو نیمکره و استخراج تفاوت‌ها

۳. بررسی میزان تأثیرگذاری محرک‌های بصری- معماری در حل مشکلات روحی و روانی

۴. بررسی نقش فضاهای داخلی خانه‌های مسکونی بر سیستم عصبی کاربران

۵. بررسی تأثیرات عناصر تزئینی و جزئیات موجود درنماهای مسکونی بر روی مغز کاربران

۱۰. تشکر و قدردانی

از مسئولین و عوامل آزمایشگاه روانشناسی دانشگاه پیام نور تهران واحد جنوب کمال تشکر و قدردانی می‌شود که فضای لازم برای انجام آزمایش و شرایط استفاده از دستگاه EEG ۶۴ کاناله را برای انجام این پژوهش فراهم نمودند.

۱۱. پی‌نوشت‌ها

1. Polio vaccine
2. Jonas Salk
3. Bar, M
4. Edmund Burke
5. Precuneus
6. Semir Zeki
7. Oshin Vartanian
8. Vinod Goel
9. FMRT
10. Pareidolia
11. Babiloni
12. Electroencephalogram (EEG)
13. Vecchiato
14. Familiarity
15. Novelty
16. Comfort
17. Pleasantness
18. Arousal
19. Presence
20. waveguad caps

۱۲. منابع فارسی و لاتین

ایل بیگی، الناز و همکاران، (۱۳۹۲)، بهبود تشخیص خودکار احساسات با استفاده از سیگنال EEG، دو فضلنامه‌ی پردازش علائم داده‌ها، شماره ۲پیاپی ۲۰، ص۲۱-۳۴.
https://jsdp.rcisp.ac.ir/article-1-83-fa.html

ابرنارد، جان و پاتوئین، برندا(۱۳۹۵)، معماری با مغز و ذهن ،مترجم: فاطمه کاری‌پور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته معماری، دانشگاه مازندران

آزمایشگاه ملی نقشه‌برداری مغز(۱۳۹۸)، دسترسی در ۱۳۹۸/۶/۲۴
https://nbml.ir/FA/services/EEG-Lab

برنبویی، هانیه (۱۳۹۵)تشخیص احساسات (غم و شادی) با استفاده از سیگنال‌های EEG به کمک ویژگی‌های مبتنی بر ارتباطات عملکردی مغز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهد

پلاسما، جوانی، هری فرانسیس مالگریو، و مایکل اربیب(۲۰۱۳)،ترجمه مریم قربانی(۱۳۹۷)پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته معماری، دانشگاه مازندران، ص۴۵

رزاق‌زاده، مهسا، محمد قمیشی(۱۳۹۶)، بررسی تأثیر آرامش و آسایش بر طراحی نمای معماری، کنفرانس بین‌المللی مطالعات نوین در زمینه عمران و معماری و شهرسازی با رویکرد ایرانی اسلامی
https://civilica.com/doc/732772 /

سالینگروس، نیکوس ای(۱۳۷۸). یک نظریه‌ی معماری، مترجم زرین مهر و زهیر متکی، انتشارات مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری. ص ۱۴۶-۱۴۸

شاهرودی، عباسعلی(۱۳۹۳). بکارگیری علوم مغز و اعصاب در ارتقاء کیفیت فضای معماری، دومین همایش ملی معماری و شهرسازی در گذر زمان، قزوین، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) واحد قزوین، ص ۷
https://civilica.com/doc/400576 /

عجمی، سحر. شاهرودی، عباسعلی. کردجمشیدی، ماریا (۱۳۹۴). مغز و اعصاب و معماری: بررسی تأثیر نماها بر

سیستم عصبی انسان، همایش ملی معماری و شهرسازی ایرانی اسلامی، رشت، دانشگاه پیام نور استان گیلان. https://civilica.com/doc/371936/

قربانی، مریم(۱۳۹۷) ارزیابی نمای مسکن ارزان‌قیمت با بهره‌گیری از علوم مغز و اعصاب: طراحی موردی مسکن کانتینری در شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته معماری، دانشگاه مازندران، ص۲۷-۸۹

قمیشی، محمد و محمود جوسان(۲۰۱۲) بررسی تفاوت ارزیابی معماران و غیر معماران در طراحی نماهای مسکونی، ترجمه مریم قربانی(۱۳۹۷) پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته معماری، دانشگاه مازندران، ص۶۱-۶۲

قمیشی، محمد و مرجان ایبجی(۲۰۱۷) بررسی زیبایی-شناختی ویژگی‌های کانسپتی و نسبت آن با پیچیدگی در میان معماران و غیر معماران در طراحی نمای مسکونی در ایران، ترجمه مریم قربانی(۱۳۹۷) پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته معماری، دانشگاه مازندران، ص۶۱-۶۲

نقیبی، پرستو.(۱۳۹۳) طراحی مجتمع اداری- تجاری با رویکرد علوم شناختی(علوم مغز و اعصاب). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته معماری، دانشگاه مازندران، ص ۹۶-۱۰۷

هاشمی، سمیرا و مهکامه لوافی (۱۳۹۲) بازشناسی چگونگی کاربرد تزیینات در معماری در راستای پاسخ دهی به نیاز های زیستی-عصبی، همایش ملی شهر و معماری انسان گرا، دانشگاه آزاد اسلامی- قزوین، ص۴،۶،۷ / https://civilica.com/doc/248955

abiloni, F., Cherubino, P., Graziani, I.,Trettel, A., Bagordo, G. M., Cundari, C., & Vecchiato, G. (2014), The great beauty: A neuroaesthetic study by neuroelectric imaging during the observation of the real 141. https://cs.chitkara.edu.in/index.php/cs/article/view/100/91

Evans, G., & Mac coy, J. (2002). when building don't work: the role of Michelangelo's Moses sculpture. In Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC),36th Annual International Conference of the IEEE (pp. 6965-6968). IEEE. https://www.researchgate.net/publication/263559712_The_Great_Beauty_A_Neuroaesthetic_Study_by_Neuroelectric_Imaging_During_the_Observation_of_the_Real_Michelangelo%27s_Moses_Sculpture

Bar, M., Neta, M.(2007), Visual Elements of Subjective Preference Modulate Amygdala Activation. Neuropsychologia., pp2191–2200. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4024389/

Bar, M.(2004), Visual Objects in Context. Nature Reviews Neuroscience, pp617–629.

Burke, E. A(1757), philosophical enquiry into the origin of our ideas of the sublime and beautiful. Dodsley, London.

Choo, H., Nasar, J., Nikrahei, B., and Walther, D. B. (2017). Neural codes of seeing architectural styles. Sci. Rep. 7:40201. doi: 10.1038/srep40201 https://www.nature.com/articles/srep40201

Edelstein, E. A. (2008). Building health. HERD 1, 54–59. doi: 10.1177/193758670800100208

Edelstein, E. A., and Macagno, E. (2012). ‘‘Form follows function: bridging neuroscience and architecture,’’ in Sustainable Environmental Design in Architecture: Impacts on Health, eds

Essawy, S; Kamel, B; Samir, M.(2014), Sacred Buildings and Brain Performance: The Effect of Sultan Hasan Mosque on Brain Waves of its Users. Creative Space (CS). PP123-

architecture in human health. Journal of environment psychology. 18(1). 85-94.
https://pdfs.semanticscholar.org/4848/57a6ca3bcede415026330669abf913a91875.pdf
Guntekin,B.,Basar, E., (2010), Event-related beta oscillation are affected by emotional eliciting stimuli, neuroscience letters 438, pp 173-178.
Harting, T. (2004). Towards understanding the restorative environment as a health resource. galve: sweden institute for housing and urban research, uppsala university.
Heerwagen, J; Orians, G.(1990),The Psychological Aspects of Windows and Window Design. EDRA. 21, pp269–280.
Ishizu, t, Zeki, S.(2011), Toward a brain-based theory of beauty. Department of imaging neuroscience, London. Plos one. 6, pp 1-10.
https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0021852
Linaraki, D.,Voradaki, G.(2010), The interaction of space with the human nervous system and its impact on human psychology. Department of neurology. torrance: UCLA.
Madani Nejad, K.(2003), Curvilinearity in Architecture: Emotional Effect of Curvilinear Forms in Interior Design. Doctoral Dissertation, Texas A&M University.
https://oaktrust.library.tamu.edu/handle/1969.1/5750
Mehta, B; Lee, H; Shafie, M.(2010) Neuroscience of the golden ratio. CA 90509. Torrance: UCLA.
https://www.brikbase.org/sites/default/files/MehtaPoster.pdf
Naghibi Rad, p.,Shahroudi, Shabani, Maboudi, Lashgari(2016),Building Facades Significantly Modulate EEG Signals of Brain, Cortical Lobes , ANFA coference, USA
https://www.researchgate.net/publication/348252324_Facades_of_Buildings_Significantly_Modulate_EEG_Signals_of_Brain_Cortical_Lobes
Nanda, U., Pati, D., Ghamari, H, Bajema, R.(2013), Lessons from neuroscience: form follows function, emotions follow form. Intelligent Buildings International. pp61-78.
https://www.researchgate.net/publication/263494088_Lessons_from_neuroscience_form_follows_function_emotions_follow_form
Ostwald, M. Hong, K.(2012) Chalup, S. Pareidolia analysis of architecture. department of neurology. torrance: UCLA.
https://www.brikbase.org/sites/default/files/OstwaldPoster.pdf
Redies, C. A(2007), universal model of esthetic perceptionbased on the sensory coding of natural stimuli.Jena, Germany. 21(1-2): 97-117.
https://www.uniklinikum-jena.de/anatomie1_media/Inhalte/ReReview-font-14.pdf
Vartanian,O.,Goel,V.(2003), Neuroanatomical correlates of aesthic preference for paintings. Department of psychology, Canada. 2003, 15, pp 893-897.
https://www.researchgate.net/publication/8627374_Neuroanatomical_correlates_of_aesthetic_preference_of_paintings
Vartanian, O. et al.(2013) Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. PNAS. **110,**10446–10453
https://www.researchgate.net/publication/237097847_Impact_of_contour_o

Ulrich, R. S., Lunden, O., J. L.(1993) Eltinge. Effects of Exposure to Nature and Abstract Pictures on Patients Recovering from Heart Surgery. Paper presented at the Thirty-third meeting of the Society of Psychophysiological Research, Rottach-Egern, Germany.
United Nations,(2014), Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization prospects: the 2014 revision highlights

n_aesthetic_judgments_and_approach-avoidance_decisions_in_architecture
Vuilleumier, P; Armony, J.I; Driver, J; Dolan, R.J.(2003) Distinct Spatial Frequency Sensitivities for Processing Faces and Emotional Expressions. Nature Neuroscience, pp624-631.
Ulrich, R. S.(2009) Effects of Viewing Art on Health Outcomes. In Putting Patients First: Best Practices in Patient-Centered Care, edited by S. B. Frampton and P. A. Charmel. San Francisco , pp129–149.

.

۱۳- چکیده تصویری