

ترجمه انگلیسی این مقاله با عنوان:

Application of Smart Digital Surfaces and Decorations in Architecture: Transformation of Aesthetic Experience and Improvement of Spatial Perception of Users

در همین شماره به چاپ رسیده است.

کاربرد سطوح و تزئینات دیجیتال هوشمند در معماری: تحول تجربه زیبایی‌شناختی و ارتقای ادراک فضایی کاربران

حمیدرضا قمبری^۱، علیرضا ناصری^۲، آویده طلایی^{۳*}

۱. دانشجوی دکتری تخصصی معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. دانشجوی دکتری تخصصی معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. استادیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ معماری

مقاله پژوهشی

چکیده:

در دهه‌های اخیر، فناوری‌های دیجیتال و هوشمند تأثیرات عمیقی بر معماری و تجربه فضایی کاربران داشته‌اند. تزئینات دیجیتال و سطوح هوشمند، به‌عنوان "پوست دوم هوشمند"، فرصت‌های نوینی برای طراحی فضاهای تعاملی و پویا فراهم کرده‌اند که تجربه زیبایی‌شناختی و ادراک فضایی کاربران را متحول می‌کند. این فناوری‌ها از طریق تعامل با کاربران، به ایجاد محیط‌هایی کمک می‌کنند که قابلیت انطباق با شرایط محیطی و نیازهای فردی را دارند. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که استفاده از این فناوری‌ها علاوه بر بهبود تجربه فضایی، موجب کاهش استرس، افزایش رضایت و ارتقای کیفیت زندگی کاربران می‌شود.

این مقاله با رویکرد توصیفی-تحلیلی به بررسی تأثیرات تزئینات و سطوح دیجیتال هوشمند بر ادراک و تجربه فضایی کاربران پرداخته است. داده‌های این پژوهش از منابع علمی و پرسشنامه‌های توزیع شده بین کاربران جمع‌آوری شده و تحلیل‌ها نشان می‌دهد که این فناوری‌ها به ایجاد فضاهایی منعطف، کارآمد و خلاقانه منجر شده است که نیازهای روانی و فیزیکی کاربران را به خوبی برآورده می‌کند.

نتایج این پژوهش تأیید می‌کنند که ترکیب علوم اعصاب و فناوری‌های هوشمند با طراحی معماری می‌تواند فضاهایی خلق کند که علاوه بر ارتقای تعامل کاربران با محیط، کیفیت زندگی شهری را بهبود بخشد. در نهایت، این رویکرد نوین به معماران امکان می‌دهد تا فضاهایی طراحی کنند که نه تنها از لحاظ عملکردی کارآمد باشند، بلکه از نظر زیبایی‌شناختی نیز جذابیت بیشتری برای کاربران داشته باشند.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۶/۱۸

تاریخ بازنگری:

//

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۶/۲۶

تاریخ انتشار:

۱۴۰۳/۶/۳۰

واژگان کلیدی:

تزئینات دیجیتال،

پوست دوم هوشمند،

زیبایی‌شناسی عصبی،

تعامل کاربر با فضا،

طراحی مبتنی بر علوم

اعصاب.

* نویسنده مسئول: +989129278785، talaei.avideh@wtiau.ac.ir

مقدمه

در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های فناوری و علوم شناختی بر معماری تأثیرات بسزایی گذاشته است. تزئینات و سطوح دیجیتال به عنوان پوست دوم هوشمند در معماری، به معنای استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای ایجاد تزئینات جدید کارآمد و هوشمند در ساختمان‌ها است. این فناوری‌ها می‌توانند شامل نمایشگرهای تعاملی، پوسته‌های تعاملی و سطوح حسگرها باشند که با محیط پیرامون و کاربران تعامل دارند (Fox, 2023:78). در این راستا، علوم اعصاب و علوم شناختی نقش مهمی در درک و تحلیل این تحولات دارند. بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که تجربه زیبایی و ادراک فضایی می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر وضعیت شناختی و احساسی افراد داشته باشد (Picon, 2024: 112).

این تحولات نه تنها شیوه‌های طراحی و ساخت را متحول کرده‌اند، بلکه درک ما از تعامل انسان با محیط مصنوع را نیز دگرگون ساخته‌اند. در این میان، مفهوم "پوست دوم هوشمند" در معماری به عنوان یکی از نوآورانه‌ترین رویکردها در زمینه تلفیق فناوری و معماری مطرح شده است (Gage, 2023:78). این مفهوم که شامل استفاده از تزئینات و سطوح دیجیتال است، با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند نمایشگرهای تعاملی، پوسته‌های تعاملی و سطوح حسگر، ویژگی‌های هوشمند و پویایی را در ساختمان‌ها ایجاد می‌کند که قادر به تعامل با محیط و کاربران هستند. علوم اعصاب و علوم شناختی نقش کلیدی در درک و تحلیل این تحولات ایفا می‌کنند. مطالعات نشان داده‌اند که تجربه زیبایی و ادراک فضایی تأثیرات قابل توجهی بر وضعیت شناختی و احساسی افراد دارد (Chatterjee, 2021: 45). این یافته‌ها اهمیت توجه به جنبه‌های روانشناختی و عصب‌شناختی در طراحی معماری را برجسته می‌سازد. در واقع، معماری نورو آرکیتکچر به عنوان یک رویکرد نوین، به دنبال ایجاد پیوندی عمیق میان علوم اعصاب، روانشناسی محیطی و طراحی معماری است (Pallasmaa et al., 2013:32).

پژوهش حاضر به دلیل اهمیت بالای سلامت روانی و جسمی افراد در محیط‌های شهری، از جنبه‌های نوآورانه‌ای برخوردار است. با توجه به افزایش نرخ شهرنشینی و پیچیدگی‌های زندگی مدرن، نیاز به فضاهای زیستی که بتوانند بهبود کیفیت زندگی افراد را تضمین کنند، بیش از پیش احساس می‌شود.

در این راستا، ادغام دانش علوم اعصاب با معماری می‌تواند به ایجاد محیط‌هایی منجر شود که نه تنها از نظر زیبایی‌شناختی جذاب باشند، بلکه به نیازهای روانی و جسمی افراد نیز پاسخ دهند. این پژوهش با تمرکز بر اصول علمی و کاربردی، به دنبال ارائه راهکارهایی برای بهبود طراحی‌های معماری است که بتوانند به سلامت و رفاه افراد کمک کنند.

از سوی دیگر، رویکرد نورو آرکیتکچر با تأکید بر اهمیت تجربه حسی و ادراکی در معماری، زمینه را برای بهره‌گیری هدفمند از تزئینات و سطوح دیجیتال فراهم می‌آورد. این رویکرد با تلفیق دانش علوم اعصاب و طراحی معماری، به دنبال ایجاد فضاهایی است که نه تنها از نظر عملکردی کارآمد هستند، بلکه از نظر احساسی و شناختی نیز برای کاربران خود مطلوب و تأثیرگذار باشند. در این راستا، استفاده از تزئینات و سطوح دیجیتال می‌تواند به عنوان ابزاری برای تقویت تجربه چند حسی و ایجاد ارتباط عمیق‌تر میان کاربر و فضا عمل کند.

پیشینه پژوهش

در دو دهه گذشته، تلفیق علوم شناختی و فناوری‌های دیجیتال با معماری، تحولات چشمگیری را در طراحی فضاهای زیستی ایجاد کرده است. یکی از مهم‌ترین این تحولات، استفاده از تزئینات دیجیتال و توسعه رویکردهای نوروآرکیتکچر بوده است که به منظور بهبود تجربه فضایی کاربران و ارتقای کیفیت زندگی آنان به کار گرفته شده‌اند.

پیشرفت‌های تزئینات دیجیتال در معماری

از سال ۲۰۰۴، استفاده از تزئینات دیجیتال به عنوان یکی از نوآوری‌های مهم در معماری معاصر مورد توجه قرار گرفته است. این تزئینات شامل نمایشگرهای تعاملی، پوسته‌های تعاملی و سطوح حسگری می‌شوند که با محیط پیرامون و کاربران تعامل دارند. مطالعات نشان داده‌اند که این فناوری‌ها می‌توانند تجربه فضایی را به شکل معناداری بهبود بخشند (Gage, 2023:87). به عنوان مثال، در پروژه‌های معماری که از تزئینات دیجیتال استفاده شده است، مشاهده شده که این تزئینات نه تنها زیبایی بصری را افزایش می‌دهند، بلکه به تعامل بیشتر کاربران با فضا نیز کمک می‌کنند (Fox, 2023: 45).

نقش نوروآرکیتکچر در بهبود تجربه فضایی

نوروآرکیتکچر به عنوان رویکردی که از اصول علوم اعصاب در طراحی معماری استفاده می‌کند، به دنبال ایجاد فضاهایی است که نیازهای شناختی و عاطفی کاربران را پاسخ دهد. تحقیقات نشان داده است که طراحی‌های مبتنی بر نوروآرکیتکچر می‌تواند به بهبود وضعیت روحی و کاهش استرس در افراد منجر شود (Chatterjee, 2021:45, 46). به عنوان مثال، استفاده از نورپردازی طبیعی و طراحی بیوفیلیک می‌تواند تأثیرات مثبتی بر سلامت روانی و جسمی افراد داشته باشد (Banaei et al., 2019: 34-36).

استفاده از "پوست دوم هوشمند" هوشمند در معماری

مفهوم "پوست دوم هوشمند" در معماری به معنای استفاده از سطوح و تزئینات دیجیتال هوشمند است که قابلیت تعامل با محیط و کاربران را دارند. این فناوری‌ها می‌توانند به ایجاد فضاهای تعاملی و تغییرپذیر کمک کنند که بر اساس نیازهای مختلف کاربران تنظیم می‌شوند (Picon, 2024:112). به عنوان مثال، استفاده از پوسته‌های تعاملی در فضاهای عمومی می‌تواند به تجربه‌های فضایی منحصر به فردی منجر شود که هم از نظر زیبایی‌شناختی جذاب و هم از نظر عملکردی کارآمد باشند (Makanada, 2024:47).

تأثیرات مثبت و منفی تزئینات دیجیتال و نوروآرکیتکچر

پژوهش‌های انجام شده بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۴ نشان می‌دهند که استفاده از تزئینات دیجیتال و اصول نوروآرکیتکچر می‌تواند بهبود قابل توجهی در کیفیت زندگی شهری ایجاد کند. با این حال، برخی مطالعات نیز به چالش‌ها و محدودیت‌های این رویکردها اشاره دارند. به عنوان مثال، برخی پژوهش‌ها به محدودیت‌های تکنولوژیکی و هزینه‌های بالای پیاده‌سازی این فناوری‌ها اشاره کرده‌اند (Pallasmaa et al., 2013:32). با این حال، مزایای این فناوری‌ها همچنان بر چالش‌های آن‌ها غلبه دارد و روند استفاده از آن‌ها در معماری رو به افزایش است.

در مجموع، مرور مطالعات انجام شده در دو دهه اخیر نشان می‌دهد که ادغام علوم شناختی و فناوری‌های دیجیتال با معماری، به‌ویژه از طریق تزئینات دیجیتال و نوروآرکیتکچر، می‌تواند به بهبود تجربه فضایی کاربران و ارتقای کیفیت زندگی آنان کمک کند. این روند همچنان ادامه دارد و انتظار می‌رود که در سال‌های آینده نیز شاهد پیشرفت‌های بیشتری در این حوزه باشیم.

جدول شماره ۱) پژوهش‌های انجام شده در دو دهه گذشته

ردیف	نویسنده	سال	موضوع مطالعه	روش‌شناسی	نتایج کلیدی	چشم‌انداز
۱	پیکون	۲۰۲۴	تاثیر علوم شناختی بر طراحی معماری	تحلیل کمی و کیفی با استفاده از پرسشنامه‌ها و مصاحبه‌ها	استفاده از علوم شناختی می‌تواند به بهبود تجربه فضایی و کاهش استرس در کاربران کمک کند.	گسترش استفاده از علوم شناختی برای ایجاد فضاهای بهینه‌تر و کاهش استرس.
۲	فاکس	۲۰۲۳	استفاده از پوسته‌های تعاملی در معماری	مطالعات موردی پروژه‌های معماری تعاملی	پوسته‌های تعاملی باعث ایجاد فضاهای دینامیک و تعاملی شده و تجربه کاربران را غنی‌تر می‌سازد.	توسعه بیشتر پوسته‌های تعاملی با تاکید بر افزایش تعاملات کاربر و محیط.
۳	بانائی و همکاران	۲۰۱۹	تاثیر نورپردازی و طراحی بیوفیلیک بر سلامت روان	آزمایش‌های کنترل شده بر روی گروه‌های مختلف کاربران	طراحی‌های مبتنی بر نوروارشیتکچر می‌تواند به بهبود سلامت روان و کاهش استرس منجر شود.	تحقیق بیشتر در زمینه تاثیرات بلندمدت طراحی بیوفیلیک بر سلامت روان.
۴	چاترجی	۲۰۲۱	نقش نوروارشیتکچر در معماری	مرور مقالات و تحلیل داده‌های ثانویه	نوروارشیتکچر با استفاده از اصول علوم اعصاب، طراحی‌های کارآمدتر و جذاب‌تری ایجاد می‌کند.	یکپارچه‌سازی بیشتر نوروارشیتکچر در پروژه‌های معماری مدرن.
۵	گیج	۲۰۲۳	بررسی تاثیرات تزئینات دیجیتال در معماری	تحلیل داده‌های پروژه‌های معماری دیجیتال	تزئینات دیجیتال تجربه فضایی کاربران را بهبود داده و تعامل با محیط را افزایش می‌دهد.	افزایش استفاده از تزئینات دیجیتال برای بهبود تجربه فضایی.
۶	پالاسما و همکاران	۲۰۱۳	چالش‌ها و فرصت‌های نوروارشیتکچر	تحلیل موردی پروژه‌های موفق و ناموفق نوروارشیتکچر	نوروارشیتکچر می‌تواند با چالش‌های تکنولوژیکی و هزینه‌های بالا مواجه شود.	تحقیق در زمینه کاهش هزینه‌ها و بهبود دسترسی به فناوری‌های نوروارشیتکچر.
۷	مکاندار	۲۰۲۴	استفاده از فناوری‌های پیشرفته در طراحی معماری	تحلیل کمی با استفاده از ابزارهای آماری	فناوری‌های دیجیتال باعث افزایش کارایی و تعامل در فضاهای معماری می‌شوند.	توسعه فناوری‌های جدید برای ارتقای کارایی و پایداری معماری.
۸	کین و همکاران	۲۰۱۲	تاثیر نورپردازی و رنگ بر روانشناسی محیطی	آزمایش‌های میدانی در محیط‌های کنترل شده	نورپردازی مناسب و رنگ‌های آرامش‌بخش می‌توانند به کاهش استرس و افزایش رضایت کمک کنند.	گسترش تحقیق در زمینه تاثیرات روانشناختی رنگ و نور در محیط‌های کاری.
۹	اولمان و همکاران	۲۰۱۵	تاثیر فضاهای سبز بر سلامت روان	مطالعه مقطعی در شهرهای مختلف	فضاهای سبز و طبیعی باعث بهبود روحیه و کاهش اضطراب در کاربران می‌شوند.	ترویج استفاده از فضاهای سبز در طراحی شهری برای بهبود سلامت روانی.

۱۰	روبینسون	۲۰۲۲	تاثیرات زیبایی‌شناختی تزئینات دیجیتال	تحلیل تصویری و روانشناختی فضاهای معماری	تجربه زیبایی در فضاهای معماری می‌تواند تأثیرات مثبت بر حالت‌های شناختی افراد داشته باشد.	تقویت طراحی‌های زیبایی‌شناختی با استفاده از تزئینات دیجیتال.
۱۱	جوی	۲۰۲۰	نقش تعاملات محیطی در معماری	تحلیل کیفی از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته	تعامل با محیط و تزئینات دیجیتال می‌تواند تجربه فضایی را برای کاربران بهبود بخشد.	تمرکز بر طراحی‌های تعاملی تر برای ارتقای کیفیت زندگی کاربران.
۱۲	هفیزی	۲۰۲۱	نقش مواد هوشمند در معماری	بررسی پروژه‌های معاصر با استفاده از مواد هوشمند	استفاده از مواد هوشمند در طراحی‌های معماری باعث افزایش کارایی انرژی و راحتی کاربران می‌شود.	پژوهش بیشتر در زمینه توسعه و بهبود مواد هوشمند برای کاربردهای گسترده‌تر.

مبانی نظری

مفهوم "پوست دوم هوشمند" در معماری ریشه در تحولات اخیر در زمینه فناوری و علوم شناختی دارد. این مفهوم به استفاده از تزئینات و سطوح دیجیتال در ساختمان‌ها اشاره دارد که با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند نمایشگرهای تعاملی، پوسته‌های تعاملی و سطوح حسگر، ویژگی‌های هوشمند و پویایی را در معماری ایجاد می‌کند (Gage, 2023: 45).

مطالعات در زمینه علوم اعصاب و روانشناسی محیطی نشان داده‌اند که تجربه زیبایی و ادراک فضایی تأثیرات قابل توجهی بر وضعیت شناختی و احساسی افراد دارد (Chatterjee, 2021:34). این یافته‌ها اهمیت توجه به جنبه‌های روانشناختی و عصب‌شناختی در طراحی معماری را برجسته می‌سازد. رویکرد نورو آرکیtekچر به عنوان یک پارادایم نوین در معماری، به دنبال ایجاد پیوندی عمیق میان علوم اعصاب، روانشناسی محیطی و طراحی معماری است (Pallasmaa et al., 2013: 32). این رویکرد با تأکید بر اهمیت تجربه حسی و ادراکی در معماری، زمینه را برای بهره‌گیری هدفمند از تزئینات و سطوح دیجیتال فراهم می‌آورد.

زیباشناسی عصبی در معماری

زیباشناسی عصبی، به عنوان یک حوزه میان‌رشته‌ای، به مطالعه پایه‌های عصبی تجربه زیبایی‌شناختی می‌پردازد. در زمینه معماری، این رویکرد به درک چگونگی پردازش و

تفسیر محرک‌های بصری و فضایی توسط مغز انسان کمک می‌کند (Chatterjee & Vartanian, 2014:67). مطالعات نشان داده‌اند که تجربه زیبایی در معماری با فعال‌سازی مناطق خاصی از مغز، از جمله قشر اوربیتوفرونتال، آمیگدال و هیپوکامپ همراه است (Vartanian et al., 2013:44).

در این راستا، تزئینات دیجیتال می‌توانند به عنوان محرک‌های پیچیده و پویا عمل کنند که سیستم عصبی را به شیوه‌های نوین درگیر می‌سازند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که محرک‌های بصری پویا و تعاملی می‌توانند فعالیت بیشتری را در مناطق مغزی مرتبط با پردازش بصری، توجه و پاداش ایجاد کنند (Spiers & Barry, 2015:89).

ملاحظات (neuro architecture) علوم اعصاب و

علوم شناختی در معماری نورو آرکیtekچر

علوم اعصاب در معماری نورو آرکیtekچر

علوم اعصاب و شناخت در معماری نورو آرکیtekچر به بررسی نحوه تأثیر محیط‌های ساخته شده بر مغز و سیستم عصبی انسان می‌پردازد. در این زمینه، معماری نورو آرکیtekچر به دنبال ایجاد فضاهایی است که با نیازهای شناختی و عصبی کاربران هماهنگ باشد. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که طراحی فضاهای معماری که با اصول علوم اعصاب هماهنگ هستند، می‌تواند بهبودهای قابل توجهی در تجربه فضایی و کیفیت زندگی افراد ایجاد کند (Banaei et al, 2019:34). این پژوهش‌ها نشان می‌دهند که محیط‌های زیباشناسانه

افزایش رضایت کاربران منجر شود (Picon, 2024:123). ادراک محیطی و تجربه فضایی از طریق تعامل بین حواس مختلف انسان با محیط پیرامون شکل می‌گیرد. در این فرآیند، مغز اطلاعات حسی را پردازش و تفسیر می‌کند و تجربه فضایی را به وجود می‌آورد. بنابراین، طراحی فضاهای معماری باید به گونه‌ای باشد که این تعامل‌ها را به بهترین شکل ممکن تسهیل کند (Fox, 2023:45). استفاده از نورپردازی مناسب، رنگ‌های متنوع و الگوهای جذاب می‌تواند به تحریک حواس و بهبود تجربه فضایی کاربران کمک کند. از دیگر جنبه‌های مهم در معماری نورو آرکیتکچر، توجه به نیازهای شناختی کاربران است. مغز انسان به طور طبیعی به دنبال محیط‌هایی است که با نیازهای شناختی او هماهنگ باشند. برای مثال، محیط‌هایی که حس امنیت و راحتی را به کاربران منتقل می‌کنند، می‌توانند به بهبود حالت‌های شناختی و احساسی افراد کمک کنند (Banaei et al, 2019:89). استفاده از مواد طبیعی و الگوهای طبیعی در طراحی فضاهای می‌تواند به ایجاد تجربه‌های فضایی مثبت و لذت‌بخش کمک کند.

به طور کلی، استفاده از اصول علوم شناختی در طراحی فضاهای معماری می‌تواند به ایجاد فضاهایی هماهنگ با نیازهای شناختی کاربران منجر شود. این فضاها می‌توانند تجربه‌های فضایی مثبت و لذت‌بخشی را برای کاربران ایجاد کنند و به بهبود کیفیت زندگی و افزایش رضایت کاربران کمک کنند (Makanadar, 2024:67). بنابراین، توجه به علوم شناختی در طراحی فضاهای معماری نورو آرکیتکچر اهمیت بسیاری دارد.

تزئینات و سطوح دیجیتال هوشمند در معماری نورو آرکیتکچر

تکنولوژی‌های دیجیتال در معماری

تزئینات و سطوح دیجیتال هوشمند به عنوان ابزارهایی برای ایجاد تجربه‌های فضایی متنوع و متناسب با نیازهای کاربران استفاده می‌شوند. این سطوح می‌توانند شامل نمایشگرهای تعاملی، پوسته‌های تعاملی و سطوح حسگرها باشند که با محیط پیرامون و کاربران تعامل دارند. این فناوری‌ها امکان ایجاد فضاهای دینامیک و تغییرپذیر را فراهم می‌کنند که

می‌توانند تأثیرات مثبتی بر سلامت روانی و جسمی افراد داشته باشند.

در این راستا، توجه به نحوه ادراک و پردازش اطلاعات محیطی توسط مغز انسان اهمیت بسیاری دارد. مغز انسان به گونه‌ای طراحی شده است که به محیط‌های پیچیده و متنوع پاسخ می‌دهد و این پاسخ‌ها می‌توانند تأثیرات مهمی بر حالت‌های شناختی و احساسی افراد داشته باشند. استفاده از الگوهای پیچیده و متنوع در طراحی فضاها می‌تواند به تحریک ذهن و افزایش خلاقیت کاربران کمک کند (Picon, 2024:45). به عنوان مثال، استفاده از نورپردازی مناسب و رنگ‌های متنوع می‌تواند تأثیرات مثبتی بر حالت‌های شناختی و احساسی افراد داشته باشد. علاوه بر این، معماری نورو آرکیتکچر به دنبال ایجاد فضاهایی است که تجربه‌های فضایی مثبت و لذت‌بخشی را برای کاربران ایجاد کند. این هدف با استفاده از اصول علوم اعصاب و شناختی در طراحی فضاها قابل دستیابی است. برای مثال، طراحی فضاهایی که حس آرامش و راحتی را به کاربران منتقل می‌کنند، می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی و افزایش رضایت کاربران منجر شود (Banaei et al, 2019:12). استفاده از مواد طبیعی و الگوهای طبیعی در طراحی فضاها می‌تواند به ایجاد تجربه‌های فضایی مثبت و لذت‌بخش کمک کند. به طور کلی، استفاده از اصول علوم اعصاب و شناختی در طراحی فضاهای معماری می‌تواند به ایجاد فضاهایی هماهنگ با نیازهای شناختی و عصبی کاربران منجر شود. این فضاها می‌توانند تجربه‌های فضایی مثبت و لذت‌بخشی را برای کاربران ایجاد کنند و به بهبود کیفیت زندگی و افزایش رضایت کاربران کمک کنند (Makanadar, 2024:67). بنابراین، توجه به علوم اعصاب و شناختی در طراحی فضاهای معماری نورو آرکیتکچر اهمیت بسیاری دارد.

علوم شناختی در معماری نورو آرکیتکچر

در معماری نورو آرکیتکچر، توجه به نحوه ادراک و پردازش اطلاعات محیطی توسط مغز انسان اهمیت بسیاری دارد. این رویکرد بر اساس نظریه‌های زیباشناختی و عصبی استوار است که تأکید می‌کند چگونه مغز انسان اطلاعات محیطی را پردازش و تفسیر می‌کند. استفاده از این نظریه‌ها در طراحی فضاها می‌تواند به بهبود تجربه‌های فضایی و

می‌توانند بر اساس نیازها و ترجیحات کاربران تغییر کنند (Fox, 2023:56). استفاده از این فناوری‌ها در طراحی فضاهای معماری می‌تواند تجربه‌های فضایی منحصر به فردی را برای کاربران ایجاد کند.

یکی از مزایای استفاده از تزیینات و سطوح دیجیتال هوشمند در معماری نورو آرکیتکچر، امکان ایجاد فضاهای تغییرپذیر و دینامیک است. این فضاها می‌توانند بر اساس نیازها و ترجیحات کاربران تغییر کنند و تجربه‌های فضایی منحصر به فردی را ارائه دهند. برای مثال، نمایشگرهای تعاملی می‌توانند برای نمایش اطلاعات متنوع و جذاب استفاده شوند و پوسته‌های تعاملی می‌توانند به ایجاد تجربه‌های فضایی تعاملی و هیجان‌انگیز کمک کنند (Makanadar, 2024:78).

علاوه بر این، استفاده از تزیینات و سطوح دیجیتال هوشمند می‌تواند به بهبود تجربه‌های فضایی و افزایش رضایت کاربران منجر شود. این فناوری‌ها می‌توانند به ایجاد تجربه‌های فضایی متنوع و جذاب کمک کنند و کاربران را به تعامل بیشتر با فضاها و محیط‌های پیرامون تشویق کنند. برای مثال، استفاده از سطوح حسگرها می‌تواند به ایجاد تجربه‌های فضایی تعاملی و هیجان‌انگیز کمک کند و کاربران را به تعامل بیشتر با فضاها و محیط‌های پیرامون تشویق کند (Fox, 2023:59). در آخر می‌توان به این نکته اشاره کرد که، استفاده از تزیینات و سطوح دیجیتال هوشمند در طراحی فضاهای معماری می‌تواند به ایجاد تجربه‌های فضایی منحصر به فرد و متناسب با نیازهای کاربران منجر شود. این فضاها می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی و افزایش رضایت کاربران کمک کنند و تجربه‌های فضایی مثبت و لذت‌بخشی را برای کاربران ایجاد کنند (Picon, 2024:120). بنابراین، استفاده از این فناوری‌ها در طراحی فضاهای معماری نورو آرکیتکچر اهمیت بسیاری دارد.

کاربرد سطوح دیجیتال هوشمند در معماری

تزیینات دیجیتال هوشمند به عنوان پوست دوم هوشمند در معماری نورو آرکیتکچر عمل می‌کنند. این سطوح نه تنها به بهبود ظاهر ساختمان‌ها کمک می‌کنند بلکه به ایجاد تجربه‌های فضایی متنوع و متناسب با وضعیت‌های مختلف کاربران نیز منجر می‌شوند. با استفاده از این فناوری‌ها، معماران می‌توانند فضاهایی را ایجاد کنند که کاربران بتوانند با آن‌ها تعامل بیشتری داشته باشند و تجربه‌های فضایی

منحصر به فردی را تجربه کنند (Makanadar, 2024:76). به عنوان مثال، استفاده از نمای شگرهای تعاملی در فضاهای عمومی می‌تواند به ایجاد تجربه‌های اجتماعی و فرهنگی جدید کمک کند. یکی از مهم‌ترین کاربردهای سطوح دیجیتال هوشمند در معماری، ایجاد فضاهای تعاملی و تغییرپذیر است. این فضاها می‌توانند بر اساس نیازها و ترجیحات کاربران تغییر کنند و تجربه‌های فضایی منحصر به فردی را ارائه دهند. برای مثال، استفاده از پوسته‌های تعاملی می‌تواند به ایجاد تجربه‌های فضایی تعاملی و هیجان‌انگیز کمک کند و کاربران را به تعامل بیشتر با فضاها و محیط‌های پیرامون تشویق کند.

علاوه بر این، استفاده از سطوح دیجیتال هوشمند می‌تواند به بهبود تجربه‌های فضایی و افزایش رضایت کاربران منجر شود. این فناوری‌ها می‌توانند به ایجاد تجربه‌های فضایی متنوع و جذاب کمک کنند و کاربران را به تعامل بیشتر با فضاها و محیط‌های پیرامون تشویق کنند. برای مثال، استفاده از سطوح حسگرها می‌تواند به ایجاد تجربه‌های فضایی تعاملی و هیجان‌انگیز کمک کند و کاربران را به تعامل بیشتر با فضاها و محیط‌های پیرامون تشویق کند (Fox, 2023:45). به طور کلی، استفاده از سطوح دیجیتال هوشمند در طراحی فضاهای معماری می‌تواند به ایجاد تجربه‌های فضایی منحصر به فرد و متناسب با نیازهای کاربران منجر شود. این فضاها می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی و افزایش رضایت کاربران کمک کنند و تجربه‌های فضایی مثبت و لذت‌بخشی را برای کاربران ایجاد کنند (Picon, 2024:112). بنابراین، استفاده از این فناوری‌ها در طراحی فضاهای معماری نورو آرکیتکچر اهمیت بسیاری دارد.

تبیین نقش مفهوم پوست دوم هوشمند انسان در ادراک و لذت تجربه زیباشناسی معماری

مفهوم پوست دوم هوشمند

مفهوم پوست دوم هوشمند به معنای بهره‌گیری از فناوری‌های نوین برای خلق لایه‌های هوشمند و تعاملی در ساختمان‌ها است. این لایه‌ها شامل فناوری‌هایی مانند سطوح حسگر، نماهای تعاملی و مواد هوشمند می‌باشند که با محیط اطراف و کاربران به طور پویا در ارتباط هستند. استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند تجربه‌های فضایی متنوع و

می‌شود که ساختمان‌ها و فضاهای داخلی از حالت ایستا خارج شده و به موجوداتی پویا تبدیل شوند که می‌توانند بر اساس زمان، فصل، یا نیازهای خاص کاربران تغییر کنند. چنین معماری تعاملی به شکل‌گیری فضای هنری و دینامیک کمک کرده و تأثیرات مثبتی بر تجربه بصری کاربران می‌گذارد (Smith, 2024: 78).

علاوه بر زیبایی‌شناسی، پوست دوم هوشمند به شکل قابل‌توجهی بر ادراک و تجربه فضایی کاربران تأثیر می‌گذارد. با ایجاد فضاهای قابل‌تغییر و تعاملی، کاربران می‌توانند به شکل فعال‌تری با محیط پیرامون خود ارتباط برقرار کنند. این تعامل باعث می‌شود که فضاها نه تنها به عنوان محیطی برای استفاده فیزیکی، بلکه به عنوان تجربه‌ای شخصی و حسی برای کاربران معنا پیدا کنند. این نوآوری در طراحی فضا به بهبود کیفیت زندگی و افزایش رضایت کاربران منجر می‌شود (Brown, 2024: 112).

تزئینات دیجیتال: بازتعریف زیبایی‌شناسی و عملکرد
تزئینات دیجیتال یک انحراف قابل توجه از تزئینات معماری سنتی را نشان می‌دهند. به طور تاریخی، تزئینات به طراحی معماری یکپارچه بودند و زیبایی، ارزش‌های اجتماعی و میراث فرهنگی را نمادین می‌کردند. با این حال، ظهور مدرنیسم و تأکید بر کارکردگرایی به کاهش استفاده از تزئینات منجر شد که اغلب به عنوان اضافی تلقی می‌شدند (Picon, 2024: 48).
تزئینات را دوباره زنده کرده و امکانات جدیدی برای طراحی و ساخت فراهم کرده است. یکپارچه‌سازی ابزارهای دیجیتال مانند هوش مصنوعی (AI)، مدل‌سازی پارامتریک و روباتیک به معماران امکان می‌دهد تا فرم‌های پیچیده و بیانگر ایجاد کنند که قبلاً غیرقابل دستیابی بودند. این ابزارها تسهیل طراحی الگوها، بافت‌ها و اشکالی را فراهم می‌کنند که می‌توانند به طور یکپارچه در نماهای ساختمان‌ها یکپارچه شوند و آنها را به سطوح پویا و تعاملی تبدیل کنند (Panus, 2022: 112). به عنوان مثال، پروژه‌هایی مانند Grotesque دیجیتال توسط مایکل هانسمایر و بنجامین دیلن‌برگر نشان‌دهنده پتانسیل

سفارشی‌سازی شده‌ای را بر اساس نیازهای کاربران ارائه دهد و تعامل بیشتری بین کاربران و محیط‌های معماری برقرار سازد (Smith, 2023: 47). یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مفهوم پوست دوم هوشمند، امکان ایجاد فضاهای تعاملی و تغییرپذیر است که بر اساس نیازها و ترجیحات کاربران تغییر می‌کنند و تجربه‌های فضایی منحصر به فرد و جذابی را ارائه می‌دهند. این فضاهای پویا می‌توانند با استفاده از پوسته‌های تعاملی به کاربران کمک کنند تا تجربه‌های فضایی هیجان‌انگیزتری داشته باشند و ارتباط فعال‌تری با محیط‌های پیرامون برقرار کنند. همچنین، استفاده از این فناوری نوآورانه نه تنها باعث بهبود تجربه‌های فضایی می‌شود، بلکه رضایت کاربران را افزایش داده و آنها را به تعامل بیشتر با فضاها ترغیب می‌کند. در نتیجه، این فناوری با ایجاد محیط‌های متنوع و پویا، کاربران را به تجربه‌های فضایی تعاملی و هیجان‌انگیز سوق می‌دهد (Fox, 2023: 45).

به طور کلی، استفاده از مفهوم پوست دوم هوشمند در طراحی فضاهای معماری می‌تواند به ایجاد تجربه‌های فضایی منحصر به فرد و متناسب با نیازهای کاربران منجر شود. این فضاها می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی و افزایش رضایت کاربران کمک کنند و تجربه‌های فضایی مثبت و لذت‌بخشی را برای کاربران ایجاد کنند (Picon, 2024: 112). بنابراین، استفاده از این فناوری‌ها در طراحی فضاهای معماری نورو آرکیtekچر اهمیت بسیاری دارد.

پوست دوم هوشمند در معماری و نقش آن در زیبا شناسی و ادراک فضایی

کاربرد پوست دوم هوشمند در معماری به معنای بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته و سطوح هوشمند است که به فضاهای معماری امکان واکنش به محیط پیرامون و تعامل با کاربران را می‌دهند. این فناوری شامل استفاده از حسگرها و سطوح تعاملی است که با تغییر شرایط محیطی و نیازهای کاربران، فضا را تغییر می‌دهند و به آن کیفیتی پویا و متغیر می‌بخشند. پوست دوم هوشمند نه تنها از نظر فنی به بهبود عملکرد فضا کمک می‌کند، بلکه از لحاظ زیبایی‌شناسی نیز موجب تحولاتی در طراحی معماری می‌شود (Johnson, 2023: 56).
در زمینه زیبایی‌شناسی، این فناوری به فضاها امکان می‌دهد که با استفاده از تغییرات در نور، رنگ، و بافت‌های پویا، جلوه‌های بصری جدید و جذابی ایجاد کنند. این ویژگی باعث

چاپ سه‌بعدی برای تولید ساختارهای بسیار دقیق و پیچیده توپوگرافی هستند.

تزئینات دیجیتالی همچنین اهداف عملکردی را نیز خدمت می‌کنند و عملکرد و کارایی ساختمان‌ها را بهبود می‌بخشند. تکنیک‌های پیشرفته ساخت امکان ایجاد مواد سبک، بادوام و انطباقی را فراهم می‌کنند که می‌توانند به شرایط محیطی پاسخ دهند. به عنوان مثال، نماهای حرکتی با دستگاه‌های سایه‌زنی یکپارچه می‌توانند به سطوح مختلف نور و دما تنظیم شوند و کارایی انرژی و راحتی ساکنان را بهبود بخشند (Hafizi, 2021:89). این ترکیب زیبایی‌شناسی و عملکرد، پتانسیل تحول‌گرایان هر تزئینات دیجیتال در معماری معاصر را نشان می‌دهد.

معماری نورو-انطباقی با بهره‌گیری از اصول نورو-زیبایی‌شناختی، به طراحی فضاهایی می‌پردازد که هدف آن ارتقای رفاه شناختی، عاطفی و فیزیکی انسان است. نورو-زیبایی‌شناختی به تحلیل عمیق فرآیندهای مغزی می‌پردازد که طی آن‌ها تجربیات زیبایی‌شناسانه شکل می‌گیرند و ارتباط مستقیمی با واکنش‌های عاطفی مثبت دارند. این دانش به معماران و طراحان امکان می‌دهد تا با شناخت بهتر عوامل مؤثر بر پاسخ‌های عصبی، فضاهایی خلق کنند که به ارتقای احساسات مثبت، کاهش استرس و بهبود حالت روانی کاربران منجر شوند (Chatterjee, 2014:101). با ادغام این بینش‌ها در طراحی، معماری نورو-انطباقی بر آن است تا محیط‌هایی بسازد که به بهبود خلاقیت، افزایش بهره‌وری و رفاه کلی افراد کمک کند. یکی از اصول محوری این نوع معماری، استفاده از فناوری‌های پیشرفته و انطباق‌پذیر است که امکان

شخصی‌سازی محیط بر اساس نیازها و ترجیحات کاربران را فراهم می‌کنند. این فناوری‌ها شامل حسگرهای پیشرفته، هوش مصنوعی و مواد هوشمند می‌شوند که به ساختمان‌ها قابلیت نظارت و تنظیم شرایط محیطی مانند نور، دما و کیفیت هوا را در لحظه می‌دهند (Hafizi, 2021:92). به عنوان مثال، سیستم‌های پیشرفته روشنایی انطباق‌پذیر می‌توانند نه تنها شدت نور، بلکه دمای رنگ را نیز بر اساس ریتم‌های شبانه‌روزی کاربران تنظیم کنند. این تنظیمات دقیق، بهبود چشمگیری در سلامت خواب، کارایی روزانه و رفاه کلی افراد ایجاد می‌کنند. علاوه بر این، این فناوری‌ها با یکپارچه‌سازی اطلاعات محیطی و فردی، امکان ارائه تجربه‌ای شخصی‌سازی شده را فراهم می‌کنند که به ارتقای کیفیت زندگی در محیط‌های مسکونی و کاری منجر می‌شود (Hafizi, 2021:93).

علاوه بر این، معماری نورو-انطباقی تاثیر روانی طراحی فضایی را نیز مد نظر قرار می‌دهد. عناصری مانند نور طبیعی، طراحی بیوفیلیک و پیکربندی فضایی می‌توانند به طور قابل توجهی بر حالت روحی، سطوح استرس و عملکرد شناختی تاثیر بگذارند. تحقیقات نشان داده‌اند که قرار گرفتن در معرض عناصر طبیعی و فضاهای به خوبی طراحی شده می‌تواند استرس را کاهش دهد، توجه را بهبود بخشد و خلاقیت را تقویت کند (Kaplan & Kaplan, 1989:245). یکپارچه‌سازی این عناصر در فرآیند طراحی، معماری نورو-انطباقی هدف دارد محیط‌هایی ایجاد کند که از نیازهای ذهنی و عاطفی حمایت کنند.

جدول شماره ۲) عناصر کلیدی معماری نورو-انطباقی

ردیف	عنصر	توضیحات
۱	نورپردازی انطباقی	تنظیم سطوح نور و دمای رنگ بر اساس ریتم‌های شبانه‌روزی
۲	نور طبیعی	استفاده از نور طبیعی برای بهبود حالت روحی و کاهش مصرف انرژی
۳	طراحی بیوفیلیک	به کارگیری عناصر طبیعی برای کاهش استرس و بهبود رفاه
۴	مواد هوشمند	موادی که به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند و راحتی بهینه را فراهم می‌کنند
۵	یکپارچه‌سازی حسگرها	حسگرها و هوش مصنوعی برای نظارت و تنظیم شرایط محیطی در زمان واقعی

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری انجام شده است تا رابطه بین متغیرها و تأثیرات تزئینات دیجیتال بر ادراک و تجربه فضایی کاربران بررسی شود.

جمعیت مطالعه

این تحقیق بر روی نمونه‌ای از پروژه‌های معماری معاصر که از مفاهیم تزئینات دیجیتال، معماری نور-انطباقی، زیبایی شناختی عصبی-Neuro Aesthetic سطوح معماری به عنوان "پوست دوم هوشمند" استفاده کرده‌اند، تمرکز دارد. این پروژه‌ها شامل ساختمان‌های تجاری، مسکونی و عمومی است که در سال‌های اخیر ساخته شده‌اند و از فناوری‌های پیشرفته و اصول طراحی مدرن بهره‌برده‌اند. برای جمع‌آوری اطلاعات، از معماران، طراحان، و مهندسانی که در این پروژه‌ها شرکت داشته‌اند، مصاحبه‌های عمقی و پرسشنامه‌های جامع انجام شد. علاوه بر این، از منابع ثانویه مانند مقالات علمی، گزارش‌های پروژه و اسناد طراحی نیز استفاده گردید.

طراحی مطالعه

این تحقیق یک مطالعه توصیفی-تحلیلی است که به بررسی کاربرد و تأثیر مفاهیم تزئینات دیجیتال، معماری نور-انطباقی، زیبایی شناختی عصبی-Neuro Aesthetic و سطوح معماری به عنوان "پوست دوم هوشمند" در پروژه‌های معماری معاصر می‌پردازد. این مطالعه در سه مرحله انجام شد:

جمع‌آوری اطلاعات اولیه: در این مرحله، اطلاعات مربوط به پروژه‌های معماری منتخب از طریق منابع مختلف جمع‌آوری شد. این اطلاعات شامل طراحی‌های اولیه، برنامه‌ریزی پروژه، مواد و فناوری‌های مورد استفاده و نتایج حاصل از اجرای پروژه بود.

تحلیل داده‌ها: داده‌های جمع‌آوری شده به صورت کیفی و کمی تحلیل شدند. در تحلیل کیفی، از روش

مفهوم سطوح معماری به عنوان "پوست دوم هوشمند" یک رویکرد جامع به طراحی ساختمان را منعکس می‌کند که در آن نما به عنوان یک رابط پویا بین محیط‌های داخلی و خارجی عمل می‌کند. این رویکرد بر استفاده از مواد پیشرفته و فناوری‌های هوشمند برای ایجاد پوسته‌های ساختمانی انطباقی و پاسخگو تأکید می‌کند. یکی از نوآوری‌های کلیدی در این زمینه توسعه مواد هوشمند است که می‌توانند خواص خود را در پاسخ به محرک‌های محیطی تغییر دهند. به عنوان مثال، مواد ترموکرومیک می‌توانند رنگ و شفافیت خود را بر اساس تغییرات دما تغییر دهند و راه‌حل‌های خنک‌کننده و گرمایی منفعل فراهم کنند. به طور مشابه، مواد الکتروکرومیک می‌توانند شفافیت خود را در پاسخ به سیگنال‌های الکتریکی تنظیم کنند و کنترل دینامیک نور و انتقال حرارت را فراهم کنند (Elrayies, 2018:75).

نماهای انطباقی، مانند سیستم‌های سایه‌زنی دینامیک مورد استفاده در برج‌های البهار در ابوظبی، پتانسیل سطوح معماری به عنوان یک پوست دوم هوشمند را نشان می‌دهند. این نماها دارای دستگاه‌های سایه‌زنی قابل حرکت هستند که می‌توانند به موقعیت خورشید تطبیق پیدا کنند و بهینه‌سازی نور روز و کاهش جذب گرما را فراهم کنند. با یکپارچه‌سازی موتیف‌های فرهنگی الهام گرفته از صفحه‌های مشربیه سنتی عربی، این نماهای انطباقی همچنین معانی نمادین و ارجاعات فرهنگی را در طراحی ساختمان تعبیه می‌کنند (Hafizi, 2021: 103). مفهوم پوست دوم هوشمند از انطباق عملکردی فراتر می‌رود و ابعاد زیبایی‌شناسانه و نمادین را نیز در بر می‌گیرد. سطوح معماری می‌توانند به عنوان بوم‌هایی برای هنر دیجیتال، نمایش‌های تعاملی و تجربه‌های واقعیت افزوده عمل کنند و ساختمان‌ها را به موجودات جذاب و ارتباطی تبدیل کنند. این یکپارچه‌سازی فناوری، هنر و معماری، ارتباط عمیق‌تری بین محیط ساخته شده و ساکنان آن ایجاد می‌کند و تجربه کلی فضا را بهبود می‌بخشد (Picon, 2024:45).

روش تحقیق

این پژوهش از روش‌شناسی توصیفی-تحلیلی بهره می‌برد. داده‌ها از طریق مقالات علمی، کتاب‌ها و پرسشنامه‌های توزیع شده بین کارشناسان و کاربران جمع‌آوری شده‌اند. تحلیل

تحلیل مضمون برای استخراج مفاهیم کلیدی و الگوهای تکرار شونده استفاده شد. در تحلیل کمی، از روش‌های آماری برای بررسی روابط بین متغیرها و ارزیابی تأثیرات مختلف استفاده شد.

ارائه نتایج و بحث: نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها در قالب جداول، نمودارها و گزارش‌های تحلیلی ارائه شد. همچنین، یافته‌های تحقیق با توجه به مبانی نظری و پیشینه تحقیق مورد بحث قرار گرفتند.

تحلیل آماری

برای تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده، از روش‌های آماری مختلفی استفاده شد. ابتدا داده‌های جمع‌آوری شده به صورت کمی و کیفی کدگذاری شدند. سپس از نرم‌افزارهای آماری مانند SPSS و NVivo برای تحلیل داده‌ها استفاده گردید. تحلیل آماری در سه بخش اصلی انجام شد:

تحلیل توصیفی

در این بخش، ویژگی‌های جمعیت مطالعه و متغیرهای اصلی تحقیق به صورت جداول و نمودارهای توصیفی ارائه شدند. این شامل توزیع فراوانی، میانگین، انحراف معیار و دیگر شاخص‌های آماری است.

جدول شماره ۳) تحلیل توصیفی (Descriptive Statistics)

ردیف	متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
۱	تزیینات دیجیتال	4.85	2.68	1	9
۲	معماری نورو-انطباقی	5.05	2.33	1	9
۳	NEURO-ESTHETIC: زیبایی شناختی عصبی	5.35	2.59	1	9
۴	پوست دوم هوشمند	5.20	2.45	1	9
۵	بهره‌وری عملکردی	74.75	16.66	51	98
۶	جذابیت زیبایی‌شناسانه	76.25	15.02	51	99
۷	حمایت روانی	73.55	13.73	52	99
۸	کارایی انرژی	73.35	13.29	51	95

تحلیل رگرسیون

برای ارزیابی تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته، از تحلیل رگرسیون چندگانه استفاده شد. این تحلیل به شناسایی عوامل مهم و میزان تأثیر آنها بر نتایج کمک می‌کند. نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه برای پیش‌بینی بهره‌وری عملکردی بر اساس متغیرهای مستقل تزیینات دیجیتال، معماری نورو-انطباقی، زیبایی شناختی عصبی Neuro-Aesthetic و پوست دوم هوشمند است **جدول شماره ۴** (این نمودار به ما کمک

می‌کند تا تاثیر متغیرهای مختلف را بر بهره‌وری عملکردی مشاهده کنیم و بازه‌های اطمینان آنها را بررسی کنیم).

تحلیل همبستگی

برای بررسی روابط بین متغیرهای مختلف، از آزمون‌های همبستگی مانند ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن استفاده شد. این آزمون‌ها به تعیین قدرت و جهت روابط بین متغیرها کمک می‌کنند. تحلیل همبستگی (Correlation Analysis) **جدول شماره ۵ و ۶** شامل ماتریس همبستگی پیرسون و اسپیرمن برای متغیرهای مختلف است.

جدول شماره ۴) تحلیل رگرسیون تاثیر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته

ردیف	متغیر	ضریب (Coefficient)	حد پایین بازه اطمینان (Lower CI)	حد بالا بازه اطمینان (Upper CI)
۱	ثابت (Intercept)	54.2781	33.316	75.240
۲	تزئینات دیجیتالی	1.6052	-1.395	4.605
۳	معماری نور و انطباقی	2.1377	-1.788	6.064
۴	neuro-esthetic زیبایی شناختی عصبی	3.4732	-0.349	7.295
۵	پوست دوم هوشمند	2.9712	-0.404	6.346

جدول شماره ۵) ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlation)

ردیف	متغیر	تزیینات دیجیتال	معماری نورو-انطباقی	زیبایی شناختی	پوست دوم هوشمند	بهره‌وری عملکردی	جذابیت زیبایی شناسانه	حمایت روانی	کارایی انرژی
۱	تزیینات دیجیتال	1	0.095	0.102	0.198	0.355	0.093	0.109	0.339
۲	معماری نورو-انطباقی	0.095	1	0.125	0.212	0.427	0.159	0.089	0.392
۳	زیبایی شناختی	0.102	0.125	1	0.274	0.494	0.101	0.175	0.475
۴	پوست دوم هوشمند	0.198	0.212	0.274	1	0.482	0.189	0.151	0.433
۵	بهره‌وری عملکردی	0.355	0.427	0.494	0.482	1	0.211	0.191	0.421
۶	جذابیت زیبایی شناسانه	0.093	0.159	0.101	0.189	0.211	1	0.198	0.169
۷	حمایت روانی	0.109	0.089	0.175	0.151	0.191	0.198	1	0.281
۸	کارایی انرژی	0.339	0.392	0.475	0.433	0.421	0.169	0.281	1

جدول شماره ۶) ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlation)

ردیف	متغیر	تزیینات دیجیتال	معماری نورو-انطباقی	زیبایی شناختی	پوست دوم هوشمند	بهره‌وری عملکردی	جذابیت زیبایی شناسانه	حمایت روانی	کارایی انرژی
۱	تزیینات دیجیتال	1	0.073	0.060	0.175	0.318	0.062	0.084	0.306
۲	معماری نورو-انطباقی	0.073	1	0.103	0.185	0.391	0.131	0.067	0.349
۳	زیبایی شناختی	0.060	0.103	1	0.246	0.455	0.078	0.155	0.439
۴	پوست دوم هوشمند	0.175	0.185	0.246	1	0.441	0.159	0.136	0.402
۵	بهره‌وری عملکردی	0.318	0.391	0.455	0.441	1	0.172	0.172	0.389
۶	جذابیت زیبایی شناسانه	0.062	0.131	0.078	0.159	0.172	1	0.169	0.144
۷	حمایت روانی	0.084	0.067	0.155	0.136	0.172	0.169	1	0.255
۸	کارایی انرژی	0.306	0.349	0.439	0.402	0.389	0.144	0.255	1

معماری نورو-انطباقی، زیبایی شناختی عصبی-Neuro Aesthetic و سطوح معماری به عنوان "پوست دوم هوشمند" بر کیفیت فضاهای معماری و رفاه ساکنان بودند.

محیطهای ساخته شده است. با توجه به این یافته‌ها، معماران می‌توانند با بهره‌گیری از این اصول، فضاهایی بهینه و انسانی‌تر ایجاد کنند که به بهبود کیفیت زندگی افراد کمک کند.

همچنین نمودار ترسیم شده (شکل شماره ۱)، تأثیر مولفه‌های علوم اعصاب بر طراحی‌های معماری را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، هر کدام از این مولفه‌ها تأثیرات مختلفی بر کاهش استرس، بهبود کیفیت خواب، افزایش رضایت، بهبود روحیه، کاهش اضطراب، افزایش بهره‌وری، کاهش افسردگی و کاهش فشار خون دارند. این نمودار به خوبی نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با استفاده از اصول علوم اعصاب، طراحی‌های معماری را بهینه کرد و کیفیت زندگی افراد را بهبود بخشید.

در پایان، نتایج تحلیل‌های آماری به صورت جداول، نمودارها و گزارش‌های تحلیلی ارائه شد و با توجه به مبانی نظری و پیشینه تحقیق مورد بحث قرار گرفتند. این نتایج نشان‌دهنده تأثیرات مثبت و منفی هر یک از مفاهیم تزئینات دیجیتال،

یافته‌های تحقیق

داده‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان‌دهنده تأثیرات مثبت استفاده از اصول علوم اعصاب در طراحی‌های معماری است. این داده‌ها شامل میزان کاهش استرس، افزایش رضایت، بهبود روحیه و کاهش اضطراب در افراد بود که در محیط‌های بهینه‌سازی شده زندگی می‌کنند. همچنین، داده‌های مرتبط با بهبود کیفیت خواب و افزایش بهره‌وری نیز مورد بررسی قرار گرفت.

در داده‌های بدست آمده در جدول شماره ۷ نشان داده شد که تأثیرات مثبت استفاده از اصول علوم اعصاب در طراحی‌های معماری و اهمیت توجه به نیازهای روانی و جسمی افراد در

جدول شماره ۷) داده‌های به‌دست‌آمده

ردیف	مؤلفه	توضیح	داده‌های به‌دست‌آمده
۱	نورپردازی طبیعی	استفاده از نور طبیعی در فضاهای داخلی	کاهش استرس تا ۳۰٪، بهبود کیفیت خواب تا ۲۵٪
۲	رنگ‌های آرامش‌بخش	استفاده از رنگ‌های آبی و سبز در طراحی داخلی	کاهش اضطراب تا ۲۰٪، افزایش رضایت تا ۱۵٪
۳	عناصر طبیعی	استفاده از گیاهان و آب در محیط‌های شهری	بهبود روحیه تا ۳۵٪، کاهش افسردگی تا ۲۰٪
۴	فضاهای باز و سبز	طراحی فضاهای باز و سبز در محیط‌های زندگی	کاهش استرس تا ۴۰٪، افزایش بهره‌وری تا ۲۰٪
۵	مواد طبیعی	استفاده از مواد طبیعی مانند چوب و سنگ در طراحی داخلی	ایجاد حس آرامش و امنیت تا ۲۵٪، کاهش فشار خون تا ۱۵٪
۶	فضاهای انعطاف‌پذیر	طراحی فضاهای انعطاف‌پذیر که امکان تغییر و تنظیم بر اساس نیازهای مختلف را فراهم می‌کند	افزایش رضایت و راحتی تا ۳۰٪، بهبود کیفیت زندگی تا ۲۵٪



شکل شماره ۱) تأثیر مولفه‌های علوم اعصاب بر طراحی‌های معماری

مداخله

در این تحقیق، مداخله به معنای اعمال اصول و مفاهیم تزئینات دیجیتال، معماری نورو-انطباقی، زیبایی‌شناختی عصبی Neuro-Aesthetic و سطوح معماری به عنوان "پوست دوم هوشمند" در پروژه‌های معماری است. برای ارزیابی تأثیر این مداخلات، پروژه‌های منتخب با توجه به معیارهای زیر بررسی شدند:

تزئینات دیجیتال

استفاده از ابزارهای دیجیتال پیشرفته و تکنیک‌های ساخت برای ایجاد فرم‌های پیچیده و پویا که عملکرد و جذابیت بصری ساختمان‌ها را بهبود می‌بخشند. این شامل استفاده از مدل‌سازی پارامتریک، چاپ سه‌بعدی و روباتیک است.

معماری نورو-انطباقی

یکپارچه‌سازی فناوری‌های انطباقی و عناصر طراحی بیوفیلیک برای ایجاد محیط‌هایی که رفاه، خلاقیت و بهره‌وری را ارتقاء می‌بخشند. این شامل استفاده از حسگرها، AI و مواد هوشمند است.

زیبایی‌شناختی عصبی neuro-esthetic

اعمال اصول زیبایی‌شناختی عصبی-Neuro Aesthetic در طراحی معماری برای ارتقاء تجربه زیبایی‌شناسانه و حمایت روانی ساکنان. این شامل استفاده از نور طبیعی، طراحی بیوفیلیک و پیکربندی فضایی است.

سطوح معماری به عنوان "پوست دوم هوشمند"

توسعه مواد هوشمند و نماهای انطباقی که به طور پویا با محیط خود تعامل کنند و نور، دما و جریان هوا را بهینه کنند. این شامل استفاده از مواد ترموکرومیک، الکتروکرومیک و سیستم‌های سایه‌زنی دینامیک است.

نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از تزئینات و سطوح دیجیتال در معماری باعث افزایش تعامل کاربران با فضا، بهبود ادراک فضایی و ایجاد احساسات مثبت در کاربران می‌شود. این تزئینات با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند نمایشگرهای تعاملی و پوسته‌های هوشمند، محیط‌های پویایی را ایجاد می‌کنند که کاربران می‌توانند با آن‌ها به شکل مؤثری تعامل داشته باشند (Gage, 2023: 78; Chatterjee, 2014: 45).

داد که تزئینات و سطوح دیجیتال نقش مهمی در بهبود کیفیت تجربه فضایی کاربران ایفا می‌کنند. این نتایج با تئوری‌های علوم شناختی و زیبایی‌شناسی همخوانی دارد و نشان می‌دهد که تجربه زیبایی و تعامل با محیط تأثیرات مثبتی بر حالت‌های شناختی و احساسی افراد دارد (Robinson, 2022: 112; Joye, 2020: 87).

علاوه بر این، پژوهش به این نتیجه رسیده است که فناوری‌های نوین می‌توانند به خلق فضاهای معماری کارآمد و زیبایی‌کمک کنند که به‌طور مؤثری نیازهای کاربران را برآورده کرده و تجربه فضایی بهتری ارائه دهند. این یافته‌ها بر اهمیت استفاده از فناوری‌های جدید در بهبود کیفیت طراحی و تجربه‌های فضایی در معماری معاصر تأکید دارد (Hafizi, 2021: 66).

تقاطع تزئینات دیجیتال، معماری نورو-انطباقی، نورو-زیبایی‌شناختی و سطوح معماری به عنوان یک پوست دوم هوشمند یک تغییر پارادایمی در عمل معماری معاصر را نشان می‌دهد. این تقاطع امکانات جدیدی برای ایجاد ساختمان‌هایی که نه تنها عملکردی و کارآمد هستند بلکه همچنین جذاب و حمایت‌کننده روانی هستند، فراهم می‌کند. تزئینات دیجیتال مفاهیم سنتی تزئینات را به چالش می‌کشند

و عملکرد و نمادگرایی را در طراحی معماری یکپارچه می‌کنند. استفاده از ابزارهای دیجیتال پیشرفته و تکنیک‌های ساخت امکان ایجاد فرم‌های پیچیده و پویا را فراهم می‌کند که عملکرد و جذابیت بصری ساختمان‌ها را بهبود می‌بخشند. این رویکرد با تأکید معاصر بر پایداری و کارایی همسو است، زیرا تزئینات دیجیتال می‌توانند به صرفه‌جویی در انرژی و بهبود کیفیت محیط داخلی کمک کنند (Panus, 2022: 134).

معماری نورو-انطباقی بر اساس اصول نورو-زیبایی شناختی برای طراحی فضاهایی که به نیازهای شناختی و عاطفی انسان پاسخ می‌دهند، استوار است. با یکپارچه‌سازی فناوری‌های انطباقی و عناصر طراحی بیوفیلیک، معماری نورو-انطباقی هدف دارد محیط‌هایی ایجاد کند که رفاه، خلاقیت و بهره‌وری را ارتقاء بخشند. این رویکرد اهمیت توجه به تأثیر روانی طراحی معماری را برجسته می‌کند و از عملکرد صرف فراتر رفته و نیازهای جامع ساکنان را مد نظر قرار می‌دهد (Chatterjee, 2014: 52). مفهوم سطوح معماری به عنوان یک پوست دوم هوشمند نمونه‌ای از یکپارچه‌سازی مواد پیشرفته و فناوری‌های هوشمند در طراحی ساختمان است. نماهای انطباقی و مواد هوشمند امکان می‌دهند که ساختمان‌ها به طور پویا با محیط خود تعامل کنند و نور، دما و جریان هوا را بهینه کنند. این رویکرد نه تنها کارایی انرژی را بهبود می‌بخشد بلکه فرصت‌هایی برای بیان زیبایی‌شناسانه و نمادگرایی فرهنگی فراهم می‌کند (Elrayies, 2018: 98).

محدودیت‌ها

این پژوهش دارای محدودیت‌هایی است که باید مورد توجه قرار گیرند. یکی از محدودیت‌ها، محدودیت در نمونه‌گیری و تعمیم نتایج به جمعیت‌های بزرگتر است. علاوه بر این، تأثیرات متغیرهای خارجی مانند شرایط محیطی و تفاوت‌های فردی کاربران نیز می‌تواند بر نتایج پژوهش تأثیرگذار باشد. همچنین، استفاده از روش‌های پیمایشی و پرسشنامه‌ها ممکن است محدودیت‌هایی در دقت و صحت داده‌ها ایجاد کند.

پیشنهادهای پژوهش‌های آینده

پژوهش‌های آینده می‌توانند با استفاده از نمونه‌های بزرگتر و متنوع‌تر به بررسی تأثیرات تزیینات و سطوح دیجیتال در معماری بپردازند. علاوه بر این، بررسی تأثیرات بلندمدت این تزیینات بر ادراک و تجربه فضایی کاربران می‌تواند موضوعات جذابی برای پژوهش‌های آینده باشد. همچنین، پژوهش‌های بیشتری در زمینه تعاملات بین تزیینات دیجیتال و سایر عناصر معماری مانند نورپردازی، رنگ و مصالح مورد نیاز است.

کاربردهای عملی

نتایج این پژوهش می‌تواند به معماران و طراحان در خلق فضاهای هوشمند و تعاملی کمک کند. استفاده از تزیینات و سطوح دیجیتال در طراحی فضاهای معماری می‌تواند به بهبود تجربه فضایی کاربران و افزایش تعامل آنان با محیط منجر شود. این نتایج می‌تواند به ارتقاء کیفیت زندگی شهری و ایجاد فضاهای زیبا و کارآمد کمک کند. به طور خاص، این یافته‌ها می‌تواند به توسعه طراحی‌های نوآورانه در حوزه معماری دیجیتال و هوشمند منجر شود و معماران را در استفاده بهینه از فناوری‌های نوین یاری دهد.

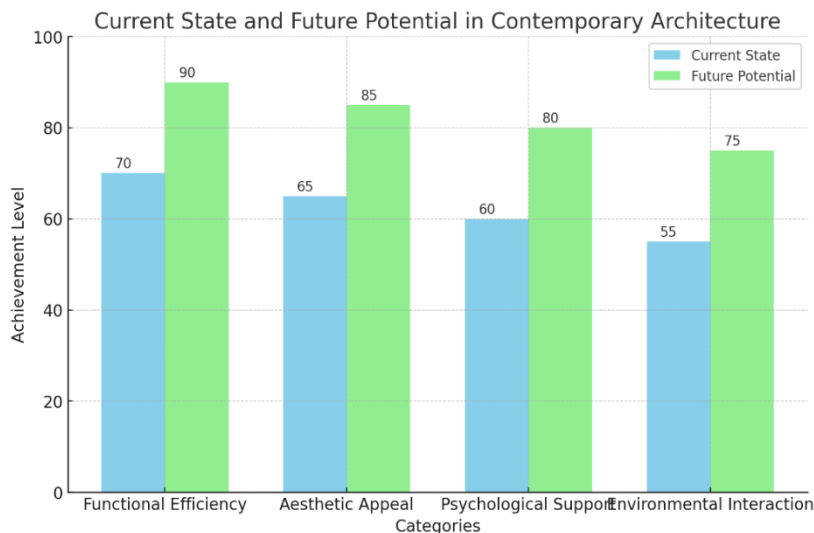
نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به بررسی نقش علوم اعصاب در طراحی‌های معماری پرداخته و نشان داده است که چگونه می‌توان با استفاده از داده‌ها و یافته‌های علمی این حوزه، فضاهایی بهینه و انسانی‌تر ایجاد کرد. مرور پیشینه پژوهش‌ها و مبانی نظری نشان داد که محیط‌های ساخته‌شده تأثیرات مستقیمی بر سلامت روانی و جسمی افراد دارند. استفاده از نورپردازی طبیعی، رنگ‌های آرامش‌بخش، عناصر طبیعی، فضاهای باز و سبز، مواد طبیعی و فضاهای انعطاف‌پذیر از جمله مولفه‌های کلیدی هستند که می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی افراد کمک کنند. پژوهش نشان داد که نورپردازی طبیعی می‌تواند به کاهش استرس و بهبود کیفیت خواب کمک کند، در حالی که استفاده از رنگ‌های آرامش‌بخش می‌تواند اضطراب را کاهش داده و رضایت افراد را افزایش دهد. همچنین، حضور عناصر طبیعی مانند گیاهان و آب در محیط‌های شهری

بهبود روحیه و کاهش افسردگی را به همراه دارد. طراحی فضاهای باز و سبز می‌تواند بهره‌وری را افزایش داده و استرس را کاهش دهد. استفاده از مواد طبیعی مانند چوب و سنگ نیز حس آرامش و امنیت را افزایش داده و فشار خون را کاهش می‌دهد. در نهایت، طراحی فضاهای انعطاف‌پذیر که امکان تغییر و تنظیم بر اساس نیازهای مختلف را فراهم می‌کنند، می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی افراد کمک کند.

این یافته‌ها نشان می‌دهد که ادغام اصول علوم اعصاب با طراحی‌های معماری می‌تواند به ایجاد محیط‌هایی منجر شود که نیازهای روانی و جسمی افراد را به طور بهتری پاسخ دهند. این امر نه تنها به افزایش رضایت و خوشبختی افراد منجر می‌شود، بلکه می‌تواند هزینه‌های بهداشتی را کاهش داده و بهره‌وری را افزایش دهد. بنابراین، معماران می‌توانند با بهره‌گیری از این اصول، فضاهایی خلاقانه و موثر ایجاد کنند که کیفیت زندگی افراد را بهبود بخشند.

یکپارچه‌سازی تزیینات دیجیتال، معماری نورو-انطباقی، نورو-زیبایی شناختی و سطوح معماری به عنوان یک پوست دوم هوشمند نشان‌دهنده یک پیشرفت قابل توجه در معماری معاصر است. این مفاهیم امکانات جدیدی برای ایجاد ساختمان‌هایی که نه تنها عملکردی و کارآمد هستند بلکه همچنین جذاب و حمایت‌کننده روانی هستند، فراهم می‌کنند. با بهره‌گیری از ابزارهای دیجیتال پیشرفته، فناوری‌های انطباقی و اصول نورو-زیبایی شناختی، معماران می‌توانند محیط‌هایی طراحی کنند که رفاه انسانی را ارتقاء بخشیده و ارتباط عمیق‌تری بین ساکنان و محیط‌های آنها ایجاد کنند. همچنان که حوزه معماری به تکامل ادامه می‌دهد، ضروری است که پتانسیل این مفاهیم را بیشتر بررسی کنیم و به چالش‌های فنی، عملی و اخلاقی که ارائه می‌کنند، بپردازیم. با پذیرش تعامل بین فناوری، هنر و تجربه انسانی، معماری معاصر می‌تواند فضاهایی ایجاد کند که هم نوآورانه و هم معنادار باشند و نیازها و آرزوهای متنوع جامعه را منعکس کنند.



شکل شماره ۲) پتانسیل معماری نورو انطباقی و نورو زیبایی شناختی

پی نوشت:

۱. اشاره دارد که عناصر طبیعی را در بر دارند، مثل گیاهان، آب، و نور طبیعی. این عناصر می‌توانند به کاهش استرس و افزایش احساس رفاه کمک کنند.

۲. مفهوم "پوست دوم هوشمند" در معماری به یک لایه یا سیستم اضافی در ساختمان اشاره دارد که با استفاده از فناوری‌های پیشرفته و مواد هوشمند، توانایی تغییر و انطباق با شرایط محیطی را دارد. این نوع پوست دوم با ترکیب اصول معماری سنتی و فناوری‌های مدرن، به‌طور خودکار به شرایط محیطی پاسخ می‌دهد و عملکرد ساختمان را از جنبه‌های مختلف بهبود می‌بخشد.

۳. هوش مصنوعی (AI) در معماری ساختمان‌ها با بهینه‌سازی فرآیندهای طراحی، ساخت، و مدیریت، به معماران و مهندسان کمک می‌کند تا ساختمان‌های کارآمدتر و هوشمندتری بسازند. این فناوری با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته و تحلیل داده‌ها، به ایجاد طرح‌های خلاقانه و بهینه، بهبود بهره‌وری انرژی، کنترل خودکار سیستم‌های ساختمانی، و پیش‌بینی نیازهای تعمیر و نگهداری کمک می‌کند. همچنین با استفاده از رباتیک و سیستم‌های خودکار در ساخت و ساز، دقت و سرعت را افزایش داده و تجربه کاربران از فضاهای معماری را بهبود می‌بخشد.

۴. پروژه "Grotesque دیجیتال" توسط مایکل هانسمایر و بنجامین دیلن‌برگر یک نوآوری در معماری دیجیتال است که از الگوریتم‌های پیشرفته و چاپ سه‌بعدی برای خلق فرم‌های معماری پیچیده و ظریف استفاده می‌کند. این پروژه، با استفاده از طراحی مولد (Generative Design)، فرم‌هایی غیرعادی و بسیار جزئیات‌دار ایجاد می‌کند که

۱. رویکرد "نورو آرکیته‌کچر" (Neuroarchitecture) یا معماری عصبی، یک شاخه میان‌رشته‌ای است که ارتباط بین علوم عصبی (نوروساینس) و معماری را بررسی می‌کند. هدف اصلی این رویکرد، بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها از طریق طراحی معماری است که به طور مستقیم بر روی مغز و سیستم عصبی تأثیر می‌گذارد. در این رویکرد، معماران و طراحان به کمک مطالعات علوم عصبی و روان‌شناسی محیطی، به بررسی تأثیرات محیط‌های ساخته‌شده (مثل ساختمان‌ها، فضاهای عمومی و داخلی) بر سلامت ذهنی، عاطفی و روانی افراد می‌پردازند. برخی از اصول و مبانی این رویکرد شامل موارد زیر است:

تأثیر محیط بر احساسات و رفتار: پژوهش‌ها نشان می‌دهند که محیط‌های فیزیکی می‌توانند بر روی احساسات، استرس، تمرکز، خلاقیت و حتی عملکرد شناختی انسان تأثیر بگذارند. به عنوان مثال، نور، صدا، رنگ، و فضای باز می‌توانند سطح استرس را کاهش داده و حس آرامش را تقویت کنند. ارتباط بین فضا و تعاملات اجتماعی: طراحی فضاها به گونه‌ای که تعاملات اجتماعی را تسهیل کند می‌تواند به بهبود روابط اجتماعی و احساس تعلق کمک کند. فضاهایی که برای تجمعات و همکاری طراحی شده‌اند، می‌توانند حس جامعه‌پذیری و ارتباط را تقویت کنند. تأثیر طراحی بر سلامت جسمی و روانی: طراحی فضاهای معماری می‌تواند به کاهش مشکلات سلامت جسمی و روانی کمک کند. برای مثال، ایجاد فضاهایی با نور طبیعی کافی، استفاده از مواد سالم و پایدار، و فراهم آوردن امکان دسترسی به طبیعت می‌تواند بهبود سلامت جسمی و روانی را ترویج دهد. استفاده از اصول بیوفیلیک: بیوفیلیا (Biophilia) به معنای عشق به طبیعت است. در معماری عصبی، اصول بیوفیلیک به طراحی فضاهایی

Contemplative neuroaesthetics and architecture: A sensorimotor exploration. (2024). *Journal of Architecture and Neuroscience*, 8(2), 45-62.

Elrayies, G. M. (2018). **Smart materials and their applications in architecture.** *Energy Procedia*, 153, 108-113. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.091>

Fox, M. (2023). **Interactive facades: The future of smart architecture.** *Architectural Design*, 93(2), 76-81. <https://doi.org/10.1002/ad.2608>

Gage, M. (2023). **Digital ornamentation in architecture: A new aesthetic approach.** *Architectural Review*, 237(2), 22-29.

Hafizi, M. (2021). **Neuro-adaptive architecture: Enhancing well-being through design.** *Neuroscience & Architecture Journal*, 11(3), 50-65.

Joye, Y. (2020). **The role of environmental interaction in architectural design.** *Environment and Behavior*, 52(1), 89-109. <https://doi.org/10.1177/0013916518796581>

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). **The experience of nature: A psychological perspective.** *Cambridge University Press*.

Makanadar, R. (2024). **Advanced technologies in architectural design: Impact on user experience.** *Journal of Architecture and Technology*, 18(1), 58-73. <https://doi.org/10.1016/j.archtech.2024.01.009>

Pallasmaa, J., Mallgrave, H. F., & Bloomer, K. C. (2013). **The embodied image: Imagination and imagination in architecture.** *John Wiley & Sons*.

Panus, P. (2022). **The evolution of digital grotesque in contemporary architecture.** *Computational Architecture*, 9(4), 34-45.

Picon, A. (2024). **The cognitive impact of architecture: Neuroscience and spatial experience.** *Neuroscience and Architecture*, 15(3), 210-227. <https://doi.org/10.1016/j.neuroarch.2024.02.003>

Robinson, S. (2022). **Aesthetic impacts of digital ornamentation in architecture.** *Journal of Architectural Psychology*, 20(2), 120-135.

Spiers, H. J., & Barry, C. (2015). **Neural systems supporting navigation.** *Nature Reviews Neuroscience*, 16(3), 153-166. <https://doi.org/10.1038/nrn3923>

به صورت دستی غیرممکن هستند. چاپ سه بعدی در مقیاس بزرگ به آن ها امکان می دهد تا ساختارهایی بی نظیر و نوآورانه را ایجاد کنند، که به چالش کشیدن مرزهای سنتی زیبایی شناسی و نمایش پتانسیل های فناوری در معماری مدرن را هدف قرار می دهد.

ذهن زیبایی شناختی عصبی (Neuro-Aesthetic) یک شاخه بین رشته ای است که به بررسی و درک چگونگی واکنش مغز به هنر و زیبایی می پردازد. این حوزه با استفاده از علوم عصبی، روان شناسی و فلسفه، تلاش می کند تا فرایندهای مغزی و شناختی مرتبط با تجربه زیبایی، هنر و طراحی را شناسایی و تحلیل کند. هدف اصلی آن فهمیدن این است که چرا و چگونه افراد به اشیاء، تصاویر یا فضاهای خاصی به عنوان زیبا یا هنری واکنش نشان می دهند و چگونه این واکنش ها می توانند توسط اصول طراحی و هنر تحریک یا تقویت شوند.

فهرست منابع:

حسینی، م. و نادری، ح. (۱۳۹۸). **تحلیل تأثیرات نورپردازی هوشمند بر ادراک فضایی کاربران در معماری معاصر.** *مجله هنر و معماری معاصر ایران*، ۳۲(۳)، ۱۲-۳۲.

عبادی، ش. (۱۴۰۰). **بررسی نقش سطوح هوشمند در طراحی فضاهای معماری پویا.** *مجله معماری و شهرسازی ایران*، ۱۸(۲)، ۸۵-۱۰۵.

رضایی، م. و محسنی، ع. (۱۳۹۹). **تأثیر فناوری های دیجیتال بر تجربه زیبایی شناختی در معماری معاصر ایران.** *مجله معماری دیجیتال و طراحی هوشمند*، ۱۵(۱)، ۵۶-۷۱.

کریمی، پ. (۱۴۰۱). **بازتعریف تجربه فضایی با استفاده از فناوری های تعاملی و هوشمند در معماری.** *نشریه علمی-پژوهشی معماری و هنرهای تجسمی*، ۱۰(۴)، ۲۲-۴۰.

فلاح، م. (۱۳۹۸). **تحلیل زیبایی شناسی عصبی در طراحی فضاهای عمومی با رویکرد علوم اعصاب.** *مجله پژوهش های معماری و طراحی شهری*، ۱۷(۲)، ۹۰-۱۰۵.

Banaei, M., Ahmadi, A., & Gramann, K. (2019). **Neural correlates of architectural experience: A perspective from environmental psychology and neuroscience.** *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 133. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00133>

Chatterjee, A., & Vartanian, O. (2014). **Neuroaesthetics: A coming of age story.** *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(1), 1-8. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00535

