پاسخ‌های زیبایی‌شناسی به معماری*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵

الکساندر کوبرن، آنجان چاترجی*****

مترجم و گردآورنده: سمیه موسویان@

دکتری تخصصی معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

چکیده

تاکنون بحث در مورد زیبایی معماری عمدتاً خارج از علوم تجربی صورت گرفته است. با این حال در طی دههٔ گذشته، زیبایی‌شناسی عصب‌محور، بینش‌های جدیدی را در زمینهٔ زیربنایی نوروبیولوژیکی زیبایی و هنر فراهم کرده است. اکنون دانشمندان، به دنبال کاوش در تلاقی علوم اعصاب و معماری هستند. لذا حوزهٔ نوظهور *معماری عصب‌محور* با هدف بررسی مفاهیم عصبی و روان‌شناسی در طراحی معماری و برای الهام بخشیدن به ساخت محیط‌های مصنوع از تجارب روان‌شناسی و بهزیستی پشتیبانی می‌کند. این فصل به بررسی این موضوع می‌پردازد که چگونه معماری عصب‌محور می‌تواند به عنوان یک علم تجربی توسعه یابد، و در طول مسیر پیشرفت‌های اخیر زیبایی‌شناسی عصب‌محور چه درس‌هایی فرا گرفته می‌شود. برای این منظور، یک چارچوب اولیهٔ عصبی با عنوان *سه‌گانهٔ زیبایی‌شناسی* ترسیم شده است. تا تحقیقات عصب‌شناسی گذشته در حوزه محیط ساخته شده را با ایجاد انگیزه در مطالعات آزمون- فرضیات آینده بسترسازی کند. و در نهایت، مزایا و محدودیت‌های بالقوه این حوزه پژوهشی را مورد بحث قرار دهد.

واژگان کلیدی: معماری عصب‌محور، سه‌گانهٔ زیبایی‌شناسی، سه‌گانهٔ ویترویوسی، روان‌شناسی محیطی، روان‌شناسی تکاملی، بیوفیلیک.

---

* این ترجمه برگردانی از فصل بیست و نهم کتاب *The Oxford Handbook of Empirical Aesthetics* از انتشارات دانشگاه آکسفورد در سال ۲۰۲۰ است؛ که توسط مارکوس نادال و اوشین وارتانیان گردآوری شده است.

** Alexander Coburn

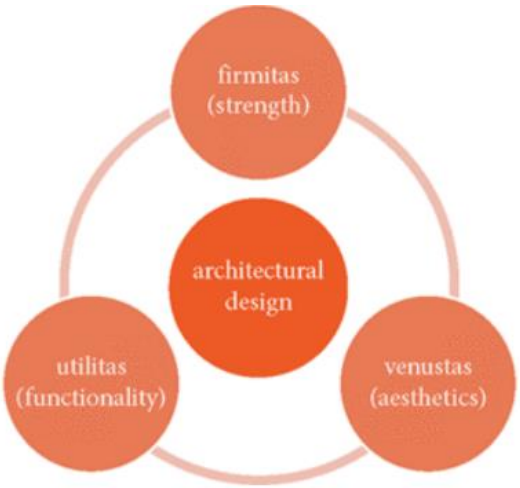
*** Anjan Chatterjee

@ مترجم مسئول: m.moosaviyan@gmail.com

زمینهٔ تاریخی

از دیرباز زیبایی در فرهنگ‌های سراسر جهان به عنوان یک بعد جدایی‌ناپذیر از طراحی معماری در نظر گرفته شده است. این ایده که زیبایی‌شناسی معماری را می‌توان به صورت انتقادی بررسی کرد، حداقل به نوشته‌های معمار رومی، ویترویوس[۱] باز می‌گردد کسی که زیبایی را یکی از سه بعد اصلی طراحی معماری معرفی کرد. سه‌گانهٔ ویترویین (تصویر ۱) نشان می‌دهد که یک ساختمان باید از نظر ساختاری استوار *(ایستایی)*[۲]باشد، در حالی که نیازهای عملکردی کاربرانش *(کارایی)*[۳] را برآورده کند و حساسیت‌های زیبایی‌شناسی آنها *(زیبایی)*[۴]را درگیر نماید. برای هزاران سال، شیوه‌های ساخت‌وساز مانند *فنگ شویی* چینی[۵] و *واستو شاسترا* هندی،[۶]دستورالعمل‌های مشخصی را برای ایجاد انسجام و هماهنگی در محیط ساخته شده ارائه کرده‌اند. در اروپا، مطالعه زیبایی‌شناسی معماری باعث علاقه گوته[۷]، راسکین[۸] و کانت[۹] و دیگران شد. نوشته‌های این فیلسوفان نشان می‌دهد که کیفیت‌های زیبایی‌شناسی ساختمان‌ها می‌تواند تأثیرات معناداری بر تجربهٔ روزمره انسان داشته باشند.

در قرن بیستم بعد زیبایی‌شناسی معماری مورد تأکید قرار نگرفت، زیرا شعار «فرم تابع عملکرد است» به دیکته کردن شیوه‌های طراحی معماری پرداخت. معماران قرن گذشته، اغلب بر توسعهٔ ابعاد قابل اندازه‌گیری محیط انسان‌ساخت همچون هزینه‌های ساخت و ساز، ایمنی در آتش‌سوزی و بهره‌وری انرژی تمرکز داشتند (Vaughan, 2013). مهندسان سازه از پیشرفت‌های تکنولوژیکی و مصالح برای ساختن ساختمان‌های بلندتر و محکم‌تر نسبت به گذشته استفاده می‌کردند (Ali & Moon, 2007).



تصویر ۱. سه‌گانهٔ ویتروین.
مآخذ: الکس کوبرن، اوشین وارتانیان و آنجان چاترجی، «ساختمان‌ها، زیبایی و مغز: عصب‌شناسی تجربهٔ معماری»، مجله علوم اعصاب شناختی، (۲۹:۹)، (سپتامبر، ۲۰۱۷)، ۱۵۲۱-۱۵۳۱.

در واقع ظهور کاربردگرایی[۱۰]در طراحی با یک تغییر فلسفی در عملکرد معماری همسو شد، و با مفهوم‌سازی ساختمان به عنوان ماشین، معماران و برنامه‌ریزان را تشویق می‌کرد تا بر بهبود جنبه‌های مکانیکی معماری تمرکز کنند و در عین حال ملاحظات زیبایی‌شناسی مانند مقیاس‌های انسانی و تزئینات را کنار بگذارند. فرم‌های تقلیلی تولید شده توسط این رویکرد، ایده‌آل زیبایی‌شناسی جدیدی را نشان می‌داد که در آن مفاهیم زیبایی معماری با کارکردگرایی پیوند نزدیکی داشت ,Venturi

---

[۱] Marcus Vitruvius Pollio: مارکوس ویترویوس پولیو، معمار و مهندس رومی در قرن اول پیش از میلاد.

[2] Firmitas

[3] Utilitas

[4] Venustas

[۵] Chinese Feng Shui:در چینی به معنای باد و آب است، یک فلسفه و فن باستانی چینی برای پیدا کردن چیدمان درست اشیاء در بناها جهت دریافت انرژی مثبت چی در فرهنگ سنتی چین.

[۶] Indian Vaastu Shastra: کتاب کهن واستو شاسترا مربوط به قرن ششم میلادی در هند باستان به عنوان راهنمای ساخت کلیه بناها در معماری سنتی هندویی است.

[۷] Johann Wolfgang von Goethe: یوهان ولفگانگ فن گوته، (۱۸۳۲-۱۷۴۹)، یکی از چهره‌های اصلی ادبیات آلمانی.

[۸] John Ruskin: جان راسکین، (۱۹۰۰-۱۸۱۹)، متفکر اجتماعی اهل انگلیسی و منتقد حوزه هنر و معماری در دوران ویکتوریا.

[۹] Immanuel Kant: ایمانوئل کانت، (۱۸۰۴-۱۷۲۴)، فیلسوف سرشناس آلمانی در عصر روشنگری.

[10] Utilitarianism

(Scott Brown, Rattenbury, & Hardingham, 2007). این فلسفه، بررسی تجربهٔ زیبایی‌شناسی در پژوهش‌های معماری را به حاشیه راند!

با این حال، در قرن بیست و یکم مسیر جدیدی از تحقیقات پدیدار گشت که چگونگی تأثیر ویژگی‌های زیبایی‌شناسی محیط ساخته شده را بر تجربیات روانی ساکنان آن بررسی می‌کرد. مردم بیشتر عمر خود را در ساختمان‌ها می‌گذرانند (Evans & McCoy, 1998) و معماری می‌تواند بر خلق و خو، شناخت و بهزیستی روانی آنها تأثیر بگذارد (Adams, 2014; Cooper, Burton, & Cooper, 2014; Hartig, 2008; Joye, 2007). در حالیکه برخی از مطالعات به نقاط مشترک تئوریک در حوزه علوم اعصاب و معماری پرداخته‌اند، (Dance, 2017; Eberhard, 2008; Mallgrave, 2010; Robinson & Pallasmaa, 2015)، اما تاکنون آزمایش‌های اندکی بر روی علوم اعصاب معماری انجام شده، تا تجارب معماری را با هدف بررسی‌های تجربی مورد مطالعه قرار دهد.

رشتهٔ زیبایی‌شناسی عصب‌محور، درس‌های مهمی را در اختیار رشتهٔ نو ظهور معماری عصب‌محور[۱۱] قرار می‌دهد. زیبایی‌شناسی عصب‌محور، پایه‌های فیزیولوژیکی عصبی تجارب زیبایی‌شناسی را در پاسخ به زیبایی و هنر مورد مطالعه قرار می‌دهد (Chatterjee & Vartanian, 2016). بسیاری از ایده‌ها و روش‌های تحقیقاتی زیبایی‌شناسی عصب‌محور برای مطالعهٔ تجربیات روان‌شناختی در محیط‌های انسان‌ساخت، کاربرد دارند (Eberhard, 2009). پانزده سال پیش، رشتهٔ زیبایی‌شناسی عصبی به نقطه مهمی در پیشرفت‌های خود رسید. اولین مقالات با استفاده از تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (اف‌ام‌آرآی)[۱۲] برای بررسی پاسخ‌های عصبی به هنر (Vartanian & Goel, 2004) و عصب‌شناسی روان‌شناسی هنر (Chatterjee, 2004a, 2004b) انجام گرفتند. چارچوب‌های اولیه‌ای که سیستم‌های عصبی و شناختی کلیدی که تجارب زیبایی‌شناسی را ایجاد می‌کرد، را معرفی نمودند (Chatterjee & Vartanian, 2014; Leder, Oeberst, Augustin, & Belke, 2004). این چارچوب‌ها موجی از آزمایش‌های آزمون- فرضیه را برانگیخت و زیبایی‌شناسی عصب‌محور را قادر ساخت تا وارد جریان اصلی پژوهش‌های علمی شود (Chatterjee, 2011).

گرچه عصب‌شناسی معماری ممکن است که به نقطه عطف مشابهی در توسعه خود نزدیک شود. اما از این جهت تا به امروز بسیاری از پژوهش‌ها به صورت *توصیفی* بوده‌اند، بدین‌معنی که بینش‌های علوم اعصاب را به صورت کیفی با تجربیات معماری مرتبط کرده‌اند (Brown & Lee, 2016; Eberhard, 2008; Mallgrave, 2010). برخی از تحقیقات تجربی نیز انجام گرفته‌اند که پارامترهای معماری را به پاسخ‌های فیزیولوژیکی عصبی مرتبط می‌کنند (Choo, Nasar, Nikrahei, & Walther, 2017; Marchette, Vass, Ryan, & Epstein, 2015; Shemesh et al., 2017; Vartanian et al., 2013, 2015). اما با این حال، این مطالعات اغلب فاقد هرگونه چارچوب کلی عصب‌شناختی هستند. بنابراین، قرار دادن آنها در یک برنامه تحقیقاتی منسجم دشوار است. در ادامهٔ این مبحث، به این موضوع می‌پردازیم که چگونه یک مدل کلی از تجربهٔ زیبایی-شناسی را می‌توان برای علوم اعصاب معماری به کار برد. این مدل برای کمک به زمینه‌سازی تحقیقات گذشته و ایجاد انگیزه برای مطالعات تجربی آینده در نظر گرفته شده است.

سه‌گانه‌های زیبایی‌شناسی

مدل *سه‌گانهٔ زیبایی‌شناسی*[۱۳] (Chatterjee, 2013) سیستم‌های عصبی کلیدی را ترسیم می‌کند که تجارب زیبایی‌شناسی را در پاسخ به هنرهای بصری ایجاد می‌نماید. این مدل هم‌چنین می‌تواند به عنوان چارچوب تحقیقات تجربی در

[۱۱] Neuroarchitecture

[۱۲] fMRI : تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی.

[۱۳] Aesthetic Triad

علوم اعصاب معماری به کار رود. این چارچوب سه سیستم عصبی را برجسته می‌کند که وقتی افراد محیط ساخته شده را تجربه می‌کنند، درگیر می‌شوند: سیستم‌های حسی-حرکتی[14]، سیستم‌های عاطفه -ارزش‌گذاری[15] و سیستم‌های دانش-معنا.[16] معماری با شبکه‌های حسی از طریق درگیر کردن سیستم‌های بینایی، شنوایی، بویایی، حسی تنی[17] و حس عمقی، تعامل برقرار می‌کند، ضمن اینکه رفتارهای گرایشی-اجتنابی[18] و سایر پاسخ‌های حرکتی را نیز درگیر می‌نماید. ساختمان‌ها هم‌چنین عواطف و احساساتی را تحریک می‌کنند که به واسطه شبکه‌های عاطفه-ارزش‌گذاری فعال می‌شوند. در نهایت، سیستم‌های دانش-معنا که توسط فرهنگ، آموزش و تجربیات فردی شکل گرفته‌اند، بر نحوه تعامل مردم با فضاهای معماری تأثیر می‌گذارند. هر یک از این سیستم‌ها در ادامه بخش بعد با جزئیات بیشتری مورد بحث قرار می‌گیرند. این شبکه‌ها احتمالاً به صورت مجزا عمل نمی‌کنند، بلکه با یکدیگر تعامل دارند تا تجربیات زیبایی‌شناسی یکپارچه‌ایی را در پاسخ به محیط ساخته شده ایجاد نمایند. علاوه بر این، این سیستم‌های عصبی احتمالاً به معماری به شیوه‌ایی متفاوت از هنرهای بصری پاسخ می‌دهند. در ادامه این بخش به برخی از تمایزات مهم همچون تفاوت در ابعاد و بازه‌های زمانی نسبتاً طولانی‌تر مواجهه‌های معماری در مقایسه با هنرهای تجسمی می‌پردازیم. در نهایت، چگونگی تأثیرات معماری بر بهزیستی انسان را در نظر می‌گیرم که ممکن است بواسطه تجربیات شدید زیبایی‌شناسی در محیط ساخته ایجاد شوند.

سیستم‌های حسی-حرکتی

شبکه‌های حسی ممکن است به عنوان دروازه‌بانان تجربهٔ معماری در نظر گرفته شوند، زیرا آنها واسطهٔ تأثیر محیط ساخته شده بر تجربیات شناختی و عاطفی پایین دستی هستند. ویژگی‌های حسی فضاهای معماری، شبکه‌های عصبی بینایی، شنیداری، بویایی، حسی‌تنی و حس عمقی را درگیر می‌کنند، ضمن اینکه پاسخ‌های حرکتی به بناها مانند جهت‌گیری و تصمیمات نزدیکی-اجتناب را تعدیل می‌نمایند. در اینجا، ما در درجه اول بر ادراک بصری معماری تمرکز می‌کنیم، صرفاً به این دلیل که موضوع ادراک بصری در پژوهش‌های موجود و مرتبط با موضوع ادراک فضاهای معماری برجسته‌تر هستند. البته بی‌تردید، شبکه‌های حسی غیر بصری، نقش مهمی در ایجاد پاسخ‌های زیبایی‌شناسی به ساختمان‌ها ایفاء می‌کنند.

بینایی

بینایی گسترده‌ترین سیستم حسی مورد مطالعه در ادبیات موجود در علوم اعصاب معماری است. ادراک بصری معماری با پردازش ویژگی‌های فضایی و رنگی سطح پایین مانند لبه، نور و رنگ‌ها، آغاز می‌شود (Chatterjee, 2004a؛ Ibarra et al., 2017؛ Kotabe, Kardan, & Berman, 2016). سپس این ویژگی‌های بصری سطح پایین با اطلاعات معنادار از طریق سیستم‌های عصبی سطح بالا مانند منطقه پاراهیپوکامپ،[19] قشر رتروسپلنیال[20] و منطقهٔ پس سری[21] یکپارچه می‌شوند (Marchette et al., 2015). منطقهٔ پاراهیپوکامپ به طور ویژه به صحنه‌های محیطی مانند ساختمان‌ها و مناظر حساس است. این منطقه، هم‌چنین نقش مهمی در جهت‌یابی فضایی (Epstein & Kanwisher, 1998; Mé gevand et al., 2014) و ارزیابی اندازهٔ فضاها (Kravitz, Peng, & Baker, 2011) ایفاء می‌کند. منطقهٔ پس سری، مسئول پردازش ویژگی‌های بصری سطح متوسط است که به افراد در تشخیص نشانه‌های بصری کمک می‌کند. قشر رتروسپلنیال مغز در عین حال به بازیابی اطلاعات مفهومی (مانند خاطرات) مرتبط با این نشانه‌ها نقش

---

14 Sensorimotor Systems
15 Emotion-Valuation Systems
16 Knowledge-Meaning Systems
17 Somatosensory
18 Approach-Avoidance
19 PPA
20 RSC
21 OPA

دارد (Marchette et al., 2015). هیپوکامپ[۲۲] و قشر آنتورینال[۲۳] نیز نقش مهمی در پردازش اطلاعات معماری در طول جهت‌یابی فضایی ایفاء می‌کنند (Spiers & Barry, 2015).

قشر بینایی ممکن است حساسیت ویژه‌ای به ویژگی‌های کلیدی زیبایی‌شناسی در طراحی معماری همچون کُنتراست، نظم، پیچیدگی و طبیعی بودن نشان دهد. اهمیت تضاد بصری در محیط ساخته شده، به طور گسترده در میان نظریه‌پردازان معماری مورد بحث قرار گرفته است (Alexander, 2002; Salingaros, 2007; Venturi, Scully, & Drexler, 1977). نورون‌های قشر پس سری و سلول‌های شبکیه به لبه‌ها یا نواحی با کنتراست بصری بالا نسبت به نواحی روشن یکنواخت در یک صحنه، حساسترند (Brady & Field, 2000; Geisler, 2007; Ramachandran & Hirstein, 1999). تصور می‌شود که مناطق دارای کُنتراست بالا علاقه را به خود جلب می‌کند، زیرا حاوی تراکم بالایی از اطلاعات بصری مفید برای شناسایی اشیاء در صحنه‌ها هستند (Alexander, 2002; Hagerhall, Purcell, & Taylor, 2004; Leder et al., 2004; Ramachandran & Hirstein, 1999).

نظم هم‌چنین یک متغیر کلیدی در زیبایی‌شناسی معماری است. یک مفهوم مهم در زیبایی‌شناسی تجربی، مفهوم سهولت پردازش است، بدین‌معنی که افراد الگوهای بصری‌ای را ترجیح می‌دهند که راحت‌تر یا روان‌تر توسط مغز پردازش شوند. (Birkhoff, 1933; Eysenck, 1957; Oppenheimer & Frank, 2008; Palmer, Schloss, & Sammartino, 2013; Reber, Schwarz, & Winkielman, 2004). این پدیده ممکن است به فضاهای فیزیکی نیز گسترش یابد. شواهد نشان می‌دهد که افراد، محیط‌های منظم‌تر را ترجیح می‌دهند، یعنی فضاهایی که روان‌تر پردازش می‌شوند (Kaplan & Kaplan, 1989; Kotabe, Kardan, & Berman, 2017). در مقابل، بی‌نظمی محیطی با افزایش اضطراب (Tullett, Kay, & Inzlicht, 2015)، افزایش رفتار قانون شکنانه (Kotabe et al., 2016)، کاهش عملکرد شناختی (Evans, Gonnella, Marcynyszyn, Gentile, & Salpekar, 2005) و کاهش احساس معنا در زندگی (Heintzelman & King, 2014) مرتبط است.

نظم محیطی، هم دلالت بر عدم تصادفی بودن (Tullett et al., 2015) و هم دلالت بر وجود الگوهای قابل پیش‌بینی در صحنه‌ها را دارد (Alexander, 2002; Reber et al., 2004; Salingaros, 2007). دو مورد از این الگوها یعنی گروه‌بندی و تقارن ممکن است به طور ویژه به ادراک بصری صحنه‌های معماری مرتبط باشند. گروه‌بندی یا افزونگی بصری یک اصل اساسی گشتالت[۲۴] است و فرآیندی را توصیف می‌کند که در آن سیستم بصری اطلاعات تکراری در یک صحنه را سازماندهی می‌کند. نمونه‌هایی از الگوهای تکرار شونده در معماری عبارتند از طاق‌ها و ستون‌های متناوب در یک رواق یا الگوهای رنگی تکراری که در سراسر یک پنجره شیشه‌ای رنگی پراکنده شده‌اند (Alexander, 2002). ویژگی‌های فضایی و ساختاری الگوها پتانسیل عملکرد همزمان در میان نورون‌هایی که مسئول پردازش آن ویژگی‌ها هستند، را ایجاد می‌نمایند (Ramachandran & Hirstein, 1999; Singer & Gray, 1995). این مکانیسم‌های عصبی ممکن است به ایجاد پاسخ لذت زیبایی‌شناسانه کمک کنند که افراد اغلب هنگام مواجهه با الگوهای منظم رنگ و فرم در محیط ساخته شده آن را تجربه می‌کنند (Alexander, 2002).

هم‌چنین تعادل و تقارن نیز ممکن است به ادراک نظم و ترجیحات زیبایی‌شناسی در صحنه‌های معماری کمک کند (Alexander, 2002; Wilson & Chatterjee, 2005).

---

[22] Hippocampus

[23] Entorhinal Cortex

[۲۴] Gestalt Theory: تئوری گشتالت، مکتب روان‌شناسی آلمانی در اوایل سدهٔ بیستم میلادی. طبق این نظریه کل هر چیزی، بیش از مجموع اجزای آن است.

آزمایش‌ها نشان داده‌اند که افراد اغلب اشکال و چهره‌های هندسی متقارن را در مقایسه با اشیایی که نامتقارن هستند، ترجیح می‌دهند. گونه انسان ممکن است این نوع ترجیحات ذاتی را از طریق انتخاب طبیعی حاصل از اهمیت فرگشتی[۲۵] اطلاعات متقارن برای بقاء فرد تکامل داده باشد (Frith & Nias, 1974; Jacobsen, Schubotz, Höfel, & Cramon, 2006; Ramachandran & Hirstein, 1999; Rhodes, Proffitt, Grady, & Sumich, 1998). تحقیقات هم‌چنین نشان می‌دهد که تقارن نقش مهمی در شناسایی شیء و شکل‌گیری حافظه ایفاء می‌کند. به عنوان نمونه یک مطالعه نشان داد که تعداد تقارن‌های مکانی موجود در یک الگوی بصری قویاً پیش‌بینی می‌کند که چگونه آزمون‌شوندگان آن الگوها را به سهولت بیابند، به خاطر بسپارند و توصیف کنند (Alexander & Carey, 1968). اهمیت تقارن از منظر شناختی[۲۶] می‌تواند به توضیح اینکه چرا الگوهای متقارن اغلب در طراحی انسان در مقیاس‌های مختلف به کار گرفته می‌شود، کمک نماید.

هم‌چنین پیچیدگی بصری ممکن است بر سهولت شناسایی اشیاء توسط انسان و استخراج اطلاعات از محیط ساخته شده تأثیر بگذارد. پیچیدگی به «حجم اطلاعات موجود در یک فضا» (Dosen & Ostwald, 2016, p. 3) و «غناء» اطلاعاتی یک صحنه اشاره دارد (Kaplan & Kaplan, 1989, p. 53). همبستگی متوسطی بین پیچیدگی و ترجیحات در زمینه‌های مختلف، از جمله ارزیابی آثار هنری (Day, 1967; Leder et al., 2004; Taylor, Micolich, & Jonas,1999)، مناظر طبیعی (Kaplan, 1987; Ulrich, 1977, 1983)، و محیط‌های ساخته شده (Imamoglu, 2000; Kaplan, Kaplan, & Wendt, 1972)، یافت شده است. ترجیحات بواسطه پیچیدگی، مانند یک منحنی به شکل U برعکس است (Berlyne, 1970, 1971; Güçlütürk, Jacobs, & van Lier, 2016; Imamoglu, 2000)، اگرچه به طور کلی رابطه بین پیچیدگی و ترجیحات زیبایی‌شناسی به عنوان تابعی از چگونگی مفهوم‌سازی پیچیدگی متفاوت است (مثلاً مقدار، تنوع یا سازماندهی عناصر درون یک صحنه)(Nadal, Munar, Marty, & Cela-Conde, 2010).

سالینگاروس[۲۷] فرض می‌کند که ساختمان‌های فاقد پیچیدگی بصری همانند زندان‌ها و فضاهای فوق مینیمالیسم با رد اطلاعات معنادار سیستم بصری، تجربه حسی را تضعیف می‌کنند (Salingaros,2003). پیچیدگی بیش از حد معماری نیز می‌تواند سیستم بصری را تحت الشعاع قرار دهد، به ویژه اگر اطلاعات به صورت نامرتب تجربه شوند (Kotabe et al., 2016; Salingaros, 2003, 2007).

بُعد فرکتال[۲۸] یک معیار محبوب برای ارزیابی پیچیدگی در تحقیقات زیبایی‌شناسی است که ممکن است جهت این نوع ارزیابی در فضاهای معماری مفید باشد. فرکتال‌ها «اشکال شکسته‌ای هستند [که] دارای الگوهای تکرارشونده می‌باشند و هنگام بزرگنمایی بسیار خوب مشاهده می‌شوند» (Hagerhall et al., 2004, p. 247). نمونه‌هایی از اجسام با ویژگی‌های فرکتالی عبارتند از: کوه‌ها، خطوط ساحلی و بسیاری دیگر از اشکال پیچیده در طبیعت (Hagerhall et al., 2004). در حالیکه یک منحنی اقلیدسی یکنواخت دارای یک بُعد فرکتال نزدیک به ۱ است، یک خط در هم پیچیده با سطحی دوبُعدی هم بُعد فرکتال نزدیک به ۲ دارد. بنابراین بعد فرکتال بالاتر نشان‌دهنده پیچیدگی بصری بیشتر و هم‌چنین درجه بالاتری از خودمتشابهی

---

[۲۵] Evolutionary Psychology: روان‌شناسی فرگشتی یا تکاملی (EP) رویکردی نظری در روان‌شناسی است که شناخت و رفتار را از دیدگاه تکاملی مدرن بررسی می‌کند و به دنبال شناسایی سازگاری‌های روانی انسان با توجه به مشکلات نیاکان است که برای حل آنها تکامل یافته‌اند.

[۲۶] Cognitive Science: علوم شناختی.

[۲۷] Nikos Angelos Salingaros: نیکولاس سالینگاروس (۱۹۵۲)، ریاضیدان متولد یونان که به دلیل فعالیتش در زمینه تئوری شهری، نظریه معماری، نظریه پیچیدگی و فلسفه طراحی شناخته شده است.

[۲۸] Fractal: ساختاری هندسی که با بزرگ کردن هر بخش از این ساختار به نسبت معین، همان ساختار نخستین به دست آید. فراکتال ساختاری است که هر بخش از آن با کل‌اش خودهمانند است.

در یک شیء یا صحنه است. تحقیقات نشان می‌دهد که افراد اغلب صحنه‌های طبیعی و هنرهای بصری دارای ابعاد فرکتال با دامنهٔ ۱٫۳ تا ۱٫۵ را بیشتر ترجیح می‌دهند (Spehar, Clifford, Newell, & Taylor, 2003; Taylor et al., 2005)، اگرچه این ادعاها همچنان بحث‌برانگیز هستند (Jones-Smith & Mathur, 2006). در اصل این یافته‌ها نشان می‌دهند که قشر بینایی ممکن است با فضاهای معماری که مقادیر متوسط تا زیاد ابعاد فراکتالی را نشان می‌دهند، هماهنگ باشد، مانند کلیساهای جامع گوتیک. به طور کلی، علاوه بر بُعد فراکتال، آمارهای تصویری قابل اندازه‌گیری زیادی وجود دارند که برای پیش‌بینی پاسخ‌های زیبایی‌شناسی به اشیاء، هنر و مناظر طبیعی مناسب هستند (Berman et al., 2014; Graham & Field, 2007; Graham & Redies, 2010; Graham, Schwarz, Chatterjee, & Leder, 2016; Kotabe et al., 2016; Redies, 2007). بسیاری از این معیارهای آماری را می‌توان برای بررسی پاسخ‌های زیبایی‌شناسی به معماری مورد استفاده قرار داد (به عنوان نمونه Coburn et al., 2019).

طبیعی بودن، یک بُعد مهم زیبایی‌شناسی محیط فیزیکی است. قرار گرفتن در معرض محیط‌های طبیعی و ویژگی‌های طبیعی محیط ساخته شده نشان داده است که مزایای روانی مهمی مانند بهبود خلق و خو (Barton & Pretty, 2010; Bowler, Buyung-Ali, Knight, & Pullin, 2010; Valtchanov, Barton, & Ellard, 2010) کاهش استرس (Valtchanov et al., 2010; Villani & Riva, 2011)، افزایش عملکرد شناختی در توجه و کارکرد وظایف حافظه (Berman et al., 2012; Berman, Jonides, & Kaplan, 2008; Berto, 2005; Bratman, Daily, Levy, & Gross, 2015; Kaplan, 1995) را به همراه دارد. دو نظریه روان‌شناسی غالب به شکل‌گیری این یافته‌ها کمک می‌کنند: *نظریه بازیابی توجه*[۲۹] کاپلان[۳۰] و *فرضیه بیوفیلی*[۳۱] ایی.اُ. ویلسون.[۳۲] نظریه بازیابی توجه به مزایای شناختی قرار گرفتن در معرض طبیعت می‌پردازد. طبق این نظریه محرک‌های حسی «شگفت‌انگیز آرام» در طبیعت صورت خودکار و از پایین به بالا توجه ما را جلب می‌کنند، در نتیجه منابع توجه را بازیابی و عملکرد بهتر در انجام وظایف شناختی را تسهیل می‌نماید (Kaplan, 1995; Kaplan & Berman, 2010). فرضیه بیوفیلی که به معنای «عشق به زندگی» است، بر مزایای عاطفی تعامل انسان با اشکال زنده و شبیه زندگی که اغلب در طبیعت با آن مواجه است، تأکید دارد (Wilson, 1984; Wilson & Kellert, 1995). این نظریه فرض می‌کند که افراد تمایل ذاتی به تماس با گیاهان، حیوانات و زیستگاه‌های طبیعی دارند که ناشی از تکامل گونه انسان در «محیط[های] بیولوژیکی - نه مصنوعی یا ساخته‌شده -» است. (Kellert, 2005, p.123). این دو نظریه با هم دیدگاه‌های مکملی ارائه می‌دهند، در خصوص اینکه چرا تعامل با طبیعت ممکن است موجب سهولت تجارب روان‌شناسی لذت‌بخش و احیایی شود.

اگرچه محیط‌های طبیعی و ساخته شده اغلب به عنوان گروه‌های فضایی متمایز طبقه‌بندی می‌شوند، اما بسیاری از ساختمان‌ها ویژگی‌های بصری شبیه طبیعت را نشان می‌دهند. در واقع، سازندگان در طول تاریخ اغلب با الهام گرفتن از «مدل‌های طراحی یادمانی» طبیعت، کیفیت‌های بصری طبیعت‌گرایانه را به ساختمان‌های خود افزوده‌اند (Kellert,

---

[۲۹] Attention Restoration (ART): در این تئوری افراد پس از طی زمانی در طبیعت یا حتی تماشای صحنه‌های آن می‌توانند تمرکز بهتری داشته باشند. محیط‌های طبیعی سرشار از «جاذبه‌های نرم» هستندکه فرد می‌تواند با «توجه بی‌زحمت» به آنها فکر کند، مانند حرکت ابرها در آسمان.

[۳۰] Stephen Kaplan: اشتفن کاپلان، روان‌شناس و پژوهشگر متخصص روان‌شناسی محیطی در حوزه تأثیر طبیعت بر روابط و سلامت افراد.

[۳۱] Biophilia Hypothesis (BH) : زیست‌گرایی یا طبیعت‌بارگی که برای توصیف جهت‌گیری روان‌شناسی و پیوندی غریزی و فطری بین انسان و دیگر سیستم‌های زنده و حیاتی به کار می‌رود.

[32] E.O. Wilson's

2003, p.36). به عنوان مثال می‌توان به تزئینات معماری اشاره کرد که به معنای واقعی کلمه گیاهان و حیوانات را به تصویر می‌کشد و یا استراتژی‌های مهندسی که مکانیسم‌های پشتیبان سازه‌ایی درختان و الگوهای بیومیمتیک[۳۳] مقیاس‌بندی و تناسب انتزاعی از سیستم‌های بیولوژیکی را تقلید می‌کنند (Alexander, 2002; Coburn et al., 2019, 2019). برخی از محققان این فرضیه را مطرح می‌کنند که انسان ممکن است به صورت ذاتی به الگوهای طبیعت‌گرایانه در معماری گرایش داشته باشد و این الگوها ممکن است، مزایای روانی مشابهی همچون تعامل با طبیعت را برای انسان به همراه داشته باشند (Alexander, 2002; Joye, 2007; Salingaros, 2007). شواهدی دال بر این ادعا نشان می‌دهند که فضاهای منحنی شکل، پاسخ‌های عصبی متمایزی را در مناطق عاطفی و بصری مغز نسبت فضاهایی با خطوط مستقیم ایجاد می‌کنند (Banaei, Hatami, Yazdanfar, & Gramann, 2017; Vartanian et al., 2013)، و اینکه الگوهای بصری طبیعت‌گرایانه ترجیحات زیبایی‌شناسی را برای صحنه‌های معماری داخلی و خارجی قویاً پیش‌بینی می‌کنند (Coburn et al., 2019).

تئوری زیستگاه[۳۴] اپلتون، یک چارچوب فرگشتی تکاملی از زیبایی‌شناسی معماری ارائه می‌دهد. براساس فرضیه این نظریه، انسان‌ها تکامل یافته‌اند تا محیط‌های فیزیکی حاوی ویژگی‌هایی را ترجیح دهند که برای بقاء مطلوبند (Appleton, 1975). براساس این دیدگاه، مردم اغلب جذب مناظری با پیچیدگی ملایم، شبیه ساوانا[۳۵] می‌شوند (Balling & Falk, 1982; Joye, 2007)، تا حدی به این دلیل که آنها زمینه‌های چشم‌انداز و پناهگاه بسیاری را فراهم می‌کنند. توده‌های درختان و علف‌های پراکنده در سرتاسر [دشت‌های] ساوانا، مکان‌هایی را برای انسان‌های نخستین فراهم می‌کرد تا از دست درندگان پنهان شوند، در حالیکه همزمان نیز مناظر را برای غذا و منابع جستجو کنند (Appleton, 1975). نقاط چشم‌انداز و پناهگاه با ترجیحات زیبایی‌شناسی برای محیط‌های طبیعی و فضاهای معماری همبستگی دارند (Dosen & Ostwald, 2016)، که نشان می‌دهد ترجیحات منظر فرگشتی[۳۶] ممکن است بر چگونگی تجربه انسان‌های مدرن از محیط ساخته شده، تأثیر بگذارد. در یک مطالعه، شرکت‌کنندگان فضای داخلی معماری را که چشم‌انداز بصری بیشتری (اتاق‌های باز و اتاق‌هایی با سقف‌های بلند) نسبت به فضاهایی که چشم‌انداز بصری کمتری (اتاق‌های بسته و اتاق‌هایی با سقف کم) داشت، را ترجیح دادند. فضاهای داخلی گشوده ساختارهایی را در لوب‌های گیجگاهی فعال می‌کند که با حرکت بصری ادراک شده مرتبط‌اند (شکنج میانی گیجگاهی چپ و شکنج گیجگاهی فوقانی سمت راست)، و هم‌چنین سقف‌های بلند ساختارهایی را در جریان پشتی مغز فعال می‌کنند که به توجه بصری فضایی و اکتشاف مرتبط‌اند (پراکونئوس چپ[۳۷] و شکنج میانی پیشانی چپ[۳۸]). (Vartanian et al.,2015) این یافته‌ها بینش اولیه‌ای را در مورد چگونگی پردازش ویژگی‌های مرتبط با تکامل محیط ساخته شده در مغز ارائه می‌دهند.

شنوایی، بویایی و حس تنی

صدا، بو و لامسه نقش مهمی در شکل دادن به تجربیات زیبایی‌شناسی ساکنان محیط ساخته شده ایفاء می‌کنند، اما پژوهش‌های نسبتاً اندکی در مورد پاسخ‌های غیر بصری به طراحی معماری انجام شده است. ورودی‌های چندحسی از محیط ساخته شده از طریق شبکه‌های شنوایی، بویایی و حسی‌تنی مغز

---

[۳۳] Biomimetic: معماری بیومیمتیک شاخه‌ای از علم جدید بیومیمیک است که به نوآوری های الهام گرفته از طبیعت اشاره دارد که به مطالعه طبیعت می پردازد و سپس از طرح ها و فرآیندهای آن برای حل مسائل انسانی الهام می‌گیرد.

[34] Habitat Theory

[۳۵] Savannah: یک اکوسیستم مرکب جنگلی و علفزار (یعنی جنگل های علفزار) است که مشخصه آن این است که درختان به اندازه کافی از هم فاصله دارند به طوری که سایبان‌ها بسته نمی‌شود.

[36] Evolved Landscape Preference

[37] Left Precuneus Left

[38] Middle Frontal Gyrus

پردازش می‌شوند. درک چگونگی تعامل ویژگی‌های محیطی با این سیستم‌های عصبی، گام مهمی برای پیشبرد علوم اعصاب معماری خواهد بود. بو ممکن است نقش مهمی در شکل دادن به واکنش عاطفی ساکنان به یک فضای معماری داشته باشد (Barbara & Perliss, 2006). ارتباط مستقیم بین پیاز بویایی و سیستم لیمبیک[۳۹] ممکن است به انگیختگی عاطفی بوی ساختمان کمک کند (Ward, 2015). به عنوان مثال، هنگامی که فردی از خانهٔ دوران کودکی خود بازدید می‌کند، بوی فضا می‌تواند با درگیر کردن سیستم‌های عصبی که حافظه و عاطفه را کنترل می‌کنند، باعث ایجاد خاطرات زنده از تجربیات گذشته فرد شوند (Lehrer, 2008). صدا هم بر روی تجارب زیبایی-شناسی در محیط ساخته شده تأثیر می‌گذارد. اطلاعات آکوستیک، مانند زمان طنین [یا بازآوایی]، می‌تواند به تولید اطلاعات مفید در مورد شکل و اندازه یک اتاق کمک کند (Ward, 2015) و روی این نکته تأثیر گذارد که آیا یک فضا به عنوان یک فضای آرام و متفکرانه (مانند صومعه) و یا با صدای بلند و هیجان‌انگیز (مانند استادیوم) ادراک می‌شود. به علاوه، دمای یک بنا و کیفیت بساوایی مصالح آن به تجربهٔ کلی ساکنین از معماری کمک می‌کند. این عوامل طراحی در قشر حسی تنی مغز، پردازش می‌شوند. [مطالعات] نشان داده‌اند که دما ادراک ساکنان را نسبت به راحتی و زیبایی محیط‌های معماری، تنظیم می‌کند (Fanger, 1973; Nicol & Humphreys, 2002; Thorsson, Honjo, Lindberg, Eliasson, & Lim, 2007)، که بیانگر اهمیت تعاملات چندحسی در پردازش محیطی است.

حرکت و جهت‌یابی

برخلاف اکثر اشکال هنرهای تجسمی، تعامل با ساختمان‌ها شامل برنامه‌ریزی و انجام حرکت است. بنابراین ویژگی‌های طراحی ساختمان‌ها ممکن است که با نواحی عصبی در تعامل باشد و لذا در جهت‌یابی و هماهنگی فعالیت حرکتی نقش دارند. یک پژوهش نشان داد که قضاوت زیبایی‌شناسی در فضای داخلی معماری با فعالیت عصبی در گلوبوس پالیدوس (Vartanian et al., 2013) که ممکن است با پیش‌بینی حرکت مطابقت داشته باشد، متغیر است (Nambu, Tokuno, & Takada, 2002). متغیرهای طراحی ممکن است بر تصمیمات نزدیکی- اجتناب ساکنان در محیط ساخته شده نیز تأثیر بگذارد. در یک مطالعه مشارکت‌کنندگان بیشتر تمایل داشتند، وارد اتاق‌هایی با سقف بلند شوند تا سقف کوتاه (Vartanian et al., 2015). گروه دیگری از محققان دریافتند که شرکت‌کنندگان هنگامی که در معرض تصاویر ساختمان‌های بلند قرار می‌گیرند، در مقایسه با تصاویر ساختمان‌های کم ارتفاع، بیشتر ساکن و بی‌حرکت بودند و کندتر به کار کلیک دستی پاسخ می‌دادند (Joye & Dewitte, 2016). نواحی عاطفی و پردازش پاداش[۴۰] در مغز مانند اینسولای قدامی،[۴۱] نوکلئوس آکامبنس[۴۲] و آمیگدال قاعده جانبی[۴۳] ممکن است در ایجاد پاسخ‌های حرکتی، دخیل باشند (Vartanian et al., 2013).

سیستم‌های دانش-معنا

پاسخ‌های عصبی به معماری به ویژگی‌های حسی مرتبط‌اند که به صورت پایین به بالا پردازش می‌شوند. ورودی‌های بالا به پایین مانند تخصص، تجربیات شخصی، خاطرات و زمینه نیز با ورودی‌های حسی پایین به بالا تعامل دارند تا بر پاسخ‌های زیبایی‌شناسی فرد به فضاهای معماری تأثیر بگذارند.

تخصص تأثیر معناداری بر تجربیات زیبایی‌شناسی در محیط ساخته شده دارد. به عنوان مثال در یک مطالعه، نواحی عصبی متمایزی در هنگام مشاهده تصاویر ساختمان‌ها در دانشجویان معماری نسبت به دانشجویان غیرمعماری فعال شد (Wiesmann & Ishai, 2011). در پژوهش دیگری در هنگام

---

[39] Limbic System
[40] Reward Areas
[41] Anterior Insula
[42] Nucleus Accumbens
[43] Basolateral Amygdala

ارزیابی زیبایی صحنه‌های معماری، معماران نسبت به غیرمعماران فعالیت عصبی قابل توجه‌ای را در نواحی پاداش مغز، مانند قشر اوربیتوفرونتال داخلی دو طرفه[۴۴] و شکنج سینگولیت ساب کالوسال[۴۵] نشان دادند (Kirk, Skov, Christensen, & Nygaard, 2009). هم‌چنین معماران هنگام مشاهده ساختمان‌ها نسبت به افراد غیرمعمار فعالیت بیشتری در نواحی پراکونئوس و هیپوکامپ داشتند، اما در هنگام مشاهده چهره‌ها خیر. این یافته نشان می‌دهد که حافظهٔ مرتبط با تحصیلات و تخصص در یک حوزه خاص احتمالاً پاسخ‌های پاداش مرتبط مشاهده شده را در گروه معماران افزایش داده است.

حافظه و یادگیری فضایی نیز می‌تواند بر چگونگی حرکت افراد در محیط‌های شهری و معماری تأثیر بگذارد. قرار گرفتن مکرر در یک مکان مشخص، یک نقشه شناختی از محیط فیزیکی در سلول‌های شبکه‌ای هیپوکامپ ایجاد می‌کند (McNaughton, Battaglia, Jensen, Moser, & Moser, 2006; O'Keefe & Nadel, 1978). سپس این نقشه‌های فضایی، جهت‌یابی کارآمدتری را در بازدیدهای آتی از همان محیط فراهم می‌سازند (Astur, Taylor, Mamelak, Philpott, & Sutherland, 2002; Maguire et al., 2000). چیدمان فیزیکی فضاهای معماری نیز نقش مهمی در حافظه اپیزودیک ایفاء می‌کند، با توجه به اینکه رویدادهای اپیزودیک در سلول‌های شبکه‌ای همراه با بافت فضایی آن‌ها کدگذاری می‌شوند (Edelstein et al., 2008). ویژگی‌های حسی محیط‌های معماری نیز می‌تواند بر یادگیری و جهت‌یابی فضایی تأثیر بگذارد. به عنوان نمونه، نماهای بیرونی و نقاط مرجع بصری واضح می‌تواند جهت‌یابی را بهبود بخشد، در حالیکه ترکیب بصری یکنواخت فضاهای داخلی می‌تواند مسیریابی را برای افراد مبتلا به بیماری آلزایمر مختل کند (Passini, Pigot, Rainville, & Tétreault, 2000).

تجربهٔ معماری تحت‌تأثیر عوامل بالا به پایین مانند انتظارات، زمینه و معنای استنتاجی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، انتظارات انسان از کنترل محیطی می‌تواند بر ادراک راحتی تأثیر بگذارد. زمانی که افراد به ویژگی‌های معماری دسترسی دارند که به آنها اجازه می‌دهد، دمای داخل ساختمان را کنترل کنند، مانند ترموستات‌ها، پنکه‌ها و پنجره‌های قابل تنظیم، تمایل دارند طیف وسیع‌تری از دمای داخل ساختمان‌ها را تحمل نمایند (Nicol & Humphreys, 2002). در واقع ادراک کنترل، می‌تواند تحمل دماهای داخلی کمتر و بیشتر از حد متوسط را برای ساکنان افزایش دهد (Bauman et al., 1994; Brager, Paliaga, & Dear, 2004). به‌علاوه، پیش‌تر پژوهش‌های زیبایی‌شناسی عصب‌محور نشان داده‌اند که ارزش‌ها و زمینهٔ فرهنگی بر پاسخ‌های زیبایی‌شناسی به هنرهای تجسمی اثرگذار است. در یک مطالعه، افراد آثار هنری تجسمی انتزاعی را در صورتی زیبا ارزیابی می‌کردند که تصاویر به عنوان آثار هنری گالری برچسب‌گذاری شده بود تا به عنوان گرافیک تولید شده توسط رایانه. هم‌چنین تصاویر اختصاص داده شده به گالری، باعث افزایش فعالیت عصبی در مراکز پاداش مغز از جمله قشر اوربیتو فرونتال[۴۶] شد که نشان می‌دهد، اهمیت فرهنگی نمایش داده شده توسط برچسب‌ها به تنهایی بر پاسخ‌های عاطفی شرکت‌کنندگان تأثیرگذار بوده است (Kirk, Skov, Hulme, Christensen, & Zeki, 2009). لذا تحقیقات مشابهی می‌تواند به منظور ارزیابی چگونگی تأثیر زمینه‌ها و اهمیت فرهنگی بر پاسخ‌های زیبایی‌شناسی معماری انجام شود. عوامل مرتبط با فرهنگ که ممکن است بر تجربیات زیبایی‌شناسی تأثیر بگذارند، عبارتند از: هزینه درک شده، مکان، عملکرد ساختمان و اینکه آیا ساختمان توسط یک معمار مشهور طراحی شده است یا خیر.

---

[44] Bilateral Medial Orbitofrontal Cortex

[45] Subcallosal Cingulate Gyrus

[46] Orbitofrontal Cortex

سیستم‌های عاطفه -ارزش‌گذاری

مدار پاداش مغز نقشی کلیدی در تنظیم عواطف افراد هنگام غوطه‌ور[۴۷]شدن در فضاهای معماری دارد. براون و همکارانش ادعا کردند که احساسات زیبایی‌شناختی از طریق یک مدار عصبی پردازش می‌شود که شامل فعال‌سازی اینسولای قدامی،[۴۸] قشر اوربیتوفرونتال،[۴۹] قشرکمربندی قدامی[۵۰] و هسته‌های قاعده‌ای است (Brown, Gao, Tisdelle, Eickhoff, & Liotti, 2011). که این مدار عصبی احتمالاً در ایجاد تجربیات لذت‌بخش در محیط ساخته شده نقش دارد.

در یک پژوهش، شرکت‌کنندگان زمانیکه زیبایی ساختمان‌ها را رتبه‌بندی می‌کردند، در انتخاب تصاویر ساختمان‌های منحنی شکل نسبت به ساختمان‌هایی راست‌گوشه، فعالیت بیشتری در قشر کمربندی قدامی ایجاد شد (Vartanian et al., 2013). هم‌چنین در آن آزمایش، فضاهای داخلی منحنی شکل به‌طور قابل‌توجهی زیباتر و دلپذیرتر از فضاهای مستطیلی شکل بودند، این موضوع نشان‌دهندهٔ فعال شدن قشر کمربندی قدامی و ارتباط آن با پاسخ‌های پاداش بیشتر ایجاد شده توسط فرم‌های معماری منحنی شکل است. در راستای این پژوهش در یک مطالعهٔ پیگیری دیگر، شرکت‌کنندگان تمایل بیشتری به خروج از اتاق‌های بسته در مقایسه با اتاق‌های باز نشان دادند. این تصمیمات اجتنابی در پاسخ به فضاهای بسته با فعال شدن قابل توجه قشر میانی قدامی[۵۱] همراه بود (Vartanian et al., 2015)، که مستقیماً به آمیگدال[۵۲] متصل می‌شود (Vogt & Pandya, 1987) و به کنترل هیجان ترس کمک می‌کند (Whalen et al., 1998). بنابراین، سیستم‌های مغزی که در پردازش عواطف منفی اثر دارند، ممکن است در نحوهٔ تجربهٔ افراد از محیط ساخته شده نقش مهمی ایفاء کنند. با پشتیبانی از این احتمال، پژوهش دیگری نشان داد که آزمودنی‌هایی که در یک شبیه‌سازی مجازی از فضای بسته غوطه‌ور شدند و تست استرس را انجام دادند، پاسخ استرس بیشتری را در نسبت به آزمودنی‌های یک اتاق مجازی بازتر تجربه کرده‌اند. شرایط اتاق بسته با افزایش و طولانی شدن سطح کورتیزول بزاقی در مقایسه با شرایط اتاق باز همراه بود (Fich et al., 2014). با توجه به اینکه سیستم لیمبیک بر ترشح پایین‌دستی هورمون‌های استرس از طریق سیستم عصبی غدد درون‌ریز و سیستم عصبی اتونومیک تأثیرگذار است، جای تعجب نیست که فضاهای بسته‌تر به ترتیب با ترس و سطوح کورتیزول بالا در این دو مطالعه مرتبط بود (Ulrich-Lai & Herman, 2009). رابطه نزدیک بین شبکه‌های عصبی تنظیم‌کنندهٔ عاطفه مانند سیستم لیمبیک و پاسخ استرس، بیانگر یک مکانیزم احتمالی است که توسط آن فضاهای معماری نامطلوب ممکن است در درازمدت به سلامت فیزیکی فرد آسیب برسانند (Joye, 2007).

یک سؤال مهم در روان‌شناسی محیطی این است که تا چه حد پاسخ‌های عاطفی به محیط‌ها توسط پردازش پایین به بالای اطلاعات حسی سطح پایین و یا ارزیابی‌های شناختی بالا به پایین از محتواهای معنایی سطح بالا هدایت می‌شود (Ibarra et al., 2017). چارچوب روانی تکاملی[۵۳] اولریش ذعان می‌کند که تجارب عاطفی در محیط فیزیکی به شدت تحت‌تأثیر پاسخ‌های ذاتی و ناخودآگاه به محرک‌ها براساس ارتباط آنها با بقاء انسان است (Ulrich, 1983). احتمالاً چنین پاسخ‌هایی تطبیقی خواهند بود و در طول تاریخ تکامل زیست‌شناسی انسان نوشته شده‌اند. در پشتیبانی از این دیدگاه، برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهند که واکنش‌های عاطفی به صحنه‌های محیطی شامل مکانیسم واکنش‌های سریع و خودکار است (Hietanen & Korpela, 2004; Joye & Dewitte, 2016; Korpela, Klemettilä, & Hietanen, 2002; Valtchanov & Ellard,

---

47 Immersed
48 Anterior Insula
49 OFC
50 ACC
51 aMCC
52 Amygdala
53 Psychoevolutionary Framework

2015). مکانیسم‌های تطبیقی پاسخ زیبایی‌شناسی را می‌توان برای بقاء مفید دانست، زیرا افراد را قادر می‌سازد تا محیط‌های مطلوب را براساس تجربهٔ اجدادیشان شناسایی کنند (Joye, 2007; Kaplan, 1987; Ulrich, 1983).

اگر احساسات زیبایی‌شناسی تا اندازه‌ایی ریشه در تکامل انسان دارند، پس آیا معماران می‌توانند ویژگی‌های حسی محیط ساخته شده را دستکاری کنند تا پاسخ‌های عاطفی مطلوبی را ایجاد نمایند؟ الکساندر[۵۴] و همکارانش بر این باورند که سازندگان، هزاران سال است که این کار را انجام می‌دهند. آنها یک سری الگوهای بصری را شناسایی کردند که معمولاً در معماری بومی سراسر جهان یافت می‌شوند. الگوهایی مانند مقیاس‌بندی افزایشی و تقارن‌های محلی، دقیقاً به این علت که عواطف مثبت انسانی را فعال می‌کنند، که از مرزهای فرهنگی هم فراتر رفته‌اند (Alexander, 1977, 2002; Salingaros, 2007). لذا انجام پژوهش‌های بیشتری جهت شناسایی مدارهای عصبی دخیل در ایجاد احساسات متنوع در پاسخ به محیط ساخته شده، از جمله دوست داشتن، خواستن، تفکر و شگفتی مورد نیاز است، که همگی ممکن است با الگوهای متمایز فعال‌سازی عصبی مرتبط باشند (Chatterjee & Vartanian, 2014).

پاسخ‌های عاطفی به فضاهای معماری ممکن است تا حدودی متمایز از ارزیابی‌های شناختی محیط ساخته شده باشد. در تحقیقات زیبایی‌شناسی، اغلب از شرکت‌کنندگان خواسته می‌شود تا محرک‌ها را با استفاده از معیارهای زیبایی و جذابیت، ارزیابی کنند (Bermudez, 2016). درحالیکه قضاوت‌های شناختی معماری با فعالیت عصبی در قشر جلوی پیشانی، به‌ویژه شکنج پیشانی فوقانی و[۵۵] منطقه شاخی جانبی پیشانی و[۵۶] هم‌چنین با نواحی عصبی مسئول بازیابی حافظه مانند پاراهیپوکامپ همراه است (Vartanian et al., 2013). این نواحی مغز تا حدودی با مسیرهای پاداش مرتبط با پاسخ‌های عاطفی به معماری، متفاوت هستند. فعالیت عصبی در قشر جلوی مغز نشان می‌دهد که استدلال سطح بالا و تجزیه و تحلیل فکری می‌تواند نقش معناداری در ارزیابی زیبایی‌شناسی ایفاء کند. علاوه بر این، فعال شدن هیپوکامپ در هنگام قضاوت‌های زیبایی‌شناسی نشان می‌دهد که ارزیابی‌های زیبایی‌شناسی ممکن است تحت‌تأثیر خاطرات، تحصیلات و تخصص باشند. به عبارت دیگر، ممکن است قضاوت‌های زیبایی‌شناسی بیشتر تحت‌تأثیر پردازش بالا به پایین در سیستم‌های دانش- معنا قرار گیرند تا پاسخ‌های احساسی به معماری؛ یعنی پاسخ‌هایی که ممکن است به صورت مستقیم‌تر به ورودی‌های حسی پایین به بالا از خود محیط بستگی داشته باشند.

اگر قضاوت‌ها و عواطف زیبایی‌شناسی شامل انواع متمایزی از پردازش‌های عصبی باشند، این امکان وجود دارد که ارزیابی‌های آگاهانه یک فرد از یک فضای معماری کاملاً متفاوت از واکنش‌های عاطفی ناخودآگاه او به محیط اطراف باشد. نظریه‌پردازان معماری مدت‌هاست که در مورد تنش بین «تفکر» و «احساس» در محیط ساخته شده[۵۷] بحث کرده‌اند و پژوهش-های علوم اعصاب می‌تواند برای این بحث به طور معناداری آگاهی‌بخش باشد.

پیش‌تر تحقیقات مشابهی در ادبیات زیبایی‌شناسی عصب‌محور انجام شده است. به عنوان مثال، دی دیو و همکاران دریافتند که ممکن است قضاوت‌های زیبایی‌شناسی با واکنش‌های عاطفی به هنرهای تجسمی تعامل داشته یا حتی با آن تداخل داشته باشند. در یکی از مطالعات آنها با استفاده از تصویرسازی افام آر آی، در شرکت‌کنندگانی که رتبه‌بندی

---

[۵۴] Christopher Alexander: کریستوفر الکساندر، (۲۰۲۲- ۱۹۳۶)، معمار و پژوهشگر برجسته معماری.

[55] Superior frontal gyrus

[56] Frontopolar cortex

[57] See, for instance, "Contrasting concepts of harmony in architecture," a publication of the 1982 debate between Peter Eisenmann and Christopher Alexander at Harvard (Steil, 2004).

زیبایی مجسمه‌های رنسانس را انجام داده بودند، فعالیت عصبی در اینسولا سمت راست،[۵۸] که بخشی از سیستم پاداش مغز است کاهش یافته بود و این در مقایسه با افرادی بود که این رتبه‌بندی را انجام ندادند، اما در عوض از آنها خواسته شده بود که فقط مجسمه‌ها را مشاهده کنند (Di Dio, Macaluso, & Rizzolatti, 2007). از این‌رو مطالعات مشابه دیگری خواهند توانست تا تعاملات بالقوه بین احساسات زیبایی‌شناسی و ارزیابی‌ها در محیط ساخته شده را بررسی نمایند.

چالش‌های اصلی، اهداف و پیشنهادات

ما سه سیستم عصبی بزرگ مقیاس را طرح‌ریزی کردیم که معتقدیم بیشترین ارتباط را با تجربهٔ معماری دارند. این مدل علوم اعصاب برای کمک به انتقال معماری عصب‌محور از یک رشته توصیفی به یک رشته تجربی در نظر گرفته شده است. با این حال، تحقیقات علوم اعصاب در حیطه محیط ساخته شده با چندین چالش عملی مرتبط با روان‌شناسی، اندازه‌گیری و کاربرد مواجه است. پرداختن به این چالش‌ها ساختاری را برای این دیسیپلین در حال توسعه فراهم می‌نماید.

پیشبرد روان‌شناسی معماری

روان‌شناسی و علوم اعصاب رشته‌هایی مرتبط و نزدیک هستند و تحقیقات رفتاری، ابزار مهمی برای درک و تفسیر الگوهای فعالیت عصبی است. به این ترتیب، بلوغ زیبایی‌شناسی عصبی به عنوان یک رشته علمی مبتنی بر پیشرفت‌های قبلی در زیبایی‌شناسی تجربی است که به تحقیقات فخنر[۵۹] در اواخر قرن نوزدهم در رابطه با روان‌شناسی درون و بیرون باز می‌گردد (Fechner, 1876). این پیشرفت‌های نظری و تجربی شامل روان‌شناسی ادراکی آرنهایم[۶۰] (Arnheim, 1954)، کار برلاین[۶۱] در مورد پیچیدگی و برانگیختگی (Berlyne, 1971) و تحلیل تاریخی-فرهنگی مارتیندیل[۶۲] (Martindale, 1990) است. اگرچه برخی از تحقیقات رفتاری مرتبط با معماری از رشته‌های روان‌شناسی محیطی و جامعه‌شناسی پدید آمده‌اند (Baum & Davis, 1980; Baum, Singer, & Baum, 1981; Baum, Valins, & others, 1977; Case, 1981; Case & Schlagel, 1980; Graham, Gosling, & Travis, 2015). اما در حال حاضر هیچ سنت آکادمیک مبتنی بر روان‌شناسی معماری وجود ندارد. گرچه یک ادبیات قوی پیرامون روان‌شناسی معماری ممکن است که پایه و بستر ضروری و روشنگر را برای توسعهٔ علوم اعصاب در حوزه معماری فراهم کند.

چالش‌های اندازه‌گیری

علوم اعصاب معماری حداقل با چهار چالش اندازه‌گیری روبرو است: ابعاد، چند وجهی بودن، موقتی بودن و عمق پردازش روانی. چالش‌های ابعادی شامل دشواری‌های عملیاتی کردن محیط‌های سه‌بعدی و هم‌چنین سختی کمی‌سازی ابعاد حسی غیربصری تجربهٔ معماری است. تحقیقات زیبایی‌شناسی عصب‌محور به‌طور کلی شامل استفاده از تصاویر دو بعدی به عنوان محرک‌های آزمایشی هستند. تصاویر فقط می‌توانند تا حدودی شبیه‌سازی‌هایی از نقاشی‌های مسطح ارائه دهند. در مقابل، زمانی که ساختمان‌ها در عکس نمایش داده می‌شوند، بخش زیادی از عمق و کیفیت غوطه‌وری[۶۳] فضاهای معماری از بین می‌رود. واقعیت مجازی می‌تواند ابزار مفیدی برای تقریب تجربهٔ معماری در تحقیقات آینده باشد. راه حل دیگر استفاده از فناوری نوظهور

---

[58] Right Insula

[۵۹] Gustav Theodor Fechner: گستاو تئودور فخنر، (۱۸۸۷-۱۸۰۱)، فیزیکدان، فیلسوف و روان‌شناس آلمانی.

[۶۰] Rudolf Julius Arnheim: رودولف آرنهایم، (۲۰۰۷-۱۹۰۴)، فیلسوف آلمانی و نظریه‌پرداز هنر با رویکرد روان‌شناسی گشتالت و نظریه اطلاعات.

[۶۱] Daniel Ellis Berlyne: دنیل برلین (۱۹۷۶-۱۹۲۴)، روان‌شناس بریتانیایی که در حوزه زیبایی‌شناسی تجربی و اکتشافی مطالعه می‌کرد و با تحقیقات آزمایشگاهی کنترل شده با استفاده از روش‌های علوم رفتاری پیشرفته بر تئوری‌های برانگیختگی و کنجکاوی متمرکز بود.

[۶۲] Colin Martindale: کولین مارتیندل (۲۰۰۸-۱۹۴۳)، روان‌شناس آمریکایی.

[63] Immersive quality

مانند الکتروانسفالوگرام سیار[۶۴] (Kontson et al., 2015; Tröndle & schacher, 2012) برای استنباط فعالیت عصبی «در میدان»[۶۵] است عنی زمانیکه افراد در حال تعامل با ساختمان‌های واقعی هستند.

با این حال، مشکلات تکنولوژیکی با الکتروانسفالوگرافی همچنان باقی است. برای مثال، استنباط حالات ذهنی از سیگنال‌های این فناوری دشوار است و هم‌چنین جدا کردن سیگنال‌ها از نویز نیز مشکل می‌باشد. چالش دیگر شامل تحقیق در مورد تجربهٔ غیربصری در محیط ساخته شده است. بسیاری از تحقیقات زیبایی‌شناسی عصبی بر ادراک هنرهای بصری متمرکز شده‌اند و تحقیقات معماری عصب‌محور تا به امروز به طور مشابه به سمت تجربه بصری در محیط ساخته شده سوق یافته است. با این حال، محققان نمی‌توانند امیدوار باشند که بتوانند بینش جامعی در مورد تجربهٔ معماری بدون گنجاندن روش‌های حسی غیربصری، مانند حس شنیداری و حس تنی در کار خود داشته باشند.

یکی دیگر از چالش‌های اندازه‌گیری برای معماری عصب‌محور به دوره طولانی مدت تجربیات زیبایی‌شناسی در محیط ساخته شده مربوط است. زیبایی‌شناسان عصبی عموماً پاسخ‌های زیبایی‌شناسی به آثار هنری را که بیش از چند ثانیه طول نمی‌کشد را اندازه‌گیری می‌کنند (CelaConde et al., 2013). اگرچه تعاملات دنیای واقعی با هنر معمولاً بیشتر از چند ثانیه طول نمی‌کشد (Chatterjee, 2014; Leder & Nadal, 2014)، و مردم معمولاً کمتر از ۲۰ ثانیه به نقاشی‌ها نگاه می‌کنند (Smith & Smith, 2001). در مقابل، مواجهه افراد با ساختمان‌ها، معمولاً در مقیاس چند دقیقه تا چند ساعت اتفاق می‌افتد. علاوه بر این، مردم اغلب در طول ماه‌ها یا سال‌ها به صورت روزانه در معرض همان ساختمان‌هایی مانند خانه‌ها و ادارات قرار دارند. در همین راستا، اندازه‌گیری داده‌های روان‌شناختی و عصبی فیزیولوژیکی در طول زمان به منظور درک پیآمدهای دیرینه قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض محیط مهم خواهد بود.

فراتر از ترجیحات زیبایی‌شناسی، بررسی همبستگی‌های عصبی حالت‌های ذهنی عمیق‌تر و پیچیده‌تر که می‌تواند توسط محیط ساخته شده القاء شود، نیز ارزشمند خواهد بود. برخی از فضاهای معماری (از جمله عبادتگاه‌ها) به طور ویژه برای تقویت حالات روانی عمیق مانند مراقبه طراحی شده‌اند، در حالی که برخی دیگر (مانند مدارس) برای تقویت یادگیری ساخته شده‌اند. ساختمان‌های دیگر (مانند استودیوهای هنرمندان) برای الهام بخشیدن به تفکر خلاق در نظر گرفته شده‌اند. بنابراین برای محققان مهم است که بدانند چگونه ویژگی‌های طراحی ساختمان‌ها، ممکن است این حالت‌های ذهنی ظریف را هدایت می‌کنند.

کاربردپذیری تحقیق

یکی از اهداف تحقیقات معماری عصب‌محور، آگاهی بخشی در مورد طراحی ساختمان‌هایی غنی‌تر برای ارتقاء شکوفایی در سلامت و بهزیستی روانی انسان است (Eberhard, 2009). به این ترتیب، مطالعات این دیسیپلین نیازمند آزمون فرضیه‌های است که بتوانند به طور معناداری به عملکرد معماری کمک کنند. تا به امروز بیشتر مطالعات بر اندازه‌گیری متغیرهای مجزا در محیط ساخته شده متمرکز شده‌اند، از جمله رنگ اتاق (Küller, Mikellides, & Janssens, 2009)، نورپردازی (Shin et al., 2015)، ارتفاع سقف (Vartanian et al., 2015) و برجستگی سطوح معماری (Banaei et al., 2017; Shemesh et al., 2017; Vartanian et al., 2013). مزیت استفاده از این متغیرهای سر راست این است که می‌توان آن‌ها را به راحتی در یک چارچوب

---

[۶۴] نوار مغزی، الکتروانسفالوگرافی (Electroencephalography) یا EEGثبت فعالیت الکتریکی مغز از طریق نصب الکترودهای سطحی بر روی سر انسان.

[65] In the Field

آزمایشی، جداسازی و دستکاری کرد. با این حال، اگر متغیرهای آزمایش شده ساده باشند، ممکن است نتوانند به اندازه کافی کیفیت‌های زیبایی‌شناسی معنادار محیط ساخته شده را دریافت کنند (Cooper & Burton, 2014). هم‌چنین سنجه‌های تقلیل‌دهنده محیطی می‌تواند با ترویج گفت‌وگوی بیش از حد ساده دربارهٔ سیستم‌های پیچیدهٔ معماری و شهری، برای معماران شاغل بیگانه شوند. همان‌طور که دو پژوهشگر اذعان کردند که «رویکردهای نظری غالب در حال حاضر ... که بر تعداد محدودی از سنجه‌های فردی تمرکز دارند، باید جای خود را به مدل‌های اکولوژیکی بدهند. یعنی تحلیل فرآیندهای پیچیده و موقعیتی در مقیاس‌های مختلف محیطی» (Kyttä, Kahila, & Broberg, 2011, p. 633).

برخی از پژوهشگران معیارهای پویا و ظریف‌تری از محیط فیزیکی ارائه داده‌اند. در یک مطالعه، محققان ترکیبی از ویژگی‌های بصری سطح پایین (مانند آماره‌های تصویری) و ویژگی‌های بصری سطح بالا (مانند نور، پنجره‌ها، هندسه خط افق) را برای پیش‌بینی پاسخ‌های زیبایی‌شناسی به تصاویر مناظر شهری به کار گرفتند (Ibarra et al., 2017). هم‌چنین مطالعات آتی، همان‌طور که الکساندر (۲۰۰۴) نیز پیشنهاد کرد، می‌توانند به فرآیندهای معماری همچون چگونگی اثر ساخت یک ساختمان بر تجربیات روان‌شناسی در محیط ساخته شده بپردازند. این تحقیقات پیشنهادی مشابه در حوزه مطالعات زیبایی‌شناسی تجربی است که مفاهیم روان‌شناسی تکنیک‌های مختلف نقاشی را بررسی می‌کنند (see, for instance, Taylor, Micolich, & Jonas, 2002).

نتیجه‌گیری

فیلسوفان از دوران باستان به اهمیت تجربی زیبایی معماری اذعان داشته‌اند. با این حال، این موضوع تنها در دههٔ گذشته مورد توجه جامعه علمی قرار گرفته است. هدف این فصل معرفی مدل عصب‌شناسی، سه‌گانه‌های زیبایی‌شناختی است که به عنوان چارچوبی مفید برای بررسی ادراکات زیبایی در محیط ساخته شده عمل می‌کند. ما در این چارچوب به این نکته پرداختیم که چگونه تجارب حسی و عاطفی در محیط ساخته شده با مکانیسم‌های پاسخ‌های زیستی که توسط تکامل انسان شکل می‌گیرند، ارتباط دارند و مرتبط می‌شوند. و هم‌چنین بررسی کردیم که چگونه این الگوهای پاسخ اولیه تحت‌تأثیر تخصص، فرهنگ و تجربیات شخصی افراد قرار می‌گیرند. این مدل بستری نظری را برای محققان علاقه‌مند به کاوش در ابعاد حسی، عاطفی و شناختی تجربهٔ معماری فراهم می‌کند. در رابطه با طراحی آزمایشی، چارچوب‌بندی نظری و کاربرد عملی، هنوز با چالش‌های فراوانی رو به رو است. با این حال، علیرغم این چالش‌ها، معماری عصب‌محور در آستانه گذار مهمی است که از تحقیقات نظری دور شده و به سمت تحقیقات تجربی پیش می‌رود که در آن معماری خود هدف تحقیقات علوم اعصاب است. امیدواریم که این رشتهٔ نوظهور بینش جدیدی را در مورد ارتباط انسان و محیط ارائه دهد و این یافته‌ها به طراحی فضاهای معماری زیباتر و بهبودبخش در سال‌های آینده بینجامند.

قدردانی

این فصل از مقاله مروری تحت عنوان «ساختمان‌ها، زیبایی، و مغز: علوم اعصاب تجربه معماری» اقتباس شده است که قبلاً الکس کوبرن، اوشین وارتانیان و آنجان چاترجی در مجله *علوم اعصاب شناختی*، ۲۹:۹ (سپتامبر، ۲۰۱۷)، صفحات ۱۵۲۱-۱۵۳۱ که توسط موسسه فناوری ماساچوست در سال ۲۰۱۷ منتشر شد و سپس توسط انتشارات MIT تجدید چاپ شده است.[۶۶]

[66] Alex Coburn, Oshin Vartanian, and Anjan Chatterjee, "Buildings, beauty, and the brain: A neuroscience of architectural experience," Journal of Cognitive Neuroscience, 29:9 (September, 2017), pp. 1521-1531.

منابع

- Adams, M. (2014). Quality of urban spaces and wellbeing. In R. Cooper, E. Burton, & C. L. Cooper (Eds.), Wellbeing and the environment (Vol. 2, pp. 249–270). Chichester, England: John Wiley & Sons Inc.
- Alexander, C. (1977). A pattern language: Towns, buildings, construction. New York: Oxford University Press.
- Alexander, C. (2002). The phenomenon of life: An essay on the art of building and the nature of the universe (Vol. 1). Berkeley, CA: Center for Environmental Structure.
- Alexander, C., & Carey, S. (1968). Subsymmetries. Perception & Psychophysics, 4, 73–77.
- Ali, M. M., & Moon, K. S. (2007). Structural developments in tall buildings: Current trends and future prospects. Architectural Science Review, 50, 205–223.
- Appleton, J. (1975). The experience of landscape. London: John Wiley & Sons.
- Arnheim, R. (1954). Art and visual perception: A psychology of the creative eye. Berkeley, CA: University of California Press.
- Astur, R. S., Taylor, L. B., Mamelak, A. N., Philpott, L., & Sutherland, R. J. (2002). Humans with hippocampus damage display severe spatial memory impairments in a virtual Morris water task. Behavioural Brain Research, 132, 77–84.
- Balling, J. D., & Falk, J. H. (1982). Development of visual preference for natural environments. Environment and Behavior, 14, 5–28.
- Banaei, M., Hatami, J., Yazdanfar, A., & Gramann, K. (2017). Walking through architectural spaces: The impact of interior forms on human brain dynamics. Frontiers in Human Neuroscience, 11, 477.
- Barbara, A., & Perliss, A. (2006). Invisible architecture: Experiencing places through the sense of smell. Milan: Skira.
- Barton, J., & Pretty, J. (2010). What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis. Environmental Science & Technology, 44, 3947.
- Baum, A., & Davis, G. E. (1980). Reducing the stress of high-density living: An architectural intervention. Journal of Personality and Social Psychology, 38, 471.
- Baum, A., Singer, J. E., & Baum, C. S. (1981). Stress and the environment. Journal of Social Issues, 37, 4–35.
- Baum, A., Valins, S., & others. (1977). Architecture and social behavior: Psychological studies of social density. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Bauman, F., Arens, E. A., Fountain, M., Huizenga, C., Miura, K., Xu, T., … Borgers, T. (1994). Localized thermal distribution for office buildings; final report—Phase III. Berkeley, CA: Center for the Built Environment.
- Berlyne, D. E. (1970). Novelty, complexity, and hedonic value. Perception & Psychophysics, 8, 279–286.
- Berlyne, D. E. (1971). Aesthetics and psychobiology. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Berman, M. G., Hout, M. C., Kardan, O., Hunter, M. R., Yourganov, G., Henderson, J. M., … Jonides, J. (2014). The perception of naturalness correlates with low-level visual features of environmental scenes. PLoS One, 9, e114572.
- Berman, M. G., Jonides, J., & Kaplan, S. (2008). The cognitive benefits of interacting with nature. Psychological Science, 19, 1207–1212.
- Berman, M. G., Kross, E., Krpan, K. M., Askren, M. K., Burson, A., Deldin, P. J., … Jonides, J. (2012). Interacting with nature improves cognition and affect for individuals with depression. Journal of Affective Disorders, 140, 300–305.
- Bermudez, J. (2016, September). Contemplative neuroaesthetics. Presented at the AFNA 2016: Connections—Bridgesynapses, La Jolla, California.

- Berto, R. (2005). Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. Journal of Environmental Psychology, 25, 249–259.
- Birkhoff, G. D. (1933). Aesthetic measure. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L. M., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. BMC Public Health, 10, 1–10.
- Brady, N., & Field, D. J. (2000). Local contrast in natural images: Normalisation and coding efficiency. Perception, 29, 1041–1055.
- Brager, G., Paliaga, G., & De Dear, R. (2004). Operable windows, personal control and occupant comfort. ASHRAE Transactions, 110, 17–35.
- Bratman, G. N., Daily, G. C., Levy, B. J., & Gross, J. J. (2015). The benefits of nature experience: Improved affect and cognition. Landscape and Urban Planning, 138, 41–50.
- Brown, M. G., & Lee, C. C. (2016). From savannas to settlements: Exploring cognitive foundations for the design of urban spaces. Frontiers in Psychology, 7, 1–8.
- Brown, S., Gao, X., Tisdelle, L., Eickhoff, S. B., & Liotti, M. (2011). Naturalizing aesthetics: Brain areas for aesthetic appraisal across sensory modalities. Neuroimage, 58, 250– 258.
- Case, F. D. (1981). Dormitory architecture influences patterns of student social-relations over time. Environment and Behavior, 13, 23–41.
- Case, F. D., & Schlagel, B. (1980). Designer intentions and user evaluations: Two college residence hall lounges. Housing and Society, 7, 35–53.
- Cela-Conde, C. J., García-Prieto, J., Ramasco, J. J., Mirasso, C. R., Bajo, R., Munar, E., … Maestú, F. (2013). Dynamics of brain networks in the aesthetic appreciation. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110, 10454–10461.
- Chatterjee, A. (2004a). Prospects for a cognitive neuroscience of visual aesthetics. Bulletin of Psychology and the Arts, 4, 56–60.
- Chatterjee, A. (2004b). The neuropsychology of visual artistic production. Neuropsychologia, 42, 1568–1583.
- Chatterjee, A. (2011). Neuroaesthetics: A coming of age story. Journal of Cognitive Neuroscience, 23, 53–62.
- Chatterjee, A. (2013). The aesthetic brain: How we evolved to desire beauty and enjoy art. Oxford, England: Oxford University Press.
- Chatterjee, A. (2014). Scientific aesthetics: Three steps forward. British Journal of Psychology, 105, 465–467.
- Chatterjee, A., & Vartanian, O. (2014). Neuroaesthetics. Trends in Cognitive Sciences, 18, 370–375.
- Chatterjee, A., & Vartanian, O. (2016). Neuroscience of aesthetics. Annals of the New York Academy of Sciences, 1369, 172–194.
- Choo, H., Nasar, J. L., Nikrahei, B., & Walther, D. B. (2017). Neural codes of seeing architectural styles. Scientific Reports, 7, 1–8.
- Coburn, A., Kardan, O., Kotabe, H. P., Steinberg, J., Hout, M. C., Robbins, A., … Berman, M. G. (2019). Psychological responses to natural patterns in architecture. Journal of Environmental Psychology, 62, 133–145.
- Coburn, A., Vartanian, O., & Chatterjee, A. (2017). Buildings, beauty, and the brain: A neuroscience of architectural experience. Journal of Cognitive Neuroscience, 29, 1521– 1531.
- Cooper, R., & Burton, E. (2014). Wellbeing and the environmental implications for design. In R. Cooper, E. Burton, & C. L. Cooper (Eds.), Wellbeing and the environment (Vol. 2, pp. 653–668).
- Chichester, England: John Wiley & Sons Inc. Cooper, R., Burton, E., & Cooper, C. L. (Eds.). (2014). Wellbeing and the environment (Vol. 2). Chichester, England: John Wiley & Sons Inc.
- Dance, A. (2017). Science and culture: The brain within buildings. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114, 785–787.

- Day, H. (1967). Evaluations of subjective complexity, pleasingness and interestingness for a series of random polygons varying in complexity. Perception & Psychophysics, 2, 281– 286.
- Di Dio, C., Macaluso, E., & Rizzolatti, G. (2007). The golden beauty: Brain response to classical and renaissance sculptures. PloS One, 2, e1201.
- Dosen, A. S., & Ostwald, M. J. (2016). Evidence for prospect-refuge theory: A meta-analysis of the findings of environmental preference research. City, Territory and Architecture, 3, 1–14.
- Eberhard, J. P. (2008). Brain landscape: The coexistence of neuroscience and architecture. Oxford, England: Oxford University Press.
- Eberhard, J. P. (2009). Applying neuroscience to architecture. Neuron, 62, 753–756.
- Edelstein, E. A., Gramann, K., Schulze, J., Shamlo, N. B., van Erp, E., Vankov, A., … Macagno, E. (2008). Neural responses during navigation in the virtual aided design laboratory: Brain dynamics of orientation in architecturally ambiguous space. In S. Haq, C. Hölscher, & S. Torgrude (Eds.), Movement and Orientation in Built Environments: Evaluating Design Rationale and User Cognition (pp. 35–41). Veracruz, Mexico: SFB/TR8 Spatial Cognition.
- Epstein, R., & Kanwisher, N. (1998). A cortical representation of the local visual environment. Nature, 392, 598–601.
- Evans, G. W., Gonnella, C., Marcynyszyn, L. A., Gentile, L., & Salpekar, N. (2005). The role of chaos in poverty and children's socioemotional adjustment. Psychological Science, 16, 560–565.
- Evans, G. W., & McCoy, J. M. (1998). When buildings don't work: The role of architecture in human health. Journal of Environmental Psychology, 18, 85–94.
- Eysenck, H. J. (1957). The dynamics of anxiety and hysteria: An experimental application of modern learning theory to psychiatry. London: Routledge & Kegan.
- Fanger, P. O. (1973). Assessment of man's thermal comfort in practice. British Journal of Industrial Medicine, 30, 313–324.
- Fechner, G. T. (1876). Vorschule der Aesthetik. Leipzig: Breitkopf & Hartel.
- Fich, L. B., Jönsson, P., Kirkegaard, P. H., Wallergård, M., Garde, A. H., & Hansen, Å. (2014). Can architectural design alter the physiological reaction to psychosocial stress? A virtual TSST experiment. Physiology & Behavior, 135, 91–97.
- Frith, C. D., & Nias, D. K. B. (1974). What determines aesthetic preferences? Journal of General Psychology, 91, 163–173.
- Geisler, W. S. (2007). Visual perception and the statistical properties of natural scenes. Annual Review of Psychology, 59, 167–192.
- Graham, D. J., & Field, D. J. (2007). Statistical regularities of art images and natural scenes: Spectra, sparseness and nonlinearities. Spatial Vision, 21, 149–164.
- Graham, D. J., & Redies, C. (2010). Statistical regularities in art: Relations with visual coding and perception. Vision Research, 50, 1503–1509.
- Graham, D., Schwarz, B., Chatterjee, A., & Leder, H. (2016). Preference for luminance histogram regularities in natural scenes. Vision Research, 120, 11–21.
- Graham, L. T., Gosling, S. D., & Travis, C. K. (2015). The psychology of home environments: A call for research on residential space. Perspectives on Psychological Science, 10, 346–356.
- Güçlütürk, Y., Jacobs, R. H. A. H., & van Lier, R. (2016). Liking versus complexity: Decomposing the inverted U-curve. Frontiers in Human Neuroscience, 10, 1–11.
- Hagerhall, C. M., Purcell, T., & Taylor, R. (2004). Fractal dimension of landscape silhouette outlines as a predictor of landscape preference. Journal of Environmental Psychology, 24, 247–255.
- Hartig, T. (2008). Green space, psychological restoration, and health inequality. The Lancet, 372, 1614–1615. Heintzelman, S. J., & King, L. A. (2014). (The feeling of) meaning-as-information. Personality and Social Psychology Review, 18, 153–167.

- Hietanen, J. K., & Korpela, K. M. (2004). Do both negative and positive environmental scenes elicit rapid affective processing? Environment and Behavior, 36, 558–577.
- Ibarra, F. F., Kardan, O., Hunter, M. R., Kotabe, H. P., Meyer, F. A. C., & Berman, M. G. (2017). Image feature types and their predictions of aesthetic preference and naturalness. Frontiers in Psychology, 8, 632. doi:10.3389/fpsyg.2017.
- Imamoglu, Ç. (2000). Complexity, liking and familiarity: Architecture and non-architecture Turkish students' assessments of traditional and modern house facades. Journal of Environmental Psychology, 20, 5–16.
- Jacobsen, T., Schubotz, R. I., Höfel, L., & Cramon, D. Y. V. (2006). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. Neuroimage, 29, 276–285.
- Jones-Smith, K., & Mathur, H. (2006). Fractal analysis: Revisiting Pollock's drip paintings. Nature, 444, E9–E10.
- Joye, Y. (2007). Architectural lessons from environmental psychology: The case of biophilic architecture. Review of General Psychology, 11, 305–328.
- Joye, Y., & Dewitte, S. (2016). Up speeds you down. Awe-evoking monumental buildings trigger behavioral and perceived freezing. Journal of Environmental Psychology, 47, 112– 125.
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). The experience of nature—A psychological perspective. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaplan, S. (1987). Aesthetics, affect, and cognition: Environmental preference from an evolutionary perspective. Environment and Behavior, 19, 3–32.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. Journal of Environmental Psychology, 15, 169–182.
- Kaplan, S., & Berman, M. G. (2010). Directed attention as a common resource for executive functioning and self-regulation. Perspectives on Psychological Science, 5, 43–57.
- Kaplan, S., Kaplan, R., & Wendt, J. S. (1972). Rated preference and complexity for natural and urban visual material. Perception & Psychophysics, 12, 354–356.
- Kellert, S. R. (2003). Kinship to mastery: Biophilia in human evolution and development. Washington, DC: Island Press.
- Kellert, S. R. (2005). Building for life: Designing and understanding the human-nature connection. Washington, DC: Island Press.
- Kirk, U., Skov, M., Christensen, M. S., & Nygaard, N. (2009). Brain correlates of aesthetic expertise: A parametric fMRI study. Brain and Cognition, 69, 306–315.
- Kirk, U., Skov, M., Hulme, O., Christensen, M. S., & Zeki, S. (2009). Modulation of aesthetic value by semantic context: An fMRI study. NeuroImage, 44, 1125–1132.
- Kontson, K. L., Megjhani, M., Brantley, J. A., Cruz-Garza, J. G., Nakagome, S., Robleto, D., … Contreras-Vidal, J. L. (2015). Your brain on art: Emergent cortical dynamics during aesthetic experiences. Frontiers in Human Neuroscience, 9, 1–17.
- Korpela, K. M., Klemettilä, T., & Hietanen, J. K. (2002). Evidence for rapid affective evaluation of environmental scenes. Environment and Behavior, 34, 634–650.
- Kotabe, H. P., Kardan, O., & Berman, M. G. (2016). The order of disorder: Deconstructing visual disorder and its effect on rule-breaking. Journal of Experimental Psychology: General, 145, 1713–1727.
- Kotabe, H. P., Kardan, O., & Berman, M. G. (2017). The nature-disorder paradox: A perceptual study on how nature is disorderly yet aesthetically preferred. Journal of Experimental Psychology: General, 146, 1126–1142.
- Kravitz, D. J., Peng, C. S., & Baker, C. I. (2011). Real-world scene representations in highlevel visual cortex: It's the spaces more than the places. Journal of Neuroscience, 31, 7322–7333.
- Küller, R., Mikellides, B., & Janssens, J. (2009). Color, arousal, and performance—A comparison of three experiments. Color Research & Application, 34, 141–152.

- Kyttä, M., Kahila, M., & Broberg, A. (2011). Perceived environmental quality as an input to urban infill policy-making. Urban Design International, 16, 19–35.
- Leder, H., & Nadal, M. (2014). Ten years of a model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments : The aesthetic episode—Developments and challenges in empirical aesthetics. British Journal of Psychology, 105, 443–464.
- Leder, H., Oeberst, A., Augustin, D., & Belke, B. (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. British Journal of Psychology, 95, 489–508.
- Lehrer, J. (2008). Proust was a neuroscientist. Boston, MA: Houghton Mifflin Harcourt.
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. J., & Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. Proceedings of the National Academy of Sciences, 97, 4398–4403.
- Mallgrave, H. F. (2010). The architect's brain: Neuroscience, creativity, and architecture. Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Marchette, S. A., Vass, L. K., Ryan, J., & Epstein, R. A. (2015). Outside looking in: Landmark generalization in the human navigational system. Journal of Neuroscience, 35, 14896–14908.
- Martindale, C. (1990). The clockwork muse: The predictability of artistic change. Journal of Aesthetics and Art Criticism, 50(2), 171–173.
- McNaughton, B. L., Battaglia, F. P., Jensen, O., Moser, E. I., & Moser, M.-B. (2006). Path integration and the neural basis of the "cognitive map." Nature Reviews Neuroscience, 7, 663–678.
- Mégevand, P., Groppe, D. M., Goldfinger, M. S., Hwang, S. T., Kingsley, P. B., Davidesco, I., & Mehta, A. D. (2014). Seeing scenes: Topographic visual hallucinations evoked by direct electrical stimulation of the parahippocampal place area. The Journal of Neuroscience, 34, 5399–5405.
- Nadal, M., Munar, E., Marty, G., & Cela-Conde, C. J. (2010). Visual complexity and beauty appreciation: Explaining the divergence of results. Empirical Studies of the Arts, 28, 173– 191.
- Nambu, A., Tokuno, H., & Takada, M. (2002). Functional significance of the cortico–subthalamo–pallidal "hyperdirect" pathway. Neuroscience Research, 43, 111–117.
- Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. Energy & Buildings, 34, 563–572.
- O'Keefe, J., & Nadel, L. (1978). The hippocampus as a cognitive map. New York: Oxford University Press.
- Oppenheimer, D. M., & Frank, M. C. (2008). A rose in any other font would not smell as sweet: Effects of perceptual fluency on categorization. Cognition, 106, 1178–1194.
- Palmer, S. E., Schloss, K. B., & Sammartino, J. (2013). Visual aesthetics and human preference. Annual Review of Psychology, 64, 77–107.
- Passini, R., Pigot, H., Rainville, C., & Tétreault, M.-H. (2000). Wayfinding in a nursing home for advanced dementia of the Alzheimer's type. Environment and Behavior, 32, 684– 710.
- Ramachandran, V. S., & Hirstein, W. (1999). The science of art: A neurological theory of aesthetic experience. Journal of Consciousness Studies, 6, 15–51.
- Reber, R., Schwarz, N., & Winkielman, P. (2004). Processing fluency and aesthetic pleasure: Is beauty in the perceiver's processing experience? Personality and Social Psychology Review, 8, 364–382.
- Redies, C. (2007). A universal model of esthetic perception based on the sensory coding of natural stimuli. Spatial Vision, 21, 97–117.
- Rhodes, G., Proffitt, F., Grady, J. M., & Sumich, A. (1998). Facial symmetry and the perception of beauty. Psychonomic Bulletin & Review, 5, 659–669.
- Robinson, S., & Pallasmaa, J. (Eds.). (2015). Mind in architecture: Neuroscience, embodiment, and the future of design. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Salingaros, N. A. (2003). The sensory value of ornament. Communication and Cognition, 36, 331–352.
- Salingaros, N. A. (2007). A theory of architecture. Solingen, Germany: ISI Distributed Titles.

- Shemesh, A., Talmon, R., Karp, O., Amir, I., Bar, M., & Grobman, Y. J. (2017). Affective response to architecture—Investigating human reaction to spaces with different geometry. Architectural Science Review, 60, 116–125.
- Shin, Y.-B., Woo, S.-H., Kim, D.-H., Kim, J., Kim, J.-J., & Park, J. Y. (2015). The effect on emotions and brain activity by the direct/indirect lighting in the residential environment. Neuroscience Letters, 584, 28–32.
- Singer, W., & Gray, C. M. (1995). Visual feature integration and the temporal correlation hypothesis. Annual Review of Neuroscience, 18, 555–586.
- Smith, J. K., & Smith, L. F. (2001). Spending time on art. Empirical Studies of the Arts, 19, 229–236.
- Spehar, B., Clifford, C. W., Newell, B. R., & Taylor, R. P. (2003). Universal aesthetic of fractals. Computers & Graphics, 27, 813–820.
- Spiers, H. J., & Barry, C. (2015). Neural systems supporting navigation. Current Opinion in Behavioral Sciences, 1, 47–55.
- Steil, L. (2004). Contrasting concepts of harmony in architecture. In B. Hanson, M. Mehaffy, & N. Salingaros (Eds.), Contrasting concepts of harmony in architecture. London: Katarxix Publications. Retrieved from http://www.katarxis3.com/ Alexander_Eisenman_Debate.htm
- Taylor, R. P., Micolich, A., & Jonas, D. (2002). The construction of Jackson Pollock's fractal drip paintings. Leonardo, 35, 203–207.
- Taylor, R. P., Micolich, A. P., & Jonas, D. (1999). Fractal analysis of Pollock's drip paintings. Nature, 399, 422.
- Taylor, R. P., Spehar, B., Wise, J. A., Clifford, C. W., Newell, B. R., Hagerhall, C. M., … Martin, T. P. (2005). Perceptual and physiological responses to the visual complexity of fractal patterns. Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences, 9, 89–114.
- Thorsson, S., Honjo, T., Lindberg, F., Eliasson, I., & Lim, E.-M. (2007). Thermal comfort and outdoor activity in Japanese urban public places. Environment and Behavior, 39(5), 660–684.
- Tröndle, M., & Tschacher, W. (2012). The physiology of phenomenology: The effects of artworks. Empirical Studies of the Arts, 30, 75–113.
- Tullett, A. M., Kay, A. C., & Inzlicht, M. (2015). Randomness increases self-reported anxiety and neurophysiological correlates of performance monitoring. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 10, 628–635.
- Ulrich, R. S. (1977). Visual landscape preference: A model and application. Man-Environment Systems, 7, 279–293.
- Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and affective response to natural environment. In I. Altman, & J. Wohlwill (Eds.). Behavior and the natural environment (pp. 85–125).
- Boston, MA: Springer. Ulrich-Lai, Y. M., & Herman, J. P. (2009). Neural regulation of endocrine and autonomic stress responses. Nature Reviews Neuroscience, 10, 397–409.
- Valtchanov, D., Barton, K. R., & Ellard, C. (2010). Restorative effects of virtual nature settings. CyberPsychology, Behavior & Social Networking, 13, 503–512.
- Valtchanov, D., & Ellard, C. G. (2015). Cognitive and affective responses to natural scenes: Effects of low level visual properties on preference, cognitive load and eye-movements. Journal of Environmental Psychology, 43, 184–195.
- Vartanian, O., & Goel, V. (2004). Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings. Neuroreport, 15, 893–897.
- Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Gonzalez-Mora, J. L., Leder, H., … Skov, M. (2015). Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions. Journal of Environmental Psychology, 41, 10–18.
- Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Leder, H., Modrono, C., … Skov, M. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110, 10446–10453.

- Vaughan, E. (2013, September 30). The value and impact of building codes. Environmental and Energy Study Institute. Retrieved from http://www.eesi.org/papers/view/thevalue-and-impact-of-building-codes
- Venturi, R., Scott Brown, D., Rattenbury, K., & Hardingham, S. (2007). Learning from Las Vegas. Abingdon, England: Routledge.
- Venturi, R., Scully, V., & Drexler, A. (1977). Complexity and contradiction in architecture (2nd ed.). New York: The Museum of Modern Art, New York.
- Villani, D., & Riva, G. (2011). Does interactive media enhance the management of stress? Suggestions from a controlled study. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 15, 24–30.
- Vogt, B. A., & Pandya, D. N. (1987). Cingulate cortex of the rhesus monkey: II. Cortical afferents. Journal of Comparative Neurology, 262, 271–289.
- Ward, J. (2015). The student's guide to cognitive neuroscience. New York: Psychology Press.
- Whalen, P. J., Rauch, S. L., Etcoff, N. L., McInerney, S. C., Lee, M. B., & Jenike, M. A. (1998). Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. The Journal of Neuroscience, 18, 411–418.
- Wiesmann, M., & Ishai, A. (2011). Expertise reduces neural cost but does not modulate repetition suppression. Cognitive Neuroscience, 2, 57–65.
- Wilson, A., & Chatterjee, A. (2005). The assessment of preference for balance: Introducing a new test. Empirical Studies of the Arts, 23, 165–180.
- Wilson, E. O. (1984). Biophilia. Harvard, CT: Harvard University Press.
- Wilson, E. O., & Kellert, S. R. (1995). The biophilia hypothesis. Washington, DC: Island Press