

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
Investigating the Mutual Influence between
Architecture and Physical Identity, Based on Cyborg
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر گذاری متقابل معماری و هویت بدنی انسان، با تکیه بر سایبرگ*

مرجان جعفرحاجی^۱، محمود گلابچی^{۲*}، سعید حقیر^۳

۱. دکتری فناوری معماری، دانشکده معماری، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران.
۲. استاد گروه معماری، دانشکده معماری، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران.
۳. دانشیار گروه معماری منظر، دانشکده معماری، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران.

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۳/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۴

چکیده

بیان مسئله: بدن و معماری همواره بر یکدیگر تأثیرگذار بوده‌اند. انسان امروز به واسطه رشد فناوری وجهانی شدن در معرض تغییرات اجتماعی وسیعی قرار دارد و با دنیای هوشمندی مواجه است که هر روز هوشمندتر می‌شود و او را با پیچیدگی‌هایش شگفت‌زده می‌کند. در این دنیای نوین شکل گرفته بر پایه فناوری، که هوش مصنوعی یکی از نمونه‌های آن است، انسان آینده به چه شکل خواهد بود؟ و معماری تحت اثر ویژگی‌های بدنی جدید، چه تغییراتی را می‌پذیرد؟

هدف پژوهش: به نظر می‌رسد بدن آینده در فصل مشترک علم زیست‌شناسی و فناوری‌های دیجیتال شکل خواهد گرفت؛ بدنی ترکیبی؛ از انسان، ابزار و تکنولوژی؛ چیزی به نام سایبرگ. این پژوهش در پی پاسخ به چگونگی معماری برای قرن حاضر به بررسی ویژگی‌های بدنی انسان معاصر و آینده می‌پردازد و سرانجام با ارائه پیشنهاداتی برای معماری آینده خاتمه می‌یابد.

روش پژوهش: در این پژوهش، نخست به تأثیرپذیری معماری از عوامل فیزیولوژیک بدن، مقوله ارتباط و محیط‌های ارتباطی بین بدن انسان و بخش‌های درونی و بیرونی خود اشاره می‌شود و ضمن دسته‌بندی این موارد به مصادیق معماری الگو گرفته شده از بدن پرداخته می‌شود. سرانجام همین روند در مورد بدن جدید پی گرفته و پیشنهادهایی برای آینده ارائه می‌شود. مطالعات عمدتاً به صورت کتابخانه‌ای انجام شده است.

نتیجه‌گیری: توسعه دامنه تأثیرگذاری ساختمان توسط ابزار دیجیتال، بهره‌گیری از شبکه عصبی عمیق در هوشمندسازی و استفاده از سیالات جهت پیام‌رسانی در سطح و عمق بنا از جمله پیشنهادات ارائه شده است که تحت عنوان معماری حیات‌گونه ارائه می‌شود.

واژگان کلیدی: بدن انسان، معماری، زیست‌شناسی، سایبرگ، معماری بیومیمتیک.

مقدمه و بیان مسئله

بدن انسان، به‌عنوان یکی از الگوهای بنیادین بشر در آفرینش‌های فرهنگی و هنری، مقوله محوری این پژوهش است. شیوه جای گرفتن بدن در هستی شامل ارتباط با محیط نیز می‌شود. ویژگی‌های بدنی انسان در دوره‌های مختلف تاریخی، متناسب با فهم علمی و معنوی انسان از هستی، به شیوه‌های گوناگونی درک

و معناداری شده است. بر همین اساس و متناسب با این درک متغیر، ایده‌آل‌های متفاوتی نیز درباره آن مورد انتظار بوده است. دنیای همچنان ناشناخته بدن انسان به مرور با افزایش دانش و آگاهی بشری بر وسعت خود می‌افزاید. در این میان آن چه این پژوهش بر آن متمرکز شده است شیوه ارتباط بدن با محیط است که پس از بررسی مختصر و دسته‌بندی فرایندها و الگوهای ارتباطی بدن با محیط درون و بیرون، به سمت معماری جهت می‌گیرد. این هدف‌گذاری با این‌همانی قرارگیری بدن و بنا در هستی انجام شده است. به نظر می‌رسد با شکل‌گیری دنیای جدید متکی بر فناوری‌های دیجیتال و در دوران تسلط

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری «مرجان جعفرحاجی» با عنوان «طبیعت الهام‌بخش، ارتباطات معماری؛ تعریف ارتباط معماری و محیط با تکیه بر مطالعات زیست‌شناختی بدن انسان» است که با راهنمایی دکتر «محمود گلابچی» و دکتر «سعید حقیر» در دانشکده معماری، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران انجام شده است.
** نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۸۳۱۵۲۱، golabchi@ut.ac.ir

گسترش می‌یابد. برخی به ساختمان همچون ارگانسیم زنده اعتقاد داشتند. برخی دیگر همچون فولر^۵ و فرای اتو^۶ از طبیعت جهت تعریف ساختارهای نوین الهام گرفتند. آن چه در دهه‌های اخیر جریان دارد تقلید از طبیعت در رفتارها است. علم بایونیک به بررسی و مطالعه ساختارها و الگوهای موجود در طبیعت و استفاده از آنها در حل مشکلات بشری می‌پردازد. به عبارت دیگر بایونیک به معنای هنر به‌کاربردن دانش به‌دست‌آمده از ارگانسیم‌های زنده برای حل مشکلات فنی است (Golabchi & Khorsand Nikoo, 2014).

آلبرتی^۷ از چهره‌های شاخص دوران رنسانس، بدن انسان را منبع الهام ویژه‌ای برای معماری و معماران می‌دانست و در این نگاه رابطه‌ای دو سویه برای معماری و بدن انسان قائل بود. معماری به‌عنوان استعاره‌ای از بدن انسان و بدن انسان استعاره‌ای از طراحی معماری. فیلاترته^۸ دیگر هنرمند عهد رنسانس نیز بر نتیجه‌شدن بنا از فرم بدن انسان تأکید داشت. او تا جایی پیش رفت که ورودی ساختمان را به دهان و پنجره‌های آن را به چشم‌ها تشبیه کرد (Mallgrave, 2016). فردریش شلینگ^۹ سه سطح برای تقلید معماری از طبیعت مطرح می‌کند. در پایین‌ترین سطح تقلید مستقیم از طبیعت قرار دارد. در سطحی دیگر، معماری می‌تواند با فرم‌هایی از طبیعت نظیر بدن انسان برابری کند و در بالاترین سطح هدف، دستیابی فرم معماری به غایت‌مندی عینی خواهد بود که شلینگ از آن به موسیقی منجمد یاد می‌کند (ibid.). برخی دیگر از اندیشمندان همچون برک^{۱۰}، کانت^{۱۱} و هب^{۱۲} به دخیل بودن الگوهای عصب‌شناختی و نقش مغز در چگونگی ادارک معماری و زیبایی معتقد بوده‌اند. نظریات گشتالت و پدیدارشناسی نیز هر یک به طریقی به تأثیر عوامل فیزیولوژیک بر ادراک و به تبع آن معماری پرداخته‌اند. جدول ۱ مروری بر سیر تاریخی برخی نظریات مرتبط با بدن، معماری و چگونگی درک معماری توسط انسان و بدن او است. در بخش بعد بدن دوران معاصر و آن چه که در آینده بشر با آن مواجه خواهد شد مطالعه می‌شود. این بدن چیست و چه ویژگی‌هایی دارد؟ پس از شناخت ویژگی‌های بدن جدید به تأثیرپذیری معماری از آن پرداخته می‌شود و پیشنهادهای در این زمینه ارائه می‌شود.

انسان قرن بیست و یک؛ ابر انسان

مارکوس کروز (Cruz, 2002) در کتابش دسته‌بندی‌ای شامل بدن کلاسیک، گروتسک^{۱۳}، بورژوا^{۱۴} و مدرن ارائه کرده است. بدن کلاسیک بر پایه قواعد هندسی بنا شده و بازتابی از طبیعت و به‌طور کل هستی است. همچنین به‌دلیل ناآگاهی از درون بدن و اهمیت زیبایی ظاهری، بدنی دیداری و سطح پوست مرز جداکننده درون و بیرون است؛ این بدن در سطح

زیست‌شناسی، بشر با دنیا و پرسش‌های جدیدی روبرو خواهد بود. پرسش‌هایی چون تعریف بدن در دوران معاصر چیست و این تعریف چه تأثیری بر فضای مسکون انسان این عصر خواهد داشت؟

با پیشرفت سریع فناوری اطلاعات و رخنه‌کردن آن در تمامی زندگی بشر پیش‌بینی می‌شود که در بیست سال آینده جهان در آستانه تحول موج چهارم، که آن را عصر مجازی می‌نامند، قرار می‌گیرد که بی‌تردید معماری را نیز متحول خواهد کرد (مهدوی‌نژاد، ۱۳۹۸). تکنولوژی بی‌سیم ادغام بدن بیولوژیک و تکنولوژیک را امکان‌پذیر کرده است. بدنی که می‌تواند با جهان پیوند یابد. کوین کلی^۱ نویسنده آمریکایی این دوره را آغاز تمدن نئوبایولوژیک^۲ می‌خواند. عصر چیزهایی که بخشی از آنها مصنوعی و بخشی طبیعی است. چه بسا کامپیوترهای پوشیدنی در راه باشند، چنان‌که در کارهای به‌ناز فرهی^۳ دیده می‌شود. رایانه‌هایی که به‌طور مستقیم با عوامل بیولوژیک بدن مرتبط بوده‌اند و پتانسیل بزرگی برای ایجاد تعامل انسان-محیط و انسان-انسان دارند. این پژوهش بر مطالعاتی در زمینه انسان قرن جدید و ماهیت بدنی او استوار است. شناخت این ویژگی‌ها در قیاس با آن چه در گذشته روی داده، الگویی است برای پرداختن به معماری و چگونگی واقع‌شدن آن در هستی که بخش دیگری از پژوهش را به خود اختصاص می‌دهد. معماری حیات‌گونه^۴ ویژگی‌های فیزیولوژیک بدن انعکاس‌یافته در معماری را معرفی می‌کند و در نهایت بر سایبرگ متمرکز می‌شود و پیشنهادهایی برای معماری آینده ارائه خواهد داد.

روش پژوهش

این پژوهش براساس هدف از نوع پژوهش‌های بنیادی است. بدین منظور در بخش نخست به شناخت هویت بدنی انسان در اعصار مختلف و تأثیر آن بر بنا پرداخته می‌شود. گام دوم به معرفی ویژگی‌های بدنی انسان آینده اختصاص دارد. در بخشی از پژوهش، بنا به ضرورت، مطالعات زیست‌شناختی و مشاهدات مربوطه لازم می‌شود. بخش پایانی با اشاره به نمونه‌هایی از معماری بایونیک آغاز شده و سرانجام با ارائه پیشنهادهای در زمینه معماری آینده خاتمه می‌یابد. در این مقاله از شیوه کتابخانه‌ای برای گردآوری اطلاعات استفاده شده است.

پیشینه پژوهش

رابطه طبیعت و معماری از گذشته‌های دور وجود داشته است و ابعاد فیزیولوژیک بدن انسان پیش از این نیز در معماری نمود پیدا کرده و سرمنشاء تقلیدهایی قرار گرفته‌اند. این رابطه از تقلید ظاهری طبیعت تا تقلید فرایندهای آن

جدول ۱. همنشینی بدن انسان و معماری در نگاه برخی اندیشمندان. مأخذ: نگارندگان با استفاده از Mallgrave, 2016.

دوره/اندیشمند	ارتباط بنا و بدن انسان
آلبرتی	معماری به مثابه بازآفرینی بدن انسان
فیلارته	نتیجه‌شدن بنا از فرم بدن انسان، اعضا و اندازه‌هایش
داوینچی	تلاش در تقویت ارتباط الهی بین شکل انسان و کیهان با استفاده از علم هندسه
لورئا	- ارائه توصیف ابتدایی از امر والا و درک زیبایی توسط تأثیر بصری و عصب‌شناختی اجزای معماری بر مغز انسان - معماری، فرم ساخته‌شده کارکرد عصب‌شناختی
ادموند بزک	- احساسات انسان نتیجه‌ی فرایند جسمانی و عصبی ادراک
نایت	- داوری درباره زیبایی بر عهده الگوهای مرتبط در مغز
کانت	- تمایز میان جهان پدیداری و جهان معقول
شوپنهاور	- دفاع از دیدگاه کانت مبنی بر قرائت انسان از جهان از طریق ساختار مغز - حس و معنادهی به فرم با عملکرد عصبی مغز
فردریش شلینگ	- تقلید معماری از طبیعت در سه سطح: تقلید مستقیم همچون دوران گوتیک، سطحی از غایت‌مندی همچون دوران رنسانس و دستیابی به غایت‌مندی عینی (موسیقی منجمد)
بوتیکر	- نزدیکی برداشت محسوس و استعاری بوتیکر از معماری با فهم و بدنمندی آلبرتی از هنر معماری
ورتهایمر	- بنیانگذاری روانشناسی گشتالت
هایک	- انکار دوگانگی ذهن و بدن
هب	- پیوندهای عصبی عنصر اساسی هر رویداد ادراکی
نویترا	- به رسمیت‌شناختن هویت عصبی انسان توسط معماری - طراحی چندحسی: معماری باید فراتر از کیفیت‌های بصری باشد - تأکید بر حساسیت فراوان حس لامسه انسان و ظرافت او در ادراک فضایی
مرلوپونتی	- تلاش در کنار گذاشتن دوگانگی دکارتی میان ذهن و بدن - سیستم جهان-بدن - بدن شرط لازم برای نمود فضا و زمان - بدن نقطه آغاز و ابزار سنجیدن تمام ابعاد جهان - توسعه اندام‌های حسی
یوهانی پالاسما	- معماری بعنوان تجربه‌ای چندحسی

حسی و عصبی و بیانگر ویژگی‌های درونی است ضمن این که نقشی محافظت‌کننده دارد و نیازمند مراقبت است (ibid.). در قرن بیست و یکم، بشر با بازطراحی انسان خردمند با استفاده از فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی مواجه است. مهندسی زیستی، مهندسی سایبرگ و مهندسی موجودات غیرالی^{۱۵} به عنوان روش‌هایی برای این گذار شناخته شده‌اند. انسان جدید در نوعی همزیستی و همنشینی صلح‌آمیز با رایانه، خود را ارتقاء داده و به مرور توانایی‌های ذهنی و جسمی‌اش را بهبود می‌بخشد. یافته‌های اخیر علمی در خصوص الگوریتمیک بودن فرایندهای ذهنی، فیزیولوژیک و زیست‌شناختی موجودات زنده، انسان را تحت اختیار الگوریتم‌ها در آورده است. الگوریتم‌هایی که از جایی خارج از بدن موجود زنده کنترل و هدایت بدن او را به دست می‌گیرند. این رویداد که انقلاب کامپیوتری را به انقلابی زیستی بدل کرد، ابرانسان قرن

پوست خاتمه می‌یابد و دنیا شروع می‌شود. بدن قرون وسطی همچنان درونی ناشناخته و اسرارآمیز دارد. بدنی ناشناخته، سه‌بعدی با برجستگی‌ها، فرورفتگی‌ها و گشودگی‌هایی که موادی منجرکننده از آن خارج می‌شود (ibid.)

حداصل قرون وسطی تا قرن بیستم شناخت انسان از بدن تحت تأثیر پیشرفت‌های علمی و تغییر نگرش‌های فلسفی دستخوش تحول شد. بدن دوران رنسانس همچنان دیداری و مبتنی بر تناسبات است. حدود قرن هجدهم تغییری اساسی در این روند پدید آمد. این بدن قابل درک و مطالعه در بستر علم، به دلیل هماهنگی با قوانین علمی به ماشینی از گوشت بدل شد؛ بدنی آگاه از پوست خارجی خود. تحت‌تأثیر شناخت علمی گسترده‌تر، مرکز ثقل بدن از احشای حامل مواد خارج‌شونده به مغز و سیستم عصبی منتقل شد. پوست در این دوران علاوه بر جداکننده درون و برون حامل پیام‌های

برکلی سعی بر اتصال انسان و ربات به یکدیگر از راه دور و انتقال اطلاعات بین آنها از طریق یک رابط الکترونیکی را دارند؛ به عبارتی یک جایگزینی کامل و با تمام بدن. نوعی پیام‌رسان سه‌بعدی برای انتقال پیام، همراه با حس حضور در فواصل زیاد. در این پژوهش هدف رسیدن به نوع جدیدی از انسان است (Clark, 2003). کاترین هاپلز^{۲۱} معتقد است این که یک بدن کنار گذاشته شود مهم نیست بلکه تکنولوژی در حال رسیدن به آگاهی مجسمی است که بسیار خاص بوده و بدون پروتزهای الکترونیکی غیرممکن است؛ به این ترتیب مرز میان موجود زنده و ماشین در حال جابجایی است (ibid.).

این موجود حاصل ترکیب بدن انسانی و فناوری، به سایبرگ^{۲۲} مشهور است. واژه سایبرگ مخفف ارگانیسم سایبرنتیک است و اشاره به موجودی دارد که از قطعات آلی و سایبرنتیک توأمان ساخته شده است. این ارتباط جدید بین طبیعی و مصنوعی مرز بدنی موجود زنده را جابجا کرد و به تعبیر هالاسی^{۲۳} در سایبرگ: تکامل سوپرمن، در واقع پلی بین ماده و ذهن بود. موراوک^{۲۴} نیز به حذف بدن انسان و آپلود ذهن او در قالبی کاملاً مصنوعی عقیده دارد (Tegmark, 2019). این موجود آپلودی در کتاب «زندگی ۳/۰، انسان بودن در عصر هوش مصنوعی»، اثر مکس تگمارک (ibid.) انتهای طیف سایبرگ‌ها معرفی می‌شود که در آن تنها بخش باقیمانده از انسان نرم‌افزار است و سایر بخش‌ها با ماشین جایگزین شده‌اند. کارهای هنرمندانی چون استلارک^{۲۵} و تجربیات علمی دانشمندانی چون کوین وارویک^{۲۶} تأیید می‌کند که سطح بدن محدود به مرزهای قراردادی بدن نیست. در واقع این مرز در عصر اطلاعات علاوه بر نقش جداکنندگی و دفاع از بدن در برابر عوامل محیطی، یک پیام‌رسان، رابط و واسط توسعه‌پذیر نیز هست و به همین دلیل ماهیتی متغیر، غیرقابل پیش‌بینی و گذرا پیدا می‌کند. یافته‌های علوم اعصاب نیز مآید رابطه متقابل ترکیب بدن و ابزار بوده و انحلال مرز بین بدن، ذهن و محیط را تأیید می‌کنند. به گفته کلارک (Clark, 2003)، این ویژگی انعطاف‌پذیری مغز است که قابلیت سایبرگ شدن را به انسان می‌دهد. مغز انسان تا حدی از طریق اندام‌های بیولوژیکی و بخشی از طریق ابزارهای خارجی عمل می‌کند. کروز (Cruz, 2002) به کانسپت‌های گوناگونی از جمله نانوسایبرگ^{۲۷}، پست‌هیومن^{۲۸} و اکستروپانیسم^{۲۹} اشاره می‌کند که همگی با تکیه بر تکنولوژی شکل گرفته‌اند و در به‌کارگیری ترکیبی از تکنولوژی و زیست‌شناسی در شکل‌دهی به هویت جدید انسان و قابلیت‌های بدنی او وجه اشتراک دارند. هاروی (Haraway, 2005) در مانیفست سایبرگ، آن-سایبرگ-را موجودی نوآفریده معرفی می‌کند که از رویکرد سنتی

حاضر را با تکیه بر مهندسی ژنتیک، فناوری نانو و رایانه پدید آورد. آزمایش‌های موش-ربات شاهدی بر این ادعا هستند. در این آزمایش‌ها با کارگذاشتن الکترودهایی در مغز و تحریک قسمت‌های مربوط به عملکردهای حسی، موش‌ها وادار به انجام کارهایی می‌شوند که در حالت عادی از آن اجتناب می‌کنند. جالب آن‌که در این حالت با تحریک مرکز پاداش در مغز موش‌ها، گویی آنها به اوج لذت و آرامش می‌رسند. این مسئله در مورد انسان نیز قابل اجرا است.

همچون دوره‌های دیگر در روند تکامل، پذیرفتنی است که برخی از ویژگی‌های بدن انسان نیز دستخوش تحول شود؛ بخشی از ویژگی‌ها که مورد نیاز نیست به مرور تضعیف یا حذف شده و ویژگی‌های دیگری مطابق با شرایط جدید جایگزین و یا ایجاد گردد. محدودیت‌های جسمی و ذهنی موجود نوپدید با کمک فناوری برطرف می‌شود و بنابراین عملکردش بهبود می‌یابد. مرلوپونتی^{۱۶} در پدیدارشناسی ادراک^{۱۷} ادعا می‌کند که ابزار می‌تواند وسیله تفکر انسانی باشد؛ همچنین قابلیت توسعه و تغییر شکل حواس انسان را دارد. او برای توصیف این مسئله عصای فرد نابینا را مثال می‌آورد. عصای سفید در واقع با گسترش شعاع فعالیت فرد نابینا در محدوده حواس او قرار گرفته و جزئی از حس لامسه و همچنین بینایی او محسوب می‌شود. با در نظر گرفتن این مسئله آیا شایسته نیست که این ابزار جزئی از بدن فرد در نظر گرفته شود؟ ابزاری که در بعد ادراکی انسان جای گرفته و دامنه حواس او را گسترش داده است. در واقع ترکیب ابزار و بدن در ابعاد ناخودآگاه اتفاق می‌افتد چرا که ابزارها بیش از معنای نشانه‌شناختی آنها در آگاهی، در ساخت فرایند ناخودآگاه تفکر انسان تأثیر می‌گذارند. با این تعریف، ابزاری که می‌تواند ناخودآگاه به‌عنوان بخشی از بدن درک شود می‌تواند خود سوژه بدن را متحول و به‌طور ناخودآگاه آن را بازسازی و بازتعریف کند (Hale, 2017).

اندی کلارک (Clark, 2003) در مقاله‌ای تحت عنوان ذهن توسعه‌یافته^{۱۸} به بررسی مرز بین ذهن، بدن و ابزار می‌پردازد و در مثالی با اشاره به استفاده از قلم و کاغذ برای حل مسئله ریاضی یادآور می‌شود که در این شرایط، قلم و کاغذ بخشی از ذهن هستند و بدون آنها انجام عمل حساب امکان‌پذیر نیست؛ در واقع عمل مغز تنها به کنترل عضلات و بازو محدود نمی‌شود بلکه اتفاقات روی کاغذ را نیز شامل می‌شود. دانیل دنت (Dennett, 2017) نیز کنترل را آخرین معیار برای تشخیص محدوده انسان معرفی می‌کند و «من» را مجموع قطعاتی می‌داند که می‌تواند مستقیماً توسط فرد کنترل شوند. به اعتقاد دنت اتصال مفهوم خود با مفهوم هر ماتریسی از داده که فرد تحت کنترل دارد، فضای کافی برای خود ترکیبی بیوتکنولوژیکی را ایجاد می‌کند.

کنی^{۱۹} و پائولاس^{۲۰} استاد و دانشجوی علوم کامپیوتر دانشگاه

سایبرگ بر معماری (با تمرکز بر ارتباط بنا و محیط) شکل گرفته است: با توجه به ویژگی‌های بدن سایبرگ، معماری پذیرای چه تغییراتی خواهد بود؟ به‌منظور پاسخگویی به این پرسش ابتدا به مصادیق ارتباطی بدن و محیط اشاره می‌شود و در هر مورد با ذکر معادل این مصادیق در بدن سایبرگ، پیشنهادهای در زمینه معماری متناسب با آن ارائه می‌شود.

شاید اولین و بارزترین مورد در سیستم‌های ارتباطی بدن انسان با محیط درون و بیرون در حواس نمود یابد که به دو دسته حواس اصلی و سوماتیک^{۳۱} تقسیم می‌شود. این حواس و ساختارهای فیزیولوژیک آنها به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم در معماری الگوبرداری شده‌اند. الهام از چشم در موسسه جهان عرب^{۳۲} طراحی شده توسط ژان نوول^{۳۳} (۱۹۸۷) نمونه‌ای از الگوبرداری از ساختارهای بدنی به شمار می‌رود. همچنین بنای کنستاس گراس^{۳۴} پیتر کوک^{۳۵} (۲۰۰۱) را می‌توان نمونه موفق در الگوبرداری از پوست معرفی کرد. به‌کارگیری حسگرهای گوناگون در بنا برای دریافت اطلاعات، یادآور امکانات پوست در دریافت اطلاعات حسی و حرارتی است (تصویر ۴). چشم‌ها، گوش‌ها و دست‌های سایبرگ با تجهیز شدن به پوشش‌های متصل به ابزار حسگر، به یک دنیای سه‌بعدی، دیجیتالی شبیه‌سازی می‌شوند، غیرواقعی و موهوم گسترش پیدا می‌کنند و ابرانسان آینده قادر خواهد بود اندامش را به‌وسیله اندام ربات‌ها و همچنین با استفاده از تکنولوژی‌هایی همچون واقعیت افزوده و واقعیت مجازی به فاصله‌های دور پرتاب کند.

حواس که به‌عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی بدن موجودات در جای‌گیری آن در هستی نقش مهمی دارند در بدن سایبرگ ماهیتی متفاوت می‌یابند. استفاده از سنسورهای گوناگون در بدن سایبرگ و یا خارج از آن می‌تواند منجر به توسعه بدن در فواصل طولانی شود؛ بدنی به وسعت دامنه حواس. همچنین با تکیه بر فناوری‌های پیشرفته امکان کنترل و تشدید پیام‌های دریافتی از محیط درون و بیرون بدن وجود خواهد داشت. حس لامسه در بنا از طریق لمس سطوح و یا برانگیخته شدن توسط بافت و تمهیداتی از این دست، در معماری حضور دارد. در بدن سایبرگ، لامسه محدوده‌ای وسیع‌تر را پوشش می‌دهد. استفاده از تجهیزات دیجیتالی و مکانیکی می‌تواند حس لمس از راه دور را ایجاد کند. ساختمان آینده کاربر را در آغوش خواهد گرفت. ممکن است در آینده‌ای نه‌چندان دور با کار گذاشتن گیرنده‌ها و فرستنده‌هایی در بدن و محیط، بشر قادر به لمس محیط دور از خود باشد. با گسترش دامنه علوم و توسعه دنیای اینترنت و فراجهان^{۳۶} باید منتظر بود تا با قرارگیری بنا در راستای بدن، همچون عضوی توسعه‌یافته، بشر آینده شاهد خلق ابرسایبرگی متشکل از بنا و بدن انسان باشد.

دوگانه‌ی طبیعی/مصنوعی، بدن/ماشین، مرد/زن، پوست/گوشت فراتر می‌رود و بدین ترتیب مدعی ورود بشر به عصری تک-جنسیتی می‌شود؛ دنیایی که در آن مرز مشخصی بین طبیعی و مصنوعی وجود ندارد و بدن با یک مرز مشخص محدود نمی‌شود. اکنون پس از آشنایی با بدن دوران معاصر به تأثیرگذاری این بدن بر بنا پرداخته می‌شود.

بحث

• ارتباط-بدن؛ معماری حیات‌گونه^{۳۰}

موضوع هویت انسان و شناخت خویش همواره به‌عنوان بنیاد تفکرات انسان مطرح بوده است و می‌توان گفت که یکی از بارزترین وجوه هویت را هیأت ظاهری و محیط زندگی انسان تشکیل می‌دهد (مهدوی‌نژاد، ۱۳۹۸). متناسب با تعریفی که انسان از بدن خود ارائه می‌کند ارتباط او با محیط از جمله محل سکونتش تعریف می‌شود و پرورش می‌یابد. بنابراین دور از انتظار نیست که ویژگی‌های ظاهری و ماهوی ساختمان متأثر از ویژگی‌های بدنی انسان باشد. در دوران کلاسیک که بدن و بنا هر دو در سیطره هندسه قرار دارند، تناسبات گزیننده محوری است و نشان از امر قدسی و پیوستگی با کائنات دارد (تصویر ۱). در قرون میانه جداره ساختمان جریزی ضخیم است که نشأت بیرون و درون به یکدیگر را به‌سختی مهیا می‌سازد. دسترسی بین این دو فضا از راه روزنه‌هایی است که در دیوارها تعبیه شده است؛ درون این بنا همچون درون بدن گروتسک ناشناخته و دور از دسترس است (تصویر ۲). در سال‌های منتهی به دوره مدرن شناخت علمی نسبی در مورد بدن منجر به اتخاذ رویکردی علمی در مواجهه با آن شد. جداره بنا در این دوره جداکننده درون و بیرون و نمایاننده آن‌چه درون بنا است می‌بود.

دوران مدرن دوران غلبه عقل است بر احساس؛ این رویکرد در هنر و تجزیه و تحلیل‌های هنرمندان نیز انعکاس یافته است. معماری این دوران بر ساخته از یافته‌های علمی و دانش مهندسی است و عقل‌گرایی، بنا را نیز همچون سایر عرصه‌های تفکر انسانی تحت اختیار خود درآورده است (تصویر ۳). مثال‌های بسیاری وجود دارد که تقلید از ساختارهای فیزیولوژیک بدن در معماری را نشان می‌دهد. بدون شک این روند در آینده نیز پیگیری خواهد شد و با تکیه بر فناوری‌های نوین، ساختارهای بدن سایبرگ مورد الگوبرداری معماران هوشمند دهه‌های آینده قرار خواهند گرفت. جدول ۲ به برخی از ویژگی‌های بدن در دوره‌های مختلف تاریخی اشاره دارد و همزمان برخی از خصوصیات شاخص بنا در همان دوره‌ها را یادآور شده است. مقایسه این داده‌ها نشانگر تأثیرگذاری متقابل بنا و بدن بر یکدیگر از جنبه‌های مختلف است. اکنون به پرسش اصلی پژوهش باز پرداخته می‌شود که حول چگونگی تأثیرگذاری بدن



تصویر ۱. پارتنون، عکس از کریستوفر ترول (Kristoffer Trolle). مأخذ: www.gpsmycity.com.



تصویر ۲. قلعه بوناتتی، ۱۴۲۵، ایرلند، عکس از جان سالیوان. مأخذ: pdphoto.org.



تصویر ۳. باوهاوس، والتر گریپسون، ۱۹۱۹-۱۹۳۳، آلمان. عکس از ولکمار رادولف. مأخذ: wikimedia.org.

جدول ۲. برخی ویژگی‌های بدن و بنا در تناسب با یکدیگر. مأخذ: نگارندگان با استفاده از Cruz, 2002.

معماری	ویژگی‌ها / تعاریف	
<ul style="list-style-type: none"> - تکیه بر تناسبات - پوسته ساختمان مرز بیرون و درون بنا 	<ul style="list-style-type: none"> - دیداری (زیبایی ظاهری) - متناسب، موزون، بر پایه قواعد هندسی - بازتابی از طبیعت و هستی - پوست مرز تمام‌شدن خود و شروع‌شدن دنیا 	بدن کلاسیک
<ul style="list-style-type: none"> - جداره ضخیم - گشودگی‌های اندک - پوسته ساختمان مرز بیرون و درون بنا 	<ul style="list-style-type: none"> - دیداری، لمسی، شنیداری - خروجی‌های منجرکننده از درون ناشناخته و اسرارآمیز - بدن سه‌بعدی با برجستگی، فرورفتگی و گشودگی - پوست مرز تمام‌شدن خود و شروع‌شدن دنیا 	بدن گروتسک (بی تناسب)
<ul style="list-style-type: none"> - رویکرد علمی نسبت به بنا - ظاهر بنا نمایانگر ویژگی‌های درونی آن - پوسته ساختمان مرز بیرون و درون بنا 	<ul style="list-style-type: none"> - تکیه بر بینایی - بدن قابل درک و مطالعه توسط علم - جابجایی مرکز ثقل بدن از احشاء (حامل مواد خارج‌شونده) به مغز و سیستم عصبی - فهم پوست به‌عنوان عضوی حساس (توسط علم پزشکی) - فهم احساسات از طریق نشانه‌های پوستی: پوست بازتابی از درون - پوست آخرین لایه احساسی بدن، وسیله‌ای برای نگهداری انرژی و سلامتی 	بدن بورژوا (حداقل فرزن) وسطی و دوران مدرن)
<ul style="list-style-type: none"> - رویکرد علمی نسبت به بنا - بر ساخته از دانش مهندسی - تحت تأثیر عقل‌گرایی 	<ul style="list-style-type: none"> - انتزاعی - استاندارد و قابل اندازه‌گیری - پوست مرز تمام‌شدن خود و شروع‌شدن دنیا - ابزار مکانیکال توسعه‌دهنده بدن و مرز آن 	بدن مدرن
<ul style="list-style-type: none"> - معماری حیات‌گونه - معماری بدنمند - معماری بدن‌وار 	<ul style="list-style-type: none"> - لامسه‌ای - ناپایدار - همزیستی بدن و تکنولوژی، استفاده از ابزار دیجیتال و مکانیکال - بدن دیجیتالی و شبکه‌ای 	سایبرگ
	<ul style="list-style-type: none"> - تکیه بر لامسه 	Post human
	<ul style="list-style-type: none"> - تکیه بر لامسه - قادر به به‌روزرسانی و اعمال تغییرات خودخواسته - تبدیل تجربه محرمانه لمس به تجربه جمعی - خلق دوباره بدن با تکنولوژی‌های لمسی جدید در ارتباطات مجازی - افزایش نفوذپذیری و نفوذکنندگی بدن با استفاده از تکنولوژی. 	Extropianism

فرانشر(انسان آینده)



تصویر ۴. کنستاس گراس از پیتر کوک و کولین فورنیر. مأخذ: www.archdaily.com

که بسته به شیوه انتقال، سرعت آن متفاوت خواهد بود. ویژگی‌های منتقل‌شونده می‌توانند رنگ، درخشندگی، زبری، نرمی، شفافیت، عدم شفافیت و... را شامل شوند. پوسته ساختمان به‌عنوان پوست سوم بدن انسان می‌تواند عهده‌دار عملکردهایی همچون پوست اولیه باشد. به‌عنوان مثال می‌تواند با استفاده از ابزار اصلاحی و امکانات درونی-همچون تغییر رنگ و نقش- ظاهر و روحیه بنا را تغییر دهد. اعمال این تغییر در عمق پوسته علاوه بر سطح آن از ویژگی‌های ساختمان سایبرگ است.

مورد دیگری که می‌توان در زمینه الهام از پوست و پوسته به آن اشاره کرد ساختار نرم آن است. منظور از نرمی و سیستم نرم، ساختارهایی غیرخطی هستند که به‌طور مداوم ویژگی‌ها، فرم و الگوی متفاوتی از خود نشان می‌دهند. این سیستم‌ها قادر به تطبیق‌پذیری با شرایط محیطی بوده و ضمن انعطاف‌پذیر بودن قابلیت رشد کردن و تغییرشکل دادن را دارا هستند. در واقع تغییرپذیری از ویژگی‌های بنیادی این نوع سیستم‌ها و پایداری آنها در گرو این تغییرپذیری است. چنین ویژگی‌ای از کیفیات اصلی چیزهای زنده به شمار می‌رود. تغییر در طول زمان از طریق رشد و یا تبدیل تدریجی اجزای پوسته می‌تواند از کیفیات بدن سایبرگ و همچنین ساختمان سایبرگ باشد. اگرچه سیستم‌های نرم از گذشته در طبیعت، بدن انسان و همچنین معماری وجود داشته‌اند اما در بدن سایبرگ این نرمی در ساختارهای مصنوعی و الحاقی بدن به مراتب بیشتر از ساختارهای طبیعی دیده می‌شود و بنابراین ماهیتی مکانیکی و دیجیتالی خواهد داشت.

بدون شک گیرنده‌ها و فرستنده‌ها در فیزیولوژی اندام اهمیت بسیاری دارند. نقش حواس سوماتیک در احساس درد، فشار، ارتعاش و... در چگونگی حس کردن جهان پیرامون انسان بسیار حیاتی است. پیش‌بینی می‌شود با شکل‌پذیرتر شدن مصالح و کیفیاتی همچون چندمادگی^{۲۰} و کامپوزیت و الگوبرداری از حواس سوماتیک بتوان ساختمان‌هایی به مراتب حساس‌تر خلق کرد.

مایعات به‌صورت گوناگون فضاها را مختلف بدن موجودات را در بر گرفته‌اند و نوعی مادیوم ارتباطی به شمار می‌روند. حدود ۶۰ درصد بدن انسان بالغ مایع است که به سه صورت خارج، داخل و خلال سلولی در بدن وجود دارند. مایعات خارج سلولی شامل مایع میان‌بافتی و پلاسمای خون می‌شود که عمدتاً توسط ساختارهای شبکه‌ای رگ‌ها در سراسر بدن به گردش در می‌آیند. تأسیسات مکانیکی و الکتریکی که از طریق انتقال سیالات در سطح و عمق ساختمان جابجایی و هدایت گرما و انرژی را تسهیل می‌کنند و همچنین سیستم تهویه مطبوع، نمونه‌هایی از ساختارهای شبکه‌ای در معماری

پوست بیولوژیکی در گذشته به‌عنوان الگویی برای معماری کاربرد داشته است. می‌توان از مدل‌های جیمز فیچ^{۲۷}، مایک دیویس^{۲۸} و اسکات مورای^{۲۹} به‌عنوان نمونه‌هایی در زمینه الهام از ساختار پوست برای معماری نام برد (Rawya, 2015). پوست و به‌طور کل پوسته، که مرز احشای درونی بدن و غشای سلول را نیز در بر می‌گیرد، پیش از هر چیز نقش محافظت‌کننده دارد. همچنین به‌دلیل موقعیت قرارگیری، محل ارتباط با محیط (درون و بیرون) است. از جمله ویژگی‌های این لایه میانه‌ای، چندلایگی است. به این معنا که پوسته متشکل از لایه‌های متعددی است که هر یک ویژگی‌های مختص به خود را دارند و به‌صورت جداگانه و در ترکیب با یکدیگر عملکردهایی را عهده‌دار هستند. چندلایگی پیش‌تر در معماری و در ساختارهای دوپوسته، همچون نما و گنبد، نمود یافته است. انتظار می‌رود ساختمان سایبرگ با تکیه بر فناوری‌های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و فراجهان دارای لایه یا لایه‌هایی از دنیای مجازی باشد که در بهبود عملکرد آن نقش‌آفرینی می‌کنند.

از دیگر ویژگی‌های قابل توجه و الگوبرداری پوست و پوسته می‌توان به پاسخگویی و تبادلات با محیط اشاره کرد. در ساختمان سایبرگ این ویژگی به‌طور قطع با تکیه بر تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر و با الهام از بدن سایبرگ دامنه گسترده‌تری از حواس را در بر خواهد گرفت و عملکردی دقیق‌تر خواهد داشت. ساختمان، همچون بدن سایبرگ در ارتباط با محیط قرار خواهد داشت و به محرک‌های محیطی به‌صورت دقیق و هدفمند در حداقل زمان ممکن پاسخ می‌دهد.

مرز سلول، نظامی از غشاءهای مرتبط با یکدیگر و همواره در تحرک است که خود را به دور همه اندام‌ها می‌پیچاند و تا لبه‌های بیرونی سلول را فرا می‌گیرد؛ در واقع یک کمربند رسانا است که مدام تولید می‌شود و از بین می‌رود. غشاء به‌واسطه تنظیم و حفظ ترکیب مولکولی سلول، هویت آن را حفظ می‌کند (Guyton & Hall, 2018) با توجه به ویژگی‌های بدنی سایبرگ و همچنین تکنولوژی‌های پیشرفته علوم رایانه و الکترونیک، می‌توان متصور شد که در آینده، اجزای جداره بنا همچون جداره سلول واکنش‌هایی حیاتی داشته باشند. اختلاف پتانسیل ایجادشده توسط یون‌ها در سلول موجب ایجاد تنش در غشاء و انتقال پیام می‌شود. شبیه‌سازی این عمل در پوست بنا یکی از عوامل ایجاد حس در سطح آن و انتقال پیام است. انتقال ویژگی‌های بنا به یک فرد و یا بنایی دیگر می‌تواند یکی از خصوصیات ساختمان آینده باشد. این انتقال می‌تواند از طریق اجزاء یا کدهای الکتریکی و شیمیایی و براساس برخی تشابهات ساختاری و ارتباطات فیزیکی و شیمیایی مشابه انجام شود

هستند که می‌توانند برای معماری مورد الگوبرداری قرار گیرند. شبکه‌ها، مایعات بدن، پوست و غشای سلول نمونه‌های دیگری از ساختارهای فیزیولوژیک بدن موجودات زنده از جمله انسان هستند که در انتقال مواد و پیام، بین بدن و محیط درونی و بیرونی خود نقش اساسی دارند. شبکه عصبی نیز از دیگر عوامل برقراری ارتباط در بدن است که در معماری بدن سایبرگ شکلی پیشرفته می‌یابد. این شبکه عصبی پیشرفته در ساختمان هوشمند آینده کاربرد حیاتی خواهد داشت. نتایج این پژوهش به‌طور کامل در **جدول ۳** آمده است.

اعلام عدم تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

پی‌نوشت‌ها

۱. Kevin Kelly
۲. Neo-Biological Civilization
۳. Behnaz Farahi
۴. Biomimetic Architecture
۵. Richard Buckminster Fuller
۶. Frei Paul Otto
۷. Leon Battista Alberti
۸. Filarete
۹. Friedrich Schelling
۱۰. Edmund Burke
۱۱. Immanuel Kant
۱۲. Donald O. Hebb
۱۳. Grotesque
۱۴. bourgeois
۱۵. non-organic beings
۱۶. Merleau-Ponty
۱۷. Phenomenology of Perception
۱۸. Extended Mind
۱۹. Canny
۲۰. Paolas
۲۱. Katherine Hayles
۲۲. Cyborg
۲۳. Halasi
۲۴. Hans Peter Moravec
۲۵. Stelarc
۲۶. Kevin Warwick
۲۷. Nano cyborg
۲۸. Post Human
۲۹. Extropanism
۳۰. در این نوشته به معماری حیات‌گونه پرداخته شده است. معماری بدن‌وار و بدنمند به بعد استعاری تأثیرگذاری بنا و بدن سایبرگ بر یکدیگر می‌پردازند و در نوشته‌های دیگری ارائه خواهند شد.
۳۱. حس‌های پیکری، Somatic Nervous System مکانیسم‌های عصبی هستند که اطلاعات حسی را از کل بدن دریافت می‌کنند در واقع این حس‌ها باعث آگاهی از اثر محرک‌ها در پوست و اندام‌های داخلی می‌شوند، ولی دقت آنها به اندازه حواس ویژه نیست. منظور از حواس ویژه، حس‌های بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و تعادل است (Best & Taylor, 1988).
۳۲. Arab World Institute
۳۳. Jean Nouvel
۳۴. The Kunsthau Graz, or Graz Art Museum
۳۵. Sir Peter Cook
۳۶. Metaverse
۳۷. James Fitch
۳۸. Mike Davis

هستند. در ساختمان آینده نیز هورمون‌ها و فرمون‌ها در ساختارهایی همچون رگ‌های خونی جریان خواهند داشت. این سیالات و جریان‌ها قادر به حرکت و جریان یافتن در بخش‌های مختلف بنا هستند و راهی جهت انتقال پیام در سرعت‌های گوناگون به شمار می‌روند. این جریان‌های اطلاعات موجب تحریک خارجی‌ترین لایه فیزیکی پوسته ساختمان می‌شوند تا در زمان مناسب، پاسخی مناسب به عوامل محیطی داشته باشد.

ساختمان حیات‌مند آینده قادر به برقراری رابطه دوجانبه با محیط خواهد بود. این مهم می‌تواند از طریق خلق شبکه عصبی عمیق^{۳۱} به‌عنوان سیستم ارتباطی و انتقال‌دهنده پیام در سطح و عمق بنا پدید آید. شبکه‌ای که شرایط محیط از جمله دما، وزش باد و... را توسط گیرنده‌ها تشخیص دهد و براساس اطلاعات جدید اجزای جداره را سازماندهی کند. بدین‌صورت ضخامت لحظه‌ای و متغیر در پوسته و اجزای ساختمان حاصل می‌شود که عملکرد آن را بهینه می‌کند. کنش‌ها و واکنش‌های شناختی منجر به برطرف شدن خطاهای سیستم در مواجهه با محیط و موجب خودسازماندهی می‌شود؛ در نتیجه ساختمان در طول عمر خود باتجربه‌تر و احتمالاً قوی‌تر خواهد شد.

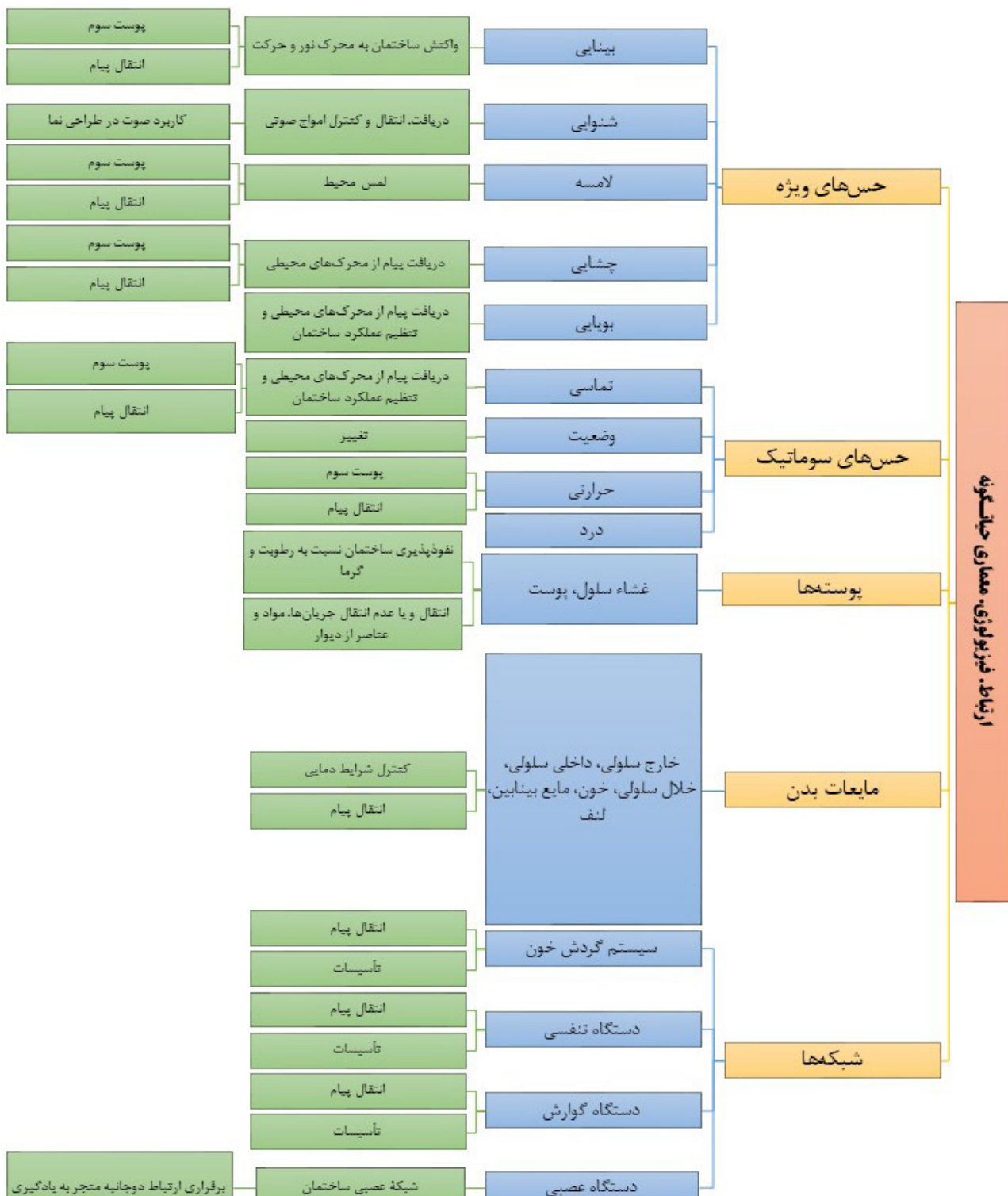
نتیجه‌گیری

با تغییر تاریخ فرهنگی، فهم انسان از بدن و معنای پوست تغییر می‌کند. به نظر می‌رسد که سایبرگ نماینده هویت بدنی قرن ۲۱ به‌عنوان سده زیست‌شناسی و علوم دیجیتال باشد. با شناخت ویژگی‌های بدنی سایبرگ-به‌عنوان بدن معاصر- زمینه برای پاسخ‌دادن به پرسش اصلی پژوهش در خصوص معماری قرن حاضر آماده می‌شود. معماری حیات‌گونه به تأثیرپذیری معماری از عوامل فیزیولوژیک بدن انسان، با تمرکز بر مقوله ارتباط بین بدن انسان و بخش‌های درونی و بیرونی خود می‌پردازد و ضمن دسته‌بندی این موارد، به مصادیق معماری الگوگرفته‌شده از بدن انسان، تحت عنوان نمود معماری، اشاره می‌کند. سرانجام همین روند را در مورد بدن جدید پی می‌گیرد و پیشنهادهایی برای فرامعماری، معماری آینده، ارائه می‌دهد (**تصویر ۵**).

بخشی از ساختارهای ارتباطی بدن انسان به حواس اختصاص یافته است. دقت در جزئیات فیزیولوژیک اعضای مرتبط با حواس از جمله گوش، چشم و بینی، راه را بر ایده‌پردازی و تعمیم نحوه عملکرد آنها به معماری هموار می‌کند. آنچه در خصوص حواس غالب است گیرنده‌ها و فرستنده‌ها هستند که ارتباط بین اعضا و محیط را امکانپذیر می‌سازند. این مهم در ساختمان‌های هوشمند اجرا شده است و همچنان ادامه خواهد داشت. همچنین در این بررسی‌ها مکانیسم‌های ارتباطی گوناگونی قابل تشخیص

جدول ۳. تأثیر گذاری متقابل بدن انسان و بنا. مأخذ: نگارندگان.

ساختار	ویژگی‌ها	نمود بدنی	نمود معماری (حال حاضر)	فرامعماری
بینایی	- تشخیص روشنایی، نور، حرکت	- چشم	- واکنش ساختمان به محرک نوری و حرکت	
شنوایی	- اتصال مکانیکی استخوان‌های سه‌گانه - رفلکس تضعیف	- انتقال ارتعاشات صدا - حفاظت گوش در برابر ارتعاشات بسیار بلند - پوشاندن صداها با فرکانس پایین - کاهش حساسیت فرد نسبت به صدای خود	- انتقال ارتعاشات صوتی و فیزیکی - انتقال ارتعاشات صوتی و فیزیکی - کنترل ارتعاشات - محرک‌های محیطی جهت تمهین شرایط آسایش	- انتقال ارتعاشات صوتی و فیزیکی به مرکز اطلاعات ساختمان
لامسه		- ر.ک حس‌های سوماتیک		
حس‌های ویژه				
حواس شیمیایی	- گیرنده‌های چشایی - پایین بودن آستانه‌ی تلخی - تطابق چشایی	- احساس مزه‌ها - عملکرد حفاظتی در برابر سموم - خو گرفتن به طعم در طول زمان	- امکان دریافت پیام از محرک‌های محیطی برای کنترل شرایط توسط مغز متفکر ساختمان - کنترل واکنش ساختمان به محیط	
بویایی	- مزک بویایی - تطابق بویایی - ماهیت عاطفی بویایی	- واکنش با مولکول‌های هوا و تحریک سلول‌های بویایی - محل وقوع در سیستم اعصاب مرکزی - یادآوری خاطره بر اساس بو	- امکان دریافت پیام از محرک‌های محیطی - کنترل واکنش ساختمان - واکنش عاطفی ساختمان	
حس‌های سوماتیک				
گیرنده‌های مکانیکی	- لمس - فشار - ارتعاش - استاتیک - شتاب حرکت	- تحریک گیرنده‌های تماسی در پوست و بافت - پیام‌های حسی تکرار شونده - ردیابی ارتعاش بافتی و سایر تغییرات سریع در وضعیت مکانیکی بافت‌ها و لایه‌های عمقی پوست	- امکان دریافت پیام از محرک‌های محیطی	
حس‌های سوماتیک	گیرنده‌های حرارتی حس درد	- ردیابی گرما و سرما - محرک‌ها: مکانیکی، حرارتی - محرک‌ها: مکانیکی، حرارتی، شیمیایی		
غشاء سلول	- ساختار نازک، ارتجاعی و انعطاف‌پذیر - نفوذپذیری انتخابی - همواره فعال، نیمه‌تراوا - تنظیم و حفظ ترکیب مولکولی سلول <<<< حفظ هویت سلول - سخت و راکد	- غشای سلولی - مکانیسم انتقالی سلول: انتقال فعال، انتشار - دیوارها یا کپسول‌های سخت	- نفوذپذیری جداره ساختمان - انتقال رطوبت و حرارت از طریق جداره - جداره بنا	
مایعات بدن (عامل انتقال مواد)	- به صورت مایع و ژل در بدن وجود دارد	- محیط انتقال مواد - رساندن مواد و اکسیژن به سلول‌ها - انتقال مواد داخل سلول به خونه	- انتقال پیام - کنترل شرایط دمایی بنا با تکیه بر مایعات تعبیه شده در مصالح	
شبکه‌ها		- شبکه رگ‌ها، دستگاه گردش خون - شبکه عصبی - دستگاه تنفسی - دستگاه گوارش	- تأسیسات - شبکه عصبی ساختمان - ساختمان هوشمند - تأسیسات - تأسیسات	



تصویر ۵. ارتباط، فیزیولوژی، معماری حیات‌گونه. مأخذ: نگارندگان.

آینده/یران. دانشگاه تربیت مدرس.

- Al-Ameen, R. (2015). *SoftSkin, Anticipating Change for the Future Architectural Envelope* [Master thesis, Toronto Metropolitan University]. Toronto Metropolitan University. https://rshare.library.torontomu.ca/articles/thesis/Softskin_anticipating_change_for_the_future_architectural_envelope/14660835?file=28143303

- ۳۹. Scott Murray
- ۴۰. Multi-materiality
- ۴۱. deep neural network (DNN)

فهرست منابع

- مهدوی‌نژاد، محمدجواد. (۱۳۹۸). معماری سرآمده؛ دست‌زبان معماری

- Best, C., & Taylor, N. B. (1988). *Physiological basis of medical practice* (F. Motamedi & F. Shadan, Trans.). Academic Development of the Shahid Beheshti University. (Original work published 1937)
- Clark, A. (2003). *Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence*. Oxford University Press.
- Cruz, M. (2002). *The inhabitable flesh of architecture*. Ashgate Publishing Limited.
- Dennett, D. (2017). *From bacteria to Bach and back: The evolution of minds*. Penguin Books.
- Guyton, A., & Hall, J. E. (2018). *Textbook of medical physiology* (B. Khakpour, Trans.). Arjmand. (Original work published 1956)
- Hale, J. A. (2017). *Merleau-Ponty for architects* (G. Salehi Karimi, Trans.). Fekre-no.
- Haraway, B. V. D. (2005). *A Cyborg Manifesto* (A. Ghazaei, Trans.). Golazin. (Original work published 1985)
- Mallgrave, H. F. (2016). *The architect's brain: Neuroscience, creativity, and architecture* (K. Mardomi & S. Ebrahimi, Trans.). Honar-e Me'mari-ye Gharn [The Art of Architecture in the Century].
- Tegmark, M. (2019). *Life 3.0, Being human in the age of artificial intelligence* (M. Mohammadamini, Trans.). Nashre Now.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله:

جعفرحاجی، مرجان؛ کلاچی، محمود و حقیر، سعید. (۱۴۰۴). بررسی تأثیرگذاری متقابل معماری و هویت‌بدنی انسان، با تکیه بر سایبرگ. *باغ نظر*، ۲۲(۱۴۴)، ۶۱-۷۲.

DOI: 10.22034/BAGH.2025.344104.5197

URL: https://www.bagh-sj.com/article_220274.html?lang=en

