فرهنگ و زیست فناوری معماری

نشریه علمی فرهنگ و زیست‌فناوری معماری

پاییز ۱۴۰۰، سال ۱، پیاپی ۲

تبیین اصول طراحی زایا با رویکرد دیجیتال‌سازی ساختار کروموزمی در معماری

زمان دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۵/۱۶ زمان پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۸/۷

زهرا گنجعلی‌بنجار[1]- کارشناسی ارشد معماری، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

دکتر احسان لرافشار- استادیار، دانشکده معماری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

چکیده

این مقاله، تغییرات طراحی و تکنولوژی برای ساختمان‌های بلند با رویکرد دیجیتال‌سازی را شرح داده است. در این مقاله، نمونه‌هایی از نوآوری‌های تکنولوژیکی در طراحی ساختمان‌های بلند با رویکرد الگوبرداری از طبیعت را مرور می‌کند، و تعامل بین شکل معماری و ابزارهای طراحی را نشان می‌دهد. همچنین رویکردهای فعلی را در ایجاد فرم معماری و راه‌حل‌های ممکن طراحی، ردیابی می‌کند. این یک مشکل چند رشته‌ای و یک تحقیق یکپارچه است که شامل ابعاد مهندسی، معماری، تکنولوژی ساخت‌وساز مدرن و ابزارهای طراحی دیجیتال است. این مطالعه ارتباط روشن طراحی مولد را نشان می‌دهد که توسط نوآوری‌های تکنولوژیکی برای مشکلات طراحی در تمرین طراحی ساختمان‌های بلند تشویق شده‌است، علاوه بر نتایج تاثیر متفاوت آن توسط ابزارهای طراحی کامپیوتری و ساخت‌وساز با استفاده از تکنولوژی CAD CAM که رویکرد بایونیکی از ساختار کروموزومی دارند.

واژگان کلیدی: طرح زاینده، کروموزوم، ابزار طراحی کامپیوتری.

[1] نویسنده مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۰۹۱۲۰۴۹۹۵۷۸

۱. مقدمه و بیان مساله

شهرها همانند موجودات زنده همواره از لحاظ کالبدی متحول و از لحاظ ساخت پیچیده‌تر می‌شوند. به‌دنبال این تحول و پیچیدگی، شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آن‌ها نیز به تدریج دگرگون می‌شود (حسین‌زاده دلیر و همکار، ۱۳۸۵، ص ۲۱۴). این تحولات در بسیاری از کشورها به‌ویژه جهان سوم یا توسعه نیافته، با رشد شتابان شهرها به همراه ناهمگونی‌هایی که موجب ناپایداری در آن‌ها شده، مشخص گردیده است، ازجمله این ناپایداری‌ها، نابرابری در شرایط سکونت است (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۳، ص ۱۵۵) و (خراسانی زاده و دیگران، ۱۳۹۹). طی سالیان اخیر این پدیده به‌عنوان راه‌حلی برای حل مشکل مسکن و کنترل رشد افقی شهرها مطرح و مورد استقبال قرارگرفت. با گذشت زمان این پدیده تبدیل به‌یک واقعه مشکل‌آفرین و بحث‌انگیز تبدیل شد، به‌طوری‌که مشکلات و نارسایی‌های مختلفی را به‌خصوص به لحاظ فرهنگی و اجتماعی برای شهرها به ارمغان آورد (زیاری، کرامت‌اله و دیگران، ۱۳۹۹) که این خود به دلیل پیچیدگی‌های ساختمان‌های بلندمرتبه به لحاظ مشائل شهری و شهرسازی هستند و توجه به جنبه‌های زیبایی‌شناسی و عملکرد در کنار مسائل اجتماعی، فرهنگی و روانی از ضروریات است (بمانیان، ۱۳۷۶). از سویی دیگر، فرم‌یابی از اساسی‌ترین جنبه‌های آموزش و تمرین معماری است. هرچند ابزارهای جدید محاسباتی، تولیدِ فرم‌های غیرقابل پیش‌بینی را امکان‌پذیرتر کرده‌اند (صدیقی و دیگران، ۱۳۹۹)، اما از نظر منتقدین، این امر منجر به قطع ارتباط بین فرم معماری و محتوای آن می‌شود. طراحی زایا یا طراحی مولد یک فرایند یافتن فرم است که می‌تواند با اهدافی شروع شده و سپس تعداد بی‌شماری از راه‌حل‌ها را برای یافتن بهترین گزینه به منظور حل مسئله‌ی طراحی ارائه دهد. همچنین سیاست-های شهرنشینی در ایران نیز با انگیزه صرفه‌جویی در مصرف زمینِ گران قیمت مراکز شهرهای بزرگ، به بلندمرتبه‌سازی روی‌آورد و به راهکاری جهت پاسخ‌گویی به نیاز روز افزون جمعیت جوان کشور به مسکن تبدیل شد (Farhodi, 2009, 79). قرن بیستم شاهد تحولات بی‌سابقه‌ای در زمینه‌های گوناگون علمی، فنی، سیاسی، اجتماعی و اقتصادی- فرهنگی بوده است (Bahreini, 2011, 55). با افزایش جمعیت، تشکیل شهرها و کلان شهرها، مسکن نیز حکم کالایی خاص را یافت و دارای ابعاد گوناگون و تاثیرگذار بر دیگر شاخص‌های اقتصادی شد. حق برخورداری از مسکن مناسب به‌طور رسمی در اعلامیه حقوق بشر سازمان ملل متحد مطرح گردید (Karimi, 2018, 34). دراین‌خصوص توجه به مکانیابی و استقرار، برنامه‌ریزی و طراحی بر اساس اصول و ضوابط، هماهنگی با همجواری‌ها و بافت پیرامون، ایجاد فضای شهری در پیرامون با محیط فعال و فراهم آوردن منظر و چشم‌انداز مطلوب ازجمله موارد قابل توجه درساختمان‌های بلندمرتبه به لحاظ کیفیت سیما و منظر شهری است (Azizi and motevaseli, 2009). ساختمان‌های بلند بر روی کیفیت محیطی و هم‌چنین ظاهر شهر تاثیر اساسی دارند. شواهدی قوی وجود دارد، دال بر این‌که

مباحث زیبایی‌شناسی مهم‌ترین موضوع ارزیابی‌کنندگان کیفیت‌های محیطی برای ساکنین شهری است (Cuthbert, 2006). طراحی و ساخت ساختمان‌های بلند تحت‌تاثیر نوآوری در تکنولوژی و مصالح ساختمانی جدید قرار گرفته‌است. با این حال، سبک‌های معماری مختلف ساختمان‌های بلند که درحال حاضر در عملکرد طراحی فعلی دیده می‌شوند، تحت‌تاثیر ظهور صنعت فن‌آوری اطلاعات و ابزارهای کامپیوتری نیز قرار گرفته‌اند. اخیراً، توسعه اشکال ساختمان‌های بلند به سمت به اصطلاح رویکرد بایونیکی برای ترویج تغییرات طراحی و فن‌آوری‌های پایدار منتج از طبیعت بوده‌است. این امر منجر به فرصت تحقیق شده‌است که بر ادغام فن‌آوری جدید از رشته‌های مختلف برای استفاده در طراحی معماری تاکید می‌کند.

۲. روش‌شناسی و پیشینه تحقیق

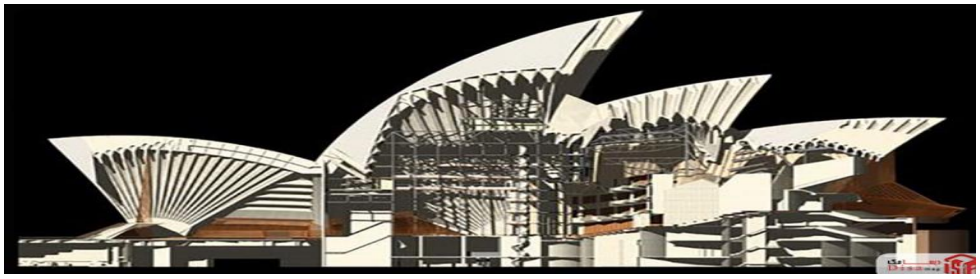
روش تحقیق «توصیفی- تحلیلی» و برای کمک به حل مساله طراحی ساختماهای بلند بایونیکی براساس فرم کروموزومی است. محاسبات نمادین، اساس کار در ریاضیات محسوب می‌شود و بسیاری از قضیه‌ها و مسئله‌های این حوزه توسط نمادها و انجام عملیاتی نظیر مشتق و انتگرال روی آن‌ها اثبات یا حل می‌شوند. روش‌های حل عددی نیز بخصوص در زمانی که حل‌های صریح یا نمادین وجود ندارند به کار می‌آیند ولی کمتر از آن‌ها برای اثبات قضیه‌ها استفاده می‌شود. این تحقیق باید به ارائه یک بررسی جامع از ابزارهای طراحی دیجیتال تولیدی، فرآیند طراحی و تاثیر آن بر شکل معماری ساختمان‌های بلند بپردازد. همچنین انتظار می‌رود که این امر به درک تغییرات طراحی توسط طرح‌های تحقیقاتی تولید فرم فعلی در طراحی ساختمان بلند کمک کند. هدف، فراتررفتن از روش‌های سنتی تولید اشکال مختلف است که توسط روش‌های رسمی هدایت می‌شوند. ملاحظات طراحی عملکردی برای در نظر گرفتن طراحی زاینده به عنوان بخشی از اصول طراحی راهنما که بر فرآیند اکتشاف فرم تاثیر می‌گذارد و به تحقق ایده مفهومی معماری کمک می‌کند، در نظر گرفته می شوند.

۳. ادبیات تحقیق

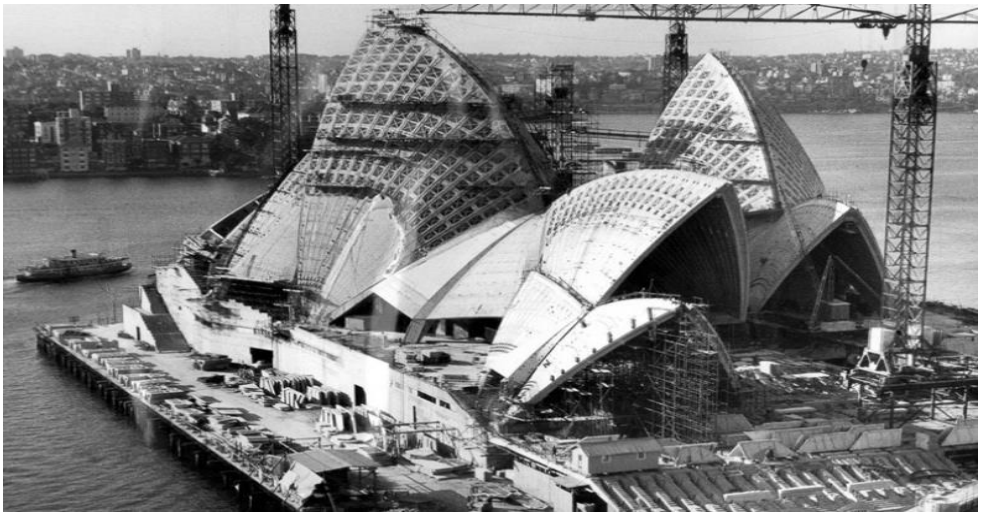
۳-۱ معماری دیجیتال

«معماری دیجیتال» به فرایند محاسباتی از تولید فرم و تغییر شکل تبدیل و معماری‌های دیجیتال متعددی بر مبنای مفاهیم محاسباتی پایه شناخته شده است از آن جمله‌اند معماری توپولوژیکی، معماری سطوح همسان، معماری سینماتیک و دینامیک، معماری پارامتریک و معماری تکاملی (الگوریتم‌های ژنتیکی) (Coss, & Moore, 2002). با امکانات دیجیتالی به راحتی فرم‌های جدید از مصالح بیرون می آید و متخصصان با استفاده از الگوریتم، روابط بین مصالح و روش‌ها را بررسی می‌کنند. الگو و نمونه مصالح ارائه شده دارای تغییر در عمق سه بعدی، بافت و طرح می‌باشد که از طریق توزیع پشت سرهم و سریالی، تکرار منطقی فضایی و متراکم شدن از فرم‌های متعدد در عین

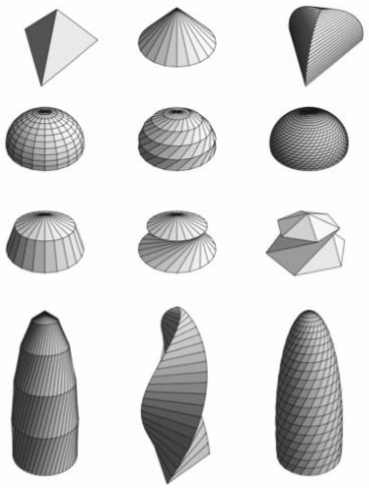
حال با مصالح مجزا سازمان‌دهی شده است. علاوه بر این طراحی دیجیتالی نوین باعث ممکن شدن روش‌های تولید کارخانه ای برای خلق فرم‌ها از مصالح بیش از حد تصور ما با ترکیباتی از پیش تعیین شده است. ویژگی مشترک این مصالح غیرهمشکلی و درعین‌حال پیوستگی و امتدادهای متفاوت در مقاطع و بیان بدون سازماندهی یک هویت قابل شناسایی بزرگ‌تر است (Coyle, 2001). یک فرایند تولید را وقتی می‌توان دیجیتال نامید که در آن از تکنیک‌هایی استفاده شود که بین مدل رایانه‌ای و دیجیتال ساخته شده از محصول و فرایند از یک‌سو و مراحل تولید آن از سوی دیگر رابطه‌ای خودکار (به معنای دخالت نداشتن انسان)، وجود داشته باشد. فرایند تولید در معماری می‌تواند طیف گسترده‌ای از فعالیت‌ها را دربرگیرد. این طیف می‌تواند از تولید جزیی‌ترین قطعات در یک ساختمان تا سوار کردن اجزای اصلی آن برای دست‌یابی به فرم نهایی را شامل شود (Cubillos, Reyes, 2003). ممکن است در مواردی یک فرایند به‌طور کامل دیجیتال نباشد و بخشی از آن توسط انسان و بخشی دیگر به‌وسیله رایانه انجام شود. به‌عبارت دیگر، در یک فرایند طراحی و تولید دیجیتال، انسان به‌منظور کنترل و نظارت بر فرایند طراحی و تولید و حتی در برخی موارد، هدایت آن حضور داشته باشد. هم‌چنین، برای آن که یک فرایند دیجیتال معنا پیدا کند، انجام آن باید توجیه مناسب داشته باشد (گلابچی، ۱۳۹۱). به‌تدریج از دهه ۱۹۶۰ به بعد با ورود بیش‌تر امکانات و فناوری‌ها، طراحی معماری نیز دست‌خوش تغییراتی شد و فرم‌ها به سمت احجام و سطوح آزاد پیش رفتند و بسیاری از محدودیت‌های قبلی از پیش‌رو برداشته شد. طراحی و اجرای چنین پروژه‌هایی، تنها از طریق ابزارهای رایانه‌ای و دیجیتال امکان‌پذیر می‌شد. از نخستین طرح‌هایی که با استفاده از معماری دیجیتال اجرا شده است می‌توان به طرح خانه اپرای سیدنی در ۱۹۷۳ (یورن اتزون) اشاره کرد. پروژه خانه اپرای سیدنی و روش معماری ساخت آن توسط شرکت آروپ ارایه شد. مدل‌سازی دیجیتال، امکان تحلیل آسان‌تر این سازه پیچیده (در حد پرداختن به جزییات قطعاتی که بعدها قرار بود به یکدیگر متصل شوند) را فراهم کرد. تمامی اجزای بنا، اعم از قطعات پوشش-دهنده سطوح شیاردار پوسته‌ها، سامانه سازه فولادی، قطعات شیشه‌ای و قطعات پیش‌ساخته سقف با جزئیات کامل مدل‌سازی شدند.



تصویر ۱. مدل سقف اپرای سیدنی؛ ماخذ: www.pinterest.com



تصویر ۲. مراحل ساخت اپرای سیدنی؛ ماخذ: www.pinterest.com



تصویر ۳. پوشش شیشه‌ای شرکت آر.ای استفاده از شیوه تکرار دورانی؛ مأخذ: www.pinterest.com

همانطور که ابزارهای دیجیتال و رفتارهای مبتنی بر این ابزارها، هر روز بیشتر از گذشته در زندگی انسان‌ها ایفای نقش می‌کنند، معماری دیجیتال نیز در عرصه تخصصی خود گسترش می‌یابد و طراحان و متخصصین بیشتری را به سوی خود جلب می‌کند. ابزارها و سیستم‌های دیجیتال مرتبط با تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات، به اجزایی جدایی ناپذیر از زندگی ما بدل می شوند و عملکردهای متنوع آن را متاثر می‌سازند (Cutting. & Garvin, 1987). «طراحی دیجیتال» عبارت است از تهیه طرحی معماری با استفاده از برنامه‌های کامپیوتر. معماران می‌توانند در زمان حقیقی واقعیت‌هایی را به صورت مجازی عیناً تجسم بخشیده و ترسیم نمایند (گلابچی، ۱۳۹۱). معماری دیجیتال فرآیند طراحی و تولید با کامپیوتر است که امکان طراحی در فضای مجازی قبل از خلق واقعیت و نیز تولید با بهره‌گیری از تجسم ذهنی و شبیه‌سازی آن را شامل می‌شود (نظری، ۱۳۹۳). با توجه به تجربه‌ها و مطالعات صورت‌گرفته در معماری معاصر، می‌توان ارتباط معماری و دیجیتال را در چهار عرصه

مختلف شناسایی کرد. تقسیم‌بندی و مطالعه معماری دیجیتال کمک می‌کند تا از هرکدام از آن‌ها شناخت دقیق‌تری پیدا کنیم. این عرصه‌ها عبارتند از:

۱. ابزار و فناوری؛
۲. فرآیند و روش‌شناسی؛
۳. سبک و زیبایی‌شناسی؛
۴. تئوری و پدیدارشناسی.

تمام عرصه‌های فوق به یک اندازه در شکل‌گیری معماری دیجیتال واجد اهمیت‌اند و از همین روی دارای پتانسیل فعالیت‌های پژوهشی بوده و مسائل، سوالات و پیچیدگی‌های متنوعی را برای جست-وجو مطرح می‌سازند. مهمترین لایه‌های مورد توجه طراحان دیجیتال عبارتند از: ۱. الگوریتم و کد؛[۱] ۲. ساخت دیجیتال[۲]؛ ۳. خواص و رفتار مواد[۳]، ۴. الگوسازی؛[۴] ۵. انطباق‌پذیری.[۵]

نشـــریـه علمی فرهنـگ و زیست فناوری معماری، سال ۱، شماره ۲

نمودار ۱. روش‌شناسی فرآیندهای معماری دیجیتال؛ مأخذ: یافته‌های تحقیق.

[۱] Coding and Algoritm
[۲] Fabricating Digitally
[۳] Materializing and Material behavior
[۴] Patterning and Pattern generaion
[۵] Adopting and Responsiveness

در طول تاریخ بشر، ابزارهای ساخت به تدریج تکامل یافته‌اند تا بتوانند هزینه و دخالت انسان در ساخت را کاهش دهند و امکان ساخت طرح‌ها و ایده‌های نوین و پیچیده‌تری را فراهم سازند. براین اساس، ابزار ساخت را می‌توان به سه گروه اصلی تقسیم کرد: ۱. ابزارهای دستی مانند اره؛ ۲. ماشین‌آلات متعارف که در آن به جای هدایت یک ابزار دستی، کاربر مواد و مصالح را از طریق دستگاه هدایت می‌کند: مانند انواع مختلف اره، پرس مته، ماشین آلات فرز و غیره؛ ۳. روش ساخت دیجیتال که در آن نقشه‌ها به طور مستقیم به یک ابزار کنترلی رایانه‌ای منتقل شده و در لحظه ای که دستگاه شروع به کار می‌کند کاربر، دیگر کنترلی بر روی چگونگی کار دستگاه ندارد. فرایندهای سی‌ان‌سی اصطلاحاً بر اساس روش‌های ساخت کاستنی عمل می‌کنند که درآن محصول از طریق حذف مصالح در قسمت‌هایی از بلوک، میله یا ورق اولیه ایجاد شده است (Dutton, 2003). «ساخت دیجیتال»[1] به فرآیندی گفته می‌شود که در آن از دستگاه‌ها و ماشین‌های دیجیتال برای تولید قطعات و اجزا مورد نیاز یک پروژه استفاده شود. در این فرآیند، از انواع کدهای دیجیتالی توسط فرآیند طراحی فراهم شده، استفاده می‌شود. در واقع به پروسه به‌کارگیری ماشین‌ها در ساخت اشیا که توسط رایانه کنترل می‌شوند، اطلاق می‌شود (Jacobs,2013). طراحی‌های انجام شده به وسیله رایانه‌ها تنها به نمایش صرف روی آن‌ها روی نمایشگر خلاصه نمی‌شوند. تکنیک‌های ساخت و ساز دیجیتال این امکان را فراهم آورده‌اند که ساختارهای دیجیتال طراحی شده بتوانند به نمونه‌های فیزیکی تبدیل شوند؛ این امر، امکان ساخت فرم‌هایی را فراهم می‌آورد که ساخت آن‌ها با دیگر روش‌های متداول میسر نیست (ایزدی و همکاران، ۱۳۹۳).

۳-۲ اصول فرم طبیعی

طبیعت از فرم‌های مختلف و روش‌های طراحی برای اطمینان از حداکثرسازی عملکرد و تحرک ساختاری در ساخت استفاده می‌کند، درحالی‌که به حداقل رساندن مواد مورد نیاز است:

۱. **حداکثر کردن استحکام ساختاری** – طبیعت در مقادیر نسبتاً کوچکی از مواد در مقایسه با سازه‌های انسان استفاده می‌کند. با این وجود، از طریق محاسبه‌های منحصر به‌فرد این مواد طبیعی ساده می‌توان ساختارهایی را ایجاد کرد که ساختار ساخته شده از ساختار انسان را بهتر کنند (گلابچی، ۱۳۹۵، ص ۱۲۲).
۲. **حداکثر حجم محصور** – برای حفظ موجودات گرم بایستی تعادل کارایی بین سطح و حجم داخلی خود را حفظ کنید. از طریق استفاده از اشکال منحنی، می‌تواند حجم داخلی یک موجود را به حداقل برساند و سطح آن را به حداکثر برساند.

[1] Digital Fabrication

۳. **ایجاد ارتباطات قدرت‌مندی با وزن بالا** – از آنجا که رقابت برای منابع مادی در یک اکوسیستم وجود دارد، موجودات طبیعی باید از روش‌های منحصر به فردی استفاده کنند که منجر به وارد کردن مواد و هزینه انرژی می شود، درحالی‌که به حداکثر رساندن نیروی بعدی به‌دست می‌آید. استخوان‌ها در یک ارگانیزم را به طور جداگانه تغییر می‌دهند تا مواد ذخیره شده را که در آن بیشترین نیاز را دارند، قرار دهند. علاوه بر این، اتصال متقابل الیاف در استخوان بدون افزایش وزن باعث افزایش قدرت می‌شود.

۴. **استفاده از تنش و کرنش** – به عنوان پایه ای برای اثربخشی ساختاری – شکل‌های طبیعی از نرخ‌های مختلف رشد آن‌ها حاصل می‌شوند و این شکل های سه بعدی وابسته به نرخ نامنظم رشد در سراسر جانداران هستند. محیط خارجی بر روی شیء در حال توسعه تأثیر می‌گذارد و شکل حاصل از آن در محیط‌زیست و محدودیت خواص ساختاری مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵. **ادغام بازده آیرودینامیکی با شکل ساختاری** – بسیاری از جانداران متحرک هستند و به‌همین‌ترتیب تحت قوانین آیرودینامیک و یا هیدرودینامیک قرار می گیرند. به طور مؤثر در محیط زیست، شکل جانداران اغلب برای حداکثر کارایی و هزینه انرژی برای حرکت و یا مقاومت در برابر فشارهای محیطی مانند باد طراحی می‌شود. به طور مشابه، یک دیوار منحنی به راحتی می تواند بار را تخلیه کند و همچنین به مواد کمتری برای انجام این کار نیاز است.

۳-۳ فرم‌های سازه‌های طبیعی مولد

دنیای طبیعی حاوی مجموعه گسترده‌ای از موجودات است که از اشکال مختلف تشکیل شده است. با این حال، انواع شکل‌های پیچیده را می‌توان به عنوان مجموعه‌ای از اشکال و سازه با هر جاندار در ابعاد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (گلابچی، ۱۳۹۵، ص ۱۳۱–۸۶). فرم‌هایی که سازه‌های طبیعت را تشکیل می‌دهند عبارتند از:

۱. **پوسته‌های منحنی** – جمجمه، تخم مرغ، کیک اسکلتی (سقف گنبدی)؛

۲. **ستون‌ها** – تنه‌های درخت، استخوان های بلند، اندوسکلئوتون (پست ها)؛

۳. **سنگ‌های تعبیه شده در ماتریس** – لوله‌های مارپیچ (بتن)؛

۴. **ساختارهای موجدار** – پوسته دالبر شکل، گیاهان کاکتوس، سختی بدون جرم (درها، جعبه‌های بسته بندی، هواپیما، سقف)؛

۵. **اسپیرال** – خورشید، پوسته، شاخ گوسفند وحشی، پنجه پرنده قناری (سقف گنبد)؛

۶. **فرم‌های پابلوئیک** – کندرو (سازه‌های پنوماتیک).

فرم سازه‌ای که از موجودات ساخته شده‌اند: بسیاری از موجودات پناهگاه خود را از مواد طبیعی موجود در زیستگاه خود ساخته‌اند. مانند عنکبوت، که از مواد یافت شده یا تولید داخلی، تولید می‌شود، انواع اشکال ساختاری سازمانی نیز می‌تواند به مجموعه‌ای از اشکال و اصول تکرار شده طبقه بندی شود:

۱. **اشکال ساختاری ترکیبی** – برج‌های ترمینیت، سارا سوری؛
۲. **فرم‌های پابلوئیک** – لانه عنکبوت؛
۳. **شکل نیمکره / تپه** – سده بیبر، لانه مورچه؛
۴. **ساختارهای تنش / غشاء** – برش لانه مورچه، لانه مورچه، کرم ابریشم، تار عنکبوت؛
۵. **نیمکره / کره** – زنبور عسل پاتر، لانه آویزان، لانه خاردار کاکتوس، لانه اسپیتتلبوگ؛
۶. **شکل تخم مرغ / زنگ** – قورباغه قهوه‌ای افریقایی، زنبور عسل و لانه زنبور عسل، لانه مرغ جولا؛
۷. **شکل‌های لوله / سیلندر** – لانه پرستو سریع، کرم کیسه‌ای، کوسه شفاف، کوسه مارپیچ، لانه میگو آب شور (گلابچی، ۱۳۹۵، صص ۶۰-۵۷)

۳-۴ معماری زاینده

معماری عمومی یا «زاینده»، به عملی اشاره دارد که در آن اختراع اجزا با مقداری استقلال و مقداری کنترل طراحی در حرکت است. با این حال، ساختمان‌ها هنوز هم توسط جزئیات روش‌های خوب مانند محدودیت‌هایی در استفاده از مواد، مقاومت نسبت به آب و هوا، تحمل ساخت‌وساز، و توالی ساخت‌وساز امکان پذیر کنترل می‌شوند. معماری کلاسیک، اغلب تاثیر ساختاری بسیار واضحی بر تولید شکل و فرم در طراحی ساختمان ها، نشان می‌دهد. این نشان می‌دهد که فرآیند تولید فرم به شدت به محدودیت‌های خاص این زمینه، وابسته است. شکل سازی، از اساسی ترین پرسش ها در آموزش و حرفه معماری می‌باشد (Duchaine, Cosmides, & Tooby, 2001). تولیدات معماری اغلب با بحث‌هایی درباره درستی روش طراحی آن‌ها، بررسی رابطه میان فرم و عملکرد، زیبایی‌شناسی و سیستم‌های ساخت‌وساز، فضا و ساختار، نیاز کاربر و هزینه های ساخت و ساز به هر شکل ممکن، همراه است. در سال‌های اخیر ابزار کامپیوتری، تکنیک‌های خلاقانه‌ای برای فرم‌یابی معرفی کرده‌اند که طراحی و تولیدات معماری را منقلب کرده است. این تکنیک‌ها اغلب با عناوینی همچون «طراحی زایا»، «طراحی پارامتری» یا «طراحی الگوریتمی» تعریف می‌شوند. این تکنیک‌ها در موافقت با پیچیدگی هایی که به واسطه کامپیوتر ایجاد می‌شوند، روابط قابل پیش‌بینی میان فرم و بیان را نقض می‌کنند تا مسیرهای طراحی جدیدی به معماران ارائه دهند که در نتیجه آن، امکان توسعه توپولوژی‌های به وجود می‌آید. آن‌ها تمرکز را از فرم‌سازی به فرم یابی منتقل کرده‌اند. منتقدان

این رویکردهای طراحی ادعا می‌کنند که این روش‌ها، خروجی معماری را از فضا و کاربران آن جدا کرده و منجر به کاهش کیفیت فضایی و یکپارچگی ساختمان در محیط شهری می‌شود. علاوه بر این، برخی معتقدند که رویکردی کاملاً کامپیوتری منجر به قطع ارتباط با مدلسازی فیزیکی و تکنیک‌های طراحی که اساس اموزش معماری است، می‌شود و در نهایت باعث بی کیفیتی مصالح، اثرات و خواص می‌شود.

۳-۴ روش‌های گرافیکی معماری زایا

روش‌های گرافیکی دو بعدی از زمان‌های قدیم برای یافتن شکل مناسب و ملاحظات ساختاری به طور همزمان استفاده می‌شدند. اگرچه از نظر مفهومی بسیار ساده است، اما رویکردهای گرافیکی برای یافتن نتیجه سیستم‌های تولید نیرو به عنوان کمک تحلیل ساختاری بسیار قدرتمند هستند. تکنیک‌های گرافیکی به طور گسترده توسط محققان اولیه در تلاش برای درک عملکرد سازه‌های پیچیده مورد استفاده قرار گرفتند (Dayhoff, 1990). در دوران مدرن، پیشنهاد لوئیس کاهنز و آن تینگز برای یک ساختمان اداری جدید در تالار شهر فیلادلفیا پروژه‌ای است که به آن معماری مولد گفته می‌شود. ساختمان پیشنهادی به عنوان محصول یک جستجوی ثابت برای نظم و ساختار توصیف می‌شود که در آن ساختار، طرز بیانی موجود می باشد که برای کشف اتصالات و رشد در مقیاس شگفت انگیزی استفاده می‌شود.

۳-۵ اوریگامی و اشکال معماری زایا

انواع اشکال، اغلب با ایده‌ها و منطق‌های بسیار ساده به دست می‌آیند، که می‌تواند در هنر طراحی کاغذ دیده شود. با این حال، فرآیند طراحی نباید مبهم باشد، زیرا این نتیجه تکامل طبیعی قابلیت‌های طراحی برای عملکرد با فرم، از پیکربندی‌های ساده به پیکربندی‌های پیچیده‌تر است. ماهیت تاخوردگی کاغذ (ساخت فرم با کاغذ)، یک انحنای آسان برای مدل ایجاد می‌کند. یک ساختار سه‌بعدی سخت را می توان با تنگ کردن و یا شل کردن لبه‌ها تولید کرد، کاغذ را به گوشه‌های مخالف کشید تا یک پیچش ایجاد کند، و سپس در هر دو انتها محکم شود. تلاش‌هایی برای گرفتن انگیزه‌های طراحی از طبیعت و اعمال آن‌ها در طراحی معماری، صورت‌گرفته است. ساختارها در طبیعت درس‌های خوبی برای مطالعه انسان هستند. تمامیت اشکال طبیعی نشان می‌دهد که شکل و نیروها همیشه در حالت تعادل هستند. در بسیاری از اشکال طبیعی، تشخیص کیفیت تعادل ممکن است دشوار باشد. خانم ماریا آندرس در مورد DNA معماری، سخن گفته و آن‌ها را به عناصر ساختاری تعبیر کرد تا اشکال معماری منحصر به فردی را ایجاد کند (Dayhoff, 1990).

۳-۶ نوآوری در ابزارهای طراحی

«انتقال تکنولوژی» به فرآیندی اشاره دارد که در آن تکنیک‌ها و مواد توسعه‌یافته در یک زمینه خلاق، صنعت یا فرهنگ برای خدمت، به دیگری تطبیق داده می‌شوند. اهمیت تاثیر کامپیوتر و فن‌آوری

اطلاعات، به تغییر روش طراحی معماری با افزایش پیچیدگی و افزایش تخیل ما در مورد ساختمان-های بلند ادامه می‌دهد. «متمتیکا» یک برنامه نرم‌افزاری محاسباتی است که در زمینه‌های علمی، مهندسی و ریاضیات و سایر زمینه‌های محاسبات فنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مدل در ابتدا توسط استفان ولفرام ساخته شد و توسط تحقیقات وی، توسعه یافت. این نرم‌افزار قادر به پردازش تعدادی از محاسبات مهم ریاضیاتی شامل داده‌های دوبعدی و سه‌بعدی و تجسم عملکرد، تبدیل انتگرال پیوسته و گسسته است که می‌تواند به طور مفیدی در مطالعات هندسی معماری به کار رود. توسعه روش‌ها و مهارت‌های سازنده بدون شک با برنامه‌های CAD مرتبط است. با این حال، این یک برنامه ایده‌آل برای اتصال محتوای موضوعات هندسی و ریاضیات است. متمتیکا برنامه‌ای است که به عنوان ماشین‌حساب عددی و نمادین، زبان کامپیوتر، سیستمی برای تجسم توابع و داده‌ها، سکویی برای طراحی بسته‌ها برای کاربردهای خاص و ایجاد اسناد تعاملی با متن، انیمیشن‌ها و صدا و غیره استفاده می‌شود (Dayhoff, 1990). ابزارهای مدل‌سازی مولد مبتنی بر محاسبات دیجیتال مانند رینو، پروژه دیجیتال و اجزای کلی برای دستکاری توده‌های ساختمان پیچیده، نما، بام‌ها و دیگر قسمت‌های خارجی توسعه داده شده‌اند. به طراحان کمک می‌کند تا به راحتی اشکال پیچیده را در مدل‌های سه‌بعدی در تمام سطوح آشنایی با مدل‌سازی دیجیتال تولید کنند. همچنین به طراحان کمک می‌کند تا به طور موثری، تغییرات طراحی را با عملیات دستی بسیار جزئی کشف کنند و مکانیزم‌هایی را برای ذخیره و جمع‌آوری دانش طراحی در فرمت های دیجیتال فراهم می‌کند (بلدگسیم، ۲۰۰۸). همچنین معماران نرم‌افزار را به کار گرفته‌اند که برای صنعت هوافضا توسعه‌یافته تا ساختمان‌های خود را طراحی کنند. در حالی که فرانک گری طراحی مولد را تولید می‌کرد، متوجه شد که روش سنتی عمل مبتنی بر مستندسازی و سیستم تحویل برای بدست آوردن طرح‌های نوآورانه اش مناسب نیست. گری با استفاده از تکنولوژی‌های هوافضای سه‌بعدی پیشرفته، تیمی از تکنولوژیست ها و افراد حرفه‌ای ایجاد کرد که روش‌های جدید تفکر در مورد معماری و ساختمان را آغاز کردند. با استفاده از زبان برنامه‌نویسی LISP خودکار، یک سری از تغییرات طراحی به صورت پارامتری برای اشکال ساختمان بلند براساس اشکال هندسی و مختلف ایجاد شدند. آقای شوژن چن از مدلهای جاسازی شده به عنوان یک روش جایگزین و توسعه سیستم دیجیتال استفاده می کند که هم می تواند اشکال پیچیده و هم معماران قابل کارایی را اداره کند تا در مراحل اولیه طراحی کارآمدتر عمل کنند. هدف پشت این سیستم، منع کردن معماران از انجام کار تکراری مورد نیاز سیستم‌های CAD مرسوم و همچنین اجازه دادن به آن‌ها برای به کارگیری تخصص قبلی و اجزای تایید شده شان در طراحی آسمان‌خراش‌های جدید است (Dayhoff, 1990).

۴. بیان یافته‌های تحقیق

به دلیل پیشرفت در مهندسی سازه و ساخت دیوارهای نوین، امروزه معماران اساساً می‌توانند تا جایی که دوست دارند، در طراحی هایشان ابتکار به خرج دهند. تمایل به ساخت آسمان‌خراش‌های بلند و فوق بلندتر دیگر نگرانی عمده‌ای برای بسیاری از طراحان آسمان‌خراش‌ها نیست. روندهای اخیر همچنین به دنبال راه حل های غیر متعامد توده‌های ساختمانی و اشکال برای بهبود عملکرد سازه های ساختمانی است؛ به عنوان مثال با به حداقل رساندن نسبت سطح خارجی ساختمان به کف ساختمان، به منظور کاهش مصرف مواد / هزینه / مصرف انرژی، یا با بهینه‌سازی جریان باد به منظور کاهش خسارات ناشی از باد و یا فعال کردن ژنراتورهای بادی. پیچیدگی هندسی افزایش انواع طرح های ساخت در حال افزایش است، و با دلالت بر پیچیدگی مادیت نما و روسازه های آن‌ها، امری مهم می باشد.

نشـــریـه علمی فرهنگ و زیست فناوری معماری، سال ۱، شماره ۲

۴-۱ نرم‌افزار متمتیکا

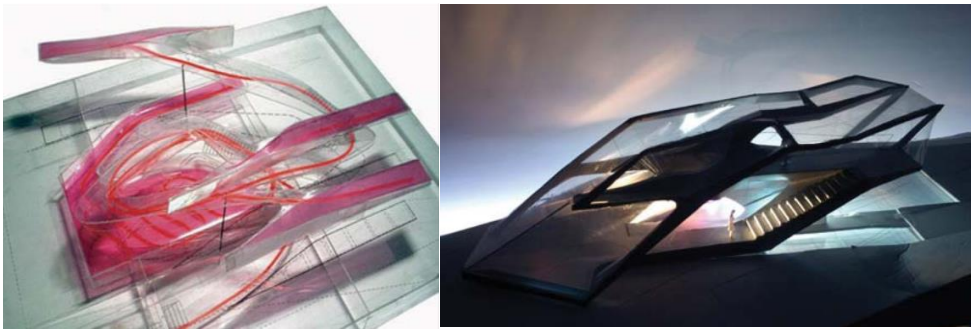
قابلیت‌های مختلف و متعددی در نسخه‌های متفاوت نرم افزار متمتیکا به آن اضافه شده است. برای مثال محاسبات برمبنای «بردارهای فشرده (Packed Array) «در نسخه ۴ و در سال ۱۹۹۹، همچنین انجام عملیات ماتریسی براساس «ماتریس‌های خلوت»[1] در نسخه ۵ (سال ۲۰۰۳) به نرم افزار متمتیکا اضافه شد. به کارگیری از قدرت چند رشته‌ای پردازشگرهای چند هسته‌ای در نسخه ۵,۲ در سال ۲۰۰۵ اضافه شد و در سال ۲۰۰۸ نیز محاسبات موازی[2] در سطح برنامه‌نویسی در متمتیکا گنجانده و حتی به کارگیری از GPUدر محاسبات سنگین در سال ۲۰۱۰ اضافه شده است. در نسخه مربوط به سال ۲۰۱۹ استفاده از کامپایل کردن روی چندین دستگاه که به اصطلاح LLVM یا Low) (Level Virtual Machineگفته می‌شود، در این نسخه به کار رفت.

۴-۳ نمونه‌های موردی

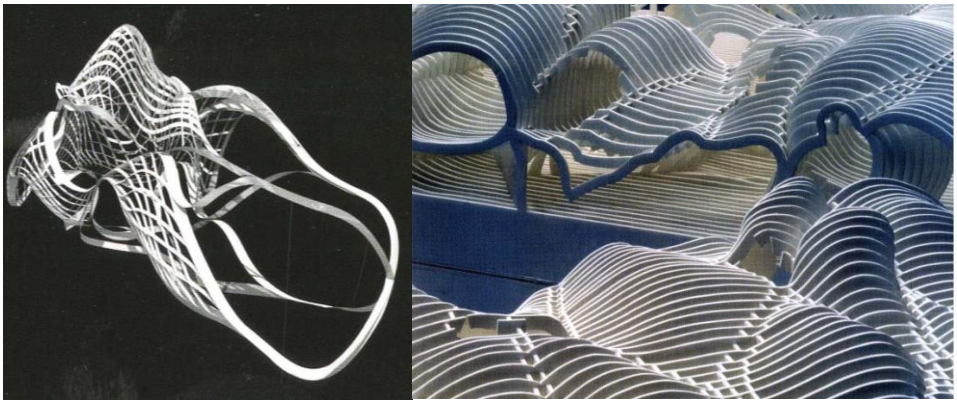
برج ۲۲ طبقه میلان فیرا، ساخته شده توسط دانیل لیبسکیند، از بخشی از پوسته و شکل کروی تشکیل شده‌است. این انحنا و مرکز جرم کره‌ای که از آن الهام گرفته شده‌است، به طور پارامتری برای یافتن شکلی که مرکز جرم برج را مستقیما بر روی پایه قرار داده‌است، تغییر داده شد. این امر امکان چیدمان یکنواخت پی‌ها را فراهم می‌کند. برج میلان فیرا از یک سیستم تشخیص فولاد ساختاری برای افزایش میزان مقاومت در برابر واژگونی و باد، با بسیج کردن کل ساختار پیرامون، استفاده می‌کند. این تشخیص می‌تواند برای کاهش اثرات حرکت خود – وزن پیشین باشد. نمودار به عنوان یک ساختار بسیار باریک و متکی به خود به طور موثر جرم خود را از مرکز گسترش می‌دهد و در نتیجه

[1] Sparse Matrix
[2] Parallel Programming

قدرت و مقاومت در برابر نیروها را از منابع و جهات متعدد گسترش می‌دهد. اگرچه سیستم‌های سازه‌ای پشتیبان در پشت شکل‌های آزاد بسته به شرایط خاص پرتوافکن متفاوت هستند، نمودارها اغلب به عنوان سازه‌های اولیه برای ساختمان‌های بلند شکل آزاد به کار گرفته می‌شوند که در برج فیرا میلانو دانیل لیبسکین و برج فاره مورفوزیس در لا دفنس، دیده می‌شود (Dayhoff, 1990). ساختمان سوئیسی، یکی از اولین سازه‌های نموداری بزرگ است که به دلیل سفتی ذاتی در سادگی و شکل، توانایی مقاومت در برابر نیروهای جانبی را دارد. طراحی، تدارک و فرآیندهای ساخت از طریق استفاده توسط تیم طراحی مدل‌سازی سه‌بعدی قاب فولادی و یک رویکرد پارامتری برای طراحی ادغام شدند، که مدیریت پیچیدگی را با ریسک کاهش‌یافته ممکن سازد. این پروژه، توانایی فولاد سازه‌ای برای تحقق ایده‌های معماری اصلی را نشان می‌دهد (مونرو، ۲۰۰۴). بیشتر سیستم‌های تشخیصی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند از فولاد ساخته شده‌اند، مانند ساختمان سوییس ری یا برج هرست. بهره‌برداری از توانایی‌های فشاری و کششی فولاد به پیمانکاران اجازه می‌دهد تا از فولاد کمتری در ساخت‌وساز استفاده کنند، به‌عنوان مثال در برج هرست در NYC، تخمین زده شده‌است که مقدار فولاد کم‌تر از ۲۰ ٪ در مقایسه با قاب خمشی معمولی مورد نیاز است. آقای گون، استراتژی‌های مختلفی را برای تقسیم‌بندی سطوح پیچیده–هندسی توسعه داده است. با توجه به مشکلات پس منطقی‌سازی هندسی، او اهمیت گنجاندن اطلاعات مربوط به محدودیت‌های ساخت‌وساز در فرآیند طراحی را برجسته می‌کند. مدل‌سازی پارامتری، یک ابزار راه‌حلی برای طراحی نیست بلکه حوزه جدیدی از تحقیق برای آن است زیرا هر مساله طراحی در حال حاضر نیازمند رویکردها، تحلیل‌ها و کاربردهای سفارشی در محیط‌های مدل‌سازی پارامتری می باشد. امروزه، یک معمار که قادر به سفارشی کردن ابزار خود با ابزارهای دیجیتال است، می تواند مقاصد طراحی خود را به صورت یکپارچه تری در محیط دیجیتال بیان و درک کند (Dayhoff, 1990).



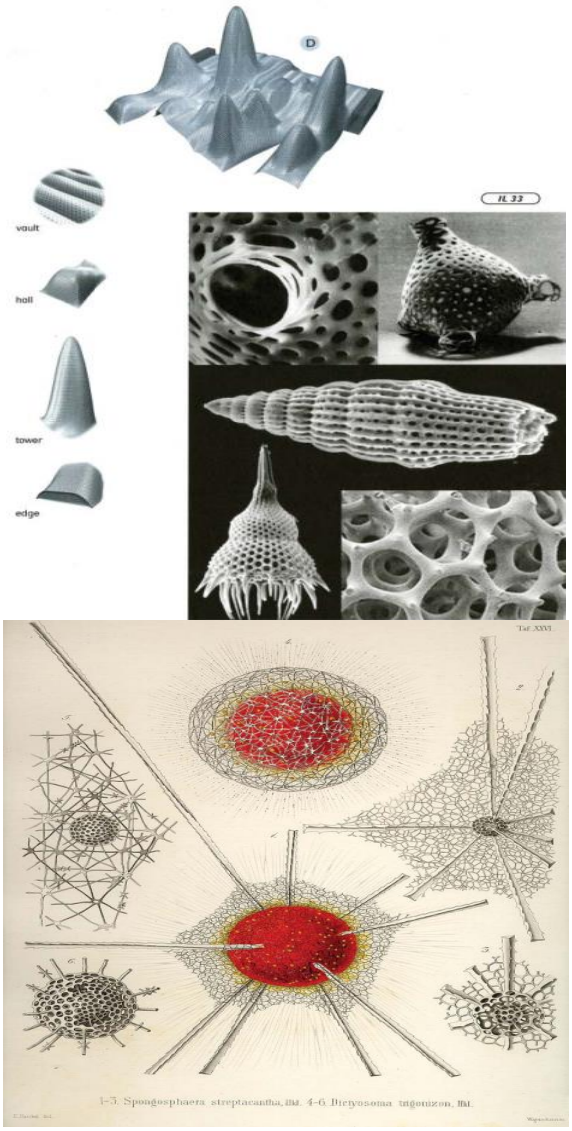
تصویر ۴. معماری برجسته خانه شبکه و ۵. معماری برجسته شبکه تابش هیدرونیک؛ ماخذ: Dayhoff, 1990



تصویر ۶. NOX: زندگی A، یک نسخه قبلی از بچه شبکه O؛ و تصویر ۷. NOX: رگه های ساختاری در یک سطح دو طرفه منحنی در نوارهای باریک پوشیده شده اند که انحنای آن بسیار شبیه به ساخت کشتی است.

- **NOX – معماری ماشین؛** *دوپمپیدو* برای کاهش سلسله‌مراتب ساختاری و پیچیدگی سطح بیرونی در تلاش است، این پروژه به عنوان استفاده از هندسه‌هایی که از انحنای منحنی به انحنای دوگانه منتقل می‌شود، درک شد. عناصر طولانی و خطی که به عنوان اعضای اصلی عمل می‌کنند و از قواعد راست یا قوس ساده استخراج می‌شوند. یک شبکه دوتایی که از عناصر اولیه جدا شده و یک شبکه دو طرفه منحنی تولید می کند که بسیار شبیه به پوسته بندپایان است، به سلسله مراتب ساختار اولیه و ثانویه تکیه نمی کند (Tsui, 1999).
- **سطح به خط** – همچنان پوشش یک سطح دوار منحنی یک چالش برای طراحان است. در پارک گول، گائودی ایده استفاده از قطعات ضایعات از کاشی‌های مربع معمولی را داشت که در فرسایش شکسته بودند. عناصر چند ضلعی، طرح ترک‌هایی را روی نیمکت ایجاد کردند که در کراکولر و نمودار ورونوئی رخ می دهد. افکار اسپویبروک پس از تفکر در مفاصل ترک است. ایده او این بود که سطح را در طول شکل گیری هندسی به جای قبل از آن جدا کند. تمایل به توسعه شکل هندسی، شکل ساختاری و پانل‌سازی به صورت همزمان و نه به صورت متوالی است. این نوع فرآیند به سناریوهای بازخورد مربوط به ساختارهای طبیعی منجر می شود.
- **خط به سطح** – روال‌های معمولی پوشش، شامل شکستن سطح توسعه‌یافته به خطوط است. اسپویبروک یک شگفتی را با منطق گوتیک نشان می‌دهد که در آن خط ها دو طرفه می شوند و به سطوح می‌رسند. منحنی‌های ساده شروع به توسعه طرح‌های درهم می‌کنند که به پیکره‌های بزرگتر و پیچیده‌تر تبدیل می‌شوند که نه تنها نیازهای زیبایی شناختی بلکه ساختاری را برآورده می‌کنند. سازندگان گوتیک قادر به توسعه و استفاده از طرح‌های آرابسک که فراتر از ارجحیت‌های سخت است.

- **شبکه O** – مجدداً مسئله پانلینگ سطوح منحنی دوگانه را به وجود می‌آورد که در آن اسپوییبروک با تقسیم‌بندی یا افزودن ماژول‌های کاشی به یک سطح را در نظر می‌گیرد. حداقل جالب است که هنوز هم اغلب هزینه‌های موثر تسلطی مثلثی است، که در آن سطح به صورت‌های مثلثی تقسیم شده است که هر کدام از آن‌ها مسطح است. در این روش یک رویکرد متغیر بر مبنای منسوجات مورد استفاده قرار گرفت که در آن باندهای انعطاف‌پذیر قادر به ایجاد بستری برای کاشی سخت می‌باشند (Tsui, 1999).



تصویر ۸. طراحی ارنست هاکل از رادیولاریا از خانواده اسپونگوریدا و
تصویر ۹. NOX: طراحی بانک مرکزی اروپا بر مبنای مورفولوژی رادیولاریا.

ECB – در این طرح برای بانک مرکزی اروپا، اسپوییبروک برای الهام گرفتن به رادیولاریا (میکروجاندارانها حدود ۰٫۱ میلیمتر) نگاه کرد. نقاشی شگفت‌انگیزی از ارنست هاکل از اوایل دهه

۱۹۰۰ و تحقیقات هلمکه و اتو در نیمه دوم قرن بیستم نشان می دهد که معماری رادیولاریا از طبیعت است. متخصصان زیستی آلمانی استدلال دیگری به نفع این ایده است که بخش مهمی از شکل زندگی غیرژنتیکی است. چه‌چیزی باعث می‌شود مطالعه رادیولاریا آن را به ما بیاموزد که تنوع محصول یکنواخت است یا بیشتر، ایزومورفیسم؛ و دوم اینکه این ایزومورفیسم به کره جذاب نیست اما ژنراتور دنده‌ها، خوشه‌ها، چروک‌ها، لوله‌ها و غیره است. تغییر در سیستم می‌تواند تنوع سیستم را ایجاد کند (Über, 1991).

۴-۲ تکنیک‌های تولید فرم دیجیتال و تولید شکل

بسیاری از محاسبات امروز مبتنی بر طراحی رویکرد اشکال هندسی پیچیده بر تولید شکل دلخواه، با حداقل توجه به تولید، ساخت و ساز و کارایی ساختاری متمرکز است:

۱. **معمول** – طرح‌ها توسط کاربر پیش‌بینی شده و ابزارهای دیجیتال برای توسعه و ارائه این ایده ها اقدام می‌کنند. الهام گرفتن از اشکال پیچیده و منحصر به‌فرد از منابع مختلفی مشتق شده است که شامل پاسخ‌های مستقیم به نیازهای برنامه می‌باشد.
۲. **غیرمعمول** – طراحان محیط‌های محاسباتی را ایجاد می‌کنند که در آن طراحی توسط ساختار-های قانونی از پیش تعیین شده یا سایر اصول طراحی شده است.

روشی که به‌طور گسترده‌ای برای تولید شکل طراحان استفاده می‌شود، استفاده مستقیم و بکارگیری ابزار محاسباتی (نقاط، خطوط، نوار باریک، سقف‌ها، رفت‌ها، و غیره) است که معمولا در محیط‌های مختلف مدلسازی دیجیتال (شکل z، کرگدنی، میکرواستیشن و غیره) یافت می‌شود. ابزارهای محاسباتی که جهت‌دار هستند و براساس‌هندسه یا دیگر ابزارهای ریاضی توصیف خطوط، منحنی‌ها و سطوح نیز می‌توانند در یک فرایند بکارگیری مستقیم برای تولید اشکال استفاده شوند. فن‌آوری های نرم افزاری مرتبط با این نوع نتایج، در محیط طراحی معماری غیرمعمول هستند، اما در ابزارهای ریاضی وسیع (MathCAD، Mathematica، Maple) یافت می‌شوند. برخی از طراحان در تلاش برای ایجاد اشکال مبتنی بر مجموعه‌ای از درگیری‌های بیرونی، واقعی یا متافیزیکی، از نرم افزار (مایا) استفاده می کنند که اجازه می دهد تا شکل بر اساس توابع نیرو بر روی نوع یا دیگری قرار بگیرد. اشیاء یا توابع در یک محیط می تواند مجموعه ای از پارامترهای قابل کنترل را فراهم کند که به آنها توانایی درک و ارتباط با دیگر اشیاء را می دهد که می‌تواند به نوبه خود فشار، کشش، تغییر شکل و اساسا تولید شکل را برای شکل حاصل ایجاد کند. در نتیجه شکل پارامتریک نیز به شیوه ای کنترلر مورد استفاده قرار می گیرد، بدین ترتیب شکل‌ها بر اساس مجموعه‌ای از قوانین از پیش تعیین‌شده و اجزای آن تولید می شوند. رویکرد طراحی در این برنامه های کاربردی نرم افزاری می تواند متفاوت باشد، زیرا اولویت بر اساس یک منطق قوی ساختاری یا از طریق برنامه‌های مختلف

یا مفاهیم (Components Generative، CATIA، SolidWorks، Unigraphics، CADDS۵) قرار می‌گیرد. یک رویکرد معمول در اینجا استفاده شده است که مجموعه‌ای از پارامترهای یک عنصر ساختاری را تشکیل می‌دهد که شکل آن باعث تشکیل پاکت ساختمان می شود. پارامترهای تعریف شده می‌توانند به ابعاد فیزیکی یک مولفه یا هر تعداد مقادیر یا روابط مرتبط باشند. از طریق بکارگیری مستقیم این پارامترهای کنترل، تغییرات در سراسر مدل منتشر می شود تا آن را بلافاصله به روزرسانی کند. روند اخیر بر مبنای رویکردی است که به دنبال شکل‌گیری آن از طریق اجرای الگوریتم‌های ژنتیکی یا تکرار است. الگوهایی که در طبیعت دیده می شوند مانند فراکتال‌ها و تسلط‌ها می توانند به ساختارهای قانون پیچیده تقسیم شوند که می‌توانند به نوبه خود اصلاح شوند و برای تولید شکل استفاده شوند. ایده زمان و تمدن در معماری اغلب نادیده گرفته می‌شود و در این راستا برخی از معماران (Kas Oosterhuis و Ole Bauman) به دنبال ساخت ساختمان‌هایی هستند که به طور موثر در طول زمان و نیروهای مختلف خارجی تغییر می‌کنند. در اینجا، معماران، ساختارهای استاتیک را که فرم ساختاری خود را حفظ می کنند طراحی نمی‌کنند بلکه آن‌هایی را که قادر به سازگاری با کاربردهای جدید یا نیازهای جدید هستند، طراحی می کنند. همانطور که تغییرات فرهنگی در طول زمان اتفاق می افتد، این ساختمان‌ها طرح و سازمان خود را تغییر می دهد تا بتواند به بهترین وجه نیازهای فوری کاربر را تامین کند و این امکان را برای شما فراهم می‌کند که در آینده نیز به خوبی استفاده شود. محیط های دیجیتال که از انیمیشن و حرکت پشتیبانی می کنند (مایا) در اینجا مفید هستند.

۴-۳ مدل فیزیکی به مدل دیجیتال

درحالی‌که محیط دیجیتال می تواند هنگام استخراج، نمایش و ترویج طرح‌های ساختمان ارزشمند باشد، تعداد زیادی از معماران هنوز به تکنیک‌های مدلسازی فیزیکی به عنوان یک راه سریع برای رسیدن به یک سناریوی رسمی مطلوب متکی هستند. مدل‌های کلیساها و ساختمان‌های دیگر که از قرن‌ها پیش باقی مانده است، باورنکردنی است که چگونه مدلسازی فیزیکی ارزشمند می تواند در طراحی و تحلیل اولیه و ساختار اولیه باشد. تکنیک های پویش دیجیتال و نرم‌افزارهای برنامه نویسی مبتنی بر محاسبات اکنون معماران را قادر می سازند که یک مدل فیزیکی برای ارتقاء به یک مدل دیجیتال پویش کنند که به نوبه خود باعث تولید یک مدل فیزیکی برای بکارگیری بیشتر می‌شود. هنگامی که مدل فیزیکی به دستورالعمل دلخواه خود رسیده است، پروژه می‌تواند برای توسعه بعدی در فرم دیجیتال پیشرفت کند. فرایند پویش دیجیتال هنوز در عمل نسبتاً خام است، زیرا پویش مجموعه‌ای از سطوح از مدل فیزیکی را ایجاد می کند که برنامه باید به صورت دستی به هم متصل شود. سپس سطح مدل باید از طریق برنامه مناسب به یک مدل جامد تبدیل شود (اسکودک ۲۰۰۵، ص۵۲).

۴-۴ شکل‌یابی از طریق قابلیت ساختاری

تکنیک‌های دیجیتال تولید شکل به این نکته اشاره می‌کنند که همه روش‌هایی هستند که در آن می‌اندیشند و تولید سطوح پیچیده می شود. با این وجود، اشکال فرعی، لزوماً به سیستم‌های ساختاری زنده با روش‌های کارآمد برای تولید و ساخت تبدیل نمی‌شوند. پیش از نرم افزار محاسبات دیجیتال از طریق مدل‌های دقیق فیزیکی (زنجیر آویزان، حداقل آزمایش‌های سطح با صابون یا پارچه کششی)، نتایج حاصل از ساختار شکل انجام شد. این رویکردها امروزه با استفاده از تکنیک های پویش سه بعدی امکان ارتقاء به محیط دیجیتال را دارند. روش های محاسباتی مشخص شده در بالا را نباید با سیستم محاسباتی در اینجا شرح داد که عبارتند از روش تراکم نیرو و روش آرام‌سازی پویا، که اشتباه گرفته شده‌اند. این دو طراحی انرژی بالقوه تجسم‌یافته را به حداقل می‌رسانند و نیروهای موجود در سیستم را از طریق ساختار خود بهینه می‌سازند. شکل مطلوب این است که حفظ تعادل بین نیروهای خارجی و نیروهای داخلی است که مقاومت در برابر این بارها با حداقل مواد بعدی است. این که آیا پیدا کردن تکنیک ها از طریق روش‌های فیزیکی و دیجیتالی است، بکارگیری شکل تنها از طریق تغییرات بارگذاری ساختار یا حمایت و شرایط مرزی امکان‌پذیر است و هر یک به شکل منحصر به فرد تبدیل می شود. با یک ایده از آنچه که باید انجام شود، ممکن است به سیستم-های طبیعی نگاهی بیندازیم که می‌توانند فرآیند طراحی را آغاز کنند. اصول منتخب تقلید زیستی انتخاب شده برای توسعه اهداف طراحی و نیز معیار برای سنجش صحت طرح‌های ایجاد شده مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱. ترکیب؛

۲. قدرت شکل؛

۳. پاسخ‌دهی و ترمیم؛

۴. مواد سیستم؛

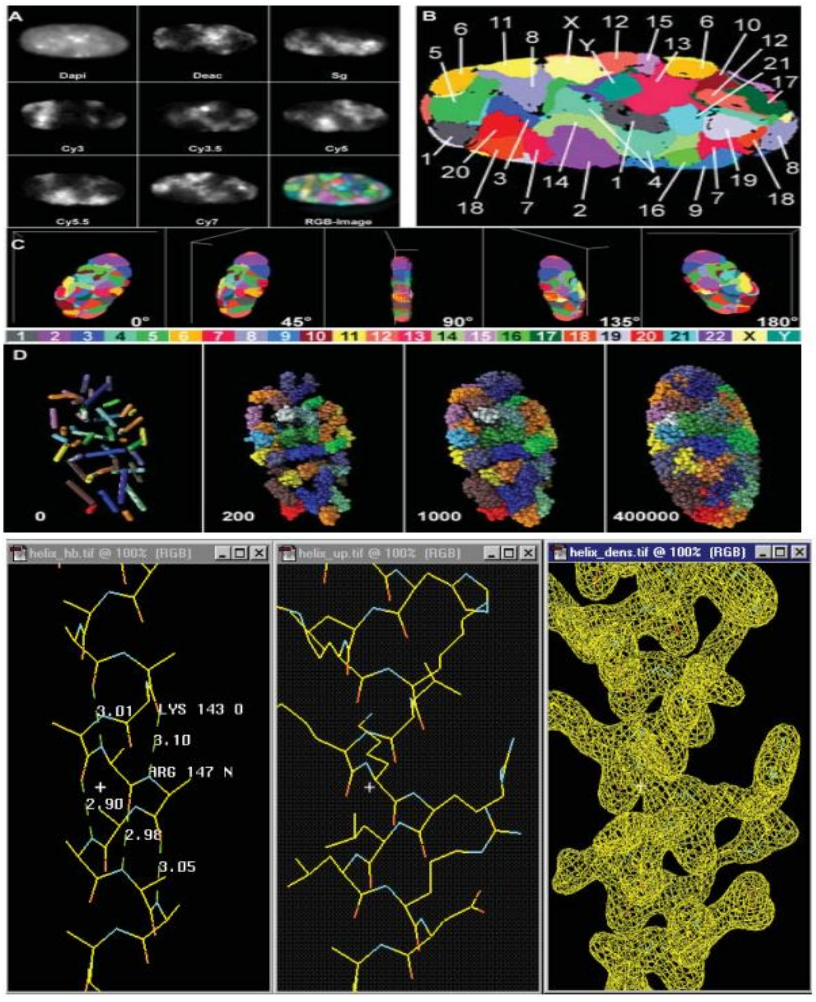
۵. حسگری و پاسخ‌دهی.

پیشرفت طراحی در سطوح مختلفی ایجاد می‌شود که بر یکدیگر متکی هستند، درحالی‌که طراحی، توسعه و ساخت و ساز مفهومی، پایه ای برای ایجاد نمونه‌های ساختمانی می‌باشند. اولین مفهوم طراحی، طراحی فرآیندی است که طیف وسیعی از پروژه معماری را از طرح تا ساخت و ساز پوشش می‌دهد. این فرایند توسعه یافته است و به روش‌های طبیعت برای سازماندهی، آموزش و ساخت کمک می‌کند تا چارچوبی را ایجاد کند که به منظور ساده‌سازی جامعه معماری، مهندسی و ساخت و ساز (AEC) کمک کند. روند طراحی در طول مسیر از ایده مفهومی به شکل فیزیکی نهایی پیروی می‌کند. اگرچه مسیر دلخواه برای همه بخش‌های دیگر است، اما اغلب این مورد نیست. در طول فرایند توسعه تعدادی از مسائل بوجود می‌آیند که منجر به تغییر در هر چیزی از جزئیات به مفاهیم

کلی می‌شود. بنابراین پس از آن، اگر ابزاری که طراحی شده بودند، بتوانند از رهبری طراح استفاده کنند، مفید خواهد بود، زیرا آزادی طراحی کنترل شده است و همچنین به‌طور موثر درحال پردازش و توصیف شکل نهایی در استفاده از یک شکل یا نمایش می‌تواند به همان اندازه خدمت کند. مفهوم و توسعه طراحی، یک مدل دیجیتال پویا است که می تواند با شرایط خاص محیطی سازگار باشد، استاتیک و غیر قابل تغییر است که مناسب زمینه‌ای می‌باشد که در آن قرار داده شده است و سازگاری خود را در پروژه‌های بعدی از دست می‌دهد. درحالی‌که انتظار نمی‌رود که یک مدل طراحی برای تمام اکتشاف‌های بعدی طراحی مناسب باشد، یک سناریوی طراحی بوجود می‌آید که در بخش‌های گسسته طراحی در شکل‌های مختلف برای تولید شکل‌های جدید و متنوع از یک صفحه خالی، در ساختارهای مختلف گرد آوری شده است. برخی از شکل‌های فنی و پیچیده و احساسی‌تر از طبیعت از مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های نسبتا ساده استفاده می‌کنند. این سناریو ناشی از محدودیت‌های فیزیکی موجود در محیط طبیعی است. سازمان‌ها باید به طور مداوم برای منابع طبیعی رقابت کنند که ممکن است در تامین یک اکوسیستم اتفاق بیفتد و به همین ترتیب نیاز به صرفه‌جویی در مواد و انرژی به وجود می‌آید. این نیاز نه تنها برای تشکیل موجودات بلکه برای بقای آن ادامه دارد. ساده‌ترین دستورالعمل مورد نیاز برای تولید یک موجود زنده، ضروری است که اندازه‌ی فیزیکی مولکول‌هایی را که حاوی آنها است، کاهش می‌دهد. علاوه بر این، کاهش تعداد دستورالعمل به طور خودکار تعداد خطاهای احتمالی را ایجاد می‌کند و همچنین سرمایه‌گذاری انرژی برای اصلاح آن‌ها را کاهش دهد. بنابراین، می‌توان گفت که موجودات طبیعی، سناریوهای اطلاعاتی و ساختاری را ایجاد می‌کنند که از حداقل سرمایه‌گذاری انرژی به حداکثر کارایی می‌رسند. هرگونه تلاش برای کاهش پیچیدگی موردنیاز برای تحقق ساختارهای ساخته شده توسط انسان می تواند از تحقیق در مورد چگونگی برخورد با معماری مستندات و روند طراحی خود بهره‌مند شود. برای این منظور، در مقیاس مولکولی که دستورالعمل‌های لازم یافت می‌شد. فرایندی که در آن بخش‌های DNA، که سلول‌ها به RNA رونویسی می کنند و حداقل بخشی از آنها را به پروتئین تبدیل می‌کنند، می تواند تعدادی از ایده ها را به طور مستقیم در رابطه با نحوه تهیه مستندات معماری بیشتر و همچنین طراحی آن ساختار کمک کند. «اروین شرودینگر»، فیزیکدان معروف، کتابی در سال ۱۹۴۴ منتشر کرد که تحت عنوان «زندگی چیست؟» می‌باشد، او در کتاب خود معتقد است که کروموزوم‌ها آنچه را که به عنوان «کد موروثی» زندگی نامیده می‌شود را شامل می‌شود. او اشاره کرد با این حال که «...اصطلاح کد اسکریپت، خیلی محدود است. ساختارهای کروموزومی در یک زمان برای ایجاد پیشرفت‌هایی که پیش‌بینی می کنند، نقش مهمی دارند. آن‌ها قانون کلاسیک و قدرت جامع هستند – یا با استفاده از یک تصویر مشابه دیگر، آن‌ها طرح معماری و صنایع ساخت‌وساز – یکی هستند. ماهیت دوگانه طبیعت عناصر در ساختار مولکولی کروموزم‌ها متصل است. از طریق درک ساختار

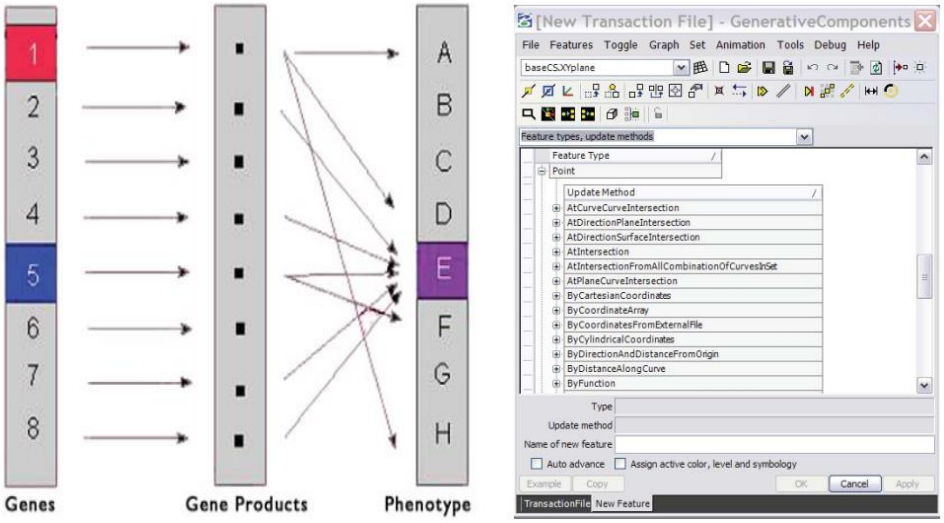
مولکولی، ممکن بود هر دو طرح معمار و احتمال تولید صنایع سازنده را بدست آورد» (شرودینگر ۱۹۴۴).

کروموزوم – قسمت هایی از DNA حاوی دستورالعمل های مختلف آموزشی است. اگر دنباله DNA به صورت جسمی در یک خط گذاشته شود، حدود دو متر طول می‌کند (مک‌گراو ۱۹۹۹). بدیهی است که اگر این شیوه کارآمد برای تشکیل و استفاده از آن نباشد، این میزان باور نکردنی اطلاعات می تواند غم انگیز باشد. به این‌ترتیب اطلاعات ژنومیک تعدادی از کروموزوم‌ها حاوی زیر مجموعه‌ای متفاوت از توالی کامل DNA با تولید مجموعه‌ای متفاوت از محصولات عملکردی جدا می شوند. تقسیم دستورالعمل اجازه می دهد تا مکانیسم های سلولی برای انجام تعدادی از فرآیندها در کروموزوم‌های فردی در حالیکه توالی DNA کامل و عملکرد کامل سلول حفظ می-شود. تمام کروموزوم‌ها در داخل هسته سلول به عنوان یک واحد قرار دارند. این تصویر یک روش منحصر به فرد برای تجسم کروموزوم ها است و از این رو واحدهای اطلاعاتی گسسته ژنوم که در سطوح جزئیات ظاهر می‌شود بسته به عمق مورد نیاز و جزئیات اطلاعات، نشان داده می‌شود.



تصویر ۱۰. مدل پروتئین نشان دهنده سطوح مختلف اسید آمینه از سمت چپ به راست است: الف) پیوند هیدروژن در ستون فقرات آلفا- هلیکس؛ ب) تصویر با زنجیره جانبی اضافی؛ ج) تصویر تراکم الکترون و تصویر ۲-۱ ۲۴ رنگ 3D FISH (فلورسانس در هیبریداسیون) نمایش و کاتیون کروماتیک از کروموزوم ها در هسته فیبروبلاست انسانی G0.

ژن‌ها – هر کروموزوم بیشتر به تعداد ژن‌هایی که هر کدام برای رمزگذاری پروتئین های فردی مسئول هستند، تقسیم شده است. این زیربخش در سطح اطلاعاتی موجود است، زیرا ژن‌ها در کروموزوم فیزیکی موجود هستند. این کوچکترین واحد اطلاعاتی درون ژنوم است که حاوی دستورالعمل‌های لازم برای تولید یک واحد فیزیکی کاربردی است که به انجام تمام توابع در بدن انسان کمک می‌کند. اگر کروموزوم نشان دهنده نظم است که در طراحی پیشرونده یک پروژه دخیل است، ژن نشان دهنده اطلاعاتی است که در این نظم ایجاد شده است. طرح‌هایی که توسعه می‌یابند نشان دهنده انتقال از عمل به اجرا است.



تصویر ۱۱. نمودار ارتباط بین ژنوتیپ و فنوتیپ. ژن‌ها در سمت چپ، یک محصول ژنی را کنترل می‌کنند. یک محصول ژنی می تواند تعدادی از ویژگی ها را تحت تاثیر قرار دهد. یک فنوتیپ ممکن است نتیجه اثر ترکیبی چندین محصول ژنی باشد. و تصویر ۲-۱ کامپوننت مولد مولفه نقطه و زیر مجموعه روش‌های بروزرسانی که توسط نقطه جدید محاسبه می‌شود.

۵. نتیجه‌گیری و جمعبندی

فرم‌یابی، از اساسی‌ترین جنبه‌های آموزش و تمرین معماری است. هرچند ابزارهای جدید محاسباتی، تولیدِ فرم‌های غیرقابل پیش‌بینی را امکان‌پذیرتر کرده‌اند، اما از نظر منتقدین، این امر منجر به قطع ارتباط بین فرم معماری و محتوای آن می‌شود. طراحی زایا یا طراحی مولد یک فرایند یافتن فرم است که می‌تواند با اهدافی شروع شده و سپس تعداد بی‌شماری از راه‌حل‌ها را برای یافتن بهترین گزینه به منظور حل مسئله طراحی ارائه دهد. این مطالعه ارتباط روشن طراحی مولد را نشان می‌دهد که توسط نوآوری‌های تکنولوژیکی برای مشکلات طراحی در تمرین طراحی ساختمان‌های بلند

تشویق شده‌است، علاوه بر نتایج تاثیر متفاوت آن توسط ابزارهای طراحی کامپیوتری و ساخت‌وساز با استفاده از تکنولوژی CAD CAM که رویکرد بایونیکی از ساختار کروموزومی دارند. استراتژی-های استفاده شده در این زمینه در ایجاد یک سیستم بازخورد بستگی دارد که برای طراحی مناسب پیشرفت طراحی به ساخت و ساز ضروری است. در این نقطه این ایده به هنر تبدیل می‌شود. تمام اجزاء موجود در GC را می توان با ژن‌هایی که سازنده‌ی آن را توسعه می‌دهند، مقایسه کنند. ژنوتیپ برنامه‌ریزی یک فنوتیپ خاص را تعریف می‌کند و در اینجا لازم است توجه داشت که بیان فنوتیپ مربوط به تعامل محصولات ژن پلیپپتید و محیط است. این یکی از راه‌های طبیعت برای تنوع است در حالی که هنوز تعداد ثابتی دستورالعمل را حفظ می‌کند. بر این اساس، نتایج فیزیکی به مجموعه دستورالعمل ایستا متکی است و همچنین درگیری‌های ناشی از تغییرپذیری تنش‌های محیطی است. بنابراین، اگر محیط دیجیتال بتواند از یک پالت طراحی منطقی و دستورالعمل استفاده کند، نتایج چندگانه که بر اساس ترکیب منحصر به فرد اجزاء فراهم می‌شود، مفید است. تعدادی از راه‌ها یک نقطه یا سطح را می‌توان به دست آورد، در این راه است که اجزای مرتبط با یکدیگر در معرض حرکت قرار می‌گیرند. به این ترتیب یک مجموعه ساده از اجزای تشکیل دهنده می‌تواند یک آرایه پیچیده از ساختارها را تعریف کند.

۶. منابع و ماخذ

۱. گلابچی، محمود (۱۳۹۵) معماری دیجیتال، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۲. بمانیان، محمدرضا (۱۳۷۶) بررسی عوامل موثر بر شکل‌گیری ساختمان‌های بلند در ایران، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، پایان‌نامه دکترای تخصصی در رشته معماری.

۳. حسین زاده دلیر، کریم؛ هوشیار، حسن (۱۳۸۵) دیدگاه‌ها، عوامل و عناصر موثر در توسعه فیزیکی شهرهای ایران؛ مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای.

۴. خراسانی زاده، فرنوش و دیگران (۱۳۹۹) مقایسه تطبیقی کیفیت عمومی فضاهای شهری، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، شماره ۲، بهار ۱۳۹۹.

۵. زیاری، کرامت اله و دیگران (۱۳۹۸) ارزیابی و تحلیل ابعاد و مولفه‌های زیست پذیری شهرهای کوچک، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، شماره ۲، بهار ۱۳۹۹.

۶. صدیقی، علیرضا و دیگران (۱۳۹۹) تبیین زیست پذیری بخش مرکزی کلانشهر تبریز، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه ای)، شماره ۲، بهار ۱۳۹۹.

۷. مشکینی، ابوالفضل؛ لطفی، صدیقه و احمدی کرد آسیایی، فرزانه (۱۳۹۳)، ارزیابی عملکرد مدیریت شهری در عدالت فضایی میان نواحی شهری (مطالعه موردی: شهر قائمشهر)، فصلنامه مدرس علوم انسانی برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره هجدهم، شماره ۲.

8. Azizi, mohamadmehdi, motevaseli (2009), assessment of different residential structures in terms of impact on cityscape; case sample: city of Mashhad, scientific Quarterly, Research Quarterly,
9. Bahreini (2001) modernity, modernity, and then in urban, Tehran, Tehran university.

10. Coss, R.G. & Moore, M. (2002), Precocious Knowledge of Trees as Antipredator Refuge in Preschool Children: An Examination of Aesthetics, Attributive Judgments, and Relic Sexual Dinichism. Ecological Psychology, 14, 181-222.
11. Coyle, T. R. (2001), Review of The Human Relationship with Nature: Development and Culture by Peter Kahn, Jr. Culture & Agriculture, 23, 1, 32-35. URL : http://colfa.utsa.edu/organization/culture&agriculture/coyle.htm
12. Cubillos, F., and Reyes, A. 2003. Design of a model based on a modular neural network approach. Drying Thechnology, 21(7):1185-1195.
13. Cuthbert, A. R. (2006), "The Form of Cities", Australia: Blackwell Publishing Ltd.
14. Cutting, J.E. & Garvin, J.J. (1987), Fractal curves and complexity. Perception and Psychophysics, 42, 365370.
15. Dayhoff, J. E. 1990. Neural Network Principles. Prentice-Hall International, U.S.A
16. Duchaine, B., Cosmides, L. & Tooby, J. (2001), Evolutionary psychology and the brain. Current Opinion in Neurobiology, 11, 225–230
17. Dutton, D. (2003), Aesthetics and Evolutionary Psychology. In Levinson, J. (ed.), The Oxford Handbook for Aesthetics. New York: Oxford University Press, 693-705.
18. Farhoodi, Alireza, Rahmatullah mohammadi (2001): The effect of the construction of high - rise buildings on urban users of regions 12 and 13 of Tehran, geographic research.
19. Karimi (1018) the assessment of different residential buildings in terms of impact on the media and urban landscape, the scientific Quarterly Journal of Urban Management Research.
20. Tsui, E. (1999), Evolutionary Architecture. Nature as a Basis for Design. New York: John Wiley & Sons.
21. Üher, J. (1991), On zigzag designs: three levels of meaning. Current Anthropology, 32, 437-439.

چکـــــــــیده لاتین

Zahra GanjaliBonjar- *Msc in architecture, Tehran Shomal Branch, Islamic azad university, Tehran, Iran*
Dr. Ehsan Lorafshar- *Assistant Professor, Department of Anthropology, Faculty of Art and Architecture, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan, Iran.*

Explaining the principles of reproductive design with the digitalization approach of chromosomal structure in architecture

Abstract

This article describes the design and technology changes for tall buildings with a digitalization approach. In this article, it reviews examples of technological innovations in the design of tall buildings with the approach of modeling nature, and shows the interaction between architectural form and design tools. It also traces current approaches in creating architectural form and possible design solutions. It is a multidisciplinary problem and an integrated research that includes dimensions of engineering, architecture, modern construction technology and digital design tools. This study shows the clear relation of generative design encouraged by technological innovations for design problems in high-rise building design practice, in addition to its different impact results by computerized design tools and construction using CAD CAM technology that bionic approach of chromosomal structure.

Key words: *reproductive plan, chromosome, computer design tool.*