

درآمدی بر جایگاه سازه در تبیین معماری و ضرورت آن در عینیت‌دهی به کالبد معماری

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۱۷
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۰/۳/۲۸

سید غلامرضا اسلامی* - فرزانه هدفی**

چکیده

با توجه به تعاریف مختلف از معماری، می‌توان گفت که معماری سعی در خلق فضا و هویت بخشی به مکان دارد. مجموعه عواملی که در این اهتمام مشارکت دارند، با هماهنگی و همسازی خود به توده و جوهر ماده هویت می‌بخشند. علی‌رغم انباشت مفاهیم و وجود دانش‌های نوین، بناهای امروز هویتی چند ساله داشته و قدمت چندین هزار ساله از آنها رخت بر بسته است. ساختمان‌های کنونی در لایه‌های مد و سبک مدفون شده و اعتبار فضایی اندکی دارند. افزون بر این ادعا و علی‌رغم پیشرفت‌های شتاب آلود فناوری، با وقوع رویدادها و سوانح طبیعی و مصنوعی، مشاهده می‌شود که مقادیر زیادی از بناهای نوساز و کلنگی به تلی از خاک بدل می‌گردند.

براساس بررسی‌ها و مباحث مطرح شده در محافل علمی می‌توان چنین استنباط نمود که یکی از عمده‌ترین عوامل عدم خوانایی و بی‌ثباتی در فضای معماری امروز، تفکیک مفهوم معماری و علوم مهندسی ساختمان، به خصوص مهندسی سازه، از یکدیگر است که با وقوع انقلاب صنعتی و تخصصی نمودن دانش‌ها این جدایی صورت پذیرفته، حال آنکه به‌زعم برخی متخصصین، معماری یکی از رشته‌هایی است که به دلایل ماهیتی در آن تفکیک علم، هنر و سازه ممکن نبوده و تلاش در این مورد سبب خواهد شد تا زخمی موحش بر پیکر کالبدی بنا وارد شود.

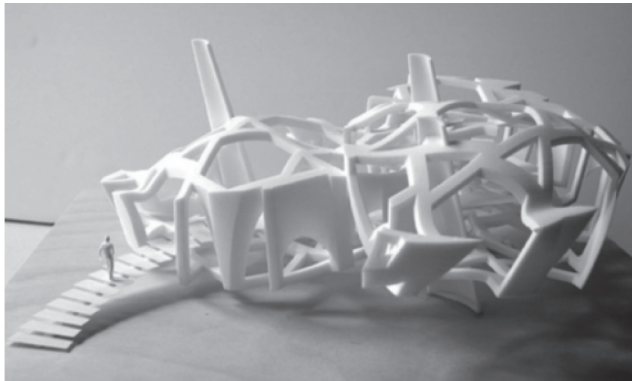
کنکاش در موضوع فوق و مشاهده نتایج ساخت و ساز کنونی، لزوم پردازش به تعامل و تبیین ارتباط میان معماری و سازه را روشن ساخته و خواستار زمینه‌های مطالعاتی غنی‌تر در بستر معماری است. این مقاله ضمن ارائه تعاریفی از فضای معماری و سازه، به نقش ارتباطی سازه در معماری و فضای ساختاری بنا از منظر مدل بکس (۱۹۷۶)^۱ نیز می‌پردازد.

واژگان کلیدی: معماری، سازه، تعامل سازه و معماری، مدل بکس.

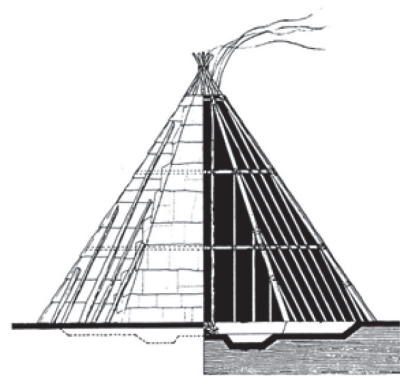
مقدمه

علی‌رغم پیشرفت‌های صورت پذیرفته در دنیای سازه، ساخت و ساختمان، تمایز اندکی میان آنچه که امروزه ساخته می‌شود و آنچه هزاران سال قبل پیشینیان ساخته‌اند، وجود دارد. با وجود اینکه ساختمان‌های مدرن، بزرگ‌تر، بلندتر و استوارتر بوده و سهل‌تر و سریع‌تر ساخته می‌شوند؛ به لحاظ ساختاری و اسکلت‌بندی، تفاوت چندانی با هم و با مصادیق گذشته خود نداشته و بنابراین، پیشرفت‌های تکنیکی حادث شده آنچنان که باید، بر اصول و کالبد ساختاری ساختمان تأثیرگذار نبوده است. شاید دلیل چنین امری آن است که عمدتاً در اصول تعریف حریم ساختمان و سامانه‌های سازه‌ای، بر حسب نیازهای فیزیکی، روان‌شناختی و اجتماعی بشر، تغییرات بنیادینی رخ نداده است. اما در مقابل، این ادعا وجود دارد که محتوای فرهنگی معماری در طول اعصار، تحولاتی به خود دیده که سبک‌ها و تفکرات مختلف منبعث از آن می‌باشد. بنابراین می‌بایست تاکنون در سامانه ساختاری بنا نیز تحولاتی حادث می‌گردید (شکل ۱ و ۲).

شکل ۱: طرحی شماتیک از الگوی چادرهای نخستین شکل ۲: طراحی براساس مدل کشتی (بهره‌مسیر دسترسی)، ۲۰۰۴



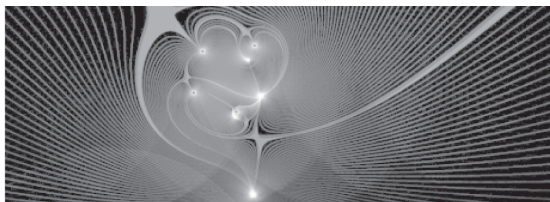
www.metmuseum.org, 2008: مأخذ



www.en.wikipedia.org, 2008: مأخذ

از بیانات فوق چنین استنتاج می‌گردد که در حال حاضر و پس از گذشت سده‌ها از تکوین و احداث اولین بناهای دست‌ساخت بشر و با وجود پیشرفت فزاینده علم، دانش و فناوری، و علی‌رغم تفکیک سازه و کالبد معماری و آنچه انتظار می‌رفت شرایط آسایش و ابداع و نوآوری بهبود یابد، بشر کنونی هنوز نتوانسته است فراتر از طبیعت و گذشتگان خود به ساخت و ساز بپردازد و از تخصص‌مندی علم در ساحت ساختمان‌سازی، جداسازی تخصص ساختار و سازه و همچنین پاسخگویی به الزامات مطرح در تعادل، پایداری، مقاومت، زیبایی و بهینه‌سازی در معماری بنا، بهره‌چندانی ببرد (انگل، ۱۳۷۷).

شکل ۳: طرح موزه روستایی در ایتالیا، گسترش موضوعی داخل شکل ۴: طراحی براساس میدان مغناطیسی با قطب‌های مثبت و منفی در نقاط مختلف واقع در فضا، ۲۰۰۹



www.metmuseum.org, 2008: مأخذ

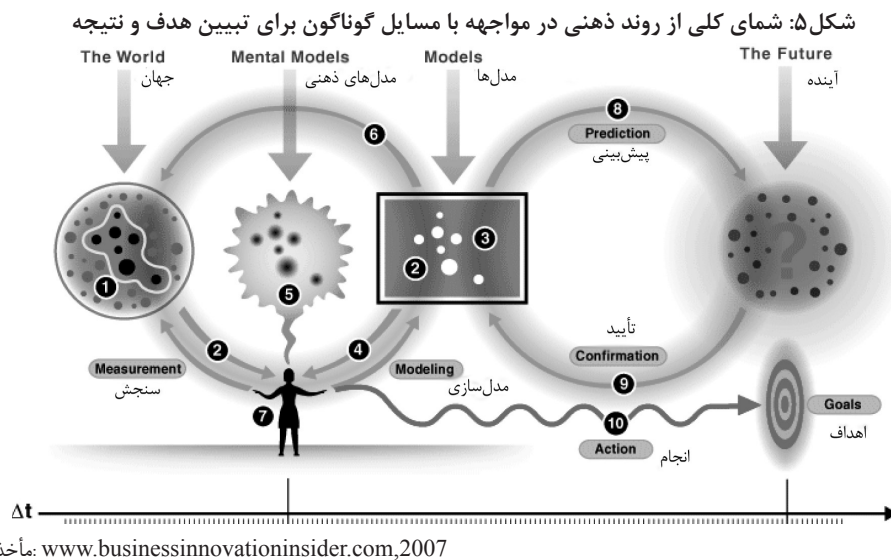


www.johanvoordouw.com, 2008: مأخذ

معماری امروز نیازمند بازنگری در روند طراحی و خلق فضا است، همچنان که در بسیاری از مصادیق جهانی با استفاده از بینش معمار و در نتیجه هماهنگی کامل میان دانش معمار و مهندس سازه این انطباق بطور کامل حادث شده است. نمود عینی و ملموس نیاز جامعه حرفه‌ای، لزوم پردازش چنین مقولاتی را در راستای بهبود معماری می‌طلبد. هدف از این مقاله نیز بررسی اجمالی مهمترین مفاهیم مطرح در یک ساختار یعنی سازه و فضا، ضرورت‌ها و تعریف کلی از فضا و سازه بوده و نگاهی اجمالی به جمع‌بندی مطالب و فهرست برخی از منابع و مأخذ خواهد داشت.

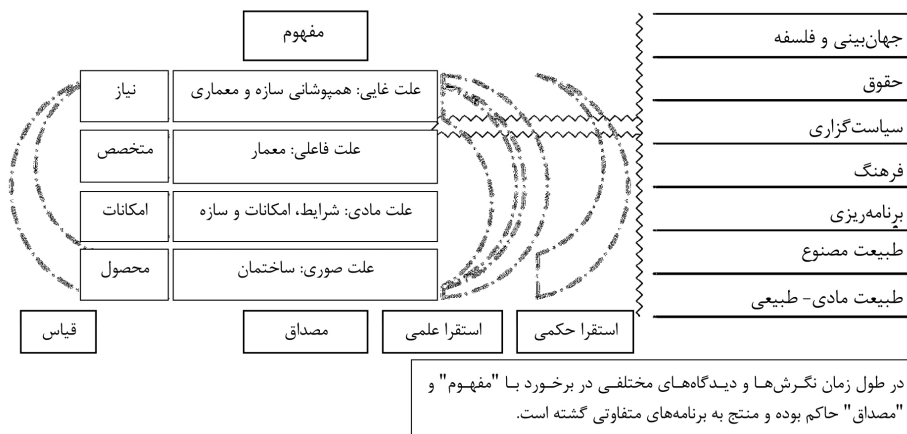
۱. مدل‌سازی مفهومی

دنیای پیرامون ما توده بزرگی است که سنجش و مقایسه اندازه و ابعاد آن، توسط مدل‌های ترسیم‌گشته در ذهن صورت می‌پذیرد. بدین نحو که در مواجهه با هر مسأله‌ای و به منظور تبیین هدف و نتیجه از یک ساختار، مدلی ذهنی در تلفیق با مدل‌های جهانی در ذهن شکل می‌گیرد تا بر حسب عوامل و شرایط مورد مداخله به ارائه چند گزینه پرداخته و در نهایت بر اساس پیش‌بینی‌ها و استنتاجات، به مدل مطلوب برسد و سرانجام، روند رسیدن به هدف را براساس همان مدل و الگو پیش برد. این نحوه برخورد با مسأله به صورت سامان‌مند بوده و تبادل اطلاعات با دسته‌بندی صورت می‌پذیرد. شکل ۵ به ارتباط میان فضای ذهنی و جهان مادی جهت مدل‌سازی و رسیدن به نتیجه اشاره دارد. گذر زمان نقش عمده‌ای در افزایش میزان آگاهی و فرهیختگی مدل‌های ذهنی ترسیمی خواهد داشت.



مدل‌ها ساختارهای ساده شده از جهان پیرامون هستند که تعامل، بینش و ادراک گیتی را سهل‌تر می‌نمایند. در بسیاری موارد، بهره‌گیری از مدل‌هایی که فرآیند سلسله‌مراتبی را به تصویر می‌کشند، کمک شایانی در برخورد با مسأله می‌نماید. ارزیابی ابعاد یک مسأله در درون ساختاری منسجم، آن را از زوایای متفاوتی بررسی نموده و بینش‌های متفاوتی از چرخه ذهنیت تا عینیت و از مفهوم تا مصداق را به چالش می‌کشاند. در یک چرخه تولید از مفهوم تا مصداق، می‌باید شاخصه‌ها بررسی گردند. علت‌های چهارگانه و نحوه بررسی آنها از جز به کل و بالعکس به ارتباط میان نیاز، متخصص، امکانات و محصول می‌پردازد و نوع نگرش حاکم بر این چرخه نیز متقابلاً بر نتیجه فرآیند تأثیر می‌گذارد. این در حالی است که حد فاصل علت غایی و فاعلی را هفت دسته‌بندی از کلان تا خرد دربر گرفته است که اولویت‌بخشی به هر یک از آنها در فرآیند تولید محصول تأثیرگذار است (اسلامی، ۱۳۸۶). شکل ۶ فرآیند طی طریق میان مفهوم تا مصداق را به منظره گذاشته است. براساس این مدل، همپوشانی سازه و معماری علت نهایی بوده و سیاست‌گذاری، فرهنگ و برنامه‌ریزی، عامل تعیین‌کننده در رسیدن به نتیجه می‌باشد. این عوامل در کنار تعاریفی از سازه و فضای معماری، هدایت‌گر فرآیند طراحی و تولید خواهد بود.

شکل ۶: فرآیند تولید یک محصول



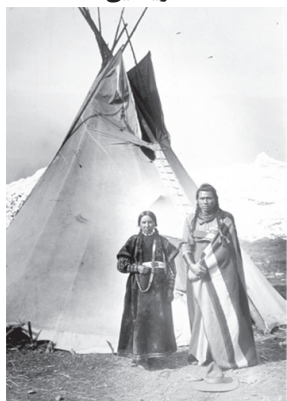
Islami, 1998: مأخذ

۲. ساختار و سازه

ضرورت ساخت، آن هنگام حادث شد که انسان‌های غارنشین به فکر سکنی‌گزینی در دشت‌ها و در کنار منابع حیات افتادند و این امر، نیازمند داشتن سرپناهی دست‌ساخت بشر بود. شواهد اذعان دارند که انسان عصر کهن می‌بایست از هنر، سازه و معماری شناخت می‌داشت، چراکه بدون درک ابتدایی سازه، سرپناه برجا نمی‌ایستاد (مزینی، ۱۳۷۹: ۴۶-۴۰).

از آن زمان تاکنون، پیشرفت در ساحت علم، هنر و اندیشه تداومی همیشگی داشته و در حال حاضر، پیشرفت و توسعه آنها در کسری از ثانیه روی می‌دهد. آنچه در این میان و در عرصه رشد و شکوفایی علم بر معماری حادث شده، جدایی ناگهانی از روند یکپارچه گذشته و جدایی از آنچه گذشته نامیده می‌شد، دید به آینده، جدایی مهندسی معماری و مهندسی ساختمان و سازه، و تلاش در انطباق معماری با فناوری روز بوده است. اما، به دلیل نداشتن امکانات لازم در حوزه معماری، این فن آ روند تغییر تدریجی و آهسته‌ای را پیموده و هنوز هم به همان دلایلی، ماهیت وجودی خود را تغییر نداده است. این امر گواه آن است که در فرآیند تغییرات زمانی طراحی محیط زندگی بشر، همواره اصول راهنمایی حاکم بوده که مواری تغییرات و دگرگونی‌های زمان قرار داشته و نمود خود را، بیش از هر امری در ساختار و سازه محیط نشان داده‌اند.

شکل ۸: سازه چادری سرخپوستان آمریکایی



www.en.wikipedia.org, 2007: مأخذ

شکل ۷: مرکز سمفونی آتلانتا، سانتیاگو کالاتراوا، ۲۰۰۸



www.arcspace.com, 2006: مأخذ

سازه‌ها همیشه برای اهداف معینی ساخته می‌شوند. اساساً اصل توجه به سودمندی یکی از تفاوت‌های اساسی میان ساختمان و مجسمه است. بنابراین مفهوم سازه برای سازه عبارت صحیحی نیست، زیرا هیچ سازه‌ای بخاطر خود سازه ایجاد نمی‌شود (مارگولیوس، ۱۳۸۴: ۴۶-۴۰).

سازه بنا به تعریف لوکوربوزیه (۱۹۰۰) در پرده ششم از طراحی که مرحله همپوشانی سازه و معماری است، «ماتریسی است از عناصر مقاوم و مجموعه همه قطعاتی است که کارکرد سازه‌ای آن بنا را تحقق می‌بخشد. سخن گفتن از ماتریس به معنای آن است که تعاریف فرمی، فضایی یا سازه‌ای در لحظات پایانی مرحله طراحی به میان می‌آیند و دیگر از همان ابتدای کار اهمیتی ندارند و در واقع این اشیاء معمارانه‌اند که درست یک لحظه قبل از تبدیل شدن به فرم بوجود می‌آیند».

بسیاری از معماران مدرن، زیبایی بنا را در ساختار آن می‌دیدند، چنانکه میس وندروه (۱۹۰۰) اعتقاد داشت شاهکار خلق معماری هنگام برپا ساختن اسکلت و ساختار بنا صورت می‌پذیرد که بعداً توسط اجزاء دیگر مخفی می‌گردد.

برخی دیگر از اصول نظریه‌ای معماران که در آن به نقش ارتباطی معماری و سازه پرداخته‌اند را می‌توان در جدول ۱ ملاحظه نمود (کاپون، ۱۳۸۸: ۲۶۴-۲۵۷).

جدول ۱: نقش ارتباطی سازه و معماری از دیدگاه معماران

سازه	کارکرد	رشد فکری	استحکام	سودمندی	زیبایی
سازه <td>کارکردی <td>زیباشناختی <td>سازه <td>اجتماع <td>دانشگاه </td></td></td></td></td>	کارکردی <td>زیباشناختی <td>سازه <td>اجتماع <td>دانشگاه </td></td></td></td>	زیباشناختی <td>سازه <td>اجتماع <td>دانشگاه </td></td></td>	سازه <td>اجتماع <td>دانشگاه </td></td>	اجتماع <td>دانشگاه </td>	دانشگاه
سازه <td>طرح <td>سبک <td>سازه <td>برنامه <td>بیان </td></td></td></td></td>	طرح <td>سبک <td>سازه <td>برنامه <td>بیان </td></td></td></td>	سبک <td>سازه <td>برنامه <td>بیان </td></td></td>	سازه <td>برنامه <td>بیان </td></td>	برنامه <td>بیان </td>	بیان
والتر گروپیوس (۱۹۳۵)	کریستین نوربرگ شولتز (۱۹۶۳)	نورمن فاستر (۱۹۸۳)	ویتروویوس (۲۰۰۰ ق.م.)	راینر برنهم (۱۹۶۰)	رابرت ونتوری (۱۹۶۶)

مأخذ: کاپون، ۱۳۸۸

نتیجه حاصل از این تقسیم‌بندی آن است که علی‌رغم آنکه اصولاً معماران کارکردگرا و فن‌گرا از سازه به عنوان جزء اصلی و مهم در ساختار بنا یاد می‌کنند، سایر معماران نیز به اهمیت و نقش سازه، فن و تکنیک، فناوری، ساخت و ساختار، در کنار عوامل محیطی، فضا، اجتماع و ... می‌پردازند. نمونه‌های ارائه شده، دیدگاه‌های متفاوت موجود در باب سازه را به تصویر کشیده و به تعریف و تبیین ساختار علت مادی در شکل ۶ می‌پردازد. نقش و حضور فرهنگ و زمان در این تعاریف بسیار شاخص است.

۳. فضای معماری^۳

با وجود خلق فضاهای متنوع انسانی و وجود بینش‌های مختلف در باب فضا، تعریف دقیقی برای آن ارائه نگردیده است. ماهیت شناخت فضا در طول اعصار و در تاریخ معماری معاصر متفاوت بوده است. در معماری کهن نوع و نحوه استقرار ساختار کلی بنا و به تبع آن، اسکلت نگهدارنده بنا مهم بود و مفهوم فضا در اهمیت و اولویت بعدی قرار می‌گرفت. بنابراین در بناهای کهن، فضاها عموماً فاقد جنبه‌های تعریف شده امروزی بودند (به عنوان مثال، فضاهای داخلی اهرام مصر و اهمیت و ارجحیت بُعد بصری و ساختاری بر مباحث فضایی)، هرچند در دوره‌های بعد به مرور، جنبه‌های زیباشناختی بیشتری کشف، تعریف و مشخص گردید. در معماری کنونی، فضا در کنار معمار مفهوم می‌یابد و هر معمار براساس تعاریف و باور خود به تبیین فضای ملموس می‌پردازد که نمود عینی آنها بر ما روشن است. با دیدن بنا شناختن خالق اثر کار دشواری نخواهد بود، چراکه تمایز میان پروژه‌ها و تفکرات سهل و آسان است و بینش و تصورات هر معمار در تجسم بخشیدن به توده با توجه به عملکردهای پیشین بسیار متداول است.^۴

در تفکر انسان-محور، درک فضا از طریق حرکت در درون ممکن است؛ چنانکه گاستون بشلار^۵ (۱۹۵۰) عقیده دارد: «فضایی که در تصور می‌آید نمی‌تواند با فضایی که مورد محاسبه و تفکر نقشه‌برداران قرار می‌گیرد، تفاوت نداشته باشد. فضا را باید با تمامی ابعادش تجربه کرد». براساس چنین بینشی، ساختار و سازه در گستره بزرگ تری بنام فضا جای می‌گیرند که ادراک آن، هر لحظه، مطابق ذهن انسان و میزان درک وی متفاوت خواهد بود.

بنابراین آنچه عمدتاً در معماری مطرح است مکان و فضای معماری است که متفاوت از سایر فضاها بوده و بیانی است برای جایی که انسان در آن به فعالیت می‌پردازد، با آن در ارتباط است و به طریق آن از محیط پیرامون جدا شده است. در این فضا کالبد فیزیکی و قابل لمس، حس و حضور داشته و با فضای سایبر و دیجیتال به لحاظ ماهیت کالبدی متفاوت است.

ما حاصل چنین بینشی مکان است، فضایی که ابتدا متصور و سپس خلق گردیده است. مکان محل عینی تحقق فعالیت‌های انسان است. مکان ظرف نیست، بلکه ساختاری است متشکل از محیط و انسان که در آن پدیده‌ها به صورت کیفی و آن گونه که در تجربه طبیعی و روزمره شناخته می‌شوند قرار می‌گیرند. اجزاء مکان و خود مکان از یکدیگر قابل تفکیک نیستند و همه چیز به یک کلیت وحدت‌دار مربوط است. هر مکان نیز جزئی از یک مکان بزرگ‌تر است (افشارنادری، ۱۳۷۹: ۳). هر مکانی که در نظر گرفته شود، فضا و زمان ارزشی مشخص و یگانه به خود می‌گیرد و دیگر حکم تجریدی ریاضیاتی یا موضوعی زیباشناختی ندارد؛ هویتی کسب می‌کند و به ارجاعی برای حضور بدل می‌گردد. برای همین انواع فضاها وجود دارد؛ فضای تجریدی، روحانی، جمعی/شخصی، مجازی، سایبر و غیره. ون‌آیک (۱۹۰۰) عقیده داشت: «فضا و زمان هر معنایی که داشته باشد، مکان و موقعیت معنای بیشتری دارد. برای انسان، فضا جایی ندارد و زمان هم لحظه‌ای ندارد».

علی‌رغم تمام تلاش انسان، به نظر می‌رسد ثباتی برای هماهنگی تعاریف میان مکان و فضا نیز وجود نخواهد داشت و قانون ظرف و مظهر بر فضا و مکان متصور نیست. چراکه فضا با حرکت خورشید تغییر می‌کند و مکان با حرکت انسان‌ها دگرگون می‌شود (فون مایس، ۱۳۸۳: ۱۶۴).

از منظر اندیشمندان محیط‌گرا، فضای معماری کلیتی است که روح مکان و محیط نیز آن را دربر گرفته و بنابراین کلیت بنا، ساختاری واحد و یکپارچه و در تطابق با محیط است (شولتز، ۱۳۵۳). اونگرس (۱۹۸۲) معمار و نظریه پرداز آلمانی عقیده دارد: «معماری تنها زمانی زنده می‌ماند که گفتگویی آرام با روح مکانی که برای آن خلق شده داشته باشد. معماری موضوعش را از محیطی می‌گیرد که در آن واقع شده و فرم، زبان، کلمات و مجموعه اشکالش را از میان این متن گسترش می‌دهد. وقتی که معماری با شرایط، چه از نظر فضا و چه از نظر مفهوم، رابطه‌ای نداشته باشد، چیزی جز ژست خالی و بدون معنا نیست».

وسایل ساخت مکان معمارانه همواره فیزیکی است؛ اما، این امر تک‌خطی نیست و مسیر رفت و برگشتی دارد (ما شهرها را می‌سازیم و شهرها ما را می‌سازند). معماری باید به مثابه ابزاری که در اختیار ماست، نیازهای ما را برآورده سازد؛ به همین دلیل باید سودمند و به صرفه باشد (فون مایس، ۱۳۸۳: ۱۶۴). بنابراین معماری با تمام اجزاء خود باید در خدمت بهره‌بردار باشد و الزام و حصول این امر در گرو همسازي کل و جزء یکپارچه معماری است که سازه در این مقاله نقش پیکربندی و ساختارسازی این کل و جزء را دارد. مباحث فوق نقش معمار در خلق فضا و مکان را معین ساخته و مبحثی دیگر از شکل ۶ را تبیین می‌نماید.

۴. معماری و سازه

بر اساس شکل ۶، هر مبحثی ناگزیر دارای جهان بینی و ایدئولوژی خاص خود است. بر اساس مدل پیشنهادی اسلامی (۱۳۸۶) چارچوب مباحث نیز در کل، به چهار قسم قابل بخش بوده و از چهار رویکرد مختلف قابل بررسی و مذاقه است. بر اساس جهان بینی و فلسفه متفاوت، نحوه برخورد و نتیجه متمایزی خواهیم داشت. در این مبحث، سخن از مقایسه و سنجش بوده و معیار و ارزش گذاری مطرح است.

جدول ۲: چهار نوع متفاوت نحوه دید و برخورد در دنیا

دیدگاه‌ها (نگاه فلسفی)	روش‌های مختلف پژوهش	بن مایه پژوهش
کثرت و وحدت	روش پژوهش توصیفی	توصیفی، صحبت از فرم ^۷
جوهر و عرض	روش پژوهش تشریحی	تشریحی، صحبت از عملکرد ^۸
علت و معلول	روش پژوهش تشبیهی	مشابه سازی، صحبت از مدل ^۹
وجود و عدم	روش پژوهش ارزشیابی	مقایسه‌ای، صحبت از معیار و شاخص ^{۱۰}

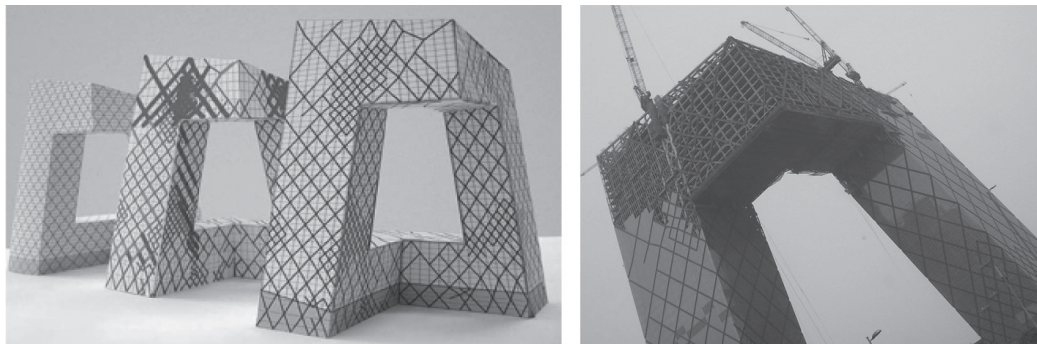
مأخذ: اسلامی، ۱۳۸۶

نحوه ارزش گذاری و برخورد با سازه و معماری در ادوار مختلف، اساس تفکری متفاوتی داشته است. اتو وگنر (۱۹۰۰)، معمار اتریشی، در باب اهمیت سازه در معماری عقیده داشت که: «معمار اگر در خلق فرم هنری، طراحی را از سازه شروع نکند، طرحی نامشخص و غیرقابل فهم، و در نتیجه ناپایدار ارائه خواهد نمود».

فضا و بنا بر اساس سازه و فرم شکل می‌گیرد. تعریف ارتباط و تقدم سازه، فرم و فضا در دوران مختلف متفاوت بوده است. ادوارد آلن (۱۹۰۰) در خصوص ارتباط سازه و معماری و فرآیند طراحی آنها عقیده داشت: «طراحی سازه‌ای همانند طراحی معماری مسیری دو طرفه است، رفت و برگشت فرم و فضا تا زمانی که یک ترکیب بهینه به دست آید».

در معماری مدرن سازه بر معماری غلبه می‌یابد و بناهای بزرگ با بیان سازه‌ای خود، مبتنی بر انفصال فضا، فرم و معماری از سازه بوده^{۱۱} و در پاسخگویی به نیازهای عملکردی، بعد فیزیکی و تسلط ساختار مصنوع بر محیط طبیعی شکل می‌گیرد. میس وندروهه (۱۹۰۰)، معمار آوانگارد مدرن، از طرفداران صرف مدرن ناب و بنابراین زیبا دیدن خلاقیت کمینه‌گرا همواره بر اهمیت ساختاری بنا تأکید می‌ورزید و اعتقاد داشت که: «فرم تابعی از مراحل سازه‌ای می‌باشد. سازه در این حالت دارای یک مبنای فلسفی است. کلیت ساختمان و تمامی جزئیات آن، همگی دارای ایده و طرحی واحد هستند». این سخن در واقع در تأیید گفته‌های لی‌داک (۱۸۹۰)، معمار فرانسوی بود که عقیده داشت: «سازه جزئی از معماری است. معماری تماماً شکل گرفته توسط سازه است و هدف آن باید بیان خارجی سازه باشد. از نظر وی معماری جدید باید بر اساس "قوانین جدید سازه‌ای" شکل گیرد». در چنین عصری، ساختارها با دهانه‌های بزرگ، بناهای با ارتفاع بلند و دارای سازه نمادین، ساختمان‌هایی با بیان سازه‌ای بصری و زیبایی‌شناسی^{۱۲} شکل می‌گیرند. فناوری پیشرفته بر مبنای تفکر ساختاری همچون مدی زودگذر بر معماری سایه می‌افکند، مدی که بعدها با گرایش به علوم و دستاوردهای علم دیجیتال، بیونیک و نانوفناوری بُعد دیگری می‌یابد. هرچند در مقابل این نوع تفکر، تفکر تقدم فضا بر سازه نیز حضور داشته، گویی در برخی دوره‌ها این حضور کم‌رنگ می‌نماید^{۱۳}.

شکل ۹: CCTV Headquarters، رم کوله‌اوس، پکن، ۲۰۰۸، مطالعه سازه نیز خود نوعی معماری است



www.archweek.com, 1386 و www.diggingtochina.wordpress.com, 1390: مأخذ

در باب تعامل و همسازی میان فضای معماری و سازه نیز عقایدی مطرح است. بنابر عقیده بسیاری، این همسازی بر پایه کلیت هماهنگ و وحدت اجزا تعریف می‌شود. فضا و سازه به همراه سایر اجزاء ساختمان یک کل واحدند، چراکه وحدت کل، معرف عدم هماهنگی اجزا است. کل بنا تحت تأثیر فضا و سازه، و از طرفی تحت تأثیر عوامل اقلیمی، اقتصادی، فرهنگی، سازه‌ای و غیره است. حال آنکه یودیکه (۱۹۰۰) معتقد بود: «سازه فرم فضا را تعیین نمی‌کند، بلکه برای آن محدودیت قائل می‌شود». به عبارت بهتر، سازه بنا را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد بلکه آن را محدود می‌سازد (گلابچی، ۱۳۸۴).

شکل ۱۰: شمایی از سیر تحول تاریخی در تعریف نحوه ارتباط میان سازه و معماری

نمونه کارهای معماران در نمایش نحوه ارتباط میان سازه و معماری

سازه عنصر اصلی تعریف‌کننده معماری کاخ تریانس، ۱۳۰۰ ق.م.، قدیمی‌ترین طاق در اروپا	سازه عنصر اصلی ساختار، هنوز معماری نمود نیافته است. زمان: هزاره قبل از میلاد	
تلفیق سازه و معماری ساختار و سازه گوتیکی، قرن ۱۵ میلادی، تلفیق سازه و معماری	نگرش به تلفیق سازه و معماری، بتدریج شکل گرفت. زمان: بعد از میلاد تا قبل از عصر روشنگری	
تفکیک سازه و معماری بانک هنک کنگ، نورمن فاستر، چین ۱۹۸۶-۱۹۷۹	جدایی سازه و معماری و غلبه یکی بر دیگری، زمان: بعد از رنسانس تا حال حاضر،	
غلبه سازه بر معماری غرفه نمایشگاه باک میسنتر فولر، مونترال کانادا ۱۹۷۶	جدایی سازه و معماری توافق بیشتری یافت. زمان: دوره مدرن	
تعامل معماری و سازه کالری سر پنتین، تویو ایتو ۲۰۰۲	ارتباط تعاملی میان سازه و معماری شکل گرفت. زمان: دهه ۹۰ و اوایل دهه ۲۰۰۰	
همپوشانی و انطباق کامل سازه و معماری ساختمان مسکونی ۵۶ طبقه، مایکل روچکیند، تورنتو، ۲۰۰۹	همپوشانی کامل سازه و معماری تکوین یافت. زمان: از اواسط دهه ۲۰۰۰ تا کنون	

۵. لزوم تعامل و همپوشانی فضای معماری و سازه

بشر همواره از طبیعت الهام گرفته است. در میان جانداران، نیاز، عامل اصلی تغییر فرم و شکل و تطبیق با محیط بوده، ساختاری کاملاً پویا و انعطاف‌پذیر که اکثراً در طول سده‌های متمادی به تکامل تدریجی رسیده و براساس صفات ویژه، شکل و فرم جدید یافته است. تلاش انسان بر این بوده که از مشخصه و ویژگی‌های طبیعت در ساختارهای مصنوع و انسان ساخت بهره‌گیری کند. بنابراین، معماری به عنوان ساختاری انسان‌ساخت و متأثر از فن و هنر، همواره دستخوش تغییر بوده تا بتواند اصول و شرایط حاکم را به نمایش گذارد. اما، بدلیل عوامل سازه‌ای، تاکنون نتوانسته است پویایی و انعطاف‌پذیری کالبدی را به طور کامل به منصه ظهور برساند و ناگزیر تکامل آن بسیار تدریجی و متفاوت از ساختارهای طبیعی بوده است. در مقابل، معماری ادراک بیننده و حس فضا را در برابر فرم به چالش کشانده است: عقل و خرد در برابر احساس و ذهن. حقیقت آن است که سازه به عنوان یکی از مهمترین عوامل در تعریف معماری و فضا، جدای از معماری، و بدون زیبایی بهره‌گرفته از الهامات طبیعی و هندسی نمی‌تواند جاودانه بماند؛ حصول این امر با همپوشانی هنر و فناوری ممکن است. مک دونالد انگوس (۱۹۹۰) در این باره عقیده دارد: «خواسته‌ها و امکانات سازه و اجزاء دیگر و برنامه بنا، فضا را شکل می‌دهد. بنابراین، فضا در محدوده منطق، ظرفیت‌ها و توانایی‌های سازه و بقیه اجزا متجلی می‌شود. لذا فرم فضا، فرم سازه‌ای نیز هست. سازه هم در اتصالش با فضا و مفهوم، منطق یا حقیقت خویش بوجود می‌آید»^{۱۵}.

معماری مجموعه‌ای است از عوامل کلی که ماهیت آن مرهون عاملی ایستا است تا بتواند دربرگیرنده کل باشد. هنگامی یک توده به واقعیتی ملموس بدل می‌شود که تک تک اجزا در کلیتی واحد و هماهنگ قرار گیرند.

یک ساختار برای ایستایی و ثبات خود نیازمند چارچوب و اسکلتی نگهدارنده است و براساس دانش محیطی، هر قدر انطباق و همسازی میان ساختار و فضا بهینه باشد، پایداری، تعادل، مقاومت و زیبایی آن نیز ملموس‌تر خواهد بود^{۱۶}. سازه همواره یکی از اجزاء ضروری معماری بوده است. چه هنگام ساخت سرپناه ساده برای یک خانواده و چه هنگام ایجاد فضای بزرگی که صدها نفر بتوانند در آنجا اعمال عبادی، تجاری، تفریحی و مذاکرات سیاسی خود را انجام داده یا اوقات فراغت خود را بگذرانند.

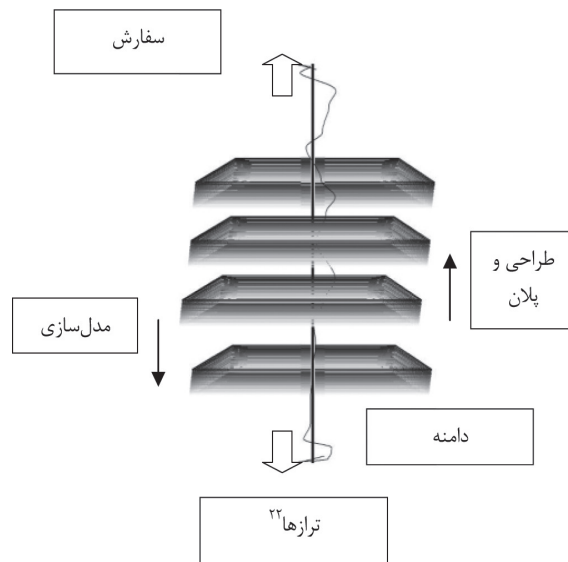
تاریخ معماری نشان می‌دهد که فرم‌ها همیشه اساس ساختاری داشته‌اند. معماری و سازه تا قبل از رنسانس انسجام و یکپارچگی خود را حفظ نموده و معمار خالق فضا و ساختار بنا به شمار می‌رفت. معمار با علم بر مباحث پایداری و نحوه ایستایی فرم‌ها از آنها برای خلق فضا بهره می‌برد و این ترکیب با ظرافت خاصی صورت می‌پذیرفت. همچنان که در یک ساختار طبیعی، انفکاک فرم، اسکلت، کالبد و عوامل تعریف کننده دیگر از یکدیگر ممکن نیست؛ در ساختار معماری نیز، سازه و هر عامل تعریف کننده‌ای نمی‌تواند از هم جدا شده و باید براساس اولویت‌ها و رده‌ها در کنار هم و برابر هم قرار گیرند. اگرچه تا کنون عمده تلقی انفکاک معماری و سازه از یکدیگر از مباحث فنی نشأت می‌گرفت ولی با پیشرفت تکنولوژی، امکان همپوشانی سازه و معماری مطلوب تر گشته و حتی ساخت ساختارهای پویا و متحرک در معماری امری بدیهی می‌گردند. تنها مانع مهم در این امر، گرایش‌های مختلف است، که برای کمرنگ شدن اینگونه تفکرات، می‌باید اقدامات اساسی همچون بهره‌گیری از مدل‌ها و اندیشه‌ها، و آموزش و اطلاع‌رسانی در سطح عام و خاص صورت پذیرد.

۶. ارتباط سازه و معماری از دیدگاه بکس

آنچه که تاکنون بدان پرداخته شد، یکجانبی مدلهای و تبیین بستری برای معماری و سازه و لزوم متفاوت دیدن ولی یکپارچه انگاشتن آنها در فرآیند طراحی بود. حال به بررسی این بستر در تطابق و تدقیق آن در مدل بکس پرداخته می‌شود.

بکس (۲۰۰۲) معتقد است که فرآیند طراحی معماری، همانند هر فرآیند طراحی دیگری، به دلیل پاسخگویی به جنبه‌های مختلف کالبدی-عملکردی و مسئولیتی که برعهده معمار است، باید طراحی و تدوین گردد. وی اظهار می‌دارد که فرآیند طراحی معماری بخشی از فرآیند کلی ساختمان است که در کنار طراحی و ساخت و ساز، مراحل مختلف بهره‌برداری و مدیریتی، وفق‌پذیری و تخریب را نیز دربرمی‌گیرد. از آنجا که بکس (۲۰۰۶) معتقد به سامان‌مند دیدن فرآیند طراحی است، طراحی معماری را جدای از سایر طراحی‌ها ندانسته و به تبیین مدل‌ها و راهکارهای معماری سامان‌مند می‌پردازد. وی عنوان می‌دارد که به کمک این مدل‌ها، پیچیده‌ترین الگوهای طراحی هواپیما، قابل‌تعمیم و استفاده در طراحی معماری خواهد بود. طراحی، فرآیندی است که تصمیم‌گیری در چارچوب همبستگی گروه طراحی صورت می‌پذیرد و هر بازیگری باید ایفاگر نقشی باشد که همگام با هدف بوده و در نهایت، غایت طراحی حاصل آید. فرآیند باید دارای فضای ساختاری به عنوان دامنه‌های طراحی باشد که کلیه دانش‌ها در آن برای تبیین اهداف طراحی گرد هم آیند (Islami, 1998: 100). بکس، مطابق نظریه حیطه، مدل فرآیند طراحی را به سه حیطه فرآیند سفارش، فرآیند هماهنگی و انسجام، و فرآیند توسعه و رشد کیفی تقسیم نموده است.

شکل ۱۱: دیاگرام سفارش، اولین مرحله از فرآیند طراحی معماری



مأخذ پایه: Bax, 1989

در این مرحله با توجه به سفارش دهنده، امکان طراحی برای مردم^{۲۳} متصور است (Islami, 1998).

۶-۲- فرآیند هماهنگی و انسجام

در این فرآیند، عملکرد در نقش ائتلاف و اتحاد میان عناصر مختلف^{۲۴} مطرح است. فرم و عملکرد دارای موجودیت پیچیده و ابعاد متفاوتی بوده که در دسته‌بندی‌های مختلف قرار می‌گیرد. دسته‌بندی‌های دیگر که به لحاظ رتبه در سطح پایین‌تری قرار دارند میان دو دسته‌بندی فرم و عملکرد قرار می‌گیرند تا به ایفای نقش پرداخته و هدف نهایی را به نتیجه برسانند. این فرآیند نیز حرکت دوسویه و رفت و برگشتی دارد. زیرا مستلزم دارا بودن سامانه دقیق‌تری نسبت به مرحله نخستین است تا بتواند هماهنگی میان کارفرما، مشاور، پیمانکار، معمار، بنا، مردم، تخصص‌های مختلف ساختمان و غیره را صورت دهد. در این مرحله می‌توان طراحی با مردم^{۲۵} را پیگیری نمود.

سیاست‌گذار، تصمیم‌ساز، تصمیم‌گیر، ذی‌نفع، مردم، پیمانکار، مشاور و طراح، مهندس سازه، مهندس تأسیسات، جامعه‌شناس و ...	دامنه انسانی
عوامل شکل‌دهنده اولیه ذهنیت، ایده و کانسپت، طرح، زمین‌شناسی، سازه، تأسیسات	دامنه تبیین نقشه و طرح

۳-۶- فرآیند توسعه و رشد کیفی

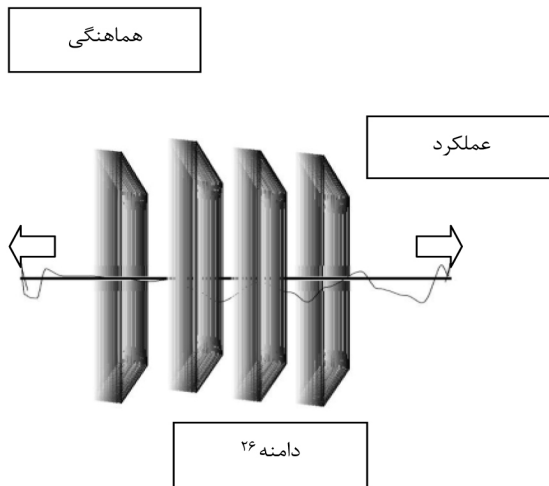
فرآیند سوم، رشد کیفی^{۲۷} است که مبحث بسیار ظریفی است. این مرحله، فرآیند اجرای طرح بوده و دارای مراحل متفاوت است. بسته به نوع طرح و ملزومات آن، می‌توان فرآیند را از مرحله ۳ نیز آغاز نمود. این فرآیند بدلیل ماهیت آن، یک طرفه بوده و هر قدر از بازه زمان آغاز آن می‌گذرد، توسعه در بعد کمی و کیفی پیشرفت می‌کند. زمان در آن برگشت‌ناپذیر بوده و با پیشروی در زمان، طرح از ساده به پیچیده و از نیست به هست بدل می‌گردد.

لایه‌ها از چپ به راست می‌توانند موارد ذیل باشند: مرحله^{۲۸} صفر (آغازین)، مرحله ۱، مرحله ۲، مرحله ۳ و ... تا رسیدن به نتیجه و دستیابی به محصول. با توجه به مرحله‌بندی مدل، در این مرحله می‌توان برای پخته شدن موضوع از ساختار طراحی بوسیله مردم^{۲۹} و دانش ضمنی آنها به منظور پخته شدن طرح بهره گرفت.

هر یک از شکل‌های ۱۱ تا ۱۳ رابطه میان طرح-سازه و معمار-مهندس سازه را در یک سامانه کاملاً منسجم و یکپارچه نشان می‌دهد. شکل ۱۱ بیانگر سیالیت و پویایی مواد و مصالح طرح بوده و قابلیت تغییرپذیری بسیار بالایی دارد. این بدان معنی است که در این مرحله طرح می‌تواند تغییر یابد. کلیه دامنه اطلاعاتی و دانش‌های مربوط به ساختمان با یکدیگر همپوشانی دارند. در این مرحله ترازبندی مطرح است و از دیدگاه کلان به محصول فرآیند می‌نگرد.

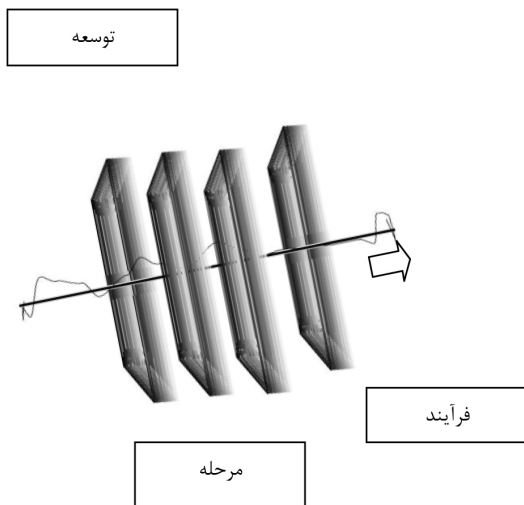
شکل ۱۲ مبین ارتباطی دقیق و ملموس میان عوامل سازه‌ای و طرح یک بنا بوده و نیازمند تغییر و بازبینی دقیق است. در این مرحله، هر یک از اطلاعات دسته‌بندی شده و هم‌عرض هم قرار می‌گیرند. هرگونه تغییری، برخلاف شکل ۱۱، بر حیطه و دامنه موازی خود تأثیر می‌گذارد که باید نهایت دقت هنگام انجام هرگونه تغییری صورت پذیرد. سازه در این نمودار در کنار معماری شکل گرفته است. سایر عوامل، فضای میان

شکل ۱۲: دیاگرام یکی کردن، دومین مرحله از فرآیند طراحی معماری، جایگاه سازه و فضای معماری



Bax, 1989: مأخذ پایه

شکل ۱۳: دیاگرام توسعه کیفی، سومین مرحله از فرآیند طراحی معماری



Bax, 1989: مأخذ پایه

معماری و سازه (فرم و عملکرد) را می‌پوشانند تا هدف نهایی که تلفیق کلیه دانش‌ها و دستیابی به محصول است را تدوین نمایند. در این مرحله حیطه‌بندی مطرح می‌گردد. عملکرد در این مرحله رابط حیطه‌ها و فرم می‌باشد.

شکل ۱۳ مراحل مختلف عملیات را نشان می‌دهد که از مرحله صفر (مطالعات اولیه) تا مرحله نهایی (اجراء، تحویل و نگهداری) محصول را دربر می‌گیرد. در این مرحله مرحله‌بندی مطرح می‌گردد و فرآیند، نقش اصلی در هماهنگی مراحل مختلف را ایفا می‌نماید.

همان‌طور که پیش‌تر اشاره گردید، فضای معماری به مثابه همه معماری تعریف شده است. معماری در مدل بکس، محصول اندیشه خلاق طراح است که فضای معماری را توسط یک مدل، ساخت‌مند نموده و جایگاه و همگامی کلیه عوامل مورد مداخله را نشان می‌دهد؛ زیرا، بکس (۲۰۰۰) معتقد است طراحی معماری همانند طراحی سایر محصولات باید به نحوی باشد که چندین کار به صورت موازی انجام یابد. وی معتقد به سامان‌مند و ساخت‌مند نمودن فرآیند طراحی معماری است، به نحوی که بتوان کلیه ابعاد و عوامل مورد مداخله معماری را در فرآیند لحاظ نمود. وی اظهار می‌دارد که براساس نوع نگرش به فرآیند طراحی، فضای معماری و سازه، به همراه دیگر عوامل مورد مداخله در آن، محصول متفاوتی تولید خواهند کرد. از منظر بکس (۲۰۰۲) سه عامل

فرآیند طراحی محصول را تعریف می‌نماید که عبارتند از: فرم، عملکرد و زمان. فرم دربرگیرنده مقیاس؛ عملکرد دربرگیرنده حیطه و محیط؛ و زمان دربرگیرنده حالت و وضعیت می‌باشد. در این بین عملکرد و فرم ارتباط مستقیمی با تعریف فضای معماری و سازه داشته و یک ارتباط دوسویه و تعاملی میان دو عامل یاد شده برقرار می‌نماید. این سه عامل در فرآیند طراحی قابل مقایسه با سه متغیری است که اسلامی (۱۹۹۸) در فرآیند معماری تعریف می‌نماید. وی این سه متغیر را که نقش اساسی در تعریف چارچوب فرآیند داشته و توسط محور عملکرد به هم مرتبط می‌باشند را ریخت‌شناسی، ساخت‌شناسی و محیط‌شناسی می‌داند. ریخت‌شناسی در باب فرم، رنگ و مقیاس؛ ساخت‌شناسی در باب تأسیسات، سازه، ساخت و ساختار؛ و محیط‌شناسی در دو بستر انسانی و طبیعی تعریف می‌گردد. اسلامی در این مدل به تعامل کل اجزاء مطرح در معماری می‌اندیشد. سازه در این چارچوب، زیرشاخه ساخت‌شناسی و جزئی از پیکره واحد است. آنچه از مقایسه این دو ساختار برمی‌آید آن است که در مدل بکس زمان به عنوان پارامتر مهم و تأثیرگذار در ساختار تبیین سازه، و معماری در کنار فرم و عملکرد جای گرفته است. مدل بکس بر عدم امکان تمایز میان سازه و معماری در فرآیند طراحی تأکید می‌ورزد. وی عوامل زمان، عملکرد و فرم را که برخاسته از محیط، مقیاس و حالت و شرایط طرح است، هم‌راستا و هم‌عرض هم می‌بیند.

۷. جمع‌بندی

تلقی انفکاک سازه از معماری از دوره پس از انقلاب صنعتی حادث شد و منجر به وقوع تحولاتی در عرصه‌های مختلف آموزشی معماری معاصر غرب گردید و نتیجه حاصله چنین بود: تقسیم وظایف معماری، توسعه علوم و فناوری سازه‌ای، تفکیک عوامل فرمی از عوامل عملکردی و ساختاری، جدایی سازه و معماری و غیره. در زیر سایه چنین ضوابطی، و با انفضال معماری و سازه از یکدیگر، هماهنگی چندین هزار ساله میان آنها از بین رفت. این در حالی است که فضای معماری، فضایی کیفی بوده و مبین خصوصیات فضای وجودی انسان می‌باشد و عدم همپوشانی این دو عامل در کالبد فضا، فضای ساختاری نامتعارفی را بوجود می‌آورد.

با توجه به تغییرات بنیادینی که در ساحت علم صورت پذیرفته است، باید حقیقت ساختمان همچون موجود زنده‌ای متصور گردد که کلیت ساختار در هماهنگی با هم، فضا و سازه را با ابزار معماری به هم وابسته و پیوسته می‌بیند. متخصص سازه نیز می‌باید به اهمیت سازه و جایگاه برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری آن در همگامی با معماری واقف و در نتیجه در کنار معمار به خلق بنا (که محصول نهایی فرآیند طراحی است) از حوزه و حیطه خود، بپردازد. این امر نیازمند تغییر نگرش به جهان بینی و فرهنگ سازی در برابر تفکرات کنونی منبعث از جدایی سازه و معماری است. در این صورت، معماری و محصول حادث شده، محصولی پایدار خواهد بود که در یک کل یکپارچه به اهتمام نقش و وظیفه خود، به عنوان بنا، می‌پردازد.

معماری تنها با فضای احداث شده توسط آن نمود می‌یابد. فضای معماری ماحصل ارتباط تعاملی میان مجموعه عوامل مطرح در نمودهای عینی (سازه و تأسیسات) و نمودهای ذهنی (خلاقیت معمارانه) است و تنها زمانی بدل به الگوی پایدار می‌گردد که عینیات و ذهنیات معماری در هم تلفیق شوند. فضای معماری کلیت معماری را دربر می‌گیرد و معماری، همان گونه که در مدل بکس ارائه گردیده، تک تک اجزا ساختار را احاطه می‌کند. بنابراین فضای معماری، کلیه عوامل ساختی بنا را در برمی‌گیرد که شامل معماری، سازه، و سایر پارامترهای مطرح در معماری خواهد بود. به عبارت دیگر، مادام که در طرح سیال از سامانه سازه‌ای ناهماهنگ مدولار استفاده می‌نماییم نخواهیم توانست آنچنان که بایسته است، فضای سیال را در درون فضای معماری خلق کنیم.

مدل بکس، یکی از مدل‌هایی است که تلاش می‌کند تا جایگاه عوامل مختلف مورد مداخله در طراحی و فرآیند آن را در قالب ساختاری معین ترسیم نماید؛ بکس در این مدل بطور قطع و دقیق به جایگاه انسان به عنوان تصمیم‌گیر - تصمیم‌ساز - بهره‌بردار نمی‌پردازد و نقش تفکر خلاق به عنوان مهندس معمار - سازه را سیال و وابسته به عوامل مختلف و ذهن طراح معمار می‌یابد. به نظر می‌رسد که تبیین این عوامل نیازمند بهره‌گیری از سایر مفاهیم و مدل‌های طراحی محیطی و رفتاری است.

بکس معتقد است که باید به معماری به عنوان محصول فرآیند طراحی و تولید بنگریم تا امکان معادل سازی و هماهنگ نمایی کلیت آن با اجزاء شکل دهنده وجودی آن میسر گردد. این امر یادآور آن است که، معماری در آغاز چهارمین تحول خود قرار دارد^۲، تحولی بنیادین که کالبد واقعی بنا را تحت تأثیر قرار خواهد داد. بنابراین نگرش به فرآیند طراحی نیازمند جامع‌نگری است. زیرا بطور قطع تأثیر تحولات در معماری در هماهنگی سازه و ساختار با معماری ساختمان خواهد بود و اگر دانش لازم در این فرآیند تکاملی محدود باشد، از روند ساختاری و ایفای نقش مطلوب باز خواهد ماند.

پی‌نوشت

- (۱) M.F. Thijs Bax، استاد گروه معماری، ساختمان و برنامه‌ریزی دانشگاه فناوری آینده‌ون هلند. وی استاد بسیاری از ترم‌های مقطع دکتری بوده و تألیفات زیادی در زمینه‌های طراحی دارد. شماری از آثار وی عبارتند از:
- Bax, M.F.Th. (1979) "Domain Theory, Scope and Structure of Building Science", Open House, 3: 30-43.
 - Bax, M.F.Th. (1989) "Structuring Architectural Design Processes", Open House, 14: 20-27.
 - Bax, Thijs & Trum, Henk (1994) "A Taxonomy of Architecture: Core of a Theory of Design, Second Design and Decision Support Systems in Architecture & Urban Planning" (Vaals, the Netherlands), August 15-19, 1994 <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ddss9408>
 - Bax, N.F.Th. (1995) "From Ideology to Methodology: The Theoretical Evolution of the Design Methods Group", Design research in the Netherlands: a symposium convened by Design Methods Group Information Technology for Architecture / R.M. Oxman, M.F.Th. Bax, H.H. Achten ed. - Eindhoven: Faculty of Architecture Planning and Building Science, Eindhoven University of Technology: 89-97, Jan.1995.
 - Bax, M.F.Th. & Trum, H.M.G.J. (1996) "A Conceptual Model for Concurrent Engineering in Building Design according to Domain Theory", in: Timmermans, H. (ed.) 'Proceedings 3rd Design and Decision Support Systems (DDSS) in Architecture and Urban Planning Conference', Spa, Belgium, Part 1, Architecture Proceedings: 527-546., <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ddssar9638>.
 - Bax, M.F.Th. & Trum, H.M.G.J.&Nauta jr, D. (2000) "Implications of the Philosophy of Ch.S. Peirce for Interdisciplinary Design - Developments in Domain Theory", in Timmermans, H. (ed.) 'Proceedings Design Decision Support Systems in Architecture', Nijkerk, 2000., <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ddssar0003>.
 - Bax, M.F.Th. & Trum, H.M.G.J. (2002) "Faculties of Architecture", Timmermans, Harry (Ed.), Sixth Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning-Part one: Architecture Proceedings Avegoor, the Netherlands, 2002, <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ddssar0206>
 - Bax, M.F.Th. & Trum, H.M.G.J. (2004) "On the Notion of Level in Architecture", Van Leeuwen, J.P. and H.J.P. Timmermans (eds.) Recent Advances in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, ISBN: 1-4020-2408-8: 279-292., http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?ddss2004_ra-279

(۲) معماری در این مقطع از زمان، دیگر به عنوان هنر مورد اشاره قرار نمی‌گرفت.

(۳) فضا لزوماً با مصالح مصنوع ساخته نمی‌شود، می‌توان با چیدمان چند درخت و ایجاد سایه، فضایی دلنواز برای تمدد ایجاد کرد؛ می‌توان زیر انبوهی از درختان نشست و حضور فضا را در زیر سایه آنها احساس نمود. کارگردان با چند نقاشی و عمق‌دهی به فضای پشت صحنه و مونتاژ کامپیوتری، صحنه‌های مختلفی ایجاد و فضاهای متنوعی را به نمایش می‌گذارد که هیچ یک تشابهی با فضای معماری ندارند. اما، فضایی احساس می‌شود و فضاها با زمان و بی‌زمانی نیز درگیرند. آنها فضاهایی هستند که با ذهن درگیر بوده و شخصی هستند و قابل لمس و ادراک با تعداد بیشتری از انسان‌ها نیستند. به منظور تمایز میان فضا و فضای مورد بحث در این مقاله از عبارت فضای معماری استفاده شده است. تعریف انواع فضاها و فلسفه وجودی آنها مقوله‌ای جدا بوده و خارج از مبحث این مقاله است؛ فقط ذکر این نکته ضروری است که فضای مادی با فضای دیجیتال و معنوی متفاوت است و دلیل تفاوت آن همان حضور ساختار کالبدی و فیزیکی و دارا بودن بعد مکانی-زمانی در فضای مادی است.

(۴) فردیت و امانیسم ریشه در عصر روشنگری دارد که در دوره مدرن به اوج خود رسید تا جایی که هنر مفهومی در مقابل و در اعتراض به تفکر خشک و ساده‌انگاری بیش از حد، و پس از هنر مینی‌مالیستی سربرآورد تا وام‌دار جنبش پست‌مدرن و ارزش‌گذاری به مفهوم فراموش شده کانسپت به مفهوم حقیقی خود گردد. ادامه این بینش منجر به رها شدن معماری و هنر از قید سبک‌ها و افتادن در چرخه فردیت و خلاق اثر گردید.

(۵) گاستون باشلار، (۱۹۶۲-۱۸۸۴)، فیلسوف فرانسوی که در رشته‌های فلسفه، ریاضی و فیزیک تحصیل کرده و در دانشگاه‌های دیون (۱۹۴۰-۱۹۳۰) و پاریس (۱۹۵۴-۱۹۴۰) تدریس نمود. وی عمدتاً بخاطر ارائه تری "تعامل میان دلیل و تجربه" شناخته می‌شود.

(۶) نگاهی به فرآیند تعیین سامانه ساختمانی حقیقت این امر را مبرهن می‌سازد: (۱) ایده یا مفهوم کلی طرح؛ (۲) بررسی سامانه؛ (۳) ارزیابی اولیه (حذف اولیه برخی گزینه‌ها)؛ (۴) توسعه معیارها؛ (۵) درجه‌بندی سامانه؛ (۶) تصمیم‌گیری نهایی.

- 7) Form
- 8) Function
- 9) Model
- 10) Criteria

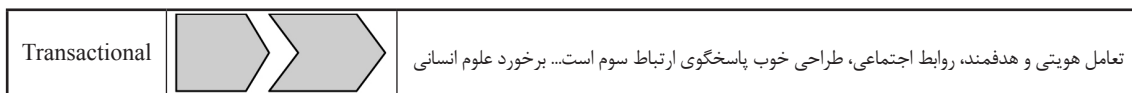
(۱۱) برخلاف اعصار پیشین خود- در گذشته سازه خمیره معماری و معماری جوهره آن بوده و انفکاک آنها غیرقابل تصور بود، روح معماری و سازه در هم آمیخته شده بودند و آنچه خلق می‌شد بعد روحانی می‌یافت.

(۱۲) منظور از بیان زیبایی‌شناسی سازه، به لحاظ تناسبات و هارمونی، مقیاس و ابعاد، سمبل و نشانه است.

(۱۳) همچون همزیستی مسالمت‌آمیز تفکر کلاسیسم و رمانتیسم، و اهمیت یکی بر دیگری بصورت دوره‌ای.

علم ژنتیک و مهندسی طبیعت در کنار سایر علوم طبیعت‌شناختی، خدمات ارزنده‌ای به ساحت علم و هنر داشته‌اند. در حال حاضر بسیاری از شناخته‌های بیولوژیکی و بیونیک در لابراتوارهای مختلف هنری و معماری در حال بررسی هستند؛ این امر به خاطر دستیابی به حلقه گمشده پایداری و دوام در عرصه معماری است. کلیه این فرضیات هنوز در بوته آزمایش قرار دارند.

(۱۴) ارتباط تعاملی:



(۱۵) سازه منطقی، سازه‌ای است که به حقیقت خود نزدیک‌تر است؛ مطابق آنچه که حقیقت هر چیز، یک چیز است (گلابچی، ۱۳۸۴).

(۱۶) امروزه اهمیت این همسازی بر کسی پوشیده نیست. بناهای بزرگ و مشهور با همکاری معماران صاحب نام و مهندسان مختلف علوم مختلف، بخصوص مهندسان عمران و سازه ایجاد می‌گردند. ساختمان‌های ساخته شده رم کوله‌اوس، شیگرو بن، تویو ای‌تو و دیگران، درک صحیح رفتار سازه‌ها و ارتباط تنگاتنگ میان مهندس معمار و سازه را طلب می‌نماید. مهندسان مشهور سازه همچون آنتونی هانت و سیسیل بال‌موند، رفتار سازه را ملزم به پردازش تعدادی فرمول محاسباتی ندانسته و برای درک صحیح فرم معماری (ماحصل ذهنیت معمار) از دانش‌های دیگری همچون الگو، موسیقی، ریاضی، هندسه، مدل‌های سه بعدی کامپیوتری و فناوری پیشرفته، ابزار طراحی و ایده‌های مختلف و حتی ایده‌های معمارانه بهره می‌گیرند.

- 17) Ordinance
- 18) Modeling
- 19) Inducing
- 20) Designing
- 21) Field
- 22) Levels
- 23) Design for People
- 24) Integration
- 25) Design with People
- 26) Domain
- 27) Development
- 28) Phase
- 29) Design by People

۳۰) سه دوره از تحولات در معماری: از عصر کهن تا انقلاب صنعتی، از انقلاب صنعتی تا عصر دیجیتال، از زمان کاربرد کامپیوتر در معماری تا حال حاضر (به زعم نویسندگان).

منابع

- اسلامی، سید غلامرضا (پاییز ۱۳۸۶): "طراحی محیط مصنوع"، مجله معماری و توسعه، دانشگاه تهران.
- انگل، هینو (۱۳۷۷): "سیستم‌های سازه"، ترجمه علی گل صورت پهلوانی، تهران، نشر کارنگ.
- شولتز، کریستین نوربرگ (۱۳۵۳): "هستی، فضا و معماری"، ترجمه محمدحسن حافظی، تهران، انتشارات کتابفروشی تهران.
- فون مایس، پی پر (۱۳۸۳): "نگاهی به مبانی معماری از فرم تا مکان"، ترجمه سیمون آیوازیان، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- کاپون، دیوید اسمیت (۱۳۸۸): "مبانی نظری معماری غرب - جلد سوم"، ترجمه علی یاران، تهران، انتشارات شهیدی.
- گلابچی، محمود (۱۳۸۴): "درک رفتار سازه‌ها"، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- مارگولپوس، ایوان (۱۳۸۴): "معمار + مهندس = ساختار"، ترجمه و تعلیق دکتر محمود گلابچی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- مزینی، منوچهر (بهار ۱۳۷۹): "ساخت، معماری و سازه"، مجله معمار، ش ۸: ۴۶ - ۴۰.
- Bax, Thijs. (2002) "A Building Design Process Model According to Domain Theory", Netherland.
- Islami, Seyed Golamreza. (1998) "Endogenous Development- A Model for the Process of Man-Environment Transaction", unpublished PhD Thesis, Heriot Watt University, Edinburgh College of Art, Edinburgh, UK.

سایت‌های اینترنت

- <http://www.archweek.com>, January 1386
- <http://www.arcspace.com>, December 1385
- <http://www.businessinnovationinsider.com>, January 1386
- <http://www.diggingtochina.wordpress.com>, July 1390
- <http://www.en.wikipedia.org>, January 1386 ; November 1387
- <http://www.johanvoordouw.com>, November 1387
- <http://www.metmuseum.org>, November 1387