صفحات ۶۱-۶۸ | شماره ۳ - تهار و تابستان ۱۳۹۰

کاربرد الگوی مقداری در همسازی معماری و سازه

دکتر محمد جواد مهدوی‌نژاد[۱]، مهندس غزل وفائیان[۲]

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۰

چکیده:

از دیرباز تا گذشته نه چندان دور، دانش ساختمان و فنون مربوط، این امکان را در اختیار قرار می‌داد که ساخت بنا به گونه‌ای یک پارچه آغاز شده، و به پیش رود. اما امروز این مهم با دشواری های بسیاری رو به رو است. پیچیدگی و گستردگی داده‌های طراحی موجب می‌شود که بر خلاف گذشته کنترل تمامی بخش‌های طراحی از دستان طراح خارج شده، و روند طراحی به بخش هایی تقسیم شود که هر کدام جداگانه پیش برده می‌شوند. چند بخشی شدن طراحی اگر چه سرعت و دقت را افزایش داده، اما یک پارچگی نتیجه حاصله را نیز تحت الشعاع قرار داده است. در این میان، یکی از زمینه‌های مهمی‌که آسیب دیده، هماهنگی معماری و سازه است. پژوهشگران به ارائه راهکار های متعددی در این زمینه پرداخته‌اند. در دهه اخیر روش‌های مقداری به عنوان ابزاری رو به رشد در اختیار طراحان قرار گرفته، امکاناتی را فراهم آورده است که می‌تواند یاری‌رسان توسعه دانش و مهارت طراحی معماری باشد. ماهیت روش‌های مقداری برقراری رابطه‌ای یک پارچه میان داده‌های مسئله است. به‌این ترتیب این روش به عنوان ابزاری در دستان معمار قرار می‌گیرد تا از این طریق به دغدغه خلق اثری یک پارچه، چنان که پیش از پیشرفت‌های دنیای مدرن فراهم بود، پاسخ گوید. الگوی پیشنهادی مقاله مبتنی بر تهیه مدل مقداری از طریق چارچوب FBS (پیشنهادی جان جیرو)، و وارد کردن داده‌های سازه‌ای از آغاز فرآیند طراحی معماری است. در مقاله ضمن تعریف همسازی، بیان اهمیت همسازی معماری وسازه، و مفاهیم و قابلیت‌های آن در این زمینه، یک الگوی مقداری به صورت نمونه، جهت ایجاد همسازی تبیین شده است.

کلمات کلیدی:

طراحی معماری، طراحی سازه، همسازی معماری و سازه، روش‌های مقداری

۱- استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه‌تربیت مدرس

۲- دانشجوی کارشناسی‌ارشد معماری، دانشگاه‌تربیت مدرس

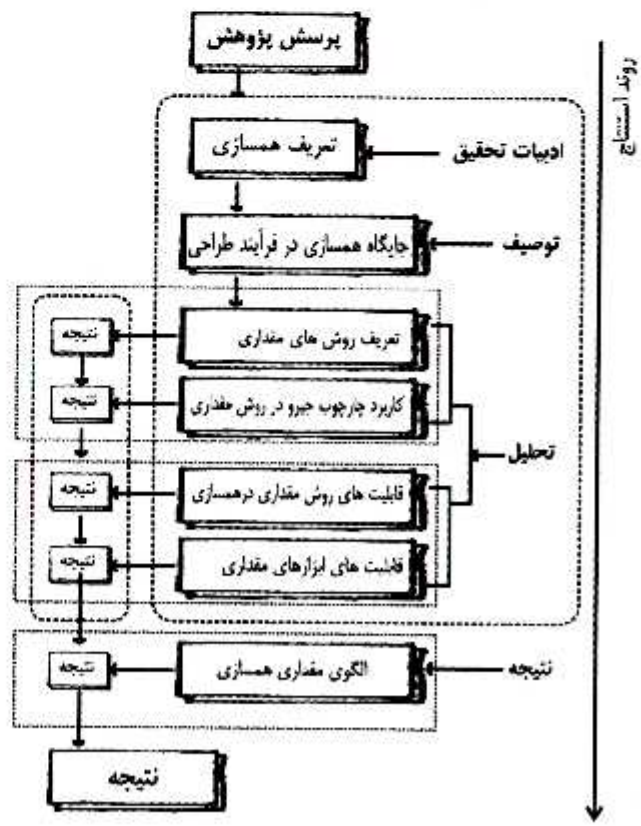
مقدمه

الف- طرح مسئله: مسئله آفرینش اثری متعالی، به گونه‌ای در شان انسان مخاطب این اثر، دغدغه معماری امروز است. از جمله پرسش‌هایی که در طراحی زمان حاضر مطرح است، نسبت سازه و معماری است که از مسائل بحث انگیز سه قرن اخیر شمرده می‌شود. با پیچیده‌تر شدن هر چه بیشتر محاسبات سازه‌ای، مسئله سازه بر خلاف گذشته به صورت تخصصی جداگانه مطرح شده، که به دلیل عدم شکل‌گیری همکاری کارا بین معماران و مهندسان سازه در بسیاری از موارد به موضوعی بغرنج تبدیل شده‌است. به این گونه امکان خلق معماری متناسب با چالش‌هایی مواجه شده است.

سازه به عنوان ساختار معماری که بایستی تجلی ذهن معماری و درون مایه‌های خلق اثر وی باشد، در جایگاه و نحوه حضور خود در اثر معماری با مشکل مواجه شده است. به این ترتیب، هنگامی‌که جدا شدن معماری و سازه مطرح می‌شود، لاجرم موضوع همسازی این دو با یکدیگر نیز به میان می‌آید. از آنجایی که بنای ساخته شده در نهایت به عنوان کلی یک پارچه مورد توجه قرار می‌گیرد، بسیار اهمیت دارد که معماری و سازه هم‌جهت باشند. به گونه‌ای که هر کدام دیگری را تقویت نماید.

ب-پرسش پژوهش: "به کمک روش‌های مقداری، چه الگو یا الگوهایی جهت همسازی معماری و سازه در فرآیند طراحی معماری، قابل ارائه است؟"

پ-روش تحقیق: روش‌های مقداری در واقع ابزارهایی برای بر قراری ارتباطی یک‌پارچه بین داده‌های مسئله هستند، به گونه‌ای که تغییر در یکی، بر کل مدل تاثیر می‌گذارد. مقاله در آغاز با تبیین مسئله هماهنگی معماری و سازه، فرآیند طراحی معماری را مورد بررسی قرار داده، و به کمک ظرفیت هایی که الگوی پیشنهادی جان جیرو، به نام FBS، در اختیار فرآیند طراحی قرار می‌دهد، الگوی مقداری همسازی معماری و سازه را ارائه می‌دهد. به این منظور با استفاده از الگوی آزادپژوهی (گروت، وانگ، ۱۳۸۴، :۳۳) و از روش تحقیق کمی-کیفی به‌این موضوع پرداخته شده‌است. (نمودار شماره یک)



نمودار ۱- ساختار استنتاجی تحقیق

همسازی معماری و سازه چیست؟

سازه به عنوان ابزاری که در برپایی فیزیکی دورنمایه‌های معماری نقش دارد، نقطه‌ای از آفرینش طرح است که در صورت محقق شدن، ظهور مفاهیم مورد انتظار آفریننده اثر را محتمل می‌سازد. به همین سبب ایجاد ارتباط تنگاتنگ میان سازه و معماری از آرمان‌های اساسی معماری معاصر است. در مجلات معتبر علمی و همایش‌های حرفه‌ای موضوع وحدت و هماهنگی سازه و معماری از موضوعات بحث انگیز به شمار می‌آید که تکرار از اهمیت و تازگی آن نکاسته است. در اغلب پروژه‌های برتر و موفق معماری با سازواره‌ای پنهان مواجه می‌شویم که ارتباطی تنگاتنگ و کم نظیر میان سازه و معماری ایجاد کرده است، به گونه‌ای که تفکیک آنها عملاً ناممکن است. مجزا در نظر گرفتن سازه و معماری معضلی است که بسیاری از طرح های معماری به آن دچار بوده، و در موارد متعدد شاهد هستیم که یا معماری به نفع سازه عقب نشینی کرده، و یا سازه به نفع معماری از حالت بهینه خارج می‌شود. به تعادل رساندن این دو نیاز به تخصص، تجربه و هماهنگی های متعدد میان گروه طراحی دارد.

هم چنین، برای ایجاد ارتباطی تنگاتنگ، هدف‌گذاری شده و موثر میان سازه و معماری راه‌حل‌های گوناگونی در عرصه مهندسی معماری پیشنهاد شده‌است که اگر نگوییم تمامی‌آنها در ارائه رویه همیشگی و پایدار تا موفق بوده‌اند، لازم است اقرار نماییم که موفقیت قابل توجهی نیز کسب نکرده‌اند. روش‌های مقداری راه حل هایی برای پاسخگویی به این نیاز اساسی پیشنهاد کرده است که اگر چه هنوز به قدر کافی پخته نشده‌اند. تا کنون موفقیت های قابل قبولی کسب کرده‌اند.

برای ورود به موضوع هماهنگی معماری و سازه، در ابتدا لازم است تا مقصود خود را از «سازه» و «هماهنگی معماری و سازه» بیان نماییم. «سازه» در ساختمان به اعضای بار بر اطلاق شده، و ویژگی های ایشان (مانند مصالح و ابعاد) را در بر می‌گیرد. «هماهنگی معماری و سازه» عبارت است از تعیین اعضای باربر و ویژگی های آنها، به گونه‌ای که بخشی یک‌پارچه از ساختمان را تشکیل دهد و به عنوان سیستمی‌خارجی به ساختمان تحمیل نشود.

هر ساختمانی مایل است خود را به عنوان یک کلیت مطرح سازد. از اینجا گرایش به وحدت به وجود می‌آید (گروتر، ۱۳۷۵: ۵۵۱). مک دونالد کیفیت همسازی معماری و سازه را چنین تشریح می‌کند: "تحت این نوع ارتباط بین معماری و سازه، ساختمانی تولید می‌شود که در آن موارد مهم، تقریبا به یک اندازه، به تمام جنبه‌های طراحی می‌پیوندند و نکات تکنیکی، سازه‌ای و برنامه‌ای به یک نتیجه موفقیت آمیز می‌رسد." (Macdonald, 1997:29). همسازی معماری و سازه، بر پایه کلیت هماهنگ و وحدت اجزا تعریف می‌شود. (زرکش، ۱۳۸۴) نتیجه آن که همسازی معماری و سازه در گرو تعریف ارتباط اجزا به گونه‌ای است که وحدت و یک‌پارچگی بین آنها حفظ شده باشد. موضوع ارتباط بین اجزا در حوزه فرآیند طراحی قرار می‌گیرد. چگونه می‌توان به گونه‌ای طراحی کرد که این ارتباط مطرح شده میان اجزا حاصل آید؟

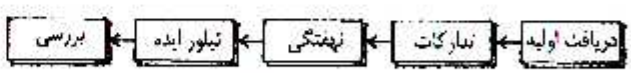
جایگاه همسازی معماری و سازه در فرآیند طراحی

تعیین جایگاهی برای مفهوم همسازی معماری و سازه مسئله‌ای دشوار است که صاحب نظران رویکردهای متفاوتی را نسبت به این مسئله مطرح کرده‌اند. هنگامی‌که به دنبال یافتن مکانی برای همسازی معماری و سازه در فرآیند طراحی هستیم، نخست این پرسش مطرح خواهد بود که آیا طراحی حاصل زایشی ناگهانی بوده و یا فرآیندی مرحله به مرحله است؟ اگر طراحی قابل تفکیک به مراحل است، این مراحل کدامند؟ نقش شهود و خلاقیت در طراحی چیست؟ سپس، در این زمان می‌توان پرسش جایگاه همسازی معماری و سازه را مطرح نمود.

در پاسخ به پرسش ماهیت فرآیند طراحی، دو گرایش عمده در طراحی مطرح شده‌است. در حوالی دهه هفتاد، توجه نظریه‌پردازان به قابلیت‌های

تعریف سیستم‌های منطقی جهت پرداختن به مسئله طراحی جلب شد. دوران مدرن زمانی است که جز نگری و تفکیک مفاهیم به عنوان شناخت عمیق اتفاقات و پدیده‌ها رواج می‌یابد. طراحی نیز از این قاعده مستثنی باقی نمی‌ماند. به این ترتیب طراحی و خلاقیت به عنوان فعالیت‌های قابل تفکیک به مراحل مشخص مطرح می‌شوند. در این نگاه مهم‌ترین ویژگی یک سیستم، بخش‌پذیر بودن آن به اجزای کوچک‌تر و مرتبط بودن تمامی اجزا با یکدیگر است که هر کدام مستقلا موجودیت دارند. بنا بر این طراحی نیز قابل تفکیک به مراحل مشخص بوده که هر کدام جداگانه در دسترس قرار دارند. نتیجه این نگاه پیدایی متخصصان گوناگون برای هر کدام از بخش‌های ساختمان است. اما با گذشت زمان و نمودار شدن مشکلات ناشی از عدرنیته و عقل گرایی، تعاریف سیستمی از طراحی مورد انتقاد قرار گرفتند. نظریه‌پردازان جدید این‌گونه بیان می‌کردند که فرآیند طراحی خلاقانه به‌قدری پیچیده است که تفکیک اجزای فرآیند طراحی و معرفی آنها ناممکن می‌نماید. (Harrison & Cough, 1962) همچنان معماران بسیاری نسبت به برخورد سیستماتیک با روند طراحی معماری بدبین بودند، و احساس می‌کنند که طراحی تلاشی خلاقانه است که مطالعه و آگاهانه شدن آن از اثرش می‌کاهد. (Cherry, 1999) در میان این دو نگاه، گروه سوم قابل تعریف است که فرایند خلاقیت را ارادی، و آفرینشگری را مهارتی اموختنی می‌دانند. (لاوسون، ۱۳۸۷) از این منظر روش‌های سیستمی همچنان واجد ارزش بوده، و به عنوان ابزاری در دست طراحان هستند که ایشان را در فرآیند پیچیده طراحی همراهی نمایند.

با این نگاه (نگاه سوم) به مسئله طراحی، فرآیند طراحی بیان سلسله مراتبی فعالیت هایی است که به تبیین مسئله و تولید پاسخ موضوع طراحی می‌انجامد. به طور عمومی، طراحی با دریافت اولیه از موضوع آغاز می‌گردد. پس از جمع‌آوری داده‌های لازم در این زمینه و پرداخت شخصی طراح به موضوع، تعریفی اولیه از موضوع ایجاد می‌گردد. غالب این مرحله، تحت عنوان بخش مطالعات طراحی انجام می‌شود. سپس نوبت به بخش تدارکات می‌رسد که در واقع تلاشی آگاهانه در حل مسئله طراحی است. برای بسیاری از افراد این مرحله برابر مرحله ایده‌پردازی و طوفان‌های ذهنی بوده، تا پاسخی مناسب و خلاقانه برای مسئله بیابند. پس از این مرحله دوره نهفتگی فرا می‌رسد. این نقطه زمانی است که طراح دست از تلاش برای حل مسئله برمی‌دارد و سپس، در لحظه غیرمنتظره پاسخ مسئله به دست می‌آید که تبلور ایده نامیده می‌شود. در اینجا وارد مرحله بعدی شده، که نفی یا اثبات نامیده می‌شود و به سنجش پاسخ به دست آمده برای مسئله می‌پردازیم (نمودار شماره یک). مراحل ذکر شده لزوما یک‌طرفه و بی‌بازگشت نبوده، و به دلیل ماهیت رفت و برگشتی حل مسئله طراحی بارها و بارها بین این مراحل حرکت صورت می‌پذیرد.



نمودار ۱- مراحل فرآیند طراحی. (مهدوی نژاد، ۱۸۴)

مراحل دریافت اولیه، تدارکات و تفی و اثبات بخش هایی از فرآیند طراحی است که خود قابل تقسیم به مراحل بیشتری است. در نحوه برخورد با مراحل فرآیند طراحی ساختارهای بسیاری ارائه شده‌است که همگی کم و بیش به هم شبیه بوده، و منتهی به نتیجه لازم می‌شوند. چکیده این ساختار را می‌توان در چهارچوب ارائه شده توسط جان جیرو و افرادی مانند کراس(۲۰۰۰) و دورست(۲۰۰۵) که به تبیین این چارچوب پرداخته‌اند مشاهده کرد. این چارچوب FBS (FUNCTION-BEHAVIOR-STRUCTURE) نامیده شده، و حل مسئله طراحی را مستلزم گذراندن سه بخش تعیین اهداف طراحی، تعریف ابزارهای رسیدن به هدف، و اجزای محصول هدف و روابط بین اجزا می‌داند. (نمودار شماره دو)

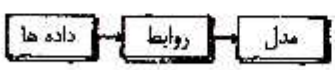
نمودار ۲- چهارچوب FBS جیرو (۲۰۰۲) ماخذ: (Dorst Vermaas, 2005)

اهداف طرحی همان تعریف مسئله و بیان کارکردهای نهایی طرح است. به طور مثال، در طراحی یک هتل انتظاراتی که از بنایی با کاربری هتل می‌رود اهداف طراحی را تشکیل می‌دهد. ارائه تعاریف نو و بدیع نیز در همین بخش انجام می‌گیرد. در مرحله بعد بایستی ابزارها و یا به عبارت دیگر مسیرهایی که اهداف را تامین می‌کنند مشخص کنیم. به عنوان نمونه ساخت درصد مشخصی از مساحت با ابزار مساحت امکان‌پذیر است. در ادامه لازم است تا حاصل این دو بخش به اجزا و روابط بین این اجزا تبدیل شوند که همان مرحله سوم خواهد بود. اهداف طراحی در این مرحله عینیت می‌یابند. بنابراین همسازی معماری و سازه نیز در این مرحله نمودار خواهد شد.

بایستی توجه داشت که در این جا فرض بر این است که موضوع همسازی معماری و سازه جزء بدیهیات طراحی بوده، و جدا از اهداف تعیین شده در قسمت اول است. در واقع همسازی بین معماری و سازه از جنس رابطه بین اجزا است. نحوه تعیین این اجزا و روابط بین آنها می‌تواند منجر به همسازی یا ناهمسازی معماری و سازه باشد. هنگامی‌که عناصر سازه‌ای و عناصر موسوم به معمارانه جدا از یکدیگر در نظر گرفته شده، و عناصر سازه‌ای در مرحله‌ای جداگانه به طرح الصاقی می‌گردند، پیکره‌بندی طرح یک بارچگی خود را از دست می‌دهد. اما تصور همه اجزای ساختمان در کنار یکدیگر به طور هم زمان نیز دشوار بوده، و با توجه به پیچیدگی و فراوانی عناصر ساختمانی در دهه‌های اخیر، طراحان به ناچار این اجزا را از فرایند طرحی خود حذف نموده، و به مراحل بعدی تکمیل طرح موکول می‌کنند.

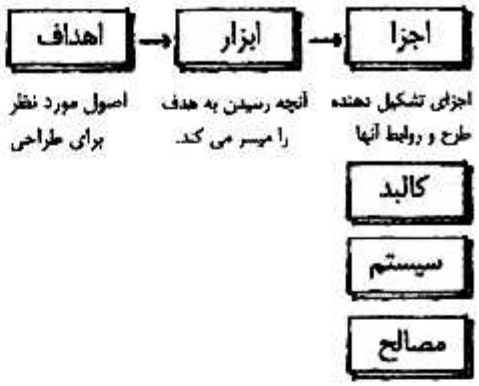
روش‌های مقداری و قابلیت همسازی معماری و سازه

الف- تعریف روش‌های مقداری: روش‌های مقداری به روش‌هایی اطلاق می‌گردد که در آن با برقراری رابطه بین داده‌های طراحی، مدلی یک‌پارچه از مسئله طراحی مهیه می‌شود (نمودار شماره سه). این مدل، حاصل تبدین داده‌ها به اجزای سازنده بوده، و در نهایت این پیکره‌بندی اولیه، تبدیل به مدلی سه بعدی می‌شود.



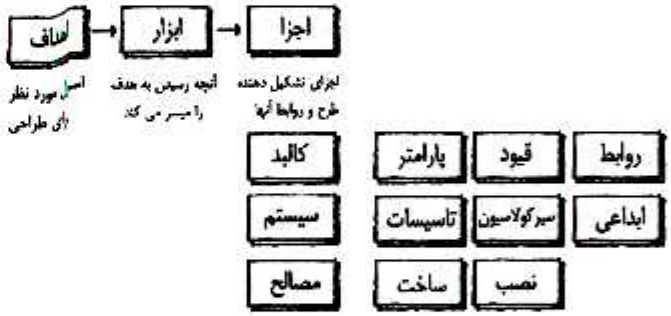
نمودار ۳- ساختار روش های مقداری
(Gane,2008) و (Gerber, 2007)

ب- کاربرد چارچوب جیرو در روش‌های مقداری: به کارگیری روش‌های مقداری در طراحی، در مقایسه با ساختار جیرو در فرآیند طراحی، در بخش «اجزا» قابل انطباق است. بخش «اجزا»، مرحله تعیین مولفه‌های تشکیل دهنده طرح و روابط میان آنهاست؛ روش‌های مقداری به کمک قابلیت‌های خود به مدیریت مولفه‌ها و روابط میان آنها می‌پردازد. در روش‌های مقداری، مولفه‌های ساختمانی عبارت‌اند از مولفه‌های کالبدی بنا، سیستم‌های زیرمجموعه‌ای بنا و مصالح. (نمودار شماره چهار)



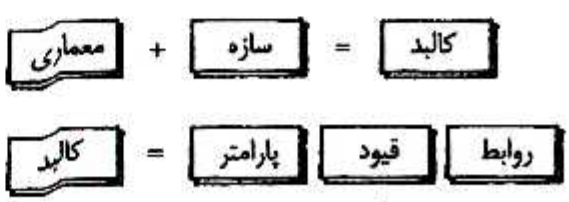
نمودار ۴- دسته‌بندی مولفه‌های ساختمانی در روش‌های مقداری، (Greber, 2007)

کالبد طرح شامل مقدارهای ابعادی و هندسی، محدودیت‌ها و دامنه‌ها و نیز روابط میان مقدارها است. تمامی مولفه‌هایی که کالبد نهایی طرح را تشکیل می‌دهند در این قسمت لحاظ می‌شوند. هم چنین در روش‌های مقداری می‌توان عملکرد سیستم‌های موجود در طرح را نیز جداگانه مدل نمود مانند عملکرد سیستم‌های تاسیساتی، اقلیمی، سیرکولاسیون و غیره. مصالح از دیگر بخش هایی است که روش‌های مقداری در طراحی لحاظ می‌کند. منظور از مصالح، مواد سازنده به کار رفته، قطعات، ساخت و نصب اجزای طرح است. (نمودار شماره پنج)



نمودار ۵- بخش های فرآیند طراحی به روش مقداری (Cárdenas, 2007)

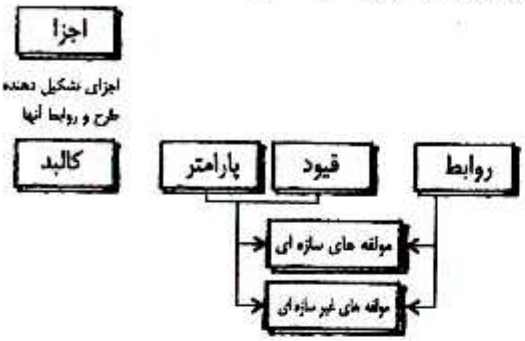
پ-قابلیت های روش مقداری جهت همسازی: با نگاهی به نمودار روند طراحی با روش‌های مقداری، می‌بینیم که مرحله‌ای مجزا به عنوان سازه در این نمودار تعریف نشده‌است. بلکه بخشی به نام «ساختار» یا «اجزا» موجود بوده، که خود به مواردی تقسیم می‌شود که در آنها نیز سازه به گونه‌ای مستقل به چشم نمی‌خورد. در واقع مطابق این روش، جایگاه سازه در دل فرم و در میان سایر مقدارهای طراحی است و بایستی از همان ابتدای طراحی به عنوان اصول اولیه تهیه مدل مقداری لحاظ شود. (نمودار شماره شش)



نمودار ۶- جایگاه سازه در فرآیند طراحی به روش مقداری

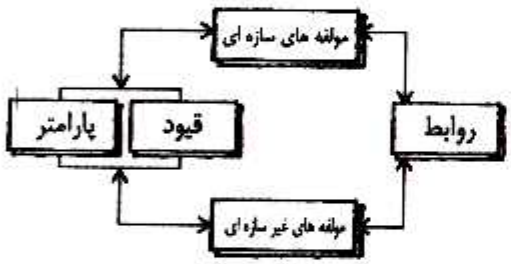
با توجه به تعریف روش‌های مقداری که برقراری رابطه بین اجزاست، این روش‌ها دو قابلیت ممتاز در اختیار طراحان قرار می‌دهند که به هماهنگی سازه و معماری کمک می‌کند. یک، تعریف اجزا و دو برقراری رابطه.

یک-قابلیت اول، امکان تعریف عناصر سازه از همان ابتدای فرآیند طراحی را در اختیار طراح قرار می‌دهد. به‌این ترتیب که با توجه به درونمایه طرح، نوع سازه و به تبع آن اعضای پریر و ویژگی‌های آنها تعریف شده، و به سایر اعضای ساختمان مقید و مرتبط می‌شوند و در کنار سایر متغیرهای غیرسازه‌ای طرح قرار می‌گیرند.(نمودار شماره هفت)



نمودار۷- قابلیت اول: مولفه‌های طراحی همزمان در کنار یکدیگر لحاظ می‌شوند

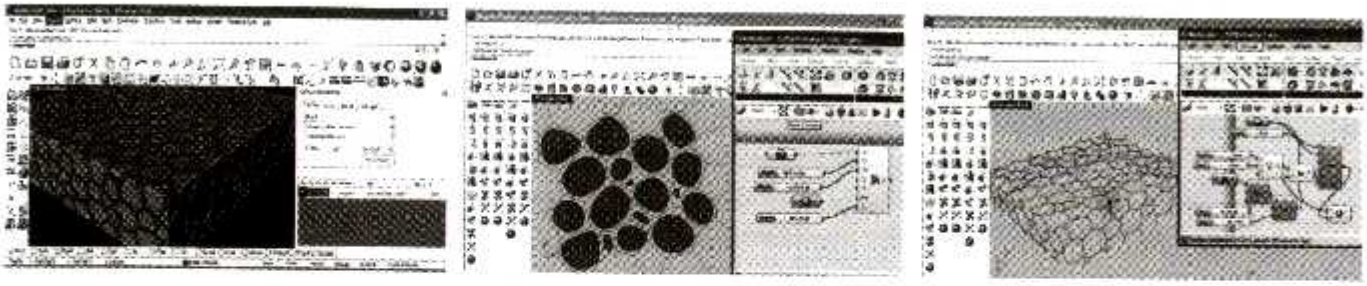
دو-قابلیت دوم، یعنی برقراری رابطه، کمک می‌کند تا از آغاز طراحی، رابطه همه عناصر با یکدیگر مشخص گردیده، و تاثیر عناصر سازه‌ای و دیگر عناصر بر هم شناسایی و لحاظ گردد. (نمودار شماره هشت)



نمودار۸- قابلیت دوم: ایجاد رابطه‌ای دو طرفه میان مولفه‌ها

ت-قابلیت های ابزارهای مقداری: در عمل، امروز، روش‌های مقداری قدرت خود را از نرم‌افزارهای رایانه‌ای می‌گیرند. این نرم‌افزارها با قدرت محاسباتی بالا و ماهیت الگوریتمی‌خود این شرایط را برای طراحان فراهم آورده‌اند که به مدیریت داده‌های طراحی و ارتباطات آنها بپردازند.

در زمینه قابلیت اول، بعضی از نرم افزارها از شیوه تجزیه بنا به عناصر دیوار، سقف، تیر و ستون و ... و تجزیه آنها به لایه‌ها و مصالح تشکیل دهنده شان استفاده می‌نمایند که در بناهای معمولی و یا سیستم های متعارف کاربرد دارند. همچنین، این نرم افزارها با ایجاد سکوهایی کارا، نوعی ارتباط جدید بین افراد دخیل در طراحی مانند برنامه‌ریز پروژه، معمار، مهندس سازه و تاسیسات و حتی نقشه کش‌ها و پیمانکاران ایجاد کرده‌اند که خود به ایجاد تعاملی موثر میان اعضای گروه طراحی، از جمله مهندس سازه و معمار کمک می‌کند. در زمینه قابلیت دوم نیز، امکانات بعضی از نرم‌افزارهای غیرمقداری رایانه‌ای در ترسیم منحنی‌های آزاد موجب شده‌است تا بسیاری از منحنی‌های طراحی شده در عمل قابل ساخت نباشند و یا اگر هم قابل ساخت هستند از لحاظ اقتصادی توجیهی برای ساخت آنها وجود نداشته باشد. اما نرم افزار های مقداری این قدرت را در اختیار طراح قرار می‌دهند که طراح به تولید فرم هایی بپردازد که از قوانین هندسی و ریاضی پیروی نمایند (وجود رابطه)؛ فرم‌ها و تناسبات ریاضی در بطن خویش سازگاری غیرقابل انکاری با اصول حاکم بر طراحی و محاسبه سازه‌های ساختمانی دارند. این فرم‌ها اغلب کیفیت انتقال نیروها در سازه را به صورتی هدفمند هدایت می‌نمایند. طراحی که از این فرم‌ها بهره می‌برد در حقیقت طراحی سازه را همزمان با طراحی معماری مدیریت کرده‌است. نمونه‌هایی که به کمک روش‌های مقداری طراحی و ساخته شده‌اند به خوبی منعکس کننده این قابلیت روش‌های مقداری هستند. (شکل۱)



شکل ۶- تهیه مدل مقداری در نرم‌افزار راینو با در نظر گرفتن پارامترهای هندسی در معماری و سازه از آغاز طراحی، منبع(URL1)

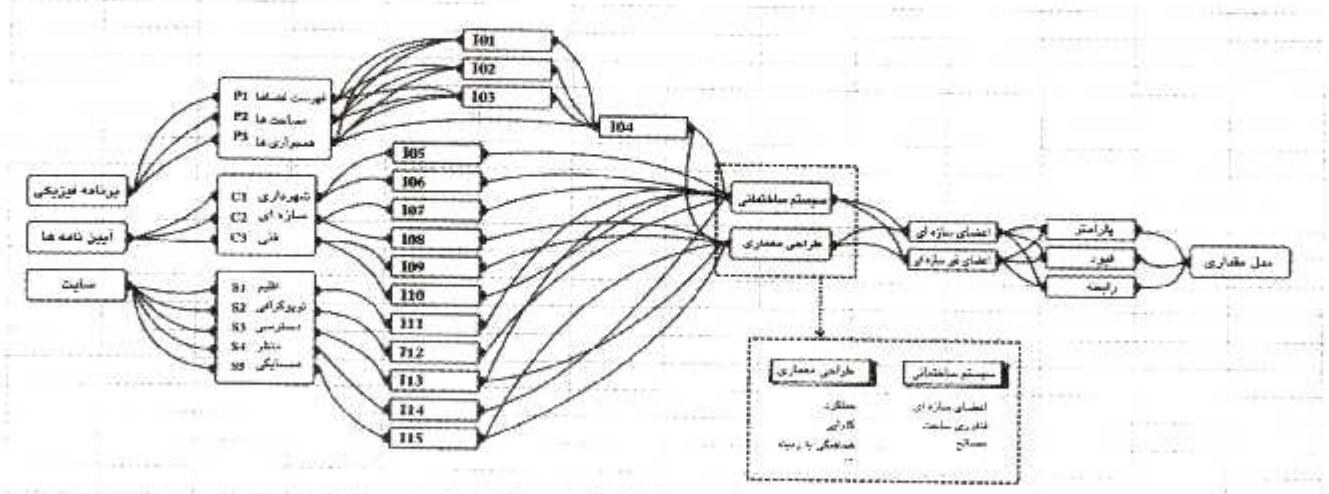
ث-الگوی مقداری همسازی به روش مقداری: فراهم آوردن یک برنامه مقداری جامع از پیش‌نیازهای انجام یک فرآیند با استفاده از روش‌های مقداری است. البته لازم به ذکر است که پس از فراهم آمدن الگوی مقداری مورد نظر در قالب یک برنامه مقداری، می‌توان آن را به زبان‌های رایانه‌ای مورد نظر کدنویسی کرد. در قالب دو قابلیت روش‌های مقداری و در محدوده امکانات ابزارهای این روش، الگوی مقداری همسازی، درون خود فرآیند حل مسئله طراحی قرار می‌گیرد. با رعایت مواردی که در پی می‌آید الگوی همسازی به روش مقداری قابل دست‌یابی است. بر اساس این چهار مرحله می‌توان یک برنامه مقداری را تدوین نمود. مراحل الگوی پیشنهادی برای تدوین برنامه عبارت‌اند از:

گام نخست - اصول: تعیین اصول، باید و نبایدهای طرح در آغاز طراحی، به گونه‌ای که برنامه پروژه به دست آید. در این مرحله بایستی علاوه بر موارد خواسته شده در حوزه طراحی معماری، نیازهای سازه‌ای پروژه نیز مورد توجه قرار گیرد. مدارکی چون آیین‌نامه‌های ساختمانی، برنامه فیزیکی، و بایسته‌های برگرفته شده از بستر طرح لازم است در قالب اصول مربوط تدوین شوند. در تدوین این عوامل به زبان برنامه، بصورت ناخودآگاه عوامل معماری و سازه به صورت هم‌زمان دیده خواهند شد. به عبارت دیگر لازم است صورت مساله طراحی به گونه‌ای تدوین شود که عوامل تعیین کننده نوع و فرم سازه، همراه با دیگر عوامل هدایت‌کننده طراحی معماری، به زبان برنامه کدنویسی شوند.

گام دوم- ابزارها: استخراج مولفه‌های طرح به کمک نتایج مرحله یک، در این گام صورت می‌پذیرد. بر اساس معرفی این ابزارهاست که رایانه و برنامه‌ی مربوط می‌تواند خواسته طراحی را محقق سازد. بر اساس مدل پیشنهادی لازم است ابزار سنجش و تحقق هر یک از اصول بیان شده در این بخش تعیین شوند. برای آن که کدهای نوشته شده در مرحله تدوین اصول قابل استفاده باشند. بایستی ابزارهای مربوط نیز به صورت یک‌پارچه کدنویسی شوند. از آنجا که عوامل سازه‌ای و عوامل طراحی معماری به صورت توام معرفی شده‌اند، ابزارهای مربوط نیز آن‌ها را هم‌زمان پردازش خواهند کرد.

گام سوم- فرآیندها: تعیین و یا تعریف رابطه میان مولفه‌های طرح در یک فرآیند جامع، به گونه‌ای که تمامی مولفه‌های موثر بر طرح، چه عوامل معماری و چه عوامل سازه‌ای، در بر گرفته شود از اهداف این بخش خواهد بود. در این مرحله فرآیند مربوط به اجرای اصول ارائه شده در مرحله اول، به همراه ابزار تحقق آن، به زبان برنامه نرجمه می‌شود. ماشین به کمک این فرآیندهاست که بایدها و نبایدهای طرح را اجرا، و یا کنترل می‌نماید. یک‌پارچه‌شدن عناصر و متغیرهای معماری و سازه موجب می‌شود که فرآیند آن‌ها نیز به صورت هم‌زمان در نظر گرفته شوند. فرایندهای اجرا به کمک پارامترها، قیود اجرایی و رابطه میان عوامل معرفی شده، و به زبان برنامه کدنویسی می‌شوند.

گام چهارم- اولویت‌ها: بر اساس ویژگی برنامه‌های رایانه‌ای، زمانی می‌تواند دستورهای اجرایی محقق شوند که نوعی اولویت‌بندی در آن‌ها مطرح شود تا رایانه بر اساس این اولویت‌ها، فرآیند اجرایی طرح را پیگیری نماید. معرفی هم‌زمان عناصر معماری و عناصر سازه‌ای در قالب اصول موجب می‌شود، در فرآیند انجام فعالیت، هیچ‌یک از این عوامل به نفع دیگری حذف نشود. الگوی پیشنهاد شده بر اساس نوعی اولویت‌بندی، گام‌های مربوط به هر یک از این عناصر، خواه سازه‌ای و خواه معماری، را ارائه می‌نماید. در این حالت اولویت هر یک مراحل از فرآیند طراحی معماری به گونه‌ای تعیین می‌شود که پیش‌نیاز تحقق مرحله بعدی باشد. با توجه به قابلیت‌های نرم‌افزارهای مقداری، تغییر هر یک از متغیرهای تعریف شده، به سرعت باعث تغییر در دیگر عوامل موثر بر طرح نیز خواهد شد، و اگر بر مبنای الگوی پیشنهادی اولویت عناصر معماری و سازه به صورت هم‌نیاز پیش‌بینی شود، نتیجه کار نیز نوعی انسجام را به همراه خواهد داشت.



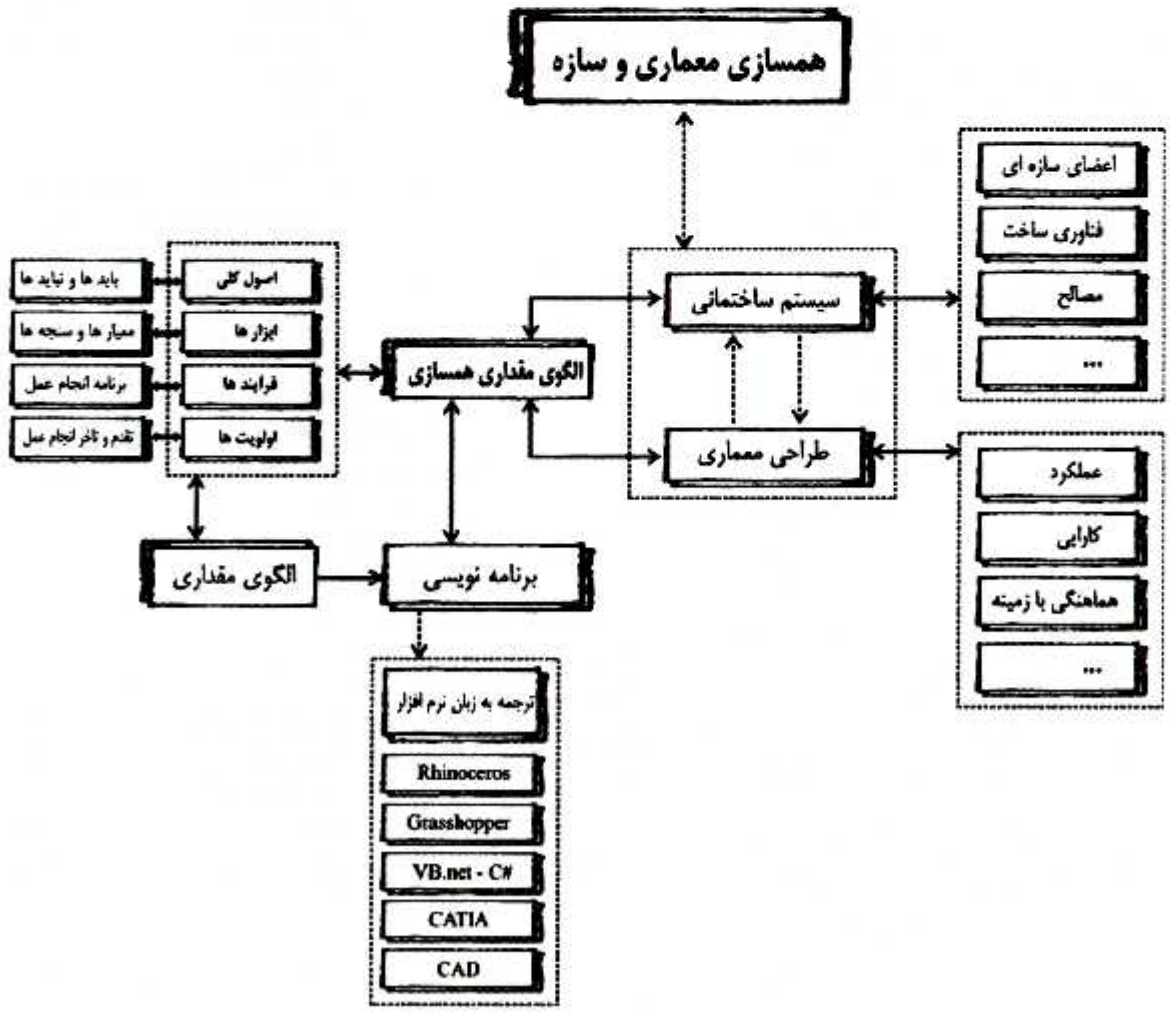
نمودار ۹- الگوی مقداری همسازی معماری و سازه

نرم افزارهای مقداری به عنوان ابزارهایی موثر در این زمینه، بستر لازم جهت تعیین مولفه‌ها و رابطه میان آن‌ها را فراهم می‌آورند. اما نحوه به کارگیری آن‌ها و تعریف مولفه‌ها و نوع رابطه‌های ایشان به عهده طراح است. الگوی مطرح شده، طراح را به سمتی هدایت می‌کند که در تعیین مولفه‌ها و روابط میان آن‌ها از مراحل آغازین، به کالبد نهایی توجه داشته، و عوامل شکل‌دهنده به آن را مد نظر داشته باشد؛ در عین حال به الگوها و ایده‌های انتزاعی و بخش‌های خلاقانه طراحی صدمه‌ای وارد نیاید. تصمیم‌هایی نظیر تعیین معادل هندسی (شکل) و ابعادی (اندازه) مولفه‌های طرح، یا در نظر گرفتن ویژگی های مصالح، باربری اعضا و ساخت، از مراحل مهم طراحی است که عدم انطباق میان آن‌ها موجب نوعی گسستگی میان سازه و معماری خواهد بود.

مسأله اصلی در ایجاد انسجام و همسازی میان معماری و سازه آن است که در اغلب روش‌های متداول ابتدا طراحی معماری صورت می‌پذیرد، و سپس مدارک طراحی در اختیار مهندس محاسب قرار داده شده، از او می‌خواهند که محاسبات سازه‌ای مربوط را به انجام رساند. چنین برنامه‌ای در عمل با مشکلات فراوانی رو به رو می‌شود. زمانی مساله ابعاد گسترده‌تری می‌یابد که عناصر تعیین‌کننده معماری در طول زمان تغیر یابند. در این شرایط اغلب فرصت کافی برای ایجاد تغییرات لازم در اختیار قرار نمی‌گیرد. روش‌های مقداری می‌توانند به کمک نرم‌افزارهای مربوط زمینه لازم را برای حل این چالش‌ها در اختیار قرار دهند. مدل پیشنهادی در چهار مرحله تمامی خواسته‌های طراحی معماری و سازه را در قالب برنامه‌ای فراگیر تعریف کرده، برای ترجمه شدن به زبان برنامه مهیا می‌سازد. مهم‌ترین دستاورد حاصل از کاربرد این الگوی چهار مرحله‌ای، بر اساس الگوریتم مربوط، آن است که تمامی عوامل موثر در فرآیند طراحی معماری را در قالب برنامه‌ای فراگیر شکل داده، این امکان را فراهم می‌آورد که بتوان آن‌ها را به صورت منسجم در فرآیند طراحی و اجرا به کار گرفت.

در فرآیند پیشنهادی برای همسازی معماری و سازه، ابتدا کلیه عوامل مرتبط با تعیین سیستم ساختمانی مانند اعضای سازه‌ای، نحوه انتخاب فناوری ساخت، نوع مصالح و غیره تدوین می‌شوند. هم‌زمان با این مرحله عوامل معماری طرح مانند عملکرد، کارایی، هماهنگی با زمینه، فهرست فضاهای مورد نیاز و غیره، نیز تدوین می‌شوند. بایسته‌های معماری و سازه‌ای که در این مرحله تعریف شده‌اند، در قالب برنامه‌ای منسجم تدوین می‌شوند. برای تعریف برنامه مقداری مربوط، از الگوی چهارمرحله‌ای پیشنهاد شده (شامل ۱- اصول کلی ۲- ابزارها ۳- فرآیندها ۴- اولویت‌ها) استفاده خواهد شد. سپس الگوی مقداری مربوط بر اساس نوع نرم‌افزار مقداری انتخاب شده، کدنویسی می‌شود.

آن چه تا این جا بیان شد، چارچوب درونی استفاده از روش‌های مقداری جهت همسازی معماری و سازه بود. این چارچوب تا حدی بر نرم افزارهای موجود منطبق بوده که در دسترس همگان قرار دارد و قسمتی از آن نیز بر پایه قابلیت‌های رایانه‌ها خواهد بود که لزوما به نرم افزارهای تجاری تبدیل نشده، و تنها کاربران حرفه‌ای که آشنایی به زبان‌های برنامه نویسی دارند می‌توانند سکوهای مورد نیاز خود را ایجاد نمایند. در نمودار شماره یازده این نرم افزارها و برنامه‌ها قابل مشاهده است.



نمودار ۱۰ - فرآیند پیشنهادی برای تدوین الگوی مقداری همسازی معماری و سازه

جدول شماره ۱- ابزارهای رایانه ای که در طراحی کاربرد دارند

ابزارهای رایانه‌ای (محاسباتی) کمک طراحی		
ابزارهای رایانه‌ای غیرمقداری	ابزارهای مقداری (پارامتریک)	زبان‌های برنامه نویسی قابل استفاده طراحان
Autocad (-2011) 3dsmax	Catia Solidworks Autocad 2011 Rhino ceros + grasshopper Archicad Revit Digital project	C++ VB.net Lisp کدهای درون-برنامه ای

۵-نتیجه گیری

در یک نگاه کلی معماری و سازه موضوعاتی جدا از هم نیستند. اما به سبب پیچیده شدن محاسبات سازه‌ای و تبدیل شدن به تخصصی جداگانه، امروز معماران در ایجد بنایی که معماری و سازه‌ای همساز داشته باشد، با چالش رو به رو شده‌اند استفاده از ابزارهای پیشرفته مانند بکارگیری روش‌های مقداری، موضوعی است که توجه بسیاری از طراحان معاصر را به خود جلب نموده‌است. لیکن انجام چنین ماموریت‌هایی با کمک روش‌های مقداری نیازمند ترسیم مدل‌های مفهومی جهت معنادارکردن فرآیندهای مورد نظر، برای ماشین‌ها و ابزارهای رایانه‌ای است. در این مقاله با استفاده از قابلیت‌های فناوری مقداری تلاش شده به نحوی چالش حاصل از انفصال معماری و سازه تحت کنترل درآید. البته بایستی توجه داشت که روش‌های مقداری در حقیقت ابزارهایی در دست معماران هستند و به هیچ عنوان جایگزینی برای وی محسوب نمی‌گردند. هم چنان که ابزارهایی مانند خطکش و قلم در خدمت روح و ذهن طراح هستند تا آنچه را در خود دارد متجلی نمایند.

به این ترتیب، بر اساس روش پیشنهادی مقاله از روش‌های مقداری برای ارتقای همسازی سازه و معماری استفاده می‌شود. چارچوب پیشنهادی مقاله به کمک نرم افزارهای مربوط، با نوع نگاه خود به فرآیند طراحی، عوامل سازه‌ای و عوامل طراحی معماری را در کنار هم مورد مطالعه قرار خواهد داد. در این شیوه، متغیرهای سازه‌ای مانند اعضای باربر و ویژگی‌های هندسی و مصالح، از همان ابتدا با استفاده از تهیه مدل مقداری مربوط، در فرآیند طراحی به کار گرفته می‌شوند. بر اساس چنین مدلی کلیه عوامل درگیر در طرح مساله طراحی، مانند فضا، عملکرد، فرم و سازه، بصورت یک‌پارچه و هم‌زمان حرکت می‌کنند. از این رو فرآیند طراحی ساختمان به گونه‌ای منسجم ادامه می‌یابد. الگوی ارائه شده در این مقاله، می‌تواند گامی موثر در جهت همسازی معماری و سازه باشد زیرا عوامل تعیین کننده نوع و فرم سازه، همراه با دیگر عوامل هدایت‌کننده طراحی معماری بصورت هم‌زمان در طرح مداخله خواهند کرد، و تغییر هر یک از این عوامل باعث خواهد شد عوامل دیگر نیز بصورت منسجم تغییر یابند. در این الگو با پیشنهاد فرآیندی چهارمرحله‌ای، گام‌های مربوط به تحقق همسازی سازه و معماری تبیین شده است. مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که بر اساس این الگو می‌توان مفاهیم مربوط به طراحی سازه و معماری را به صورت یک الگوی هم‌بسته بازتعریف نمود. الگوی ارائه شده می‌تواند با اغلب سیستم‌های رایانه‌ای کار کرده، و متناسب با نرم‌افزارهای موجود پردازش و محقق شود.

فهرست منابع:

دانشگر مقدم، ک. (۱۳۸۸)، "فهم مسئله طراحی در آموزش معماری"، هنر های زیبا:۵۹.

دوروسنی، ژ.، & بیشون، ج. (۱۳۷۴)، " روش تفکر سیستمی". (ا. ح. چهان بگلو، مترجم)، انتشارات پیشبرد. تهران.

زرکش، افسانه (۱۳۸۴)، «کیفیت آموزش و کار حرفه‌ای در ایجاد همسازی بین فضا و سازه در معماری معاصر غرب»، مجله هنر های زیبا، شماره۲۳: ۴۳-۵۲.

زرکش، افسانه (۱۳۸۱)، «همسازی فضا و سازه در معماری»، رساله دکتری معماری، راهنما: محمود گلابچی: دانشگاه تهران. تهران.

سید محمودی، س. ،(۱۳۸۲)،«تفکر در طراحی"،ب. ک. محمودی، مجموعه مقالات دومین همایش آموزش معماری، تهران: نشر نگاه امروز: ۲۱۹-۲۳۰.

سید محمودی، س. ا. (۱۳۸۱)، «چالش های آموزش طراحی معماری در ایران"، بررسی دیدگاه اساتید و دانشجویان. نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۲: ۷۰.

گروتر، یورگ (۱۳۷۵)، «زیبا شناختی در معماری»، ترجمه جهان شاه پاکزاد و عبدالرضا همایون، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. تهران.

گروت، ل.، & وانگ، د. (۱۳۸۴)، "روش تحقیق در معماری". (ع. عینی‌فر، مترجم) : انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

لاوسون، ب. (۱۳۸۷)، "طراحان چگونه می‌اندیشند"، ابهام زدایی از فرآیند طراحی. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. تهران.

مهدوی نژاد، م. ج. (۱۳۸۴)، "آفرینشگری و روند آموزش خلاقانه در طراحی معماری"، نشریه هنرهای زیبا:۵۷-۶۶

مهدوی نژاد، م. ج. (۱۳۸۳)، "دستور زبان معماری ریاضی: باز شناسی جایگاه ریاضیات جدید در معماری معاصر "؛ مجله معماری و شهرسازی، شماره ۷۶-۷۷ : ۳۳.

هاشم نژاد، هاشم؛ سلیمانی، سارا (۱۳۸۶)، "ضرورت همسازی معماری و سازه در معماری معاصر»، مجله هنر های زیبا، شماره۳۰: ۲۳-۳۰.

Dorst, Kees; Vermaas, Pieter E (2005), "John Gero's Function-Behavior-Structure model of designing: a critical analysis", Research in Engineering Design, 16:17–26

Cherry، E. (1999). "Programming for Design: from Theory to Practice". New York: John Wiley & Sons Inc.

Cross, Nigel, (2000). "Designerly Ways of Knowing: Design Discipline Versus, Design Science". Design+Research Symposium, Massachusetts Institute of Technology, Volume 17, Number 3, Massachusetts. Retrieved April 21، 2010, www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/074793601750357196

Greber، D. J. (2007). "Parametric practices، Models for design exploration in architecture". Retrieved April 21، 2010، from Harvard Design University: http://gradworks.umi.com/32/69/3269720.html

Harrison، E. G.، & Cough، G. (1962). "Imagination-Undeveloped Resource". New York: Scribner.

Macdonald، Angus (1997); "structure design for architecture"; architectural press

Mitchell، W. J. (1977). "Computer-Aided Architectural Design". New York: Van Nostrand Reinhold Company INC.

Mitchell، W. J. (1990). "The Logic of Architecture: Design، Computation، and Cognition". Cambridge: MIT Press.

Oxman، R. (2005). "Theory and design in the first digital age". Retrieved April 19، 2010، from Elsevier: http:\\ linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142694X05000840

Poincare، H. (1924). "Mathematical creation". creativity. London: Penguin.

Wetzel، J. P. (2006). "a study for parametric morpho-semantec operators to assist architectural conception at the drafting stage". Retrieved April 19، 2009، from IEEE: http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1155441.1155571

Zdrahal، Z. (2008، March 14). "Parametric Design Problem Solving". Retrieved April 19، 2010، from Open University: http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/motta/pardes-banff.html

(URL1): http://www-scf.usc.edu/ ،(۲۰۱۰/۱۲/۱۲)(پایگاه دانشجویان دانشگاه کالیفرنیای جنوبی)