

## DRAWING DIAGRAMS AS AN AID TO ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS

Mohsen Faizi

Assistant professor, School of Architectural studies-  
Iran University of Science and Technology

Mehdi Khakzand

Ph.D. Candidate in Architecture  
Iran University of Science and Technology

**Abstract:** Designers draw diagrams to think about architectural concepts and design concerns. Scientists are interested in programming computers to recognize and interpret design diagrams to deliver appropriate tools for the design task at hand. Researchers conducted empirical studies to find out if designers share drawing conventions when designing. The experiment results show that designers use different diagramming conventions when thinking about different design concerns. This paper discusses the use of freehand diagrams and sketches in architectural design. It examines the roles of diagrams in various contexts: pedagogical books, design studies, designers' introspective accounts and empirical studies of drawing in design. It offers several examples of thinking with diagrams in design and concludes with a discussion of the requirements for computational support for the diagrams in design thinking.

## ترسیم نمودارها، کمکی به فرآیند طراحی معماری

محسن فیضی و مهدی خاک زند

**چکیده:** مطالعات نشان داده‌اند، طراحان هنگام تفکر در مورد ایده‌های معماری و همچنین روابط طراحی به ترسیم نمودارها و طرح‌واره‌ها دست می‌زنند. از سوی دیگر مطالعاتی نیز پیرامون قوانین حاکم فرایند بر طراحی از دید طراحان در حال انجام است. این مطالعات در تلاشند تا نشان دهند که چه قوانینی بر طراحی معماران در هنگام طراحی آنان، تاثیر گذار است. تجربیات نشان داده است که طراحان از طرح‌واره‌ها و نمودارهای متفاوتی در هنگام فکر کردن به مسائل طراحی بهره می‌برند. در این مقاله برآنیم تا چگونگی استفاده از نمودارها (که عمدتاً با دست آزاد تهیه می‌شوند) را در طراحی معماری مورد بحث قرار دهیم. محاسن عملکرد این نمودارها در زمینه‌های مختلف، قابل مشاهده است: کتابهای آموزشی معماری، شناخت درونی و روانی طراحان، مطالعات مربوط به روند طراحی و بررسی‌های تجربی انواع ترسیم در طراحی معماری که توجه این مقاله بیشتر بر دو مورد آخر خواهد بود. تاکنون مطالعات زیادی در این باب در کشور ما انجام نگرفته اما اساتید طراحی صنعتی، مکانیک و معماری در چندین دانشگاه معتبر دنیا در حال بررسی و تحقیق بر روی انواع نمودارها و طرح‌واره‌ها در حوزه طراحی می‌باشند. نویسندگان این مقاله در تلاشند تا اثبات نمایند که: میزان استفاده طراحان از نمودارها و طرح‌واره‌های دست‌آزاد به خصوص در مراحل اولیه طراحی، تاثیر بسزایی در طی نمودن فرایند صحیح طراحی دارد.

**کلمات کلیدی:** نمودار (دیاگرام)، طرح‌واره (اسکچ)، طراحی معماری، ترسیم معماری

تاریخ وصول: ۸۷/۲/۲

تاریخ تصویب: ۸۷/۸/۲۲

دکتر محسن فیضی، عضو هیات علمی دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، mfaizi@iust.ac.ir

مهدی خاک زند، دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه علم و صنعت ایران، mkhakzand@iust.ac.ir

بوده است. اما تاریخ آموزش رسمی معماری که آثار آن امروزه در گوشه و کنار مشاهده می‌گردد را می‌بایست در غرب اروپا (و بخصوص تحت تأثیر کشور فرانسه) جستجو نمود.



شکل ۱. لوکوربوزیه در حال ترسیم اسکیس

ابتدا در قرن پانزدهم میلادی، تحت تأثیر مراوده ای که بین دو معمار و مجسمه ساز ایتالیایی، لورنزو مدیچی و لئون باتیستا آلبرتی، بر سر اهمیت تئوری در طراحی معماری روی مدیچی را بر آن داشت تا برای اثبات اهداف خود مدرسه خصوصی را تحت عنوان آکادمی فلورانس تأسیس نماید.

نفوذ گسترده رنسانس در ایتالیا و فعالیت هنرمندان چیره دست آن زمان، همچون لئوناردو داوینچی و میکل آنژ، باعث تداوم و گسترش آکادمی فلورانس به سوی کشور فرانسه گردید. از اینرو، لویی چهاردهم در قرن هفدهم میلادی آکادمی سلطنتی معماران را تأسیس نمود. البته دیری نپایید که در اوایل قرن هیجدهم میلادی و پس از انقلاب کبیر فرانسه، مدرسه هنرهای زیبا، بوزار، جایگزین کلیه آکادمیهای آن زمان گشت.

از خصوصیات مدرسه «بوزار» در امر آموزش طراحی معماری می‌توان به تأسیس کارگاه‌های طراحی که توسط اساتید مجرب راه اندازی و پشتیبانی می‌گردید و نیز بکارگیری مربیانی که خود معماران حرفه ای بودند اشاره داشت. البته یادگیری دانشجویان مبتدی اغلب با کاری که در کنار دانشجویان سالهای بالاتر در نظام کارگاهی انجام می‌دادند همراه و کامل می‌گردید. طراحی معماری به عنوان شاخه اصلی برنامه آموزشی بوزار مطرح بود، ولی در کنار آن کلاسهای تئوری نیز برگزار می‌گردید.

از دیگر خصوصیات آن مدرسه، شروع طرحهای معماری با انجام ترسیمات اولیه از ایده طراح، «اسکیس» و نیز ایجاد رقابت بین دانشجویان به عنوان یک ابزار آموزشی می‌توان نام برد. نفوذ همه جا گیر نظام آموزشی «بوزار» در طول ۱۵۰ سال فعالیت آن تأثیر فراوانی بر مدارس معماری اغلب کشورهای جهان و به خصوص ایالات متحده

## ۱. مقدمه

نمودارها<sup>۱</sup>، نمایشی ضروری برای تفکر معماری، حل مسله و بیان ارتباطات در رشته‌های تحصیلی مرتبط با طراحی می‌باشند، به ویژه که آنها به ایجاد اشکال فیزیکی وابسته می‌باشند، از مهندسی عمران و مکانیک گرفته تا گرافیک و طراحی معماری.

در طراحی معماری، اولین شکل نمایش ایده‌ها، ترسیم می‌باشد، حتی اگر از نوع نوشته‌های متنی باشد و چنانچه لاوسون متذکر می‌شود: «معماران بدون اینکه قلم در دست داشته باشند نمی‌توانند، فکر کنند». به عبارتی این ترسیم‌ها در یک فرآیند طراحی از درک موضوع تا ساخت آن را شامل می‌شود. به استثنای بعضی از مدلها، همه نمونه‌های طراحی معماری را می‌توان نوعی ترسیم دانست، چراکه طراحی معماری می‌تواند درباره ساختار، ارتباطات، اشکال و ترکیب فرمهای فیزیکی نظر دهد.

خلاصه‌ترین نمودارهای طراحی، حداقل بیانگر تلاشهایی در جهت کشف کردن و نشان دادن ارتباطات فضایی می‌باشند. نمودارها تنها جزئیات فیزیکی طرح را به تصویر نمی‌کشند، بلکه نیروها و جریانات را نیز نشان می‌دهد (مثل انرژی خورشید، باد و تأثیر انسان در محیط، تأثیر مواد و...) بنابراین پیکانها (فلش‌ها)، خطوط و دیگر نمونه‌های سمبلیک در نمایش نیروها و جریانات در نمودارهای معماری به نوعی ویژگی‌های فضایی یک طرح را بیان می‌کنند.

در مراحل نخستین طراحی، معمار نمودارها و طرح‌واره‌هایی را ترسیم می‌کند تا ایده‌هایش را توسعه دهد و راه‌حل‌های جدیدی را کشف کند و ارتباطی منطقی بین عناصر مختلف برقرار سازد و در این مرحله بصورت مداوم ایده‌هایش را تغییر می‌دهد، چنانچه بسیاری اساتید معماری معتقدند:

ترسیم کردن در مراحل اولیه، یک عمل رفت و برگشتی و تکرارشونده است، ایده‌ها در ذهن معمار وجود دارد و از طرفی او با عملکردها و آنچه می‌خواهد بدان دست یابد، آشناست، پس می‌تواند با بهره‌گیری از تجربیات و نیازهای مطرح شده، به اشکال جدید دست یابد و آنها را به سوی طراحی هدایت کند.

بنابراین ترسیم کردن تنها وسیله‌ای برای برقراری ارتباط طراح با دیگران نیست، بلکه ترسیم کردن به معمار و طراح کمک می‌کند تا اشکالی را که با آنها کار می‌کند، بهتر ببیند و بشناسد [۱].

## ۲. آسیب شناسی آموزش طراحی معماری

روشهای طراحی با توجه به نیازهای فرهنگی یک جامعه و نیز تحت تأثیر روشهای آموزشی همواره در حال تغییر می‌باشند. در روزگاران گذشته، آموزش طراحی از طریق انتقال اطلاعات و تجربیات اساتید کارآموده به شاگردان آنها و اغلب به صورت شفاهی از نسل دیگر

<sup>۲</sup> واژه نمودار در این مقاله معادل کلمه لاتین Diagram و واژه «طرح‌واره» معادل فارسی کلمه لاتین Sketch می‌باشد.

مقدماتی و یک برنامه آموزشی مطالعات بصری را برای دانشجویان همه رشته های هنری ارائه می‌دادند [۱۳]. شاید بتوان گفت چند دگرگونی بر روی آموزش معماری در نیم قرن اخیر تاثیر گذاشت. نخست آن که در پاسخ به نیاز به وسعت و عمق آموزش در هنرها، علوم و تجربیات گسترش یافته معماری که اکنون شامل طراحی و برنامه‌ریزی شهری، مدیریت اقتصادی، مدیریت ساختمان، بازاریابی و مانند آن می‌شود، تاکید کمتری بر روی جنبه‌های مهندسی معماری صورت گرفت. آموزش معماری همانند حرفه معماری به سبب توسعه دانش‌ها و تخصص‌ها، نسبت به گذشته وسعت و عمق بیشتری یافته است. به گونه‌ای که دیگر نمیتوان تصور کرد که همه دانشجویان معماری در آینده طراح خواهند شد و به طراحی معماری خواهند پرداخت و در پی آن تاکید کمتری بر روی سازه‌های بنا، فن آوری و طراحی ساختمان به عنوان نکات مورد تمرکز در آموزش صورت می‌گیرد. دومین دگرگونی بزرگ و مهم در دهه‌های اخیر، پایدار شدن مطالعه درباره الگوهای رفتاری انسان به عنوان پایه‌ای برای شروع آموزش معماری است. معماران به طور سنتی باید فرض‌ها و تصورات زیادی درباره ارتباط بین ساختمان‌هایشان و رفتار انسانی فراهم کنند. سومین و نسبتاً محدودترین نوآوری در آغاز آموزش طراحی استفاده از روش غوطه وری کامل با مساله طراحی به عنوان نخستین تماس دانشجویان با طراحی معماری است. این روش با دوره مقدماتی بیشتر برنامه‌های تحصیلی متفاوت است. هدف روش غوطه وری کامل به صورت متفاوت از روش سنتی است. در این روش دانشجویان باید ابتدا از طریق تمرین کردن و تجربه یک تمرین جامع، همه مسائل طراحی را احساس کنند. سرانجام روشی برای شروع آموزش طراحی به وجود آمد که شامل راهنمایی و نوع دستور العمل در روند طراحی به عنوان نوعی تجربه انتزاعی است [۹]. طبق نظریه الگوی دو مرحله‌ای گلداشمیت [۳] طرح معماری صناعت نیست، بلکه نوعی خلاقیت است و اثر معماری نمودی از این خلاقیت. هر ساختمان لزوماً اثر معماری نیست. طراحی معماری تنها زمانی منجر به خلق اثر معماری می‌شود که تا حد کار هنری تعالی یافته باشد و این امر هنگامی تحقق می‌یابد که رنگ و بوی علائق شخصی طراحی را در خود داشته باشد [۱۰]. به منظور بررسی روش جاری و رایج در کارگاههای معماری مدارس موجود که همکاران محترم نیز تجربه‌های شخصی (هر چند متفاوت) از آن دارند می‌توان روند کار کارگاهها را در چرخه دو مرحله‌ای زیر ملاحظه کرد:

مرحله اول- برنامه ریزی، که روند زیر را طی می‌نماید. جمع آوری اطلاعات (کلاً نسبت به موضوع می‌تواند متنوع باشد) تحلیل اطلاعات و رسیدن به احکام مشخص برای طراحی.

مرحله دوم- طراحی که معمولاً با حل پلان عملکردی آغاز می‌شود و با کار بر روی نماها و مقاطع در انتهای کار پایان می‌پذیرد. می‌توان گفت که طرح معماری صرفاً از جمع آوری اطلاعات تحلیل داده‌ها و استنباط احکام، سر بر نمی‌کشد بلکه درونمایه‌ها و خلاقیت فردی

داشته است. حدوداً در همان زمان که در فرانسه مدرسه بوزار مطرح بود، در کشور انگلستان، نظام شاگردی، پیوپلاژ مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این نظام آموزشی، دانشجویان مبلغی را به عنوان شهریه می‌پرداختند تا در کنار اساتید اهل فن، کارآموزی کنند. از خصوصیات آموزشی این نظام می‌توان به سفرها و بازدیدهای دانشجویان و نیز برگزاری کلاسهای نظری اشاره نمود.

در کشور آلمان نیز در قرن نوزدهم، مدرسه باهوس، توسط والتر گروپیوس تأسیس گردید. اهداف این مدرسه می‌توان به اهمیت بازگشت نقش مهارتها و پیشه‌گری در امر طراحی و مخالفتی که طراحان «باهوس» در مقابل مدرنیته شدن و صنعتگری از خود نشان می‌دادند، اشاره نمود. در نظام آموزشی «باهوس» دو عامل: تعلیمات کاربرد مصالح و ابزار ساخت، و بر پائی کلاسهای آموزشی، نقش بسزایی داشتند. کلاسهای آموزشی در بخشهایی به مطالعه طبیعت و مواد؛ به مطالعه هندسه، ساختمان، ترسیم فنی، و ماکت سازی؛ و به مطالعه احجام، رنگها، و ترکیب و قرار گیری اجزاء طراحی در کنار می‌پرداخته است. در کنار این بخشهای اصلی، البته دروس نظری دیگری نیز در مباحث علوم و هنر ارائه می‌گردیده است. نظام آموزش معماری در کشور ما نیز قبل از انقلاب اسلامی تحت تأثیر تعدادی از نظام‌های آموزشی غرب قرار داشته است. این نظام آموزشی پس از انقلاب اسلامی و بکار گیری برنامه تدوین شده ستاد انقلاب فرهنگی، تا حدودی نگرش دانشجویان به مقولات مطرح در معماری ایران و آشنایی با ویژگیهای آن را افزایش داده است. در کنار تحولات آموزشی، مناسب است اشاره‌ای به سیر تحول روشهای طراحی و تأثیر آنها بر روند طراحی معماری شود. روش‌های طراحی به مفهوم کلی آن تحت تأثیر تحولات زندگی شهری و صنعتی، و زیر نفوذ پروژه‌های عظیم مهندسی در دهه ۱۹۶۰ میلادی معرفی گردیدند. نگرشهای مطرح شده در بحث روند طراحی، حرفه معماری را نیز بی‌نصیب باقی نگذاشت و به گفته برادبنت [۲] در اولین کنفرانس روشهای طراحی که در کالج سلطنتی لندن در سال ۱۹۶۲ بر پا شد، محققین و نظریه‌پردازان مراحل روند طراحی را بطور کلی در سه مرحله آنالیز، ترکیب و ارزشیابی معرفی نمودند. این سه مرحله به صورت مجزا از یکدیگر مطرح شده و شروع هر مرحله مستلزم پایان یافتن مرحله قبلی می‌باشد [۱۲]. اگر چه طراحی به طور گسترده نوعی فعالیت است که بر دانش‌ها و عوامل بسیار متنوعی از جمله هنرهای بصری تا مهندسی ساختمان و تاسیسات و مدیریت اقتصادی و تجاری و مطالعه منطق استوار است، اما توانایی کافی برای ابداعی واحد و جامع برای طراحی غالباً به سادگی فراهم نمی‌شود. بیشتر مدرسه‌های هنر کلاس‌هایی پایه در زمینه طراحی دارند که همه دانشجویان آن کلاس‌ها را طی می‌کنند. دانشجویان در این کلاس‌های پایه با دسته‌ای از تجربیات اساسی بصری و روش حل مساله آشنا می‌شوند. الگوی آموزش جامع طراحی در مدرسه باهوس در آلمان در پیش از جنگ دوم جهانی وجود داشت. استادان باهوس یک کارگاه آموزشی

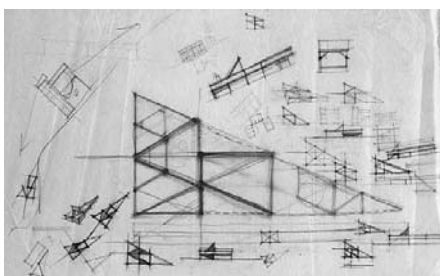
می‌کند، این است که ارتباطات فضایی و جزئیات مسئله معماری در نمودار با آنچه در نهایت بدان خواهیم رسید، مطابقت دارد و به نوعی مشابهند، در حالیکه در حوزه های دیگر فاصله میان این نمودارها تا طرح نهایی به مراتب بیشتر می شود. در مقایسه، مسئله طراحی معماری ضرورتاً «مربوط به فضا» است و نمودار شامل زنجیره‌ای از تصاویر گرافیکی است که در طول فرایند طراحی از آنها بهره می‌بریم. عمدتاً، نمادهایی که در نمودارهای معماری جهت نشان دادن جزئیات استفاده می‌شود (دیوارها، اتاقها و سایر فضاها، مواد و...) اختیاری نیستند. اندازه‌ها و اشکال و بسیاری از مشخصات آنها مستقیماً تحت تاثیر کالبد نهایی قرار دارند. در ادراک تفاوت یک نمودار از نحوه های دیگر ترسیم که در مراحل اولیه طراحی صورت می‌گیرد، زنجیره تصاویر گرافیکی که در طراحی معماری استفاده می‌شود، می‌تواند مفید واقع شود. از جمله، طرح واره‌های دست آزاد معمار، از طریق نمودار طراحی، می‌تواند با ترسیم که شامل جزئیات هندسی است، به طور انتزاعی پدیده‌ها را به تصویر کشد (مانند: صدا، نور، گرما، باد و باران و جزئیات ساختمان مانند: دیوارها، پنجره‌ها، درها و اسباب خانه و حتی ویژگی‌های رفتار و ادراک انسان مانند: خطوط بینایی، نحوه حرکات انسان و امور شخصی و...) تاکنون دانستیم که یک نمودار، از نمادها ساخته شده و بیانگر ایده‌هاست. این نمودار خلاصه‌ای از طراحی و شامل پیشنهادها طراحی است تا جایی که جزئیات و روابط فضایی نمودار می‌تواند به عنوان مجموعه‌ای از توضیحات طرح در نظر گرفته شود. یک نمودار، روابط را از میان بخشهای کلی کشف کرده، بیان می‌کند، شرح می‌دهد و شفاف می‌سازد و یا توضیح می‌دهد که بعضی عوامل در نمودارها چگونه کار می‌کنند و چه چیزهایی را به وجود می‌آورند؟ (حرکات، حوادث و فرآیندها و...) نمادهای موجود در یک نمودار ممکن است مواردی را به تصویر بکشد (فضاها و یا اسباب خانه، قسمتهای خدماتی، دسترسی ها و...) در هر نمودار یک پیکان (فلش) اهمیت و مسیر یک نیرو را نشان می‌دهد. یک خط، زمینه را بدون مشخص کردن ماده یا مکان دقیق آن نشان می‌دهد. یک نمودار مقیاس دقیق و یا تصاویر واقعی را نشان نمی‌دهد، بلکه این نمودار روابط فضایی را که از اشکال و فرمهای نا معلوم استفاده می‌کنند، نمایش می‌دهد. برای مثال، یک نمودار ممکن است فضاهای موجود در یک طراحی معماری را همانند حبابهای خام نشان داده و یا تنها اندازه آن، همجواریها، محدوده سازی ها و ارتباطات را نمایش دهد.

طراح نیز بدان افزوده گشته و به طرح روح و حیات می‌بخشد. بدلیل این گسیختگیها، اطلاعات انباشته شده در مرحله اول هیچگاه اتصال و تناسب موضوعی خویش را با طراحی برای دانشجو روشن نمی‌کنند و گاه حجم بسیار آن مانع بروز قدرت خلاقه می‌شود عدم اعتماد و تزلزل برای تصمیم گیری به وجود می‌آورد. از سویی دیگر معمولاً دانشجو نمی‌تواند تفاوت میان نمودارهای عملکردی حاصل از مطالعات را با راه حل طراحی دریابد و این نوعی «تقلید ظاهری فرم از محتوی» را باعث می‌گردد. لذا تمامی تلاش دانشجو معطوف به پیشبرد حل پلان و محتوی عملکردی آن می‌شود و معمولاً فرصت بسیار کمی برای کار بر روی نماها و مقاطع باقی می‌ماند. در نتیجه دانشجو تا انتهای کار از درک تفاوت بین نمودارهای عملکردی و توسعه مطلوب مفهوم طرح خویش بلاخص از ارائه راه حل‌های سه بعدی عاجز می‌ماند. بطور مثال در بسیاری از موارد تمامی تصویری که دانشجویان از فضا دارند در هندسه پلان (دوبعدی) خلاصه می‌شود و سقف معمولاً سطحی صاف و بدون ارتباط با شکل گیری فضای دو بعدی پلان تلقی می‌شود. نقش سقف و دیوارها در شکل بخشی به فضای سه بعدی معمولاً نادیده گرفته می‌شود [۱۱].

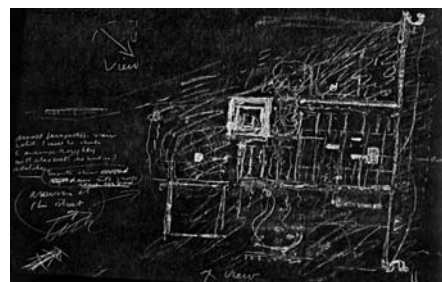
### ۳. زمینه‌های مختلف بهره گیری از نمودارها در فرایند

#### طراحی

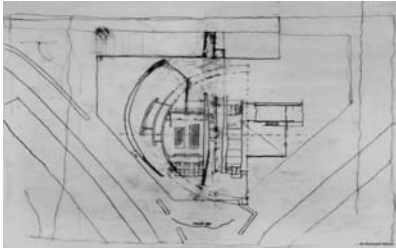
تفکر به کمک نمودارها در طراحی معماری و در سایر دانشها و علوم، مشابهت‌ها و اشتراکهایی دارد، البته درک جزئیات گرافیکی و ارتباطات فضایی موجود در نمودارهای طراحی معماری، می‌تواند بسیار مشکل باشد و از طرفی ممکن است نتوانیم به راحتی ارتباط آنها را با سایر نمودارها و تصاویر ببایم. به هر حال از بسیاری جنبه‌ها، عملکرد نمودارها در فرایند طراحی معماری متفاوت با بقیه حوزه هاست. نمودارهای معماری دسته وسیعی از علائم، خطوط و نشانه‌ها را به کار می‌گیرد. در این نمودارها از مکان یابی، اشکال و فرمها، اندازه، موقعیت فضایی و مسیرها بهره می‌برند، در حالیکه نمودارها در حوزه‌های دیگر از ۱ یا ۲ ویژگی بیان شده استفاده می‌کنند. مثلاً در نمودارهای مدار الکترونیکی برای بیان هویت و ارتباط اجزا، تنها از شکل و مکان یابی استفاده می‌شود و بقیه ویژگی‌ها نسبت درمورد این نوع نمودار بی ارتباط می‌باشند. آنچه که اغلب نمودارهای طراحی معماری را از نمودارها در حوزه‌های دیگر متمایز



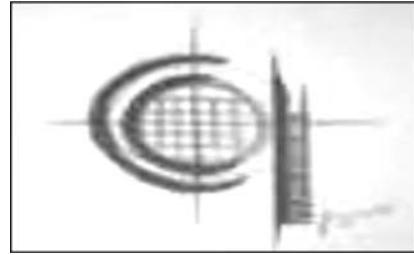
گالری ملی هنر National Gallery Of Art  
طراح: آی ام پی Ieoh Ming Pei (I.M.Pei)



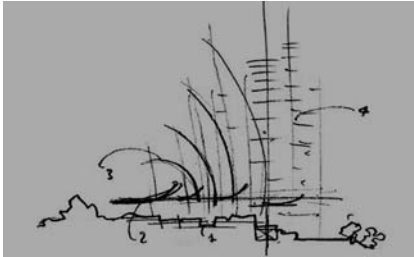
موزه کیمبل Kimble museum  
طراح: لویی کان



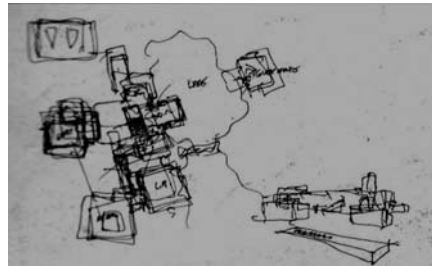
کلیسای برای مراسم ویژه Jubilee church  
طراح: ریچارد مه ییر



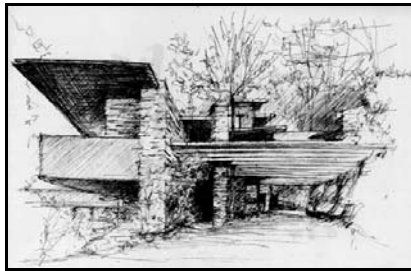
معبد آب Water Temple  
طراح: تادائو آندو



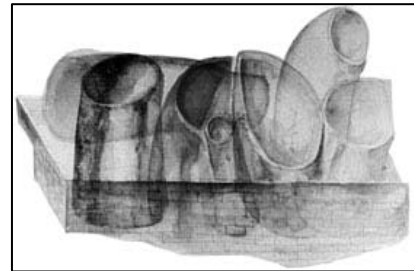
مرکز فرهنگی تی جی بائو JM Tjibaou Culture Centre  
طراح: رنزو پیانو



مجموعه مسکونی پیترسون Sirmai-Peterson residence  
طراح: فرانک ا-گری



خانه آبشار Falling water house  
طراح: فرانک لوید رایت



کلیسای ایگناتیوس CHAPEL OF SEATTLE IGNATIUS  
طراح: استیون هال

معمار با اسکیس زدن هفت حفره درجهبه سنگی ایده خود را بیان می کند



تالار شهر City hall - طراح: آلوار آلتو

## شکل ۲. طرح واژه های معماران در جهت دستیابی به ایده معمارانه

و اندازه‌های متناسب یک ساختمان دست بیابند. طرح واژه هایی که به صورت پرسپکتیو رسم می شوند، اطلاعات ۳ بعدی از محیط و فضاها را تهیه می کنند و جزئیات فیزیکی و بصری را از مکان ها ارائه می نمایند.

اگرچه یک طرح واژه از شکل‌ها، حوزه ها و موقعیت های مشخص شده کمتری استفاده می کند ولی اطلاعات بیشتری را نسبت به یک نمودار تهیه می کند. معماران از انواع ترسیم ها در جهت ارائه بهتر

در مقایسه می توان گفت: یک طرح واژه به تجسم اشکال فضایی می پردازد. در واقع طرح واژه ها برای نشان دادن ویژگی فرمها و اشکال، به کار گرفته می شود. یک طرح واژه اغلب شامل تعدادی زیادی خطوط رسم شده است که جهت کشف دقیق اشکال ساخته شده به کار گرفته می شود. در طرح واژه ها از بیان های گرافیکی، مثل جلوه های رنگ، هاشورزنی و ... جهت بیان اطلاعات اضافی استفاده می کنند. حتی ممکن است این طرح واژه ها بتوانند به ابعاد

آنها دریافتند که نسخه های کلامی و ترسیمها مکمل هم بوده و در واقع هر کدام تکمیل کننده دیگری می باشد. تصمیم های جدید در طراحی زمانی حادث می شد که طراحان در یک دوره «سه وجهی همزمان» قرار داشتند: ترسیم، تفکر و آزمون.

طراحی را به عنوان «گفتگوی رفت و برگشتی با مواد» می داند [۸]. او از اطلاعات موجود در طرح واره های معماران جهت کشف مکانهای مختلف در طراحی استفاده می کرد. وی اثبات کرد که طراحی شامل قوانینی است که از پیش استفاده می شده و ممکن است از آزمون و تست کردن روشهای جدید نیز سود جوید. طراحان برای یک مسأله طراحی چارچوبی قائلند: مثل اشیاء، موانع، روابط، موقعیتها و... شون از اطلاعات موجود در طرح واره های طراحی در به تصویر کشیدن «عکس العمل در عمل» استفاده می کند و نشان می دهد که طراحان اول موضوعات طراحی را می بینند، سپس حرکت طراحی را شروع می کنند.

وی معتقد است؛ ساختار طراحی کردن را می توان یک ساختار «دیدن، حرکت، دیدن» دانست. شون انواع دیدن را دسته بندی کرد:

الف) ادراک بصری حقیقی از نشانه ها بر یک صفحه

ب) بر آورد ارزش کیفی

ج) ادراک فضایی گشتالت [۱۳]

مطالعات Goldschmidt در مورد آزمونهای طراحی، مثل آکین، ترسیم را همراه با کلامی شدن، مورد سنجش قرار می دهد. او در تعریفی متفاوت، معتقد است که طرح واره ها، یک وجه از تفکر بصری هستند و تخیل یک چارچوب ادراکی برای جستجو است و نتیجه می گیرد: طرح واره ها، ترکیب علتها و طراحی، نوسان علتهاست که در تغییر شکل تدریجی تصاویر نتیجه می دهد و این یک منطق موجود و منظم بین دیدن هاست. گلداسمیت نشان داد که طرح واره ها تنها تصاویری که طراحان در حال حاضر در ذهن دارند، نیستند، بلکه این عمل وسیله ای برای «تفکر طراحی» است.

Goel در مورد طرح واره ها معتقد است که طراحان نوع متفاوتی از تفکر (تفکر طراحی) را به کار می گیرند که از طریق تئوریهای مربوط به ذهن که به طور گسترده ای در علم روانشناختی مطرح شده، توضیح داده می شود [۱۲].

اگر چه این تئوری در مورد مسائل «مشخص و معین» خوب جواب داد اما «گول» بیان می کند که طراحان با مسائل نامعین سر و کار دارند و این طرح واره ها نمونه ای از تصاویری است که می تواند مسأله را در حوزه ای نامعین، حل کند. او می گوید: تفکر به کمک نمودارها در طراحی که با طرح واره ها نیز همراه می شود، عمدتاً در فرآیندی نمادین قرار می گیرد که در آن معماران موفقیت بیشتری به دست خواهند آورد.

Do، در مطالعاتش نشان داد که «کلمات گرافیکی» با طراحی در ارتباط ویژه ای هستند [۱۵]. در اولین مطالعه، او از «نمودارها» و

مفاهیم بهره می برند: خطوط دست آزاد و خط کشی شده، ترسیم نموداری، ترسیمهای دقیق و متفاوت (پلانها، نماها، مقاطع، ایزومتریک، ..).

#### ۴. مطالعات تجربی پیرامون ترسیم در طراحی معماری

اغلب مطالعات تجربی در مورد فرایند طراحی شامل مرحله «آزمونهای طراحی» می باشد، اگرچه مطالعات تحلیل آزمونهای طراحی، بیشتر «اطلاعات گرافیکی» و «کلامی» را گردآوری می کنند و این موضوع توسط محققین زیادی به اثبات رسیده است. ایستمن نشان داد که طراحان از کلمات و ترسیمها استفاده می کنند و این کلمات و ترسیمات در حل مسائل طراحی لازم و ملزوم یکدیگرند [۴]. در مطالعات او از شش موضوع که موجب تکامل و بهبود ترسیم طرح واره ها و نمودارها می شود، صحبت شده است. او اثبات می کند که در این فرایند از یک «مکانیزم کنترل» استفاده شده است.

مطالعات آکین، گوشههایی از طراحی معماران را در حالیکه ترسیم می کردند و در فرایند طراحی شان تغییراتی ایجاد می شد، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. او به یک فاصله زمانی بین رویدادهای ترسیم پی برد و از این طریق توانست معماران را به چند دسته با اصول و شناخت های متفاوت تقسیم کند. مطالعات او نشان داد: پنجره ها، دیوارها، پله ها، وسایل خانه و جزئیات مشابه در نمودارها باعث محدود شدن روابط فضایی می شود [۵].

سووا و توورسکی از چند معمار در حال طراحی و ترسیم طرح واره ها و نمودارها فیلمی تهیه کردند تا از این طریق به یک طرح بهینه از یک موزه هنری طراحی دست یابند [۶] و از معماران خواستند تا بعداً آن فیلم را مشاهده کنند و بگویند که قبلاً در هنگام طراحی چه تفکراتی داشته اند (آزمون مرور طراحی کلامی). آنها رابطه بین مفاهیم و طرح ها را آنطور که در این آزمونها و ترسیمها معین شده بود، مورد مطالعه قرار دادند. آنها کلمات ذکر شده در «قراردادهای کلامی» را به گروههای متفاوتی دسته بندی کردند:

فضاها، اشیاء، اشکال، دیدها و منظرها، روشناییها و ... آنها معتقدند که دیدن انواع متفاوتی از اطلاعات در طرح واره ها، ایده های جدیدی را در طراحی برای معماران به ارمغان می آورد.

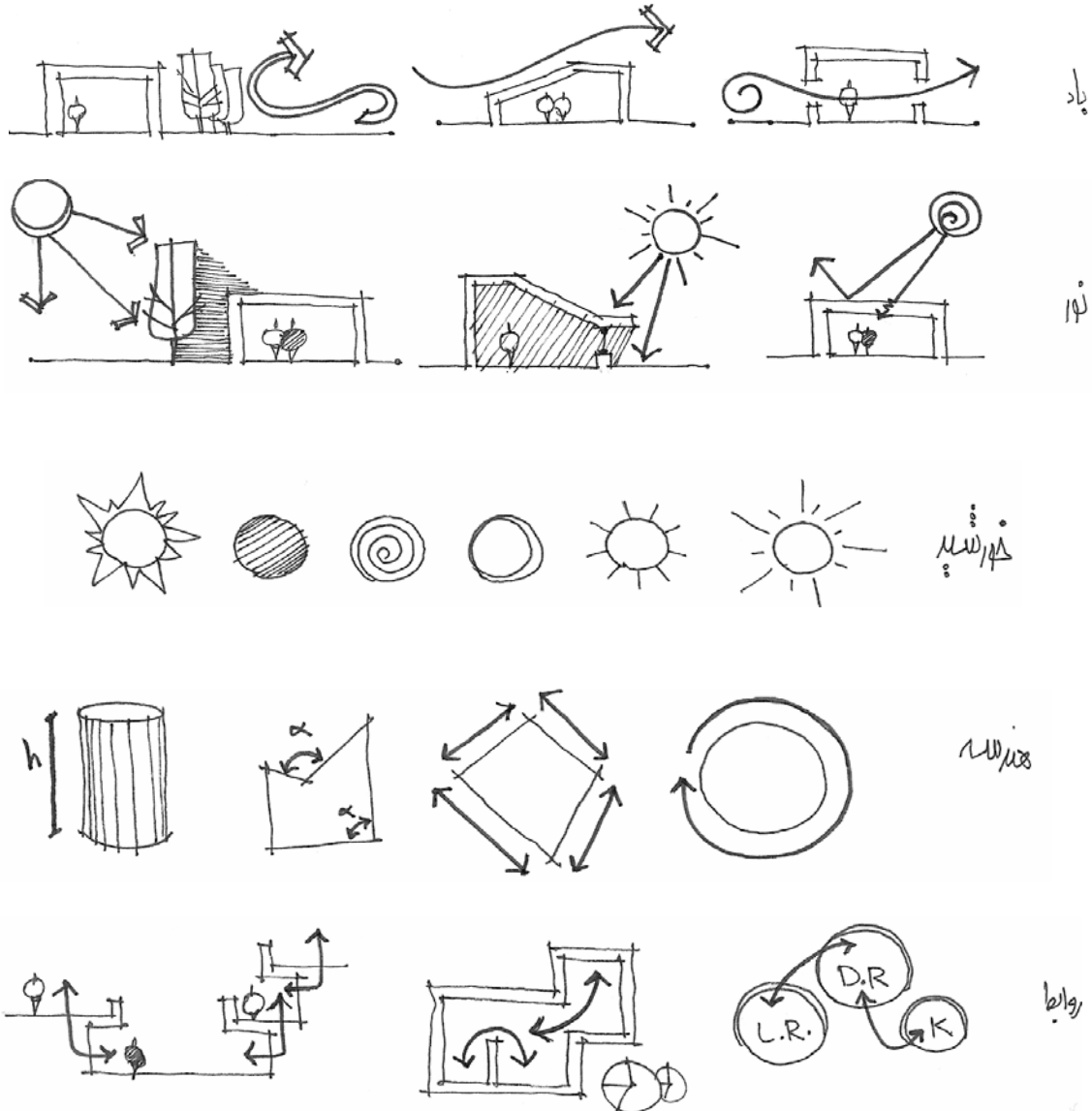
آکین و لین، مشاهده کردند که اغلب آزمونها بر «کلامی کردن اطلاعات» نسبت به «انواع ترسیمها» تأکید بیشتری دارند.

آنها در مورد رمزی پردازی نمادها در شیوههای متفاوت مثل ترسیم، تفکر، آزمون و صحبت کلامی به تحقیق پرداختند و از این موضوعات در ۲ مورد بهره برداری کردند [۷]:

- از یک نسخه پرینت شده در جهت ایجاد یک ترسیم دوباره کمک گرفتند.
- از یک نوار ویدئویی که حاوی فرایند ترسیم طراحی و بدون کلام بود، جهت پیش بینی اطلاعات کلامی استفاده کردند.

الف) نمادها بطور منظمی طبقه بندی و همچون یک واژه نامه می‌توانند استفاده شوند.

«توصیفها» به عنوان موارد پایه ای در آزمون طراحی استفاده کرد و از ۶۲ دانشجوی معماری برای اجرای آن کمک گرفت، ایجاد نمودارها با کمک توصیفات، نوشتن توصیفها با توجه به نمودارها، تطابق نمودارها و توصیفات و اظهار نظر در مورد یک جفت نمودار و توصیف مربوط به آن وی دریافت که:



شکل ۳. طراحان از نمادهای قراردادی و پیکره بندیها (پیرامون مفاهیم معماری) در نمودارها بهره می‌برند، چنانچه این نمادها در همه جای دنیا شناخته می‌شوند.

روشنایی روز، دیدهای بصری، در نظر گرفتن حریم‌ها برای زندگی خصوصی. یافته‌های «دو» از این آزمون، اولین پژوهش را مورد تأیید قرار داد. در این آزمون از معماران خواسته شد که از ترسیمها، داستانهایی بسازند و برعکس. معماران نمودارها را به نحوی رسم کردند که بیشتر مرتبط با کارهایی بود که در اطرافشان انجام می‌شد و آنها را دیده بودند. طراحان از نمادهای گرافیکی استفاده کردند و نشانه‌های

Do در پژوهش دیگری نشان داد که چگونه معماران از نمادهای قراردادی در ترسیم‌های طراحی خود بهره می‌برند [۱۱]. او چند معمار را مورد آزمایش قرار داد و برای آنها اتاقهایی را برای طراحی در نظر گرفت. از معماران خواسته شد تا یک طراحی ذهنی (Conceptual Design) انجام دهند و به طور متوالی بر چهار موضوع متفاوت تمرکز کنند: استفاده از فضا برای محیط‌های کاری متفاوت،

در یک مطالعه تجربی داخلی نیز (با تهیه یک پرسشنامه در دانشگاه علم و صنعت ایران در سال ۱۳۸۴) پیرامون بکارگیری تکنولوژی در طراحی و ترسیم نمودارها، توسط یکی از نگارندگان، نظرات ۱۵ طراح و معمار که همگی از اعضای هیات علمی دانشکده معماری و شهرسازی این دانشگاه بودند، درمورد طراحی و ترسیم نمودارها بررسی گردید.

پاسخهای دریافتی (جدول زیر) نشان داد که میزان استفاده معماران از رایانه قبل از ورود به مراحل اصلی طراحی (به طور خاص) یعنی در مرحله طراحی مفهومی به چه میزان است. آنچه مهم به نظر می رسد این است که پاسخ دهندگان رایانه‌ها را در ترسیم طرحواره‌ها (اسکیس‌ها) کم توان یا می‌توان گفت ناتوان ارزیابی کرده‌اند و نقش طراح را در این حوزه بسیار زیاد دانسته‌اند. نمودارها نشان می‌دهند که قدرت ترسیم اسکیس‌ها توسط رایانه بسیار کم است و نقش طراح را در این حوزه بسیار مهم می‌دانند.

ترسیمی که آنها خلق کردند، به فرار داده‌های کلامی و تفکر طراحی شان مرتبط بود. این پژوهش چند نتیجه مهم را در برداشت: الف) زمانی که معماران درباره موضوعات طراحی ویژه‌ای می‌اندیشند، از ترسیم های دست آزاد بهره می‌برند (همچون نتیجه‌ای که لاوسون گرفته بود).

ب) استدلال های کلامی، مرتبط با ترسیم های طراحی می باشد (همچون نتیجه ای که اکین گرفته بود).

ج) انواع مختلفی از اطلاعات در ترسیم های طراحی قرار دارد. این نتایج نشان می‌دهد که طراحان زمانی که درباره طراحی فکر می‌کنند، از مجموعه نمادهای گرافیکی و وضعیت های مختلف مکانیابی فضایی و حتی کلمات استفاده می‌کنند و اینکه طراح در ترسیم طراحی ممکن است، نمادهای متفاوتی را جهت نشان دادن اطلاعات متنوع بکار ببرد. در نهایت فرضیه ای که در این مقاله برای نویسندگان مطرح گشت این بود که: میزان استفاده طراحان از نمودارها و طرحواره های دست آزاد به خصوص در مراحل اولیه طراحی، تاثیر بسزایی در طی نمودن فرایند صحیح طراحی دارد.

#### جدول ۱. مربوط به سوال ۴ پرسشنامه

| سوال ۴             | بسیار کم | کم | متوسط | زیاد | بسیار زیاد |
|--------------------|----------|----|-------|------|------------|
| ترسیم نمودارها     | 1        | 1  | 0     | 10   | 4          |
| ترسیم طرحواره ها   | 6        | 2  | 0     | 5    | 1          |
| نشان دادن عملکردها | 0        | 2  | 0     | 5    | 8          |
| ارایه و راندو      | 0        | 1  | 0     | 4    | 10         |

است) بعد از مهارت دست (قلم و کاغذ) مهمترین ابزار در رسانه برای معماران "مراجع بصری" است، چنانچه در مورد قیاسهای بصری ثابت شده است که معماران از مراجع بصری جهت قیاس در رسیدن به نتیجه استفاده زیادی می‌کنند. اساتید دانشگاه علم و صنعت میزان استفاده معماران از مراجع بصری را در فرایند طراحی زیاد ارزیابی نموده‌اند.

در جواب به سوال دیگری، در مورد میزان استفاده طراحان و معماران از ابزارها و رسانه‌ها، به طور کل می‌توان به این نتیجه رسید که هنوز جایگاه قلم و کاغذ یا بهتر است بگوئیم دست (در تایید نظر Lowson در کتاب "طراحان چگونه می‌اندیشند) در طراحی بالاترین جایگاه است و معماران از این ابزار جهت انتقال مفاهیم و ایده‌های خود بهترین بهره را می‌برند. (نتایج این آزمون نشان داد که میزان استفاده از قلم و کاغذ توسط معماران در فرایند طراحی بسیار زیاد

#### جدول ۲. مربوط به سوال ۵ پرسشنامه

| سوال ۵             | بسیار کم | کم | متوسط | زیاد | بسیار زیاد |
|--------------------|----------|----|-------|------|------------|
| قلم و کاغذ         | 0        | 0  | 0     | 6    | 9          |
| مراجع بصری         | 0        | 1  | 0     | 9    | 4          |
| رایانه و نرم افزار | 2        | 4  | 0     | 6    | 3          |
| رنگ و وسایل راندو  | 2        | 4  | 1     | 6    | 2          |

از تفکر طراحی به کمک نمودارها را بررسی می‌کنیم. دو نمونه اول شبیه به استفاده از نمودارها در حوزه های غیر از طراحی معماری نیز می‌باشد (در آنها نمایش بصری می‌تواند منجر به تحلیل و نتیجه گیری درباره یک مسئله شود و آن را پشتیبانی کند) سومین نمونه بیشتر مرتبط با حوزه های طراحی می‌باشد (در آن، نمودار،

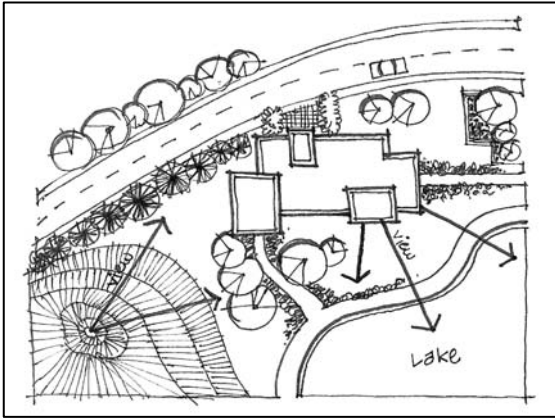
#### ۵. نمونه‌های استفاده از نمودارها در فرایند طراحی

##### معماری

با پیش زمینه‌ای درباره استفاده نمودارها در آموزش و تمرینات معماری و مطالعات تجربی از ترسیم در طراحی، به چند نمونه استفاده معماران از نمودارها در تفکر طراحی می‌پردازیم و ۳ نمونه



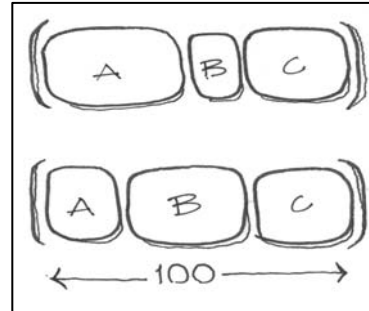
مشخص در ساختمان، بررسی کند. خطوط دید به معمار این اجازه را می دهد که تفکر خود را امتحان کند. مثلاً اینکه «آیا دریاچه از اتاق نشیمن قابل دیدن است؟» و سریعاً نتیجه گیری کند. وقتی معمار این خطوط را به عنوان بخشی از نمودار طراحی خود نگه می دارد، این خطوط می توانند به عنوان محدودیت هایی (مثبت) در توسعه طراحی به کار آیند.



شکل ۵. خطوط دید، چشم اندازها و محدودیتهای طراحی

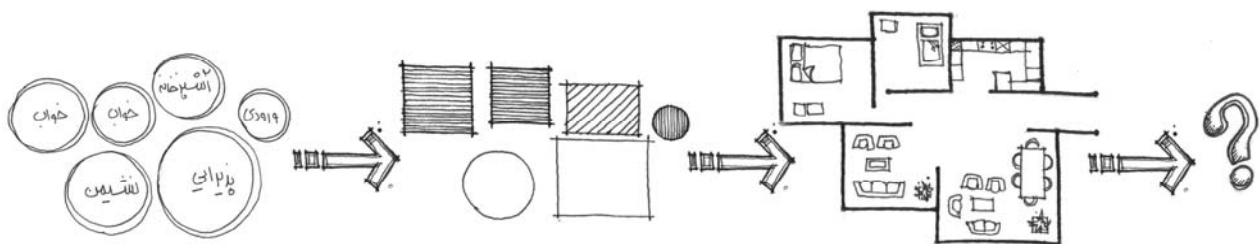
در این نمونه‌ها، ترسیم‌ها به معمار کمک می کند تا محدودیت های متفاوتی را که در تکمیل طراحی به کار می روند، در ذهن خود نگه دارد. نمودار به معمار اجازه می دهد که بصورت بصری ببیند که آیا طراحی در وضعیت کنونی خود دارای مبنای مطمئن است یا نه. از طرفی محاسبه زوایای دید و ... با کمک علم هندسه و حساب، ممکن خواهد بود. در شکل ۶ نوعی استفاده از نمودار در تفکر معماری را می بینیم که با مثالهای قبل متفاوت است.

خلاصه‌ای از جزئیاتی است که بعداً تکمیل می شوند. در واقع کیفیت مبهم و کلی یک نمودار به معمار کمک می کند خلاصه‌ای از اهدافش را در ذهن نگه دارد. شکل ۴، نوع خاصی از نمودار را نشان می دهد که معماران گاهی اوقات از آن استفاده می کنند تا طرح اولیه عملکردها را در پلان (طبقات) نشان دهند. آنها این نمودارها را نمودارهای حیابی، می نامند و بوسیله آنها روابط را در کنار اندازه ها، همجواری‌ها و اشکال مختلف فضاها (جهت فعالیت‌های متفاوت) کشف می کنند مثلاً گاهی از فلش‌ها (پیکان‌ها) و خطوطی برای برقراری ارتباط بین عملکردها استفاده می کنند.



شکل ۴. نمونه‌ای از یک نمودار حیابی

نمودار حیابی به معمار کمک می کند تا تغییرات ممکن در طراحی را بررسی کند. هر حیاب نشان می دهد که عملی خاص در یک فضا صورت می گیرد (نشیمن، اتاق خواب، نهار خوری و ...). در شکل ۳ می بینید که چگونه معمار برای رسیدن به هدف خود با ابعاد بازی می کند و آنها را در مجاورت یکدیگر نگه می دارد. می بینید که کوچک شدن یک فضا چگونه بر ابعاد فضاهای دیگر تأثیر می گذارد. به طور خلاصه نمودار حیابی به معمار کمک می کند تا محدودیتهای یک پلان را بداند و از تغییرات حاصل شده در طراحی نتیجه بگیرد. شکل ۵ استفاده دیگری از ترسیم‌ها را در طراحی معماری نشان می دهد. در اینجا معمار قصد دارد تا دید و منظر را از یک مکان



شکل ۶. استفاده از نمودار در تفکر معماری

(a) بی نظم

(b) با جزئیات اضافه شده

(c) با جزئیات کاملتر

کلی می باشد ممکن است متناوباً به نمودار (b - ۶) و (c - ۶) تبدیل شود و جزئیات و اطلاعات بیشتری را نشان دهد. اگرچه نمودار انتزاعی (۶ - a) درباره موضوع طراحی در سطحی کلی صحبت

در اینجا، عناصر نمودار به جزئیات ویژه‌ای خلاصه شده که بعداً به مرحله اجرا در می آیند (فرایند طراحی در اینجا به گسترش ذهن طراح، رسمیت بیشتری داده است). نمودار (a - ۶) که نا مرتب و

پیچیده را به صورت نقشه های عملی موثر تغییر دهیم. این راه رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده است.

در این میان نمودارها نقش مهمی را در تمرینهای طراحی بازی می کنند. طراحان جهت کشف ایده های جدید و یافتن راه حل در شروع مراحل «طراحی مفهومی» طرح واره ها و نمودارهایی را ترسیم می کنند. آنها از نمودارها به عنوان اشکالی برای فکر کردن در مورد موضوعات طراحی استفاده می کنند و همچنین برای ضبط ایده ها.

نمودارها می توانند جهت کشف مسائل گوناگون طراحی به کار روند و به ما اجازه می دهند «ببینیم، درک کنیم و پاسخ دهیم» و اطلاعات بصری را برای حل مسایل طراحی بیشتر از یادداشت های کلامی بخاطر بیاوریم، چراکه می دانیم حافظه بصری در معماران و طراحان بسیار قوی تر از سایرین می باشد.

پس چنانچه در این مقاله بدان دست یافتیم، می توان گفت: ترسیم نمودارها و استفاده از طرحواره های دست آزاد به خصوص در مراحل اولیه طراحی، تاثیر بسزایی در طی نمودن فرایند صحیح طراحی دارد. در واقع نمودارها به عنوان یک فعالیت انتزاعی معماری، عملکردها را تشریح می کنند، همچنین رابطه بین عملکردها و سلسله مراتب آنها را بیان می کند و بطور کلی مسیر طراحی را در جهت نیل به اهداف نهایی تسهیل می کنند.

آنچه در مراحل ترسیم و نمودارسازی در فرایند طراحی معماری مهم می باشد این است که طراح ذهن خود را نسبت به هر مرحله از ترسیم متوقف نسازد و آن ترسیم برای طراح ایجاد دگم ننماید، بلکه هر مرحله را شروعی برای مرحله بعدی و تکمیل طرح نهایی خود بداند. اگرچه توصیه می شود ایده ها و جرقه های اولیه ذهنی را حتما طراحان بر روی کاغذ بیاورند ولی نباید آنقدر برای طراح مهم باشند که نتوان تفاوتی بین آنها و طرح نهایی مشاهده کرد. در واقع ترسیم های اولیه راهی هستند برای نزدیک تر شدن به مفاهیمی که در قالب یک فرم معمارانه تجلی می یابند. در تحقیقات جدید بسیاری از محققین طراحی و روانشناسان به دنبال این هستند که بدانند طراحان، زمانی که ترسیم می کنند، به چه چیزهایی فکر می کنند؟ و اینکه چگونه وجوه کلامی و بصری لازم و ملزوم یکدیگرند؟ و در طراحی چگونه به طور متقابل عمل می کنند؟ پاسخ به این سوالات جایگاه انواع ترسیم و البته ترسیم نمودارها را در فرآیند طراحی بیشتر مشخص خواهد نمود.

### منابع

- [1] Edwards, B., *Drawing on the Right Side of the Brain: a Course in Enhancing Creativity and Artistic Confidence*. Los Angeles, J. P. Tarcher, 1979.
- [2] Broadbent, G., *Design in Architecture: Architecture and the Human Sciences*. London, New York, Wiley, 1973.
- [3] Goldschmidt, G., *The Dialectics of Sketching*, Creativity Research Journal, Vol. 4, 1983.

می کند اما یک نتیجه گیری مطمئن و قطعی است، در حالیکه جزئیات افزوده شده در نمودار (b-۶) و (c-۶) یک تصمیم گیری قطعی نیست و ممکن است معمار را نیز منحرف و گیج نماید.

بنابراین یک مسأله مهم در طراحی تطابق میان «سطح جزئیات نمودار» با «اهداف نهایی معمار» است.

ابعاد نامتناسب و همجواریها و اشکال و خطوط در شکل (a-۶) می توانست با اصلاح هندسی، زیباتر و متناسب تر باشد (همانند نموداری که با برنامه رایانه ای در شکل ۷ ساماندهی شده است).



شکل ۷. نسخه تزئین شده نمودار شکل ۶

البته برای یک طراحی هدفدار کاملتر شدن جزئیات از (a-۶) به (b-۶) و (c-۶) نسبت به نمودار شکل ۷ سودمندتر خواهد بود. ماهیت نامشخص نمودار دست آزاد (a-۶) به معمار یادآوری می کند که این، کار کامل شده ای نیست (بر خلاف شکل ۷) به هر حال هدف آن است که بتوانیم از طریق این نمودارها کار را کاملتر کنیم و به جزئیات بیشتری در نمودارها دست یابیم در حالیکه به شرایط محیطی و .. نیز توجه داریم.

اگر نمودار به نحوی باشد که نشان دهد جزئیات بیشتری می تواند به آن اضافه گردد، بیانگر کامل نبودن نمودار و انگیزه کم معمار در ایجاد آن نمودار خواهد بود. نمودار مرتب شکل ۷ شبیه به یک پلان می باشد. اما این یک نقشه نیست و هنوز اطلاعات جدیدی باید به آن اضافه شود. در این نمودار به نظر می رسد که معمار از اشکال هندسی برای اتاقها و از خطوط برای دیوارها استفاده کرده است و در واقع یک نقشه خلاصه شده است که باید کامل تر شود اما باید بدانیم، زیباسازی نمودار در طول شکل گیری مفاهیم و روند طراحی یک منفعت نیست.

### ۶. نتیجه گیری و طرح سوالات آینده

آنچه در این مقاله بدان پرداخته شده، نقش ترسیمات، طرح واره ها و نمودارها در روند طراحی معماری است که کمتر از جانب معماران مورد تحقیق قرار گرفته است.

ما در فرایند طراحی معماری می آموزیم که موقعیت های پیچیده را بسنجیم، سوالات صحیح و روشن بپرسیم و وضعیتهای مبهم و

- [4] Eastman, C.M., *On the Analysis of Intuitive Design. Emerging Methods in Environmental Design and Planning*. G. T. Moore. Cambridge, MIT Press: 21-37, 1968.
- [5] Akin, O., *Psychology of Architectural Design*. London, Pion, 1968.
- [6] Suwa, M., Tversky, B., *What Architects See in Their Sketches: A Protocol Analysis*. Artificial Intelligence in Design '96, Stanford University, 1996.
- [7] Akin, O., Lin, C., "Design Protocol data and novel design decisions." *Design Studies*.16(#2, April): 1995, PP. 211-236.
- [8] Schön, D.A., Wiggins, G., "Kinds of Seeing and their functions in designing." *Design Studies* 13 (#2): 1992, PP. 135-156.
- [9] Goel, V., *Sketches of Thought*. Cambridge MA, MIT Press: 97-118, 1995.
- [10] Do, E.Y.-L., *What's in a diagram that a computer should understand*. In M. Tan & R.Teh (Eds.), *CAAD Futures '95: The Global Design Studio*, Sixth International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures. Singapore: National University of Singapore, 1995, PP. 469-482.
- [11] Do, E.Y.L., *The Right Tool at the Right Time - Investigation of Freehand Drawing as an Interface to Knowledge Based Design Tools*. College of Architecture. Atlanta, Georgia Institute of Technology: 370, 1998.

[۱۲] محمودی، سیدامیر سعید، آموزش روند طراحی معماری، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴ و ۵، ۱۳۸۲.

[۱۳] آرمسترانگ-چومی-برادبنت و دیگران، آموزش معماران، سلطان زاده هرنندی و دیگران، انتشارات دفتر پژوهشهای فرهنگی، تهران- ۱۳۷۹.

[۱۴] شیرمبک، ایگون، ایده، فرم و معماری. آقایی، سعید، و مدنی، سید محمود، انتشارات هنر اسلامی. بهار ۱۳۷۷.

[۱۵] اسپانگلر، ژاکلین، روش موردی در آموزش معماری، اعتضادی لادن، مجله صفا، شماره ۴، ۱۳۸۲.

[۱۶] ندیمی، هادی، مدخلی بر روشهای آموزش معماری، مجله صفا، شماره ۲، ۱۳۸۳.