فصلنامه علمی تخصصی معماری سبز
سال ششم، شماره ۳ (پیاپی: ۲۱)، پاییز ۱۳۹۹، جلد یک
ISSN: 2476-5368

ارتباط هنر و هندسه در معماری و اهمیت نظام سازه‌ای در طراحی

حسین راعی فرد[1]*، ابوالفضل یکه[2]، احمد حیدری[3]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۱۰
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۱۴
کد مقاله: ۱۷۵۷۲

چکـیده

در سیستم سازه‌ای[4]، ساختمان‌ها بایستی با نمای خود و سایر ساختمان‌ها همخوانی داشته باشند. این سیستم عملکرد ساختمان را از طریق فهمیدن ابعاد هندسه سه‌بعدی فضا و ادراک آن از طریق روابط درون متن مشاهده می‌کند. در بررسی تاریخی سبک‌های معماری، پیوستگی بین معماری و هندسه، در دوره‌های کلاسیک و تاریخی اروپا بسیار مشهود است. این پژوهش با روش توصیفی و تحلیلی انجام شده است. هدف از این پژوهش آن است که نشان دهد معماری و هندسه از طریق تاریخ به هم پیوند خورده و بسیاری از سبک‌های معماری به خصوص معماری اروپا متأثر از آن بوده است. در این پژوهش نمونه‌های متقاعدکننده‌ای از توسعه هماهنگ هندسه و معماری در سبک رنسانس و مقاطع زمانی پس از سده هجدهم مورد بررسی و پژوهش قرار گرفته است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

واژگـان کلـیدی: سیستم سازه‌ای، هندسه، معماری، تاریخ، ساختمان.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند (نویسنده مسئول) *hosseinraeeprs@gmail.com*
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند
۳- استادیار گروه هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

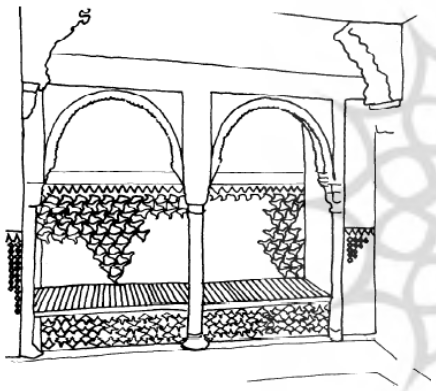
۴- عبارت ***the stractural system*** *به معنای* سیستم سازه‌ای یا نظام ساختاری است ولی شاید واژه مناسب‌تر «روند ساخت» باشد. این اصطلاح را این‌گونه می‌توان تعریف کرد: « در ساخت‌وساز ساختمان، روش خاصی برای مونتاژ و ساخت عناصر ساختاری یک ساختمان است؛ به‌گونه‌ای که آن‌ها را بدون حمایت از بارهای وارده در بخش‌های ساختمانی، بارهای وارد شده را به سادگی به زمین انتقال دهند. انواع اصلی سیستم‌ها شامل دیوارهای قاب، غشاء و سیستم تعلیق است. آن‌ها در سه دسته اصلی قرار می‌گیرند: طبقه پایین، میانی و بلند. سیستم ساختمان-های بلند (فضاهای بدون ستون بیش از ۳۰ متر) شامل سیستم‌های تنش و فشرده‌سازی (در معرض خم شدن) و سیستم‌های مفصلی هستند که برای تجربه یا کشش یا فشرده‌سازی خالص شکل گرفته‌اند. سازه‌های خمشی شامل شبکه‌های تخته و دوطرفه می‌باشد. سازه‌های مفصلی شامل سازه‌های کابل، سازه‌های غشایی، طاق‌ها و گنبدها است».

۱- مقدمه

شاید این ادعا صحیح‌تر است که معماری برجسته همیشه منعکس کننده درک هندسه است. اگر معماری را در وسیع‌ترین مفهوم در نظر بگیریم، همانند لوکوربوزیه یا فرانک لوید رایت[1]، ممکن است نظریاتی راجع به معماری و هندسه مشاهده گردد؛ مثل این نظریه که معماری یعنی دست بردن در فضا برای استفاده انسانی است (توجه کردن به این موضوع که چگونه طراحی معماری، ساختارهای مهندسی، برنامه‌ریزی محیطی و ... هر آنچه زیر یک سقف است را برجسته و مهم جلوه می‌دهد). هندسه از مطالعه ویژگی و ارتباط ابعاد در فضا شناخته می‌شود. پس در این تعریف ملموس ادعای ما این است که هندسه از ابزارهای لازم الاجرا برای معمار است. از آن‌جایی که معمار روی فرم کار می‌کند و از طرفی هندسه زبان فرم است، از این رو یک معمار خلاق بایستی زمینه و اطلاعات وسیع مفاهیم هندسی را داشته باشد.

ادعای ما بر مبنای جامع‌ترین عقیده‌ای است که سبب اتحاد بین ریاضیات و هنر است. این یکپارچگی ریاضیات و هنر هم در دانش ریاضیات و هم در هنرمندان مشاهده می‌شود که با توجه به مهارتهایشان به دنبال جستجو نظم در جهان هستند. توانایی برای دیدن و ارائه کردن طرح‌هایی که سبب ایجاد فرم و ساختارهای طبیعی هستند، نشانه دست‌یابی و تسلط آن‌ها به هر دو حوزه ریاضیات و هنر است. تزئینات روی ظروف سفالین، بافندگی و سبدبافی از ده هزار سال پیش، نشان می دهد که انسان های دوره نوسنگی، طرح های هندسی ایجاد می‌کردند. با توجه به این‌که تزئینات اولیه (همانند نقوش هندسی) مفاهیمی مثل تناسب و تقارن را به نمایش گذاشته اند. ما تحت فشار این موضوع هستیم که کاری که می‌بایست درست باشد، به عنوان ریاضیات یا هنر مورد ملاحظه قرار گیرد. جاذبه‌های زیبایی شناسی طرح‌ها، موجب می‌شدند، هنرمندان و تزیین‌کاران با دقت تمام، طرح‌های متقارن را در سطوح مختلف طراحی کنند. فدروف ثابت کرد که تا ۱۸۹۱.م فقط هفده طرح وجود داشته است. در واقع، تمام هفده طرح در ساختمان الحمرا ۱۲۳۰.م به کار رفته است (تصویر ۱).

همچنین آشکار به نظر می‌رسد که خلاقیت هنرمندان و ریاضی-دانان از حسی شبیه حس آرامش در آفریننده و احساس مشترک جاذبه زیبایی‌شناسی در چشمان بیننده استخراج شده است، احتمالا این چیزی است که منجر شده بیرخوف[2] مقادیر کیفی "ابعاد زیبایی‌شناسی" را به شکل فرمول برای کارهای هنری ایجاد کند.



تصویر ۱- بخشی از حمام کاخ الحمرا، گراناداا(غرناطه)، اسپانیا، سده ۱۳.م (Rubin,1979:13)

گیرایی تقارن در هنر و طبیعت هرمان‌ویلی[3] را (در موافقت با پلاتو) به این تئوری که ریاضیات خواستگاه مشترک هر دو است، سوق داد. قوانین ریاضیات منشا تقارن در طبیعت است و فهم شهودی هنرمندان این قوانین؛ منشا تقارن در هنر است(ویلی۱۹۵۲). این هنرمندان جزئی از ریاضیات هستند. از طرفی دیگر، هاردی[4] مدعی است که ریاضیدانان مانند یک نقاش یا یک شاعر ایجاد کننده طرح هستند. اگر طرحشان پایدارتر از آنهاست، به این علت است که با اندیشه ایجاد شده است (Hardy,1967:55-56). به عبارت دیگر علم ریاضیات قسمتی از هنر است.

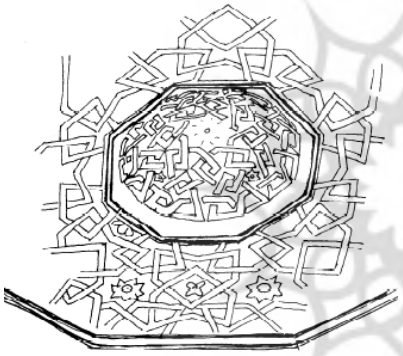
تلاش ما این نیست که تمام ارتباط بین ریاضیات و هنر را نشان دهیم؛ اما می‌بایست درعوض توجهمان را بر روی روابط بین هندسه و معماری متمرکز کنیم. این روابط متقابل توسط شواهد و مدارک تاریخی مشخص شده است. در تمامی دوره‌های معماری، پرسپکتیوهای هندسی ویژه و غالبی مشاهده می‌گردد. در دوران خلاقیت منحصر به فرد که به معماری و هندسه مرتبط می‌شده است، تناسبات در سبک‌های یونان، معماری آنها را متمایز کرده است؛ مهارت هندسی بناها، فرم کلیساهای گوتیک را مشخص می کند. هندسه تصویری، اعتقاد فضایی مردم رنسانس و معماری بعد از آن را تحت تاثیر قرار داد. دوران برنولسکی، لئوناردو داوینچی، آلبرتی ذوق و استعداد انسانیت را نشان می‌دهد. دزارگ[5] که بر روی هندسه تصویری کار می‌کرد"مشهورترین ریاضی‌دان خلاق قرن ۱۷.م بود". نیوتون، کریستوفر ورن[6]، معمار کلیسای سنت پُل را تواناترین هندسه‌دان دوران خود خطاب کرده‌اند. نیکولای لوباچوفسکی،۷ یکی از بنیان‌گذاران هندسه نااقلیدسی، معماری را فرا گرفت تا بر ساختمان‌های اضافه شده در دانشگاه کازان (جایی

1- Frank Lloyd Wright
2- Birkhoff
3- Hermann Willy
4- G.H Hardy
5- Deszarg
6- Christopher Wren
7 - Nikolai Lobachevsky

که او رئیس بود) نظارت کند. در دوران ما گنبد باک مینیستر فولر[1] یک ساختمان معماری است که بر اساس هندسه و تئوری مکان‌شناسی ساخته شده است(Pevsner,1942:25) .

هندسه نقش‌های دوگانه‌ای برای معماری ایفا می‌کند: فولر به حس‌های فرمال و تکنیکی کمک می‌کند. به عبارت دیگر، هندسه طرح های بصری و تکنیکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ویترویوس۲ وقتی که او سه الزام معماری ایستایی(سازه)، کارایی(عملکرد) و زیبایی را ارائه کرد، این مطالب را می دانست. اگرچه که بطور قطع یک ساختمان باید؛ کارایی، استحکام و دید متحرک را تطبیق دهد. دیدگاهمان این است که ساختارهای ساختمانی باید با ظاهر آن سازگار باشند و هردوی آن ها باید عملکرد ساختمان را منعکس کنند (Vitruvius,1950). در بررسی‌های تاریخی‌مان متوجه شدیم که همیشه هندسه تناسبات ساختمان را مشخص می‌کرده است. ساختار، معنای غیرمستقیمی (ابهام برانگیزی) می‌یافت، همانند کلیسای(کاتدرال) گوتیک؛ ترکیب نظام ساختاری و تناسبات هندسی، تاثیرات بصری قدرتمندی را ایجاد می‌کرد. از دوره رنسانس به بعد، بیشتر تفکرات معماری، در زمینه ایستایی و مکانیک ساختمان، متمرکز شده بود. تا این که در قرن ۱۷.م آکادمی‌های معماری تاسیس شدند؛ هنوز سازندگان بر روی تجربیاتشان تکیه می‌کردند و این همان مبحثی بود که والتر وایتلی" تحت عنوان۳هندسه واریخته یا هندسه وارونه[4]" از آن نام برد؛ یعنی سیستم‌های هندسی که مدت‌ها قبل از آن که نامگذاری شوند به کار برده می‌شدند. از اواسط قرن ۱۹، بعنوان رویکردهای تجربی اغلب کافی؛ برای سازه‌های چوبی و سنگی که عمومیت داشت، آنچنان حیاتی نبود. هر چند پس از انقلاب صنعتی، انسان پیشرفت زیادی در دانستن و کاربرد مصالح و تئوری ساختار به دست آورد. از این گذشته معماری به تقاضاهای پیچیده صنعتی شدن جامعه پاسخ داده است. با این حال، پژوهش‌های هندسی معاصر می‌تواند به هندسه و ساختار درست زمانی که معماری به هندسه و ساختار آن نیاز دارد، بپردازد. تحقیقات هندسی معاصر می‌تواند در زمینه ساختار کمک کند. با درنظر داشتن این مغایرت ها ممکن است به نظر رسد؛ معماری مدرن، به هندسه مدرن بی‌توجهی می‌کند. از این رو معماری خود را خارج از خود و خارج از علم خود قرار داده است (Emmerich,1970).

ما مایل هستیم شما را به طور گذرا به معماری–هندسه جهان، در بعضی دوره‌ها ببریم. در این پژوهش به دو موضوع متمرکز می‌شویم. موضوع نخست آن است که روی توسعه غرب و همینطور بی توجهی فوق‌العاده به غنای هندسی معماری شرقی متمرکز می‌شویم(Saarinen,1985:87). علاوه بر این، ما ازجنبه‌های بصری طرح های دو بعدی و سه‌بعدی معماری ایرانی دوران اسلامی که از مثال های بسیار قابل توجه کاربرد هندسه درمعماری است را مورد پژوهش قرار می‌دهیم (تصویر۲). موضوع دوم؛ تنها راه برای تکریم معماری این است که بصورت شخصی به آن نگاه کرد.



تصویر۲- طرح از مسجد جامع اصفهان، کتیبه کوفی بنایی (Rubin,1979:14)

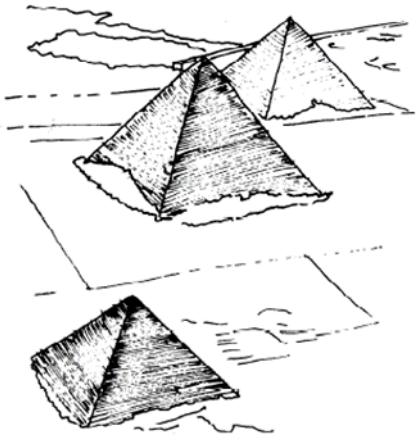
۲- تمدن کهن

در مقدمه؛ ما اشاره می کنیم به واقعیتی که انسان‌های اولیه، از تزئینات مشخص در هر دوی مهارت های هندسی و هنرمندانه استفاده می‌کردند. در اینجا ما بررسی می کنیم که؛ چگونه ساختمان‌هایشان پیوند طرح و سازه را بازتاب می دهد. خانه‌هایشان که دارای هندسه طبیعی بود، روی قسمت‌های مشخص و تعیین شده با مصالح موجود بنیان شده بودند. بعنوان مثال ما خانه‌های ساخته شده از نی را در حدود۴۰۰۰ سال قبل از میلاد داریم. درختچه‌های مستحکم بلند نی رود فرات، بعنوان اجزا و مصالح سازه‌ای استاندارد مورد استفاده بوده است. این‌ها در گروه‌هایی دسته‌بندی می‌شدند و به یکی از فرم‌های دایره‌ای و قوس‌های تیزه‌دار شکل می‌گرفتند. حصیر نی بعنوان فیلتر یا صافی استفاده می‌شد و تمامی خانه‌ها با گل پوشانیده می شدند. همچنین ساختمان‌هایی با هندسه ساده، تمام عناصر سازه‌ای کلیساهای رومانسک یا گوتیک را نیز در بر می‌داشتند(Sandstorm,1970:22-23).

حدودا در همان زمان(هزاره۴پ.م)، مصریان، رود نیل را تحت کنترل در آوردند و در نتیجه شهر را بر مبنای حکومت اشرافی، به اطراف نیل گسترش دادند. هندسه مصریان بواسطه مسئله اندازه گیری بعد از طغیان رودنیل و سنجش میزان نوسان آب و دبی آن توسعه یافته بود. در واقع هرودوت از کلمه"هندسه" به معنای اندازه‌گذاری زمین استفاده می کند. اشتیاق مصریان به اشکال هندسی، در مقبره فرعون اهرام ثلاثه مشاهده می‌گردد(Tons,1967:78-90).

1 - Buckminster Fuller
2 - Vitruvius
3 -Walter Whitley
4 - Residual geometry

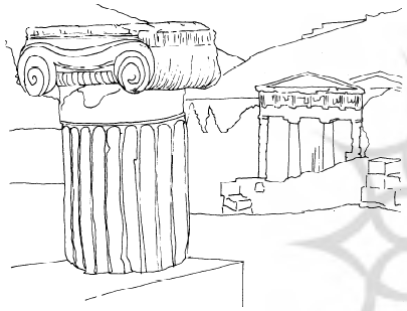
اهرام و دیگر ساختمان‌های باستانی، کوشش انسان‌ها را برای مدل-سازی انسانی جهانی در "نظم کیهانی" نشان می دهند، برای این که پایداریشان را به تصویر بکشند. هندسه عمیقا به علم نجوم و اعتقادات مرتبط بوده و برای بیان این نظم کیهانی استفاده می گردید. تن برونز[1] در جلد دو اثرش"رازهای هندسه باستان"، معماری باستان را بر اساس سیستم هندسی که بر تمام آثار معماری چیرگی دارد و آن را"هندسه کهن" می‌نامد، توضیح می‌دهد. این سیستم هندسی که اندازه گیری، ابعاد و تناسباتی که مقدس و منطقی بود توسط کاهنان مذهبی و به منظور منبع قدرت مورد توجه بوده است. برونز ادعا می کند که این سیستم بطور صحیح، از اواسط دوره میانی حفظ شده بود و در کلیسای جامع کلن آشکارا به کار رفته است(قرن ۱۵). به هر حال مفهوم"هندسه باستان"درست است، برونز در نشان دادن ساختمان معابد کهن که بر روی طرح های ساده هندسی مشخص پایه گذاری شده اند، موفق بوده است(Rubin,1979:14-5)



تصویر ۳-اهرام جیزه، مصر، هزاره سوم پ.م(Rubin,1979:15)

۳- دوره کلاسیک یونان

در هزاره نخست پیش از میلاد به خصوص در دوران تسلط پریکلس در قرن پنجم پیش از میلاد، یونان به بیشترین پیشرفت علمی رسید. فرهنگ یونان با تاکید بر وضوح فرم و کمک ریاضیات و هنر که اساس تمدن شرقی است، بنیان گذاشته شده بود. تفکر یونان بر مبنای عقل‌گرایی ایونیایی بود، این پرسش مطرح است که چرا اولین پرسش معماری مدرن عقل‌گرایی بوده است؟ یونانی ها به دنبال مکان انسان در جهان با مفاهیم منطقی بودند. آنها باور داشتند که طبیعت منطق در نظم شکل‌های هندسی بیان می‌شود. اگرچه آن‌ها؛ معماری و مجسمه سازی را در درجات بالاتری نسبت به نقاشی قرار داده بودند.



تصویر ٤-معبد دلفی، سده۵پ.م (Rubin,1979:15)

نمونه معماری یونانی در ساختمان معابد دیده می‌شود(تصویر ۴). معماری یونانی بر سکوهای بلندی ایجاد شده ستون‌هایی دور بنا را احاطه کرده بود. یونانیان سازه‌هایی با مقیاس انسانی می‌ساختند؛ مصالح ساختمانی خوبی را در معابد به ظاهر مجسمه‌ای شکل می‌ساختند و استفاده درست و دقیقی از تکنیک اندازه گیری هندسی داشتند و به کار میگرفتند(Rubin,1979:15)

یونانی‌ها در ابتدا در ساخت سازه، روش استفاده از تیرهای چوبی قدیمی را به کار می گرفتند، اما بعد از مدتی آن ها با آشناشدن با مصالح سنگی که دوام و استحکام خوبی داشتند و از سویی امکان تغییر فرم در آن‌ها میسر و پایدار بود، این شناخت منجر به تفکرات زیبایی شناسی جدید آن‌ها شد. در این مرحله هر دو اجزا سازه و تزئینات ساختمانی استاندارد شده بود. قاعده‌مندی فرم و پلان‌ها منجر به توسعه سبک سرستون‌های یونانی؛ ایونیک، دوریک وکورنتی گردید که همراه با تناسبات دقیق ریاضی بود. ستون های باریک شده دوریک ظاهر فریبنده ای را نشان میدادند که آنها برای تقویت ظاهر کارهایشان استفاده می‌کردند(تصویر۵). همینطور یونانی ها، قادر بودند بطور غیر قابل محسوس خطوط اصلی ساختمان را برای بی‌اثر کردن حالت پرسپکتیو و تجسم شکل در عمق بچرخانند. جستجویشان برای تناسبات، آنها را به رویکرد مدولار ساختمانی سوق داد: یک مدول برابر با کمتر از نصف قطر ستون، اساس اندازه‌گذاری اجزا بخش‌های ساختمان بود. همچنین معماری مدرن هم به دنبال سیستم مدولار(در مقیاس و در بخش‌های متفاوت) و برای حل کردن بعضی از مشکلات معماری معاصر بود. ممکن است که به نظر رسد، هندسه یونان بیشتر در کاربرد تناسبات و حالت های بصری در توسعه سیستم‌های ساختمانی به نمایش گذاشته می‌شد. فیثاغورث از اعداد رمزآلود و طرح های هندسی استفاده می‌کرد. افلاطون بر این باور بود که هنرمندان از فلاسفه پایین‌تر هستند، او معتقد بود، هندسه روح را بسمت "حقیقت"می‌کشاند، در حالی که هنر "دروغ"را نمایان می‌کند. معابد یونان که جایگاه خدایان بودند، به تناسبات هندسی که برای ارائه این کمال مطلوب بود، وابسته بودند. از این نقطه نظر، ساده است تا متوجه شویم، چرا معماری یونان، بجای تمرکز بر سیستم-های ساختمانی، سعی در استفاده بیشتر از مصالح ساختمانی به خصوص سنگ تمرکز یافته بود(Pacey,1992:43-50)

1 - Tons Brunes

لوین انتقاد قابل توجه‌ای به هر دوی هنر و هندسه یونان کرد (lvins,1964)و ادعا کرد که یونانیان در هندسه شان، بسیاری از روابط بین اندازه گذاری خطوط، زوایا، مساحت و اندازه را حل کردند. اما آنها خصوصیات ساختارهای زیر بنایی خطوط را از دست دادند. در نتیجه هرگز به ایده‌های دوگانه اصلی و پیوستگی هندسی نرسیدند. همینطور در هنرشان هرگز حرکات و سازماندهی فضایی را مورد مطالعه قرار ندادند.

تصویر ۵- تولوس در دلفی، یونان، سده٤پ.م
(Rubin,1979:15)

۴- دوره گوتیک

در انگلستان و فرانسه در سده‌های دوازدهم و سیزدهم میلادی، ساختن ساختمان به سرعت در حال توسعه بود. دستیابی تکنیکی و تاثیرات بصری کلیساهای گوتیک، چنین شکلها و طرح های غنی‌ای که این ساختمان ها را "معماری هندسی" می‌نامند، نشان می دهد. تجارب فنی و ابتکارات استادانه هنرمندان، با دانش ریاضیات یونان که توسط مسلمانان کسب شده بود، توسط معماران به اروپا آورده شد. مهارت های تکنیکی در دوره ای طولانی با ساخت ساختمان های مذهبی زیادی در این عصر به کار رفت. بین سال های ۱۱۵۰و ۱۲۸۰حدود ۸۰ کلیسا در فرانسه ساخته یا بازسازی شده بود. نفوذ اعراب و تحولات ریاضیات یونان از دو طریق اتفاق افتاد: جنگ‌های صلیبی و تسخیر اسپانیا توسط اروپائیان در قرن دوازدهم، این حوادث مصادف با معماری جدید گوتیک در فرانسه اتفاق افتاده بود، یعنی در زمانی که ترجمه لاتین هندسه اقلیدسی به آنجا رسیده بود(Rubin,1979:17)

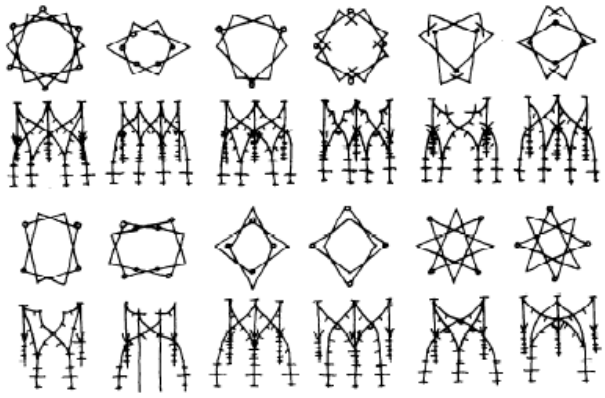
دستاوردهای تکنیکی دروه گوتیک (Gothic) بطور مختصر شامل این موارد است: ۱.تفاوت بین ستون باربر و دیوار غیرباربر ۲.کاربرد قوس تیزه دار ۳.کاربرد پشت‌بند تکیه‌گاهی طاق ۴. توسعه پشت‌بندهای معلق ۵.کاربرد وسیع شیشه و پنجره مشبک. در قرن سیزدهم بناها توانسته بودند مشکلات ساختمانی‌یشان را بواسطه آنالیز نیازهای مهندسی مدرن حل کنند، اما با آزمایشات و خطاهای آگاهانه؛ آنها تجارب و قاعده نقوش هندسی را دنبال کردند. طرح‌ها بسیار بستگی به اشکال هندسی داشت، هندسه‌ای که در کاربرد محاسبه بار نیروها از اجزا سازه‌ای محسوب می‌شوند. بجای پرداختن به نظریه ساختاری، فرمول و قاعده های هندسی با فرم و ترکیب‌بندی، بر پایه شناخت سازه و مصالح آن استوار و متمرکز شده بود.در نتیجه کلیساهای چارترز[1]، امین و رنس، می‌توانست مورد تکریم باشد(تصویر۶).

فلاسفه، بر جهانی را که با ریاضیات شروع شده بود و در این فلسفه برای بیان معانی الوهی که توسط سنت آگوستین متمرکز شده بود از ریاضایات استفاده می‌شد. آنها برای روابط اعداد ترجمه ساده ارائه داده بودند؛ بعنوان مثال عدد ۳ تثلیث و همچنین خدا را نشان می دهد. عددشناسی سنت اگوستین به شدت در ساختمان‌ها به کار می رفت؛ برنارد کلوور[2] حدس میزند که این اعداد مقدس برای تشخیص تناسبات کلیسای سیسترن استفاده شده است.

تصویر٦- کاتدرال رایمزRhiems، سده۱۲.م، سبک گوتیک فرانسه(Rubin,1979:17)

علاوه بر این فلاسفه به علاقه‌مند کردن در هندسه می‌اندیشندند. چارترز مرکز تحقیقات هندسه شد و برای مدتی مهمترین مکتب ریاضیات در غرب محسوب می شد. هنرمندان، استادکاران و معماران مذهبی ارزش‌های کاربرد هندسه را در کارشان می-دانستند و اغلب در مکاتب کلیسایی ثبت نام و آموزش می دیدند (تصویر ۷). همچنین معماران کلیساها انسانهای با سوادی بودندکه لاتین میدانستند و کاملا قادر بودند با آکادمی های هندسی ارتباط برقرار کنند.

[1]- *Chartres Churches*
[2] - *Clairaux*

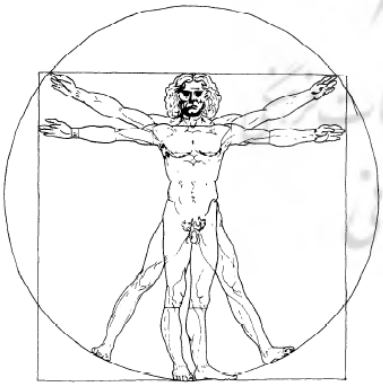


تصویر۷- طرحی از تزیینات بناهای قرون وسطایی(Rubin,1979:17)

۵- رنسانس

پیش از رنسانس، به ویژه با کار پِتراچ[1]، دانته و جیوتو، شکوفایی کامل رنسانس که در قرن ۱۵ آغاز شد، زمینه سازی گردید. جنبش رنسانس از سطح محققانه ای شروع شد اما با تغییرات تکنولوژیکی، کلیسایی و اقتصادی در ارتباط بود. رشد ثروت در شهرهای شمالی ایتالیا (فلورانس، جنوا، پیزا، میلان و غیره) محرک قدرتمندی برای پیشرفت هنر و مهندسی زیبا محسوب می‌شد. این پیشرفت، توام با نگاه و بازگشت به دنیای کلاسیک یونان و روم بود. اومانیسم(انسانگرایی)، با مطالعه فرهنگ کلاسیک، علاقه انسان را از دین به خود تغییر داده است. اومانیسم مانند پیشینیان یونانی خود در صدد یافتن نظم جهان بود. معماری رنسانس بیانگر قطع علاقه از سبک گوتیک و احیای سبک کلاسیک را نشان می‌دهد.

این واکنش دوره رنسانس نسبت به دوره سابق خود، موضوعی متداول در تاریخ معماری است و از دوره رنسانس در فواصل بیشتر اتفاق می افتد. رنسانس "بی‌ثبات بودن، بی‌نهایت بودن و توهم فضاهای گوتیک" را رد کرد (Zevi,1957) و به دنبال یک نظم متحد، یک نظم و انضباط بود. علاوه بر این، آنچه که رنسانس را از قرون وسطایی جدا می‌کند، در نظر گرفتن انسان به عنوان خالق- انسان در مرکز جهان است (تصویر ۸). در سبک گوتیک، ساخت یک کلیسای جامع، گاهی دو قرن طول می کشد تا تکمیل شود. در رنسانس طراح یک نفر است. نکته ظریف وجود دارد، آن این است که در سبک گوتیک نام ساختمان را می‌شناسیم ولی نام معمار را نمی‌شناسیم، در حالی که در سبک رنسانس نام معمار و نام بناهای ساخته شده توسط آن معمار را می شناسیم.(Myers,1959:93)



تصویر۸- مرد ویتروین، لئوناردو داوینچی، مرد در مرکز جهان(Rubin,1979:17)

فیلیپو برونلسکی (۱۳۷۷-۱۴۴۶) مهندس معماری بود که با شروع معماری رنسانس هم عصر بود. مهارت عملی او از طریق بسیاری از اختراعات فنی وی نشان داده شده است. به عنوان مثال، وی تکنیک‌های خاصی را برای ساخت گنبد کلیسای جامع فلورانس ابداع کرد. او خرابه های رومی را مطالعه کرد و تکنیک‌های ساخت و ساز رومی را در ساختمان خود گنجانید. جستجوی او برای نظم، وی را به سمت طراحی نخستین ساختمان‌های رنسانس سوق داد: بیمارستان فوندیلینگ (۱۴۱۹) و کلیسای سن لورنزو (۱۴۲۰) در فلورانس از آثار اوست. قابل توجه است که برونلسکی نیز باید کاشف هندسه نظری[2] از پشت پرسپکتیو مرکزی بوده باشد. توسعه هندسه تصویری[3] (اصطلاحات مدرن برای پرسپکتیو) رویدادی بود که از نظر هندسی و معماری دارای اهمیت بوده است.

توسعه پرسپکتیو، نمونه ای از مهارت‌های فنی است که منجر به پیشرفت فکری می شود. در قرن چهاردهم، نقاشان، به ویژه در اطراف دره پو، در هنر هندسه و در مهارت های نقاشی بسیار پیشرفت کردند. کار آلتچیرو[4] و

1 - Petrach
2 -Theoretical geometry
3 -projective geometry
4 -Altichiero

آوانگو[1] در اوارتویی جیورجیو[2] نشان می‌دهد که دیدگاه‌های آن‌ها چقدر اصلاح شده است. با این حال، برونلسکی با بهره‌گیری از متون کلاسیک اُپتیک و کاتپریک[3] توانست به خوبی در کارهایش از آن‌ها استفاده کند. واساری[4] در اثرش "زندگی نقاشان[5]"، بر درگیر شدن بسیاری از هنرمندان قرن۱۴.م با هندسه جامد تأکید می‌کند.

۶- لئون باتیستا آلبرتی

لئون باتیستا آلبرتی (۱۴۲۴-۱۴۷۲) نمونه‌ای از "مهندس- هنرمند" رنسانس بود که در تئوری پرسپکتیو بسیار کمک کرد. آلبرتی از یک خانواده اشرافی فلورنتی بود. او رساله «ده کتاب در معماری» که مراحلی از مهارت یک معمار را نشان می‌دهد را در سال ۱۴۸۵.م منتشر کرد. این کتاب شامل مباحث مربوط به برنامه‌ریزی شهری، فاضلاب، پل‌ها، حمل و نقل کشتی، بالابر و آبرسانی می‌باشد. در رابطه با مکانیک و نقشه برداری، وی می‌نویسد: "طراحی من این است که درباره این چیزها (مکانیک و نقشه‌برداری) صحبت کنم، نه مثل یک ریاضی‌دان، بلکه شبیه یک کارگر." این مطابق با عمل ماسون‌های(بناهای) دوره گوتیک است که از دانش تجربی نیز در ساخت و ساز استفاده می‌کردند. بار دیگر، بر خلاف معماری گوتیک، در برخورد با نسبت معماری، او بسیار نگران ریاضیات است که اسرار طبیعت را آشکار می‌کند. مردم دوران باستان که از ماهیت چیزها آگاه بودند ... در آثارشان عمدتاً تقلید و بازنمایی از طبیعت را به عنوان بزرگترین هنرمند مطرح کردند.

آلبرتی برای یافتن نسبت‌های مناسب برای معماری پیشنهاد، مطالعه تقارن و نسبت‌های چهره انسانی را توصیه کرد. البته لازم به ذکر است که علاوه بر مفهوم یونانی زیبایی در تناسبات ریاضی، یک معمار به نام رِنالْسانْس[6] جاذبه‌های رومی را نیز به مهندسی افزود. در حالی که برای تز افلاطون، به عنوان هنر "تصویر یک تصویر[7]" است، این مبحث یک ایده اصلی در ریاضیات بود. این موضوع اومانیستی و بازتاب قانون طبیعی و یک منبع همیشگی برای مطالعه بود. اگر هندسه بر یونانیان حاکم بود، طبیعت و توجه به اصول و قوانین طبیعی بر انسان عصر رنسانس تسلط داشت. پرسپکتیو، ساختار هندسی برای نشان دادن طبیعت بود. آلبرتی در کتاب " رساله نقاشی(۱۴۴۳.م) "اولین نظریه منسجم "علم تصویری" را ارائه داد. اگرچه تکنیک "ساخت و ساز مشروع [8]" او دست و پا گیر بود (بر اساس یک طرح دو برابر)، اما وی با ارائه یک نقشه هندسی برای به تصویر کشیدن اشیاء در یک فضای متحد موفق شد. وی نقاشی را به عنوان تقاطع توسط یک تخته با "هرم تصویری" تعریف کرد: چشم هنرمند در رأس قرار دارد و شیء در پایه قرار دارد(Rubin,1979:18)

معماری آلبرتی نشان می دهد که چگونه او تئوری خود را به کار بست. جستجوی او برای نظم و دانش وی در مورد معماری رومی، منجر به سبک معماری بسیار کلاسیکی شد، مانند پالازو روسلا[9] (۱۴۴۶.م) در اثر فلورانس (تصویر ۹). این نمونه ای از آنچه است که برونو زِوی "کنترل فکری انسان بر فضای معماری" نامیده است (Zevi,1957).

تصویر۹- فلورانس، ١٤٤٦، طرح از روسلا
(Rubin,1979:18)

قوانینی که برای حاکم کردن فضا در رنسانس دیده می‌شود، ناشی از نظریه پرسپکتیو است. پرسپکتیو ساختمان سه‌بعدی را بطور عینی ثابت کرد و به بیننده فرمان می دهد. پرسپکتیو با فلسفه انسان‌گرایانه فرد و انسجام سازگار بود. لئوناردو داوینچی نوشت: "این منظر نشان می‌دهد که پرتوهای خطی با توجه به شرایط قابل نمایش چگونه متفاوت هستند، بنابراین باید پرسپکتیو در درجه نخست بین همه علوم و نظم‌های انسان قرار می‌گیرد، برای آنکه ریاضیات به اندازه علوم طبیعی در رأس نیست ".

از این رو جای تعجب نیست که هم هنرمندان و هم هندسه‌دانان در توسعه پرسپکتیو نقش داشته‌اند. بین سال‌های سال‌های ۱۵۵۰-۱۶۰۰ تمرکز به هندسه تغییر یافت، همانطور که در رساله های کاممانديو، دانتی، اوبالدی مشهود است(Rubin,1979:18-9)

1 -Avango
2 - Oratory of S. Giorgio
3 - Catoptrics
4 -Varsar
5 -Lives of the Painters
6 - Renalssance
7 -image of an image of an image
8 - costruzione legittima
9 - Palazzo Rucellal

۷- پس از رنسانس

بعد از سبک رنسانس سبک‌های متعددی شکل گرفتند، هرکدام سبک خود را به چالش می کشیدند، هر یک برای دوره‌ای تسلط داشتند، سپس در چالش با سبک بعدی تسلیم می شدند. بنابراین رنسانس جای خود را به منریسم داد، مِنِریسم جای خود را به باروک، باروک به روکوکو، روکوکو به نئوکلاسیک داد. نئوکلاسیک‌گرایی به التقاط‌گرایی، التقاط‌گرایی به جنبش مدرن و جنبش مدرن به "پست مدرن". در دوره‌های رنسانس، باروک و منریست بود که هنر و ریاضیات هنوز ارتباط نزدیکی باهم داشتند. بنابر این مثال‌های ما در اوایل پس از رنسانس متمرکز شده است. ما برونلسکی و آلبرتی را به عنوان طراحان شاخص رنسانس می-شناسیم. ما اکنون به معماری متشکل از وینگولا، یک معمار منریسم می پردازیم.

جیاکومو دِ ویگنولا[1] (۱۵۰۷-۱۵۷۳)، معماری بود که پرسپکتیو را مورد مطالعه قرار داد. او هم روش دادرسی مشروع[2] و هم روش "نقطه –فاصله[3]" را (که ابتدا توسط او کشف شد)، آموخت و نشان داد که هر دو تکنیک، نتایج یکسان را به دست می‌آورند. او به عنوان یک نظریه پرداز مورد توجه بود و نظریه قانون پنج سفارش در معماری[4] را مطرح کرده بود. نمونه یا کار فرانسیس وینگولا کاستِلو[5] نمونه ای بسیار کپی شده از منریسم بود. زیرا هدف آن نمایش یک چهره "تصنعی" بوده است. وینگولا همچنین در سنت‌پیتر نقش داشته است. با این حال، این کار، مهمترین اجرای او در رم بو ه است.(تصویر۱۰)،

بنایی که کاملاً نشانگر گذار از منریسم به باروک است و در بسیاری از کلیساهای کاتولیک رومی دوره باروک تأثیر داشت. " وینگولا، یکی از طراحان سن پیتر و مهمترین بنایی که طراحی کرده گِزو[6] در رم نام دارد؛ وی بایستی یکی از استادان بزرگ پرسپکتیو نظری بوده که اصل فضایی و شخصیت باروک را تاسیس کرده است " (Ivins,1964).

همانطور که سامِرسون[7] اشاره می‌کند "هیچ مقوله‌ای مانند" باروک اصیل "وجود ندارد. این فقط یک کلمه است و بدان معنا نیست که یک جوهره خالص برای مطابقت با آن وجود دارد" (Summerson,1964:82). "باروک" در ابتدا نشانگر شکل های عجیب و غریب بود که معماران ایتالیایی در قرن هفدهم با شکل متقارن از کلاسیک گراها ساخته بودند، اکنون از این نام برای توصیف آثار هنری در آن قرن استفاده شده است.

ما به فرانسیسکو بورومینی (۱۵۹۹-۱۶۹۹) روی می‌آوریم نه به این دلیل که او در هندسه نظری دستی داشته است، بلکه به این دلیل که کار او نشان می داد چگونه هندسه معماری باروک ایتالیایی را خاتمه داده است. بورومینی به عنوان یک صنعتگر شروع به کار کرد. او یک سنگ‌تراش ساده در سن پیتر بود و بعداً خود را به کارلو مادرنا[8] معرفی کرد که او را همیشه استاد خود می‌نامید و در نزد او شاگردی کرد. برومینی تجربه عملی در کارهای معماری را با نظریه‌ای که از خواندن زیاد به دست آورد و با استعداد هنری که از طریق طراحی مداوم به وجود آورد، برای آموزش خود به عنوان یک معمار، ترکیب کرد. نخستین اثر مهم وی، کلیسای سن فونتانه[9] (شروع ۱۶۳۳) بود که استعداد او را در ترکیب فضایی نشان می‌دهد (تصویر۱۱).

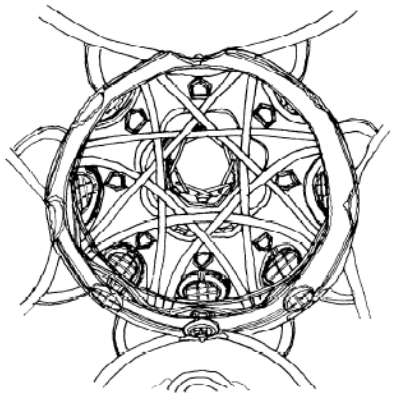
تصویر۱۰- کلیسای جِسوGesu، رم، سبک باروک، شروع ساخت ۱۵٦۸(Rubin,1979:13)

تصویر۱۱- سن کارلو اَله کوآترو فونتانه، رم، شروع۱٦۳۸، بورومینی، سردر آن شاخص باروک است (Rubin,1979:19)

1- Giacomo de Vignola
2- Consus- truzioni legittima
3- distance point
4- Regola delle Cinque Ordini d'Architettura
5- Castello Farnese Vignola -
6- Geso
7- John Summerson
8- Carlo Maderna
9- St. Carlo al Quattro Fontane

مضمون بیضی که او برای کم کردن احساس حرکت در فضا از آن استفاده می‌کرد، شکلی است که اغلب در معماری باروک مورد استفاده قرار می‌گیرد (ممکن است نظریه کپلر در توسعه نظریه بیضوی شکل خود در مورد حرکت سیارات در ابتدای قرن هفدهم، تاثیری در استفاده از خطوط بیضوی در طراحی برومینی داشته است). دراین باره پیشنهاد می‌شود کتاب پورتوگزی که درباره برومینی و کاربرد هندسه درطراحی و درک بصری از باروک ایتالیایی است مطالعه گردد (تصویر۱۲).

یکی از شاگردان بورومینی، گوارینو گوارینی (سال ۱۶۲۴-۱۶۲۴)که بیشتر در تورین کار میکرد، کاربردهای افراطی و انعطاف پذیری را برای کار خود به ارمغان آورد. گوارینی معمار، هنرمند تئاتر، فیلسوف و ریاضیدان بود.

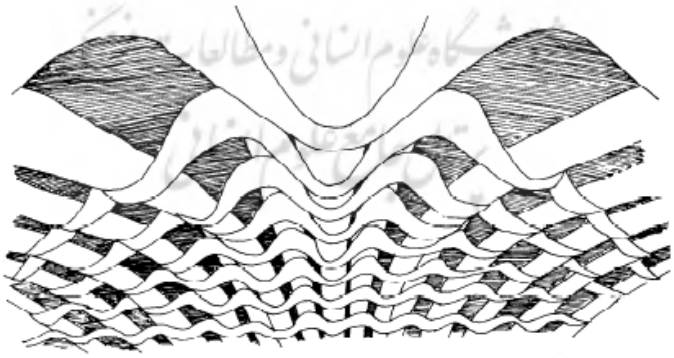


تصویر ۱۲- سان لورنزو، تورین، شروع۱٦٦۸، گوآرینی، پیچیدگی هندسی گنبد را نشان می‌دهد
(Rubin,1979:19)

کلیسای او لورنزو در تورین ۱۶۶۶.م برای نمونه نشانگر تعامل تخیلی از قسمتهای مقعر و محدب است که درک آنها فقط با کمک یک چشم یا زاویه دید، آسان نیست و گوارینی[1] به احتمال بسیار از دیدگاه هنر نه از منظر ریاضیات به این موضوع علاقه‌مند بوده است.

یکی از معماران که تأثیر بیشتری بر جهان ریاضی نسبت به دنیای معماری گذاشت، جرارد دسارگوئس[2](۱۶۶۱-۱۶۶۶). او یک هندسه‌دان خودآموز بود که می‌خواست تعداد زیادی از قضایای نامتناسب هندسی را به صورت فرم فشرده‌ای بسازد تا در دسترس هنرمندان، مهندسین و سنگ‌تراشان قرار بگیرد. اصطلاحات مهندسی او"ریشه[3] "، "گره" و موارد مشابه آن در نوشتار علمی وی به احتمال برای جذب افراد غیرمتخصص علمی بوده است، اما ممکن است در عوض تأثیر ریاضیدانان متخلف را داشته باشد. گرچه کار او به هر دلیلی در قرن۱۹.م از بین رفت، ولی ارزش کارش زمانی یافت شد که چاسِل[4] به طور تصادفی در یک کتاب فروشی نسخه‌ای از نسخه خطی تهیه شده توسط لاهیر[5] را پیدا کرد(Coolidge,1963:13-18).

انتشار ریاضیات دسارگیوس[6]، توسعه دهنده هندسه تصویری، به عنوان مطالعه خصوصیات کیفی یا موقعیتی به جای متریک بود. علاوه بر "قضیه دسارگیوئس" در پرسپکتیو مثلثات، او روی نقطه در بی‌نهایت، پیچیدگی و قطبیت کار کرد. آنچه به ویژه ما را نگران می‌کند این است که هندسه از نظر معماری آنقدر اساسی است که یک معمار می تواند زمینه‌های هندسه غیر متریک را فراهم آورد (تصویر۱۳).



تصویر۱۳- نمایی از هال(تالار)، تورین، ۱۹٤۹، نِروی، جزییات سقف نشان دهنده تزیینات سازه است
(Rubin,1979:22)

1- Guarino Guarini.
2- Gerard Desargois
3- stump
4- Chasle
5 - La Hire
6 - Desargues

نتیجه‌گیری

این پژوهش به این نتیجه می‌رسد که معماری کنونی در تحقق رویاهای جنبش مدرن هست. در حالی که درگذشته کاربرد سنگ، الگو و مدل ساختمان‌های استاندارد ارائه می‌شد و تزئینات توسط ابعاد، نوع برش سنگ تعیین می گردید. امروزه در معماری مدرن امکان ساخت یک چند وجهی محصور فضایی، به عنوان الگو اساسی وجود دارد. این حجم یا چند وجهی، ساختار و تزئینات طرح را تعیین می‌کند. وحدت فرم و ساختار با استفاده از بتون مسلح، پیش از این توسط مهندسینی چون موراندی، کاندِلا و نِروی نشان داده شده است. در پروژه‌های مسکن، فرمالیست‌هایی مانند هِکِر و عملکردگراهایی مانند سَفدیه پتانسیل هندسی غنی از طراحی مدولار را نشان داده‌اند. این پژوهش بر این اعتقاد است که معماری باید از کارهای اکتشافی چنین افرادی پیروی کند.

گرچه محدودیت منابع طبیعی با تقاضای افزونگر اقتصاد در طراحی مشاهده می‌شود. صنعتی شدن که در صنایع اتومبیل و آیرودینامیک مورد استفاده قرار گرفته، ابزاری قدرتمند برای معماری؛ به منظور کاهش هزینه‌ها و طراحی با مدول مکانی است. تعدیل، تولید انبوه و پیش‌ساخته؛ همه این موارد محدودیت‌هایی را در طراحی ایجاد می‌کنند. بنابر این باید معمار برای درک آن‌ها آموزش ببیند. بعلاوه، اضافه کردن مدول‌ها و پیوستن به تکنیک‌ها، نیاز به بینش سه‌بعدی در ذهن طراحان دارد. هر یک از این ویژگی‌های طراحی در معماری، خواسته‌های دقیقی را در مورد هندسه و همکاری بین هندسه و معماری ایجاد می‌کند. در بررسی تاریخی نمونه‌های مختلفی از سبک‌های معماری مشاهده گردید. این آثار معمولاً کلیساها، ویلاها و معماری‌های خاص بودند. ولی این آثار، ساختمان‌هایی نبودند که بر زندگی روزمره مردم عادی تأثیر گذاشته باشند. امروزه معماری چهره‌ای بسیار عمومی‌تر و مردمی‌تری را به نمایش می‌گذارد. توده‌های مردم برای ایجاد محیطی که در آن زندگی و یا کار می‌کنند، موثر هستند. از آن‌جا که محیط انسان تأثیر تعیین کننده‌ای بر وضعیت جسمی و عاطفی او دارد، معماری مسئولیت‌های عمیق اجتماعی دارد. این نوشته بر این اعتقاد دارد که نیاز به تحریک نفسانی برای انسان چنان حیاتی است که ساخت یک محیط سازه‌ای متنوع سه‌بعدی، یک ضرورت محسوب می‌شود. به طور خلاصه، فرمالیسم در طراحی از اهمیت کاراتری برخوردار است. با استفاده از تخیل در طراحی فضایی، شکل و ساختار در طراحی می‌تواند یکپارچه گردد. یکپارچگی از مفاهیم اساسی است که امروزه از آن به عنوان حس تعلق به مکان استفاده می‌شود.

منابع

1. Coolidge,Julian Lowell.(1963).A History of Geometrical Methods,University of Michighan, Dover.
2. Emmerich, David Georges.(1970).Course in Constructive Geometry: Morphology,, University of Washington.approach, Routledge, Taylor & Francis Group, London & New York.
3. Hardy,G.H.(1967).A Mathematician's Apology,Cambridge university of press
4. Ivins, William M Jr.(1964). Art & Geometry:A Study In Space Intuitions,22 ratings by Goodreads, Published by Dover New York.
5. -Myers,Bernard Samuel.(1959). Encyclopedia Of word Art, MC Graw-Hill, University of Michigan.
6. Pacey, Arnold.(1992). The Maze of Ingenuity: Ideas and Idealism in the Development of Technology. Mitpress.
7. Pevsner,Nikolaus. (1942).An Outline Of European Architect,Penguin Book.
8. Rubin,Michael.(1979).Architecure and Geometry, Université du Québec à Montréal.
9. Saarinen,Eliel.(1985).The Search For Form in Art And Architect, Dover Publication.
10. Sandstrom,Gosta.E.(1970).Man The Builder,Mc Grow Hill,University Of Michigan.
11. -Summerson, Jhon.(1964).The Classical Language Of Architect, Methuen, University Of Michigan.
12. Tons,Brans.(1967).The Secrets Of Ancient Geometry, University Of Michigan, Rhodos
13. Vitruvius, Morris Hicky Morgan.(1950).The Ten Books on Architecture,Dover Publication,NewYork.
14. Zevi, Bruno.(1957). "La storia dell'architettura per gli architetti moderni", in L'architettura, cronache e storia, n.23, Sept