



هندسه فصل مشترک سازه و معماری

(مطالعات موردی: برج آزادی و گنبد سلطانیه) **

اسماعیل اسکندری^۱، محسن وفامهر^{۲*}، حسن رضایی^۳، علی خاکی^۴

^۱ دانشجوی دکتری گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. Arc.esmail@gmail.com

^{۲*} (نویسنده مسئول) استاد گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. Dr.vafamehr@gmail.com

^۳ استادیار گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. rezaei.h@mshdiau.ac.ir

^۴ استادیار گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. kh_spaceframe@yahoo.com

چکیده

پیدایش هر اثر معماری بر ارکانی استوار است؛ فرم، عملکرد، هندسه و محتوا را می‌توان از ارکان معماری محسوب کرد. هر یک از این عوامل در پیدایش اثر نقشی را ایفا می‌کنند؛ فرم را به شکل و هندسه و زیبایی بنا، عملکرد را به کارایی و بهره‌گیری از فضا، محتوا را به هویت و مبانی نظری اثر اطلاق می‌نمایند. معماری از دیرباز در پی خلق فضاهایی بوده است تا علاوه بر زیبایی، کارایی و استحکام، بتواند با کاربرانش ارتباط برقرار سازد. عواملی چون هندسه و تناسبات ابزاری بوده‌اند که معماران را در دستیابی به این مهم، یاری نمودند. پژوهش حاضر بر آن است تا ضمن شناخت اصول هندسی در تعامل معماری و سازه و ریشه‌های فکری و مبانی نظری آن، تجلی آن را در معماری مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. روش انجام این پژوهش به صورت تحلیلی-توصیفی است. روش و ابزار مورد استفاده تحقیق، روش کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و مدارک مکتوب می‌باشد. در بیان نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت شناخت، درک و تجسم فضایی نیروهای ساکن و جاری در کالبد باربر ساختمان، با اشراف کامل به تناسبات و ابعاد قسمت‌های پر و خالی آن، دقیقاً کاربرد هندسه را در طراحی پوشش‌ها، ابعاد و تناسب بخش‌های مختلف بنا مشخص می‌کند و این همان کاربرد نیارشی هندسه در طراحی معماری است.

اهداف پژوهش:

۱. شناخت اصول هندسی در تعامل معماری و سازه و ریشه‌های فکری و مبانی نظری آن.

۲. بررسی تأثیر مشارکت هندسه در تعامل سازه و معماری.

سؤالات پژوهش:

۱. ریشه‌های فکری و مبانی نظری آن کاربرد اصول هندسی در معماری چیست؟

۲. تأثیر هندسه بر تعامل سازه و معماری چگونه است؟

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

شماره ۵۴

دوره ۲۱

صفحه ۵۳ الی ۷۳

تاریخ ارسال مقاله: ۱۴۰۱/۰۷/۲۳

تاریخ داوری: ۱۴۰۱/۰۹/۰۸

تاریخ صدور پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱

کلمات کلیدی

هندسه،
تعامل،
سازه،
معماری.

ارجاع به این مقاله

اسکندری، اسماعیل، وفامهر، محسن، رضایی، حسن، & علی خاکی، علی. (۱۴۰۳). هندسه فصل مشترک سازه و معماری (مطالعات موردی برج آزادی و گنبد سلطانیه). مطالعات هنر اسلامی، ۲۱(۵۴)، ۵۳-۷۳.



[dori.net/dor/20.1001.1.*](https://doi.org/10.22034/IAS.2023.376575.2116)

***** ** ** ** **



[dx.doi.org/10.22034/IAS](https://dx.doi.org/10.22034/IAS.2023.376575.2116)

.2023.376575.2116

مقدمه

تأکید معماری همواره بر زیبایی است. ایرانیان در طول قرن‌های متمادی همواره ارزش والایی برای زیبایی قائل بودند و علم هندسه ابزار قدرتمندی در دست معماران است که با استفاده از آن می‌توانند تناسبات آسمان را اندازه‌گیری کند و تعادل، هماهنگی، زیبایی و نظم را روی زمین بیافرینند. از این‌رو، هندسه نزد معمار هم علم و هم هنر است. (حجازی و سراج، ۱۳۹۴: ۲-۱۹). هندسه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثری است که می‌تواند سایر عوامل را تحت‌تأثیر قرار دهد و این امر در معمار کاملاً مشهود و مورد تأکید هنرمندان و صنعت‌گران می‌باشد. از این‌رو می‌توان بیان کرد که هندسه جایگاه ویژه‌ای نه تنها در معماری ایران بلکه در تمام جهان داشته است. براساس مطالب یادشده در مقولات پیشین، چنین می‌توان استنباط نمود که معماری و سازه هیچ موقع در تضاد و تقابل قرار نداشته، بلکه تعاملات سازه و معماری دست خوش تحولاتی بوده است که اشکال مختلفی را ساخته است. نوع تزئین و پوشش سازه خود گواه این مطلب است که این طرز تفکر بستگی به سبک و سیاق طرح نهایی داشته و به تعامل سازه و معماری مربوط نمی‌گردد. این تطابق هندسی سازه و معماری است که ارتباط میان آن دو را رقم می‌زند، نه اینکه نمایش عناصر سازه‌ای در نما، مزید بر این علت باشد که سازه و معماری در تقابل بوده و سازه خود را بر معماری تحمیل نموده است. به‌عنوان مثال، در مرکز ژرژپمپیدو، نمایش عناصر سازه‌ای خود یک معماری است، نه عملکرد سازه‌ای. سازه به مسیر جریان نیرو تأکید می‌ورزد، نه تزئینات خواه کلاسیک، خواه مذهبی و خواه تکنولوژیک‌وار.

بهره‌گیری از هندسه در پیمایش همساز میان فرم، ایستایی و تناسبات، به‌عنوان اصلی جاری در تعامل سازه و معماری سنتی ایران همواره برقرار بوده است. نقش هندسه به‌عنوان عامل پیونددهنده فرم و سازه نقشی غیرقابل انکار است. فرم زاده هندسه است که در خود شکل و تناسبات را جای داده است. معماری با استفاده از هندسه خواص فضایی خود را که برخاسته از نگرش، احساسات و تفکرات خاص یک معماری است به تصویر می‌کشد. هندسه خاص یک فضا می‌تواند القاکننده حرکت یا سکون باشد. هندسه علاوه بر شکل‌دهی فضا از نظر بصری و روانی در زمینه‌های سازه‌ای و تأسیساتی در معماری گذشته ایران زمین نقشی بی‌بدیل را دارا بوده است، به‌صورتی که گفته می‌شود، حتی اگر در اندازه یکی از عناصر موجود در چفت‌آویز ایوان‌ها تغییری ایجاد شود. نیارش آن مورد تهدید قرار می‌گیرد و امکان تخریب آن وجود دارد. به‌طور خلاصه معماری سنتی ایران وجودش را چه از نظر کالبدی و چه از نظر شناختی از هندسه به‌دست‌آورده و معمار ایرانی به‌وسیله هندسه فرم مورد نظرش را خلق کرده است (خشنود و کریمی بروجنی، ۱۳۹۶). بهره‌گیری از هندسه در پیمایش هم‌ساز میان فرم، ایستایی و تناسبات، به‌عنوان اصلی جاری در تعامل سازه و معماری ایران همواره برقرار بوده است.

روند طراحی یک اثر معماری به پارامترهای مختلفی بستگی دارد که آگاهانه و یا ناخودآگاه متأثر از تفکرات طراح نسبت به اثر می‌باشد. اما چندین دلیل را می‌توان به‌عنوان پارامترهایی یاد نمود که یک اثر معماری را در زمره آثار

فاخر قرار می‌دهد. از جمله آن انطباق هندسی سازه و معماری می‌باشد. هندسه، زبان مشترک معماری و سازه می‌باشد. در سازه هندسه منشاب از سیستم جریان نیرو در کل سازه می‌باشد و در معماری هندسه از فرم ساختمان تبعیت می‌کند. با این اوصاف، اگر هندسه سیستم جریان نیرو با هندسه فرم ساختمان به همگرایی برسد، در آن صورت می‌توان گفت که روند طراحی مسیر مطلوبی را طی نموده است. از طرفی، زبان مشترک معماری و سازه این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوانیم نه تنها به ارزیابی بناهای ساخته شده بپردازیم، بلکه ما را قادر می‌سازد تا فرآیند طراحی مناسبی را به دست آوریم.

هدف اصلی این پژوهش، تعامل سازه و معماری بر مبنای هندسه است و سؤال اصلی اینجاست که چگونه می‌توان نقش هندسه را در تعامل میان معماری و سازه نشان داد؟ این تحقیق در پی آن است تا با تبیین نقش هندسه در ادوار مختلف معماری به تعامل معماری و سازه بپردازد.

راعی فرد و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «ارتباط هنر و هندسه در معماری و اهمیت نظام سازه‌ای در طراحی» نشان دادند که در سیستم سازه‌ها، ساختمان‌ها بایستی با نمای خود و سایر ساختمان‌ها همخوانی داشته باشند. این سیستم عملکرد ساختمان را از طریق فهمیدن ابعاد هندسه سه بعدی 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. نوحی بزنجانی و قاسمی (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «واکاوی مفهوم هندسه در معماری سنتی ایران و کاربرد آن در معماری معاصر (نمونه موردی: خانه داروغه شهر مشهد» نشان دادند که هندسه همانندی که ابزار و دانش در ایجاد فضا، القاکننده ارتباطات اجزا با هم، یکپارچگی و احساسات خلق‌کننده اثر است.

صدیق محمدنیا (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «نقش هندسه در معماری ایرانی» نشان دادند، ویژگی‌های هندسه در معماری ایرانی و اسلامی به صورت تصادفی حاصل نگردیده است. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از: مفهوم کثرت در وحدت، زیبایی‌شناسی معماری، ارتباط بین نقشه و نمای بنا، طراحی قوس و گنبد و ... با استفاده از هندسه، برآورد صحیح مخارج بنا، القاکننده احساسات مختلف در فضا و در نهایت بقا و پایداری بناها می‌باشد. فرشچی (۱۳۹۰) در پژوهشی تحت عنوان «استفاده از دانش هندسه در هنر معماری و سازه» به بررسی پیشینه کاربرد هندسه در معماری ایران پرداخته است. براساس یافته‌های او بهره‌گیری از دستگاه تناسبات و پیمون‌بندی در آثار معماری هخامنشی و ساسانی مرسوم بوده است و این تناسبات در معماری پس از اسلام نیز رواج یافتند.

در تحقیق حاضر از روش تحلیلی- توصیفی استفاده شده است. روش و ابزار مورد استفاده تحقیق، روش کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و مدارک مکتوب می‌باشد. بدین‌منظور در بخش نظری با استفاده از

روش مطالعه کتابخانه‌ای و ضمن مراجعه به منابع و مأخذ موجود در دسترس و مطرح نمودن دیدگاه‌های مختلف، سعی شده تمام وجوه ممکن مسئله موردتوجه قرار گیرد.

۱. مبانی نظری پژوهش

هندسه شاخه‌ای از علم ریاضیات است که به شکل اجسام منفرد، ارتباطات فضایی میان اجسام مختلف و مشخصات فضای اطراف می‌پردازد. به عبارت دیگر، هندسه شاخه‌ای از ریاضیات است که در فضا و اشکال و اجسام موجود در این فضا مطالعه می‌کند (دهخدا، ۱۳۳۵). معماری ساماندهی فضا است. هندسه یکی از دانش‌هایی است که از دیرباز برای ساماندهی به اشکال و کالبد فضا و نیز انتظام حرکت نیروهای سازه‌ای در ساختمان مورد استفاده قرار گرفته است. هندسه دانشی است که به ویژگی‌ها و روابط میان اشکال، اندازه و مسیر حرکت مؤلفه‌های نیرو می‌پردازد. توجه به ریشه لغت هندسه که از واژگان اندازه و اندازه در زبان فارسی گرفته شده است، می‌رساند که مباحثی نظیر تناسب، اندازه و مقدار نیز بخشی از دانش هندسه به‌شمار می‌آیند؛ تناسب وجه کیفی و زیبایی را مقدار یا اندازه وجه کمی دانش هندسه مطرح می‌کند. این دانش با مفاهیم عدد، شکل، تناسب و مؤلفه‌های نیرو در ارتباط است و وابستگی تامی به دانش ریاضیات و فیزیک دارد و گاهی از آن به تعبیر ریاضیات شکل یا فیزیک برداری یاد می‌شود. بنابراین هندسه با ظرفیت دوجوهی خود کیفیت و کمیت می‌تواند عامل وحدت‌بخش مقولاتی نظیر معماری و سازه باشد (فرشچی، ۱۳۹۰).

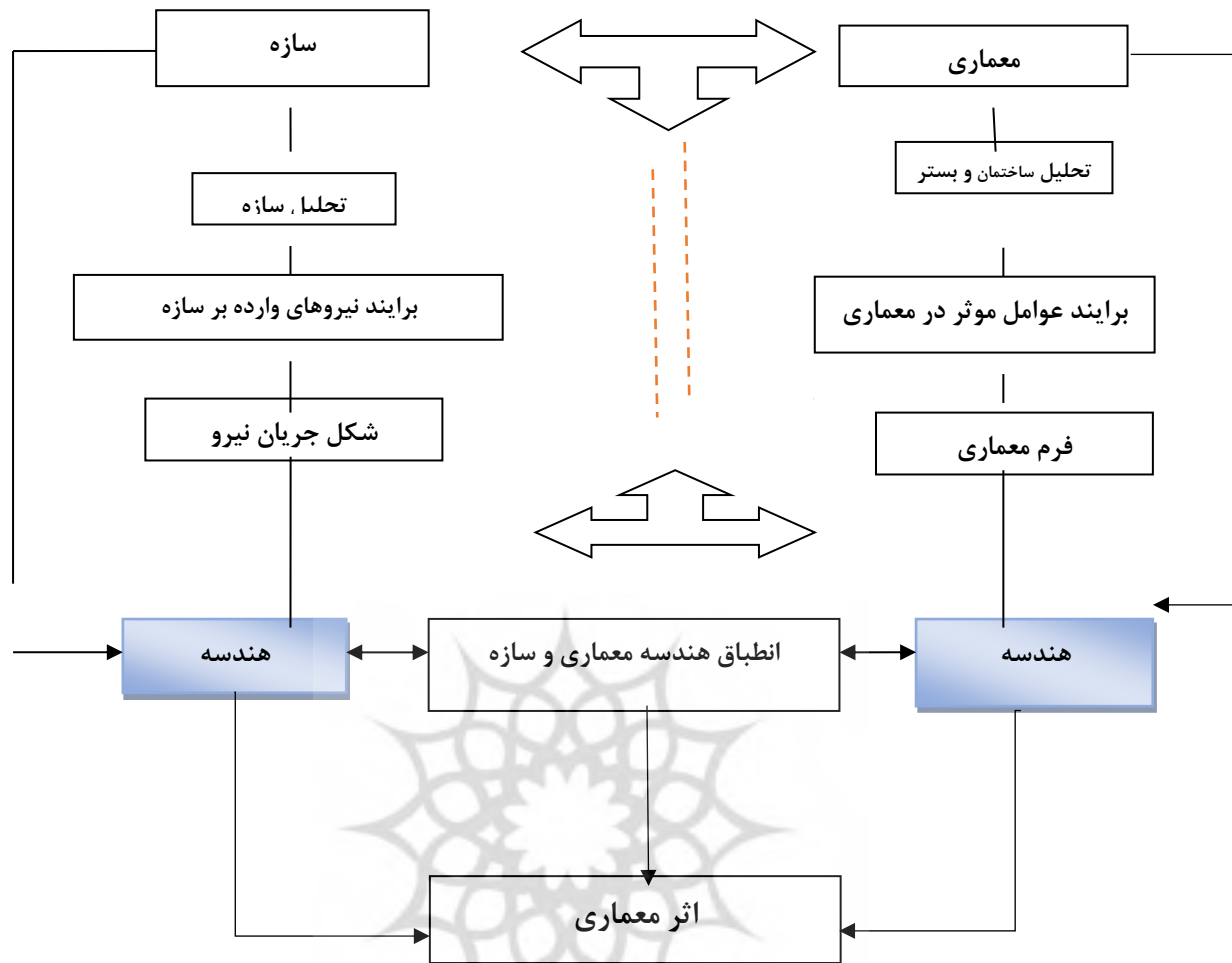
هم‌کنشی یا تعامل، عملی است که بین دو یا چند موجودیت، شیء، پدیده یا فرایند که اثر متقابل برهم دارند، رخ می‌دهد. اندیشه‌ای که اصل تعامل‌پذیری براساس آن شکل می‌گیرد این است که عمل یک موجود فقط برحسب برنامه‌ها و نیات او انجام نمی‌گیرد، بلکه برنامه‌ها و واکنش‌های احتمالی موجودات دیگر نیز موردتوجه قرار می‌گیرند. بر این اساس، تعامل میان معماری و سازه را می‌توان در تشکیل فرم یا سازه هم‌زمان با در نظر گرفتن نیازها و عملکرد یکدیگر تعریف کرد. به بیان دیگر، تعامل میان سازه و معماری در همسازشدن طرح معماری و ساختار بنا و پیدایش هم‌زمان آن‌ها به‌گونه‌ای اتفاق می‌افتد که امکان تفکیک میان سازه و فرم معماری به‌راحتی وجود نداشته باشد.

معمار ایرانی همواره بیشترین توجه را به جنبه‌های مثبت معماری (از قبیل منطق، اصول ایستایی، مسائل فنی و علمی بنا، مقیاس انسانی، استفاده از مصالح محلی، صرفه‌جویی و غیره) معطوف می‌کرده است. مبنای دستیابی به نوع و شکل صحیح پوشش‌ها و اندام‌های باربر و محل و ابعاد آن‌ها جانگذار بوده که معمار بر میزان و کم و کیف آن احاطه کامل داشته؛ محاسبات و هندسه چندان پراهمیت بوده که فقط معماران طراز اول و مقنی‌های دانشمند و نامی را مهندس می‌خواندند. بالاترین وظیفه معمار، شناخت، درک و تجسم فضایی نیروهای ساکن و جاری در کالبد باربر ساختمان بوده که با اشراف کامل به آن تناسب و ابعاد قسمت‌های پر و خالی را دقیقاً مشخص می‌کرد. در این امر، علاوه بر دانش و تجربیات معمار، کیاست و فراست او دخالت تام داشته (عمرانی‌پور، ۱۳۸۴: ۲۸). این نوع

کاربرد هندسه در طراحی پوشش‌ها و ابعاد و تناسب بخش‌های پر و خالی بنا، کاربرد نیارشی هندسه در طراحی معماری است. گاه نیز به‌منظور ایجاد هماهنگی و ایجاد تناسبات معقول در بنا، شاخص یا مأخذی تعیین و تمام ابعاد را تابع آن می‌کردند. پیمون در معماری ایرانی و مدول در معماری اروپایی چنین شاخصی بوده است. در این معماری پیمون با عنایت به جانگذار و فضاهای مقصود، وسیله تنظیم ابعاد و اندازه‌هاست، و هندسه راهنمای معماری در تأمین تناسبات و هماهنگی اصولی. البته در مطالعه کاربرد هندسه در معماری، چه معانی عرفانی آن مدنظر باشد، چه کاربرد نیارشی و چه اندازه‌های پیمون، تا زمانی که نتوان هندسه را در پلان و نما نشان داد، نمی‌توان ادعا کرد که چنین شناختی حاصل شده است. در مرحله‌های بالاتر، محقق باید بتواند با تکیه بر این دانش، دست به طراحی بزند. البته منظور از طراحی در اینجا تغییر و تبدیل بی‌حساب چند عنصر طرح نیست. این طراحی نیازمند شناسایی درست عناصر هندسی در سطوح مختلف و جایگاه هر عنصر در طرح، درک روابط بین آن‌ها، فنون ترکیب و معانی آن‌هاست. هرچند امروزه مبانی عرفانی، نیارشی و پیمونی هندسه با مبانی جدیدی جایگزین شده است، اما شناخت آن مبانی و کاربرد سنتی در مطالعه آثار معماری سنتی و به‌دست‌آوردن درک جامعی از طرح آن‌ها ضروری است.

سازه در مهندسی سازه عبارت است از یک عضو یا مجموعه‌ای از اعضا که به‌منظور تحمل و انتقال نیرو به‌کار می‌رود. مهم‌ترین این اهداف شامل تعادلی پایدار با حفظ شکل هندسی و الگوی از پیش تعیین شده است. از دیگر اهداف مهم که معمولاً در نظر گرفته می‌شود، شکل بهره‌برداری مطلوب آن است. تفاوت ساختار با سازه در آن است که ساختار یک فرم طبیعی دارد و می‌بایست کشف یا مشاهده گردد؛ حال آنکه سازه دارای طراحی انسانی و مخلوق دست بشر است. سازه را می‌توان قدرت ایجاد مقاومت در مصالح و مجموعه‌ای از عناصر ساختمانی به‌هم پیوسته نامید که در برابر بارهای مرده و زنده مقاومت نموده و آن‌ها را به زمین منتقل می‌کند. این عمل سازه توسط علم استاتیک مشخص می‌گردد. سازه، عضو پنهان ساختمان می‌باشد و زندگی بنا را تأمین می‌کند. سازه معماری، دارای مقیاسی بزرگ، ثابت و ساکن می‌باشد. از جمله الزامات سازه می‌توان به تعادل، مقاومت، پایداری، قاعده، توجه به خواص مصالح، تبعیت از مسیر نیرو و هندسه اشاره کرد (وفامهر، ۱۳۹۱؛ زرکش، ۱۳۹۴).

اندیشه‌ای که اصل تعامل‌پذیری براساس آن شکل می‌گیرد این است که عمل یک موجود فقط برحسب برنامه‌ها و نیات او انجام نمی‌گیرد بلکه برنامه‌ها و واکنش‌های احتمالی موجودات دیگر نیز مورد توجه قرار می‌گیرند. بر این اساس، تعامل میان فرم و سازه را می‌توان در تشکیل فرم یا سازه هم‌زمان با در نظر گرفتن نیازها و عملکرد یکدیگر تعریف کرد. به عبارت دیگر، فرم بنا علاوه بر تأمین نیازهای زیبایی‌شناسی معماری در جهت ارتقای پایداری ساختمان کمک می‌کند و سازه نیز ضمن فراهم کردن پایداری ساختمان نقش مؤثری در تأمین نیازهای فرم داشته باشد. در حقیقت تعامل میان سازه و فرم در همسازشدن طرح معماری و ساختار بنا و پیدایش همزمان آن‌ها به‌گونه‌ای اتفاق می‌افتد که امکان تفکیک میان سازه و فرم به‌راحتی وجود نداشته باشد (زندیه و کیلی و همکاران، ۱۳۹۸).



نمودار ۱. رابطه معماری و سازه

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

۲. یافته‌ها

۲.۱. وحدت سازه و معماری بر مبنای هندسه

معماری ادوار گذشته ایران همواره متهم از به‌کارگیری هندسه و شیوه‌های ترسیم غنی و دقیق بود. تا حدی که آگاهی از قواعد ریاضی و ترسیم و به‌کارگرفتن انواع خاص آن وظیفه هر معماری بوده و وجه‌تمایز معماران و رقابت آنان با یکدیگر نیز بر همین محور استوار بوده است. از این‌رو پیداست که هندسه در معماری ایرانی اهمیت داشته و فهم چگونگی شاخص مدنظر در معماری معاصر و گذشته با همدیگر، اهمیت و ضرورت پیدا می‌کند. شناخت و معرفی آثار و بقایای تمدن‌ها و فرهنگ‌های گذشته در کنار سودآوری‌های ظاهری اقتصادی، جنبه‌های هویتی و ملی را نیز شامل می‌شود و معادله ساده‌شده آن، که دانش و فنون فقط شامل نگهداری و حفاظت می‌شد، تبدیل به

معادله‌ای پیچیده شد که شناخت آن‌ها تا خصوصی‌ترین شئون زندگی فردی و اجتماعی وارد می‌شود و در خیلی از بی‌توجهی باعث شکل‌گیری تنش‌های اجتماعی و سیاسی می‌شود.

هندسه همواره در معماری ایران نقش مهمی را ایفا نموده است. اما کاربرد هندسه در معماری را می‌توان به دو بخش ملاحظات معماری و ملاحظات سازه‌ای تقسیم نمود. باتوجه به مطالب مذکور می‌توان میزان انطباق‌پذیری هندسی معماری و سازه را در ادوار مختلف به صورت زیر بیان نمود.



نمودار ۲. میزان انطباق‌پذیری هندسی معماری و سازه در ادوار مختلف (منبع: شعرباف و انصاری، ۱۳۹۶).

براساس نمودار شماره ۲، در سبک آذری میزان انطباق هندسه در سازه و معماری، نسبت به دوره‌های قبل به میزان اوج خود رسیده بود، چراکه با تحول عظیمی در نحوه ساخت سازه و اجرای بناهای عظیم همراه بوده و همچنین میراث ارزشمندی از دوران رازی به ارث برده بود. اما پس از آن افت محسوسی در این امر شاهد گردیده‌ایم. از طرفی باید اذعان نمود که این امر، دلیل کافی بر زیبایی اثر معماری نمی‌باشد ولی می‌تواند دلیل لازمی شمرده شود. همان‌طور که می‌دانید، روند طراحی یک اثر معماری به پارامترهای مختلفی بستگی دارد که آگاهانه و یا ناخودآگاه متأثر از تفکرات طراح نسبت به اثر می‌باشد اما چندین دلیل را می‌توان به‌عنوان پارامترهایی یاد نمود که یک اثر معماری را در زمره آثار فاخر قرار می‌دهد. از جمله آن انطباق هندسی سازه و معماری می‌باشد. همان‌طور که در نمودار بالا نشان داده شده است هندسه، زبان مشترک معماری و سازه می‌باشد. در سازه هندسه منشاب از سیستم جریان نیرو در کل سازه می‌باشد و در معماری هندسه از فرم ساختمان تبعیت می‌کند. با این اوصاف، اگر هندسه سیستم جریان نیرو با هندسه فرم ساختمان به همگرایی برسد، در آن صورت می‌توان گفت که روند طراحی مسیر مطلوبی را طی نموده است. از طرفی، زبان مشترک معماری و سازه این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوانیم نه تنها به ارزیابی بناهای ساخته شده بپردازیم، بلکه ما را قادر می‌سازد تا فرآیند طراحی مناسبی را به دست آوریم.

۲.۲. جایگاه هندسه در معماری

نظم‌بخشیدن به فضا، برقراری روابط درست و منطقی بین اجزای بنا، ارتباط بین نقشه‌های بنا و نمای آن‌ها، طراحی انواع قوس و گنبد، همه و همه با بهره‌گیری از الگوهای درست هندسی میسر شده تا

در راه شکوه‌مهندسازی خود بتوانند گام بردارند و این‌چنین شده که بناهای ادوار گذشته ایران از لحاظ سازه و زیبایی‌شناسی موفق به عرضه معماری چشمگیر و متنوع شده‌اند (فرامزری و علیپور: ۱۳۹۶).

تنوع ساختمان‌های ایرانی از هر آنچه که در روستاها و خانه‌ها مشاهده می‌شود تا کاخ‌ها، کاروانسراها، میادین و بازارها، حمام‌های تاریخی، قلعه‌ها، مساجد و... به حدی است که نمی‌توان معمار ایران را همانند معماری بعضی کشورها چون یونان، در چند سطر خلاصه کرد؛ چراکه هر یک از ساختمان‌ها، معماری، اصول و هندسه مربوط به خود را داشته است و باتوجه‌به نیازمندی‌ها و اصول فکری و عرفانی مخصوص به خود طراحی و ساخته شده‌اند. به‌طور مثال، معماری خانه‌های ایرانی که باتوجه‌به فرهنگ و روابط زندگی مردم شکل گرفته و شامل عناصر زیادی همچون حیاط مرکزی، ایوان، پنج‌دری، هشتی و... است کاملاً متفاوت با کاروانسراها و مساجد است و از لحاظ هندسه در پلان و نما، الگوهای متفاوت را به‌جا گذاشته‌اند (کوهی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳). از آنجاکه هدف معماری به تصرف درآوردن روح و عقل بود، هندسه ابزاری در دست معماران ایرانی شد تا به‌وسیله آن اشکالی از گیاهان و جانوران را که در ذات خود مقدس بودند توسعه بدهند (دیواندری و احمدیان، ۱۳۹۶). در بناهای تاریخی معماری تمام اندازه‌ها در کمال خود (ارتفاع، طول، عرض) و در اجزای ترکیب‌کننده آن (شامل الگوهای هندسی سطحی) وابسته به هم بوده و هرگز از هندسه جدا نبوده‌اند. به این شکل، هنر هندسه کلید اساسی برای ایجاد ارتباط میان ساختمان و انگاره‌هاست که سازنده در ذهن خود دارد. به عبارت دیگر، هندسه بخشی از تجلی مفهوم زیبایی در معماری ایرانی بوده است.

در قرآن و احادیث از کلمه «قدر» به‌جای هندسه استفاده شده که به معانی قدرت، تنگ‌گرفتن، تقدیر و شأن و منزلت به‌کاررفته است. از این میان تقدیر (طلاق 3 : قمر 49 : قمر 12) به اندازه و اندازه‌گیری تعبیر شده و پیوند تنگانگی با علم هندسه به‌عنوان علم تعیین اندازه‌ها دارد و امام رضا در حدیثی در اصول کافی به یونس بن عبدالرحمن می‌فرماید: «قدر همان هندسه و مرزبندی است، اما مقدار بقا و زمان فنا» (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۶).

در معماری ایرانی اصول هندسی به‌کار برده شده، که می‌توان آن‌ها را به این‌گونه برشمرد:

- ✓ نظم هندسی پلان
- ✓ نظم هندسی نما
- ✓ درک هندسی از ایستایی
- ✓ تناسبات طلایی ایران
- ✓ مدول و پیمون

الف-نظم هندسی پلان: داشتن نظم هندسی مشخص باعث انسجام اجزای بنا با کل بنا می‌گردد. با رعایت هندسه‌ای منطقی در نقشه بنا می‌توان هیات و حجم کلی بنا را بهتر درک کرد. این هندسه

همواره شبکه‌ای ملموس و قابل‌رویت نبوده بلکه نظامی است که وظیفه تنظیم و کنترل فضاهای مختلف را در یک دستگاه واحد دارد، نظم هندسی پلان شامل تقسیمات متعددی است که با توضیحاتی مختصر در زیر ارائه می‌شود:

تقارن: قرینه‌سازی اوج یک تفکر استوار است که با احکام و دستورالعمل‌های روشن و با آهنگی منظم جلو می‌رود. نمونه‌های فراوانی از معماری بر پایه تقارن وجود دارد، برای نمونه می‌توان به ساختمان کعبه زرتشت و اشاره کرد که به شکل قرینه در محور طولی خود، بنا شده‌اند.

نظم هندسی مستطیل: یکی از انواع چندضلعی‌های هندسه که در معماری کاربرد ویژه‌ای دارد و بیشتر استفاده شده است، مستطیل می‌باشد.

نظم هندسی مربع: می‌توان گفت مربع، زیرمجموعه‌ای از مستطیل است که در بسیاری از بناها استفاده شده است.

نظم هندسی دایره: معماری سنتی را می‌توان به‌مثابه گسترش مایه بنیادی تبدیل دایره به مربع از طریق مثلث به‌شمار می‌رود. مربع منسجم‌ترین صورت خلقت، در حد زمین، نماینده کمیت است. حال آنکه دایره در حد آسمان نماینده کیفیت است و این دو از طریق مثلث که متضمن هر دو جنبه است اغم می‌شوند (اردلان و بختیار، ۱۳۹۱).

نظم هندسی نما: در طراحی نمای معماری تبعیت از نظم به‌دلیل ماهیت معماری معمولاً اتفاق می‌افتد ولی باید در نظر داشت تبعیت عالمانه از این نظم در مسیر دسترسی به تعادل بصری قرار گیرد. احساس تعادل زمانی برقرار می‌شود که بار احساسی شکل‌ها در دو طرف ترازو یکسان باشد. در نما، معماری گذشته اجزای عمده‌تاً قائم و افقی هستند؛ که طراحی و چیدمان اجزا به‌گونه‌ای است که تعادل بصری را ایجاد می‌کنند.

درک هندسی از ایستایی: در طبیعت فرم‌های سازه‌ای کارا اولویت بیشتری دارند، زیرا طبیعت می‌تواند بارهای وارده در یک ساختار را به روش حسی انتقال دهد. با کوشش در درک قوانین طبیعت و دیدن، احساس کردن، شنیدن و یا استشمام فرم‌های طبیعی شاید بتوان به زیبایی عملکردی و سازه‌ای دست یافت. در بین جالب‌ترین نمونه‌های سازه‌ای طبیعی می‌توان به سازه درخت اشاره کرد، وزن شاخه‌های فوقانی درخت به‌تدریج به سمت تنه درخت متمرکز شده و یک‌تنه با حجم و شکل مناسب را ایجاد می‌کند و این حس ایستایی درخت را تلقی می‌کند. در معماری ایرانی هم با نگاه به برخی از بناهای گذشته این احساس به‌خوبی القا می‌شود (سیلویاه و همکاران، ۱۳۹۱). در معماری پیش از

اسلام نقش سازه را همان دیوارهای باربر به‌عهده داشتند؛ بنابراین فضا عین سازه بود به‌گونه‌ای که خود بنا به نوعی نشانگر پایداری و ایستایی بود.

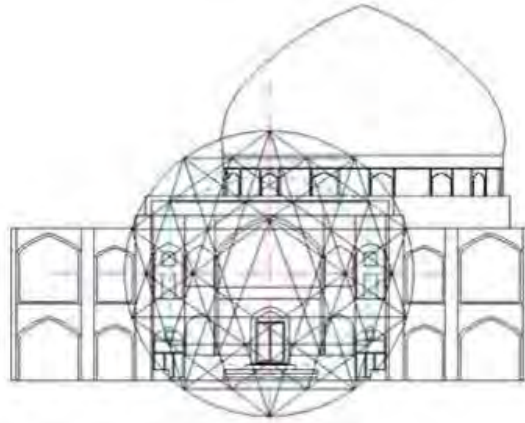
تناسبات طلایی ایران: تناسبات طلایی از موضوعاتی است که از دوران باستان تا هم‌اکنون در هنرهایی چون نقاشی، مجسمه‌سازی، معماری، عکاسی و ... دیده می‌شود. نسبت طلایی به چندین روش هندسی-ترسیمی قابل‌ساخت است. این تناسبات با توسعه در مجموعه متناسبی از اعداد صحیح تصاعدهای هماهنگ از قرار 1، 1، 2، 3، 5، 8، 13 و ... به‌دست می‌دهد؛ و ویژگی آن این است که مجموع هر دو عدد متوالی برابر عدد بعدی می‌باشد. این تناسب که در اندازه‌ها از قوانین مختص عدد طلایی پیروی می‌کند؛ بر این اساس تعریف می‌شود: در یک پاره، خط تقسیم شده به دو قسمت، نسبت قسمت بزرگ‌تر به کوچک‌تر، مثل قسمت بزرگ‌تر به کل می‌باشد. در کتب هنری، خواستگاه و ملجاء این نسبت، یونان و مکتب کلاسیک عنوان شده است. اما با تحقیقات صورت‌گرفته مشخص شده که در بسیاری از بناهای تاریخی ایران نیز به‌منظور دستیابی به زیبایی بصری بیشتر، در گذشته‌های دور از این تناسبات استفاده می‌شده است (فرامزری و علیپور، ۱۳۹۶).

مدول و پیمون: پیمون درواقع همان مدول امروزی یا طراحی مدولار است، جهت سهولت کار و جهت‌دادن به تمامی اندازه‌ها. پیمون عاملی است جهت استفاده از یک اندازه و مقیاس مشخص که باتوجه‌به نوع بنا و کاربری آن متفاوت است و موجب تنوع می‌شود. پیمون عبارت است از کوچک‌ترین اندازه‌های بنا که مضربی از گز بوده و از طریق ترسیم هندسی و تقسیمات هندسی زمین به‌دست می‌آیند. در این روش، هیچ دو ساختمانی یکسان از کار در نمی‌آید و هر یک ویژگی خود را داشت، گرچه از یک پیمون در آن‌ها پیروی شده بود. ضرب پیمون برای عرض دیوار و نیز عرض در مورد توجه قرار دارد که مقدار آن عموماً بین 1 تا 3 برابر پیمون است (فربود و طاووسی، ۱۳۸۱).

۲.۳. تحلیل هندسی بناهای تاریخی

با مشاهده هر بنا و اثر معماری، توسط جنبه‌های شکلی و فرمی و همین‌طور نقش اجتماعی و فرهنگی بنا، هویت و بیان خاصی از آن به مخاطب القا می‌شود و اینجاست که هندسه در طراحی و ساخت انواع بنا جهت ارائه فرمی خاص و مفاهیم فرهنگی و اجتماعی اهمیت می‌یابد. این‌که از چه هندسه‌ای جهت برقراری ارتباط اجزاء در پلان و نما با چه مدولی استفاده شود، در اختیار معماران بوده و خلاقیت و دانش در آن به‌نوعی مهارت و رقابت بین آنان بوده است. در تمامی بناهای تاریخی، تمام اندازه‌ها، اشکال، اجزا و الگوهای هندسی وابسته به هم بوده‌اند و زنجیروار تکمیل‌کننده یک هندسه کلی بوده‌اند. درواقع همچون کلیدی است در راستای برقراری ارتباط بین ساختمان و انگاره‌هایی که سازنده در ذهن خود دارد. آن زمان که به معیارهای زیبایی‌شناسی می‌اندیشیم، ناخودآگاه جهت ساختن و ایجاد یک اثر، به هندسه رجوع می‌کنیم و تمامی اجزا را در قالب یک هندسه یا کانسپت کلی منظم می‌کنیم و از الگوهای

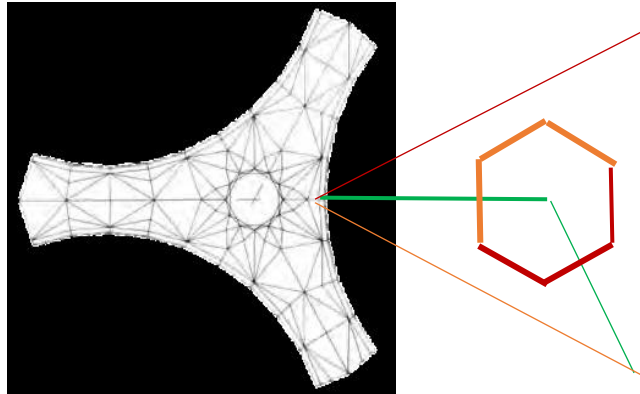
هندسی متنوعی در ترکیب با یکدیگر استفاده می‌کنیم که هر یک ویژگی‌ها و بیان خاصی دارند. به‌طور مثال، قرینه‌سازی یا تقارن، نظم و تفکری است که اجزا را در محور طولی یا عرضی سامان می‌دهد.



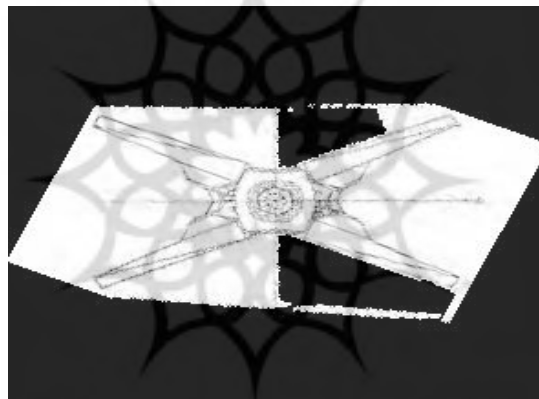
تصویر ۱: هندسه در گنبد سلطانیه

۲.۴. معرفی و تحلیل هندسی برج آزادی

میدان بزرگ آزادی با اقطار $۴۵۰ * ۵۵۰$ متر و همچنین وسعت حدود ۶۵۰۰۰ مترمربع در ورودی غربی شهر تهران قرار گرفته است. طراحی فضای میدان نیز همچون برج برگرفته از معماری اصیل ایرانی-اسلامی می‌باشد. هندسه سایت پلان در چشم‌اندازی که از بالای برج قابل مشاهده است، براساس هندسه و فرم نقوش زیر گنبد مسجد شیخ لطف‌الله و فرم آب‌نماهای داخل سایت با الگوبرداری از آب‌نماهای باغ فین کاشان طراحی شده است. فرم قرارگیری پیچ در مجموعه میدان به‌صورت مرکزگرا و عناصر شکل‌گرفته در اطراف آن به‌نحوی تحت‌تأثیر این مرکزیت تقارن یافته‌اند. پلان میدان نیز همچون تمامی فضاهای داخلی بنا فرم قرینه دارد. پلان برج (دید از آسمان به برج) یک فرم هشت‌ضلعی را نشان می‌دهد. درواقع پلان اصلی برج برگرفته از پلان چهارطاقی‌ها می‌باشد که از بناهای قدیمی معماری ایران باستان به‌شمار می‌آید. تصویر شماره ۲ میدان به‌وسیله گذرگاه زیرزمینی که در ضلع شرقی برج پیش‌بینی شده است، به معابر راه می‌یابد. طراحی این فضا با الهام از معماری سنتی و با توجه به هندسه و تاق بازارهای ایرانی صورت گرفته است. (تصویر ۳)

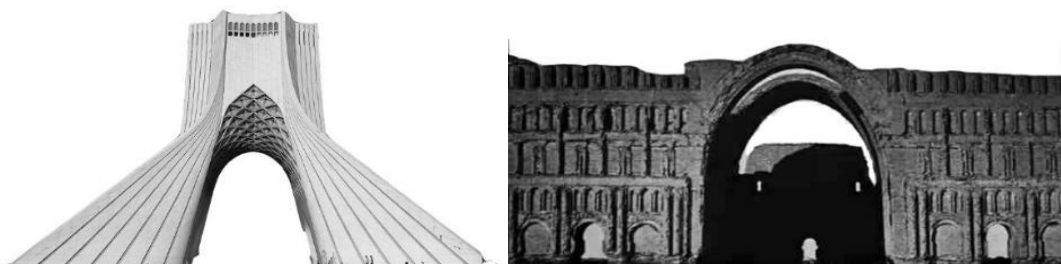


تصویر ۲. هندسه پلان پلان گذرگاه پیاده زیرزمین هندسه شش ضلعی و مثلث



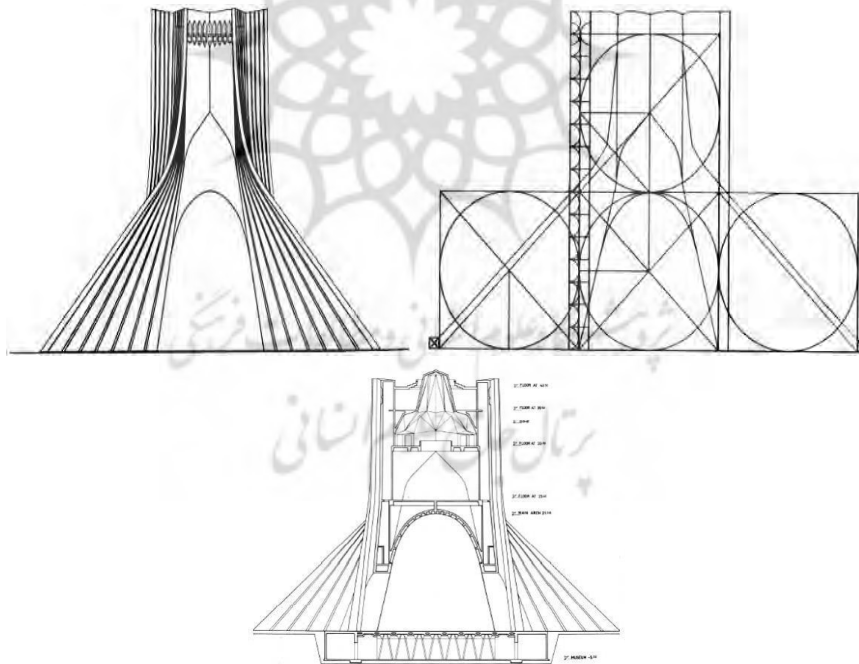
تصویر ۳. هندسه پلان برج آزادی تقارن نظم هندسه مربع مستطیل دایره و هشت ضلعی

معماری بنا تلفیقی از معماری باستانی (خصوصاً دوره ساسانی)، اسلامی و مدرن می باشد و بهره گیری از هندسه دوران ساسانی و اسلامی در حد اعتدالی خود به خوبی مشهود است. قوس بیضوی شکل اصلی نمای شرقی-غربی برج نمادی از قوس های عصر ساسانی همچون ایوان مدائن (طاق کسری) می باشد. (تصویر ۴)

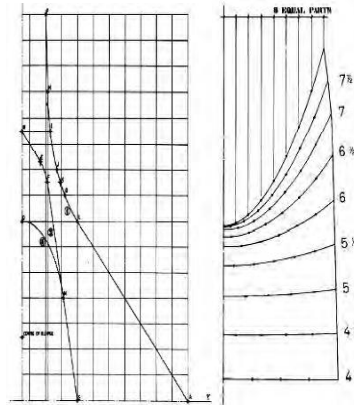


تصویر ۴. طاق کسری (راست) برج آزادی (چپ)

طراحی حجمی بنا براساس چهار مربع طراحی شده که مراکز و قطرهایشان تشکیل دهنده نقاط بهینه برج می باشد. بدین صورت که سه مربع در قاعده و یک مربع بالای مربع وسط قرار گرفته است. قطر مربع های کناری بر روی خطوط پایه ها و برگرفته از امتداد هذلولی هایی است که به ارتفاع ۴۵ متر می رسد. ضلع بالایی مربع وسط مماس بر قوس زیر طاق می باشد و مرکز مربع بالا، انتهای سهمیه های زیر طاق است. سطوح قوس اصلی از مجموعه سهمیه هایی به دست می آید که به طور عمود روی طاق اصلی حرکت می کنند و انحناي آنها دائماً به طور منظم تغییر می کند. در اندازه های مهم بنا اندازه سه متر در افق و ارتفاع تکرار می شود. این اندازه در استقرار حلقه های قطور بتنی که از داخل نگهدارنده پایه های چهارگانه بنا می باشد نیز رعایت شده است. قوس های اصلی بنا همه از نوع قوس های مخروطی است که معادلات ریاضی آن معین شده است. تصویر (۵). این معادلات امکان دارد تا مقاطع متعدد از حجم در ارتفاعات مختلف توسط ماشین های حساب الکترونیک تهیه شود و ساختن سطوح پیچیده آسان گردد. طول بنا ۶۳ و عرض آن ۴۲ است که $۱/۵ = ۴۲:۶۳$ و به عدد طلایی نزدیک است.



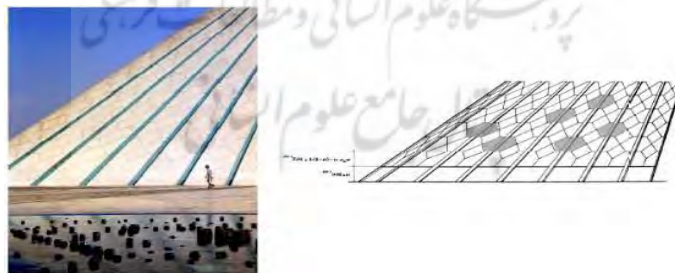
تصویر ۵. نظم هندسی در نما و مقطع برج آزادی



تصویر ۶. پیمون در هندسه و معادلات ریاضی تقسیمات مخروطی قوس اصلی



تصویر ۷. نظم هندسی در پلان معکوس سقف برج آزادی



تصویر ۸. هندسه پنج ضلعی در پوسته بنا

جدول ۱. بررسی هندسه در برج آزادی

بنا	نظم هندس یپلان	انضباط نما	مدول و پیمون	اعداد خاص	تناسب طلایی
برج آزادی	تقارن مربع، مستطیل، مثلث و دایره	تقارن مربع، مستطیل، مثلث و دایره	استفاده از پیمون در طراحی نما	سه، شش، هشت، چهار	دارای تناسب طلایی

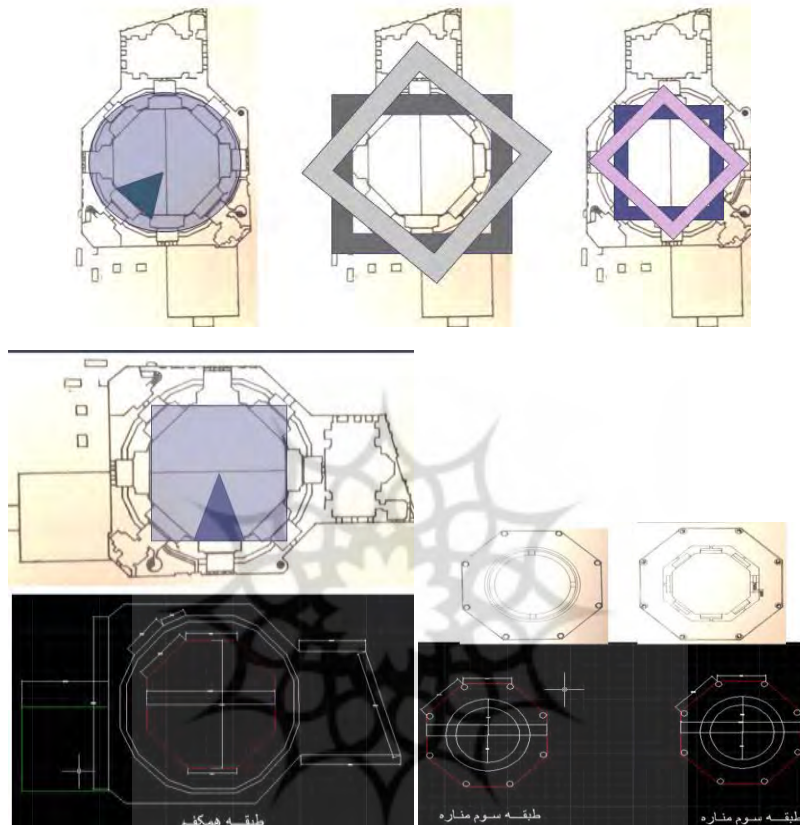
باتوجه به بررسی‌های صورت گرفته می‌توان گفت بن‌مایه‌های هندسه کهن ایرانی در جای‌جای بنای آزادی به کار گرفته شده است. چه در فضاها داخلی و چه در نمای بیرونی و سایت‌سازی این هندسه ایرانی کاملاً خودنمایی می‌کند. ساختار هندسی و قرینه‌های به‌کاررفته در فرم‌ها، توازن و تناسب خاصی را در کل اثر به‌جا گذاشته است؛ چراکه تناسب جزیی از حکمت هندسه کهن به حساب آمده و گسترش عجیب آن‌چنان در ذهنیت و ناخواه‌گاهی انسان ایرانی ریشه گرفته است. باتوجه به جدول بالا می‌توان بیان کرد که در برج آزادی به‌عنوان نمادی از معماری معاصر ایران از نظر نظم هندسی در پلان و نما باتوجه به اول هندسی معماری پیش از اسلام بهره گرفته شده است و در معماری نما از پیمون و معادلات ریاضی استفاده شده است و اعداد سه، چهار، پنج، شش و هشت به‌عنوان اعداد خاص به‌کاررفته است و تناسب طلایی ۰/۵ نیز در آن مورد استفاده قرار گرفته است و از کهن‌الگوی چهارطاقی و طاق کسری نیز به‌عنوان منابع الهام استفاده شده است.

۲.۵. تحلیل هندسی گنبد سلطانی

با نظر و دقت در بناهای مشهور و ارزشمند ایرانی این امر مشهود است که معماران از پیمون در هر مکانی باتوجه به اقلیم و مصالح محل ساخت بنا به‌عنوان وسیله‌ای برای جهت‌دادن به طرح نیارش بنا استفاده نموده‌اند و با بهره‌گیری از فرم‌های هندسی به‌دنبال القا مفاهیم نیز بوده‌اند.

در گنبد سلطانی که بنایی است تک‌گنبدی با مناره‌های استوانه‌ای که فهم واحد بودن را می‌رساند که واحد در حد خالق، با نقطه آغاز می‌شود. ارتباط خطی (قطر)‌های این هشت‌ضلعی که با دو نقطه خط ایجاد می‌شود و از دوران شعاع وارث، کره پدید می‌آید. فرم نیم‌دایره گنبد کره، نشان‌دهنده آشکارترین نماد توحید است و تقسیمش به چندضلعی‌های محاط منتظم اساس تمامی قوانین سنتی تناسب را تشکیل می‌دهد. تنها پنج‌گونه چندضلعی منتظم وجود دارد که می‌توان در کره محاط کرد. این چندضلعی‌ها که معروف به اجسام افلاطونی هستند توسط بیرونی چنین وصف شده‌اند: «و این پنج شکل را به روی تشبیه و مانند کرده‌اند به اصل عالم که فلک است (کره) و چهار طبع یکی مکعب است که گرد بر گرد او شش مربع است. و او را اراضی خوانند با طبع زمینی، و دیگر از بیست مثلث متساوی‌الاضلاع است و او را هوایی خوانند و چهارم چون خسک از چهار مثلث متساوی‌الاضلاع است و او را ناری

خوانند با طبع آتشی و پنجم از دوازده محفص کرده است و او را فلکی خوانند؛ یعنی نماد عالم در حد یک کل «پایه‌ترین اشکال هندسی موجود در داین بنا شامل دوران مربع و تبدیل آن به هشت‌ضلعی و مثلث و همچنین دایره که از حرکت این فرم به استوانه نیز وجود دارد. (تصویر ۹)



تصویر ۹. پلان گنبد سلطانیه و اشکال غالب آن

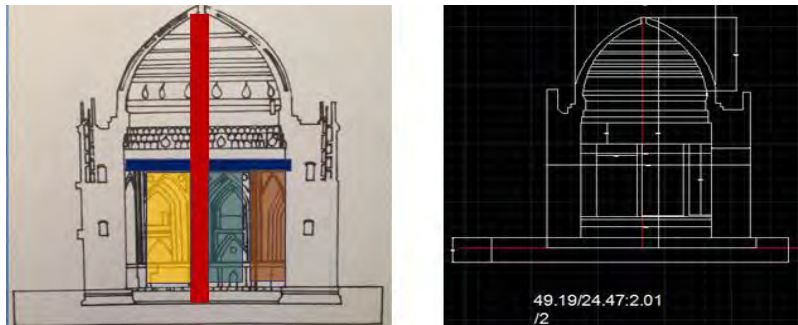
استوانه نسبت به محوری که به وسیله مراکز دو وجه دایره‌اش تعریف می‌شود، حال مرکزی دارد و به آسانی می‌تواند در امتداد این محور گسترش یابد. استوانه در صورتی تعادل دارد که بر یکی از وجوه دایره‌اش تکیه کرده باشد هنگامی که محور مرکزی‌اش به حالت مایل قرار گیرد، نامتعادل می‌گردد.

سیستم تنظیم تناسبات در معماری ایرانی که استفاده از تناسبات $\sqrt{3}=1,731$ و $\sqrt{2}=1,41$

وجود تناسبات در فضای زیر گنبد خانه

$$15.21 \div 7.58 = 2.001 \rightarrow \sqrt{2} = 1.41$$

$$49.19 \div 24.47 = 2.01 \rightarrow 1.41$$

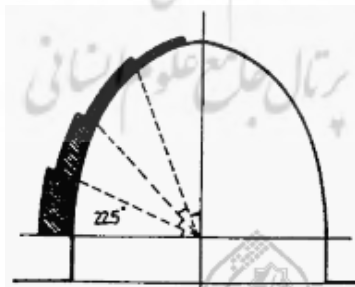


تصویر ۱۰. گنبد سلطانیه

مطابق با تناسبات زرین ایرانی ارتفاع گنبد سلطانیه ۴۸.۵ می‌باشد که دارای ۸ ایوان مرتفع، حدود ۵۰ اتاق و حجره می‌باشد، دارای گنبد دو جداره و قطر آن ۲۵ متر. این بنایی هشت‌ضلعی، قطر هر ضلع به‌طور تقریبی هشت متر و دارای منار در اطراف گنبد می‌باشد که این گنبد قدیمی‌ترین گنبد و جداره در ایران می‌باشد.

سلطانیه دارای سه بخش اصلی: ۱- ورودی؛ ۲- تربت خان؛ ۳- سردابه (دارای مقبره) که وجود پیمون ایرانی در قسمت ورودی مشهود است.

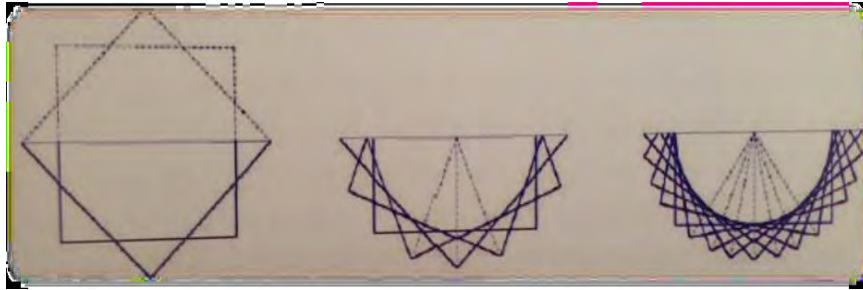
تناسبات گنبد سلطانیه: این گنبد دارای دهانه‌ای بیش از ۲۴ گز است که ضخامت گنبد (تیره) آن به نسبت ۱/۱۶ دهانه و به مقدار حدود ۱/۵ گز اختیار شده است. از پای گنبد (پاکار) تا زاویه ۲۲/۵ درجه نسبت به مرکز دهانه را شکرگاه گویند با همین ضخامت البته گنبد چیده‌اند. از انتهای شکرگاه تا زاویه ۴۵ درجه نسبت به مرکز دهانه که میان‌شان گویند یک خشت کم‌تر چیده است. پس از ایوارگاه تا نوک گنبد را با یک خشت کاستن از تیره ادامه داده و بدین شکل قسمت انتهایی گنبد را با نازک‌ترین ضخامت اجرا کرده‌اند، که این تناسب موجود در بنا از نوع تناسب ایرانی می‌باشد. (تصویر ۱۱)



تصویر ۱۱

در پلان بنای سلطانیه سقف گنبدی بر چهارپایه اتاق مربع قرار گرفته که با شگرد خاصی، در ابتدا با بستن سکنج مخروطی شکل بر چهارگوشه داخلی اتاق برای تبدیل آن به هشت‌گوش (مبدا) $\sqrt{2}$ و سپس شانزده گوش، تا در مرحله نهایی این انتقال چهارگوش اصلی مبدل به کثیرالاضلاعی با گوشه‌های بسیار نزدیک به شکل دایره می‌گردد.

(تصویر ۱۲)



تصویر ۱۲

همانند به وجود آمدن ۸ ضلعی فضای اصلی سلطانیه، تناسبات معماری ایرانی که تبدیل اتاق مربع به ۸ ضلعی می‌باشد بهره گرفته است.

در یک جمع‌بندی کلی به بررسی اشکال به صورت پایه که از پایه‌ترین شکل به صورت نقطه تا سیر حرکتی آن به دایره و مثلث محاط و مربع محاط در دایره به کار رفته در بنای سلطانیه دارای مفاهیم در عالم صغیر و در ریاضیات به دو فرم ایتسا و پویا را دارا می‌باشد که این اشکال شامل مربع-دایره-مثلث- استوانه است که هر یک دارای ویژگی فردی خود هستند. همچنین با بررسی ابعاد موجود در فضای داخلی پی به وجود تناسب زرین ایرانی $\sqrt{2}$ در فضای زیر گنبدخانه این مجموعه موجود می‌باشد و نیز به تداوم حرکت مربع در این تناسب این بنا نیز مشاهده می‌گردد. وجود تناسب ۱.۱۶ دهانه به مقدار حدود ۱.۵ گز اختیار شده است این تناسب موجود در گنبد از نوع تناسب ایرانی است.

نتیجه‌گیری

استفاده از ترسیمات هندسی در هنر و معماری سابقه‌ای طولانی دارد. طرح‌مایه‌های هندسی برای معین کردن اندازه‌های بنا و به دست آوردن تناسبات مطلوب مورد استفاده قرار گرفته است. در بررسی‌های تاریخی همیشه هندسه تناسبات ساختمان را مشخص می‌کند. هندسه همانند یک ابزار و دانش در ایجاد فضا، القاکننده ارتباطات اجزا با هم، یکپارچگی و احساسات خلق‌کننده اثر است. نظم‌بخشیدن به فضا، برقراری روابط درست و منطقی بین اجزای بنا، ارتباط بین نقشه‌های بنا و نمای آن‌ها، طراحی انواع قوس و گنبد، همه و همه با بهره‌گیری از الگوهای درست هندسی میسر شده تا در راه شکوهمندسازی خود بتوانند گام بردارند و این چنین شده که بناهای ادوار گذشته ایران از لحاظ سازه و زیبایی‌شناسی موفق به عرضه معماری چشمگیر و متنوع شده‌اند. استفاده از هندسه در هنر و معماری ایرانی سابقه طولانی دارد. از گذشته معماران ایرانی بر اصل زیبایی‌شناسی بنا توجه زیادی داشتند و هندسه را ابزاری مناسب جهت نظم‌بخشیدن به معماری و برای برقراری روابط آگاهانه میان اجزا با یکدیگر استفاده می‌کردند. استفاده از نظم هندسی در پلان و نما همراه با بهره‌گیری از هندسه پنهان و ایجاد درک هندسی با استفاده از مفاهیم هندسی در معماری ایرانی مورد توجه قرار گرفته است و علاوه بر این بهره‌گیری از کهن‌الگوها و نقش‌مایه‌های معماری ایرانی

بوده است. در معماری ایران از تناسبات مختلف نظیر تناسبات طلایی به صورت گسترده‌ای در طراحی پلان‌ها، مقاطع، الگوهای معماری استفاده شده است؛ چراکه معمار ایرانی همیشه بر زیبایی تأکید داشته و ایرانیان سعی کرده‌اند در ابعاد ساختمان تناسباتی را به کار گیرند که علاوه بر بهره‌گیری از هندسه و تناسبات زرین ایرانی، از اصول تناسبات طلایی فیبوناتچی نیز پیروی کند تا نهایتاً بنایی ساخته شود که حاکی از روش‌های طراحی درست و مهندسی صحیح باشد.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع و مآخذ:

کتاب‌ها

- اردلان، نادر؛ بختیار، لاله. (۱۳۹۱). حس وحدت. چاپ دوم، تهران: نشر خاک.
- بمانیان، محمدرضا؛ اخوت، هانیه و بقایی، پرهام. (۱۳۹۰). کاربرد هندسه و تناسبیات در معماری. تهران: نشر هله.
- سالوادری، م. (۱۳۸۷). سازه در معماری. ترجمه: محمود گلابچی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- وفامهر، م. (۱۳۹۱). مصالح نوین و روش‌های پیشرفته ساخت: ویژه مهندسان و دانشجویان مدیریت پروژه و ساخت، عمران و معماری، تهران: انتشارات کتاب فکر نو.

مقالات

- حجازی، مهرداد؛ مهدیزاده سراج، فاطمه. (۱۳۹۴). «رابطه معنا، زیبایی، شکل و سازه در معماری دوران اسلامی». پژوهش‌های معاری اسلامی، ۲(۱)، ۲-۱۹.
- حجازی، مهرداد. (۱۳۹۱). «مستندسازی رابطه شکل، معنا، زیبایی و سازه در معماری اسلامی ایران». نشریه‌های هنرهای زیبا، ۳۰(۱۲)، ۲۳-۳۰.
- دیواندری، جواد؛ احمدیان، سهیلا. (۱۳۹۶). «نقش و کاربرد هندسه به عنوان ارزش پایدار در معماری پیش از اسلام و تجلی آن در معماری معاصر (نمونه موردی: برج آزادی)». کنفرانس بین‌المللی معماری و ریاضیات، کاشان.
- راعی‌فرد، حسین؛ بکه، ابوالفضل و حیدری، احمد. (۱۳۹۹). «ارتباط هنر و هندسه در معماری و اهمیت نظام سازه‌های در طراحی». فصلنامه علمی تخصصی معماری سبز، ۳(۲۱)، ۲۵-۳۴.
- زرکش، ا. (۱۳۹۴). «کیفیت آموزش و کار حرفه‌ای در ایجاد همسازی بین فضا و سازه در معماری معاصر غرب، نشریه هنرهای زیبا، ۲۳(۱۰)، ۴۸-۱۶.
- سیلوایه، سونیا؛ دانشجو، خسرو و فرمهین فراهانی، سعید. (۱۳۹۱). «هندسه در معماری ایرانی پیش از اسلام و تجلی آن در معماری معاصر ایران». فصلنامه نقش جهان، ۳، ۷۰-۵۵.
- شعرباف، عاصم؛ انصاری، مجتبی. (۱۳۹۶). «زبان مشترک معماری و هنر مهندسی سازه در معماری ایران: کنفرانس ملی تحقیق و توسعه در مهندسی عمران». معماری و شهرسازی نوین، آذر ماه ۱۳۹۶، تهران.
- عمرانی‌پور، علی. (۱۳۸۴). «هنر و معماری اس المی ایران». یادنامه استاد دکتر لطیف ابوالقاسمی، سازمان عمران و بهسازی شهری، تهران.
- عمومی، محمد. (۱۳۸۷). معماری الگو نظم، تهران: نشر خاک.

فرامرزی، مرجان؛ علیپور، سارا. (۱۳۹۶). «بررسی هندسه و تناسبات طلایی در معماری سنتی». دومین کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و طراحی شهری، بانکوک.

فربود، فریناز؛ طاووسی. محمود. (۱۳۸۱). «بررسی تطبیقی مفهوم نمادین درخت در ایران». فصلنامه مدرس هنر، (۲)۱، ۴۳-۵۴.

فرشچی، حمیدرضا. (۱۳۹۰). «استفاده از دانش هندسه در هنر مهندسی معماری و سازه». دومین کنفرانس بین‌المللی معماری و سازه، تهران.

کوهی‌فرد، الناز؛ علی طایفی نصرآبادی، عباس؛ دهقان، توران و پشتی، عاطفه. (۱۳۹۳). «بررسی نقش اصول هندسی در معماری ایرانی و تجلی این اصول در معماری معاصر ایران». اولین همایش ملی افق‌های نوین در توانمندسازی و توسعه پایدار معماری، عمران، گردشگری، انرژی و محیط زیست شهری و روستایی، همدان.

نوحی بزنجانی، محبوبه؛ قاسمی، محسن. (۱۳۹۹). «واکاوی مفهوم هندسه در معماری سنتی ایران و کاربرد آن در معماری معاصر (نمونه موردی: خانه داروغه شهر مشهد». نشریه اختصاصی معماری و شهرسازی ایران، ۳(۱۷)، ۱۷۵-۱۶۵.

پایان نامه‌ها

زندیه وکیلی، مریم؛ محمود کامل‌آباد، مهدی و حجت، عیسی. (۱۳۹۸). «امکان‌سنجی کاربست هندسه به‌کار رفته در تجارب معماری اسلامی در معماری امروز ایران در جهت تعامل فرم و سازه». رساله دکتری رشته معماری گرایش معماری اسلامی، دانشگاه هنر اصفهان: دانشکده معماری و شهرسازی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی