



واکاوی نقوش هندسه پایه در معماری از دو منظر کمی و کیفی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰

کد مقاله: ۵۶۶۱۴

صابره لیلای مرندا^۱، آرزیتا بلالی اسکویی^{۲*}

چکیده

نقوش هندسه در معماری ایرانی ابزار اولیه‌ای است که فرد با توجه به توان خود آن را ترکیب می‌نماید و از این طریق شکل منظم یا نامنظم را می‌آفریند. معماری یعنی خلق و سازماندهی فضا به وسیله هندسه، که شکل و تناسبات را در خود جای داده است. بنابراین آگاهی از پایه‌ترین اشکال هندسی جهت طراحی فضای معماری و بهبود کیفیت معنایی فضا موضوع قابل تامل و بررسی است. این مقاله با بررسی دیدگاه‌های اندیشمندان در رابطه با هندسه پایه در معماری ایرانی، به بررسی و جمع‌بندی ویژگی‌های اشکال هندسی از دو منظر کمی و کیفی پرداخته است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که هر یک از اشکال هندسی معنای خاصی دارد و بهترین حالت ترسیم اشکال جهت بهبود کیفیت فضا ارائه شده است. اهمیت موضوع تحقیق به قدری است که آگه ساده‌ترین اشکال به درستی و با توجه به هندسه طلایی و معنای فضا ترسیم شوند، معماری موفق شکل می‌گیرد.

واژگان کلیدی: هندسه پایه، معماری، منظر کمی، منظر کیفی

۱- کارشناسی ارشد مهندسی معماری اسلامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

۲- استاد تمام دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران. (نویسنده مسئول)

۱- مقدمه

عنصر اساسی و دست مایه بنیادین هنر و هنر مهندسی و از جمله آنان هنر مهندسی معماری، هندسه است. در فضای قانونمند هندسه است که هر چیزی و از آن جمله اجزای یک خانه و حتی یک شهر، می‌توانند به دایره هستی قدم گذارند و در فضای کثرت‌ها و گوناگونی‌ها هویت خود را پیدا کنند و تنها از طریق هندسه است که هر شی می‌تواند حدود و اندازه‌های مورد نیاز خود را برای ورود به عالم وجود، بیابد و در ساختارهای سطحی و فضایی نظام‌های فراگیرنده محیط برخوردار باید (سیلوابه و همکاران، ۱۳۹۱: ۵۶). جایگاه هندسه در معماری بسیار برتر از جایگاه حساب، و البته سایر شاخه‌های ریاضیات، بوده است: حساب و هندسه از هم جدا بوده‌اند اما شیوه‌هایی قابل تبدیل به هم برای بیان مفاهیم ریاضی واحدی بوده‌اند که یکی بر زبان اعداد و دیگری بر اشکال هندسی اتکا داشته است. هندسه، که مناسبت بسیار بیشتری برای تجسم و تصویر طراحی داشته که با ابزارهای اولیه کار میکرده‌اند، گویی در کار معماری اسلامی و هنرهای تزئینی اسلامی در قرون وسطی نقش محوری ایفا میکرده است. هندسه نه تنها با تأسیس مبنای علمی معتبری برای معماری و حرف مربوط، سطح آنها را بالا می‌برد، بلکه زبان انتزاعی نیز مبنای زیباشناختی برای طراحی فراهم می‌کرد (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۸۵). هندسه یکی از بنیان‌های هنر و معماری سنتی ایران است که در سراسر آثار فاخر به جای مانده از گذشته، می‌توان نمودهایی از آن را مشاهده کرد. این مهم در معماری اهمیت بیشتری می‌یابد زیرا مبنای کار معماری «ساختن» است و برای ساختن لازم است از یک هندسه و نظم دقیق استفاده شود. نه تنها آثار معماری سنتی ایرانی از دوره باستان تا دوران اسلامی از هندسه بهره برده‌اند، معماری معاصر ایران نیز خود را پایبند به این اصول معرفی می‌کند. به عبارتی هندسه دانش پایه طراحی فضا است. معماران و طراحان امروزی برای طراحی پروژه‌های پیچیده نیازمند دانستن هندسه پایه و ملزومات آن هستند لذا در این پژوهش با ارائه هندسه پایه به بهره‌گیری آن در طراحی معماری در فضای کامپیوتر کمک شود و امکان ارتباط با زبان‌های برنامه‌نویسی درون نرم افزارهای سه بعدی مدلسازی فراهم شود.

۲- چارچوب پژوهش

هدف: استخراج نقوش هندسی پایه جهت طراحی در معماری.

سوال: نقوش هندسی پایه معماری چیست؟ چگونه می‌توان از نقوش هندسی پایه معماری بهره برد؟

روش تحقیق: پژوهش حاضر به مطالعه متون مربوطه پرداخته و مؤلفه‌های تعریف کننده از دیدگاه اندیشمندان و فلاسفه شناسایی شده و از روش توصیفی تحلیلی استفاده شده است. شیوه‌های جمع‌آوری اطلاعات و پیشینه موضوع، مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای است که از آن‌ها در تدوین موضوع و یافتن چارچوب نظری بهره جسته شده است. در این پژوهش جهت واکاوی نقوش هندسی از دو منظر کمی و کیفی بهره گرفته شده است. منظر کیفی با استفاده از متون و اسناد کتابخانه‌ای، مورد بررسی قرار گرفته است و منظر کمی با استدلال منطقی و بررسی و محاسبات انجام شده است.

۳- پیشینه پژوهش

تحقیقات جامعی به جنبه‌های معنایی (اردلان و بختیار، بوره‌کهارت، نصر، علم در اسلام، نظر متفکران اسلامی درباره طبیعت، نیز به علم مقدس) و هندسه (باین، بوزجانی، پوپ و اکرم، حجازی، دیولافوی، غیاث الدین، فارابی، کرسول، کریچلو) معماری ایرانی اختصاص یافته‌اند که به کمک آنها می‌توان قسمتی از دانش ژرف به کاررفته در معماری سنتی ایران را آشکار نمود با جستجو در مطالعات انجام شده، تحقیقی که مشخصاً به واکاوی نقوش هندسه پایه در معماری از دو منظر کمی و کیفی در یکجا بپردازد یافت نشد. اردلان و بختیار (۱۳۸۰) در کتاب حس وحدت به تناسباتی که در طبیعت وجود دارد را مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند. حاجی قاسمی و همکاران (۱۳۹۰) در کتاب خشت و خیال طرح اینه سنتی و تناسب موجود آن را مورد بحث قرار داده است. بلخاری در کتاب فلسفه، هندسه و معماری بنیان‌های نظری معماری و شهر (که کالبد ظهور معماری است) مورد توجه و شرح قرار گرفته است. به رغم پژوهش‌های مذکور، پژوهش‌های هندسه و معماری بیشتر معطوف به بررسی هندسه در بناهای ساخته شده است و پژوهشگران به هندسه پایه معماری در دو بعد کیفی و کمی نپرداختند. نوآوری این تحقیق با توجه به مواردی که مطرح شد، دستیابی به نقوش پایه هندسی در معماری جهت بهره‌وری در طراحی‌های نوین و همچنین توجه به معنای نقوش مورد بررسی است.

۴- معنای لغوی هندسه

واژه هندسه از ریشه اندازه و هندسه معرب آن است (فره‌وشی، ۱۳۵۲: ۷۵). خوارزمی نیز این واژه را معرب اندازه می‌داند (آرین، ۱۳۸۴: ۹۳). المنجد هم این واژه را دارای ریشه فارسی می‌داند و آورده است که دانش آن از ایران به عربستان رفته است. وی همچنین ریشه کلمه مهندس را هنداژ فارسی آورده است (ابوالقاسمی، ۱۳۶۶: ۳۶۴). فره‌وشی این واژه را در زبان پهلوی هنداچک می‌داند (فره‌وشی، ۱۳۵۲: ۷۵). ریشه نخستین این واژه زامیگ پیمانانه بوده است، که واژه نخستین برابر نهاده زمین و واژه دوم برابر

با اندازه و شکل آمده است (خلف تبریزی، ۱۳۶۱: ۷۰۲؛ دهخدا، ۱۳۷۷: ۲۳۵۵۹؛ معین، ۱۳۶۰: ۳۲۵۸). آرمان ریاضی دانان، شناخت دانشی است که در کتاب مجسطی بطلمیوس آمده و او نیز مبنای برهان‌های خود را بر پایه هندسه و شکل گذاشته است (بوزجانی، ۲۰-۱۳۶۹: ۲۱). معادل مفهومی هندسه آسمانی حاکم بر طبیعت و مجموع جهان هستی، در فرهنگ و اندیشه قرآن و حدیث، "تقدیر" می‌باشد، کلمه "قدر" در قرآن کریم به معنای قدرت، تنگ گرفتن، تقدیر و شان و منزلت به کار رفته است. از این میان تقدیر (طلاقی: ۳؛ قمر: ۴۹؛ قمر: ۱۲) به اندازه و اندازه‌گیری تعبیر شده و پیوند تنگاتنگی با علم هندسه به عنوان علم تعیین اندازه‌ها دارد. امام رضا(ع) در حدیثی در اصول کافی خطاب به یونس بن عبدالرحمن می‌فرماید: "قدر همان هندسه و مرزبندی است، مانند مقدار بقا و زمان فنا" (بمانیان، ۱۳۹۰: ۲۶).

۵- مبانی نظری

با توجه به اکثر دیدگاه‌های طرح شده، دانش هندسه، در دسته حکمت نظری قرار گرفته و یکی از اقسام سه گانه آن محسوب می‌شود. معماری نیز به عنوان صنعتی با ابعاد مختلف علمی، عملی و حسی دانسته شده و مشتعل بر علوم بسیار و تابع قواعد معین است. لذا، تاکید بر کاربرد هندسه بر مبنای آموزه‌های حکمی در معماری، بر رابطه میان معنا، قوانین و نظم خلقت صحنه می‌گذارد. پس با توجه به پیوند میان حکمت (فلسفه دینی)، هندسه و معماری در تمدن اسلامی، دسته بندی آرا در این مطالعه بر پایه تعاریفی از دانش "هندسه" است که به آن از بعد نظری و زیبایی شناسی پرداخته است. در این شیوه، هندسه دارای دو وجه است شاخه نخست، "هندسه کمی" یا "پیکرگرایانه" است که در تمامی فرهنگ‌ها و جوامع یکسان بوده و بر پایه "اصول موضوعه" و قواعد ریاضی بنیان نهاده شده است. این گونه، به تقلید از عناصر و اجزای طبیعت و فارغ از نیازهای معنوی انسان، شکل گرفته است و می‌تواند "خود بنیاد" معرفی گردد. وجه دیگر دانش هندسه، قسمت "کیفی" آن است. این گونه، "هندسه عقلانی" یا "مفهوم گرا" نامیده می‌شود و بر پایه نگرش نمادین به هستی قرار دارد. هندسه مفهوم گرا که با توجه به ابزار ادراک انسان، شیوه‌های ادراکی او و نفوس چهارگانه انسان بنیان نهاده شده است و به عنوان "هندسه انسانی" شناخته می‌شود. بر این مبنا، با سنجش آرا ریاضی دانان مسلمان در زمینه ماهیت دانش هندسه و کاربرد آن در معماری، دو دیدگاه غالب تشخیص داده می‌شود. جنبه نخست آراء، وجه ادراکی دانش هندسه مدنظر قرار داده و آن مبتنی بر علم الاعداد دانسته است. در این قسم، "هندسه" دارای ماهیتی نمادین و هویت الهی و مقدس است. بر پایه این اندیشه، "عدد" منشا معدود داشته و مستقل محسوب می‌شود و "صور هندسی" زاده اعداد هستند. که با توجه به تعاریف، بخش اخیر به عنوان "هندسه معناگرا" معرفی می‌شوند. دیدگاه دیگر، علم هندسه را از جنبه ساختاری معرفی نموده و آن را فارغ از مفاهیم ادراکی مشخص در نظر گرفته است. در آرا این چینی، کاربرد هندسه در ساختار بنا چه در تزئینات و چه در ویژگی‌های کالبدی آن امری است که صرفاً برای سازماندهی به عناصر سازنده ساختمان کاربرد دارد و فارغ از هرگونه معنا یا مضامین حکمت نظری است. در این مطالعه، این دسته از دیدگاه‌ها به عنوان "هندسه پیکرگرا" شناخته می‌شوند (عباسی و همکاران، ۱۳۹۸).

۵-۱- هندسه کمی

جایگاه هندسه آنچنان که پر اهمیت بود که تنها معماران برجسته و مقنی‌های دانشمند را مهندس می‌خواندند (ابوالقاسمی، ۱۳۸۵: ۳۵۹). بکارگیری مثلث‌های هنجار در محاسبات ریاضی و پیاده سازی هندسه در ساختن و اجرای معماری سنتی ایران، فاطمه مهدی زاده، فرهاد تهرانی، نیما ولی بیگ، نشریه مرمت) هندسه نقش اساسی در طراحی بناهای سنتی معماری ایرانی ایفا می‌کند. از دیدگاه خارجی، استفاده از هندسه به عنوان هنر برای خلق اشکال، الگوها و تناسبات معمار بزرگ جهان را به یاد می‌آورد و صور خاصی را فرا می‌خواند. از دیدگاه عملکرد داخلی، هندسه به عنوان علم برای انتخاب ابعاد سازه‌های مانند ارتفاع، طول و عرض ساختمان و اجزا سازه‌های آن بر رفتار سازه‌های ساختمان حاکم است، رفتاری که از هندسه تبعیت می‌کند. هندسه‌ی درست باعث می‌شود که ساختمان دارای رفتار مناسب و متعادل ایستا باشد (حجازی، ۱۳۸۸: ۲۵). هندسه دستمایه اصلی معماران برای خلق آثار معماری است. معمار مسلمان با دست یازیدن به هندسه خاک را به کیمیا بدل میکند (ندیمی، ۱۳۷۸: ۲۹). هندسه ابزاری مناسب جهت نظم بخشیدن به معماری و برقراری روابط آگاهانه میان اجزای بنا با یکدیگر است، تا در عین مرکب بودن، یکپارچگی فضا را به عنوان یک ترکیب خلاق و هدفمند میسر سازد. اشراف معمار به علم هندسه و استفاده خلاقانه از آن، تبدیل مفهوم به فضا و فرم را در فرآیند طراحی تسهیل می‌کند و فرسایش مفهوم را در این روند به حداقل می‌رساند. حاصل چنین فرایندی، نوعی معماری است که به دور از برداشت‌های سلیقه‌ای، به لحاظ نظم و تناسبات قابل درک است. "طراحی معماری در قالب هندسه نمود می‌یابد". هندسه پیش از آنکه کمیتی مقداری باشد کیفیتی ذاتی است که از هندسه محسوس تا هندسه قدسی، مراتب هستی را به هم پیوند می‌زند. و شرایط تبدیل معنویات در جهان مادی را فراهم می‌کند. هویت معماری اسلامی در صورت توجه به قدر و هندسه در نظم کیهانی قابل بازنمایی است.

۵-۲- هندسه کیفی

یکی از لطیف ترین مواضع تاکید اخوان بر تاثیرپذیری اشکال هندسی از صور فلکی، پاسخ امیر زنبوران (در داستان جذاب مناظره پادشاه با پرندگان است: "و خداوند ما را به الهام و علم، خاص گردانیده و نعمت بخشید، علم دقت در صنعت هندسی و شناخت اشکال فلکی در انتخاب منازل و ساخت بیوت". این کلام بیانگر آن است که از دیدگاه اخوان، زنبور عسل در ساخت منازل کاملاً هندسی خود به طور فطری از اشکال فلکی تعلیم می‌گیرد. بحث البته درباره صحت تاثیرپذیری اشکال هندسی از صور فلکی نیست، بلکه تاکید بر نظام طولی ایجاد و ساخت صناعات از عالم افلاک به عالم ماده در اندیشه حکمای اسلامی در جهان سنت است (بلخاری قهی، ۱۳۹۶: ۱۲۰). برای معمار سنتی الگوهای هندسی مانند صورت‌های کثرت در وحدت هستند. الگوهای تکرار شونده نماد ایده لایتناهی و بیزمانی هستند. زیبایی و هماهنگی‌ای که در الگوهای هندسی مشاهده می‌شود یک نظم هندسی بالاتر و عمیق‌تر، یعنی قوانین کیهانی را منعکس می‌کند. انسان روحانی درصدد کشف الگوهای هندسی به‌عنوان وسیله درک و رسیدن به خداوند می‌باشد (حجازی، ۱۳۸۸).

۶- نمونه‌های مورد پژوهش

۶-۱- هندسه کیفی دایره

مرکز همواره از انتظار پنهان است، همانگونه که نقطه مبدا ما چنین است، وقتی بر صفحه کاغذ نمودار می‌گردد، هنگامی که از نزدیک بررسی شود، در خود میدان یا قلمروی را تشکیل خواهد داد که مرکز آن به طور مداوم از جایگیر شدن در دقیق‌ترین اصطلاحات فیزیکی طفره خواهد رفت. حتی بنیادی‌ترین ذرات هسته اتم نیز پیرامون مرکزی ظهور نیافته واقع است. با این حال برای مقاصد عملی ما پایه ثابت پرگار خود را در مرکز می‌نهیم و با حرکت پایه دیگر پرگار کمائی رسم می‌کنیم. این موضوع به نحو مطلوبی هم رمز و هم واقعیت را بیان می‌دارد. هنگامی که دایره میانی کامل شد، وحدتی حاصل می‌آید که انعکاس وحدت نقطه مبدا است. دایره نه تنها نمود کامل عدالت برابری در همه جهات در حوزه‌ای محدود است بلکه همچنین زیباترین خواستگاه همه چند ضلعی‌ها است که هم در بردارنده و هم زیر ساخت همه آن‌ها به شمار می‌رود. خارج از مفهوم زمان، دایره همیشه به عنوان رمز ابدیت قلمداد شده است. که چونان هستی محض، نه آغازی دارد و نه انجامی. به عنوان رمزی در درون محدوده زمان و یا به بیان دقیق‌تر تحت این شرط وجودی، دایره در پیرامون خود می‌چرخد و درست همانند پایه متحرک پرگار به موقعیت اولیه‌اش باز می‌گردد و از آن عبور می‌کند و در اصل یک ماریپیچ نمود دایره در زمان را تشکیل می‌دهد (Kith Crichlow, 1976: 19).

۶-۲- هندسه کمی دایره

جدول ۱- تشکیل اشکال با دایره (مأخذ: نگارنده)

نام اشکال	تصویر اشکال	نام اشکال	تصویر اشکال
مثلث		هفت ضلعی/ستاره هفت پر	
مربع/ضربدر		هشت ضلعی/ستاره هشت پر	
پنج ضلعی/ستاره پنج پر		نه ضلعی/ستاره نه پر	
شش ضلعی/ستاره شش پر		ده ضلعی/ستاره ده پر	

۶-۳- هندسه کیفی مثلث

در مثلثی که راس آن رو به بالاست، نمایانگر اشتیاق بشر به سوی آسمان است و در مثلث وارونه که راس آن روبه پایین است، بر قلمرو مثل دلالت دارد که خواست‌های بشر به سوی آن متوجه است. (تحلیل مضامین جهان‌شناختی نقوش اسلامی کیت کریچلو ص ۱۷۱) مثلث همچنین رمزی است از کمترین ضروریات آگاهی (یعنی عالم؛ معلوم و علم) و نیز رمزی از حداقل انواع ضروریات اصلی زیستی، یعنی بلع و جذب و دفع. (Kith Crichlow, 1976: 26).

۴-۶- هندسه کمی مثلث

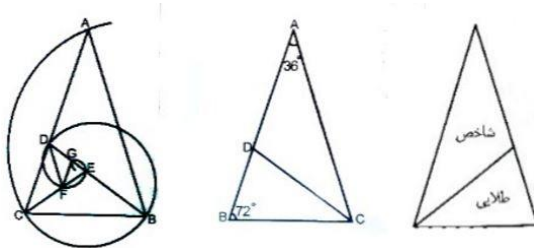
تصویر روبه رو یک دایره بزرگ مادر است که در درون آن سه دایره دیگر که شعاع آنها دقیقاً نصف شعاع دایره مذکور است به طریقی گنجانیده شده که نسبت به یکدیگر متقارند، به بیان دیگر، توزیع آنها در درون دایره مادر به گونه است که در عین گنجانیده شدن، مراکزشان بیشترین فاصله ممکن را از یکدیگر دارد. نقش شکل گرفته را سه خط چین داخلی پدید آورده است که نقاط تماس دایره کوچک تر را با دایره بزرگ به هم وصل می کند و از نقاط همپوشانی دایره کوچک تر با بزرگ تر عبور می نماید. چنان که ملاحظه می شود، اضلاع این مثلث متساوی الاضلاع داخلی که با خط چین رسم شده است، دقیقاً در وسط هر ضلع سه نقطه همپوشانی دایره کوچک را قطع می کنند. این سه دایره داخلی با تقارنشان سه گانگی را به سه شیوه مختلف بیان می دارند: در اتصالشان با دایره مادر، با مراکزشان و با نقاط همپوشانی شان.. (Kith Crichlow, 1976: 88).



شکل ۱- شکل گیری هندسه مثلث از سه دایره

۶-۴-۱- مثلث طلایی

مثلث متساوی الساقینی که زاویه بین دو ساق آن 36° درجه باشد، به مثلث طلایی معروف است. علت طلایی نامیدن این مثلث آن است که نسبت طول ساق آن به قاعده اش، برابر ϕ یعنی عدد طلایی است. از ویژگی های جالب این مثلث آن است که اگر نیمساز زاویه C را رسم کنیم AB را در D قطع کند. اولاً نقطه D نسبت به خط برش طلایی است، ثانیاً مثلث CDB مثلث طلایی است. با استفاده از ویژگی های اخیر می توان مثلث هایی ساخت که طول قاعده و ساق آنها به ترتیب، دو عدد متوالی از عدد ϕ باشد. جالب است که رئوس این مثلث ها روی پیچ لگاریتمی قرار دارد. شکل زیر، چگونگی به دست آوردن مثلث ها و طول اضلاع آنها را نشان می دهد.



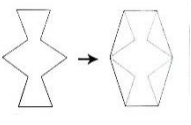
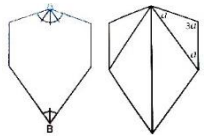
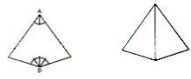
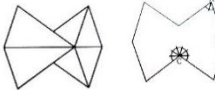
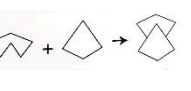
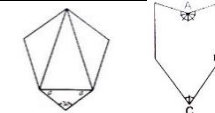

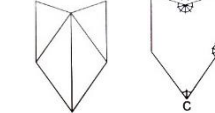
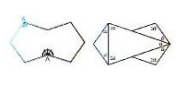
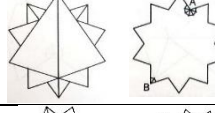
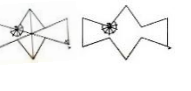


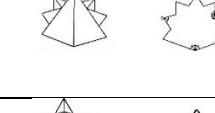
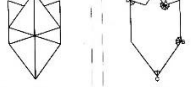
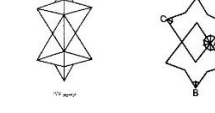
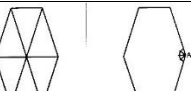
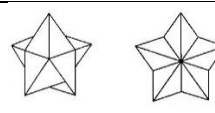
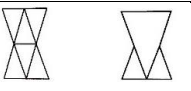
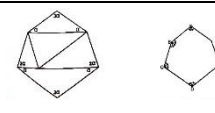
شکل ۲- مثلث طلایی

هر مثلث طلایی و هر مثلث شاخص خود به یک مثلث طلایی و یک مثلث شاخص کوچک تر تبدیل می شود. آلات اصلی گره از مثلث طلایی و شاخص به وجود آمده اند که با کم و زیاد کردن این مثلث ها می توان از نقش مایه ای به نقش مایه دیگر رسید.

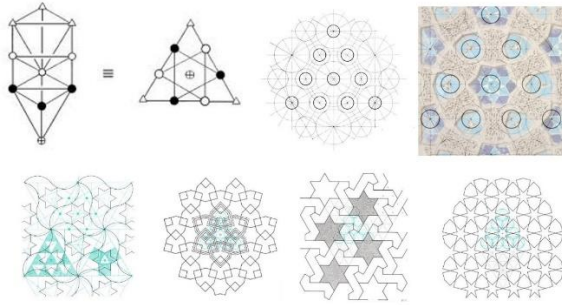
۶-۴-۲- مثلث طلایی در نقوش هندسی

گره در عین نظم، تعادل و هماهنگی کامل دارد. گره ها با استفاده از خطوط مستقیمی شکل می گیرند که نقش مایه های گره را به وجود می آورند. (گره ها خود از واحدهای کوچکتری تشکیل شده اند که به آن نقش مایه های گره گویند. نقش مایه های گره دارای ویژگی های خاصی هستند و هر کدام نامی دارند: شمس، ترنج، طبل، پابزی، ترقه، پنج، سرمه دان، شش شل و مانند آن. این نقش مایه های مشخص با هم قرابت و خویشاوندی هم دارند، یعنی از طریق خرد کردن یا گسترش دادن یک نقش مایه می توان به نقش مایه های دیگری دست یافت. از طرفی، برای کاشی کاران همواره این سوال مطرح بوده که چرا نقش مایه های گره به هم تبدیل می شوند و چرا از خرد کردن یا ترکیب نقش مایه های گره می توان نقشه مایه های دیگری به دست آورد. نگارنده بعد از غور و تعمق در این مسئله دریافت که اصل و منشا نقش مایه گره های اصلی (کند، تند، شل و مجموعه ۲۳ نقش مایه) از مثلث طلایی و مثلث شاخص به وجود آمده و هر مثلث طلایی نیز، خود به مثلث طلایی کوچک تر و مثلث شاخص دیگری تبدیل می شود.

جدول ۲- مثلث طلایی در نقوش هندسی (مأخذ: نگارنده)

نقش مایه‌ها	تصویر نقش مایه‌ها	نقش مایه‌ها	تصویر نقش مایه‌ها	نقش مایه‌ها
شش دواتی	اگر چهار مثلث شاخص به نقش مایه سرمه‌دان اضافه شود، شش دواتی به دست می‌آید و برعکس اگر از شش دواتی چهار مثلث شاخص حذف شود، نقش مایه سرمه‌دان به دست می‌آید.	شش بند		
ترنج کند	ترنج کند تشکل از دو مثلث طلایی است.	طبل تند		
طبل تند	از ترکیب ترنج کند (دومثلث طلایی) و وسکرون طبل تند به دست می‌آید.	شش تند		
شمسه کند	مثلث از یک مثلث طلایی و هفت مثلث شاخص است.	پابزی		
طبل	طبل کند مثلث از یک مثلث طلایی و سه مثلث شاخص است.	شمسه تند		
سرمه دان	سرمه دان مثلث از شش مثلث طلایی است.	برگ چنار		
ماکو	ماکو مثلث از شش مثلث طلایی و دو مثلث شاخص است.	شمسه ته بریده		
دانه بلوط	دانه بلوط مثلث از هشت مثلث طلایی است.	سکرو		
شش دواتی	شش دواتی مثلث از شش مثلث طلایی است.	پنج شل		
گیوه	گیوه مثلث از سه مثلث طلایی است. همچنین مثلث طلایی است.	شش کند شل		

۶-۴-۳- تراکتیس



شکل ۳- نمونه‌ای از تراکتیس و نحوه ایجاد آن

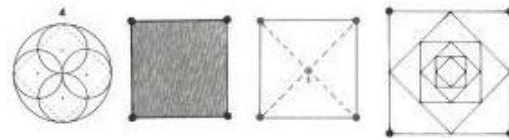
با وصل کردن نقاط به یکدیگر چهار پاره (تراکتیس) ایجاد می‌شود. تراکتیس واژه ای یونانی است که دلالت بر جمع چهار چیز دارد، و در معنای خاصش به عدد کامل فیثاغورث ده (که عبارت است از جمع $1+2+3+4$) اطلاق می‌شود. این مجموع از نقاط به شکل یک مثلث متساوی الاضلاع با چهار نقطه در هر ضلع است حاصل جمع چهار رقم برابر عدد کامل ده است.

۶-۵- هندسه کمی مربع

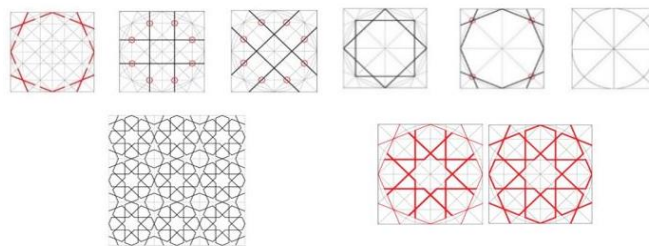
ربع دارای رمز عددی چهار است و شکلی ایستا و باثبات که در هنر معماری باعث ایجاد احساسی از سکون، استحکام، کمال و استقرار است. در هندسه هنری، مربع می‌تواند ایجادکننده ایستایی و مجسمترین جنبه خلقت باشد. از ترکیب دو خط عمودی و افقی به اندازه واحد تشکیل شده است که در حالت ایجادشده، معنایی از متانت و تعادل را درنمایش فرمی خود ایجاد میکند. مربع در عرصه هندسی خود، زمانی که بر افق موازی باشد، متعادلترین نظم هندسی را نمایش می‌دهد و زمانی که با زاویه بر افق باشد نامتعادلترین حالت را ارائه میکند. عدد چهار از کاملترین اعداد است. این رمز کمال الهی و نشانی بر تکمیل تجلیات است. چهار در ایستاترین حالت معنایی خود، حالت تعادل و ایستایی مطلق است که نمایش صورت این رمز، شکل هندسی مربع است. مربع در این بستر رمز اساسی حقایق چهارگانه هستی است (فرشچیان و همکاران ۱۴۰۰: ۱۲۲).

۶-۶- هندسه کیفی مربع

تصویر ۴ مربع رنگی است به وجود آمده از چهار نقطه توزیع شده به طور مساوی حول یک نقطه مرکزی پنجمین عنصر که در درون مربع واقع شده است. در نهایت، مربع‌های کوچک شونده را داریم که در این حالت مساحت هر مربع کوچک تر نسبت به مربع بزرگ تر دقیقاً یک دوم است. به عبارت دیگر از نظر حسابی نسبت ۱:۲ بین آنها برقرار است و این در حالی است که طول اضلاع هر یک از مربع‌های کوچک تر متوالی دارای نسبت توافقی $1:\sqrt{2}$ است (Kith Crichlow, 1976: 90).



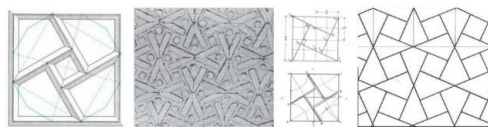
شکل ۴- شکل‌گیری هندسه مربع از چهار دایره



شکل ۵- مراحل تشکیل نقوش هندسی از تکرار مربع

۶-۶-۱- چهار ترنج

چهار ترنج نماد چهار عنصر اصلی یعنی آب، باد، خاک و آتش نیز به‌شمار می‌آید. ویژگی خاص ترنج ترکیب متقارن چهار شکل بادبادک مانند متقارن به دور یک مربع مرزی است. این نوع ویژگی از تقارن فقط وقتی ممکن است که اگر قطرهای مربعی مرکزی را امتداد دهیم، مربع چهارچوب را به روشی که گفته می‌شود، قطع کند. در داخل هر مربع مفروض یک دوازده وجهی می‌توان رسم کرد به طریقی که چهار تا از ضلع‌های آن که با یکدیگر زاویه قائمه می‌سازند، در گوشه‌های مربع چهارچوب قرار گیرد (Kith Crichlow, 1976: 86).



شکل ۶- چهار ترنج و نحوه ایجاد آن



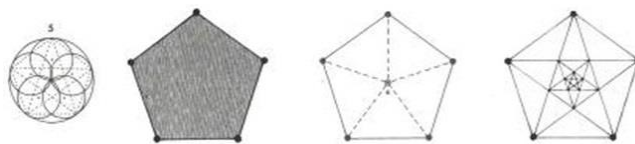
شکل ۷- نمونه‌هایی از چهار ترنج در بناهای تاریخی

۷-۶- هندسه کیفی پنج ضلعی

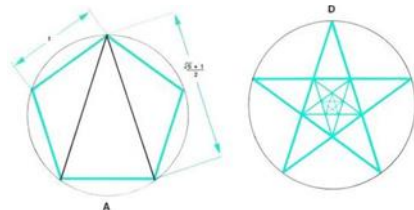
سرانجام، آنچه در زمینه ی این دسته از نقشه ها مهم است، بازگویی تفسیر پیشین در باب رمزگرایی عدد پنج است. عدد پنج، به خصوص آن گونه که در ستاره پنج پری که بر روی دو پا ایستاده است نمایانده می شود، دارای یک تداعی رمزی سنتی در ارتباط با انسان است. از دیدگاه اسلامی، به طریق بسیار مناسبی می‌توان آن را به عنوان انسان به کمال رسیده تعبیر کرد که بر پنج حضرت الهی وقوف دارد و این حضرات را در وجود خویش محقق ساخته است، یعنی یک انسان کامل در جامع ترین معنای این واژه یا یک قدیس، از این رو می‌توان آن را نمایانگر انسانیت کامل یک فرد بشری دانست. هنر هندسه اسلامی بدین طریق صراحتی انحراف ناپذیر از مقارنت صورت و معنا را برگزیده است.

۸-۶- هندسه کمی پنج ضلعی

با تقارن پنج ضلعی عنصر جدیدی ظهور می کند که ستاره و یا چند ضلعی ستاره ای است. این بار، با وصل کردن نقاط تماس پنج دایره کوچک تر (که شعاعشان نصف شعاع دایره مادر است) با دایره مادر به یک دیگر، خط چین ها یک ستاره پنج پری شکل می دهند. این ستاره همچنین در داخل یک پنج ضلعی منتظم واقع شده است. نتیجه جالبی که از تقاطع دوایر حاصل می شود این است که در این حالت دایره دارای دو محل هم پوشانی است و هر دو مجموعه از این پنج محل هم پوشانی دقیقاً بر روی نقاط میانی اضلاع ستاره و یا بر نقاط میانی اضلاع پنج ضلعی بیرونی واقع شده است. عامل جدید دیگر این است که نقاط تقاطع ستاره درست در مرکز ناحیه هم پوشانی دو دایره مجاور قرار دارد. تصویر روبه رو ۵ ضلعی رنگی است به وجود آمده از پنج نقطه توزیع شده به طور مساوی حول یک نقطه مرکزی است. بعد از پنج ضلعی رنگی، پنج ضلعی با نقطه ی هدایت کننده مرکزی آمده است و بعد از آن کاهش توافقی ستاره های پنج پری در درون یکدیگر نشان داده شده است. نقش آخری توجه ما را به دنباله توافقس و یا نسبتی مرسوم به نسبت طلایی $1 + \frac{\sqrt{5}}{2}$ یا ۱:۱۶۱۸. معطوف میسازد این نسبت یا همتای حسابی آن نه تنها خود را در پدیدار شدن منظم و به قاعده عالم نباتات نشان می دهد، بلکه در نسبت های تولید مثل مربوط به زاد و ولد حیوانات و حشرات نیز وجود دارد. حتی آن را در نسبت پرتوهای نور منعکس شده از دو سطح شیشه ای که با یک دیگر در تماسند نیز می توان یافت، یعنی در نسبت نورهوور کرده، نور جذب شده و قسمت بازتابیده تعداد شعاع های نوری شکل گرفته بر اساس دنباله فیبوناچی است. دنباله فیبوناچی چیرشته ای است از اعداد صحیح که هر کدام از آنها یک حسابی را با نسبت تقریبی ۱:۱۶۱۸ تشکیل می دهد. که در این دنباله $\frac{3}{5}$ تقریبی از نسبت ۱:۱۶۱۸ است، همچنین $\frac{13}{21}$ تقریب بهتری است و همینطور $\frac{89}{144}$ که تقریب باز هم نزدیک تری به آن است.



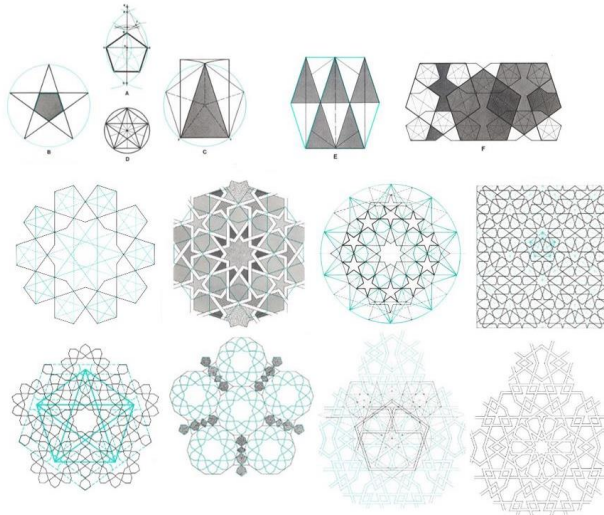
شکل ۸- شکل گیری هندسه پنج ضلعی از پنج دایره



شکل ۹- پنج ضلعی طلایی و پنتاگرام

شکل روبه رو رابطه تناسب بین بازویی از ستاره و ضلع پنج ضلعی محیط بر آن را نشان می دهد. اگر اندازه ضلع پنج ضلعی ۱ فرض شود اندازه بازوی ستاره به نسبت طلایی $1 + \frac{\sqrt{5}}{2}$ یا ۱:۱۶۱۸ خواهد بود. ستاره داخل پنج ضلعی، پنتاگرام نامیده می شود که به ستاره فیثاغورث هم مشهور است. با امتداد دادن ضلع های یک پنج ضلعی منتظم، تا جایی که یک دیگر را قطع کنند، این ستاره را می توان به دست آورد.

در شکل زیر، مثلث های AFG و ACD و ABG و مثلث های همنهشت با آنها، هر یک مثلث طلایی هستند که زاویه راس هر کدام $a=36^\circ$ و زاویه های مجاور، به قاعده آنها هر یک $2a=72^\circ$ است (به عبارت دیگر، مثلث طلایی، مثلث متساوی الساقینی است که طول ساق آن با طول مستطیل طلایی و قاعده آن با عرض مستطیل طلایی برابر باشد).



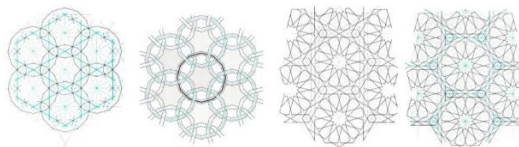
شکل ۱۰- مراحل تشکیل نقوش هندسی از تکرار پنج ضلعی

۹-۶- هندسه کیفی شش ضلعی

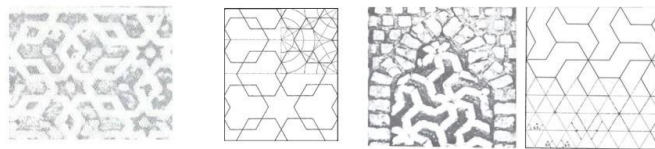
عدد شش اولین عدد کامل است و تعداد سطوح یک مکعب را نشان می‌دهد. شش قوه‌ی حرکت در جهات ششگانه را نشان می‌دهد. بالا، پایین، جلو، عقب، راست و چپ جهات ششگانه این شکل هندسی کامل را نمایانگر است.

۱۰-۶- هندسه کمی شش ضلعی

استاد پیرنیا در اهمیت و کاربرد وسیع شش ضلعی در معماری اسلامی توجه کنیم: "معماران ایرانی برای این کار (رون) از شش ضلعی استفاده می‌کرده‌اند. همان طور که می‌دانیم شش ضلعی شکلی است که نمی‌توان آن را غلط کشید زیرا در ساخت آن از مثلث متساوی الاضلاع استفاده شده و این شکل را نیز نمی‌توان اشتباه کشید. اگر شش عدد از این مثلث‌ها را در کنار هم قرار دهیم شکل شش ضلعی به دست می‌آید. خانه زنبور عسل نیز به همین شکل است. در هنرهای دیگر مثل خاتم و نیز فرش کف امام زاده‌ها و خانه‌ها برای به دست آوردن تناسب طلایی از این شکل استفاده می‌شده است." و نیز این نکته "در طرح نقشه اتاق‌ها، حیاط و غیره از تناسب طلایی ایرانی کمک می‌گرفتند. تناسب طلایی ایرانی از مستطیلی در داخل شش ضلعی، به دست می‌آید. شکل حیاط، پنج دری، سه دری و عناصر دیگر بر مبنای همین تناسب بوده است (بلخاری قهی، ۱۳۹۶: ۱۲۴).



شکل ۱۱- مراحل تشکیل نقوش هندسی از تکرار شش ضلعی



شکل ۱۲- نمونه‌هایی از شش ضلعی در بناهای تاریخی

۶- نتیجه‌گیری

نقوش هندسی از جمله جلوه‌های شاخص بصری در هنر و معماری ایرانی است، اما به راستی چقدر درباره‌ی چگونه خلق این نقوش با استادکاران خالق آن‌ها و فنونی که به کار برده‌اند می‌دانیم. در گذشته، صنعت‌گران و استادکاران از دانشی عملی در حوزه‌ی هندسه برخوردار بوده‌اند. معماری معاصر ایران نیز خود را پایبند به این اصول معرفی می‌کند. معماران و طراحان امروزی برای طراحی پروژه‌های نیازمند دانستن هندسه پایه و ملزومات آن هستند. لذا در این پژوهش با ارائه هندسه پایه و مفهوم آن از دو منظر کمی و کیفی به بهره‌گیری آن در طراحی معماری در فضای کامپیوتر کمک می‌شود و امکان ارتباط با زبان‌های برنامه‌نویسی درون نرم افزارهای سه بعدی مدلسازی فراهم شود. با نظر به اینکه بیشتر نقوش هندسی موجود در هنر و معماری، پر تکرار یک نقش هندسی پایه مبتنی هستند. این نقوش هندسه باید به گونه‌ای طراحی شود که امکان پیوند بین تمام اجزای تکرار شونده به خوبی میسر باشد. به جای ترسیم یک طرح مفصل و بزرگ برای پوشاندن تمام سطح، می‌توان سطح آن را به واحدهای کوچکتری

شبه‌بندی کرد. سپس نقش هندسه پایه را در هر واحد آن تکرار کرد. با به کارگیری هندسه طلایی در نقوش پایه جهت تکرار و توجه به معنای عملکردی و هندسی فضا، شاهد معماری موفقی همچون معماری گذشته خواهیم شد.

منابع

۱. قرآن کریم
۲. آرین، منوچهر، (۱۳۸۴)، نگاهی دیگر به برج‌ها، میراث فرهنگی، تهران.
۳. ابوالقاسمی، لطیف، (۱۳۸۵)، هنجار شکل‌یابی در معماری اسلامی ایران، به کوشش محمد یوسف کیانی، سمت، تهران.
۴. اردلان، نادر؛ بختیار، لاله، (۱۳۸۰)، «حس وحدت»، نشر خاک.
۵. بمانیان، محمدرضا و همکاران (۱۳۹۰)، کاربرد هندسه و تناسبات در معماری، هله، تهران.
۶. بوزجانی، ابوالوفاء محمد بن محمد، (۱۳۶۹)، هندسه ایرانی، برگردان سید علیرضا جذبی، سروش، تهران.
۷. بلخاری قهی، حسن (۱۳۹۶)، هندسه خیال و زیبایی، فرهنگستان هنر.
۸. حاجی قاسمی، کامبیز؛ رسولی، جلیل؛ نوایی، کامبیز (۱۳۹۱)، «خشت و خیال»، سروش و دانشگاه شهید بهشتی.
۹. حجازی، مهرداد، (۱۳۸۸)، «هندسه مقدس در طبیعت و معماری ایران»، تاریخ علم، ش، ۷، ۱۵-۳۶.
۱۰. خلف تبریزی، محمد حسین، (۱۳۶۱)، برهان قاطع، امیرکبیر، تهران.
۱۱. دهخدا، علی اکبر، (۱۳۷۷)، لغت نامه، دانشگاه تهران، تهران.
۱۲. سیلویا، سونیا؛ دانشجو، خسرو؛ فراهانی، فرمپین (۱۳۹۱)، «هندسه در معماری ایرانی پیش از اسلام و تجلی آن در معماری معاصر ایران»، نقش جهان، ۳، (۱)، ۵۵-۶۶.
۱۳. عباسی، نوشین؛ قاسمی سیچانی، مریم؛ ولی بیگ، نیما؛ سعدوندی، مهدی (۱۳۹۸)، ارزیابی آراء ریاضیدانان مسلمان (سده دو تا یازدهم هجری قمری) در باب ماهیت هندسه در معماری، معماری اندیشه، ۳ (۵)، ۸۴-۱۰۵.
۱۴. فرشچیان، امیرحسین؛ نژاد ابراهیمی، احد؛ قره بگلو، مینو، (۱۴۰۰)، جایگاه و مفهوم هندسه در هنر معماری اسلامی بر اساس آراء اخوان‌الصفاء، ۸ (۲۲)، ۱۰۹-۱۲۹.
۱۵. فره‌وشی، بهرام، (۱۳۵۲)، «فرهنگ فارسی به پهلوی»، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۶. معین، محمد، (۱۳۶۰)، فرهنگ فارسی، امیرکبیر، تهران.
۱۷. نجیب اوغلو، گلرو، (۱۳۷۹)، «هندسه و تزئین در معماری اسالمی (طومار توپقاپی)»، ترجمه مهرداد قیومی بیدهدی، تهران، انتشارات روزنه.
۱۸. ندیمی، هادی. ۱۳۷۸. حقیقت نقش. جلد دوم، در مجموعه مقالات دومین کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران. تدوین توس باقر آیت الله زاده شیرازی. تهران: سازمان میراث فرهنگی.
19. Keith Critchlow. (1976), Islamic patterns: An analytical and cosmological approach by Keith Critchlow. Thames and Hudson. London.