

کاربرد هندسه در معماری سنتی و مسجدهای ایران

مقدمه

هندسه ابزاری مناسب برای 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. در فضای قانونمند هندسه است که هر چیزی و از آن جمله اجزای یک خانه و حتی یک شهر می‌توانند هویت پیدا کنند.

در فرایند طراحی، اشراف معمار به علم هندسه و استفادهٔ خلاقانه از آن، تبدیل مفهوم به فضا و شکل را ساده‌تر می‌کند و می‌تواند مفهوم بعد و اندازه را به روشنی بیان کند. حاصل چنین فرایندی نوعی معماری است که به دور از برداشت‌های سلیقه‌ای، از نظم و معماری قابل درک می‌شود. طراحی یک معماری در قالب هندسه است که نمود می‌یابد [عمومی، ۱۳۸۷]. تحلیل روابط هندسی در بناهای ارزشمند، روش تفکر و تصمیمات معمار را در برخورد با مسئله و یافتن راه‌حل مناسب برای پاسخ‌گویی به آن اثبات می‌کند.

جایگاه علم هندسه در معماری همواره موضوعی جذاب برای تحقیق بوده است. پژوهش‌های متعددی در خصوص روش‌های استفاده از این ابزار کارآمد در فن معماری به انجام رسیده‌اند. در تمامی این مطالعات، فرض بر این بوده است که معماران گذشته از ترسیمات هندسی پایه‌ای، برای شکل دادن به اثر از معماری استفاده می‌کردند، یا حداقل از آن برای به‌دست آوردن و تنظیم تناسبات اجزای بنا سود می‌بردند. ساده‌ترین مثال آن استفاده از «پیمون» در طراحی معماری و استفاده از روش‌های هندسی ساده برای ترسیم تاق‌ها و گنبد‌هاست.

مقاله حاضر با این فرض آغاز می‌شود که معماری بناها و ساختمان‌ها، به خصوص مسجدهای دوران صفوی، نمی‌تواند تنها بر مبنای اصول سازه و به منظور تزئین آن شکل گرفته باشد. حتماً در طراحی آن‌ها از اصول هندسی و ترکیبات خاصی استفاده شده که هدف این مقاله یافتن این تناسبات است. تدوین یک مجموعهٔ اطلاعاتی از کاربرد هندسه در معماری سنتی، به کشف رمز زبان هندسه در معماری ایرانی یاری می‌رساند.



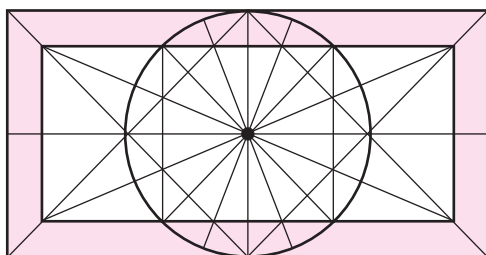
مریم شفیعی
مدرس پژوهش‌سرای
دانش‌آموزی زکریای رازی
ناحیهٔ یک ری

محدثه تاجیک
و حنانه یزدی
دانش‌آموزان پژوهشگر
پژوهش‌سرای دانش‌آموزی
زکریای رازی ناحیهٔ یک ری

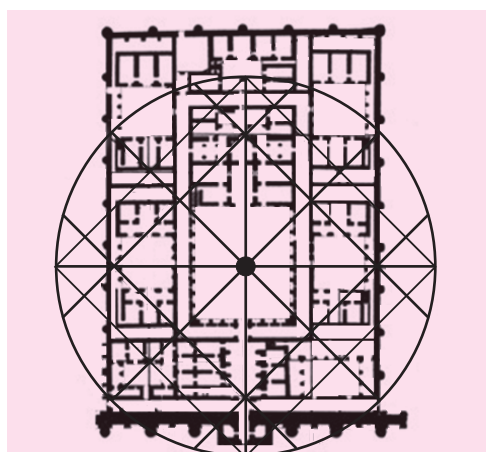
جایگاه هندسه در معماری ایرانی - اسلامی

قائم در چارچوبی از مربع و مثلث‌های متساوی‌الاضلاع طراحی شده است که برخوردگاه‌های آن‌ها همه نقاط ثابت مهم، نظیر عرض و ارتفاع درها، عرض، طول و ارتفاع سالن‌ها، موقعیت کتیبه‌ها و غیره را مشخص کرده است. بنابراین،

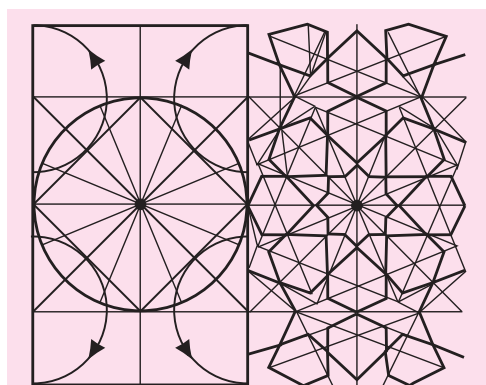
در معماری بناها و مسجدهای ایرانی، از ابزار هندسه متناسب با شرایط زمانی و مکانی و نیازهای هر ساختمان به‌خوبی استفاده شده است. لذا با وجود الگوی تقریباً مشابه مسجدها در هر دورهٔ تاریخی ایران، هر ساختمان معماری منحصر به خود را دارد. در این بناها پلان و مقطع



تصویر ۱ (الف) تحلیل هندسی فرش مقبره شیخ صفی الدین اردبیلی بر مبنای تقسیم هشت.



تصویر ۱ (ب) تحلیل هندسی قصر مشتی در سوریه بر مبنای مربع و مستطیل ۷۲.



تصویر ۱ (پ). تحلیل هندسی نوعی گره چینی بر مبنای تقسیم هشت السعید، ۱۳۱۰.

اندازه هر قسمت به وسیله تناسب معینی با هر قسمت دیگر مرتبط است. در نتیجه، یک ساختمان مجموعه‌ای از اجزای غیرمتجانس نیست، بلکه ترکیبی هماهنگ از اجزا با ارتباط‌های متناسب است که به فضا حرکت و به چشم آرامش می‌دهد [حجاری، ۱۳۸۷].

بحث در مبنای کاربرد هندسه در معماری ایرانی - اسلامی گسترده است، اما شرح کوتاهی درباره این مبنای می‌تواند به درک جایگاه هندسه در معماری سنتی ایرانی کمک کند. در این بخش اشاره‌ای خواهیم داشت به آنچه باعث ارزش یافتن هندسه و نظم نزد مسلمانان شده است. در هنر اسلامی، تمامیت کائنات به وسیله هندسه و عددها قابل درک می‌شود [Akkach, 2015]. استفاده از هندسه در شاخه‌های گوناگون هنر اسلامی، به‌خصوص معماری و هنرهای وابسته به آن، دارای جایگاه ویژه‌ای است. نمونه‌هایی از کاربرد هندسه در آثار هنری اسلامی را در تصویر ۱ می‌بینیم.



دایره که نمادی از حرکت پیوسته و مدور آسمان است، با الوهیت نیز ارتباط دارد

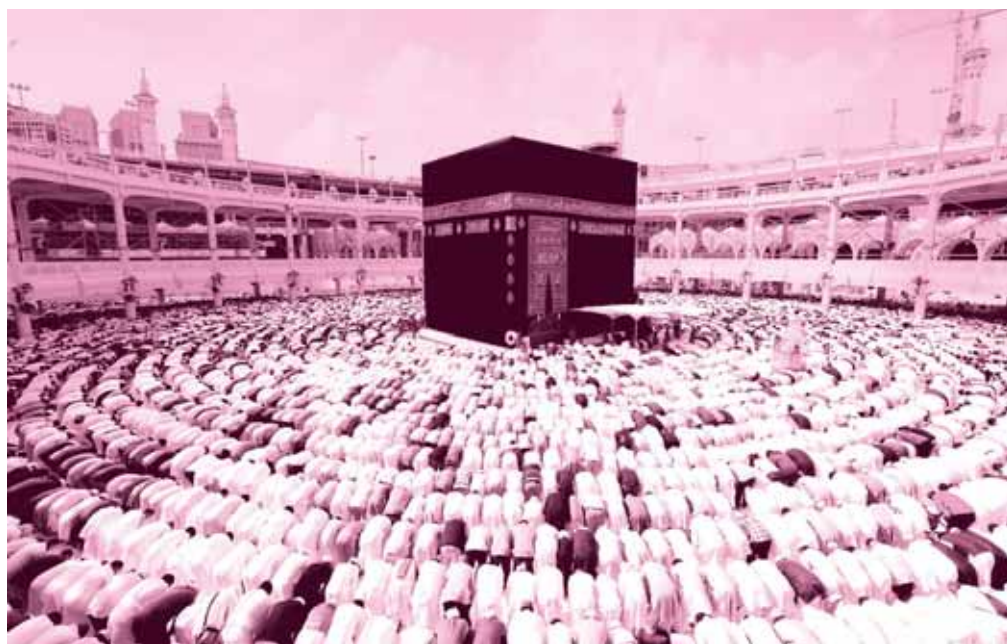
نقش دایره و مربع در اندام‌های معماری ایرانی

دایره در واقع همان نقطه است. نقطه می‌تواند به شکل‌های متفاوت نمود داشته باشد، اما شکل متداول و عام آن دایره است که از تمام جهات به صورت یکسان و مساوی رشد کرده است. افلاطون معتقد بود: دایره شکلی کامل است. در طبیعت هزاران شکل داریم که سطح مقطع آن‌ها دایره است.

دایره که نمادی از حرکت پیوسته و مدور آسمان است، با الوهیت نیز ارتباط دارد. معمولاً مخاطب و بیننده شکل دایره، به‌طور فطری و ذاتی نقاطی فرضی را روی خط محیط دایره با مرکز دایره می‌سنجد. در مرکز دایره تمام شعاع‌ها به نحوی هماهنگ کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. نقطه مرکز دایره در برگیرنده تمام خط‌هایی است که از مبانی مشترک هماهنگ با یکدیگر نشئت می‌گیرند. یکپارچگی این خط‌ها در این نقطه مرکزی در اوج کمال خویش است، و چون فاصله نقاط فرضی روی محیط دایره با مرکز یکسان است و به‌طور کلی تمامی شرایط در دایره به‌طور یکسان است، پس اعتدال و تعادل کامل را در دایره می‌توان احساس کرد. خصوصیات و ویژگی‌های مربوط به دایره را در فرم سه‌بعدی، می‌توان در «کره» و «استوانه» یافت. دایره در معماری سنتی نمادی است روحانی که دارای ارزش‌های مقدس و آسمانی در ارتباط با عالم بالا و

ملکوت اعلاست.

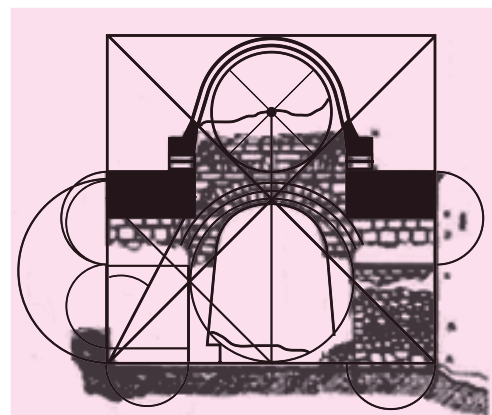
شکل مربع از ترکیب و تقاطع دو خط موازی عمودی، و دو خط موازی افقی، به‌وجود می‌آید. دارای چهار ضلع و چهار زاویه مساوی است. هر زاویه مربع ۹۰ درجه و مجموع چهار زاویه آن ۳۶۰ درجه است. طبق نظر فیثاغورس، مربع نماینده وحدت‌گونه‌ها و نشان‌دهنده برابری یک چیز با خودش به نحوی نامتناهی است. در نتیجه می‌تواند نمادی از عدالت قانون تلقی شود که همه را به یک چشم می‌نگرد. از نظر افلاطون، مربع نماینده هماهنگی است که عالی‌ترین فضیلت به‌شمار می‌آید؛ شناختی کامل که شخص می‌تواند از طریق آن به حقیقت مطلق دست یابد. مربع شکلی است ثابت‌گرا که اضلاع و زوایای برابرش احساسی از سکون، استحکام و حصار به بیننده القا می‌کنند و چهارپایه مستحکم برای اشیایی محسوب می‌شوند که به ثبات احتیاج دارند. گاهی کمال ایستای مربع یا مکعب با نمادگرایی پویای دایره ترکیب می‌شود. این امر در مورد کعبه مصداق دارد که مرکز مناسک طواف است و بی‌شک یکی از کهن‌ترین عبادتگاه‌هاست. مناسک طواف با دقت تمام بیانگر رابطه بین عبادتگاه و حرکت آسمانی است. طواف هفت‌بار انجام می‌شود که با تعداد کرات آسمانی هم‌خوانی داشته باشد؛ سه مرتبه شتابان و چهار مرتبه با قدم‌های کوتاه [آردلان، ۱۳۹۲].



تصویر ۲. کعبه

چهار تاقی

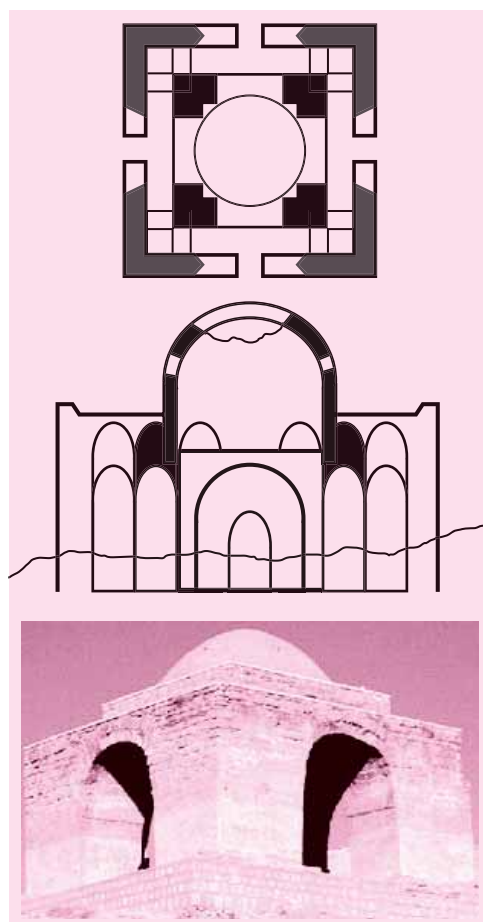
چهار تاقی بنایی چهار گوش با گنبدی است که بر مربعی از چهار قوس قرار گرفته است و با یک ورودی در هر طرف، شناخته می‌شود. چهار تاق در شکل‌های پایه‌ای ترکیبی از مربع و دایره است.



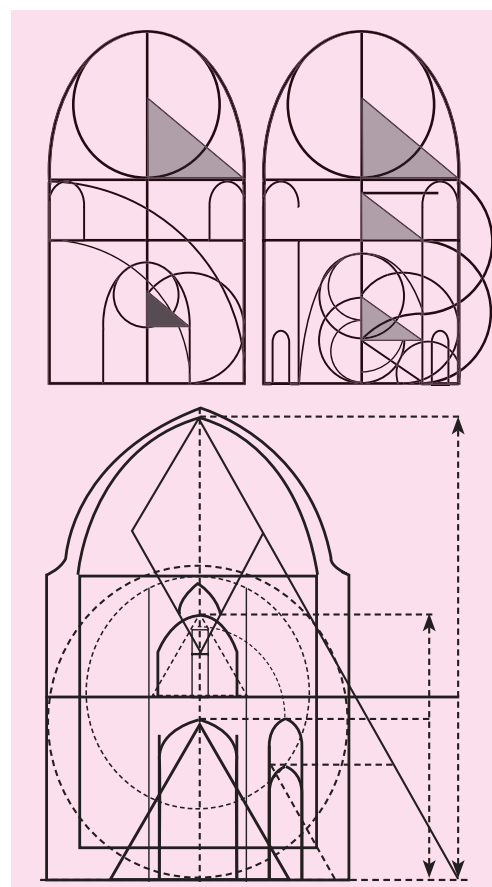
تصویر ۳ (الف). بالا: تحلیل هندسی چهار تاقی نیاسر از هاردی اگدار، ۱۳۸۸.

در چهار تاقی، گنبدی مدور یا کروی بر فضای مستطیلی قرار داده می‌شود که نشان‌دهنده دنیای کیفیت ناب است. چهار تاقی با مفهوم سنتی به گونه‌ای وارد دنیای شکل‌های اسلامی شد که اهمیت پیشین خود را حفظ می‌کرد. چهار تاقی از دیدگاه درون‌گرایی اسلامی به نماد یکپارچگی و آفرینش تبدیل شده و مانده است. این شکل که نماد سبکی و پویایی مطلق روح است، آغاز و پایانی ندارد. تنها نقطه مرجعش مرکزش است که محور متافیزیکی آن را به محور تکیه‌گاهش متصل می‌کند، از آن می‌گذرد، و دو شکل دایره و مربع را به صورت کیفی یکی می‌کند.

بهترین بقایای تاریخی آن را می‌توان در معابد ساسانیان که آتش نمادین در مرکزشان می‌سوخت، یا در اورنگ‌گاه‌های شاهنشاهی، مانند تخت تاقدیس و شاید بهتر از همه در طرح‌های مشابه چهارباغ در بهشت‌های ساسانیان یافت. (تصویر ۳ و ۴)



تصویر ۴. شکلی دیگر از چهار تاقی نیاسر



تصویر ۳ (ب). تحلیل هندسی گنبد تاج‌الملک مسجد جامع اصفهان [پوپ، ۱۳۵۶].

در معماری ایرانی به ندرت به بشن گرد برمی خوریم و معمولاً قسمت انتهایی بشن به شکل مربع و گاهی مستطیل است

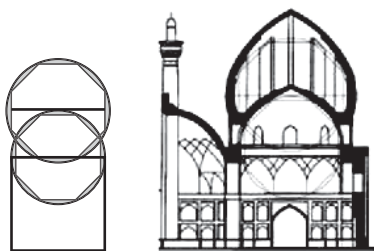
گنبد

یافته‌ها

در معماری مسجدها، به خصوص مسجدهای دوره صفوی، هندسه دارای تناسب خاصی است که در ادامه به بررسی و تحلیل چند نمونه از آن‌ها می‌پردازیم (جدول ۱). مشاهده می‌شود که در تمامی برش‌های افقی (پلان)، قطر دایره مماس شده برابر است با ضلع مربع محاطی (تصویر ۶). در تقسیماتی که توسط هشت‌ضلعی مماس بر دایره است، رابطه فیثاغورس به دست می‌آید (تصویر ۷). در برش عمودی (مقطع) نیز همین رابطه برقرار است؛ با تفاوت اینکه در اینجا ضلع مربع بر قطر دایره مماس است (تصویر ۸).



در مسجد شیخ لطف‌الله، برش عمودی (مقطع) با مماس کردن ضلع مربع بر قطر دایره، ارتفاع گنبد تا کف را نشان می‌دهد. در مسجد امام که دارای گنبد دو پوسته گسسته است، برش عمودی (مقطع)، با مماس کردن ضلع مربع بر قطر دایره پوسته داخلی، ارتفاع گنبد تا کف را نشان می‌دهد. ضلع پایینی هشت‌ضلعی پوسته خارجی؛ مماس بر قطر دایره پوسته داخلی است.



تصویر ۹. گنبد دو پوسته مسجد امام

در مسجد آقانور و مسجد علی که دارای گنبد تک پوسته با انحنای کمتر هستند، برش عمودی (مقطع)، با مماس کردن ضلع مربع بر قطر دایره، ارتفاع کمتر گنبد تا کف را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

ترکیب‌بندی و تناسب هندسی در تاریخ معماری سنتی ایران به شیوه‌های گوناگون وجود دارد. در معماری مساجد، به دلیل کاربرد ایده‌ها، تفسیر هندسه به شیوه‌های مقدس ارائه شده است.

تعریف هندسی گنبد: گنبد مکان هندسی نقطاتی است که از دوران چفدی مشخص حول یک محور قائم به وجود می‌آید. اما در زبان معماری، گنبد پوششی است که روی زمینه‌ای گرد برپا شود.

تعریف کاربردی گنبد: سقفی است نیم کره‌ای یا مقعر که معمولاً بالای پلان‌های مدور یا مربع و کثیرالاضلاع، که با کمک گوشوار مدور می‌شوند، تعبیه می‌شود.

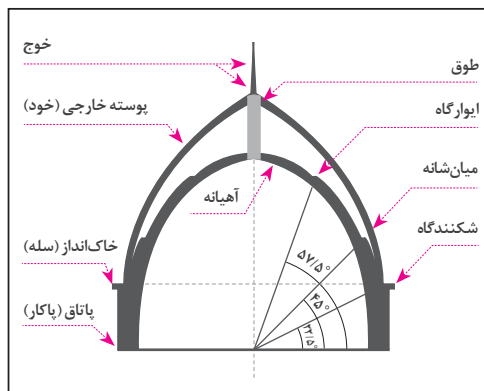
اجزای تشکیل دهنده ساختمان گنبد

گنبد از سه قسمت تشکیل می‌شود:

۱. **گنبدخانه** = زمینه گنبد
 ۲. **بشن** = هیکل. یعنی قسمتی از گنبد که روی زمینه به صورت مکعب بالا می‌آید و یک یا دو طرف آن باز است (در گنبدهای قبل از اسلام هر چهار طرف به دهانه‌های باز منتهی می‌شد).

۳. **چپیره** = جمع شده

از آنجا که در معماری ایرانی به ندرت به بشن گرد برمی خوریم و معمولاً قسمت انتهایی بشن به شکل مربع و گاهی مستطیل است، با چپیره کردن آن‌را به دایره تبدیل می‌کنند و بعد گنبد روی آن سوار می‌شود. به همین دلیل، مرحله چپیره‌شدن در گنبدسازی شایان توجه است. زیرا امکان داشتن زمینه گرد است که اجرای نهایی پوشش گنبد را میسر می‌سازد. معمولاً در نقشه‌هایی که پوشش به صورت گنبد طراحی می‌شود، زمینه را به شکل مربع در نظر می‌گیرند تا به سادگی بتوان آن را به ۸، ۱۶، ۳۲ ضلعی و... و بالاخره دایره تبدیل کرد [پیرنیا، ۱۳۷۰]. (تصویر ۵)



تصویر ۵. برخی از اجزای گنبد

نام بنا	ترکیب شکل در پلان	ترکیب شکل در مقطع	ارتباط مربع به دایره	تصویر
مسجد شیخ لطف‌الله (اصفهان)			قطر دایره = ضلع مربع $\sqrt{a^2 + b^2} = c$	
مسجد امام (اصفهان)			قطر دایره = ضلع مربع $\sqrt{a^2 + b^2} = c$	
مسجد آقاانور (اصفهان)			قطر دایره = ضلع مربع $\sqrt{a^2 + b^2} = c$	
مسجد علی (اصفهان)			قطر دایره = ضلع مربع $\sqrt{a^2 + b^2} = c$	

* منابع

۱. اردلان، نادر (۱۳۹۲). *حس وحدت*. انتشارات علم معمار رویال. تهران. چاپ چهارم.
۲. پوپ، آرتور (۱۳۵۶). *معماری ایران، پیروزی شکل و رنگ*. ترجمه کرامت‌الله افسر. انتشارات یساوئی، تهران.
۳. رضازاده اردبیلی، مجتبی و ثابت فرد، رضا (۱۳۹۲). «بازشناسی کاربرد اصول هندسی در معماری سنتی». *نشریه هنرهای زیبا*. شماره ۱، بهار.
۴. حجازی، مهرداد (۱۳۸۷). «هندسه مقدس در طبیعت و معماری ایرانی». *مجله تاریخ علم*. شماره ۷.
۵. لولر، رابرت (۱۳۶۸). *هندسه مقدس*. ترجمه هاید معیری. مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، تهران.
۶. رضازاده اردبیلی، مجتبی (۱۳۹۰). *مرمت آثار معماری: شناخت، آسیب‌شناسی و فن‌شناسی*. انتشارات دانشگاه تهران.
7. Akkach, Samer (2005), *Cosmology and Architecture in Premodern Islam*, State University of New York Press, New York.
8. Donato, Sandro (1990), *IRAN, La Ricostruzione Delle Aree Distrutte Dalla Guerra*, Gangemi Editore, Roma, Reggio C.

با بررسی‌های انجام شده به این نتیجه می‌رسیم که هندسه در معماری مسجدها، به‌خصوص در دوران صفوی، از الگوهایی که از ترکیب شکل‌های مربع و دایره شکل می‌گرفت، ایجاد می‌شد. حس این ترکیب‌بندی در پلان‌های افقی و عمودی در محدوده گنبد خانه‌ها به کرات دیده می‌شود و از نوع یک رابطه هندسی متناسب است. این رابطه در تقسیم‌بندی از کف تا بطن (بشن) در محدوده گوشه‌سازی (ناحیه انتقال)، و در ناحیه ارتفاع گنبد و ارتفاع نهایی (خیز گنبد) وجود دارد. آنچه‌آن که بررسی‌های تطبیقی نشان می‌دهند، در گنبد‌های دو پوسته گسسته، به علت ارتفاع زیاد، هر پوسته به‌طور جداگانه هندسه خود را دارد.