

# هنر اسلامی

## شیوه رسم هندسی در معماری ایران

(دوران اسلامی)

مهندس بهزاد مولوی

مقایسه‌ای کوتاه میان هنرهای اسلامی نشان می‌دهد که برای خلق آثار هنری معمولاً از شیوه‌های مشابهی استفاده می‌شده است، چنانکه شعر و ادبیات منظوم با استفاده از سلسله‌ها (عروض) شکل گرفته و الحان موسیقی با به کارگیری دستگاه وزن آفریده شده و در هنرهای تجسمی نیز طرح و نقش و یا گره‌بندی و ترسیمات هندسی معینی در کار بوده است. بنابراین به نظر می‌رسد که در گذشته برای طراحی معماری نیز از روال یا دستگاه معینی استفاده می‌شده است. مقاله زیر که براساس مطالعات رساله پایانی نگارنده \* تهیه شده است، جستجو برای یافتن دستگاهی است که طراحی معماری در گذشته بر پایه آن انجام می‌گرفته است.

\*

بهزاد مولوی، شیوه رسم هندسی در معماری ایران (دوران اسلامی)، پایان نامه کارشناسی ارشد معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، نیمسال دوم تحصیلی ۶۸-۶۹

آثار معماری گذشته ایران در دوران اسلامی نشان دهنده بکارگیری عمیق و وسیع هندسه در طراحی معماری بوده‌اند. در واقع در نبود واحدهای اندازه گیری دقیق. روشهای ترسیمی با استفاده از قواعد هندسه بسیار رایج و تقریباً تنها روش طراحی معماری بوده است.

معماران گذشته، عموماً ریاضیدان نیز بوده‌اند و حداقل از هندسه و مثلثات آگاهی کافی داشته‌اند و در طرحهای خود از قواعد آنها استفاده می‌کرده‌اند.

مطالعه در مورد تاریخچه روشهای ترسیمی و استفاده از هندسه و ریاضیات در طراحی معماری نشان می‌دهد که یکی از سنت‌های اصلی ترسیم هندسی، تعیین اندازه‌های طولی از طریق نقطه‌های زاویه‌نگار است.

مطابق این روش، اندازه‌های طولی، چه در افق و چه در ارتفاع، از طریق زاویه‌یابی از مرکز هندسی هر زمین تعیین می‌شوند. سابقه این روش بسیار طولانی است و نوعی از این شیوه که مورد بحث این رساله است تقریباً مخصوص به تمدن اسلامی است. اما از آنجا که دانش‌های فنی همواره میان ملل مختلف و فرهنگ‌های گوناگون مبادله می‌شده می‌توان گفت که ریشه‌های آن در تمدن‌های قبل از اسلام شکل گرفته است.

الف: مساحی و ترسیم هندسی در معماری گذشته

اولین تجارب اندازه گیری و مساحی که بعدها موجب پیدایش علم هندسه شد، در مصر باستان بود. بالا آمدن آب رودخانه نیل در هر سال و آنکه زمینهای زراعی به زیر آب فرو رفته و مرزهای آنها ناپدید می‌گشت، موجب شد تا روش‌های معینی برای تقسیم بندی زمینها و تعیین مجدد حدود املاک به کار گرفته شود. "نقشه برداران باستانی برای تعیین به کمیت اساسی در نقشه برداری، یعنی امتداد، فاصله و زاویه، وسایلی ساخته بودند که اولین آنها ریسمان یا طناب بود با علائمی که برای تعیین فواصل به کار می‌رفت. تعیین زاویه بین دو امتداد، در مراحل اولیه نقشه برداری نیز با علامت گذاری دو جهت از یک مبدأ انجام می‌گرفت". (۱)

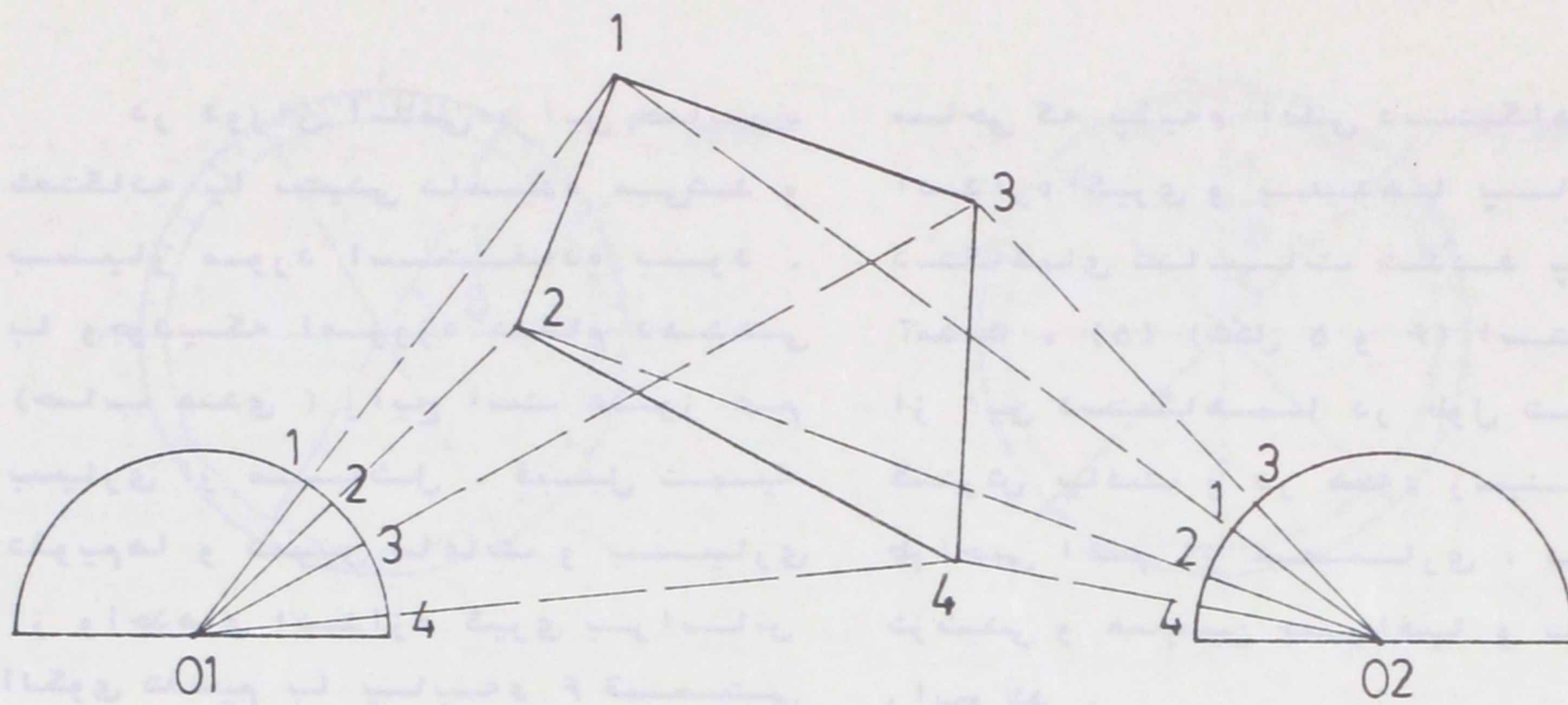
در واقع برای تعیین مجدد یک چند ضلعی روی زمین، از دو نقطه مشخص و ثابت (که امروزه موضع نما خوانده می‌شوند)، قبلاً هر راس آن چند ضلعی را نشانه روی کرده و امتدادها را روی صفحه دایرهای شکل بر روی تخته به پایه، که مرکز آن همان نقطه موضع نما بود درج می‌کردند. به این ترتیب، برای هر راس آن چند ضلعی، دو امتداد از نقاط موضع نما مشخص می‌شد و

برای تعیین مجدد آن نقطه کافی بود تا محل تلاقی آن دو امتداد پیدا شود. (شکل ۱)

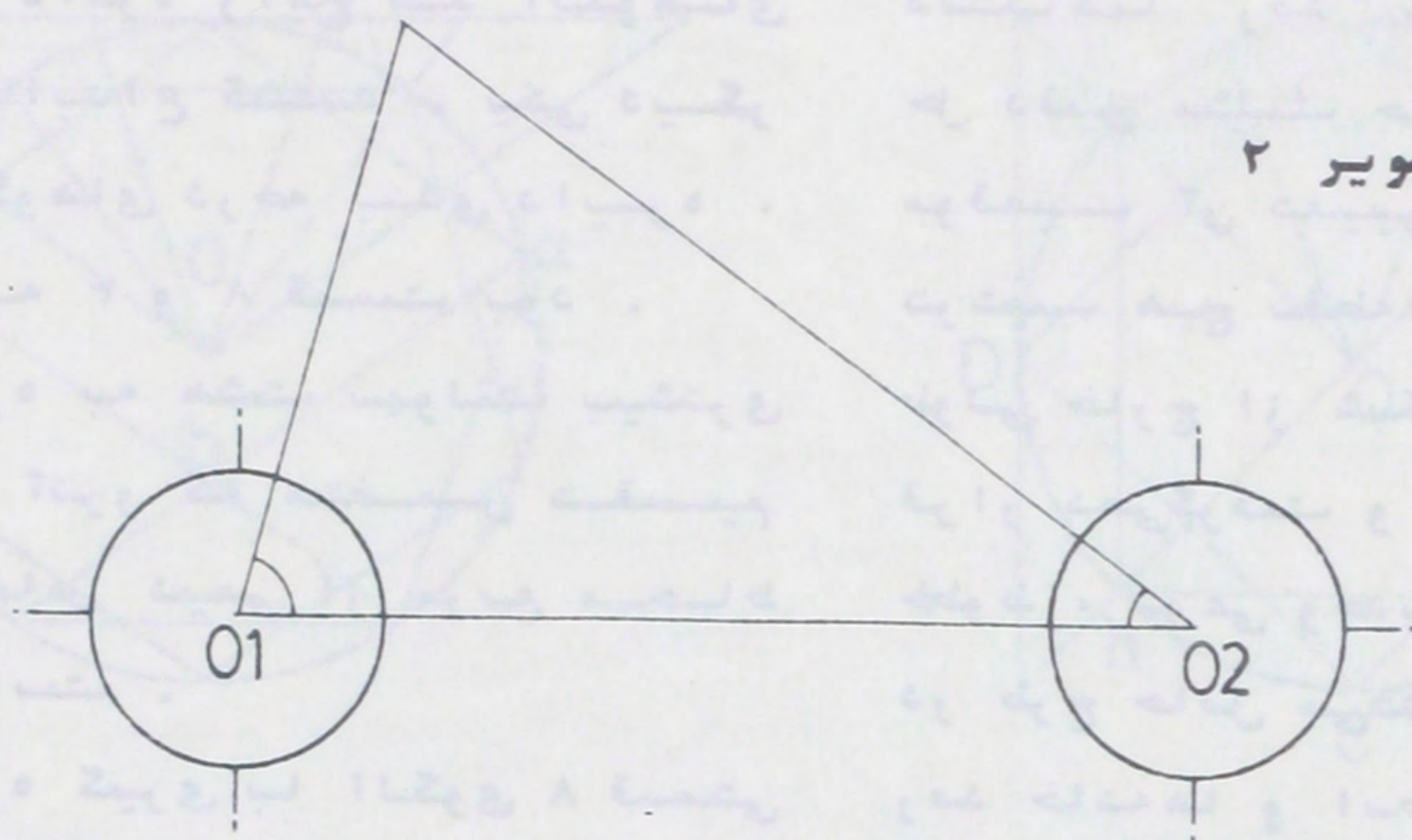
در ابتدا، برای هر قطعه زمین، دو برگه مشخصات بر روی صفحات دایره‌ای تهیه می‌شد. ولی از آنجا که این امر خالی از اشکال نبود، بتدریج این شیوه تکامل یافت.

به این ترتیب که با مدرج شدن صفحه دایره‌ای کافی بود تا تنها شماره‌های درجه امتداد هر راس چند ضلعی زمین‌ها در دفاتری ثبت شود تا حدود املاک هر کس روشن باشد. بنابراین اولین قدم در پیشبرد این روش اندازه گیری، عبارت بوده است از نحوه مدرج کردن دایره و تقسیم آن به قطعات مساوی. (۲)

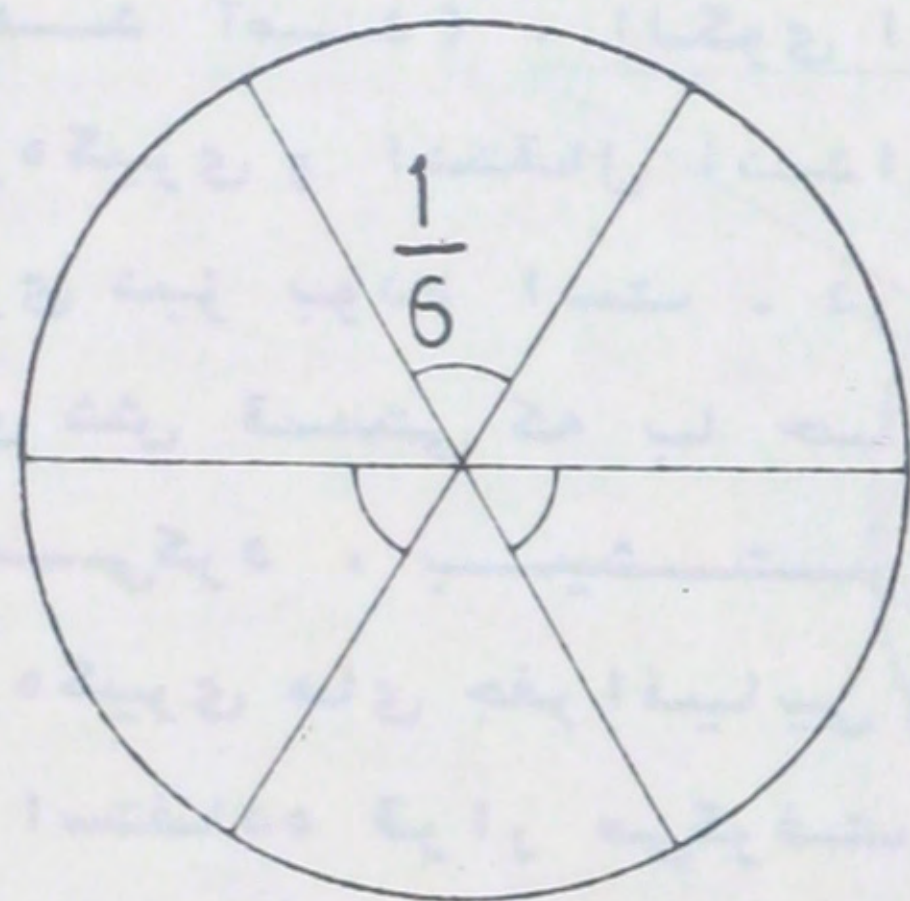
تاریخ اندازه گیری در طی قرون متمادی، شاهد تلاش ریاضیدانان برای تقسیم دایره به قطعات مساوی یا به عبارتی مدرج کردن آن است. مسئله اصلی در این کار، این بوده که درجه بندی صفحه دایره‌ای باید به گونه‌ای باشد که مثلث حاصله بین دو موضع نما و نقطه مورد نظر (مثلاً راس چند ضلعی) قابل محاسبه و حل باشد، یعنی این مثلث به دست آمده را به طریقی بتوان روی زمین رسم کرد و از آنجا که فاصله دو موضع نما  $\circ \circ$  ثابت و مشخص است، بنابراین فقط دو زاویه  $\circ$  و  $\circ$  زوایای معین و قابل ترسیم باشند. (۳) (شکل ۲)



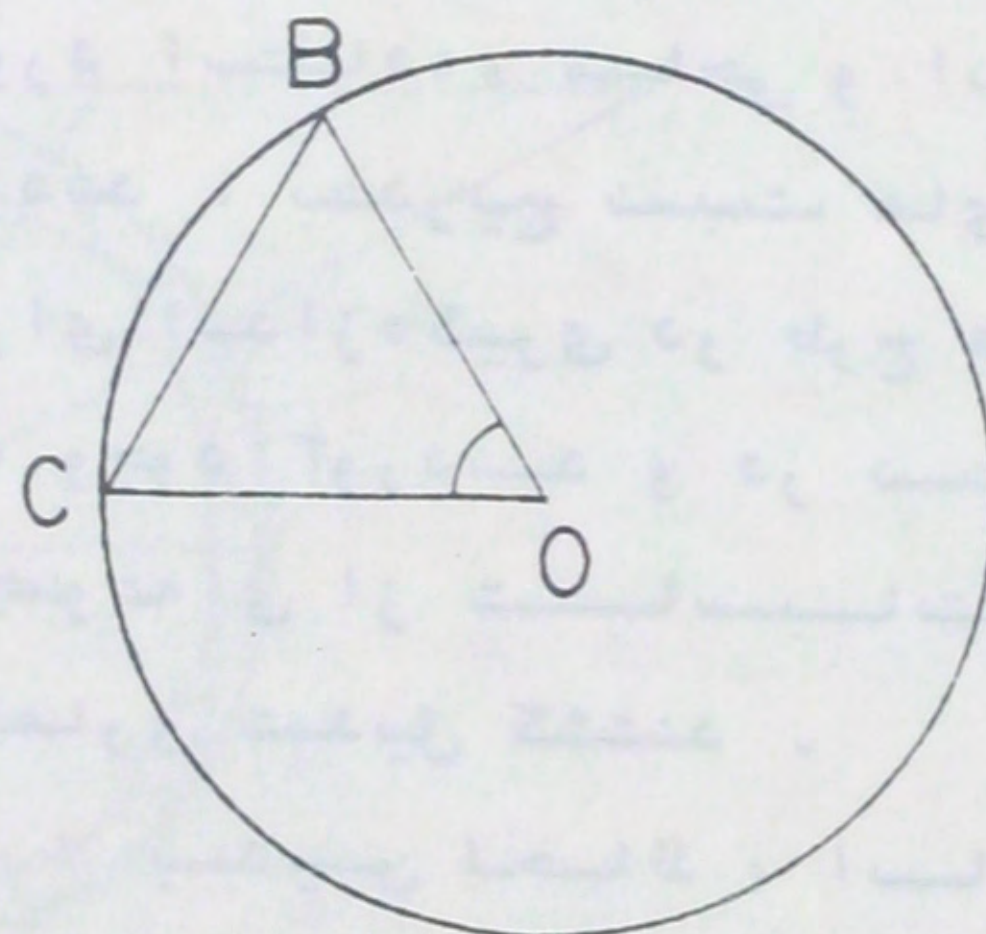
تصویر ۱



تصویر ۲



تصویر ۴



تصویر ۳

درجه بندی دایره منجر به این می‌شد که قطاع حاصل در داخل دایره و نیز مثلث داخل قطاع (OBC) مثلثی باشد که بتوان آن را حل کرد. (شکل ۳) اما حل مثلث قرنها بعد و با پیدایش دانش مثلثات در دوران شکوفایی تمدن اسلامی امکان پذیر شد و قبل از آن ریاضیدانان و مساحان ناچار بودند تا به زوایای شناخته شده و مثلثهای مشخص اکتفا کنند. ابتدایی ترین شیوه درجه بندی، تقسیم دایره به شش قسمت بود. زیرا با شعاع دایره می‌توان اینکار را کرد و سپس با استفاده از روش های هندسی آن را به ۱۲ قسمت و سپس به ۶ قسمت و دست آخر به ۳۶ قسمت تقسیم نمود. این گونه تقسیم بندی، هنوز هم رایج ترین الگوی تقسیم دایره است. مثلث مبنا در این شیوه درجه بندی مثلث متساوی الاضلاعی است که همه اضلاع آن برابر شعاع دایره و زاویه‌های آن نیز برابر ۶۰ درجه است. (شکل ۴) مصریان باستان دستگاه اندازه گیری بر مبنای دوازده را به کار می‌بردند. در حساب نیز برای اولین بار کلدانیها دستگاهی با مبنای ۶۰ را مورد استفاده قرار دادند. این دستگاه به این علت که شامل درجات بیشتری نسبت به سایر دستگاهها بود، قرنهای متمادی مورد استفاده قرار گرفت. (۴)

در دوران اسلامی ، این حساب ، شمتگانه یا ستینی نامیده می‌شد و بسیار مورد استفاده بود . با وجودیکه امروزه نظام دهنده‌ی (حساب هندی) رایج است هنوز هم بسیاری از مسائل ، قبیل تهیه تقویم‌ها و تعیین ساعات و بسیاری از واحدهای اندازه گیری براساس الگوی تقسیم با پایه ۶ قسمتی است .

با اینحال در گذشته دور و در همان زمانی که برای اولین بار الگوی شش قسمتی دایره رایج شد الگوهای دیگری نیز ابداع گشتند . یکی دیگر از این الگوهای درجه بندی دایره ، تقسیم آن به ۴ و ۸ قسمت بود . تقسیم دایره به هشت سهولت بیشتری دارد ، از آنرو که متضمن تقسیم دایره براساس نیمی از مربع محاط در دایره است .

اندازه گیری با الگوی ۸ قسمتی دایره ، از آنجا که متضمن استفاده از اندازه‌های دو برابر و یا نیم برابر و نیز ۲ است در امر ساختمان بسیار رایج بوده و (چنانکه بعداً خواهد آمد) ، الگوی اصلی در اندازه‌گیری و انتقال اندازه‌ها در معماری نیز بوده است . در عوض ، الگوی شش قسمتی که با حساب ستینی کار می‌کرد ، پیشتر برای اندازه‌گیری‌های جغرافیایی و نجومی مورد استفاده قرار می‌گرفت .

به این ترتیب و در جریان مدرج کردن دایره‌ها ، دو دستگاه

مساحی که پایه اصلی دستگاههای اندازه گیری و بعدها پایه دستگاههای تناسبات شدند پدید آمدند . (۵) (شکل ۵ و ۶) استفاده از این دستگاهها در طول تاریخ گسترش یافت و در همه زمینهای طراحی اعم از معماری ، نقوش تزئینی و همچنین جغرافیا و نجوم رایج شد .

برای پیدا کردن فاصله و امتداد نقطه‌ای مفروض ، از دو نقطه ثابت دیگر آن را با همین دستگاهها "رصد" می‌کردند . سپس با حل دقیق مثلث حاصل از آن سه نقطه موقعیت آن تعیین می‌شد . به این ترتیب هیچ نقطه‌ای و در نتیجه هیچ طولی خارج از شبکه خطوط نشانه روی قرار نمی‌گرفت و در نتیجه همرسی خطوط ، نوعی وحدت و هماهنگی عالی در طرح حاصل می‌شد .

رصد خانه‌ها و اسطرلابها نیز بر همین اساس شکل گرفته و پایه‌ای برای محاسبات جغرافیایی و نجومی شده‌اند . (۶)

درجه بندی صفحات دایره‌ای که مورد استفاده مساحی و اندازه گیری بودند ، بتدریج نسبت های معینی برای اندازه‌گیری در طرح های معماری به وجود آوردند و در نتیجه به مجموعه‌ای از تناسبات رایج در معماری تبدیل گشتند .

بدین لحاظ ، اساس همه تناسبات عبارت از تقسیم دایره به قسمت های مساوی و یا به عبارتی ،

ترسیم چند ضلعی های منظم بوده است . در کنار شش ضلعی و هشت ضلعی ، پنج ضلعی منظم نیز رایج بوده : بویژه که این چند ضلعی دارای توان ارائه نسبت های طلائی نیز هست .

وجه مشترک همه این دستگاهها دایره است که اولین شکل منظمی است که توسط بشر شناخته شده و به دلیل استعدادهای گسترده آن ارزش مقدس یافته است .

"استفاده از دایره در اولین خطهای ابداع شده توسط انسان و همچنین در اولین کوششهای کودکان جهت ایجاد ارتباط با یکدیگر ، حتی قبل از اینکه علائم معمول ارتباطی را بیاموزند ، مشاهده شده است ." (۷) برای هر یک از چند ضلعیهای اولیه (شش ضلعی ، هشت ضلعی و پنج ضلعی) تعبیر استعاره‌ای و مفاهیم فرهنگی مختلفی ابراز شده است که هر یک جای تأمل دارد .

نحوه به کارگیری این دستگاهها تقریباً مشابه هم است .

دستگاه مربع که شکل غالب آن چرخش دو مربع محاط درون دایره با زاویه ۴۵ درجه است ، امکان ارائه نسبتهای ۲ و ۱/۲ و  $\sqrt{2}$  را نیز ضرایب آنها را فراهم می‌سازد .

"مربعهای ABCD و efqh ستاره‌ای هشت پر می‌سازد که آن را شبکه اصلی الگوی مبنا می‌نامیم .

با کشیدن ستاره‌های هشت پر متحدالمرکز با استفاده از روش وصل

کردن نقاط ، دستگاه هندسی ، تقسیمات جزء هماهنگ با نقش مبنا را ترتیب می‌دهیم . (شکل ۷)

دستگاه شش ضلعی امکان ارائه نسبت‌های ۲ و ۳ و  $\sqrt{3}$  و نیز ضرایب آن‌ها را دارد .

از این دستگاه بیشتر برای طراحی نقوش استفاده شده است . با اینحال ، آثار معماری نیز یافت می‌شوند که از آن بهره‌گیری کرده‌اند ، چنانکه نقاله‌های زاویه یاب امروزی نیز بازمانده‌اند . (شکل ۸)

دستگاه پنج ضلعی ، امکان ارائه نسبت طلایی را فراهم می‌سازد . عدد  $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$  را یونانیان نسبت زرین می‌خواندند .

چنانچه به نحوه ترسیم پنج ضلعی دقت کنید ، مشاهده می‌شود که اقطار آن ، همدیگر را به گونه‌ای قطع می‌کنند که نسبت قطعات به دست آمده طلایی است . (شکل ۹)

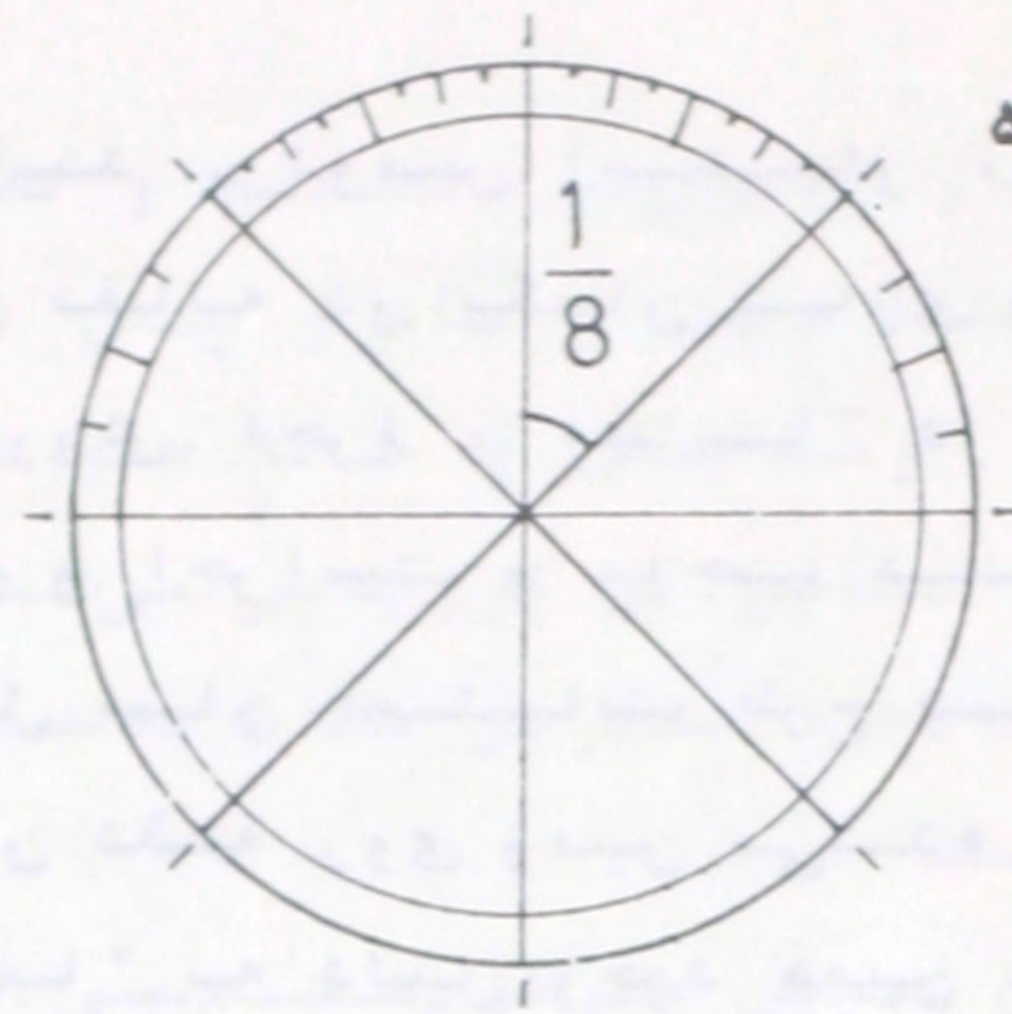
$$\frac{AB}{BC} = \frac{AC}{AB} = \rho$$

$$\frac{ab}{bc} = \frac{ac}{bc}$$

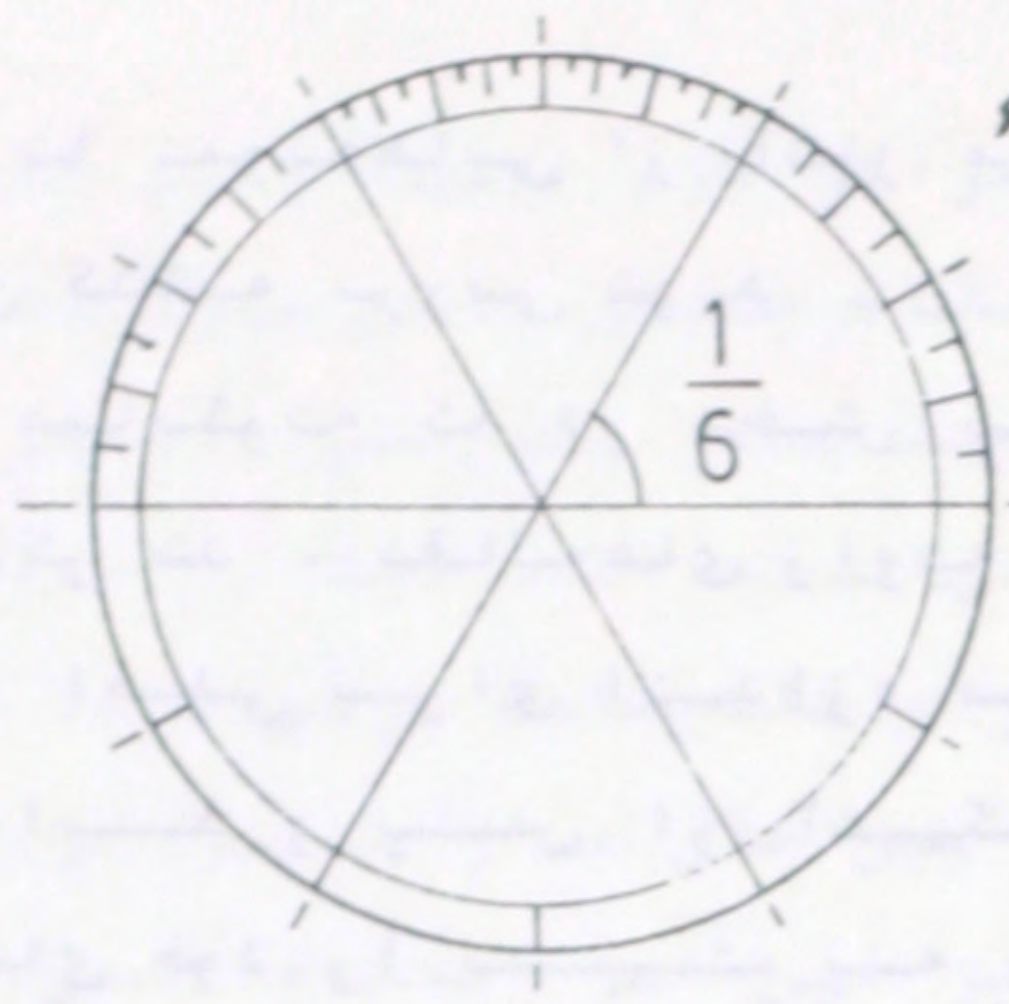
ب : شیوه رسم هندسی در معماری ایران (دوران اسلامی)

برای پی بردن به نحوه عمل و ارزشی که نقاله‌های زاویه‌نگار در تعیین طولها و در اندازه بخشی به تصورات معمارانه داشته‌اند ، لازم

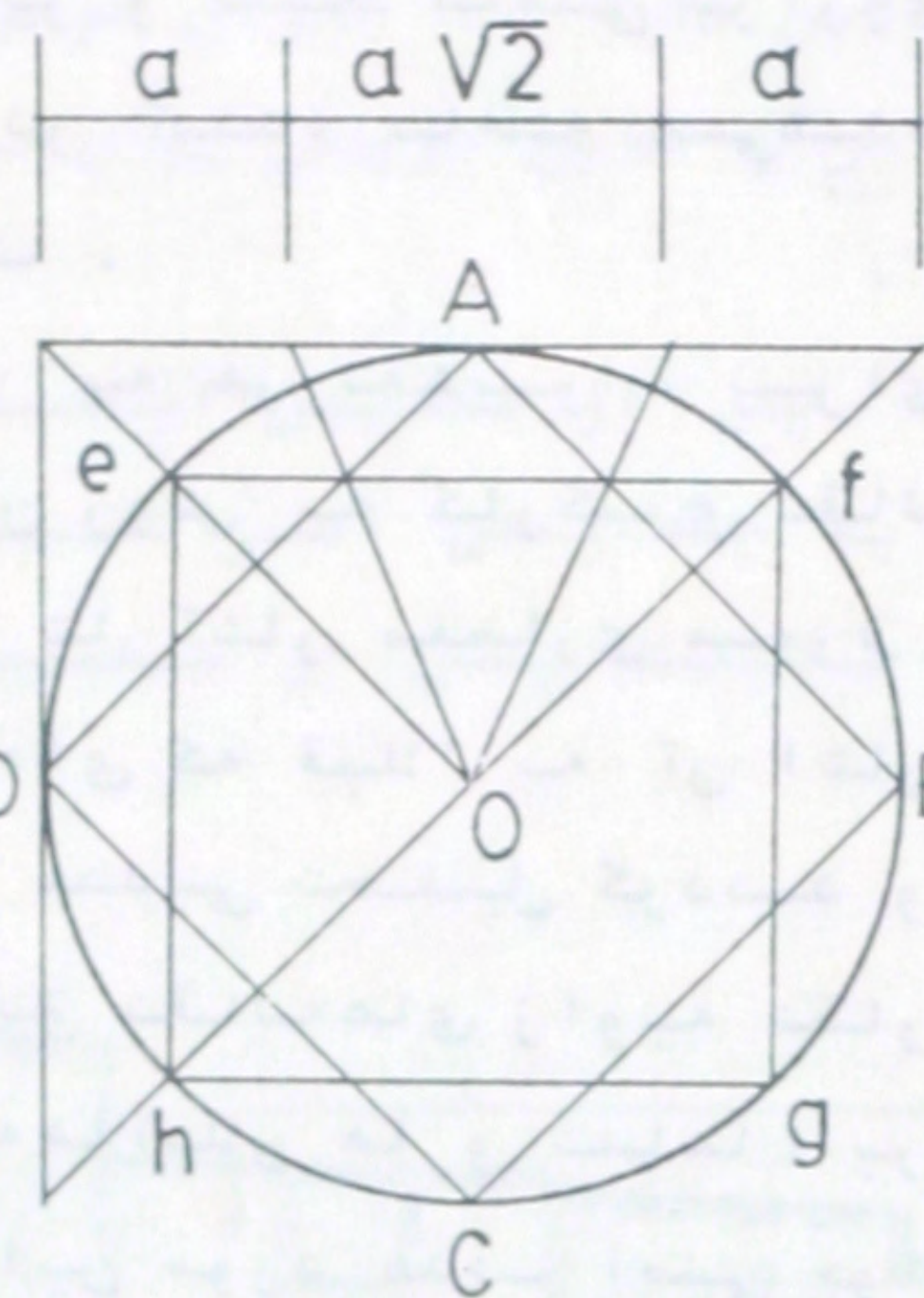
تصویر ۵



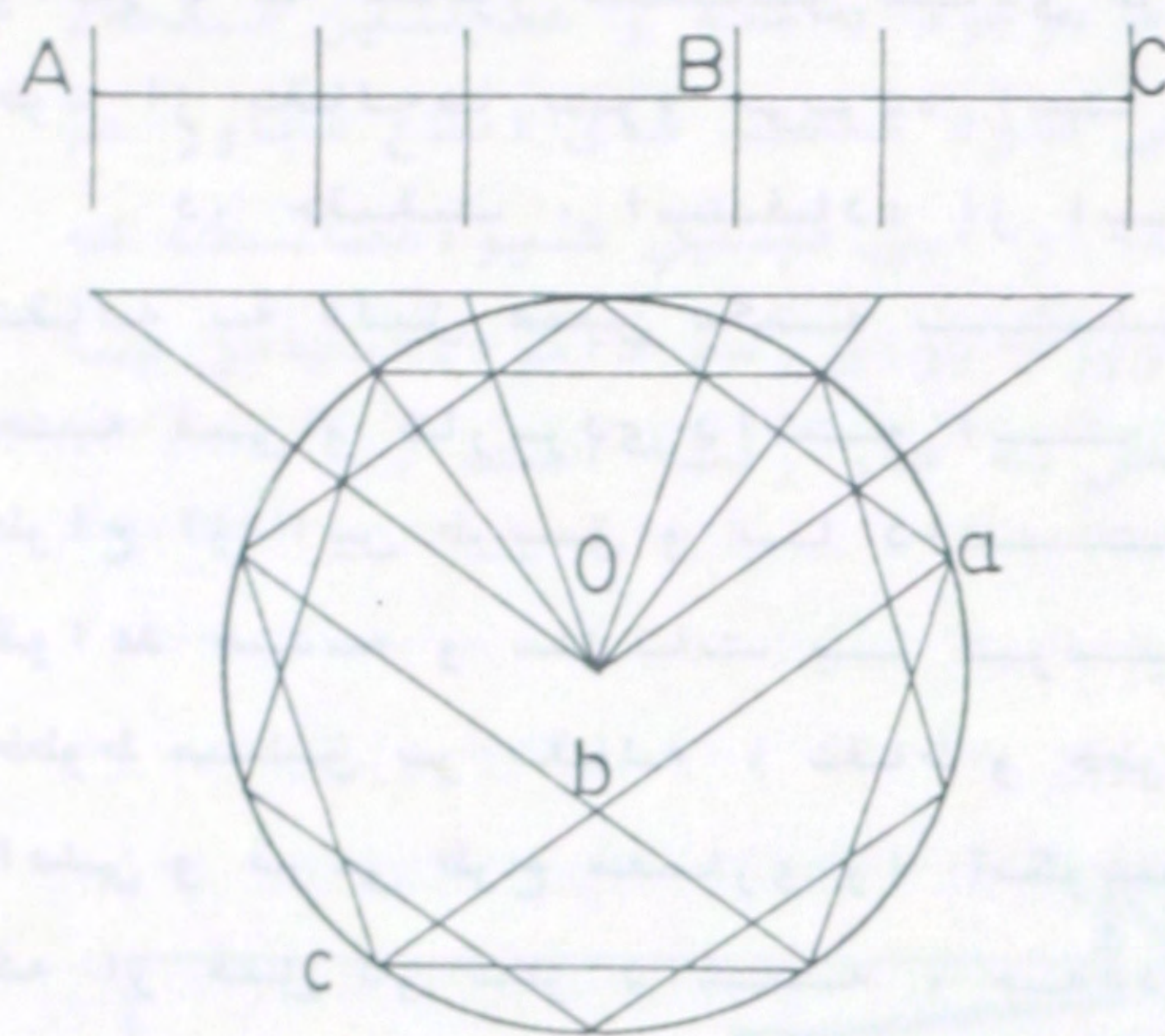
تصویر ۶



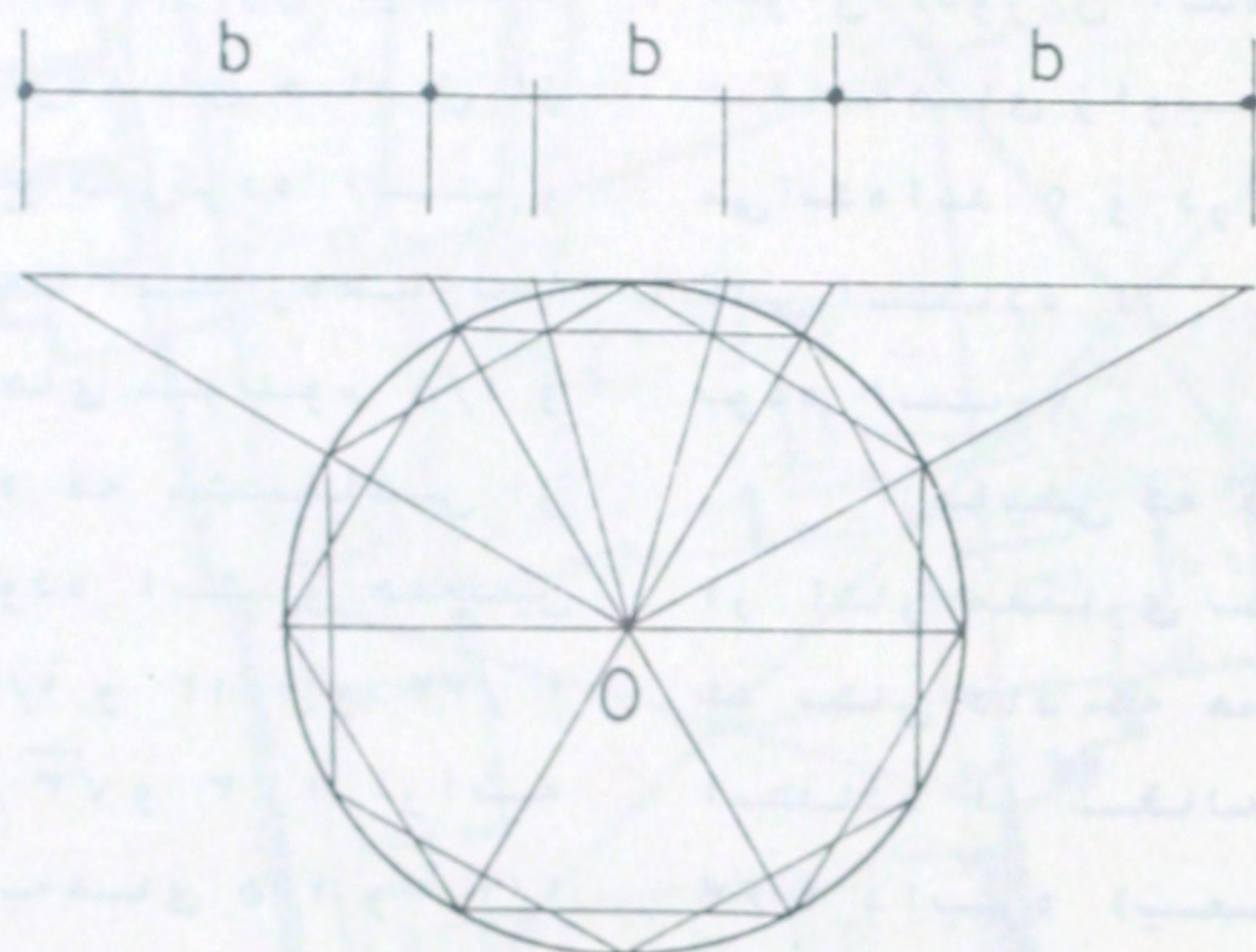
تصویر ۷



تصویر ۸



تصویر ۹



است تا نمونه‌هایی از آثار معماری دوران گذشته بررسی شوند . همانگونه که در بخش پیشین نیز ذکر شد ، نقاله‌های زاویه نگار ، ابزار اصلی برای اندازه بخشی بوده‌اند و پس از آنکه طراح ایده‌های خود را نسبت به نوع و ترکیب نما و اجسام انتخاب می‌کرده برای اندازه بخشیدن به آنها و در واقع ، به منظور تعیین مادی طرح خود از نقاله‌ها بهره می‌برده است . در حقیقت ، استفاده از این نقاله به دلیل همین نکته بیشتر جنبه فنی و کاربردی داشته است و طراح از این طریق و با دانستن قواعد هندسه و مثلثات با ترسیم خطوط منطبق بر نقاله ، نقاط و خطوط اصلی و فرعی طرح معماری را آنگونه که از قبل در نظر داشته ، چه در سطح و چه در ارتفاع ، تعیین می‌کرده است .

استفاده از این نقاله‌ها دو امتیاز داشته است : اول اینکه طراح خارج از اندازه‌های حاصل از نقاله چیزی را طرح نمی‌کرده است و بنابراین ، همه اندازه‌ها با استفاده از زاویه‌های مرسوم  $1/8$  و  $1/16$  و  $1/32$  دایره که مشتقاتی از نسبت‌های  $2$  و  $\sqrt{3}$  بوده است و همچنین زاویه‌های  $1/6$  و  $1/12$  و  $1/24$  دایره که نسبت‌های  $\sqrt{3}$  و  $3$  را ارائه می‌دهند و نیز زاویه‌های  $1/5$  و  $1/10$  و  $1/20$  دایره که نسبت‌های مربوط به اندازه طلایی را می‌دهند ، به دست

می‌آیند . دومین امتیاز ، کاربرد این نقاله در یکسان سازی روش طرح با روش اجرا و اساساً در تطابق طرح و اجراست و موجب هماهنگی کامل میان عملیات طرح با پیاده کردن نقشه روی زمین می‌شده است . غالباً به دلیل وجود همین نقاله‌ها ، طرح معماری همزمان و روی زمین انجام می‌شده و به همین دلیل ، طراح تصویر و تسلط کاملی بر روی فضایی که در آینده ساخته می‌شده داشته است .

به هر تقدیر ، برای معلوم کردن روش به کارگیری نقاله‌ها لازم بود تا آثار معماری مورد نظر با شیوه‌ای که قبلاً به آن اشاره شد از نظر هندسی تحلیل گردند و نحوهء تطبیق نقاله‌های زاویه نگار بر روی نقشه‌ها (پلان‌ها و نماها) بررسی شود . در این مورد هدف اصلی جوابگویی به این سؤال بوده است که آیا اندازه‌های آثار معماری گذشتهء ایران (دوران اسلامی) با استفاده از نقاله‌های زاویه نگار به دست می‌آمده‌اند ؟ و در این صورت روش کلی استفاده از این ابزار چگونه بوده است ؟

آزمایشی که در مورد بیست اثر از آثار معماری سنتی ایران انجام شد نشان داد که همگی این آثار با استفاده از نقاله با تقسیمات  $1/64$  دایره (یعنی با دستگاه تناسبات مربع) ترسیم شده‌اند و تقریباً تمامی اندازه‌های آنان حاصل

به کارگیری این گونه نقاله است . در انتخاب آثار معماری مورد نظر جنبه‌های تحقیقی کار مورد نظر قرار گرفته و سعی شده است تا مواردی انتخاب شوند که کمترین عوامل مغشوش کننده را در بر داشته و همچنین دارای مدارک (نقشه‌ها و مشخصات) کافی باشند . عموم این مدارک از مرکز تحقیقات و نقشهء دانشکدهء معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی تهیه شده‌اند .

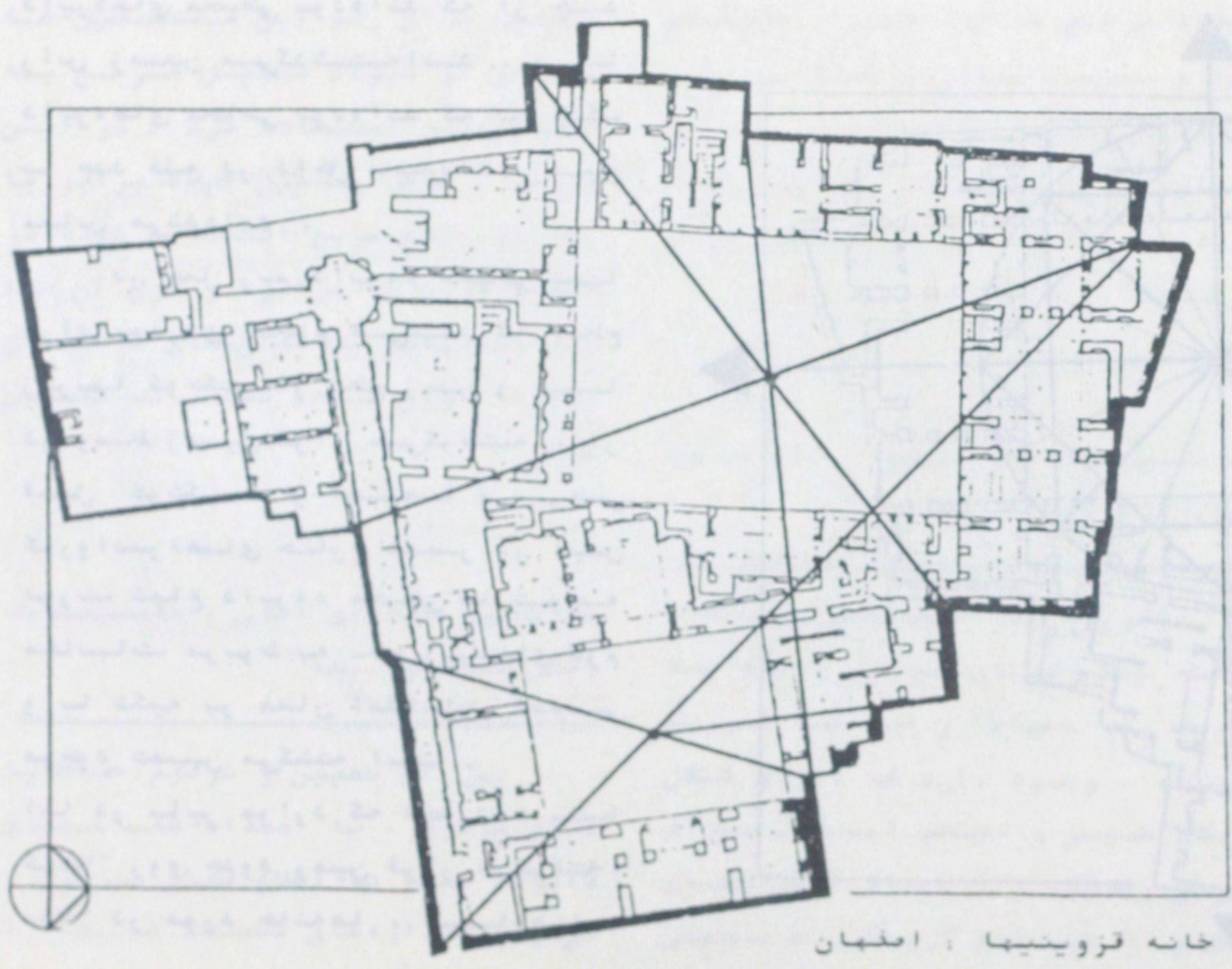
همچنین عملیات هندسی و تحلیلهای ترسیمی نیز جملگی و در تمام نمونه‌ها دارای روال ثابت بود که با استفاده از مطالعات بخش پیش و شیوهء مساحی در گذشته صورت گرفته و با حداکثر  $1\%$  خطا مبین تطبیق کامل نقاله و تقسیمات  $1/64$  دایره بر روی نقشه‌هاست که به دلیل گستردگی آن در محدودهء مقالهء حاضر نمی‌گنجد و به ذکر کلیات آن اکتفا می‌گردد . اعمال هندسی انجام شده در مورد هر یک از نقشه‌ها عبارتند از :

- ۱- تعیین مرکز هندسی فضای مرکزی بنا .
  - ۲- رسم دایرهء محاطی فضای مرکزی به مرکز نقطهء بدست آمده .
  - ۳- ترسیم شبکهء تناسبات و شعاعهای دایره مبتنی بر تقسیمات  $1/8$  و  $1/16$  و  $1/32$  و  $1/64$  دایره .
  - ۴- امتداد شعاعهای دایره و اکتشاف نقاط و اندازه‌های طرح .
- تحلیلهای هندسی فوق گذشته از

تعداد مراکز لازم ، با رسم اقطار زمین ، نقاط جدیدی حاصل می‌شده که پس از چند بار بررسی ، یکی از آنها می‌توانسته است میدانه استقرار نقطه برای تقسیمات فرعی گردد . در عین حال ، از سایر قواعد هندسی نیز این امر استفاده می‌شده است . انتخاب نقطه‌ایی روی یکی از اقطار که فاصله معین با خطوط یا نقاط موجود داشته و همچنین نقطه تلاقی عمود منصف های اضلاع مجاور هم باشد از این قبیل شیوه‌هاست که به ویژه برای رسم دایره محاطی یا محیطی به کار رفته است .

طراحی بسیار اهمیت داشته و لذا این کار با دقت زیاد و پس از چندین بار آزمایش و خطا صورت می‌گرفته و نتایج آن ارزیابی می‌شده است تا بالاخره بهترین نقاط بدست می‌آمده است . برای تعیین مرکز هندسی از شیوه‌های گوناگونی استفاده می‌شده است . تعیین محل تلاقی اقطار زمین و انتخاب این نقطه به عنوان مرکز ، از ساده ترین و شایع ترین روش‌ها بوده است . معمولاً پس از تعیین اینکه زمین باید به چند بخش اصلی تقسیم شود و در حقیقت پس از تعیین

اثبات موضوع رساله ، نتایج سودمندی در مورد نحوه به کارگیری مقاله ۶۴ قسمتی به دست داده است که از این طریق می‌توان شیوه رسم هندسی برای طرح معماری را به دست آورد . برای این منظور یک نمون از بناهای سنتی از طریق به کارگیری این مقاله دوباره طراحی می‌گردد تا مراحل کار روشن شود . نمونه انتخاب شده خانه قزوینیهای افغان است که دارای دو بخش اندرونی و بیرونی است و در اینجا تنها قسمت اندرونی آن تحلیل می‌شود .



خانه قزوینیها ، افغان  
نقشه طبقه همکف

۱- تعیین مرکز یا مراکز هندسی زمین

برای طرح یک نقشه ، قبل از هر چیز باید زمین مطابق عملکردهای لازم و متناسب با رسوم معماری به قطعات کوچکتر تقسیم شود برای این کار تعیین مرکز هندسی زمین که مرکز استقرار نقطه زاویه نگار جهت ایجاد تقسیمات باشد ضروری است . تعیین مرکز یا مراکز زمین در مورد همه ساختمانها ، چه با فضای باز مرکزی (نظیر خانه‌ها ، کاروانسراها ، مساجد ، مدارس ) ، و چه برای ساختمانهای با فضای مرکزی بسته (نظیر تیمچه‌ها و حمام‌ها) و چه بدون فضای مرکزی (در محل تلاقی محورهای تقارن) لازم بوده است ، زیرا تعیین نقطه استقرار نقطه‌ها در امر

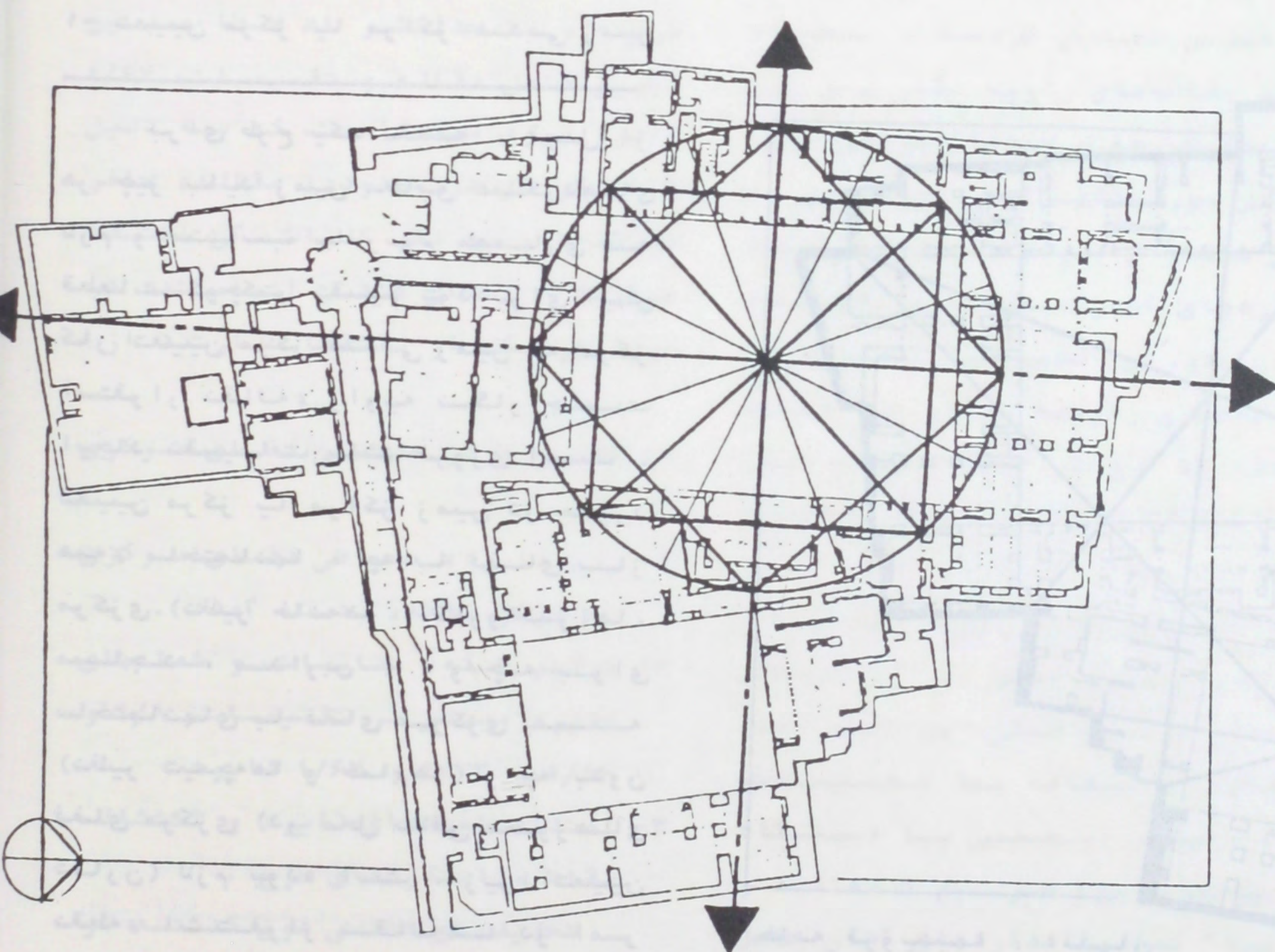
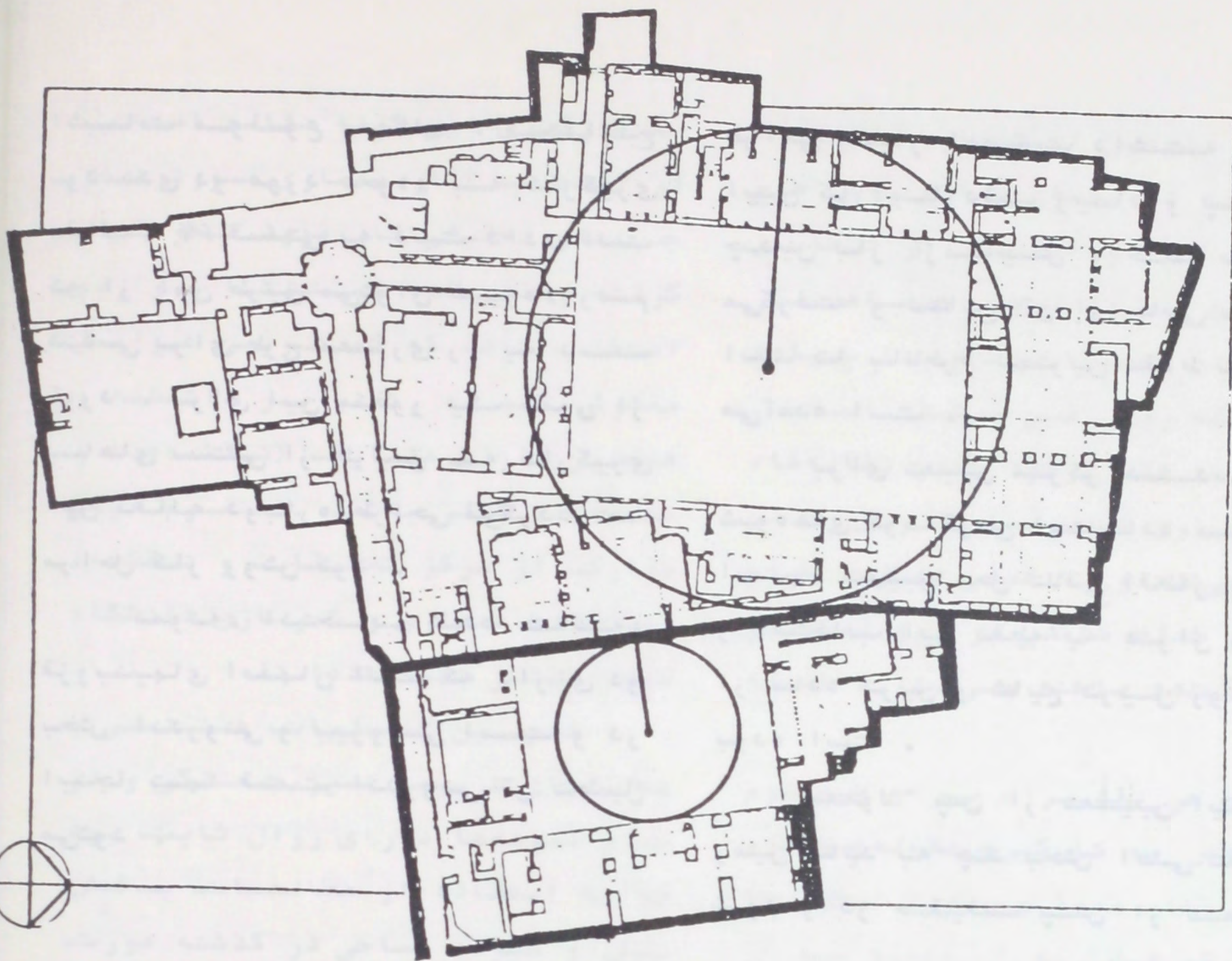
۲- رسم دواير محيطي يا محاطي

استقرار نقالهء زاويه نگار مستلزم تعيين دو عامل " مرکز و شعاع اوليه " است به طوري که از طريق آنها بتوان داييرهء مبنا و يا اصولاً " داييرهء را که بتواند نقطهء آغازين اندازهء هاي دستگانه تناسبات مربع باشد رسم کرد . اينست که پس از تعيين مرکز ، براي رسم داييره مبنا تعيين مناسب ترين شعاع اهميت داشته است .

معمولاً " رسم داييرهء مبنا نیز همچون همهء ترسيمات بر اساس امکانات هندسي موجود انجام ميشده است و بنا بر اين ، دواير ارجح يا داييرهء هاي محيطي بوده اند که از چند راس زمين ميگذشته اند ، و يا داييرهء هاي محاطي بوده اند که بر يك يا چند ضلع در داخل محدودهء زمين مماس ميشده اند .

در عمل رسم داييرهء محيطي تنها براي مواردی انجام ميشده که سطح زیربنا کوچکتر از سطح زمين و بنا در وسط زمين قرار ميگرفته ، از قبيل گوشه ها و قصرها و برخي کاروانسراهي خارج شهر در اين صورت شعاع داييرهء محيطي با توجه محاسبات مربوط به سطح زیربنای لازم و با تکیه بر همان امکانات هندسي موجود تعيين ميگشته است .

اما در ساير موارد که محدودهء بنا " کاملاً " روي حدود زمين قرار ميگرفته ، مثلاً " در مورد خانه ها ، حمام ها ،





تیمچه‌ها رسم دایره‌ء محاطی رایج بوده است. در این صورت نیز محاسبات مربوط به زیربنا و فضاهای مورد نیاز از قبل مورد توجه بوده و با چندین بار آزمایش و خطا بهترین و مناسب‌ترین دایره‌ء مبنا انتخاب می‌شده است.

### ۳- استقرار نقاله‌ء زاویه نگار و شبکه‌ء تناسبات

در استقرار نقاله، تعیین جهت دو محور اصلی عمود برهم آن بسیار اهمیت دارد. معمولا "جهت محورها طوری انتخاب می‌شود که حداقل یک محور، موازی با یکی از اضلاع زمین باشد. این امر بیشتر از این جهت مورد توجه است که سطوح با اشکال نامشخص هندسی (قناس) دست کم از یک سمت زمین حذف شود.

از طرف دیگر، از آنجا که محورهای نقاله بر تعیین جهت فضاهای اصلی بنا کاملا موثرند، بنابراین رعایت جهات چهارگانه‌ء جغرافیایی و توجه به جهات تابش خورشید و محل استقرار فضاهای مربوط در نحوه‌ء استقرار نقاله کاملا مورد توجه است.

برای بیشتر ابنیه، جهات شمالی جنوبی و یا متمایل به شمال غربی - جنوب شرقی مرسوم بوده است. اما برای مساجد یا اماکن

مذهبی، یکی از محورها لزوما " در امتداد قبله قرار می‌گرفته است.

همانگونه که قبلا" نیز توضیح داده شد، نقاله‌ء زاویه نگار شامل شعاعهایی از دایره است که آن را حداقل به ۱۶ قسمت مساوی تقسیم کرده‌اند این ۱۶ قسمت عبارتند از: نقاط راس دو مربع هم مرکز (که با هم زاویه‌ء ۴۵ درجه دارند) و امتداد نقاط تلاقی این دو مربع از مرکز دایره تا روی دایره.

سایر تقسیمات دایره تا ۱۳۲ قسمت نیز کماکان از طریق نصف کردن ۱۶ کمان اولیه امکان پذیر است.

همچنین از طریق اتصال نقاط وسط اضلاع مربع‌ها و ادامه‌ء آن می‌توان شبکه‌ء مربع‌های داخلی و طول‌های  $1/2$  و — اندازه‌ء ضلع مربع اولیه را نیز بدست آورد. این اندازه‌ها چنانکه بعدا" خواهد آمد مورد استفاده‌ء طرح معماری قرار می‌گیرند.

### ۴- تعیین فضاهای اصلی، حیاط یا فضای مرکزی

تقریبا" در تمامی ابنیه‌ء گذشته یک فضای مرکزی، چه به صورت باز (حیاط) و چه به صورت بسته، وجود دارد که دارای شکل کاملا" هندسی و منظم است. برای تعیین وضعیت و ابعاد این فضای مرکزی از شیوه‌های گوناگون ترسیمی

استفاده می‌شده است.

مبنای کلیه‌ء فضاهای مرکزی، مستطیل است. در بعضی موارد، طراح با بکار بستن صنایع مختلفه‌ء هندسی و ابتکارات زیبا، انواع هشتی‌ها (هشت‌نگینی، هشت و نیم هشت، هشت کشکولی و جز اینها) را نیز طرح کرده است.

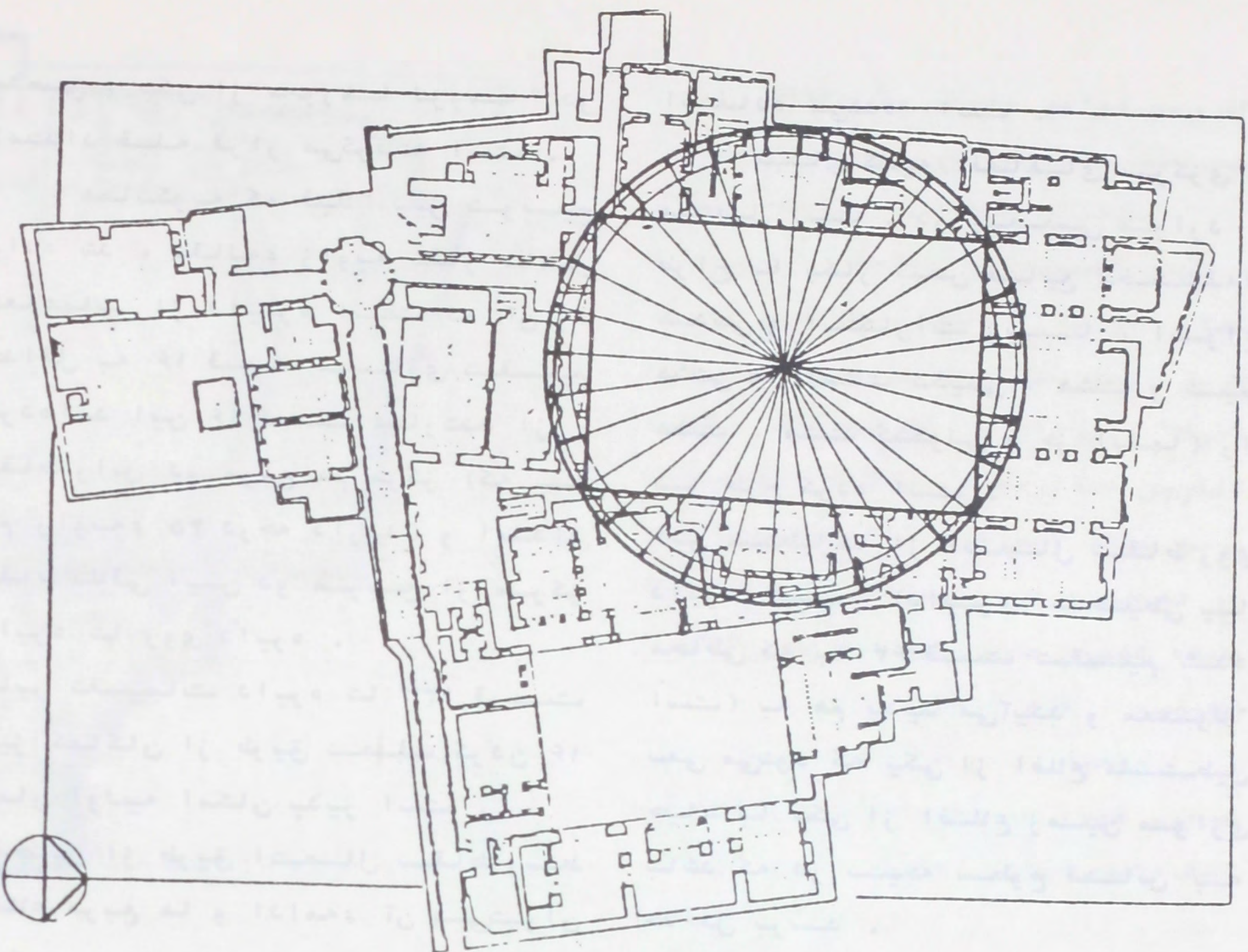
این مستطیل‌ها از اتصال نقاط روی دایره‌ء مبنا (دایره‌ء محیطی یا محاطی که به ۶۴ قسمت تقسیم شده است) به هم پدید می‌آیند و معمولا" سعی می‌شود که یکی از اضلاع مستطیل حیاط با یکی از اضلاع زمین موازی باشد که در نتیجه سطوح قناس به حداقل برسند.

همچنین برای رسم این مستطیل‌ها می‌توان از شیوه‌ء تبدیل مربع به مستطیل نیز استفاده کرد. در این صورت، عرض مستطیل حیاط برابر با اندازه‌ء ضلع مربع انتخاب شده در شبکه‌ء مربع‌ها می‌شود و طول آن با رسم کمانهایی با شعاع‌های گوناگون موجود، روی شبکه‌ء تناسبات تعیین می‌گردد.

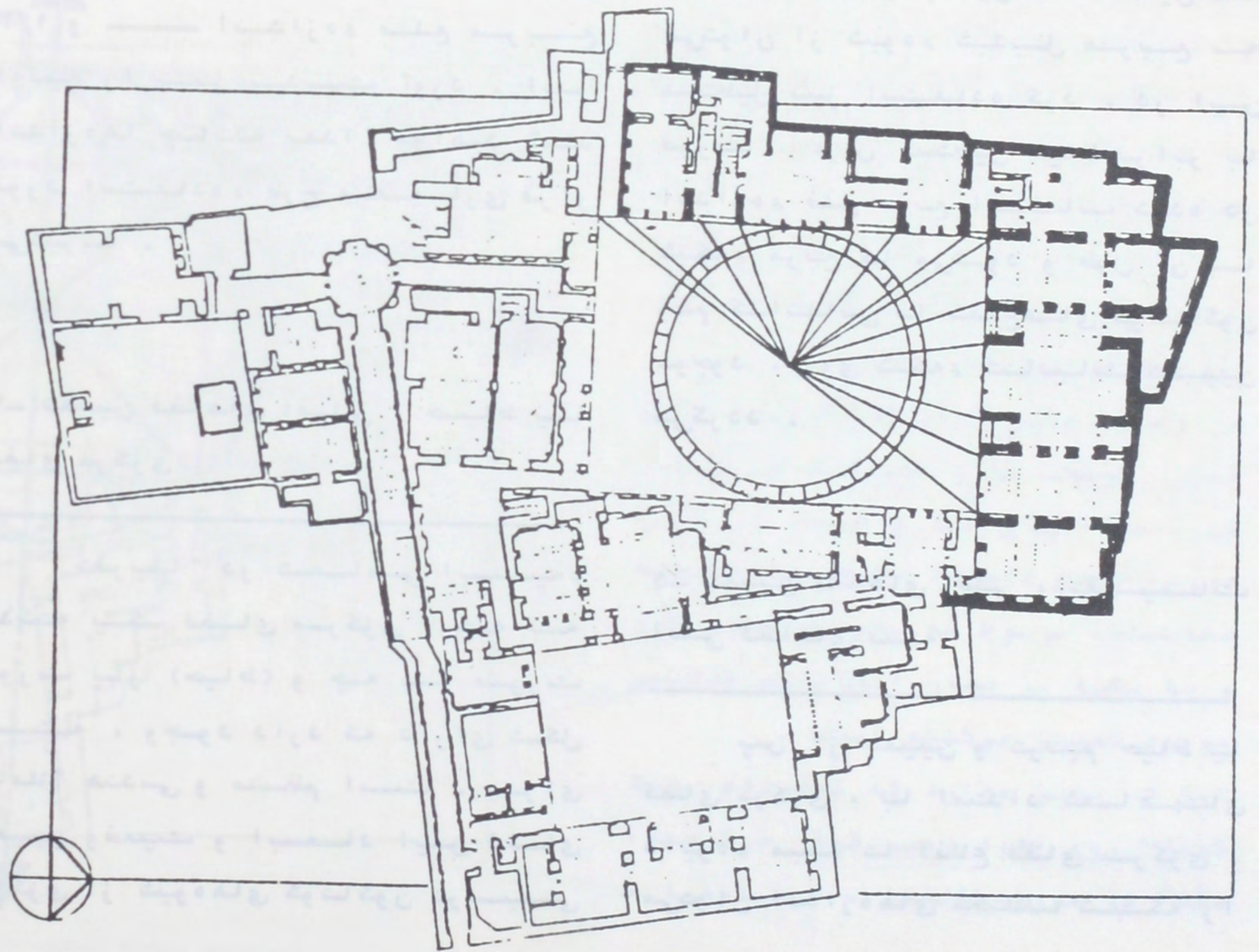
### ۵- تعیین فضاهای اصلی، تقسیمات اصلی فضاهای بسته

پس از تعیین و ترسیم حیاط یا فضای مرکزی، با امتداد شعاع‌های دایره‌ء مبنا تا اضلاع فضای مرکزی، می‌توان اندازه‌های مختلف شبکه را

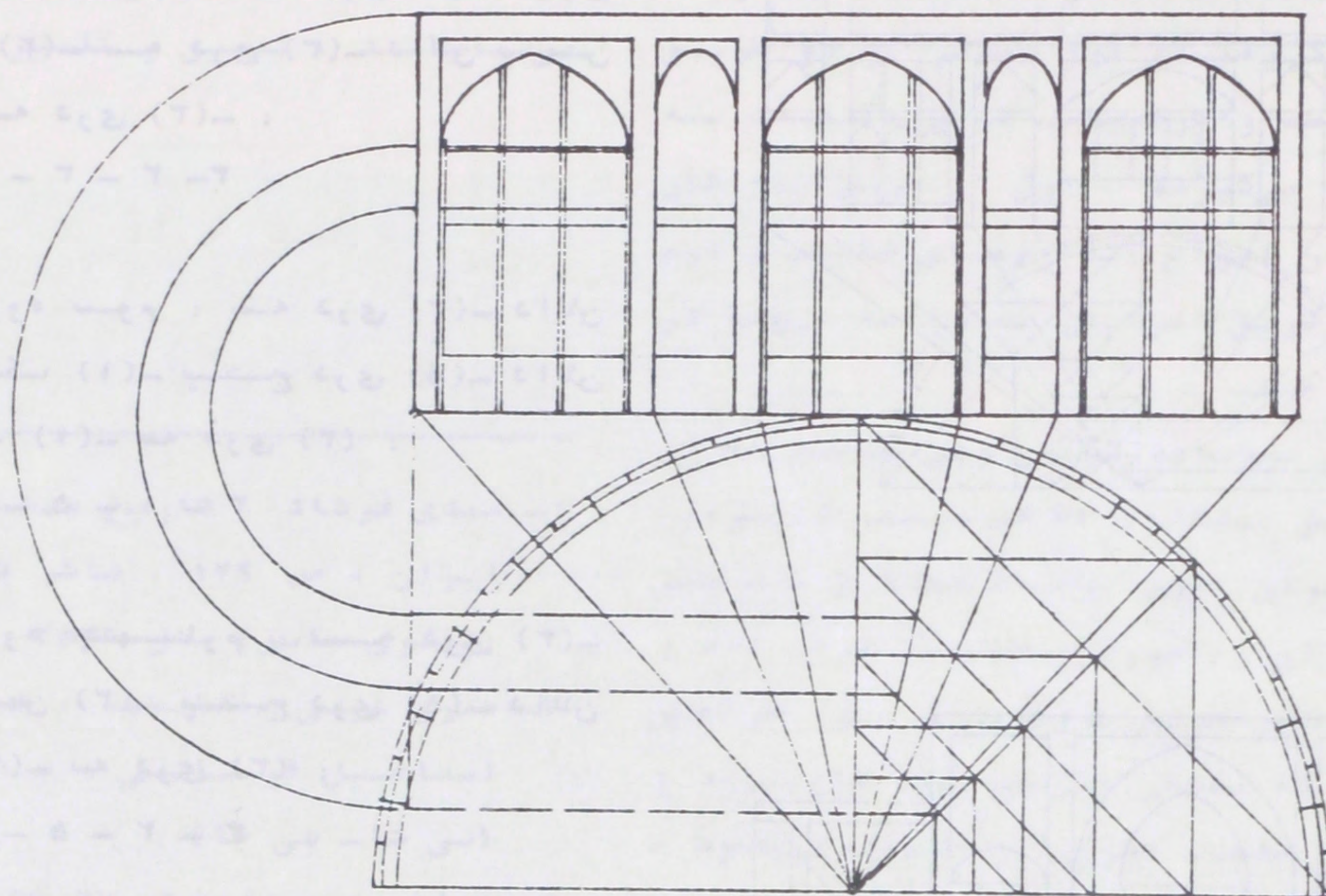
روی بدنه فضای مرکزی منتقل کرد .  
از این طریق ، عمق ، ارتفاع و عرض  
یکایک فضاهای اطراف حیاط تعیین  
می‌شوند و به عبارت دیگر ، انتقال  
اندازه‌ها به صورت حجمی صورت  
می‌گیرد .



عرض و دهانه این فضاها که  
شامل صفاها و چند دری‌ها و راهروها  
و دالان‌هاست ، از طریق امتداد  
شعاعهای منتخبی از دایره مینا تا  
اضلاع فضای مرکزی بدست می‌آیند .  
انتخاب شعاعها بستگی به نوع الگوی  
ترکیبات رایجی دارد که طراح  
انتخاب می‌کند . همچنین درازاء  
هر یک از ترکیبات افقی (روی اضلاع  
فضای مرکزی) ، تعداد معدودی نیز  
الگوی ترکیبات عمودی (نماها) وجود  
دارد که از طریق آنها و با استفاده  
از شبکه اندازه‌ها می‌توان کلیه  
ارتفاعات را نیز به دست آورد .  
از اینها گذشته ، عمق فضاها  
اطراف حیاط نیز با توجه به ارتفاع  
و عرض هریک از فضاها و از روی  
شکله تناسبات و با توجه به  
ترکیب پلان و نما صورت می‌گیرد .  
به این ترتیب ، روشن است که طراح  
با در نظر داشتن یکی از الگوهای  
رایج حجمی به انتقال اندازه‌های  
نقاله می‌پرداخته است .

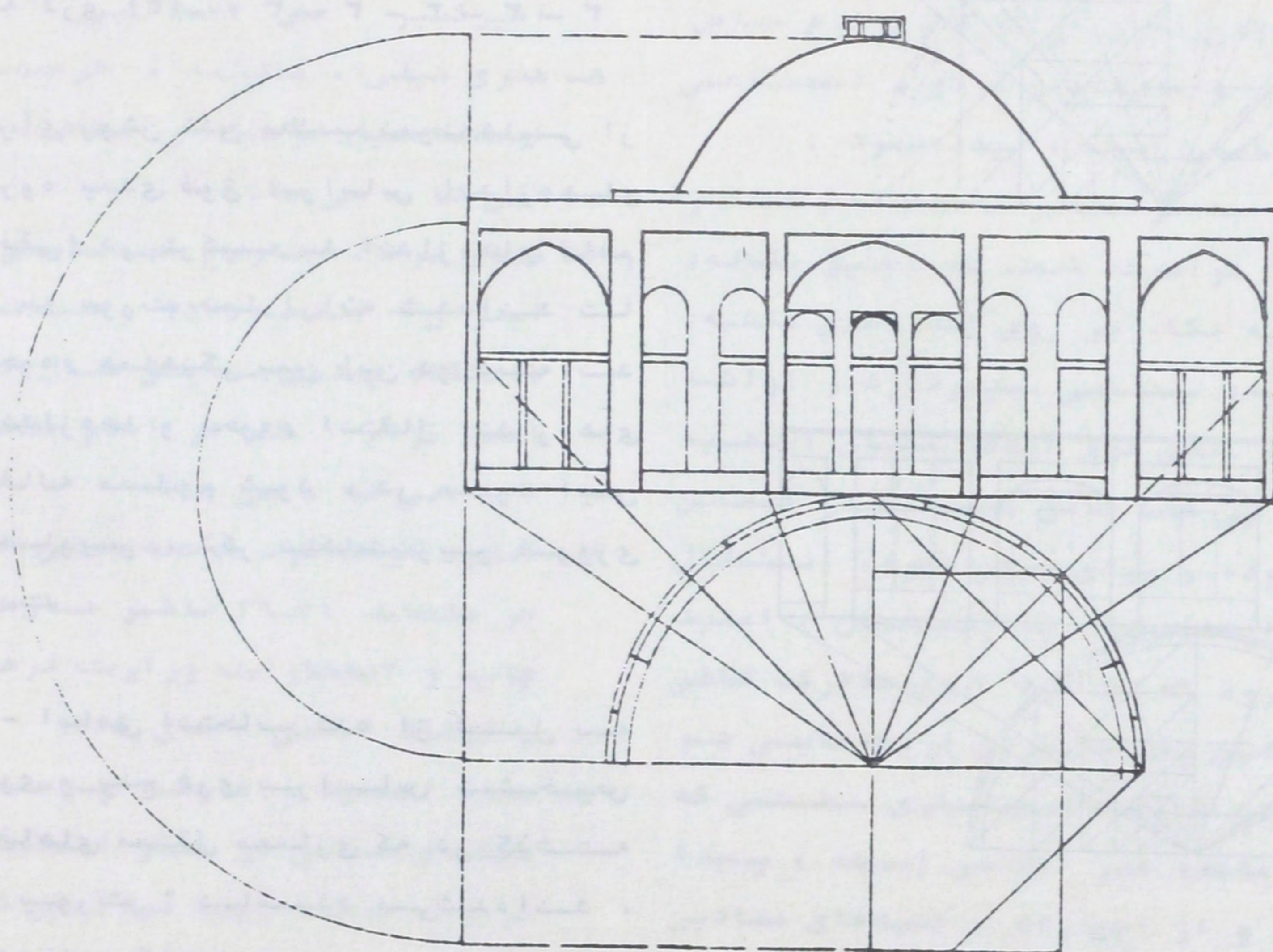


در عموم ابنیه سنتی ،  
فضاهایی که در امتداد محورهای اصلی  
(تقارن) فضای مرکزی قرار گرفته‌اند ،  
ارزش و اعتبار بسیار داشته و فضای  
اصلی محسوب می‌شوند . از جمله این



خانه قزوینیا آذغان - نمای شمالی حیاط

۳-۱-۳-۱-۳



خانه آل یاسین - کاشان - نمای شمالی حیاط

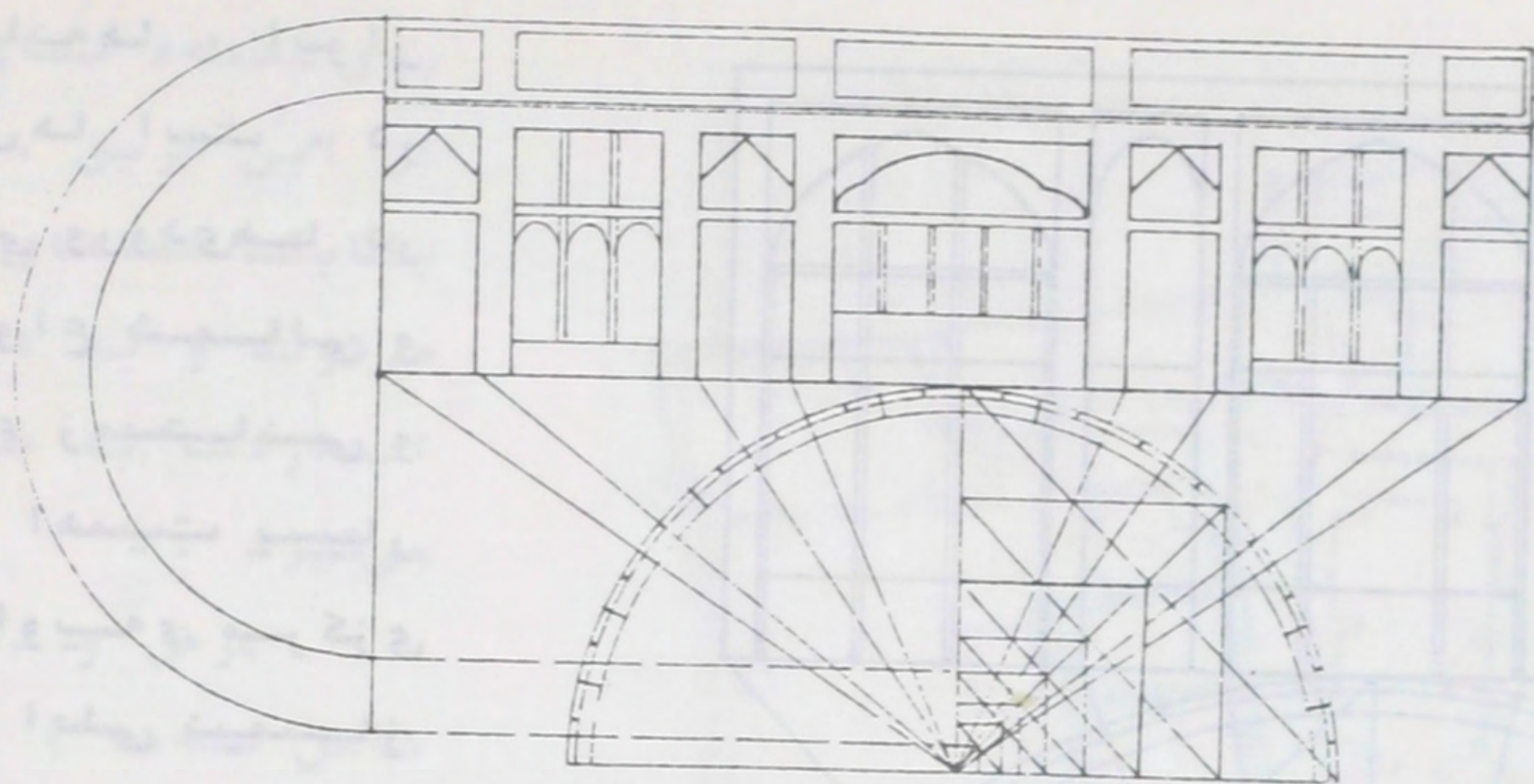
۱-۳-۲-۵-۲-۳-۱-۱

فضاها ، چند دری در خانه ها ، ایوان در عموم ابنیه ، مدرسه ها است ، در مدارس و محورهندسی ورودیها در برخی ابنیه است . انواع شمالی و جنوبی این فضاها جنبه زمستانی و تابستانی داشته و لذا اهمیت بسیار یافته اند . معمولا " زاویه مرکزی ۴۵ درجه ای که محورهای اصلی نیمساز آنها محسوب میشوند . برای تعیین اندازه این فضاها مورد استفاده قرار میگیرند و تقسیمات اولیه از آنها شروع میشود و سپس با امتداد سایر شعاعها میتوان عرض (دهه نه) فضاهای فرعی اطراف را نیز تعیین کرد . با وجود اینکه الگوهای رایج ترکیب هر دسته از اندازه های افقی ، قائم و عمقی ، دارای تعداد معدودی هستند ، با اینحال ، ترکیبات دو بدوی آنها و در نتیجه ، ترکیب حجمی آنها دارای تعداد بیشماری حالات مختلف خواهد بود .

با اینحال چنانچه مبنا را بر دسته بندی ترکیبات اندازه های افقی بگیریم ، پنج دسته اصلی رایج بوده و شناسایی شده اند . این پنج دسته بر حسب نوع فضاها و علائم اختصاری که برای آنها به کار رفته ، عبارتند از :

- الف : گروه اول : سه دری (۳) -
- دالان باریک (۱) - سه دری (۳) -
- دالان باریک (۱) - سه دری (۳) :

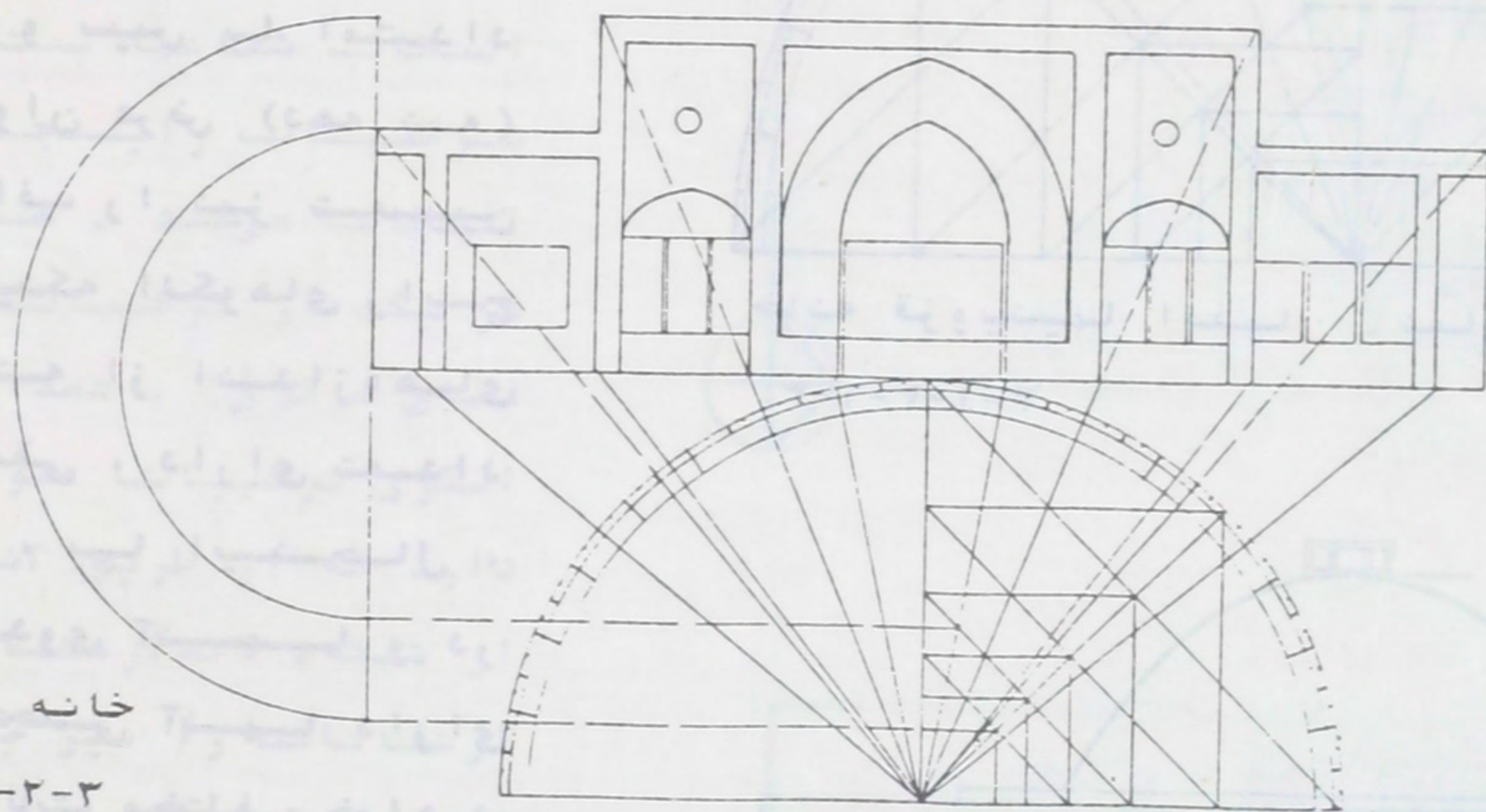
۳ - ۱ - ۳ - ۱ - ۱ - ۳



خانه عربها - یزد

۱-۳-۱-۵-۱-۳-۱

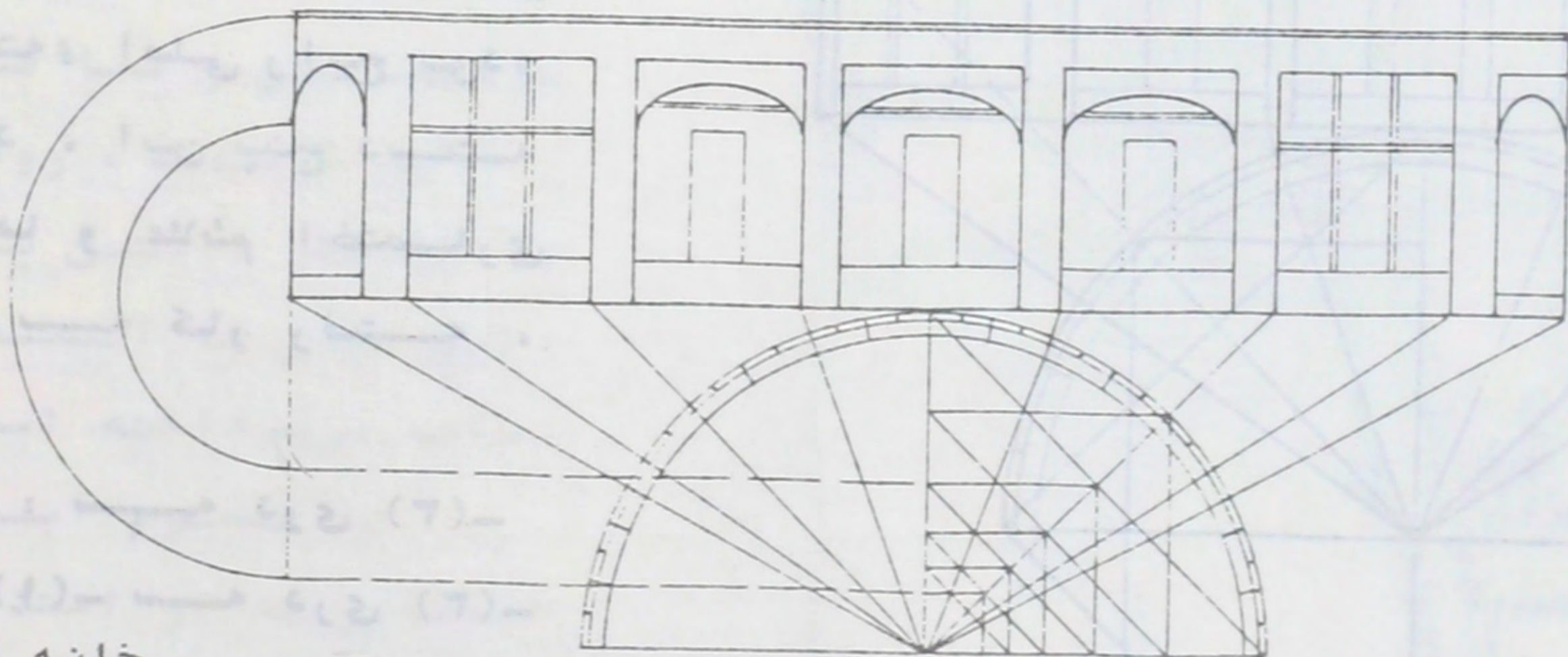
نمای جنوبی حیاط



خانه آل یاسین - کاشان

۳-۲-۳-۲-۳

نمای شرقی حیاط



خانه لاری ها - یزد

۱-۳-۳-۳-۳-۳-۱

نمای شمالی حیاط

ب : گروه دوم : سه دری (۳) - دالان

پهن (۲) - سه دری (۳) - دالان پهن

(۲) - سه دری (۳) :

۳-۲-۳-۲-۳

ج : گروه سوم : سه دری (۳) - دالان

باریک (۱) - پنج دری (۵) - دالان

باریک (۱) - سه دری (۳) :

۳-۱-۵-۱-۳

د : گروه چهارم : سه دری (۳) -

دالان پهن (۲) - پنج دری (۵) - دالان

پهن (۲) - سه دری (۳) :

۳-۲-۵-۲-۳

ه : گروه پنجم : سه دری (۳) - سه

دری (۳) - سه دری (۳) - سه دری (۳) -

سه دری (۳) : ۳-۳-۳-۳-۳

برای روشن شدن مطلب نمونه‌هایی از گروه بندی فوق (بر اساس اندازه‌های افقی) در ترکیب با اندازه‌های قائم و به صورت نما ارائه شده‌اند تا نحوه هماهنگی بین این دو دسته‌اند اندازه‌ها و نحوه انتقال اندازه‌های مقاله معلوم شود. در مورد این تصاویر، ذکر نکات زیر ضروری است :

۱- اسامی انتخاب شده از قبیل سه

دری و پنج دری بر اساس تشخیص

فضاهای مستقل معماری که در گذشته

" یورت " نامیده می‌شده‌اند ،

انتخاب گشته‌اند .

یورت ها شامل انواع اتاقهای کوچک و بزرگ ، دو دری و سه دری پنج دری و هفت دری و همچنین شامل انواع راهروها و دالان ها یعنی یکدردی و دو دری نمیباشند . بنابراین گروه بندی حاضر براساس انواع " یورت ها " صورت گرفته است .

۲- علائم اختصاری به کار رفته در مورد نماها که به صورت اعداد ارائه شده اند نیز براساس دهانه یورت ها میباشند و به تعداد دهانه های بازشو و یا به اندازه آنها در نظر گرفته شده اند که یک واحد آن در اصطلاح معماری " پیمون " نامیده می شود . پیمون عرض " در " است و به این ترتیب عدد ۳ برای سه دری و عدد ۵ برای پنج دری و عدد ۲ و ۱ برای دالان پهن و باریک انتخاب شده است .

۳- براساس نظام دوگانه ای که در " پیمون " وجود دارد ، یعنی براساس پیمون بزرگ و پیمون کوچک ، عرض دالان ها نیز که گذشته از جنبه عملکردی ، بیشتر جنبه ایستایی داشته و برای جلوگیری از نیروهای رانشی طاقهای اصلی طرح کشته اند ، نیز متفاوت شده است . دالان در ابنیه سنتی به معنی فضای عبوری است ، منتها در بعضی موارد رعایت جنبه های تشریفاتی و عموماً " به خاطر انتقال مناسب نیروهای سقف ، تا دو برابر عرض یک راهرو افزایش یافته و به همین دلیل اصطلاحات پهن و باریک برای این دو

حالت به کار گرفته شده اند . هر یک از گروه های فوق الذکر از دو طریق حالات و ترکیبات فرعی متعدد به خود میگیرند : اول از طریق به کار بردن انواع اندازه های قائم و دژم از طریق افزایش تعداد سه دری ها در دو طرف .

این نمونه ها نشان می دهند که از طریق مقاله ۶۴ قسمتی دایره ، می توان عموم ابنیه معماری سنتی ایران را مورد مطالعه قرار داد و از این طریق بسیاری از رموز طراحی را که معمار سازنده به کار برده و جزو صنعت هنری او محسوب می شود ، کشف کرد و به این ترتیب ، مقدمه و زمینه ای مناسب برای دست یابی به اندیشه های هنری معماری سنتی و جنبه های نظری آن که حاوی نوع خاص بینش و سلیقه های فردی و اجتماعی مسلمانان است ، پیدا نمود .

به هر تقدیر ، مقاله حاضر تنها توانسته است به تطبیق مقاله زاویه نگار بر روی اندازه های نقشه ابنیه سنتی بپردازد و ارائه گروه بندی فوق الذکر میان ابنیه (که بی شک کامل نیست) در همین محدوده و برای بیان نحوه انتقال اندازه ها است . با این حال ، امید می رود که با گرد آوری مدارک کافی در این زمینه بتوان دریچه هایی نو را در شناخت معماری سنتی که بازمانده هنر اسلامی است ، پیدا کرد و از این راه ، جنبه های نمادین هنر اسلامی در بکارگیری هندسه و

ریاضیات را که حقایق محض را می نمایانند ، تبیین و تفسیر نمود .

- ۱- مهدی فرشاد ، تاریخ مهندسی در ایران ، ص ۱۴۹ ، ناشر دانشگاه (پهلوی سابق) سال ۲۵۳۶
- ۲- هنری نیلی ، مثلثها ، ترجمه اسماعیل قربانی ، صص ۳۶-۴۷ (بی تا - بی جا)
- ۳- همان منبع صفحات ۴۶-۴۷
- ۴- رنه تاتون ، تاریخ حساب ، ترجمه پرویز شهریاری ، تهران ، امیرکبیر ، صص ۶۸-۷۳ (بی تا)
- ۵- هنری نیلی ، مثلثها ، ترجمه اسماعیل قربانی صفحه ۷۸ (بی تا - بی جا)
- ۶- مهدی فرشاد- تاریخ مهندسی در ایران - صفحه ۱۵۷ ، ناشر دانشگاه پهلوی سابق سال ۲۵۳۶ احمد آرام ، علم در اسلام صفحه ۱۲۷ (بی تا - بی جا)
- ۷- آلفرد هوهنهگر- ترجمه علی صلح جو صفحات ۲۹-۳۱ ناشر سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ، سال ۱۳۶۶
- ۸- عصام السعید و عایشه پرمان - نقشهای هندسی در هنر اسلامی - ترجمه مسعود رجب نیا (بی تا - بی جا)