ارزیابی و شناخت هندسه کاربردی عصر تیموری در طراحی بقعه مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی

فرشته آذرخرداد[۱]
علی زارعی[۲]
حسن هاشمی زرج‌آبادی[۳]

چکیده

خراسان بزرگ در عصر تیموری دارای تحولات بسیار چشمگیری در ساخت مقبره‌سازی صوفی، می‌گردد. مقبره مولانا ابوبکر تایبادی از این حیث مستثنا نیست. این مقبره در سال ۸۴۸ق/ ۱۴۴۴م به دستور پیر احمد خوافی وزیر شاهرخ تیموری جهت مسجد و نمازخانه توسط بزرگ‌ترین معماران دوره تیموری (دو برادر به نام‌های غیاث‌الدین و قوام‌الدین شیرازی) در شهر تایباد بنا شد. آن چیزی که این بنا را از حیث مطالعات معماری و باستان‌شناسی برجسته می‌کند، بهره‌گیری معمار از هندسه کاربردی عصر تیموری، در ساخت آن می‌باشد. در این پژوهش با اتخاذ رویکرد تحلیلی، استفاده از منابع کتابخانه‌ای، ثبت و مشاهده میدانی می‌توان گفت یکی از ویژگی‌های متمایز معماری دوره تیموری بهره‌گیری هر چه بیشتر از هندسه در طرح‌های معماری است که نمود آن را می‌توان در پلان، ایوان رفیع و گنبدخانه بقعه مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی مشاهده کرد. با تحلیل هندسی این بنا می‌توان اظهار داشت که معمار در طراحی این بنا از مشتقات ۳√، ۵√و۲√ بهره گرفته است.

اهداف پژوهش:

۱. آشکار ساختن هندسه کاربردی در طراحی بقعه ابوبکر تایبادی.
۲. مشخص نمودن الگو و نسبت‌های هندسی در طراحی بنا.

سؤالات پژوهش:

۱. الگو و نسبت هندسی مورداستفاده در ساخت گنبدخانه، پلان و نمای این بنا چه بوده است؟
۲. معمار در طراحی این بنا کدام‌یک از قواعد هندسه تیموری را به‌کاربرده است؟

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد باستان‌شناسی دانشگاه بیرجند. Email: Fazar@birjand.ac.ir
۲. استادیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه بیرجند (نویسنده مسئول). Email: azareie@birjand.ac.ir
۳. دانشیار گروه باستان‌شناسی دانشگاه مازندران. Email: h.hashemi@umz.ac.ir

عنوان مقاله: ارزیابی و شناخت هندسه کاربردی عصر تیموری در طراحی بقعه مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی

واژگان کلیدی:
هندسه کاربردی، عصر تیموری، بقعه مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی.

مقدمه

مجموعه مولانا شیخ زین‌الدین شامل آرامگاه و مسجد مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی است.[۱] این مجموعه در محدوده تایباد،[۲] نزدیکی بندر افغان بر روی جاده اصلی هرات- مشهد واقع شده است. مزار شیخ زین‌الدین در فضای باز مجموعه قرارگرفته است. در اطراف مزار محجری (حفاظ فلزی) کشیده شده و دو لوح سنگی خاکستری‌رنگ یکی بر روی قبر و دیگری در بالای سر آن به‌صورت افراشته قرار داده شده است. در برابر مزار شیخ، بنای باشکوهی دیده می‌شود که بنا بر شواهد موجود، در سال ۸۴۸ق/ ۱۴۴۴م به دستور پیر احمد خوافی؛ وزیر شاهرخ تیموری جهت مسجد و نمازخانه توسط بزرگ‌ترین معماران دوره تیموری (دو برادر به نام‌های غیاث‌الدین و قوام‌الدین شیرازی) بنا شده است. یک از ویژگی‌های معماری عصر تیموری بهره‌گیری از هندسه می‌باشد که نمود آن در شکوه و ارتفاع بناهای عصر تیموری مشخص است. همچنین در این دوره علوم دقیقه و هندسه به رشد قابل‌توجهی دست میابد. این علوم در معماری جنبه کاربردی پیدا می‌کند و به‌عنوان یک الگو در ساخت بنا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

درزمینهٔ علوم هندسه در معماری دوره تیموری صاحب‌نظرانی چون بولاتف،[۳] برنارد اوکین،[۴] لیزا گلمبک[۵] و دونالد ویلبر[۶] در معماری این دوره چندین سیستم تناسبات را موردبررسی قراردادند. پژوهشگرانی چون هیلن براند،[۷] سرگئی شملنیزکی، جاناتان بلوم،[۸] شیلا بلر[۹] و گالینا پوگا چنکووا[۱۰] طی کتب و مقالاتی متعدد در باب معرفی بناهای دوره تیموری و ایلخانی به‌صورت مختصر به بیان ارتباط علم هندسه با صنعت معماری این دوره پرداخته‌اند.

در این پژوهش نگارندگان سعی بر آن دارند که با مطالعه الگوهای هندسی دوره تیموری به‌صورت مجزا به بررسی ارتباط این الگوها در طراحی بقعه شیخ زین‌الدین بپردازد و در طی این پژوهش به سؤالات مطرح‌شده پاسخ دهد.

به‌رغم پژوهش‌های ارزنده پژوهشگران مختلف در مورد علوم محاسباتی و ساختار معماری دوره تیموری، تنها لیزا گلمبک به بررسی هندسه تیموری در ابنیه این دوره پرداخته است. به این منظور مقاله حاضر با در نظر گرفتن رویکرد تحلیلی به بیان سهم علوم محاسباتی در معماری مدرسه غیاثیه می‌پردازد؛ و امید است که این پژوهش ردپایی از سهم

---

۱. این مجموعه در تایباد در طول جغرافیایی"60°45'59.0 و در عرض جغرافیایی 34°43'59.1 قرار دارد.

۲. شهرستان تایباد و از دو بخش جلگه‌ای و کوهستانی تشکیل یافته است. حدود آن از شمال به شهرستان تربت‌جام و از مشرق به کشور افغانستان محدود است و هریرود در این منطقه مرز ایران و افغانستان را مشخص کند. این شهرستان از جنوب به شهرستان تربت‌حیدریه محدود می‌شود (فرجی و دیگران، ۱۳۶۶: ۶۲۳).

3. Bolatov
4. Bernard Okane
5. Lisa golombek
6. Donald Wilber
7. Hillen brand
8. Jonathan BLOOM
9. Shila beler
10. Galina pugachenkova

علوم ریاضیات را در صناعات معماری دوره تیموری آشکار سازد.

با توجه به غنی بودن معماری ایرانی- اسلامی و تطابق داشتن آن با علوم دقیقه،[۱۱] پژوهش‌های اندکی در باب ارتباط معماری اسلامی با علوم ریاضی و هندسی صورت نگرفته است. به علت اجرای محاسبات کاربردی در معماری دوره تیموری، می‌توان به مطالعه پژوهشگرانی چون «دونالد ویلبر و لیزا کلمبک» در کتاب «معماری تیموری در ایران و توران»، «گلرو نجیب اوغلو» در کتاب «هندسه و تزئین در معماری اسلامی»، «نقد و بررسی معماری تیموری ایران و توران» توسط «لیندا کوماروف» و «قوام‌الدین شیرازی معمار دوره تیموریان» توسط «دونالد ویلبر» پرداخت. مطالعات پژوهشگران شوروی در این زمینه بسیار ارزشمند است، مطالعاتی چون «تحلیل‌های هندسی» از بولاتف بر آرامگاه «قتلغ آقا در سمرقند»؛ «مان کوفسکایا»، بر «آرامگاه خواجه احمد یسوی و جامع سمرقند»؛ «مدرسه گوهرشاد هرات» توسط «دونالد ویلبر» که بیشتر بر روی بناهای دوره تیموری آسیای میانه متمرکز بوده‌اند (گلمبک و ویلبر، ۱۳۷۴). درزمینهٔ ریاضیات کاربردی در بناهای دوره تیموری می‌توان به پژوهش‌های «برنارد اوکین» در کتاب «معماری دوره تیموری در خراسان» در باب سازه‌های طاقی اشاره کرد. بااین‌حال پژوهشگران دیگری چون «هیلن براند»، «سرگئی شملنیزکی»، «جاناتان بلوم» و «شیلا بلر» در این زمینه طی مقالاتی گوناگون در رابطه با معرفی بناهای دوره تیموری و ایلخانی با کاربرد علوم دقیقه در بناهای این دوره به مطالعه پرداختند. دیگر مطالعات صورت گرفته در مورد ارتباط علوم ریاضی با معماری اسلامی، پژوهش‌های «جعفر طاهری» در مقالاتی چون «مناسبات معماری با علوم دقیقه در متون علمی دوره اسلامی»، «بازخوانی میراث ابولوفا بوزجانی در صناعات معماری» و «نقش ریاضی‌دانان در معماری به روایت متون دوره اسلامی» می‌باشد.

این مقاله از نوع پژوهش‌های بنیادین است، نگارندگان در این پژوهش از روش تحلیلی و گردآوری اطلاعات به‌صورت مشاهده میدانی و کتابخانه‌ای بهره جستند. همچنین زمینه و مباحث نظری و تئوری این پژوهش از کتاب *مفتاح‌الحساب* «معماری تیموری در ایران و توران» اقتباس شده است. پلان و ترسیمات بکار رفته در این نوشتار توسط نگارندگان و از طریق نرم‌افزارهای Photoshop و Auto CAD رسم و تحلیل شده است. همچنین تصاویر به‌کاررفته در این مقاله هم توسط نگارندگان از بنا تهیه شده است. سپس با توجه به این‌که در دوره تیموری معماران از چندین سیستم تناسبات درزمینهٔ ساخت بنا استفاده می‌کردند، با بررسی پلان، نما و گنبد خانه بقعه شیخ زین‌الدین، الگوی هندسی به‌کاررفته بازشناسی شده است.

ویژگی و توصیف معماری بنا

در مقابل مزار شیخ زین‌الدین ابوبکر، بنای رفیعی قرارگرفته است که شامل ایوانی بلند با طاق آهنگ، دو حجره دواشکوبه در طرفین و گنبدخانه‌ای در پشت ایوان می‌باشد. سراسر نمای بیرونی و داخلی ایوان و طاق‌نمای مقابل حجره‌ها را با

---

[۱۱]. علوم دقیقه به علومی اطلاق می‌شود که در زمره ریاضیات، هندسه و همچنین محاسبات قرار می‌گیرد.

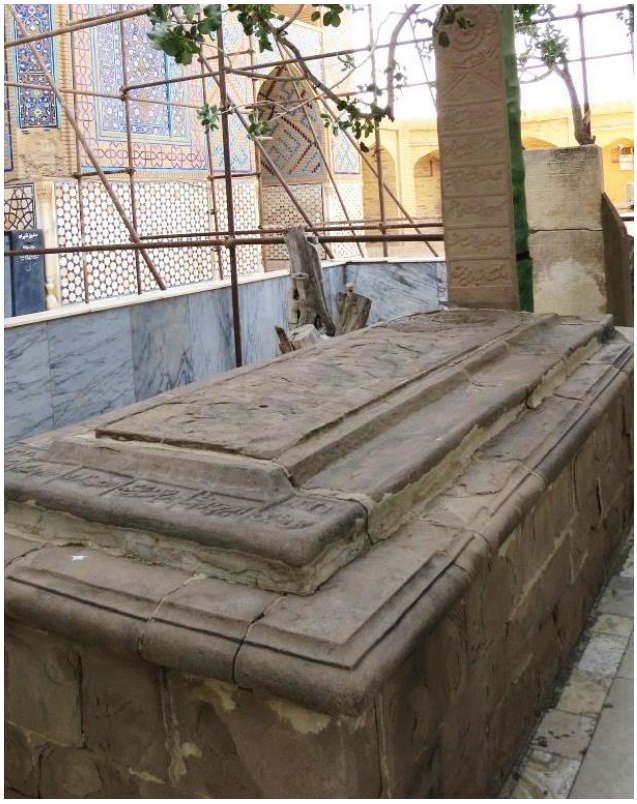
کاشی‌های نره فیروزه‌ای و لاجوردی‌رنگ و کاشی معرق آراسته‌اند و ازاره ایوان، طاق‌نمای حجره‌ها و گنبدخانه را به‌صورت گره‌سازی، با تلفیق سنگ و کاشی معرق، تزئین نموده‌اند (صالحی کاخکی، ۱۳۶۷: ۲۶). برجسته‌ترین ویژگی فضای بیرونی این بنا آن است که معمار آن را به‌گونه‌ای ساخته است که فقط از یک‌جهت قابل‌رؤیت باشد (تصویر ۱ و ۲). نمای پیشین ورودی، با ایوان تاریخی آن در مجاورت اتاق‌های نشیمن کاملاً پوشیده از تزئینات گوناگون از قبیل شیوه بنایی، کاشی معرق و شیوه تزئین هندسی است. تمام دیوارهای خارجی از اجر ساده بنا شده است. نمای پیشین پشتی چند جنبه نامتناسب را آشکار می‌سازد که توده مکعبی گنبدخانه، قبه برجسته‌ای در بالای خود را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. درعین‌حال، این توده به‌نوبه خود تحت‌الشعاع توده طاق ایوان و جدار مدخل اصلی است. بنا به آنچه ذکر شد، گنبدخانه ای که از بیرون بنا دیده می‌شود در مقایسه با ایوان بسیار کوچک می‌نماید، لکن در زمان وارد شدن به آن به‌هیچ‌وجه تغییر موضع نمی‌دهد (تصویر ۳). هرچند در شرایط مطلق از ایوان کوتاه‌تر است، خطوط طاقبندی به این گنبدخانه بیشتر حالت عمودی می‌دهد. دستیابی به این امر از طریق نظام طاقگان متقاطع میسر است که آشکارا بر اساس نظام طاقگان متقاطع خرگرد است. پس نشستگی‌های نقشه کف چلیپایی به‌جای آن‌که مانند طاق‌های گهواره‌ای طاق بندی شده باشند که قبلاً در آرامگاه گوهرشاد و هم‌عصر آن در مدرسه فیروز شاه تربت‌جام به‌کاررفته بودند، به شیوه آنچه اساساً نیم گنبدی مسطح می‌نامند طاق بندی شده‌اند (اوکین، ۱۳۸۶: ۴۰۰).

البته این بنا صرف‌نظر از اندازه بزرگ‌ترش دو تفاوت کوچک با بنای خرگرد دارد. چهار گنبد فرعی همچون اقماری در شبکه‌ای از تویزه‌هایی منتهی به گنبد اصلی محکم شده‌اند. این گنبد اصلی شبیه به گنبد مسجد در خرگرد است. ولی به‌جای پنجره‌ها طاقچه‌نما دارد.

تصویر ۱. بقعه زین الدین، نمای پیشین ورودی
(منبع: نگارندگان))

تصویر ۲. بقعه زین‌الدین، چشم‌اندازی از جنوب‌شرقی
(منبع: نگارندگان)

تصویر ۳. بقعه زین الدین، نمای درونی
(منبع: نگارندگان)



تصویر ۴. مزار مولانا ابوبکر تایبادی
(منبع: نگارندگان)

نوان

مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی

نقشه ۱. موقعیت مکانی بقعه زین‌الدین ابوبکر تایبادی
(منبع: https://www.google.com/maps/place)

کاربرد هندسه عملی در معماری عصر تیموری[۱۲]

اساس هندسی طرح تیموری در جنبه‌های زیادی از معماری آشکار است: در تناسبات طرح فضایی، در ایجاد اشکال هندسی سه‌بعدی (طاق‌های کوکبی و مقرنس‌ها) در سطح دوبعدی تزئین (گلمبک و ویلبر، ۱۳۷۴: ۱۹۴). باشد. «بنا بر آنچه در رساله *مفتاح‌الحساب* آمده و اسناد یافت شده از موزه توپقاپی و تاشکند نیز مؤید آن است، روند طراحی بنایان عصر تیموری نه بر محاسبات حسابی که بر مجموعه‌ای از ترسیمات هندسی استوار بوده» (Kotof, 1986: 62). معمار طرح پیشنهادی یک بنا را در ذهن خویش به تصور درآورده و درعین‌حال دو مرحله را به کار می‌گرفت. یک مرحله تحلیلی و دیگری مرحله هندسی بود. معلومات غیرشخصی برای کار به معمار داده می‌شد که مورداستفاده بنا، بودجه ساختمان، برنامه کار و مقیاس قسمت‌های مهم بنا از آن جمله بود (گلمبک، ۱۳۷۴: ۱۹۵). این موضوع که هر دو سیستم تحلیلی و هندسی درواقع به‌وسیله معماران تیموری اتخاذ می‌شد (اوکین، ۱۳۸۶: ۱۸۹). از تحلیل بناهای فعلی که باری آن‌ها هر سیستم تناسبی و هم سیستم واحد اندازه‌گیری استنتاج گردیده و هم از روی مدرکی شامل یک دسته ترسیمات که توسط یک معمار بخارایی قرن شانزدهم کشیده شده، مورد تائید قرار می‌گیرد. این ترسیمات مجموعه

---

[۱۲]. هندسه عملی بخشی از هندسه است که جنبه کاربردی دارد و شامل دسته‌ای از عملیات ترسیمی، هندسه ترکیب و هندسه ایستایی تقسیم‌بندی می‌شود (بمانیان، ۱۳۹۰: ۸۹).

بناهای متنوعی را نشان می‌دهد که دارای تناسب هندسی بوده و بر روی کاغذ گراف مقیاس‌دار ترسیم شده است. برای کمک کردن به محاسبه تحلیلی ابعاد، تعدادی وسایل مخصوص ریاضی وجود داشت که در رسائل به آن‌ها اشاره و وصف شده است، شامل: گونیای ثابت و گونیای قابل میزان کردن و وسایلی برای رسم بیضی، اگرچه ممکن بود که بیشتر زوایا را از مثلث‌های وابسته به دایره به دست آورد. این وسایل فوق‌العاده کار طراح را آسان می‌ساخت و در پاره‌ای موارد راه کوتاه‌تری فراهم می‌کرد، در غیر این صورت زوایای غیرعادی برای محاسبه دشوار می‌شد (اوکین، ۱۳۸۶: ۱۹۶). اگر نظریه ویتروویوس را آن طوری که اسکوفیلد شرح داده در نظر بگیریم، دو سیستم هندسی و تحلیلی یکتا و منحصربه‌فرد به نظر نمی‌رسد. ویتروویوس از «تقارن و تناسب» سخن می‌گوید که هر یک با دیگری جور درآید «تناسب باید با تقارن میزان گردد» و «تقارن متکی بر تناسب است.» تقارن‌ها برحسب واحد اندازه‌گیری حاصل می‌شود، درصورتی‌که تناسبات اجزاء را برحسب کل منسجم می‌سازد (مایس). غیر متحمل نیست که سیستم اسلامی نیز از اصل همان سنت کلاسیک گرفته شده باشد که ویتروویوس از آن نظریه خود را استخراج کرده است (مایس، ۱۳۷۸: ۴۵).

سیستمی که بولاتف به توصیف آن پرداخته نیازمند تعیین یک سیستم اندازه‌گیری واحد توسط معمار در بنای مورد طرح بود که به‌عنوان واحد مولد به کار می‌رفت. همه ابعاد مهم در طرح افقی و هم در طرح عمودی بر اساس این ماهیت متکی و با آن قابل‌اندازه‌گیری است. معمولاً معمار بهترین ویژگی را برمی‌گزیند. اگر طرح یک گنبد خانه بزرگ ریخته می‌شد، طول ضلع آن واحد مولد می‌بود. البته این امر درباره همه آرامگاه‌های یک اتاقه صادق بود. لیکن برای ساختمان‌های پیچیده‌تر که یک اتاق آن بزرگ‌تر از اتاق‌های دیگر بود، لیکن برای ساختمان‌های پیچیده‌تر که یک اتاق آن بزرگ‌تر از اتاق‌های دیگر بود، مانند زیارتگاه ترکستان نیز این موضوع صدق می‌کرد. در مورد بناهایی که پیرامون حیاطی طرح‌ریزی‌شده بود، اغلب طول نمای خارجی به‌عنوان واحد مولد به کار می‌رفت. مسجد جامع تیمور در سمرقند با گنبدخانه بسیار عظیم آن‌که به‌عنوان واحد مولد به کار گرفته شده از این قاعده مستثنا است.

معماران عصر تیموری به اجرای تجربیات نسل‌های پیشین اکتفا نمی‌کردند، بلکه به تدوین نظریات معماری مبتنی بر ریاضیات که در شرق در آن از غرب جلوتر بود، می‌پرداختند. در شرق از اواخر قرن نهم ریاضیات نظری (هندسه) و کاربردی (مساحی) از یکدیگر تفکیک شده بود. معماری مستقیماً از پیشرفت این علم سود می‌برد؛ زیرا امکان سنجش سطوح و احجام، محاسبه مقادیر و نسبت‌ها و ساختن منحنی‌ها و چندضلعی‌ها را فراهم می‌کرد. یکی از شواهد مستقیم، استفاده از ریاضیات در معماری در کتاب *مفتاح‌الحساب* اثر غیاث‌الدین الکاشی، یکی از ستاره شناسان رصدخانه الغ‌بیگ در سمرقند در قرن پانزدهم، مشاهده می‌شود. یکی از فصول این کتاب به معماری اختصاص دارد. این فصل حاوی مفاهیم اندازه‌شناسی، فرمول‌های مربوط به محاسبه سطوح و احجام و برای ساختن انواع قوس‌ها و مقرنس‌ها (منحنی‌هایی در هندسه مسطحه و هندسه فضایی) و اطلاعات نظری و عملی دیگر برای معماران است (پوگا چنکووا، ۱۳۸۶: ۲۹). کتاب *مفتاح‌الحساب* غیاث‌الدین جمشید کاشانی ریاضیدان و منجم عمده الغ‌بیگ در سمرقند، برای معماری دوره تیموری از امتیاز مخصوصی برخوردار است. علاوه بر گفتار بسیاری که برای معماران حائز اهمیت بوده و در سراسر فصول دیگر کتاب پراکنده شده، وی فصل ویژه‌ای را به طاق و گنبد و مقرنس اختصاص داده است (گلمبک و ویلر، ۱۳۷۴: ۱۹۴). کاربرد فرمول‌های هندسی

سهم عمده‌ای در هماهنگی نسبت‌ها، در توازن و تعادل کل و عناصر آن داشت که ویژگی‌های معماری تیموری هستند. معمار پس از تهیه طرح به سراغ مرحله تحقیق عملی می‌رفت.

معمار چهار سیستم یا دسته‌هایی از نسبت در اختیار داشت که می‌توانست به میل خود آن‌ها را در هم آمیزد، اما به‌طورکلی یک سیستم نقش عمده را داشت. به‌آسانی می‌توان این سیستم‌ها را به گام‌های موسیقی تشبیه کرد؛ که هرچند با تصاعد هندسی پیش رود تکرار می‌گردد. هر سیستمی بر اساس عددی صحیح قرارگرفته، لیکن به‌وسیله ریشه آن عدد صحیح مطابق با اصول هندسی میزان می‌شود. اعداد صحیح ۲ و ۳ و ۵ هر یک با شکل‌های هندسی مربوط می‌شود که عناصر دیگر مقیاس را معین می‌کند. خویشی معماری با موسیقی را درواقع فارابی ملتفت شد و توسط بولاتف موردبحث قرار گرفت. ماهیت این سیستم، بابیان فارابی که ضلع مربع و قطاع دایره در معماری چون آلت اندازه‌گیری به کار می‌رود و با قضیه در منطق و ترجیح بند در شهر و اوزان شعری شباهت دارد، خوب روشن شده است. دقیقاً به خاطر چنین مطلبی است که می‌شود اظهارنظر بولاتف را پذیرفت؛ بنابراین اساس هندسی طرح با تصورات غربی تناسب که با تکرار شکل‌های مشابه یا مربوطه سروکار دارد، قابل‌مقایسه نیست. سیستم اسلامی، گذشته از ارزش عملی‌اش به‌عنوان یک روش اجرایی، هماهنگی و موزونی همه قسمت‌ها را تأمین می‌کرد که به آن وسیله همه قسمت‌ها به یک ماهیت منفرد ارتباط داشت؛ مانند ارتباط بخش‌های مربع، مثلث و چندضلعی به یکدیگر.

ده قاعده هندسه کاربردی عصر تیموری

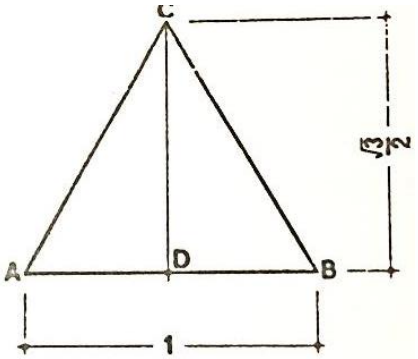
همان‌طور که گفته شد با توجه به گفته بولاتف، معمار دوره تیموری، ده قاعده تحت چهار سیستم را در طراحی بنا به کار می‌گرفت. در دوره تیموری معمار با استفاده از این الگوهای موجود طرح را آماده می‌کرد و سپس وارد مرحله ساخت بنا می‌شد. این ده قاعده عبارت‌اند از:

قاعده ۱

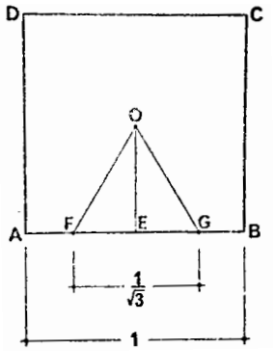
مربع و مشتقات آن‌که مهم‌ترین آن قطر √۲ نیمه و مضاعف آن و ضلع یک هشت‌ضلعی (۱-√۲) است (تصویر ۵).

قاعده ۲ و ۳

مثلث متساوی‌الاضلاع، مشتقات آن یعنی ضلع و ارتفاع (√۳/۲). این‌چنین مثلث‌هایی در پیکره‌های دوازده گوش (ضلع مساوی است؛ ۳-√۲) نقشی ایفا می‌کند. گاهی اوقات هندسه مربع و مثلث متساوی‌الاضلاع باهم ترکیب می‌شد،



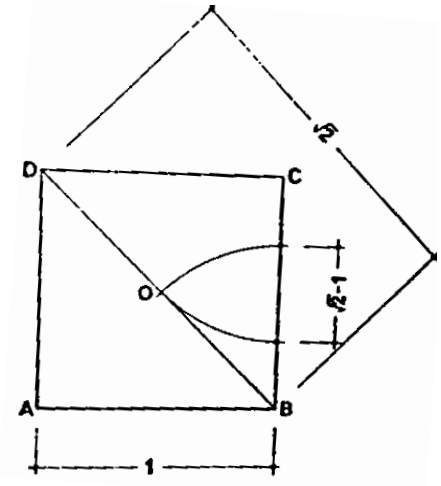
تصویر ۶. قاعده ۲، مثلث متساوی الضلاع و مشتقات آن



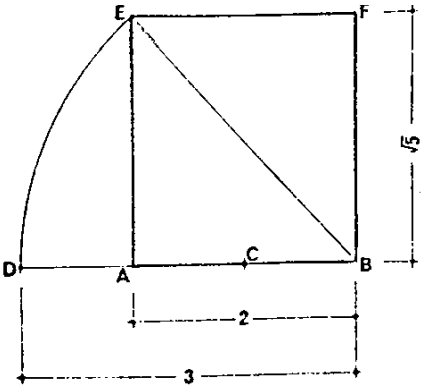
تصویر ۷. قاعده ۳، مثلث متساوی الاضلاع و مشتقات آن
(منبع: گولومبک، ۱۳۷۴: ۲۰۰)

مانند آنچه در مستطیل‌های (√۳:√۲) که ارتفاع آن نصف مربع مولد است. اغلب باربر (√۳) به کار می‌رفت. اندازه این بعد را می‌توان با محاط ساختن یک پنج‌ضلعی و امتداد شعاع‌های آن کشید (تصویر ۶) و (تصویر ۷).

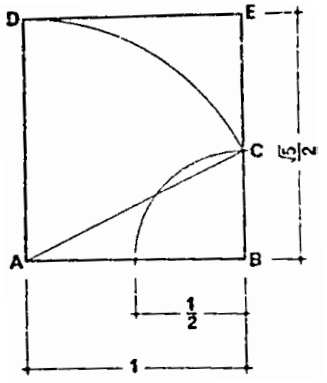
قاعده ۴، ۵، ۶ و ۷



تصویر ۵. قاعده ۱، مربع و مشتقات آن
(منبع: گولومبک، ۱۳۷۴: ۲۰۰)



تصویر ۱۰. قاعده ۶، نیم مربع

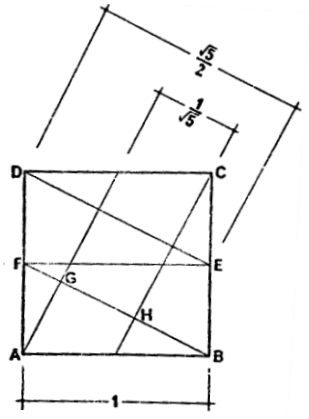


تصویر ۱۱. قاعده ۷، نیم مربع

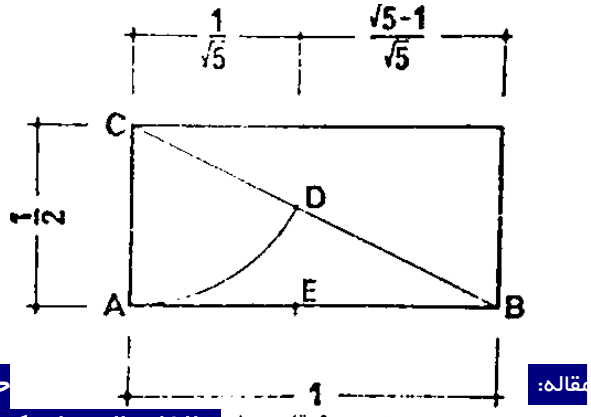
نیم مربع معمولاً با تقسیم مربع یک اتاق به نیمه‌هایی تشکیل می‌شود: به این طریق که با ترسیم قطرهای دودسته نیم مربع به مربعی در مرکز دست میابیم که ضلع آن ۱/√۵ است. خود قطر (√۵/۲) نقش عمده‌ای مخصوصاً در تعیین بلندی‌ها دارد. روش دیگر برای به دست آوردن مستطیلی به همان تناسبات ما، مثلثی می‌شود که درای نسبت ۳:√۵: ۲ است. یک‌شکل مشترک که با نیم مربع ارتباط داشت مثلثی بود که از قطر و دو ضلع درست شده و می‌توانست برای جدا کردن قطعات متناسب خط ۱√۵ و ۱√۵(۱-√۵) به کار رود. این کار به‌صورت انجام می‌گرفت که قوسی را در راستای وتر جدا می‌کردند، شعاع که ارتفاع مثلی بود سپس از این نقطه عمودی به‌قاعده وارد می‌ساختند. این تناسبات گاهی برای طرح نماها به کار گرفته شد (تصویر ۸)، (تصویر ۹)، (تصویر ۱۰) و (تصویر ۱۱).

قاعده ۸ و ۹

ریشه ۵ مستطیل یا ریشه ۵ راست‌گوشه: با به کار بردن نیم مربع، قاعده را ممکن بود به طریقی دیگر که قبلاً نزد یونانیان به‌عنوان «حد متوسط» نسبت شناخته‌شده بود و در ساختن «بخش طلایی» نقش دارد، تقسیم کرد. این کار به این‌گونه انجام می‌گیرد که قوسی به طول ارتفاع در راستای وتر، مانند حالت قبل جدا کرده، سپس یک قوس ثانوی



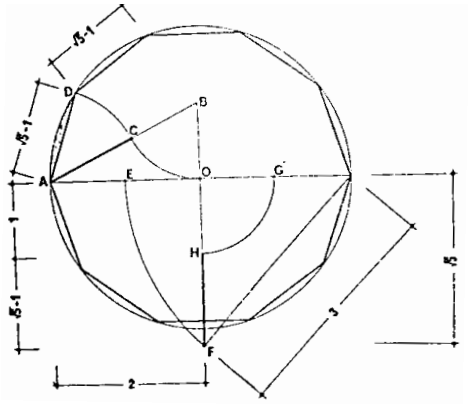
تصویر ۸. قاعده ۴، نیم مربع



تصویر ۹. قاعده ۵، مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی

مقاله: حی بقعه

که مرکز آن در زاویه کوچک‌تر باشد در نقطه روی وتر رسم می‌کنند. درجایی که این قوس قاعده مثلث را قطع می‌کند، خط را به دو بخش یکی بزرگ‌تر {۲/(√۵-۱)} یا M و دیگری کوچک‌تر {۲/(۳-√۵)} یا m تقسیم می‌نماید. مضرب‌های این بخش معمولاً در طرح‌ریزی نماهای داخلی و خارجی و فضاهای بسیار دیگر استعمال می‌شد. تعدادی مثلث کاهنده به همان شکل برای قطر مناره‌ها {۲/(۷-۳√۵)؛ ۴/(۷-۳√۵)...}به کار گرفته می‌شد (تصویر ۱۲) و (تصویر ۱۳).

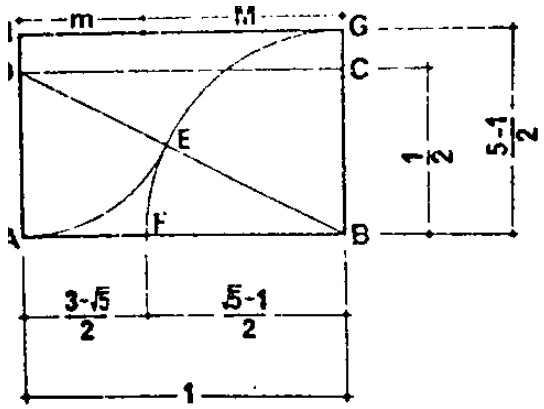


تصویر ۱۴. قاعده ۱۰، روشی برای ساختن ده‌ضلعی

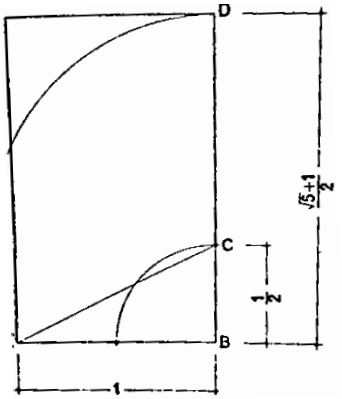
قاعده ۱۰

یک ده ضلعی محاط در یک دایره با شعاع ۲ دارای ضلعی معادل √۵-۱ است. راست‌گوشه طلایی با افزون واحد ۱ به بخش بزرگ‌تر M {۱:۲/(√۵+۱)} درست می‌شد. با استفاده از نیم مربع به‌عنوان قاعده آسانی می‌توان راست گوش را کشید (تصویر ۱۴).

محققان معماری غربی ممکن است «راست‌گوشه طلایی» را ملاحظه کنند که در بسیاری از طرح‌های دوره تیموری

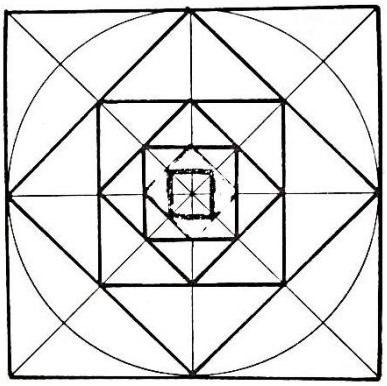


تصویر ۱۲. قاعده ۸، ریشه ۵ راست گوشه



تصویر ۱۳. قاعده ۹، ریشه ۵ راست گوشه

ظاهر می‌شود، لیکن معلوم نیست که آیا این نوع راست‌گوشه از سایر راست‌گوشه که در همان طرح‌های متعدد وجود دارد، اهمیت بیشتری داشته باشد. چون در مطالعه معماری دوره رنسانس این شکل موردتوجه است، در اینجا از آن یادی به میان آمد. آن طوری که در اصطلاحات معماری غرب متداول است، علامت اختصاصی «راست‌گوشه طلایی»



تصویر ۱۶. همبستگی مربع‌های متحدالمرکز
(منبع: السعید و پارمن، ۱۳۶۳: ۲۳)

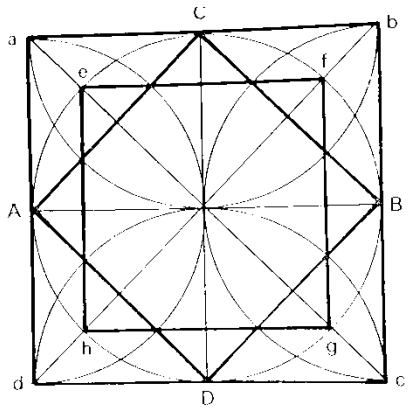
این Ø است. این علامت به نسبت ۱۰۶۱۸: ۱(M=۰/۶۱۸۰) است.

دستگاه مربع و ریشه دوم نسبت‌ها

در هر مربع نقش مبنا (تصویر ۱۵) نسبت ضلع مربع محاطیACBD به ضلع مربع محیطی abcd برابر است با $\frac{1}{\sqrt{2}}\frac{AD}{ad}$= یعنی (AB=ad، قطر دایره محاطی).

بنابراین اضلاع مربع‌های متحدالمرکز به شکل سری در (تصویر ۱۶) به نسبت $1:\sqrt{2}$ به هم همبسته‌اند و درنتیجه مساحت‌ها به ترتیب نصف می‌شوند.

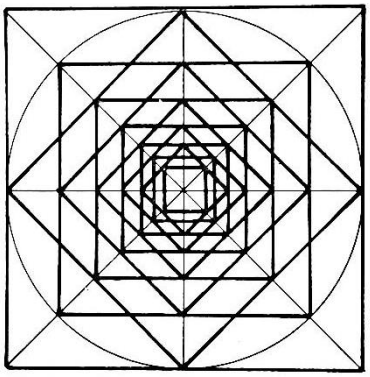
در نسبت اضلاع این سری مربع‌ها برابر است با ۱:۲ درواقع اضلاع به ترتیب نصف شد و مساحت‌ها ربع. در (تصویر



تصویر ۱۷. [illegible]
(منبع: السعید و پارمن، ۱۳۶۳: ۲۳)

۱۷) با رسم قطر ac و bd از مربع محیطی و وصل کردن نقطه تلاقی آن‌ها با دایره، مربع efgh را شکل دادیم که متناسب است با مربع ACDB اما با اضلاعی موازی مربع abcd. پس مربع‌های ACBD و efgh ستاره‌ای هشت پر می‌سازند که آن را «شبکه اصلی» الگوی مبنایی می‌نامیم که متکی به این ستاره هشت پر است. با کشیدن ستاره‌های هشت پر متحدالمرکز (تصویر ۱۸) با استفاده از روش وصل کردن نقاط دستگاه هندسی، تقسیمات جزء هماهنگ با نقش مبنا را ترتیب می‌دهیم. در این دستگاه مربع‌های متحدالمرکز، اضلاع پی‌درپی متوازی شکل؟ به نسبت $1:\sqrt{2}$ به هم وابسته‌اند. پس همه اضلاع و اقطار مربع نقش مبنا به این نسبت قابل‌تقسیم به اجزا است. این بهترین دستگاه هندسی عملی اندازه‌گیری را نمایش می‌دهد که درزمانی که محاسبات ریاضی ممکن نبود قابل‌دستیابی بوده است (السعید، پارمان؛ ۱۳۶۳: ۲۲).

نسبت ویژه یا برش مربع با قطر خود؛« $\sqrt{2}$»



تصویر ۱۸. تناسب مربع رشد یافته
(منبع: السعید و پارمن، ۱۳۶۳: ۲۳)

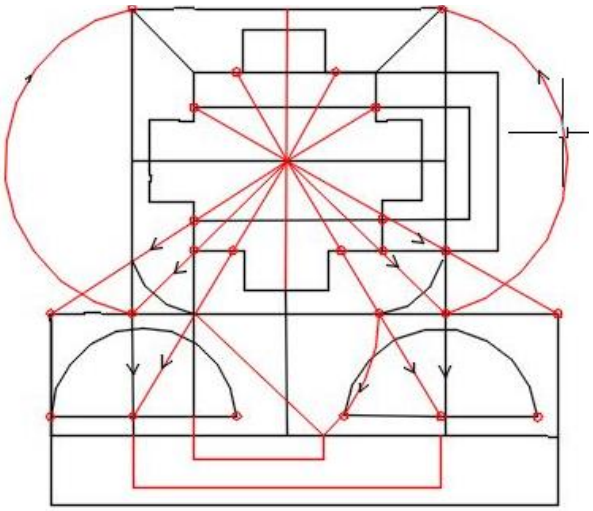
تناسبات رایج در ترکیب‌بندی هنرهای سنتی ازجمله نسبت $\sqrt{2}$ در ایران، مراجع مختلفی دارد، مرجع ابتدایی آن در بخش مربوط به «تناسبات هندسه در عمل» از ریاضیدان برجسته قرن چهارم هجری/ دهم میلادی، ابوالوفاء بوزجانی است (السعید، ۱۳۶۳:۳۵۶). بوزجانی الگوی مبنا را دستگاه مربع و ریشه دوم نسبت‌هایش می‌خواند و تعریف آن را این‌گونه بیان می‌کند: «نسبتی افزاینده است که سطح و محیط و اضلاع آن‌ها با یکدیگر مقدار ثابتی می‌باشد» (البوزجانی، ۱۳۸۴: ۹۸).

مربع‌های متحدالمرکز با قانون رشد $\sqrt{2}$، خطوط انتظام دهنده‌ای را می‌سازد که متکی به ستاره‌ای هشت پر است (هشت‌ضلعی) و اضلاع پی‌درپی آن با نسبت $\sqrt{2}$ به هم وابسته‌اند (تصویر ۱۸) این قانون هندسی در گنبد خانه شرقی مدرسه غیاثیه و کاربندی آن به اجرا درآمده است (تصویر ۲۱).

تحلیل هندسی

واحد مولد ضلع مربع گنبد خانه A است. قطرهای نیم مربع کشیده شده که از تقاطع آن‌ها یک مربع کوچک‌تر در مرکز حاصل شده است طول ضلع مربع کوچک‌تر مساوی است با $a\sqrt{(\frac{1}{5})}$ به این نحو قطر نیم مربع به سه قسمت به نسبت‌های $\frac{1}{2}\sqrt{5}$: $\frac{1}{\sqrt{5}}$: $\frac{1}{\sqrt{5}}$ می‌شود. برای سازنده بنا بسیار آسان بود که کوتاه‌ترین قسمت را برای تعیین عرض طاق‌نماها به‌صورت شعاعی، مورداستفاده قرار دهد. عرض طاق‌نماهای دیگر برابر است با ادامه آن قوس، سازنده بنا به عرض طاق‌نماهای شرقی و غربی دست می‌یابد. طاق‌نماهای شمالی و جنوبی کمی عمیق‌تر هستند و به نظر نمی‌رسند که با این روش به‌دست‌آمده باشند (تصویر ۱۹).

ظاهراً بقیه ابعاد عمارت از مثلث‌های متساوی‌الاضلاعی به‌دست‌آمده که از مرکز مربع کشیده شده است این مثلث‌ها با محاط کردن دایره‌ای در درون مربع بزرگ و تقسیم کردن آن به دوازده قسمت درست‌شده‌اند. شعاع‌ها از نقاط، کشیده شده و تا اضلاع مربع امتدادیافته است.، چهار مثلث متساوی‌الاضلاع هستند که قاعده آن‌ها مساوی $a\sqrt{3}$ است. اگر قاعده‌های مثلث‌های مقابل با خطوطی متصل شوند، عرض قوس‌های متقاطع در گنبد خانه به دست می‌آید. مربع داخلی،



تصویر ۲۰. تحلیل هندسی پلان بر اساس مربع و مثلث متساوی‌الاضلاع، (قاعده ۲ و ۳)
(منبع: نگارندگان)

ابعاد گنبد را می‌دهد.

بقیه ابعاد بنا همه متناسب با مثلث متساوی‌الاضلاع است و با امتداد اضلاع مثلث و اضلاع مربع همان‌طور که در شکل هندسی نشان داده شده، می‌توان آن‌ها را پیدا کرد. ضخامت دیوار شرقی گنبد خانه را با امتداد دادن اضلاع مثلث شرقی تا جایی که خطوط را که از سمت شرق مربع ادامه یافته قطع کند، می‌توان به دست آورد.

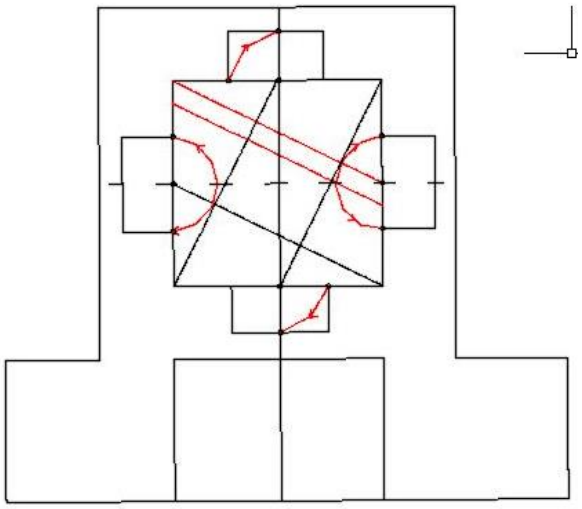
مثلث جدید بزرگ‌تر دارای اضلاعی مساوی ضلع مربع یا a است. ضخامت دیوارهای شمالی و جنوبی مساوی دیوار

شرقی است. اضلاع مربع خارجی را که به دست می‌آید به‌سوی شرق امتداد می‌دهند تا ادامه مثلث بزرگ را (اضلاع آن=a) قطع کند و یک مثلث بزرگ‌تری را تشکیل دهد. قاعده این مثلث عرض درگاه را به دست می‌دهد که مساوی است با$a\sqrt{3}$. به این طریق، سه بعد بزرگ بنا نسبت به یکدیگر به‌عنوان اعضای یک توالی هندسی ازاین‌قرار است...3a و$\sqrt{3}$و a و $\sqrt{a3}$و $\frac{1}{3}$ طاق‌نمای درگاه یک راست‌گوشه ریشه است $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (تصویر ۲۰).

طول نما پنج برابر ضلع مثلث اصلی است: $5(\sqrt{3})$

عمق ساختمان‌های جانبی نما با امتداد دادن اضلاع شرقی مثلث‌های شمالی و جنوبی گنبدخانه حاصل می‌شود، قطع کند. برش‌های عمودی منتشره از آرامگاه تایباد می‌رساند قصد سازنده آن بازهم ایجاد یک مثلث متساوی‌الاضلاع بزرگ‌تر دیگر از نما بوده است. اگر نما را قاعده بگیریم، ارتفاع درگاه یا ارتفاع مثلث که بر این قاعده بر پا شود، منطبق خواهد بود. مقطع درونی عمودی نشان می‌دهد که مثلث متساوی‌الاضلاع در اینجا نیز نقشی داشته است. چنانچه فاصله میان طاق‌نماهای شرقی و غربی را قاعده مثلث بگیریم، ارتفاع آن با ارتفاع قله گنبد منطبق می‌شود.

عمل به کار بردن یک‌شکل هندسی را که در ایمن مورد مثلث داخل مربع است برای تعیین نسبت‌های عناصر بیرونی



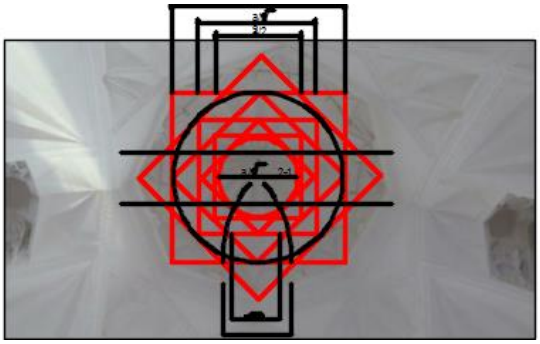
تصویر ۱۹. تحلیل هندسی پلان بر اساس مثلث متساوی‌اضلاع، (قاعده۴)

(منبع: نگارندگان)

و همچنین درونی گنبدخانه می‌توان به ایجاد الگوهای هندسی تشبیه کرد. نوع توازن هندسی که به این عمل ظاهر می‌شود با سیستم‌های آمیخته موزونی که در بناهای اولیه تیموری بولاتف جدا کرده است متفاوت است. تنها در بناهای عشرت‌خانه و آق سرای سمرقند و تا حدی در ترکستان بولاتف چیزی را پیدا کرد که ممکن است آن را «الگوسازی»

به‌عنوان مقدمه طرح معماری نامید. این اقدام زمینه‌ای می‌شود برای طرحی در مربع یا طرح شعاعی که در اواسط قرن به بعد، ویژگی‌های معماری تیموری گردید.

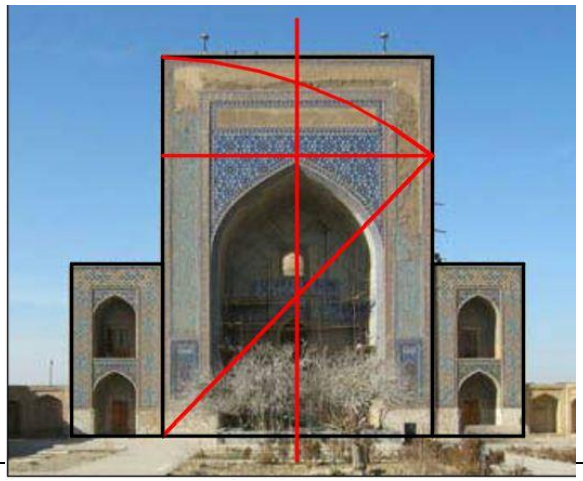
اگر بخواهیم برای نما، الگوی هندسی در نظر بگیریم می‌توانیم از قاعده ششم استفاده کنیم. این قاعده نمایانگر قطر مربع به همراه نیم مربع (مستطیل مکمل) می‌باشد. در این صورت مربعی را تا قسمت تیزه طاق رسم کرده و قطر آن را مشخص می‌کنیم، سپس قسمت چکاد[۱۳] ایوان را به‌عنوان نیم مربع یا مستطیل مکمل در نظر می‌گیریم.



تصویر ۲۱. تحلیل هندسی گنبدخانه بر قاعده مربع افزاینده
(منبع: نگارندگان)

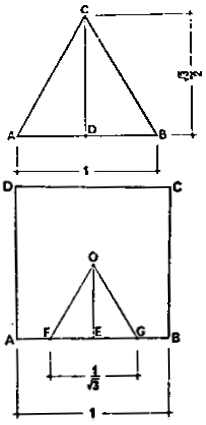
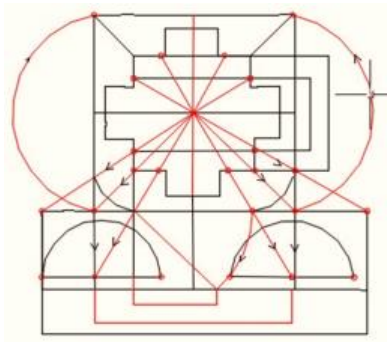
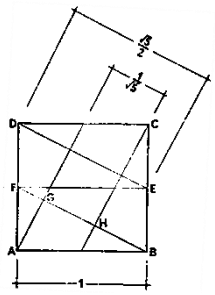
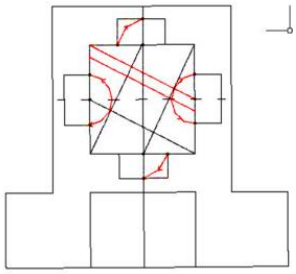
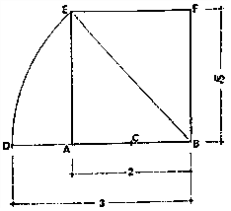
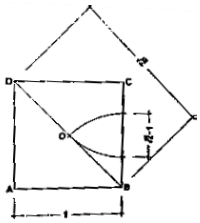
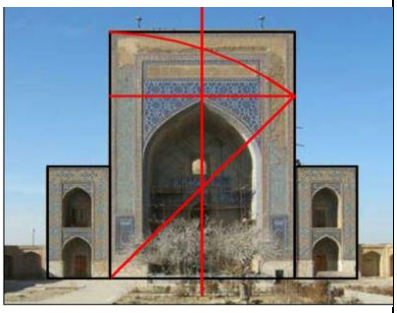
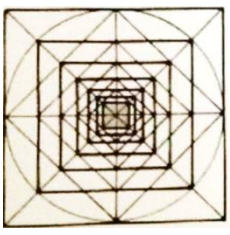
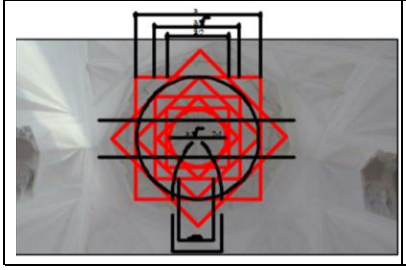
در طراحی بقعه تایباد می‌توان گفت، قوام‌الدین شیرازی از قاعده ۴، ۳ و ۲ یعنی مثلث متساوی‌الاضلاع مربع در پلان و از قاعده ۶ یعنی نیم مربع در نما استفاده کرده است. در قسمت گنبدخانه از نسبت ویژه $\sqrt{2}$ و مربع افزاینده استفاده‌شده که کاملاً مطابق با گنبدخانه شرقی مدرسه غیاثیه خرگرد می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱. تحلیل هندسی بقعه زین‌الدین ابوبکر تایبادی



تصویر ۲۲. تحلیل هندسی بنا براساس نیم‌مربع، (قاعده ۶)

[۱۳]. به پیشانی ایوان چکاد گویند.

پلان	استفاده از قاعده ۲ و ۳ یعنی مثلث متساوی‌الاضلاع و مشتقات آن همانند $\frac{\sqrt{3}}{2}$ در ارتفاع مثلث. استفاده از قاعده ۴ یعنی نیم مربع. تقسیم مربعی یک اتاق که به نیم‌هایی تقسیم می‌شود. در این قاعده نسبت $\frac{1}{\sqrt{5}}$ به $\frac{\sqrt{5}}{2}$ به‌کاربرده شده است.		
			
نما	استفاده از قاعده ۱ و ۶ در نما یعنی استفاده از مربع و نیم مربع. در این قاعده نسبت $\sqrt{2}$ و $\sqrt{5}$ به‌کاربرده شده است.	 	
گنبدخانه	استفاده از قاعده ۱ یعنی مربع و مشتقاتش و نسبت ویژه $\sqrt{2}$ و مربع افزاینده. مربع‌های متحدالمرکز با قانون رشد $\sqrt{2}$، خطوط انتظام دهنده‌ای را می‌سازد که متکی به ستاره‌ای هشت پر است (هشت‌ضلعی) و اضلاع پی‌درپی آن با نسبت $\sqrt{2}$ به هم وابسته‌اند.		

(منبع: نگارندگان)

نتیجه‌گیری

بهره‌گیری از هندسه یکی از ویژگی‌های اصلی معماری دوره تیموری می‌باشد. معماری و صناعات وابسته به آن در دوره تیموری به‌شدت تحت تأثیر هندسه کاربردی قرار می‌گیرد. بقعه مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی هم در این دوره از این امر مستثنا نیست. در دوره تیموری عواملی باعث شکوه و عمودیت بنا می‌شود که ردپای این عوامل را باید در مباحث ریاضیات و هندسه جست‌وجو کرد.

مقبره مولانا ابوبکر تایبادی در سال ۸۴۸ق/۱۴۴۴م به دستور پیر احمد خوافی؛ وزیر شاهرخ تیموری جهت مسجد و نمازخانه توسط بزرگ‌ترین معماران دوره تیموری (دو برادر به نام‌های غیاث‌الدین و قوام‌الدین شیرازی) بنا شده است. معمار در طراحی این بنا از قواعد یا الگوهای هندسی موجود در معماری عصر تیموری استفاده کرده است.

در قسمت پلان قاعده ۲ و ۳ یعنی مثلث متساوی‌الاضلاع و مشتقات آن همانند $\frac{\sqrt{3}}{2}$ در ارتفاع مثلث و قاعده ۴ یعنی نیم مربع اجراشده است. این نسبت برابر است با $\frac{1}{\sqrt{5}}$ به $\frac{\sqrt{5}}{2}$.

در قسمت گنبدخانه، مربع‌های متحدالمرکز با قانون رشد $\sqrt{2}$، خطوط انتظام دهنده‌ای را می‌سازد که متکی به ستاره‌ای هشت پر است (هشت‌ضلعی) و اضلاع پی‌درپی آن با نسبت $\sqrt{2}$ به هم وابسته‌اند. این قانون هندسی در گنبد خانه شرقی مدرسه غیاثیه و کاربندی آن به اجرا درآمده است؛ و قوام‌الدین شیرازی در طراحی گنبدخانه این دو بنا از پیمون و سیستم تناسب یکسانی استفاده کرده است. همچنین معمار در طراحی نمای این بنا از قاعده ۶ استفاده کرده این قاعده نمایانگر قطر مربع به همراه نیم مربع (مستطیل مکمل) است. این قاعده برابر است با $\sqrt{2}$ و $\sqrt{5}$.

با تحلیل چنین الگوها و سیستم تناسبات به‌کاررفته در ساخت بقعه زین‌الدین، پژوهش حاضر توصیفی از نقش ریاضیدانان و کاربرد دانش هندسه توسط معماران ازجمله قوام‌الدین شیرازی در فرایند تکوین معماری در دوره تیموری می‌باشد.

با بررسی و تحلیل هندسی بقعه زین‌الدین ابوبکر تایبادی می‌توان اظهار داشت که معمار از اصول هندسه در باب ساخت بنا بهره می‌برده است. در این دوره علوم دقیقه و هندسه عملی شکوفا می‌شود و ابنیه دارای ضابطه‌ای خاص می‌شوند. این ضابطه همان ۱۰ قاعده یا سیستم تناسبات موجود در معماری دوره تیموری است. ایجاد یک ضابطه و یک نسبت هندسی خاص در نیارش بناهای موجود نقش اساسی دارد که باعث سازوکار و به اندام شدن بنا می‌شود همچنین اجرای این تناسبات در این دوره باعث عمودیت و شکوه بنا شده است.

فهرست منابع و مآخذ

کتاب‌ها:

اوکین، برنارد (۱۳۸۶). *معماری تیموری در خراسان*. ترجمه علی آخشینی، مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.

بوزجانی، ابوالوفا محمد بن محمد (۱۳۸۴). *هندسه ایرانی کاربرد هندسه در عمل*. ترجمه علیرضا جذبی، تهران: سروش.

بمانیان، محمدرضا؛ بقایی، پرهام؛ اخوت، هانیه (۱۳۹۰). *کاربرد هندسه و تناسبات در معماری*. تهران: هله.

پوگاچنکووا، گالینا آناتولیونا (۱۳۸۷). *شاهکارهای معماری آسیای میانه سده‌های چهاردهم و پانزدهم میلادی*. ترجمه سید داوود طبایی عقدایی، تهران: فرهنگستان هنر.

جامی، عبدالرحمن بن احمد (۱۳۷۰). *نفحات‌الانس*. تهران: چاپ محمود عابدی.

جعفری، عباس (۱۳۹۱). *شناسنامه جغرافیای طبیعی ایران*. تهران: موسسه گیتاشناسی.

حافظ ابرو (۱۳۷۵). *جغرافیای حافظ ابرو*. به تصحیح صادق سجادی، تهران: میراث مکتوب.

خواند میر، غیاث‌الدین (۱۳۶۲). *حبیب السیر فی اخبار البشر*. به کوشش محمد دبیر سیاقی، تهران: خیام.

دولتشاه سمرقندی (۱۳۸۵) *تذکره الشعرا*. به تصحیح فاطمه علاقه، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

عصام، السعید؛ پارمان، عایشه (۱۳۶۳). *نقش‌های هندسی در هنر اسلامی*. ترجمه مسعود رجب نیا، تهران: سروش.

شوشتری، نورالله شریف‌الدین (۱۳۵۴). *مجالس‌المؤمنین*. تهران.

شیرازی، محمد معصوم (۱۳۳۹). *طرائق‌الحقایق*. به تصحیح محمدجعفر محبوب، تهران: بارانی.

فرجی، عبدالرضا (۱۳۶۶). *جغرافیای کامل ایران*. تهران: شرکت چاپ و نشر ایران.

فصیحی خوافی، فصیح احمد بن جلال‌الدین محمد (۱۳۳۹). *مجمل فصیحی*. به تصحیح محمود فرخ، مشهد: کتاب‌فروشی باستان.

مایس، پیرفون (۱۳۷۸). *عناصر معماری از فرم به مکان*. ترجمه مجتبی دولتخواه، تهران: ملائک.

نوایی، امیر علیشیر (۱۳۶۲). *مجالس النفایس*. به اهتمام علی‌اصغر حکمت، تهران: توس.

ویلبر، دونالد گولومبک، لیزا (۱۳۷۴). *معماری تیموری در ایران و توران*. ترجمه کرامت الله افسر، محمد یوسف کیانی، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.

یزدی، شرف‌الدین علی (۱۳۶۳). *ظفرنامه تیموری*. به تصحیح عبدالحسین نوایی، تهران: کتابخانه، موزه و مرکز اسناد مجلس شورای اسلامی.

مقالات:

صالحی کاخکی، احمد (۱۳۶۷). «کتیبه‌های بقعه زین‌الدین ابوبکر تایبادی»، *هنر و معماری*، ش ۲۵، ص ۶۲- ۹۸.

گلچین عارفی، مهدی (۱۳۸۸). «استاد قوام‌الدین شیرازی معمار افسانه»، *گلستان هنر*، ش ۱۶، ص ۷۹- ۸۵.

منابع انگلیسی:

Kotof, S.(1986). *The Architect in the middle Ages, East and West, in Architect chapter in the history*, New York: Oxford University press.

منابع تصاویر:

آرشیو خصوصی نگارندگان.

عصام، السعید؛ پارمان، عایشه (۱۳۶۳). *نقش‌های هندسی در هنر اسلامی*. ترجمه مسعود رجب نیا، تهران: سروش.

ویلبر، دونالد گولومبک، لیزا (۱۳۷۴). *معماری تیموری در ایران و توران*. ترجمه کرامت الله افسر، محمد یوسف کیانی، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.

https://www.google.com/maps/place

References:

Bemanian, M., Baghaei, P., Okhovat, H. (2011). *Application of geometry in architecture*, Tehran: Helleh Publication.

Bouzjani, A. M. (2005). *Iranian geometry: application of geometry in practice*, Persian translation by Jazbi, A. Tehran: Soroush Publication.

Doulatshahi, S. (2006). *Tazkerat al-Shoara*, edited by Alaghe, F. Tehran: Institute of Humanities and Cultural Studies.

Faraji, A. R. (1987). *Comprehensive geography of Iran*, Tehran: Iran Printing and Publishing Company.

Fasihi, K. F. (1960). *Mejmal Fasihi*, edited by Farokh. M. Mashhad: Bastan Book Store.

Golchin, A. M. (2009). Master Qavameddin Shirazi, The Legendary Architect, *Journal of Golestan-e Honar*, No. 16, pp. 79-85.

Hafez, A. (1996). *Geography of Hafez Abru*, Edited by Sajadi, S. Tehran: Miras-e Maktoub Publication.

Jafari, A. (2012). *Geographical ID of Iran*, Tehran: Institute of Cosmology.

Jami, A. R. (1991). *Nafahat al-Ons*, Tehran: Published by Mahmud Abedi.

Khavandmir, G. (1983). *Habib al-Seir fi Akhbar al-Bashar*, edited by Dabir, S. M. Tehran: Khayam Publication.

Meiss, P. (1999). *Architectural elements from form to location*, Persian translation by Dolatkhah, M. Tehran: Malayek

Navaei, A. A. (1983). *Majales al-Nafayes*. Compiled and edited by Hekmat, A. Tehran: Tous.

O'Kane, B. (2007). *Timurid architecture in Khorasan*, Persian translation by Akhshini, A. Mashhad: Islamic Research Foundation of Astan-e Quds Razavi.

Osam, S. Parman, A. (1984). *Geometric patterns in Islamic art*, Persian translation by Rajabnia, M. Tehran: Soroush Publication.

Pougatchenkova, G., A. (2008). *Architectural masterpieces of Central Asia in the 14th and 15th Centuries AD*, Persian translation by Tabatabaei, A. D. Tehran: Farhangestan-e Honar.

Salehi, K. A. (1988). Inscriptions of Zayn al-Din Abu Bakr Taybadi's Tomb, *Journal of Art & Architecture*, No. 25, pp. 62-98.

Shirazi, M. (1960). *Taraegh al-Haghayegh*. Edited by Mahboub, M. J. Tehran: Barani, Publication.

Shoushtari, N. S. (1975). *Majales al-Momenin*, Tehran.

Wilber, D. L. (1995). *Timurid architecture in Iran and Turan*, Persian translation by Afsar, K., Kiani, M. Y. Tehran: Cultural Heritage Organization.

Yazdi, S. A. (1984). *The Timurid Zafarnamah*, corrected by Navaei, A. Tehran: Library, Museum and Documentation Center of the Islamic Consultative Assembly.

Evaluation and Recognition of Applied Geometry of the Timurid Period in the Design of Mawlana Zayn al-Din Abu Bakr Taybadi's Tomb

Fereshte Azarkhordad [۱]
Ali Zarei [۲]
Hasan Hashemi Zarj Abad [۳]

Abstract

The great Khorasan witnessed remarkable developments in the construction of the Sufi mausoleums during the Timurid period and the tomb of Mawlana Abu Bakr Taybadi is no exception in this regard. The tomb was built in 848 AH on the order of Pir Ahmad Khafi, minister of Shahrokh Timurid, by the greatest architects of the Timurid period (two brothers called Ghiyath al-Din and Qavameddin Shirazi) in Taybad to be used as a mosque and prayer hall. What distinguishes this building in terms of architectural and archaeological studies is the use of applied geometry of the Timurid period in construction of this monument. In the present study, it is attempted to use the library resources as well as field observation and recording through an analytical approach. It can be argued that one of the distinctive features of the Timurid architecture is the use of geometry in architectural designs as much as possible, representation of which can be seen in the plan, the high veranda, and the done house of Mawlana Abu Bakr Taybadi's tomb. By geometric analysis of this building, it can be stated that the architects have used the derivatives of √3, √5, and √2 in the design of the plan, the dome house, the façade and the veranda of this monument.

Research purposes:

1. Revealing the applied geometry in the design of Abu Bakr Taybadi's tomb
2. Identifying the geometric proportions and patterns in the design of the building

Research Questions:

1. What are the geometric proportions and patterns used in the construction of the dome, the plan and the façade of this building?
2. Which geometric rules of the Timurid period have been used by the architects to design this building?

Key word:
Applied Geometry, Timurid Era, Abu Bakr Taybadi's Tomb.

---

[1]. M.Sc in Archaeology,University of Birjand. Email: Fazar@birjand.ac.ir
[2]. Assistant professor, Department of Archaeology, University of Birjand (Corresponding author). Email: azareie@birjand.ac.ir
[3]. Associate professor, Department of Archaeology, University of Mazandaran. Email: h.hashemi@umz.ac.ir

عنوان مقاله: **ارزیابی و شناخت هندسه کاربردی عصر تیموری در طراحی بقعه مولانا زین‌الدین ابوبکر تایبادی**