

بازشناسی هندسه تیموری در بنای گنبدسبز مشهد

احد نژاد ابراهیمی* (استاد تمام گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز Ahadebrahimi@tabriziau.ac.ir)
 المیرا کریمی پور (دانشجو کارشناسی ارشد معماری اسلامی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز e.karimipour@tabriziau.ac.ir)

چکیده

در خصوص تاریخ بنای گنبد سبز مشهد، شباهتی وجود دارد؛ عده ای بنا را با توجه به تنها کتیبه تاریخ دار آن، به عصر صفوی ارتباط می دهند؛ اما بنا با اشاره کتاب فرهنگ خراسان، که فرد مدفونی در بنا را شیخ مومن معرفی کرده و همچنین وی در سال ۹۰۴ درگذشته است، می توان این بنا را به عصر تیموری منتسب دانست. به علاوه شباهت مقبره منفرد گنبدسبز مشهد با ویژگی های مقابر غیر برجی در نقشه، عناصر ساختمانی، نما و تزئینات به کار رفته با نمونه های موجود در مقابر ساخته شده توسط تیموریان در ناحیه ایران فعلی و مناطق همجوار به صورت کامل روشن است. از این رو، این نوشتار با هدف انتساب بنای گنبدسبز به دوره تیموریان، در پی پاسخ گویی به این سوال است که «الگوی هندسی به کار رفته در بنای گنبد سبز چیست؟» و «آیا گنبدسبز با هندسه دوره تیموری مطابقت دارد؟» پژوهش از نوع بنیادی و روش تحقیق این پژوهش ترکیبی است که با استفاده از رویکرد کیفی و با به کارگیری روش تحلیلی و گردآوری اطلاعات به صورت مشاهده میدانی و مطالعات کتابخانه ای در تحلیل پلان، نما، برش و تزئینات بنا، بهره می جوید. نتایج پژوهش نشان داد: بنا در پلان از هندسه نهان و نخیر، طول گنبدخانه به عنوان واحد مولد، تقسیم یک مربع به مربع های کوچکتر، مربع رشد یافته و قاعده مربع و مشتقات آن، در نما از قاعده مثلث متساوی الاضلاع و مشتقات آن و نیم مربع و در مقطع از همان قاعده نیم مربع بهره جسته است. تزئینات بیشتر بر اساس سیستم زیرساخت شعاعی همچون گره ها، شمشه و نیم شمشه و مربع رشد یافته در مقرنس گنبدخانه می باشد.

واژه های کلیدی: گنبدسبز، معماری تیموری، هندسه معماری، مشهد

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

در خصوص تاریخ بنای گنبد سبز مشهد، شبهاتی وجود دارد؛ عده ای بنا را با توجه به تنها کتیبه تاریخ دار آن (۱۰۹۱)، منتسب به سلطنت شاه سلیمان صفوی در سال ۱۰۳۶ ق. می دانند (تقی زاده، ۱۳۷۲؛ مقدادی اصفهانی، ۱۳۷۵: ۲۴-۲۵)، که برخی از تزئینات، از جمله کتیبه زیر گنبد درونی و تکمیل بنا مربوط به زمان شاه عباس دوم در سال ۱۰۵۸ ق. است (زارعی، ۱۳۸۱: ۲۰۳-۲۰۴). در حالی که بنا هیچ ربطی به زمان شاه عباس ندارد. اولین بار خارنیکوف روسی نیز در سال ۱۲۷۴ ه. این مقبره را منتسب به درویشی دانسته که به قولی شفاهی در سال ۹۰۴ ه. در گذشته است. این موضوع به فرضیه تیموری بودن بنا قوت می بخشد؛ زیرا که توجه به تصوف و مشایخ طریقت و درویشان، از عوامل موفقیت در زمان تیمور بوده است (میرجعفری، ۱۳۸۵: ۱۷). در کتاب فرهنگ خراسان نیز بدین تاریخ اشاره شده است و تایید نموده است که صاحب طرائق نام آن فرد را، شیخ مؤمن ثبت کرده است که او آن شیخ مؤمنی نیست که به تاریخ ۱۰۹۱ منتسب باشد. این شیخ مؤمن در سال ۹۰۴ در گذشته است که در آن زمان تیموریان بر خراسان حکومت می کردند و شاه اسماعیل صفوی در این تاریخ، سال های اول سلطنت خود را در گیلان می گذرانید. بنابراین شیخ مؤمن از علما و عرفای عصر تیموریان است (عطاردی قوچانی، ۱۳۸۲: ۳۲۹). به علاوه شباهت مقبره منفرد گنبدسبز مشهد با ویژگی های مقابر غیر برجی در نقشه، عناصر ساختمانی، نما و تزئینات به کار رفته با نمونه های موجود در مقابر ساخته شده توسط تیموریان در ناحیه ایران فعلی و مناطق همجوار، مانند آسیای مرکزی، افغانستان و هند، تأثیراتش را آشکار می سازد (زارعی و کوهستانی، ۱۳۹۷). بنابراین بنای گنبدسبز با توجه به تاریخ منقول و شواهد ظاهری، به سبک دوره دوم آذری ساخته شده است (نوروزی، ۱۳۸۷) و به نظر می رسد شباهت هایی دارد که می توان آن را یک بنای تیموری منتسب کرد. هدف در این نوشتار پاسخ گویی به این سوال است که « الگوی هندسی به کار رفته در بنای گنبد سبز چیست؟ » و « آیا گنبدسبز با هندسه دوره تیموری مطابقت دارد؟ ».

روش تحقیق

این پژوهش از نوع پژوهش های بنیادی است و روش تحقیق این پژوهش ترکیبی است که با استفاده از رویکرد کیفی و با به کار گیری روش تحلیلی و گردآوری اطلاعات به صورت مشاهده میدانی و کتابخانه ای بهره می جوید. پلان و ترسیمات بکار رفته در این نوشتار توسط نگارندگان و از طریق نرم افزارهای Photoshop و Auto CAD رسم و تحلیل شده است. همچنین تصاویر به کار رفته در این مقاله هم توسط نگارندگان از بنا تهیه شده است. سپس با توجه به اینکه در دوره تیموری معماران از چندین سیستم تناسب در زمینه ساخت بنا استفاده میکردند، با بررسی پلان، نما و تزئینات بنای گنبدسبز، الگوی هندسی به کار رفته بازشناسی شده است.

پیشینه

در مطالعات بخش مربوط به معماری عصر تیموری، آذرخداد و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله ارزیابی و شناخت هندسه کاربردی عصر تیموری در طراحی بقعه مولانا زین الدین ابوبکر تایبادی، ده قاعده تحت چهار سیستم را در هندسه کاربردی عصر تیموری برشمرده و بنا را بر آن اساس بررسی کردند. همچنین در مقاله بازشناسی تناسبات و الگوهای هندسی کاربردی در معماری تیموری (مطالعه موردی مدرسه غیاثیه خرگرد)، دریافتند که در ساخت بنا از سیستم تناسب ساده ای مانند رادیکال ۲ و مشتقات آن در گنبدخانه و پلان، همچنین مشتقات رادیکال ۵ در نما و مقطع را لحاظ کردند. نژادابراهیمی و توران پور (۱۳۹۹) در مقاله واکاوی هندسه به کار رفته در مدرسه غیاثیه خرگرد با تاکید بر هندسه عملی ابوالوفا بوزجانی نیز با اعمال شبکه مدولار بر پلان با توجه به ابعاد گنبدخانه و تطبیق فضاها با هندسه بوزجانی، همچنین بررسی روش های خاص هندسی قوام الدین و نیز مدول مربعی مشخص در طرح و ساخت بنا را نشان دادند. اما مطالعات زیادی در خصوص بنای گنبد سبز انجام نشده و در این زمینه تنها می توان به مطالعه ای توسط زارعی و کوهستانی اندرزی (۱۳۹۷) در مقاله مقبره گنبدسبز؛ عرصه تجلی میراث معماری صفویه در مشهد مقدس، ساخت بنا را به دوره صفوی نسبت داده و در تداوم سبک هنر و معماری آرامگاهی دوره تیموری دانستند. این پژوهش قصد دارد با توجه به شواهد و تاریخ موجود نسبت به تیموری بودن بنا، نه تنها با پرداختن به ظاهر، بلکه در پی الگوی هندسی به کار رفته در بنا و سنجش تطابق هندسه عصر تیموری با هندسه بنا باشد؛ لذا می توان با مطالعه هندسه عصر تیموری، میزان تطابق آن را با بنای موجود سنجید.

مبانی نظری

معماری ادوار گذشته ایران همواره برگرفته از هندسه و انواع شیوه های ترسیم بوده که به نوعی وجه تمایز آنان را شکل داده است (مولوی، ۱۳۸۱: ۹). در واقع بررسی هندسه به عنوان جوهره پنهان معماری در دوره های مختلف و بازشناسی الگوهای هندسی به کار رفته در هر بنا، می تواند مهر تاییدی بر تاریخ دوره ساخت آن بنا باشد. در این پژوهش نیز با شواهد موجود حاکی از تیموری بودن بنا، هندسه آن دوره روی بنا قابل بررسی می باشد.

هندسه و کاربرد عملی در معماری عصر تیموری

در زمینه علوم هندسه در معماری دوره تیموری صاحب نظرانی چون بولاتف^۱ (1978) در کتاب هماهنگی هندسی در معماری آسیای مرکزی در قرون 9-15 میلادی، برنارد اوکین^۲ (1386)، لیزا گلمبک^۱ و دونالد ویلبر^۲ (1374) در معماری این دوره چندین سیستم تناسب را مورد بررسی قرار دادند. پژوهشگرانی چون

¹ Bulatov

² Bernard Okane

هیلن براند¹ (1378)، شیلابلر² و جانانان بلوم³، گالینا پوگاچنکووا⁴، طی کتب و مقالات متعدد در باب معرفی بناهای دوره تیموری و ایلخانی به صورت مختصر به بیان ارتباط علم هندسه با صنعت معماری این دوره پرداختند. به علت اجرای محاسبات کاربردی در معماری دوره تیموری، می توان به مطالعه پژوهشگرانی چون «دونالد ویلبر و لیزا گلمبک» 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 «قوام الدین شیرازی معمار دوره تیموریان» توسط «دونالد ویلبر» پرداخت. مطالعات پژوهشگران شوروی در این زمینه بسیار ارزشمند است، مطالعاتی چون «تحلیل های 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 بوده اند (گلمبک، ویلبر، ۱۳۷۴).

هر بنای تیموری، خواه کاخ، مسجد و یا حمام، از یک یا چند جزء مرکبه اصلی ترکیب یافته است (همان: ۱۱۳). از ویژگی های معماری این دوره بهره گیری بیشتر از هندسه و تنوع در طراحی ته رنگ ساختمان در «نهاز»، یعنی بیرون زدگی در کالبد و «نخیر»، یعنی تو رفتگی در آن نمودار می شود (پیرنیا، ۱۳۸۳: ۲۱۴). اساس هندسی طرح تیموری در جنبه های زیادی از معماری آشکار است: در تناسبات طرح فضایی، در ایجاد اشکال هندسی سه بعدی (طاق های کوبی و مقرنس ها) و در سطوح دوبعدی تزئین (گلمبک و ویلبر، ۱۳۷۴: ۱۹۴). معماران عصر تیموری به اجرای تجربیات نسل های پیشین اکتفا نمی کردند بلکه به تدوین نظریات معماری مبتنی بر ریاضیات می پرداختند (پوگاچنکووا، ۱۳۸۷: ۳۰). کاربرد فرمول های هندسی سهم عمده ای در هماهنگی نسبت ها، در توازن و تعادل کل و عناصر آن داشت که ویژگی معماری تیموری هستند (همان: ۳۱). بولاتف معماری دوره تیموری را به ده قاعده تحت چهار سیستم تقسیم بندی نموده است که طراح بنا با استفاده از این قواعد هندسی، شروع به کار می کرده است. سیستمی که بولاتف به توصیف آن پرداخته همچنین نیازمند تعیین یک سیستم اندازه گیری واحد توسط معمار در بنای مورد طرح بود که به عنوان واحد مولد به کار می رفت. همه ابعاد مهم در طرح افقی و هم در طرح عمودی بر اساس این ماهیت متکی و با آن قابل اندازه گیری است. معمولا معمار بهترین ویژگی را برمی گزیند. اگر طرح یک گنبد خانه بزرگ ریخته می شد، طول ضلع آن واحد مولد می بود. البته این امر درباره همه آرامگاه های یک اتاقه صادق بود. لیکن برای ساختمان های پیچیده تر که یک اتاق آن بزرگتر از اتاق های دیگر بود، مانند زیارتگاه ترکستان نیز این موضوع صدق میکرد. همچنین به اعتقاد او، معمار دوره تیموری، ده قاعده تحت چهار سیستم را در طراحی بنا به کار می گرفت. در دوره تیموری معمار با استفاده از این الگوهای موجود طرح را آماده می کرد و سپس وارد مرحله ساخت بنا می شد (بولاتف، 1978). بنابراین می توان اساس معماری عصر تیموری را طبق نمودار 1، عنوان نمود:



¹ Lisa golombek

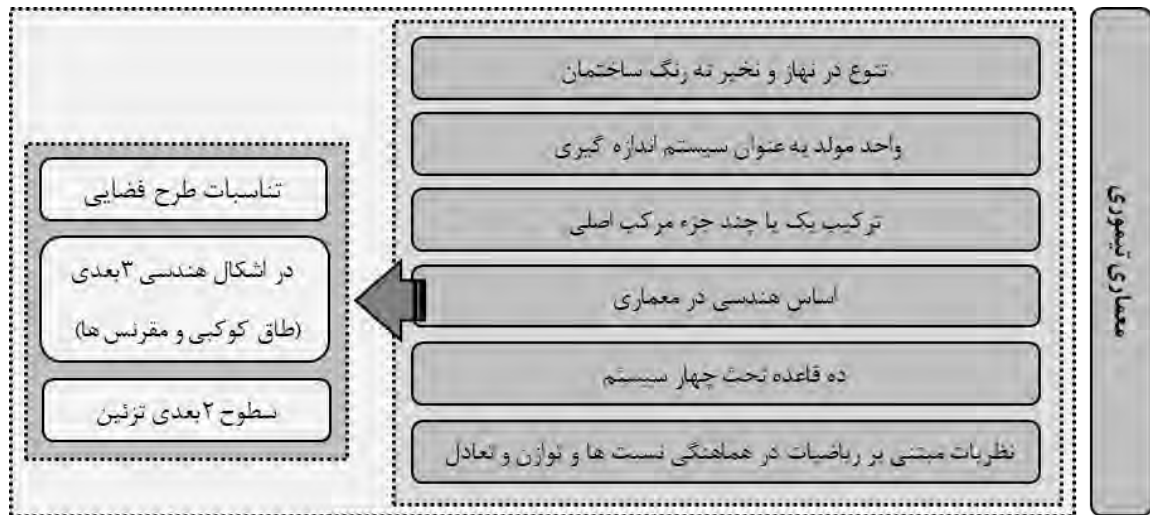
² Donald Wilber

³ Hillen brand

⁴ Shila beler

⁵ Jonathan Bloom

⁶ Galina pugachenkova



نمودار 1، اساس معماری عصر تیموری، منبع: نگارندگان

تزئینات و نقوش کاشی در عصر تیموری

ذوق و استعداد معماری تیموری در درجه اول، در تجربه قدرتمند تزئینات و انواع طاق زنی بوده است. آنها برای نخستین بار سطوح بزرگی را با روکش هایی حاوی کاشیکاری لعابی و معرق همراه کردند (شراتو و گراب، ۱۳۸۴: ۴۲). اصول طرح معماری تیموری، ارتباط بسیار نزدیکی با تزئین هندسه دارد (ویلبر، گلمبک، ۱۳۷۴: ۲۱۸). هندسه ای که دربرگیرنده ی نمود ذهنی ویژگی های فضایی است (فیچبین^۱، ۱۹۸۷: ۱۱۴). بدین صورت که در طراحی نقوش بکار رفته در بنای تیموری، هر طرح هندسی با ترسیم شبکه ای آغاز می شود و سپس نقاط بر روی شبکه طبق روابط هندسی درون آن معین می گردد. برای متصل ساختن این نقاط خطوطی رسم می شود که تقاطع آن ها جای نقاط ثانوی را تعیین می کند. سپس هنرمند باید به طرح خود در شکل به وجود آمده می نگریسته؛ در حالی که پیکره های معینی را بر می گزیند؛ بقیه را کنار می زند. در تزئینات تیموری شش دستگاه مشبک مورد استفاده قرار می گرفته است. ۱. ساختی که بر اساس شبکه ای از مربع ها قرار داشت؛ ۲. ساختی که بر اساس خود مربع و مشتقات آن استوار بود؛ ۳. ساختی که بر پایه ی نیم مربعی و مشتقات آن، یا مربع دوگانه آن پی ریزی شده است؛ ۴. ساختی که بر پایه ی مثلث متساوی الاضلاع و مشتقات آن و شبکه مثلث ها متکی بوده است؛ ۵. ساختی که بر پایه ی ترکیبی از مثلث متساوی الاضلاع و مربع بنا شده است؛ ۶. طرحی که بر پایه ی شبکه ای از مختصات شعاعی نهاده شده که آن را گره می نامند. در این بین، دستگاه مشبکی که بیشتر مورد توجه بوده و می توان گفت در اکثر بناهای تیموری به کار رفته است، شبکه ای است که مختصات شعاعی را درون مربع یا مثلث داشته و این شبکه ستاره های ده گوش و پنج گوش را به وجود می آورده است. طراحان تیموری تقارن شعاعی را در تزئینات دوبعدی ترجیح می دادند. کاربرد نقش شعاعی به قدری گسترده شده بود که در معماری، نقشه شعاعی بناهای بسیار متداول را هم برای مقاصد مذهبی و هم غیر مذهبی، به وجود می آورد. در فن طاق زنی نیز طرح شعاعی ترجیح یافته و منجر به اتخاذ طرح های مقرنس شعاعی و کاربرد زیاد طاق های کوکبی گردید که در سراسر سیستم کاربردی ها تجلی یافته است. بررسی نقوش دوره های قبل مشخص می سازد که تا پیش از دوران تیموری، بهره گیری از نقوش شعاعی کمتر مورد توجه قرار می گرفته و متداول نبوده است (شکفته و دیگران، ۱۳۹۴: ۸۴).

در دوره تیموری تحول تازه ای در تزئین بوجود آمد؛ و آن حضور بیشتر نقش مایه های گیاهی بود. در این دوران نقوش ملهم از طرح های مدور و شعاعی، عموماً با نقوش اسلیمی و ختایی همراه است. در مرکز سقف اکثر بناها و مساجد تیموری می توان به بهترین شکل، طرح شمسه که نوعی طرح خورشید مانند و شبیه به دایره در هنرهای تزئینی است را دید. نقش شمسه تجلی نور ایزدی است که در نگارگری به صورت هاله ی نورانی متجلی شده است (کرین، ۱۳۸۸: ۵۶). اینکه هاله نورانی آرام آرام از تصویرگری جدا می شود و به زبان انتزاعی خود یعنی شمسه نزدیک می شود؛ گمان می رود به دلیل تجرد نور باشد (نمودار 2).

¹ Fischbein



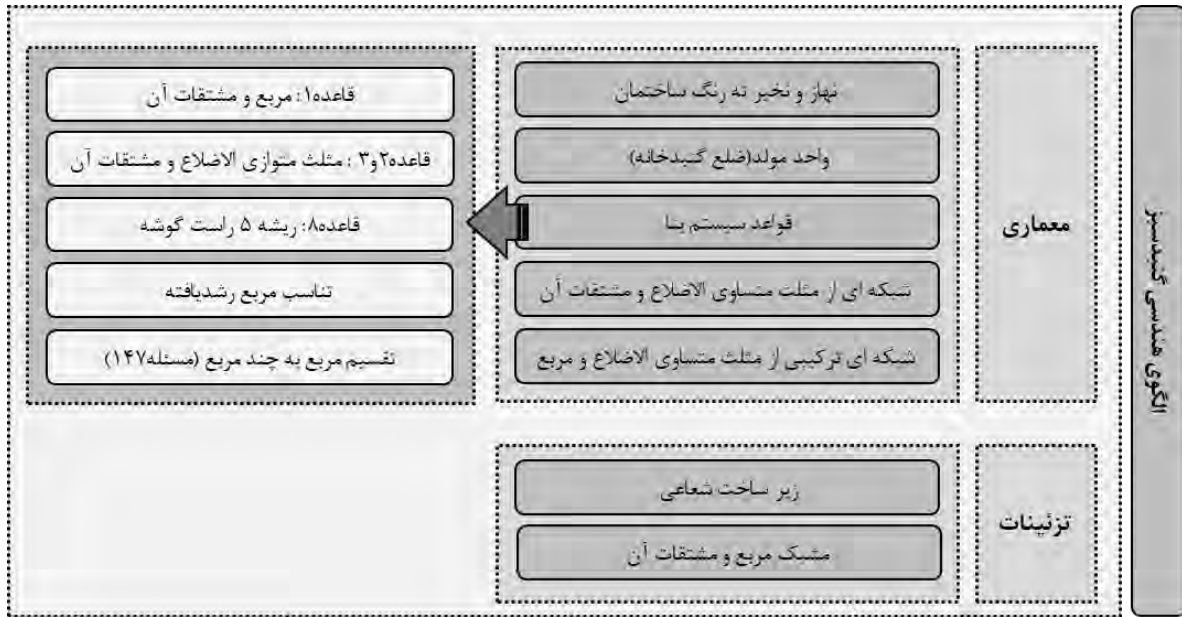
نمودار 2، اساس تزیینات عصر تیموری، منبع: نگارندگان

یافته های پژوهش

پس از مطالعه اصول مربوط به هندسه عصر تیموریان از منابع ذکر شده و همچنین کاربرد هندسه در عمل منتسب به ابوالوفا بوزجانی، ریاضیدان برجسته ایرانی قرن چهارم هجری که یکی از معتبرترین منابع در هندسه عملی دوران اسلامی است (خوارزمی، ۱۳۹۱: ۱۵)، بررسی مربوطه بر اساس آزمون های بسیار برای یافتن پاسخ های قابل قبول در مدارک طرح مرمت و بازپیرایی بنای گنبدسبز مشهد، بیشتر حول محور مباحث بولاتف و بوزجانی^۱ مورد توجه قرار گرفت که در نمودار 3، به عنوان گزینه های نظام هندسی گنبد سبز مشهد در دو بخش معماری و تزیینات، پیشنهاد می شود و مورد بررسی دقیق تر قرار می گیرد. در بخش معماری، به نهازونخیر در پلان، ضلع گنبدخانه به عنوان واحد مولد، شبکه ای از مثلث متساوی الاضلاع و مشتقاتش و شبکه ای ترکیبی از مثلث متساوی الاضلاع و مربع؛ همچنین در خصوص قواعد سیستم بنا، به قاعده مربع و مشتقات آن، مثلث متساوی الاضلاع و مشتقاتش، ریشه 5 راست گوشه، تناسب مربع رشدیافته و تقسیم یک مربع به چندین مربع، اشاره می شود. بخش تزیینات را می توان در زیرساخت شعاعی و مشبک مربع و مشتقاتش بررسی کرد. البته این نکته شایان ذکر است که برای یافتن الگوی هندسی طرح بنا، نمی توان فقط به موارد ذکر شده بسنده کرد و تنها راه دسترسی به اطلاعات مستند، از جانب طراح بنا ممکن می باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

¹ مسئله ۱۴۷: تقسیم یک مربع به چند مربع و به دست آوردن یک مربع از ترکیب چند مربع (بوزجانی، ۱۹۹۰: ۵۵)



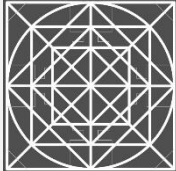
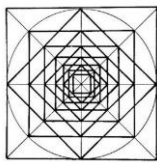
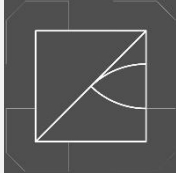
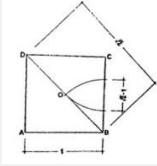
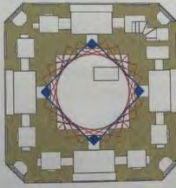
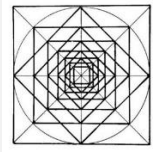
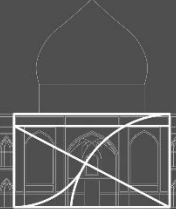
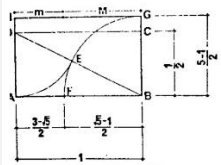
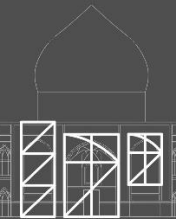
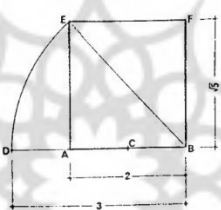

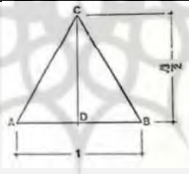
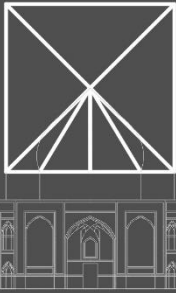
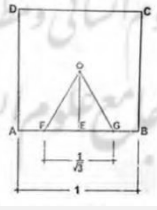
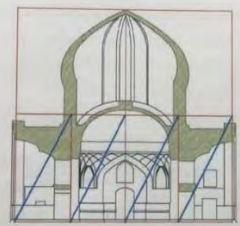
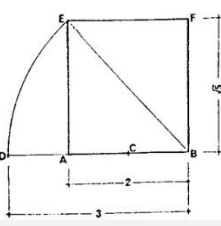
نمودار 3. الگوی هندسی بنای گنبدسبز طبق الگوی نظری پژوهش، منبع: نگارندگان

تحلیل یافته ها

در این بخش طبق نمودار 3، گزینه های در دست بررسی، با ترسیم مدارک در نرم افزار اتوکد، مورد تحلیل و آزمایش دقیق تر قرار می گیرند. بدین گونه که اولاً طبق تحلیل نوروزی (1387) در طرح مرمت بنا، پلان دارای نیاز و نخیر می باشد. ثانیاً طبق هندسه مورد بررسی بولاتف که در آن ضلع گنبدخانه به عنوان واحد مولد دیگر اضلاع قرار داشت، دریافت گردید که در این بنا هم اگر ضلع گنبدخانه به سه بخش مساوی تقسیم شود، کلیه اضلاع بنا، از این واحد مولد بهره برده اند. ثالثاً محل قرارگیری ایوان ها و محیط گنبدخانه از مسئله ۱۴۷ بوزجانی پیروی کرده است و رابعا تقسیمات بازشوهای موجود در پلان و همچنین مقرنس گنبدخانه، طبق تناسب مربع رشد یافته و مشتقات آن می باشد. همچنین قاعده نیم مربع را می توان هم در تقسیمات نما و هم در تقسیمات مقطع ملاحظه نمود؛ که قاعده مثلث متساوی الاضلاع و مشتقاتش در ایوان و گنبد، کاملاً گویا می باشد (جدول 1).

جدول 1، تحلیل هندسی (پلان و نما و برش) مقبره گنبدسبز، منبع: نگارندگان

مدارک	قاعده	تحلیل
پلان	نیهاز و نخیر (نوروزی، ۱۳۸۷)	
	طول ضلع گنبدخانه: واحد مولد به عنوان سیستم اندازه گیری واحد	
	مسئله ۱۴۷ بوزجانی: تقسیم یک مربع به چند مربع و به دست آوردن یک مربع از ترکیب چند مربع	

		نسبت ویژه یا برش مربع: ۲۷ با قطر خود تناسب مربع رشدیافته	
		قاعده ۱: مربع و مشتقات آن (طول ایوان های بنا)	
		(مقرنس) نسبت ویژه یا برش مربع: ۲۷ با قطر خود تناسب مربع رشدیافته	
		قاعده ۸: ریشه ۵ راست گوشه	
		قاعده ۶: نیم مربع	نما
		قاعده ۲: مثلث متساوی الاضلاع و مشتقات آن	
		(گنبد) قاعده ۳: مثلث متساوی الاضلاع و مشتقات آن	
		قاعده ۶: نیم مربع	برش

بررسی های انجام گرفته بر روی تزئینات نیز حاکی از آن است که بیشتر از هندسه زیرساخت شعاعی از جمله در نیم شمسه های سقف ایوان های بنا، درهای چوبی ورودی، پنجره های مشبک چوبی، طاق ها، مراکز مقرنس ها و حتی در طرح گره های نمای بنا دیده می شود؛ تنها بر روی طاق نمای جنوب شرقی، زیرساخت مربع و مشتقات آن در گره ها قابل توجه است (جدول 2).

جدول ۲. تحلیل هندسی تزئینات مقبره گنبدسبز، منبع: نگارندگان

تصویر	هندسه	شرح	طرح
	زیرساخت شعاعی	نیم شمسه در پلان	- دوایر هم مرکز - شعاع نور
	نقوش با زیرساخت شعاعی گره	اساس طراحی بر پایه گره طرح روی درب ها	- دایره - خورشید - اشعه های نور
	نقوش با زیرساخت شعاعی	اساس طراحی بر پایه دوایر و شعاع ها طرح روی نما گره سرمه دان چهارشمسه کند	- دایره - خورشید - اشعه های نور
	زیرساخت شعاعی	حضور در مراکز گنبد حضور در طاق ها و مراکز مقرنسه ها	- دوایر هم مرکز - شعاع نور
	نقوش با زیرساخت شعاعی گره	اساس طراحی بر پایه گره طرح روی پنجره مشبک چوبی	- دایره - خورشید - اشعه های نور
	زیرساخت شعاعی ساختی بر اساس خود مربع و مشتقات آن	طاق نمای جنوب شرقی نیم شمسه گره گل صابونکی اساس طراحی بر مربع	- دوایر هم مرکز - شعاع نور

نتیجه گیری

این پژوهش با توجه به شواهد ظاهری و تاریخ منقول از اظهارات خارنیکوف روسی و عطاردی قوچانی، مبنی بر ارتباط مقبره با درویشی به نام شیخ مومن، موتوفی به تاریخ 904ه، بنای گنبدسبز مشهد را یک بنای تیموری دانسته است. از آنجا که هندسه، وجه تمایز معماری گذشته ایران در ادوار مختلف می باشد، با مطالعه هندسه عصر تیموری و میزان تطابق آن با بنای مورد نظر قابل سنجش است. طبق مطالعات، اساس معماری تیموری شامل: واحد مولد به عنوان سیستم اندازه گیری، تنوع در نیاز و نخیر ته رنگ ساختمان، ترکیب یک یا چند جزء مرکبه اصلی، ده قاعده تحت چهار سیستم، هماهنگی نسبت ها و توازن و تعادل آن ها، تناسبات طرح فضایی، اشکال هندسی ۳بعدی مانند طاق کوبی ها و مقرنس ها و سطوح ۲بعدی تزئین؛ و به طور دقیق تر اساس تزئیناتش بر پایه شش دستگاه مشبک و تقارن شعاعی است؛ که تقارن شعاعی بیش از دیگری در آثار تیموری خودنمایی کرده است.

بر اساس آزمون های بسیار در مدارک طرح مرمت و بازپیرایی بنای گنبدسبز مشهد، جهت یافتن پاسخ های قابل قبول به عنوان الگوهای هندسی بنا، بیشتر مباحث بولاتف و بوزجانی مورد توجه قرار گرفت؛ و نتایج حاکی از این است که بنا در پلان، از نیاز و نخیر، ضلع گنبدخانه به عنوان واحد مولد در اندازه گیری سایر اضلاع و قواعدی چون تقسیم یک مربع به مربع های کوچکتر، تناسب مربع رشدیافته و مربع و مشتقاتش؛ همچنین در نما و مقطع، از قواعد ریشه ۵راست گوشه، نیم مربع و مثلث متساوی الاضلاع و مشتقاتش؛ و در تزئینات، بیشتر از زیرساخت های شعاعی، الگو گرفته شده است. بنابراین با توجه به بررسی های انجام شده، تطبیق هندسه بنای گنبدسبز مشهد با هندسه عصر تیموری، مهر تاییدی بر تیموری بودن این بنا می باشد.

مراجع

- اوکین، برنارد. (۱۳۸۶)، معماری تیموری در خراسان، ترجمه علی آخشینی، تهران: بنیاد پژوهش های اسلامی آستان قدس رضوی.
- بلر، شیلوا؛ بلوم، جانانان. (۱۳۸۱)، هنر و معماری اسلامی ۲، ترجمه یعقوب آژند، تهران: انتشارات سمت.
- بوزجانی، ابوالوفا محمدبن محمد. (۱۳۸۴)، هندسه ایرانی (کاربرد هندسه در عمل)، ترجمه علیرضا جذبی، تهران: سروش.
- بوگانچنکووا، گالینا آتالیونونا. (۱۳۸۷)، شاهکارهای معماری آسیای میانه سده های چهاردهم و پانزدهم میلادی، ترجمه سید داوود طبایی عقدایی، تهران: فرهنگستان هنر.
- پیرنیا، محمدکریم. (۱۳۸۳)، سبک شناسی معماری ایران، تهران: نشر معمار.
- تقی زاده طوسی، فریدون. (۱۳۷۲)، آرای ذهبیه و میر سیدعلی همدانی، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه فردوسی مشهد، سال بیست و ششم، ش ۳ و ۴، پاییز و زمستان، ۱۰۰۵-۲۵۳۵
- خوارزمی، مهسا. (۱۳۹۲)، بازتاب شکوفایی هندسه کاربردی دوران اسلامی (رساله بوزجانی) در تزئینات معماری خراسان (با تکیه بر مساجد گناباد، ملک زوزن و فریومد)، پایان نامه دکتری در رشته معماری معماری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده هنر و معماری.
- زارعی، علی. (۱۳۸۱)، آرامگاه های مذهبی دوره صفویه در مشهد مقدس، پایان نامه کارشناسی ارشد باستان شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تهران
- زارعی، علی؛ کوهستانی اندرزی، حسین. (۱۳۹۷)، مقبره گنبدسبز: عرصه تجلی میراث معماری صفویه در مشهد مقدس، فصلنامه مطالعات فرهنگی اجتماعی خراسان، دوره ۱۲، شماره ۳، شماره پیاپی ۴۷، بهار، ص ۱۱۹-۱۴۶
- شراتو، امیرتو؛ گراب، ارنست. (۱۳۸۴)، تاریخ هنر ایران، (۹)، هنر ایلخانی و تیموری، ترجمه یعقوب آژند، تهران: مولی
- شکفته، عاطفه، حسین احمدی، و امید عودباشی. (1394)، تزئینات اجرکاری سلجوقیان و تداوم آن در تزئینات دوران خوارزمشاهی و ایلخانی، فصلنامه پژوهشهای معماری اسلامی (6): 84-106
- عطاردی قوچانی، عزیزالله. (1382)، فرهنگ خراسان: بخش طوس: مشهد مقدس، نوقان، طاهران، تبادکان و رادکان، جلد 7، ناشد: عطارد.
- کرین، هانری. (۱۳۸۸)، حکمت اشراق در ایران زمین در سده ی دوازدهم میلادی، ترجمه سید ضیا الدین دهشیری، مجله دانشکده ادبیات دانشگاه تهران
- مقدادی اصفهانی، علی. (۱۳۷۵)، نشان از بی نشانها، ج ۱، تهران: حیدری
- مولوی، بهزاد. (۱۳۸۱)، بررسی کاربرد هندسه در معماری گذشته ایران (دوره اسلامی)، تهران: نشر وزارت مسکن و شهرسازی مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول.
- میرجعفری، حسین (1385): تاریخ تحولات سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی ایران در دوره تیموریان و ترکمانان، تهران، سمت
- ویلبر، دونالد؛ گلمبک، الیزا. (۱۳۷۴)، معماری تیموری در ایران و توران، ترجمه محمد یوسف کیانی و کرامت اله افسر، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور

- نوروزی؛ ساسان و همکاران. (1387)، طرح مرمت و بازپیرایی بنای گنبدسبز مشهد (منتشر نشده)، سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری خراسان رضوی، بهار
- هیلن براند، رابرت. (1378)، معماری اسلامی، فرم، عملکرد و معنی، ترجمه ایرج اعتصام، تهران: شرکت پردازش برنامه ریزی شهری.

- Bulatov, M. S. (1978), Геометрическая гармонизация в архитектуре средней Азии IXXV BB [Geometric Harmonization in Central Asian Architecture in the 9th-15th Centuries] (2nd ed.). Moscow: Science.

- Fischbein, E. (1987), Intuition in Science and Mathematics. An Educational Approach. Dordrecht, Kluwer.

