



Research Paper

The Evolution of Spatial and Structural Characteristics of Domes in the History of Iranian Architecture

Seyyed Meysam Siahpush*¹

¹ M.A in Architecture, Khatam Non-Profit University, Tehran, Iran.

Keywords

Dome, Structural and Spatial Characteristics, Iranian Architecture.



A B S T R A C T

One of the most important and prominent elements of Iranian architecture is the roofing system, particularly domes. The construction of domes in Iran has ancient roots dating back to the pre-Islamic era and experienced remarkable progress during the Islamic periods. Geometry, mathematics, and the emergence of new tools throughout history have had a direct impact on the evolution of the form, structure, and construction of domes. This article aims to examine the historical evolution of the dome as a key element of Iranian architecture, its position in Islamic architecture, and the classification of various types of domes and arches. It analyzes the spatial and structural characteristics of this element. Domes from the Parthian period were generally circular and of the ribbed type (mazeh-dar), with a height greater than the radius of the base. In the Sasanian period, the arches included various types such as horseshoe, semi-circular (hilochiin), ribbed, Sasanian elliptical, and egg-shaped arches, which lacked pointed tips and possessed high load-bearing capacity. In the early Islamic centuries, slow and fast horseshoe arches, followed by pointed arches, became prevalent. In later periods, especially during the Timurid and Safavid eras, pointed load-bearing and decorative pointed arches were commonly used. The findings of the study indicate that developments in geometry and mathematics have been the main factors in the advancement or decline of the structural characteristics of domes in the history of Iranian architecture and can serve as a foundation for future research in this field.

*Corresponding Author: Seyyed Meysam Siahpush

Email Address: samrumanmusic@gmail.com

Siahpush, S. M. (2026). The Evolution of Spatial and Structural Characteristics of Domes in the History of Iranian Architecture. *Human Ecology*, 5(14), 2416–2428.



DOI: <https://doi.org/10.22034/he.2026.583789.1218>



مقاله پژوهشی

بررسی ویژگی‌های فضایی و ساختاری گنبد در سیر تاریخی معماری در ایران

سید مثمین سیاه پوش^{۱*}

۱ کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه غیر انتفاعی خاتم، تهران، ایران.

واژگان کلیدی

گنبد، ویژگی ساختاری و فضایی، معماری ایران.

اسکن کنید



چکیده

یکی از برجسته ترین و مهمترین عناصر در معماری ایران پوشش سقف ها و به ویژه گنبدها می باشد. روند ساخت گنبد ها در ایران به دوره های پیش از اسلام بر می گردد و در طی دوره های اسلامی پیشرفت بسیار قابل توجهی داشته است. هندسه و ریاضیات و پدید آمدن ابزارهای جدید در خلال سالهای متمادی این دوره ها تاثیر مستقیمی بر معماری گنبد و پیشرفت آن داشته است. در این مقاله سعی بر آن بوده است، که به بررسی این سازه و عنصر اصلی معماری ایرانی، از منظر سیر تاریخی، جایگاه آن در معماری اسلامی، دسته بندی انواع گنبد و قوس های این هنر بی شائبه پرداخته شود. گنبدهای به کار رفته در آثار دوره ی اشکانی، عموماً مدور و با ارتفاعی بیشتر از شعاع دایره نوعی (مازه دار) بوده است. قوس های مورد استفاده در بناها و آثار دوره ی ساسانی از انواع هلوچین، نعلی (نعل اسبی)، مازه دار، بیضوی ساسانی و تخم مرغی، که بدون تیزه و دارای باربری فراوانند. قوس های مورد استفاده در قرون اولیه بعد از اسلام، عموماً (هلوچین کند و تند و بعداً جناغی) و دارای تیزه های کند و تند بوده و در ادوار بعد خصوصاً دوره تیموری و صفوی از قوس تیز باربر و باربر تزئینی استفاده شده است. بر حسب نتایج به دست آمده بررسی ها نشان می دهد که افول یا پیشرفت و تاثیرگذاری ریاضیات و هندسه بر معماری ایرانی می تواند مبنای پژوهشهای بعدی در این زمینه قرار گیرد.

۱. مقدمه

فرهنگ‌های متنوع بشری واجد مظاهر گوناگون‌اند و معماری از شاخص‌ترین نمودهای فرهنگی هر ملت به شمار می‌آید؛ زیرا بازتابی از هویت، سنت و معناهای فرهنگی نهفته در جهان‌بینی آن جامعه است (Abowardah, 2025). در شناخت فرهنگ هر ملت، اصل بر این است که در پی مظاهر هر فرهنگ، معانی عمیق نهفته است. هنر و ادبیات شاید مهم‌ترین مظاهر فرهنگی هر ملت باشد و معماری شاخص‌ترین مظهر هنری هر قوم تلقی شود و این موضوع که معماری هر فرهنگ جلوه معانی باطنی بوده امری واضح است که قول خلاف آن به اثبات نیاز دارد (کاشانی، ۱۳۶۶). از طرفی هنرمندان همواره در خلق آثار هنری در پی بیان مفهوم و رساندن پیامی به مخاطبان خود هستند؛ حتی زمانی که هنرمند در خلوت و تنهایی برای خود اثری می‌آفریند، بیان مفهومی را در سر می‌پروراند و آن را در اثرش متجلی می‌کند که همچون روح در جسم اثر ماندگار می‌شود. به این ترتیب، آثار معماری نیز واجد معانی نهفته در خود است که هنرمند خالق آن کوشیده به طور عیان یا پنهان و با به کارگیری زبان رمزآگین آن معانی را در اثر خود همچون پیامی به مخاطبان منتقل کند. این امر میسر نمی‌شود مگر از طریق عناصر سازنده بنا و تزئینات آن. به این ترتیب عناصر سازنده بنا را باید محل تجلی آن معانی دانست. در جهان‌بینی انسان سنتی، معماری بنای کوچک شده عالم محسوب می‌شود و نقش و کارکرد آن فراتر از یک ساختمان است. تأمل در معماری مقدس نشان می‌دهد جایگاه معماری مقدس در جوامع سنتی، جایگاهی کاملاً نمادین و سمبلیک است که معنای خاصی را تجسم می‌بخشد. به عبارت دیگر در فلسفه معماری مقدس، بنا تجسم معنا محسوب می‌شود (بروگ، ۱۳۸۷).

در ایران قبل از دوران مدرن، تاق‌ها و گنبدها، به دلیل نیازها و الزامات اقلیمی، سازه‌ای و ساختمان‌سازی پدید آمده و به تدریج توسعه و اعتلا یافتند. یکی از عناصر اصلی معماری که گاهی برای پوشش فضاهای مختلف به کار می‌رفته است و گاه به عنوان نشانی از عظمت و قدرت حکومت‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته است، گنبد‌ها می‌باشند. پوشش گنبد در ایران پیشینه‌ای دیرینه دارد، کمبود چوب‌های استوار و کشیده مانند ساج و سدر یا کاج که در حقیقت عنصر اصلی پوشش تخت است، سبب شده بود که پوشش سغ در مناطق گرم و خشک ایران رواج پیدا کند و به خصوص در دهانه‌های وسیع جای پوشش تخت را بگیرد. تاق‌ها و گنبدها با استفاده از مصالح بوم‌آوردی چون خشت و آجر بر پا شدند، تا دسترسی آسان به مصالح و فناوری بومی، عملیات ساخت را شتاب داده، ساختمان را با طبیعت پیرامون خود سازوارتر کرده و نوسازی بنا با سهولت انجام شود (خدادادی و همکاران، ۱۳۹۰). انحطاط و یا پیشرفت فکری تأثیر مستقیم بر هنر و معماری داشته است. پیشرفت علم و هندسه، ابزارهای ریاضی و به مدد آن تکنیک‌های ساخت، در طول تاریخ، معماری را دستخوش تغییر و تحولات بسیاری کرده است. می‌توان یقین داشت که پدید آوردن یک گنبد نظیر گنبد مسجد شیخ لطف‌الله یا مسجد شاه که در زمره‌ی بزرگترین شاهکارهای هنر و معماری سنتی‌اند، خود دلیل بر آن است که یک پنین حیات تعقلی در آن زمان موجود بوده است (نصر، ۱۳۸۰). به کارگیری فضاهای هندسی کاملاً مشخص، نسبت‌های ریاضی بسیار دقیق، خطوط و احجام معین مرتبط با اصول دقیق ریاضی ابزاری بود که به واسطه‌ی آن، فضای معماری اسلامی و نیز سطوح خارجی آن شکل گرفته و انسجام پیدا می‌کرده است (نصر، ۱۳۷۵).



شکل ۱. گنبد و گلدسته در مجموعه بنای میدان نقش جهان اصفهان

استفاده از گنبد که دهانه بزرگی را می‌پوشاند برای اولین بار در شیوه معماری پارتی انجام شده و درواقع گنبد ارمغانی بود که معماری پارتی به جهان عرضه داشت (رسولی، ۱۳۸۶). گنبد مسائل زیادی را مطرح می‌کند و در معماری ایرانی به شکلهای مختلفی مشاهده شده است. گنبدهای ساخته شده در دوران ساسانی بیشتر به صورت گرد، بیضی یا سهموی بوده‌اند. بعدها گنبد به صورت‌های دیگری نیز ساخته شد.

گنبد های کوتاه نعلبکی مانند که مستلزم دیوارهای کلفت یا پیشخانی برای تحمل بار سنگین جانبی است؛ یا گنبدهای بلندی که روی ساقه های استوانه ای بلند قرار می گرفتند و در دوران تیموریان رایج بودند؛ گنبدهای پیازی نیز به علت برخی از مشکلات ساختاری و احساس عدم آرامش آن، مورد پسند معماران قرار نگرفت. از قرن دوازدهم میلادی به بعد، نوع دیگری از گنبد رواج یافت و از آن شیوه در ساختن بناهای گرد یا هشت ضلعی مانند برج های آرامگاهی استفاده شد (آ.ا. پوپ، ۱۳۸۸) که برخی از این بنا ها تا به امروز برجای مانده اند. در معماری ایران، به ویژه از دوره هخامنشی تا ساسانی، تحولات اقلیمی، اقتصادی و سازه ای موجب شد که پوشش های طاقی و گنبدی به تدریج جایگزین برخی پوشش های مسطح و مرتفع شوند. کمبود چوب مناسب برای ایجاد پوشش های افقی، همراه با ظرفیت بالای مصالح بومی مانند آجر، سبب شد طاق و گنبد به عنوان راه حلی سازگار با شرایط محیطی و ساختاری در معماری ایران تثبیت شوند. این روند در دوره ساسانی به تکامل رسید و بعدها به یکی از ویژگی های پایدار معماری ایرانی بدل شد (خواجه نوری و همکاران، ۱۳۹۶؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۰). از دوره ساسانی به بعد، طاق و گنبد به عنوان پاسخ هایی سازه ای و اقلیمی جایگاه اصلی خود را یافتند و در تداوم معماری ایرانی به یکی از الگوهای پایدار پوشش بنا تبدیل شدند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰). روش گنبدسازی در ایران، چه در دوره ساسانی و چه در دوره اسلامی، بر پایه نظم هندسی و نیارش سازه ای شکل گرفته و در نمونه هایی چون گنبد سلطانی، پیوند معماری و سازه به خوبی دیده می شود (انبران و همکاران، ۱۴۰۲). روش گنبدسازی با استفاده از نظم دقیق ریاضی در شکل بندی و ساختمان و با کاربری شیوه های صحیح صورت می گیرد که در همه انواع، گنبدها بدون احتیاج به گاه بست و کالبد و قالب در برابر همه نیروهای فشاری و رانشی به خوبی مقاومت می کنند، گرچه در گوشه سازیها از اوایل دوران اسلامی تاکنون تحولاتی چند صورت گرفته است اما روش گنبدسازی در ایران همواره ویژگی اجرایی و فرهنگی خاص خود را دنبال کرده است. آنچه قابل ذکر است آنکه این ویژگی چه در شکل چه در اجرا (نداشتن قالب) آنرا با گنبدهای مشرق زمین همواره متفاوت می کند.



شکل ۲. گنبد بقعه استر و مردخای

غیبت گنبد در معماری ایران و ظهور مجدد آن پس از اسلام

پرسشی که درباره گنبد در معماری ایران مطرح است اینکه چرا این عنصر در معماری مساجد سده های نخست اسلامی دیده نمی شود؟ اگر تنها دلیل ظهور چنین عنصری، پوشش دهانه های وسیع و فضای یکپارچه خالص بوده، به عبارت دیگر اگر تنها علت سازه ای برای ساخت گنبد مدنظر بوده است، چرا پس از ورود اسلام به ایران و گرایش ایرانیان به این دین مبین و لزوم برپایی نماز جماعت که ضرورت فضای

وسیع یکپارچه را ایجاد می‌کرد، تا چندین سده ایرانیان از ساخت گنبد در مساجد صرف‌نظر کردند و این عنصر که پیش از اسلام مراحل رشد و تکامل خود را طی می‌کرد، به ناگاه در معماری ایران غایب شد و قرن‌ها بعد دوباره ظهور کرد؟ آیا گنبدِ نوظهور در معماری ایران پس از اسلام را می‌توان عنصری اسلامی تلقی کرد که مظهر معانی عمیق باورهای اسلامی باشد؟

در پاسخ به چنین پرسش‌هایی باید گفت عناصری که در دوران اسلامی، عناصر اصلی معماری مساجد قلمداد شد، نمی‌توانسته به یکباره به‌وجود آمده و به چنین بالندگی رسیده باشد. بی‌شک این عناصر ریشه در دوران گذشته داشته و سیر تکاملی را پیموده است. بسیاری از عناصر موجود در معماری مساجد اسلامی، عناصر معماری ساسانی است که پس از ورود اسلام در معماری مساجد به کار رفت.

«در قلعه دختر فیروزآباد پلکانی که دور ستون می‌چرخد، صورت اولیه مناره‌های مساجد در دوران اسلامی است. در کاخ بیشاپور، میان‌سرایبی که دورتادور آن رواق بوده عنصری است که بعدها در طرح مساجد، نقش مهمی ایفا می‌کند. گنبد مدور آجری در کاخ سروسن، بی‌کم و کاست به معماری اسلامی وارد می‌شود و تاربخانه دامغان تاق و تویزه را از ایوان کرخه به ارث می‌برد.» (اکبری، ۱۳۶۸). اما عناصر دیگری نیز برای مدتی محو شد که از قضا مهم‌ترین عناصر معماری ایران در دوران ساسانی نیز قلمداد می‌شود. از آن جمله گنبد و ایوان و کنگره‌های تزئینی بود که گنبد و ایوان پس از چند قرن به معماری ایران بازگشت اما کنگره‌های تزئینی برای همیشه فراموش شد. به راستی چرا چنین شد؟

ساخت گنبد، برای مدتی متوقف شد و معماران ترجیح دادند با ستون‌های فراوان فضای مورد نیاز را برای راز و نیاز ببوشانند. نظر آرتور پوپ درباره غیبت و ظهور مجدد ایوان در معماری ایران را می‌توان تا حدودی به غیبت و ظهور مجدد گنبد نیز تعمیم داد. او درباره ایوان مداین معتقد است اساساً ایوان مداین نشانگر عظمت و قدرت حکومت ساسانی بود (اکبری، ۱۳۶۸) و حکومت نوپای اسلامی که هنوز چندان از آموزه‌های اصیل اسلام دور نشده بود، به نمایش چنین قدرتی نیازمند نبود؛ هرچند در دوره‌های بعد که این نیاز دوباره احساس شد، ایوان با عظمت به معماری ایران بازگشت و در مساجد متبلور شد. این موضوع در مورد گنبدها نیز قابل تعمیم است. گنبد پیش از این آنقدر در معماری کاخ‌های حکومتی به کار می‌رفت که گویی نمادی از حکومت شاهنشاهی ساسانی شده بود. در سده‌های نخست اسلامی که حساسیت‌ها در زدودن نمادها و نشانه‌های دولت پیشین زیاد بود هر کسی برای تبری از آن دوران، به هر دلیل، تلاش خود را برای دوری از آن علایم به کار می‌بست. به ویژه آنکه نمادهای حکومت طاغوت نمی‌توانست در معماری مهم‌ترین و مقدس‌ترین مکان در حکومت اسلامی، یعنی مسجد، تکرار شود (اکبری، ۱۳۶۸). به این ترتیب گنبد به طور آگاهانه و ارادی از معماری ایران حذف و بعدها که از حساسیت‌های سیاسی کاسته شد یا حکومت‌های اسلامی دوباره رنگ و بوی نظام‌های پادشاهی به خود گرفت، گنبد نیز اجازه ظهور مجدد یافت. اما گنبد در ظهور مجدد خود نماد و نشان چیست؟ هنرمند مسلمان ایرانی آموزه‌های اسلامی و معانی و مفاهیم عمیق عرفانی آن را که اینک در دل و جان رسوخ و رسوب کرده، چگونه در اثرش متجلی می‌کند؟



شکل ۳. گنبد و گلدسته آقا امام حسین (ع) و آقا حضرت عباس (ع)

معماری ایران و پوشش فضا مسقف

به لحاظ اقلیمی اکثر نقاط ایران در محدوده ی آب و هوایی گرم و خشک قرار گرفته و مردم این نواحی همواره با مسائلی از قبیل بالا بودن درجه حرارت هوا، اختلاف دمای زیاد شب و روز و ... روبرو بوده اند. از طرفی چوب های موجود در ایران از استحکام کافی برخوردار نیست و معمولاً برای پوشش دهلنه های ۲.۵ تا ۳ متر به کار می رود و در دوره های بعد از هخامنشیان به دلیل هزینه بر بودن حمل چوب از

سرزمین هایی چون جبل عامل لبنان مقرون به صرفه نبود (پیرنیا و بزرگمهری، ۱۳۷۰). همین مسائل معمار ایرانی را بر آن داشته تا به فکر استفاده از مصالحی بیفتد که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار بوده و در عین حال به راحتی قابل دسترسی باشد و بدین ترتیب خاک به عنوان ماده ی اولیه ی ساختمان سازی انتخاب شد. خاک را می توان به صورت خشت درآورده و در ساخت عناصر مختلف فضا از جمله سقف به کار برد.

سقف هایی که در ایران توسط خشت بنا شده اند را می توان به دو نوع طاقی و گنبدی تقسیم نمود. طاق قوسی است که در امتداد یک محور امتداد یافته و گنبد نیز قوسی است که حول یک نقطه در محیط خود دوران داد شده است (قبادیان، ۱۳۸۵). هر دو نوع این پوشش ها با تکیه بر ویژگی های خشت که مقاومت فشاری مناسبی دارد ابداع شده اند. در این میان گنبد که علاوه بر نقش پوشش دهنده ی نمود بیرونی نیز دارد و در عین حال دهانه های بزرگتری را پوشش می دهد در ساخت فضاهای با اهمیت کاربرد فراوان داشته است. تاق ها و گنبدها چه در دوران پارت و ساسانی و چه در دوره اسلامی بدون نیاز به استفاده از قالب و عناصر مهار کننده بر پا می شدند. علاوه بر این، امکان بهره گیری از عناصر و اجزای مدولار و گسسته در شکل دادن به ساختاری یکپارچه و به هم پیوسته، یکی از امتیازات گنبدهای ایرانی در مقایسه با سایر الگوهای رایج جهان به شمار می رود. چرا که این امر تنوع در فرم های تولید شده، امکان از پیش ساختن و کنترل کیفیت اجزا و عناصر تشکیل دهنده را فراهم می سازد (خدادادی و همکاران، ۱۳۹۰).

تعریف هندسی گنبد

گنبد یکی از مشخصه های معماری اسلامی است که در ایران نمونه های بسیار زیبایی از آن وجود دارد. رنگ آبی گنبدها و شکل قوسی و منحنی آن ها آرام بخش و متعادل و روحانی است و شکوه و زیبایی معماری اسلامی بستگی زیادی به گنبد دارد که اغلب با کاشی کاری معرق تزیین می شود. گنبد کلمه ای فارسی و معادل قبه در عربی است و معمولاً به اشکالی اطلاق می شود که حالت نیم کره ای داشته باشند. گنبد از گذشته های دور، نمادی ویژه در سرزمین های کهن و مذهبی بوده و بر مزارها و اماکن مذهبی به صورت طلایی و یا فیروزه ای بنا می شده است. این عنصر معماری اسلامی در حقیقت جلوه ای از آسمان و نشانه ی بزرگی و نورانیت می باشد. گنبد همچنین جلوه گر کرسی الهی است و به آن همچون روح الهی که عالم را احاطه کرده، نگریسته می شود. (زمانی، ۱۳۶۳)

در تعریف هندسی، گنبد مکان هندسی نقاطی است که از دوران چفدی مشخص حول یک محور قائم به وجود می آید. اما در زبان معماری: گنبد پوششی است که بر روی زمینه ای گرد برپا شود. گنبد از سه قسمت تشکیل شده است:

گنبد خانه یعنی زمینه گنبد

بشن = هیکل " قسمتی که روی زمینه ته رنگ به صورت مکعب بالا می آید و یک یا دو طرف آن باز است "

چپیره = جمع شده

از آنجائی که در معماری ایرانی به ندرت به ته رنگ گرد بر می خوریم و معمولاً قسمت انتهائی بشن به شکل، مربع و گاهی مستطیل است با چپیره کردن آنرا تبدیل به دایره می کنند بعد گنبد روی آن سوار می شود. به همین دلیل مرحله چپیره شدن در گنبدسازی شایان توجه است زیرا امکان داشتن زمینه گرد است که اجرای نهایی پوشش گنبد را میسر می سازد.



شکل ۴. نمایی از گنبد سلطانیه

گنبدسازی در پوشش‌های طاقی آثار دوران کهن ایران زمین، چون طاق پوش‌های منازل مسکونی پیوسته در شهر سوخته از هزاره ی سوم ق.م، و طاق پوش‌های مازه دار (سهمی) در طبقات زیرین بنای چغازنبیل و شوش از هزاره ی دوم ق.م ریشه دارد (زمرشیدی، ۱۳۸۹). همان طور که مرحوم پیرنیا اشاره می‌کند در سرزمینهای دیگر (مثلاً روم) شکل نیمکره را برای گنبد برمی‌گزیدند و چون میان تار رانش بر منحنی آن منطبق نمی‌شد، ناچار بودند که کناله‌های آن را هر چه سبترتر کنند، تا در برابر رانش سدی باشد. این در حالی است که در ایران شاهد پیشرفت شگرف ریاضیات و هندسه و خدمت آن به معماری هستیم. معماران ایرانی، نیم دایره (و اصولاً مکان هندسی) را برای پوشش مناسب نمی‌دانستند، و شکل‌هایی نظیر تخم مرغی و هلوچین و بیز را انتخاب می‌کردند، که خود به خود بر میان تار رانش منطبق بود، و این حسن انتخاب (که بر اصول دقیق ریاضی نهاده شده بود) باعث می‌شد که بتوانند طبره یا ضخامت گنبد را در خاستگاه و پاکار تنها به اندازه ی یک شانزدهم دهانه بگیرند (م. پیرنیا، ۱۳۵۲).

پس از اسلام (و به ویژه سه، چهار قرن آغازین آن) چون معماران مسلمان ایرانی شکوه افزون بر نیاز را نمی‌پسندیدند به یاری شکنجسازی و بویژه طاقبندی می‌کوشیدند که از ارتفاع زیربندی هرچه بیشتر بکاهند. چنان که در مورد گنبد هم تلاش می‌کردند که به اندازه ی گنبدهای پیش از اسلام خیز نداشته باشد همزمان با پیشرفت فن ساختمان گنبد در ایران و اندکی پس از آن در کشورهای دیگر هم گنبدهایی حتی با دهانه‌های بزرگتر از گنبدهای ایرانی زده شده است ولی گنبد ایرانی دارای ویژگی‌های چندیست که آن را شاهکار کرده است. (م. پیرنیا، ۱۳۵۲).

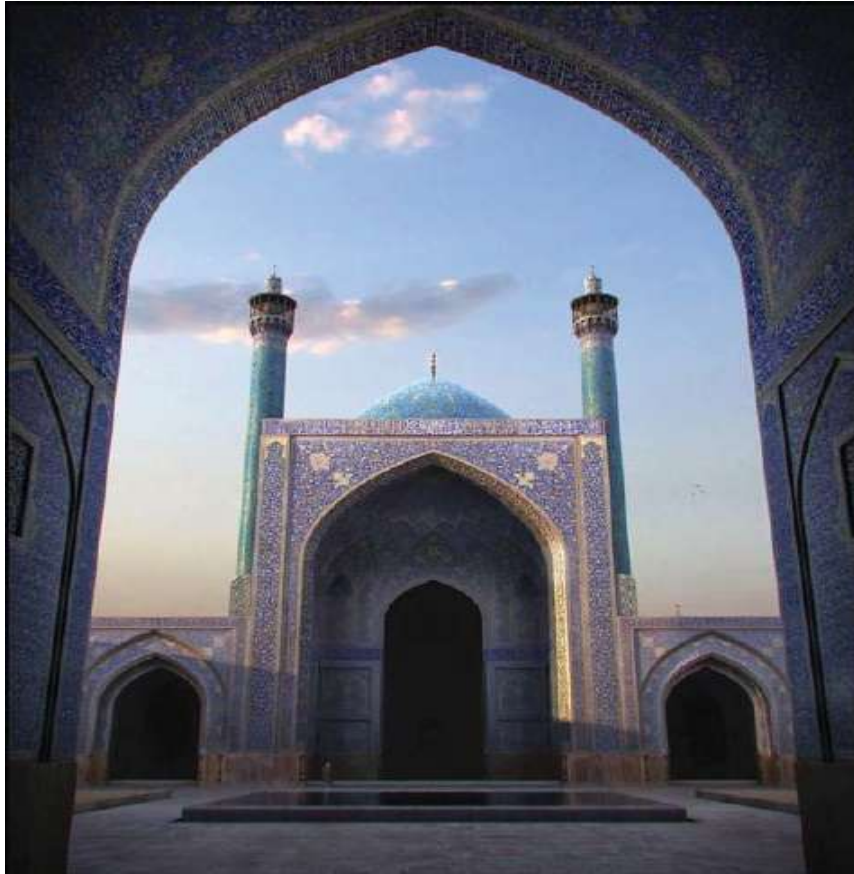
جایگاه گنبد در معماری اسلامی

مجموعه‌ی مدفن امام هشتم شیعیان حضرت امام رضا(ع) مجموعه‌ای منحصر به فرد از هنر مقدس اسلامی در زمینه‌ی معماری و سایر هنرهاست. به طور کلی مراکز مذهبی مانند مساجد عناصر مشترکی دارند. این عناصر مشترک عبارتند از: صحن، ایوان، رواق، مناره، گنبد، شبستان و محراب. باید توجه داشت که ممکن است همه‌ی این عناصر در برخی بناها وجود نداشته باشند و یا در برخی بیش از یکی باشند. از ویژگی‌های ذاتی هنر اسلامی این است که می‌کوشد فضایی ایجاد کند تا انسان در آن بتواند وزن و وقار فطری اولیه‌ی خود را به دست آورد. در فلسفه‌ی این هنر نباید هیچ حجابی بین انسان و حضور نامرئی خداوند قرار گیرد. هنر اسلامی در وهله‌ی نخست یک نوع خلاء ایجاد می‌کند و همه‌ی پریشانی‌ها و تمایلات دنیوی را از میان برمی‌دارد و در وهله‌ی دوم نظامی را جایگزین آن می‌سازد که مبین تعادل و آرامش و صلح است. یکی از این هنرها، معماری است که باید هماهنگی و آرامش موجود در طبیعت را در اماکن پرجمعیت ایجاد کند.

در یک مسجد، فرد مؤمن هیچ‌گاه فقط یک بیننده‌ی صرف نیست؛ بلکه می‌توان گفت به نحوی با معنا و انعکاس معنوی هنرهای به کار گرفته شده در فضا ارتباط برقرار می‌کند. بنابراین معماران مسلمان می‌کوشند تا فضایی به وجود آورند که همه‌ی صفات و کیفیات مقامات معنوی را متجلی سازد؛ این چنین است که فضای معنوی ایجاد شده در اماکن مذهبی، انسان را به شهود سوق می‌دهد.

گنبد در مکتب معماری مسلمانان، معنایی از هدف و جایگاه رسیدن به هدف، یعنی الله است. از نقطه نظر معماری، مفهوم مرکز در گنبد تحقق پیدا کرده که هم چون روح الهی عالم را احاطه کرده است. در فرهنگ و معماری ایرانی، فرم گنبد همواره از جایگاه خاصی برخوردار بوده است تا جایی که می‌توان آن را یکی از نمایندگان معماری ایرانی - اسلامی خواند. برای فرم گنبد همواره تعابیر ویژه‌ای ذکر شده است؛ ساختمان مربع یا مستطیل شکل را نماد زمین و زمینه‌ی گنبد را نماد آسمان خوانده‌اند. تعبیر دیگری که از فرم گنبد شده، این است که قوس مقرنس کاری شده‌ی آن هم چون حلقه‌ی واسطه زمین و آسمان تلقی می‌گردد. حضرت رسول(ص) در روایت معراج، گنبد عظیمی را وصف می‌کند که از صدف سفیدی ساخته شده و بر چهار پایه در چهار کنج قرار گرفته است.

از ویژگی‌های خاص گنبد ایرانی، می‌توان به شکل ظاهری و همچنین روش اجرای آن اشاره کرد. در معماری ایرانی، گنبد را بدون استفاده از قالب می‌ساختند ولی در عین حال، نظم حاکم بر آن، آن چنان دقیق بود که در برابر انواع نیروهای لرزه‌ای و رانشی بهترین مقاومت را داشت. از نکات برجسته‌ای که در مورد فرم‌های ساختمانی گنبدی باید به آن‌ها اشاره کرد، خاصیت ایستایی این نوع ساختمان‌هاست.



شکل ۵. فضای ساده و بی پیرایه و پاک مسجد

گنبدها که بنا به تعریف دارای شکل هندسی دَوَرانی با انحنای دوجانبه هستند، نیروهای وزن و سایر نیروها را اساساً با مکانیزم نیروهای غشایی به تکیه‌گاه منتقل می‌کنند. فرم هندسی گنبدها این ویژگی را دارد که معمولاً کم‌ترین تنش کششی در این فرم‌ها به‌وجود می‌آید؛ بنابراین ساختن گنبدها با مصالح ساختمانی (گل، آجر، سنگ) که قابلیت تحمل نیروهای خمشی را ندارند کاملاً امکان‌پذیر است. از دیدگاه تکامل فرم‌های ساختمانی، فرم‌های گنبدی نسبت به فرم‌های ساختمانی قابی و حتی فرم‌های ساختمانی طاقی برتری دارند. از مزایای دیگر طاق قوسی و گنبد، این است که باد از روی سطح محدب، با سهولت بیشتری رد می‌شود و فرسایش و تخریب کم‌تری به‌دنبال دارد. به طور کلی، گنبد علامت مسجد و دارای نقش معنایی است و برای نورگیری مسجد نیز مفید است. از طرفی این عنصر، پوششی مقاوم و مناسب برای دهانه‌های بزرگ است و فضایی کافی برای هوای مناسب ایجاد می‌کند تا هنگام ازدحام، مشکلی پیش نیاید. از طرفی مناره هم به‌عنوان مأذنه، نقش معنایی و شکوه‌سازی و جهت‌یابی قبله را دارد؛ ولی نباید به گنبد و مناره، صرفاً به عنوان عناصر تأسیساتی و یا سازه‌ای نظر کرد؛ بلکه باید حق گنبد و مناره را در معماری اسلامی ایرانی شناخت و از رمزپردازی‌ها و دیگر مسائل کاربردی آن آگاه بود. برای ساخت گنبد نخستین از گل ارمی، آب، شیرهی انگور و پشم بز استفاده شد و جنس آن از کاشی بود. گنبد آغازین همان است که امروزه از داخل حرم دیده می‌شود و سطح مقعر و مقرنس‌های آینه‌کاری شده‌ی آن پیدا است. در آن زمان این گنبد و حرم مطهر حضرت(ع) به‌وسیله‌ی کاشی‌های معروف به سنجری تزئین شده بود که همه، مزین به آیات قرآن کریم و احادیث نبوی و ائمه‌ی اطهار(ع) و اسماء الهی بوده‌اند.

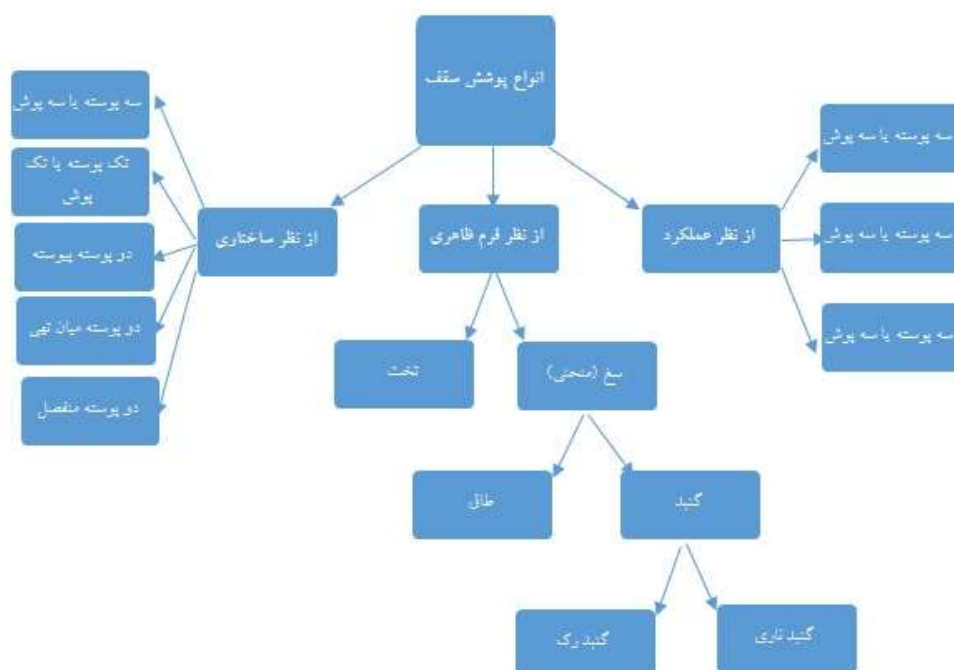
تقسیم بندی انواع پوشش در معماری ایران

انواع گنبدهای دوار از نظر نوع قوس مبنا

همه‌ی چفدها، طاق‌ها و گنبدها بر دو دسته‌ی مازہ دار و نیزه دار تقسیم می‌شوند. در انواع فرم‌های مازہ دار، راس قوس منحنی است، ولی در اشکال نیزه دار راس به صورت جناغی است. بر این مبنا، پوشش گنبدی دوار که از دوران انواع چفدها، حول محور قائم‌شان به وجود می‌آید، نیز چنین تعریف می‌شود. چنان‌چه مبنای دوار، چفد نیزه دار باشد، گنبد نیزه دار و اگر مبنا، قوس مازہ دار باشد، گنبد حاصل، مازہ دار خواهد بود. قوس‌ها به دو دسته‌ی معمولی و گنبدی تقسیم می‌شوند:

قوس‌های معمولی: برای ساخت نیمکار، رسمی، کاسه‌سازی و بر روی درگاه‌ها و سردرها و ... به کار می‌روند.

قوس‌های گنبدی: در ساخت گنبد کارایی دارند و دارای شکم یا خاک انداز می باشند. (لرزاده، ۱۳۸۴).



شکل ۶. تقسیم بندی انواع پوشش در معماری ایران

دسته بندی قوسهای مورد استفاده در گنبد

در قوس گنبد به دلیل وجود شکم یا خاک انداز، معمولاً مرکز اول مقداری از دهانه بالاتر می نشیند، بنابراین با سه عدد معرفی می شود؛ که یکی مربوط به دهانه، دیگری مربوط به خیز و بعدی جای مرکز را مشخص می کند. هرچه شکم قوس بزرگتر باشد آن را « پر خروج» و در غیر این صورت « کم خروج» می گویند. (لرزاده، ۱۳۸۴).

شیوه پارتی

در این شیوه، که مقارن است با ساخت اولین سازه های گنبدی در ایران کهن، بناهایی خلق گردیده اند که از منظر تنوع و عظمت در ساخت گنبد، بی نظیر می باشند « اولین پوشش گنبدسازی اصولی را در فیروزآباد فارس با دهانه ای حدود ۵،۶ متر از دوره ی اواخر اشکانی و اوایل ساسانی دانست» (زمرشیدی، ۱۳۸۹) در دوره ی ساسانی بناهای ایران، متحول از پوشش های طاقی با تکنیک و روش های اجرایی جالب فنی ساخته شده است، که طاق های مازہ دار و هلوچین از حجاری های طاق بستان و قوس های بیز ساسانی (هلوچین کند) مسجدفهرج یزد از این نمونه اند « گنبدهای پیش از اسلام بیشتر با خیز دو گره در گز و حتی بیش از آن زده می شد» (م. پیرنیا، ۱۳۵۲).

شیوه خراسانی

اکثر گنبدهای ایرانی پس از اسلام، با خیز کمتر از دو گره در گز زده می شدند. « معماران ایرانی ایرانی کوشیده اند تا آن جا که ممکن است، افزاز گنبد کم باشد، و اغلب با خیز یک گره در گز زده شده مگر این که از شانزده گز بیشتر دهانه داشته باشد؛ که ناچار بوده اند مانند گنبدهای پیش از اسلام خیز آن را دو گره و سه گره در گز بگیرند. (مانند گنبد سلطانیه (م. پیرنیا، ۱۳۵۲). در سبک خراسانی به دلیل محدودیت هایی که وجود داشته است و همچنین نفوذ اسلام به ایران، سرعت ساخت بناها بسیار اهمیت پیدا کرده است و به همین دلیل زمان کافی برای ساخت بناهایی عظیم که نیازمند پوشش های گنبدی باشند، فراهم نبوده است. در نتیجه بناهایی که در این شیوه بررسی گردیده اند دارای طاق هایی می باشند که در این پژوهش، سیر تکاملی این طاق ها بررسی گردیده اند. (فرهنگی ۱۳۸۲).

شیوه رازی

در این شیوه، به ویژه دوره ی سلجوقی، دورانی بسیار پرتحرک از ساخت و سازها و پدیده های طاقی ایران بوده است. (زمرشیدی، ۱۳۸۹) از آن جمله می توان به گنبد خواجه نظام الملک، برج مقبره ها و بناهایی چون مسجد جامع کهنه کاشان، مسجد جامع فریمود و پاره ای دیگر اشاره کرد.

شیوه آذری

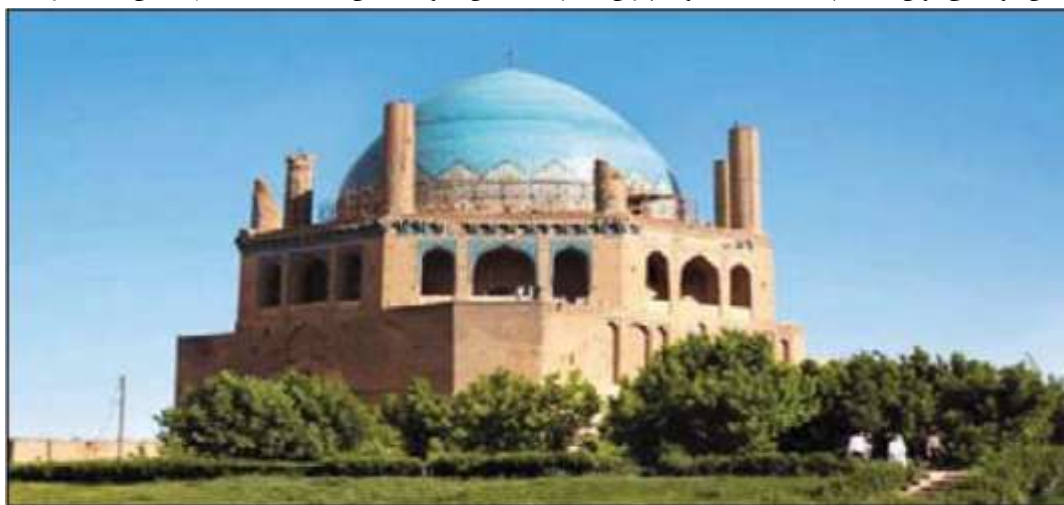
در دوره ی ایلخانی روند بناهای طاقی ایران به تکامل قابل توجهی رسید، از آن میان می توان به بناهای عظیم و ارزشمند گنبد سلطانیه با پوشش گنبد صندوقه ای آن، پوشش گنبد مسجد جامع ورامین و بسیاری دیگر را یاد کرد (زمرشیدی، ۱۳۸۹). در ادامه ی سیر تکاملی پوشش های طاقی و گنبدی و توانایی معماران در بهره گیری از قوس هایی با خیز کم تر برای پوشش گنبد، شاهد هستیم که «دوران بسیار پرتحول، شاخص و شکوفای معماری ایران که پایه گذار بسیاری از اصول اجرایی بناهای طاقی و گنبدی ایران محسوب می شود، از دوره ی تیموری است. (زمرشیدی، ۱۳۸۹).

شیوه اصفهانی ۱

«در دوره ی صفویه با استفاده از روش های دوره ی تیموری، معماری طاقی این دوره سرآمد هنر معماری جهان شده است» در این دوره هم از جهت سازه ای و باربری و هم از جهت زیبایی شناسی مورد توجه قرار گرفت. (زمرشیدی، ۱۳۸۹). به عنوان مثال می توان به گنبد مسجد امام اصفهان اشاره کرد.

شیوه اصفهانی ۲

در معماری دوره ی قاجاریه، اصول و قواعد همواره تحت تاثیر مستقیم معماری طاقی دوران صفویه بوده است. به طور کلی می توان گفت آثار طاقی ایران در دوره های پس از صفویه تا دوران معاصر، متأثر از معماری طاقی دوره ی صفویه بوده است. (زمرشیدی، ۱۳۸۹) از نمونه های مهم این دوره می توان به تیمچه ی حاجب الدوله تهران، تیمچه ی امین الدوله کاشان، گنبد مدرسه امام کاشان اشاره کرد.



شکل ۱. گنبد سلطانیه نمادی از خلاقیت ایرانی

استفاده از ابزار در پیشرفت معماری اسلامی

غیاث الدین جمشید کاشانی فیلسوف، ریاضیدان، و هندسه دان شهیر قرن نهم هجری، برای نخستین بار در معماری واژه ی ازج را برای قوس به کار برد، و با هوشمندی بسیار بر اساس تجربیات ایستایی و رفتار سازه ای قوس ها، که برخی شکسته می شدند، طراحی و ترسیم قوس ها را دسته بندی کرد، و برای هر دهانه ای بر اساس اندازه ی آن، قوسی را که از نظر ریاضی و معماری بهترین بوده پیشنهاد می دهد. (خیری، ۱۳۸۹).

دانشمندانی نظیر فارابی در احصاء العلوم در تقسیم بندی علوم سنتی، معماری و مکانیک (علم الحیل) را ذیل هندسه ی عملی و هندسه را ذیل ریاضی طبقه بندی نموده اند. (نجیب اغلو، ۱۳۷۹) کهن ترین روش برای پیاده کردن تناسبات و ترسیمات معماری، استفاده از طناب یا ریسمان به جای پرگار بوده است (El-said and Parman, 1991). تنها ابزاری که پیشینیان در دسترس داشتند، خط کش بدون اندازه، ستاره و پرگار بود و معماران در بسیاری جاها به جای آن، از ریسمان استفاده می کردند. (پیرنیا، ۱۳۷۲ به نقل از تهرانی، مهدی زاده سراج و

ولی بیگ زاده (۱۳۹۰) برای مقیاس‌های کوچک از ستاره و پرگار و برای مقیاس‌های بزرگ از ریسمان کمک می‌گرفتند. (بروگ، ۱۳۸۷). طرح ریزی معماری، اصولاً عبارتست از تنظیم هندسی فضاهای مختلف؛ یکی از روش‌های تنظیم هندسی فضاهای کوچک به وسیله‌ی خط کش و پرگار است و تکرار واحد نقش و تکرار نقش در طرح کلی است (El-said and Parman, 1991). ترجیح بنایان استفاده از پرگاری با گشودگی ثابت برای دقت بیشتر بوده و ترسیمات بر این مبنا محاسبه می‌شده است. (میرابوالقاسمی و باقری ۱۳۸۲) یکی از روش‌های عملی کردن هندسه‌ی نظری، مسایلی است که در کتاب‌های ابوالوفاء بوزجانی با نام ترسیم‌ها با یک بار گشایش پرگار آمده است. (تهرانی، مهدی زاده سراج و ولی بیگ زاده، ۱۳۹۰) همچنین این نابغه‌ی ریاضی با شرکت در جلساتی که با حضور هنرمندان و ریاضیدانان برگزار می‌شد، راه حل‌هایی برای پرسش‌های هنرمندان ارائه می‌داد؛ مثلاً در عمل دستور العمل‌هایی جهت بریدن اشکال به چند قسمت و مرتب کردن آن‌ها به شکل اولیه برای اهل هنر و صنعت شرح داده است. (عطارزادگان ۱۳۸۹) تالیفات متعدد، پیشرفت توانایی معماران و هندسه دانان اسلامی در بهره‌گیری از پرگار و هندسه‌ی پرگاری را نشان می‌دهد، و کمال بهره‌گیری از ابزارها را به عنوان یک دغدغه‌ی اساسی نشان می‌دهد. با توجه به مطالب عنوان شده می‌توان چنین نتیجه گرفت که کلیه‌ی مطالعات نظری و کاربردی در عمل، محاسبات هندسی، بررسی روش‌های اجرا، و استفاده از ابزارهای جدید، از عوامل پیشرفت معماری اسلامی در سیر تاریخی بوده است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نقشش به حرام از خود صورتگر چین باشد

هر کو نکند فهمی زین کلک خیال انگیز

گنبد یکی از صورت‌های دیرین در معماری ایران است که از پیش از اسلام به وجود آمد و سیر تحولات متعددی را طی کرده است. گنبد در معماری ساسانی یکی از عناصر اصلی و مهم کاخ‌های حکومتی بود به گونه‌ای که به نشانی از حکومت شاهنشاهی ساسانی تبدیل شده بود. همین امر موجب شد با ورود آیین جدید به ایران و گرایش ایرانیان به آن از ساخت مجدد آن پرهیز شود. اما با گذشت چند قرن که از صدر اسلام فاصله ایجاد شد و دیگر گنبد نشان حکومت ساسانی قلمداد نمی‌شد دوباره به معماری ایران بازگشت؛ اما اینبار برآمده از دل و جان ایرانی مسلمان که با رسوخ و رسوب معارف عمیق عرفانی اسلامی در دل جانش، روحش صیقل یافته و در اثر خود به دنبال اشاره به آن معانی ژرف برای مخاطبانش در دل تاریخ است. حال با فاصله گرفتن از زمانه‌ای که روحش توجه به خدا و معنویت بود و با عبور از دوران مدرن و انقلاب علمی و فکری و زمینی شدن همه چیز، دریافت پیام آن صور سنتی که از دنیای آسمانی سخن می‌گوید، برایمان دشوار شده است. به همین خاطر، بعضی از پژوهشگران معناگرا و سنت‌گرا همچون نصر و بورکهارت کوشیده‌اند تا آن رموز را تأویل کنند. گنبدهای به کار رفته در آثار دوره‌ی اشکانی، عموماً مدور و با ارتفاعی بیشتر از شعاع دایره نوعی (مازه دار) بوده است. قوس‌های مورد استفاده در بناها و آثار دوره‌ی ساسانی از انواع هلوچین، نعلی (نعل اسبی)، مازه دار، بیضوی ساسانی و تخم مرغی، که بدون تیزه و دارای باربری فراوانند. قوس‌های مورد استفاده در قرون اولیه بعد از اسلام، عموماً (هلوچین کند و تند و بعداً جناغی) و دارای تیزه‌های کند و تند بوده و در ادوار بعد خصوصاً دوره تیموری و صفوی از قوس تیز باربر و باربر تزیینی استفاده شده است. از دوره‌ی بعد از صفویه تا امروز ابتکار خاصی در کاهش خیز گنبد صورت نگرفته است، و از قوس‌های دوره‌های گذشته به شیوه‌های گوناگون بهره گرفته شده است.

در پایان سخن نگارنده آگاه است که آنچه در این نوشتار به آن پرداخته شد، نیاز به تفصیل و تدقیق بیشتری دارد که لازمه آن پژوهش بیشتر، چه در آرای متفکران و اندیشمندان هنر سنتی و چه در سایر مصادیق و صورت‌های معماری اسلامی ایران، است تا بتوان به نتیجه‌ای قابل اعتنا و قابل ارجاع نائل شد.

منابع

۱. انیران، میرموسی، ترابی، زهره و آزاد، میترا. (۱۴۰۲). ارزش ناملموس نیارش میراث جهانی گنبد سلطانیه. مطالعات هنر اسلامی، ۲۰ (۵۰)، ۵۹-۷۷. doi: 10.22034/ias.2023.404966.2232
۲. بروگ، اریک. (۱۳۸۷). نقوش هندسی اسلامی (بهرز ذبیحیان، مترجم). تهران: نشر مازیار.
۳. پوپ، آرتور آپهام. (۱۳۷۳). معماری ایران (غلامحسین صدقی افشار، مترجم). تهران: فرهنگان.
۴. پوپ، آرتور آپهام. (۱۳۸۸). معماری ایران. تهران: انتشارات سمیرا.
۵. پیرنیا، محمدکریم، و زهره بزرگمهری. (۱۳۷۳). چفدها و تاق‌ها. مجله اثر، ۲۴.
۶. پیرنیا، محمدکریم، و زهره بزرگمهری. (۱۳۷۰). گنبد در معماری ایران. مجله اثر، ۲۰.
۷. پیرنیا، محمدکریم. (۱۳۵۲). ارمغان‌های ایران به جهان معماری گنبد. هنر و مردم.
۸. تجویدی، اکبر. (۱۳۵۰). تداوم در معماری ایران. هنر و مردم، ۱۱۱.
۹. تقوایی، ویدا. (۱۳۸۵). بازخوانی مراتب وجودی؛ با رجوع به هندسه و زیبایی در معماری عصر صفوی [رساله دکتری، دانشگاه تهران، پردیس هنرهای زیبا، دانشکده معماری].
۱۰. تهرانی، فرهاد، مهدی‌زاده سراج، فاطمه، و ولی‌بیگ‌زاده، نیما. (۱۳۹۰). به‌کارگیری مثلث‌های هنجار در محاسبات ریاضی و پیاده‌سازی هندسه در ساخت و اجرای معماری سنتی ایران. نشریه مرمت، آثار و بافت‌های تاریخی و فرهنگی، ۱ (دوفصلنامه)، ۱۵-۲۶.
۱۱. حاجی‌امینی، محدثه. (۱۳۹۰). تفسیر دیجیتال هندسه سنتی معماری اسلامی-ایرانی؛ طراحی مرکز نمایشگاهی هنرهای اسلامی [رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، پردیس هنرهای زیبا، دانشکده معماری].
۱۲. خدادادی، آناهیتا، هشیار، نوشین، گلابچی، محمود، و بزرگمهری، زهره. (۱۳۹۰). تاشه‌پردازی گنبدهای ایرانی. سومین همایش ملی سازه‌های فضاکار، تهران: دانشگاه تهران.
۱۳. خواجه‌نوری، الهام، فلامکی، محمدمنصور، و کبودآهنگی، مینا. (۱۳۹۶). چگونگی‌های شکل‌گیری و تکامل آجر در معماری ایرانی (ساختار فیزیکی - شیمیایی آجرها). <https://civilica.com/doc/643975>
۱۴. خوارزمی، مهسا، و افهمی، رضا. (۱۳۸۹). هندسه کاربردی در تزئینات آثار معماری ایران قبل از اسلام. کتاب ماه علوم و فنون، شماره ویژه‌نامه معماری اسلامی، ۸-۱۳.
۱۵. خیری، علی. (۱۳۸۹). قوس معماری ایرانی-اسلامی در مفتاح‌الحساب غیاث‌الدین کاشانی. کتاب ماه علوم و فنون، شماره ویژه‌نامه معماری اسلامی، ۲۸-۳۴.
۱۶. رسولی، هوشنگ. (۱۳۸۶). تاریخچه و شیوه‌های معماری در ایران. تهران: پشتون.
۱۷. زمانی، عباس. (۱۳۶۳). گنبد دوپوش تزئینی در آثار تاریخی اسلامی ایران. در آسپه جواد (تدوین)، معماری ایران (صص. ۸۴۵-۸۵۳). تهران: انتشارات مجرد.
۱۸. زمرشیدی، حسین. (۱۳۸۹). گنبد و عناصر طاقی ایران. تهران: نشر زمان.
۱۹. عطارزادگان، نرگس. (۱۳۸۹). بررسی روش‌های ابوالوفا بوزجانی درباره تقسیم و ترکیب مربع‌ها. کتاب ماه علوم و فنون، شماره ویژه‌نامه معماری اسلامی، ۳-۷.
۲۰. قبادیان، وحید. (۱۳۸۵). بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۲۱. کاشانی، غیاث‌الدین جمشید. (۱۳۶۶). رساله طاق و ازج (سید علیرضا جذبی، مترجم). تهران: صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران (سروش).
۲۲. گدار، آندره، و گدار، یدا. (۱۳۹۰). طاق و قوس در معماری ایرانی (حمید قراگوزگلو و سعید صائمی، مترجمان). تهران: نشر مدیران امروز.
۲۳. لرزاده، حسین. (۱۳۸۴). احیای هنرهای از یادرفته: مبانی معماری سنتی در ایران، به روایت استاد حسین لرزاده (ویرایش دوم؛ مهناز رئیس‌زاده و حسین مفید، تدوین‌کنندگان). تهران: انتشارات مولی.
۲۴. مریم محمدی، جواد نیستانی، سید مهدی موسوی کوهرپر، علیرضا هژبری نوبری، (۱۳۹۰). مطالعه ی گونه شناسی، عناصر و اجزای معماری ایران در دوره ساسانی، نشریه پژوهش‌های باستان شناسی ایران، ۱ (۱)، ۸۳. magiran.com/p1237159
۲۵. معماریان، غلامحسین. (۱۳۶۷). نیارش سازه‌های طاقی در معماری اسلامی ایران (جلد ۱). تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه علم و صنعت.
۲۶. میرابوالقاسمی، سیدمحمدتقی، و باقری، محمد. (۱۳۸۲). رساله عبدالرحمان صوفی درباره هندسه پرکاری. مجله تاریخ علم، شماره ۱، ۸۹-۱۲۴.
۲۷. مرکز اسناد و مدارک میراث فرهنگی. (۱۳۸۲). نقش عجب: مجموعه نقشه‌های بناهای تاریخی ایران (جلد ۱). تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور (پژوهشگاه).
۲۸. نجیب‌آغلو، گل‌رو. (۱۳۷۹). هندسه و تزئین در معماری اسلامی (مهرداد قیومی بیدهندی، مترجم). تهران: انتشارات روزنه.
۲۹. نصر، سید حسین. (۱۳۷۵). هنر و معنویت اسلامی (رحیم قاسمیان، مترجم). تهران: دفتر مطالعات دینی هنر.

۳۰. نیستانی، جواد. (۱۳۸۴). سابقه ترسیم نقشه و کاربرد هندسه و حساب در معماری اسلامی (از سده‌های نخستین اسلامی تا اواسط قرن نهم ه.ق.). پیک نور- علوم انسانی، شماره فصلنامه پژوهشی-آموزشی-اطلاع‌رسانی، ۴۲-۴۹.
۳۱. مهرپویا، جمشید (تدوین). (۱۳۷۱). هندسه در معماری. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
32. Critchlow, Keith. Islamic patterns: an analytical and cosmological approach/ Keith Critchlow. New York: Schocken Books, 1976
33. El-said, Issam, and Asye Parman. Geometric Concepts in Islamic Art. London: Interlink Publication, 1991.
34. Abowardah, E. (2025). Socio-Cultural Sustainability in Contemporary Saudi Architecture: Blending Tradition and Modernity to Shape the Saudi Identity. Buildings, 15(24), 4531. <https://doi.org/10.3390/buildings15244531>