

نظام نیارش گنبدخانه کهن کاشان (گنبدخانه مسجد جمعه)

بابک عالمی^{۱*}، صدیقه کمالی زارچی^۲

^۱استادیار دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

^۲کارشناسی ارشد معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۴/۱۱، تاریخ پذیرش: ۹۹/۷/۲۲)

چکیده

گنبد، فرمی است که تأثیر بسزایی در شکل‌گیری ساختارها و مناظر معماری ایران دارد. شناخت انواع، شیوه‌های ساخت، و عملکرد سازه‌های آن همواره دغدغه معماران و محققان بوده است. این پژوهش، به گنبدخانه مسجد جامع کاشان، از معدود بناهای کهن و پابرجا پس از زلزله‌های ویرانگر منطقه پرداخته است. تاکنون به معماری و فن‌ساخت این بنا پرداخته نشده است و بررسی آن نمایانگر تمایزاتی با گنبدهای مشابه است. هدف پژوهش، مستندنگاری، بررسی پیشینه تاریخی، تزیینات و شیوه ساخت این گنبدخانه است. راهبرد پژوهش توصیفی-تحلیلی و تفسیری-تاریخی است. پژوهش با حضور در بنا، کار میدانی و همچنین مطالعه منابع کتابخانه‌ای و اسناد شفاهی برای کنترل یافته‌ها و درک فنون به‌کاررفته و آگاهی از فرایند ساخت انجام شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که گنبد متعلق به دوره ایلخانی و به‌صورت دوپوسته گسسته است که با استفاده از فن شاهنگ و زنجیر و شابلون متحرک ساخته شده؛ شکل قوس گنبد داخلی، منحنی ریسمان آویخته است. نتایج پژوهش ضمن شناسایی دقیق اجزا و چگونگی کاربرد مصالح و خشخاشی‌ها در گنبد، نشانگر تشابه سلسله مراتب فن ساخت در منطقه، در مقایسه با گنبدخانه‌ی چند بنای هم‌دوره خود است. تزیینات ایوان و محراب، نمونه منحصر به فردی از کاربردی و مقرنس است.

واژه‌های کلیدی

مسجد جمعه کاشان، فضای گنبدخانه، فن ساخت گنبد، گنبد دوپوسته گسسته، فن شاهنگ و زنجیر.

مقدمه

بنا را با نام مسجد جمعه یا جامع میدان کهنه، در دسته‌ی آثار و ابنیه اندک عهد سلجوقی کاشان قرار داده و آن را به اجمال معرفی کرده است. ارجمندفر و زمانی فرد در تحقیقاتی به سرپرستی آیت‌الله زاده شیرازی، به تشریح مناره و تزیینات مسجد پرداخته‌اند. (ارجمندفر و زمانی فرد، ۱۳۸۷) گنجنامه (۱۳۸۳) شرح مختصری از قدمت، بانیان و سیر تحول بنا به نقل از کتاب آثار تاریخی شهرستان‌های نطنز و کاشان ارائه داده است. عادل و محمود کلایه (۱۳۸۷) در گزارشی منتشرنشده به آسیب‌شناسی مسجد پرداخته‌اند. حیدری (۱۳۸۹) به گونه‌شناسی، تاریخ، بانیان و سیر تحول مسجد جامع کاشان پرداخت است. اسماعیلی سادیانی و احمدیان (۱۳۹۲) به بررسی کوره‌های بنا پرداخته‌اند. عسگری (۱۳۹۶) به اهمیت محراب مسجد اشاره دارد و دوره زمانی آن را متعلق به قرون ۶ تا ۸ هجری می‌داند. بهادری و همکاران (۱۳۹۴) و نیز یونسی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی نوع ملات و اجزای گچ‌بری و مواد آلی به کاررفته در گچ و رنگدانه‌های محراب و گنبدخانه پرداخته‌اند. عالمی و همکاران (۱۳۹۸) به فن ساخت و تحلیل سازه‌ی مناره و در جای دیگر به تزیینات و تاریخچه آن پرداخته‌اند. این پژوهش به شناخت ساختار فضایی، جزئیات و شیوه و فن ساخت گنبدخانه مسجد می‌پردازد؛ با بررسی منابع به شناسایی تاریخچه بنا و با برداشت‌های دقیق میدانی از بخش گنبدخانه مسجد، به تهیه مدارک دویعدی و سه‌بعدی این بخش و تصویربرداری و پیاده‌سازی تزیینات آن پرداخته شد. سپس نظام هندسی، ساختار و روش اجرای گنبد تحلیل شد و در نهایت، گنبد، با سه گنبد مشابه هم‌دوره در منطقه مقایسه و نتایج آن بررسی و تحلیل شد.

مسجد جامع کاشان کهن‌ترین بنای به‌جامانده از تخریب زلزله‌های ویرانگر و متعلق به عهد سلجوقی که در محله میدان کهنه واقع شده است. مناره مسجد که به‌نظر عمری طولانی‌تر دارد در ۱۳۱۵ و مسجد در ۱۳۷۵ به ثبت ملی رسیده است. درباره مسجد، تحقیقات اندکی صورت گرفته و جزئیات و فن ساخت آن پوشیده مانده و مدارک ثبت‌شده آن نیز دارای اشکالات فراوان است. در این پژوهش، گنبدخانه مسجد، به دلیل ساختار خاص آن مورد مطالعه قرار گرفته و این بخش از مسجد به دقت برداشت شد و فن و شیوه‌ی ساخت آن که از ویژگی‌های جالب‌توجه این بنای کهن است، شناسایی و تحلیل شد.

در مورد این بنا، منابع زیادی وجود ندارد؛ معدود منابع موجود به شرح کلی مسجد، تزیینات و تاریخچه آن پرداخته‌اند. از جمله این منابع، سفرنامه اوژن اوبن کولار (۱۳۶۲ ه.ق) است که به مناره زین‌الدین، مسجد جمعه، مسجد شاه و برخی امامزاده‌ها اشاره دارد که به آن‌ها رسیدگی می‌شده و به همین دلیل قوام خود را حفظ کرده‌اند. وی می‌نویسد «مسجد جمعه که گچ‌کاری دست‌خورده محراب آن نشانه‌ای از نفوذ اعراب بوده در آستانه فروریختن است» (ساطع، ۱۳۸۹، ۳۵۰) به نقل از مرآت‌البلدان (۱۳۶۷)، مسجدی که در کاشان به اسم جامع کاشان معروف است، دو محراب دارد، که قبله یکی کج و دیگری راست است؛ دارای شبستان، گنبد و حوض‌خانه است و چندبار مرمت‌شده که تاریخ آن‌ها معلوم نیست. (اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۷، ۱۱۶) علی‌اصغر میرفتاح و همکاران در گزارش خود (۱۳۶۹) به وجود کوره‌های سفال‌گری قرون ۴ و ۵ هجری در شبستان زیرین مسجد اشاره کرده‌اند (عسگری، ۱۳۹۶). نراقی در کتاب آثار تاریخی شهرستان‌های کاشان و نطنز (۱۳۷۴)،

پرسش‌های پژوهش

- ۱- ویژگی‌های کالبدی گنبدخانه مسجد جامع چیست؟
- ۲- تاریخچه آن چیست و جزئیات و تزیینات آن چگونه است؟
- ۳- روش و فنون ساخت و همچنین نحوه باربری گنبد چگونه است؟

روش تحقیق

روش تحقیق این پژوهش توصیفی-تحلیلی و تفسیری-تاریخی است. با مطالعه اسناد و منابع تاریخچه بنا شناسائی شده و مدارک اولیه و مستندات مسجد جمع‌آوری گردید؛ سپس به روش میدانی، بخش گنبدخانه برداشت شد؛ به این ترتیب، مدارک دقیق این بخش از بنا تهیه و ساختار فنی و هندسی آن پیاده‌سازی و تحلیل شد. درنهایت، به کمک منابع شفاهی و نظر استادکاران محلی و با استدلال منطقی، جزئیات لازم در خصوص روش و فنون اجرای گنبد ارائه گردید. سپس جزئیات گنبد با سه گنبد هم عصر و مشابه تطبیق داده شده و نتایج آن بررسی گردید.

مسجد جامع کاشان

مسجد جمعه، از کهن‌ترین آثار معماری دوره اسلامی در منطقه است. درخصوص بانیان و قدمت این مسجد ابهامات زیادی وجود دارد. عبدالجلیل رازی مصنف کتاب النقص، حدود ۵۶۰ هجری می‌گوید: «به زینت اسلام و نور شریعت مدارس و مساجد آراسته است از مسجد جامع و دیگر مساجد با آلت وعدت و مدارس بزرگ چون مدرسه صفیه و مجدیه و...» (نراقی، ۱۳۷۴، ۷۹) که پیشینه مسجد را دست‌کم تا سده پنجم به عقب می‌برد. در مرآت‌البلدان آمده: «مسجدی که در کاشان به اسم جامع معروف است، شهرت دارد، صفیه خاتون دختر مالک اشتر آن را بنا کرده است» (اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۷، ۱۱۶). که ساخت بنای اولیه مسجد را به سده اول و دوم هجری باز می‌گرداند. نراقی در آثار تاریخی شهرستان‌های نطنز و کاشان درباره‌ی بانیان‌گذار مسجد جامع می‌نویسد: «این بنا قدیمی‌ترین مسجد و بنای باستانی داخل شهر کاشان است ... که صفی‌الدین ابوطاهر کاشی ملقب به عزیزالحضرت در سال ۴۶۶ ه.ق بنانهاده است.» صفی‌الدین کاشی از جمله همکاران و دستیاران خواجه نظام‌الملک در ایجاد آثار و ابنیه خیریه از مدارس، مساجد، دارالشفاء و ... بوده و اشاره شده که به دلیل فراموش شدن این شخصیت یا اشتباه لفظی، نام وی به تدریج به صفیه خاتون

فضاهای خدماتی و دو دکان است که گرداگرد حیاط مرکزی جای گرفته‌اند.

بنا، طی قرون متوالی دچار خرابی‌هایی شده و چندبار مرمت‌گردیده که تغییرات زیادی در ابنیه و تزیینات آن داده شده است؛ تاریخ مرمت‌ها مشخص نیست ولی مهم‌ترین آنها پس از زلزله ویرانگر ۱۱۹۲ ه.ق است که به دستور عبدالرزاق خان حاکم کاشان انجام شد و با استناد به کتیبه‌ها، بیش از ده سال طول کشید. نخستین کتیبه تاریخدار بعد از زلزله، در محراب شبستان جنب گنبدخانه است که تاریخ ۱۱۹۴ ه.ق در آن درج شده: «کتبه ابن محمدحسین محمدکاظم اصفهانی فی ۱۱۹۴ عمل استاد باقر اصفهانی» و آخرین تاریخ ثبت شده، در کتیبه گچ‌بری برجسته بالای محراب و زیر گنبد به تاریخ ۱۲۰۷ ه.ق است: «بعد از خرابی زلزله باعث و بانی تعمیر عبدالرزاق خان، کتبه عبدالکریم ۱۲۰۷ ه.ق». یادگاری‌های داخل گنبدخانه که قدیمی‌ترین آن متعلق به سال ۱۲۳۹ است

تغییر یافته است (نراقی، ۱۳۷۴، ۳۳۳-۳۳۴). کیانی، معمار مسجد را مجید «القاضی الجلیل-البناء» معرفی می‌کند (کیانی، ۱۳۶۶، ۴۳۴). درباره بنای اولیه این مسجد گفته‌شده که پیش از اسلام در این محل آتشکده بوده که پس از ایمان آوردن اهالی، آن را به مسجد تبدیل کرده‌اند (نراقی، ۱۳۷۴، ۸۳). به همین دلیل آن را یک مسجد چهارتاقی معرفی می‌کنند (حیدری، ۱۳۸۹، ۴۰). شواهد و مستندات به حدی نیست که بتوان به این فرضیه‌ها صحت گذارد؛ بااین حال، با دقت در الگوی معماری حال حاضر، می‌توان آن را در دسته مساجد دو ایوانه دانست. مسجد در طول دوران مختلف شکل گرفته و به مرور تکمیل شده است که مراحل تکامل آن را می‌توان در ۵ بخش به شرح جدول (۱) خلاصه کرد:

مسجد حدود ۳/۶ متر بالاتر از معبر اصلی مجاورش، بنانهاده شده و دارای سه شبستان (دو شبستان در ضلع غربی و یک شبستان در زیرزمین همان ضلع)، صحن، دو ایوان شمالی و جنوبی، گنبدخانه،

جدول ۱- سیر تحول شکل‌گیری و تکامل مسجد جامع کاشان در طول تاریخ با اقتباس از (اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۷) (حیدری، ۱۳۸۹، ۴۳) (ارجمندفر و زمانی‌فرد، ۱۳۸۷) (عادل و محمود کلابه، ۱۳۸۷).

مرحله اول	مرحله دوم
در سال اول و دوم هجری (همزمان با ساخت شهر توسط زبیده خاتون دختر مالک اشتر) در دوطبقه: شبستان زمستان نشین (دارالشتاء) و شبستان تابستان نشین	شبستان با توجه به قدمت کوره‌های موجود در آن به سده ۵ و ۶ بازمی‌گردد.
مرحله سوم	مرحله چهارم
محمول در دوره ایلخانی	محمول در دوره زندیه
مرحله پنجم	
(بعد از سال ۱۳۵۲)	



تصویر ۱- تصاویر از سمت راست به چپ به ترتیب: پلان طبقه همکف مسجد (آرشیو میراث فرهنگی کاشان). قدیمی‌ترین دست‌نوشته بر روی دیوار مقصوره. آخرین کتیبه تاریخدار پس از زلزله.

واقع است با فرمی چلیپایی در مربعی از جرزهای بنا محاط است؛ ضخامت این جرزها از ۱۷۰ تا ۲۳۰ سانتی‌متر در نقاط مختلف متفاوت است. گنبدخانه مساحتی معادل ۵۱۰ مترمربع و شامل ایوان، فضای زیر گنبد و دو راهرو در طرفین است. گنبد دهانه‌ای ۱۲ متری دارد و قوس آن از ارتفاع ۱۱/۸۸ متری آغاز شده و ارتفاع تیزه آن از داخل گنبد تا کف ۱۷/۵۵ متر و مساحت فضای زیر گنبد ۱۳۷ متر است. ارتفاع تیزه گنبد از بیرون تا کف گنبدخانه ۱۸/۹۷ متر و ارتفاع ایوان ۱۲/۷۰ متر می‌باشد.

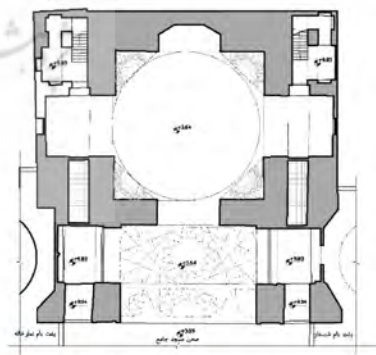
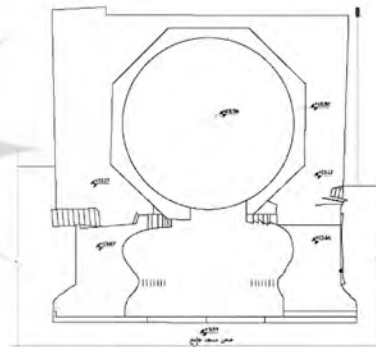
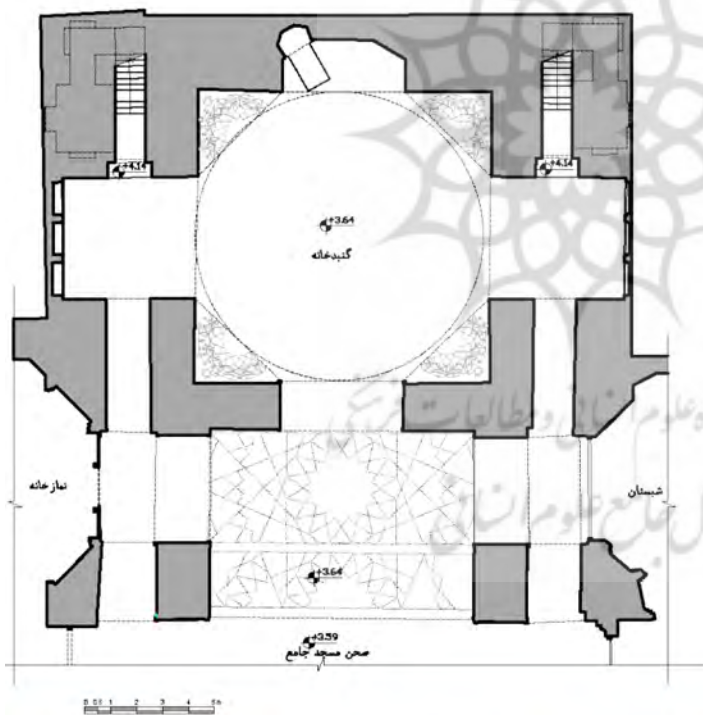
در دو طرف ایوان و بر بالای راهروها، فضای نیم طبقه بالکن ماندنی است که از پشت‌بام مسجد راه دارد. در دو سمت گنبدخانه فضایی مربع‌شکل، هندسه را به چلیپا تغییر داده است و بازشوهای مشبک آجری در دیوار انتهای آن‌ها، فضا را روشن می‌کند. دو طرف مقصوره و انتهای راهروها به پلکانی می‌رسد که یکی از آن‌ها در گذشته به پشت‌بام دسترسی داشته و دیگری به فضای اتاق ماندنی به تراز نیم طبقه می‌رسد.

گنبد مسجد علی‌رغم منابع ثبت شده، دوپوسته و بیشترین فاصله دوپوسته در محل تیزه، ۱۱۰ سانتی‌متر است. پوشش سقف فضاهای گنبدخانه اکثراً تاق توپزه و تاق کجاوه^۲ است که دهانه‌هایی از ۱۶۰

نشان جان‌گرفتن دوباره مسجد است. با توجه به تصاویر و مستندات، در دوران پهلوی و جمهوری اسلامی نیز، اقدامات مرمتی و بازسازی چندی انجام شده است.

تاریخ بنای گنبدخانه دقیقاً مشخص نیست؛ بنابر شواهد موجود و کتیبه‌های محراب، تاریخ مرمت آن در ۱۲۰۷ ه.ق (دوره زندیه) به اتمام رسیده است ولی به نظر می‌رسد که گنبدخانه به پیش از این تاریخ تعلق دارد. شکل و نوع گنبد مسجد جامع منحصربه‌فرد است و نمی‌توان آن را دقیقاً به دوره ساخت شبستان‌ها مرتبط دانست، هرچند که شیوه‌ی ساخت آن بی‌شبهت به آن دوران نیز نمی‌باشد. با مقایسه فرمی و ساختاری، این گنبد شباهت‌هایی با گنبد چهل‌دختران و مسجد میرعماد کاشان و نیز مسجد جامع یزد دارد که هر سه مربوط به دوره ایلخانی است. عصر ایلخانی یکی از دوران‌های شکوفایی و آبادانی کاشان شناخته می‌شود. بنابراین می‌توان دوره ایلخانی را دوره ساخت احتمالی گنبدخانه دانست.

گنبدخانه مسجد، در جنوب غربی صحن مسجد قرار دارد و فضایی تابستان نشین، در کنار صحن، در امتداد ایوان اصلی و عمود بر شبستان‌ها ایجاد کرده است که از ایوان به شبستان اصلی دسترسی دارد. این بخش که در ضلع جنوب غربی حیاط مسجد



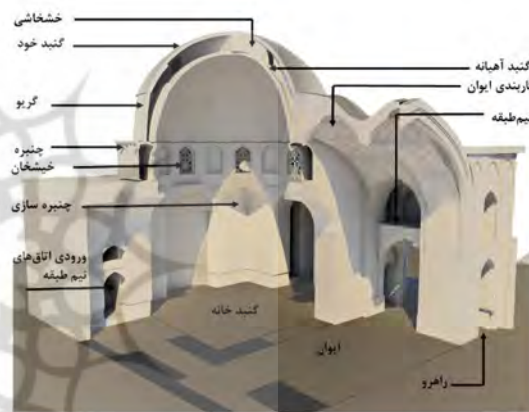
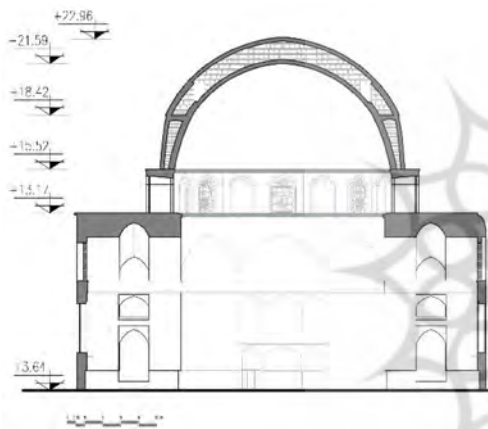
تصویر ۲- بالا: پلان گنبدخانه در کدهای ارتفاعی مختلف: چپ: پلان طبقه همکف در تراز ۳/۶۴+، راست پایین: پلان نیم طبقه در تراز ۹/۸۳+ و راست بالا: پلان بام (تراز معبر مجاور مسجد به‌عنوان مبدأ در نظر گرفته شده است). پایین: از سمت راست به چپ به ترتیب: تصویر از پشت بام و محل ورودی به نیم طبقه، فضای نیم طبقه بالای راهروهای دو طرف ایوان، درب ورودی به اتاق‌های دو طرف محراب، فضای داخلی اتاق‌ها، پلکان به سمت بام گنبدخانه و فضاهای الحاقی تشکیل‌دهنده فرم چلیپا.

میان کوچک و بزرگ‌اند. دهانه وسط (ایوان) بزرگترین دهانه و پس از آن دهانه‌های میانه‌ی طرفین ایوان می‌باشد. هر کدام از دهانه‌ها، به‌واسطه هره چینی افقی و عمودی تفکیک و قاب شده و به روش رگچین با آجر اخرابی و نقوش مختلف، پوشش داده شده‌اند. ترکیب آجرهای لعاب‌دار در شش رنگ سفید، لاجوردی، مشکی، فیروزه‌ای، آبی کمرنگ و زرد خردلی در بالای قوس‌ها، گل‌اندازه‌های آجری را شکل داده‌اند. با آنکه همه نما آجری است، تنوعی در نقوش، بافت و چیدمان هر دهانه وجود دارد که نشانگر مهارت معمار در آجرچینی و ایجاد نقوش است. در آزاره، دو قطعه سنگ مرمر با ردیفی از کاشی فیروزه‌ای مجزا شده‌اند و حاشیه‌ای آجری آنها را قاب کرده است. آجرچینی نما به‌شکل خفته راسته است و در بالای قوس‌ها، گل‌هایی از آجر رنگی به‌صورت خوون چین، نقش بسته است. قوس دهانه وسط، از خط بام فراتر رفته و با چند ردیف آجر رنگی (مشابه میانه‌ی مناره) و با هره چینی پهن، خط آسمان را شکل داده است.

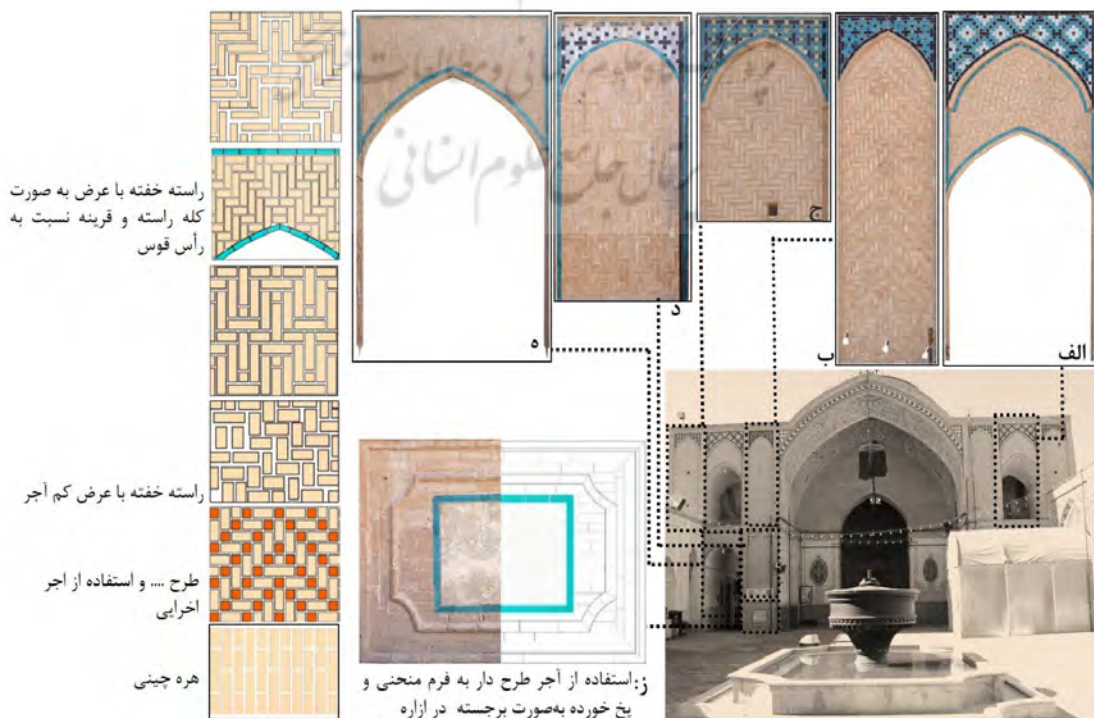
تا ۴۷۰ سانتی‌متر دارند؛ ضخامت این تویزه‌ها از ۷۰ تا ۱۷۰ سانتی‌متر متغیر است. در راهرو و نیم‌طبقه‌ها به ترتیب از تکنیک تاق آهنگ و تاق کلمبو استفاده شده است. در گنبدخانه، با توجه به دهانه و ارتفاع، از جفدهای متفاوت استفاده شده که از لحاظ ظاهری مشابهت دارند. چفد و قوس ایوان اصلی، پنج وهفت کند و قوس‌های هشتگانه گنبدخانه پاتوپا است. گنبدخانه شامل ایوان، دو راهرو با اتاق‌های نیم‌طبقه روی آن، فضای زیر گنبد، محراب و در طرفین آن اتاق و پلکان دسترسی است. از نظر ساختاری، فرم گنبدخانه از بخش‌های بشن^۲، چپیره^۴، چنبره^۵، گنبد آهیانه، گنبد خود و الحاقات تشکیل شده است.

تزئینات گنبدخانه

تزئینات گنبدخانه شامل نما، تزئینات داخلی و نمای روبه بیرونی و داخلی گنبد است. نمای گنبدخانه شامل ۷ دهانه است که یک در



تصویر ۳- راست: اجزای گنبد، چپ: مقطع گنبدخانه.



تصویر ۴- انواع بافت و نقش‌های آجرکاری بکار رفته در نمای گنبد خانه.

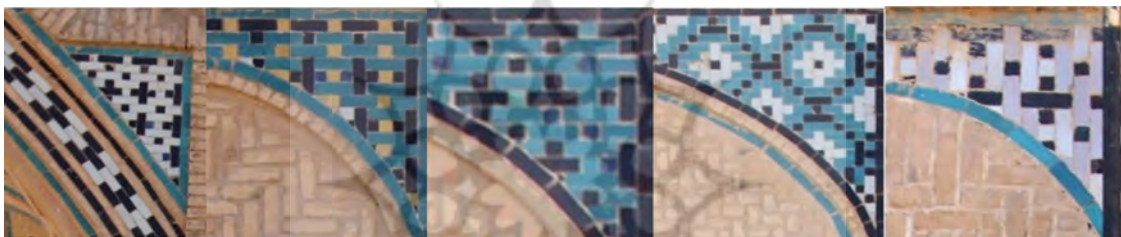
ازاره‌های تورفته‌ی فضا، ظاهرا بنا بوده مانند ازاره ایوان، کاشی‌کاری شود و عدم توجه به آن ممکن است به دلیل تعجیل در مرمت یا محدودیت بودجه باشد. در چهارگوشه مقصوره، مقرنس‌بندی گچ‌بری ساده و در محراب و تاق بالای آن، مقرنس‌بندی گچ‌بری پیچیده‌قرینه همراه با رنگ‌های آبی، اخراپی و لچکی‌های تزئین شده با برگ و گل نقش بسته است.

در فضای داخلی گنبدخانه ۵ کتیبه مختلف وجود دارد: کتیبه سراسری چلیپایی، کتیبه هشت‌ضلعی زیر گنبد، کتیبه‌های زیر مقرنس‌کاری جبهه محراب، کتیبه محراب و دو کتیبه ایوان، کتیبه‌های گنبدخانه نشان از مرمت پس از زلزله دارد و نشان می‌دهد که بیش از ۱۰ سال مرمت بنا به طول انجامیده است. آخرین محل مرمت گنبدخانه بوده است زیرا آخرین کتیبه‌های تاریخ‌دار در بالای محراب و ایوان گنبدخانه نصب شده‌اند. کتیبه‌های گچ‌بری زمینه اخراپی و گچ‌بری زمینه آبی که گرداگرد هشت‌ضلعی گنبدخانه چرخیده (نورگیر و تهویه) با آجرکاری فیروزه‌ای گره‌بندی شده است. پوشش گنبد بیرونی، آجرری ساده است و پوشش گنبد آهیانه، از آجرهای لعاب‌دار فیروزه‌ای و اخراپی است که با نقوش هندسی

تزیینات به‌کاررفته در فضای داخل گنبدخانه مسجد شامل: آجرکاری ساده و رنگی، گچ‌بری، نقاشی، کتیبه قرآنی سنگی، کاربندی و مقرنس‌بندی است. ایوان اصلی گنبدخانه به‌عنوان پیش ورودی با کاربندی منحصربه‌فرد و مرتفع از گچ و پوشش آجرری و گل‌اندازه‌های از آجر لعاب‌دار منقش شده است. این کاربندی به‌گونه‌ای است که بر روی یک کاربندی، کاربندی دیگری اجرا شده است و بدین ترتیب در دسته‌بندی کاربندی درون‌زا (محمدیان و فرامزی، ۱۳۹۰، ۱۰۶) جای می‌گیرد.

ازاره‌های ایوان با هره‌چینی قاب شده و نقوش هندسی و اسامی ائمه با آجرهای رنگی ایجاد شده است. کتیبه قرآنی با خط ساده بنایی در ارتفاع ۵/۷۰ متر، دورتا دور ایوان نقش بسته است. در بالای دیوار جنوبی، بافت آجرری و زیر آن خطوط لاجوردی نقاشی شده بر زمینه گچی بر کتیبه‌های سنگی دو سمت ورودی گنبدخانه تاکید می‌کند.

پوشش داخل گنبدخانه از گچ، نقاشی و خطاطی با کتیبه‌های قرآنی است که در ۴ گوشه گنبدخانه و محراب، با مقرنس و گچ‌بری آیات و گل‌وبته به اوج خود می‌رسد. بقیه فضا، ساده رها شده است.



تصویر ۵- انواع آجرکاری نمای اصلی.



تصویر ۶- پلان و پرسپکتیو کاربندی‌های ایوان.



تصویر ۷- طرح کاشی استفاده‌شده در ازاره‌های ایوان.



تصویر ۸- تصویر مقرنس‌بندی‌های بنا.

رس است (عادل کلایه، ۱۳۸۷، ۱۹۴) و زمانی که خشک و فشرده باشد تحمل فشار را دارد و اگر مرطوب شود نیاز به مقاوم‌سازی دارد. (مبحث ۷ مقررات ملی، ۱۳۹۲، ۳۳) از آنجا که که قناتی موسوم به میرباقر از محله میدان کهنه عبور می‌کند (ضرابی، ۱۳۷۸، ۹۷)، سازندگان بنا با موضوع رطوبت و مقاومت کم خاک روبه‌رو بوده‌اند. ابعاد بنا و جنس مصالح به کاررفته، میزان مقاومت لازم برای پی و بستر آن را تعیین می‌کند؛ با آنکه تشخیص دقیق ابعاد پی، بدون گمانه‌زنی میسر نیست اما با بررسی ساختمان‌های مشابه در منطقه می‌توان به حدود تقریبی برای آن دست یافت. پی‌های موجود در منطقه اصولاً از شفته آهک^۱ است. این ملات به‌طور همگن، در حدود یک‌سوم از عمق پی ریخته می‌شود و پس از آن از شن، سنگ و آجر جوش^۲ همراه با شفته در مراحل بعدی استفاده می‌شود. در انتها از سنگ ریشه‌دار استفاده می‌شود تا پی شفته‌ریزی شده پیوند بهتری با کرسی چینی ایجاد کند. شفته‌آهک با توجه به مقدار آهک مصرفی، بدون استفاده از مصالح دیگر (شن و سنگ و...) مقاومتی حدود یک مگاپاسکال دارد که با مرور زمان به مقاومت آن افزوده می‌شود (مبحث ۸ مقررات ملی، ۱۳۹۲، ۲۰) و در صورت اضافه نمودن مصالح دیگر با دانه‌بندی مناسب، مقاومت فشاری آن افزوده خواهد شد. استادکاران از این ملات برای مقاومت سازی خاک و ایجاد یک بستر مناسب برای باربری استفاده می‌کردند. در کاشان از سنگ ساهاال^۱ برای پی‌سازی و دیوارهای زیرزمین استفاده می‌کرده‌اند که در بیابان و کوه‌های اطراف قمصر به‌وفور دیده می‌شود (توسلی نوش‌آبادی، ۱۳۹۸) و آن را دارای مقاومت خوب و بالایی همچون ملات ساروج می‌دانستند. در گذشته عمق پی را حدود ۱/۵ برابر ضخامت دیوار و طول و عرض آن را به‌اندازه حدودی ۲۰ سانتی‌متر بیشتر از ابعاد دیوار روی آن در نظر می‌گرفتند.

ساخت بشن و دیوار مقصوره

ضخامت دیوارهای بشن در گنبدخانه مسجد جامع کاشان بین ۱/۸۰ تا ۲ متر و ارتفاع آن تا چنبره ۹/۵۵ متر می‌باشد و از خشت (خشت پخته) مربع شکل با ابعاد ۵×۲۰×۲۰ سانتی‌متر ساخته شده است. نحوه چیدمان این خشت‌ها به‌صورت عمودی و افقی توأم است.^{۱۲} این چیدمان در بسیاری از خانه‌های تاریخی منطقه دیده

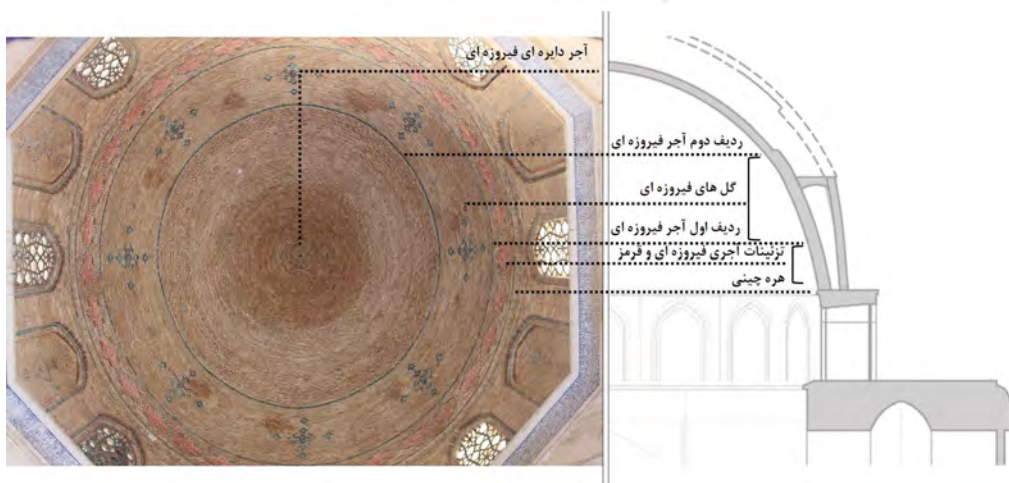
تزیین شده است.

شیوه ساخت

اطلاعات در خصوص شیوه و فنون ساخت‌وساز گنبدها اندک است؛ تنها استادکاران سنتی با شاگردی نزد پیشکسوتان این فنون را آموختند که متأسفانه این دانش با افول معماری سنتی، روبه فراموشی است. درباره شیوه‌های ساخت گنبد، دیولافوا، شوازی، رویتر و دیز، نکاتی بیان کرده‌اند. آندره گدار نیز با توصیف چهارتاقی نیاسر، به شرح اجمالی گنبدهای ساسانی و سیر تحول گنبدسازی در دوران اسلامی می‌پردازد. همچنین بزرگ‌مهری به نقل از پیرنیا به معرفی ساختار و انواع گنبد و گوشه‌سازی پرداخته و دستگاه شاهنگ و هنجار را معرفی می‌کند. زمرشیدی و فخار تهرانی و معماریان نیز به ذکر نکاتی در باب گنبد پرداخته‌اند. اطلاعات این منابع، درباره گنبد تک‌پوسته و مختصری در مورد گنبد دوپوسته پیوسته و گسسته است و کم‌تر از شیوه ساخت گنبد دوپوسته گسسته میان‌تهی اطلاعی موجود است. منابعی که به فن ساخت گنبد اشاره می‌کنند بر روی اصول و قواعد کلی تمرکز دارند. با بررسی میدانی و کنترل یافته‌ها با اسناد مکتوب و استادکاران معماری، فرآیند ساخت گنبدخانه مسجد جامع و فنون به کار رفته در ساخت بخش‌های مختلف آن به دست‌آمده است که در ادامه شرح داده می‌شود. نخستین مرحله از فرآیند ساخت گنبدخانه، ایجاد بستری مناسب برای برپایی بنا است. این بستر باید ابعاد، تناسب و مقاومت کافی برای تحمل بارهای وارده ناشی از وزن مصالح و باره‌ای جانبی را داشته باشد. مراحل بعدی ساخت شامل: ساخت دیوارهای گنبدخانه، چپیره‌سازی، ساخت گنبد آهیانه، ساخت گنبد خود و در آخر ساخت عناصر الحاقی است.

ساخت افریز و پی‌سازی

گنبدخانه مسجد وزن تقریبی معادل ۳۸۰۰۰۰۰ کیلوگرم^۲ دارد که بر سطح مقطعی معادل ۱۶۵ مترمربع وارد می‌شود. این میزان بار، لزوم ایجاد یک بستر مناسب را ضروری می‌سازد. در گذشته برحسب تجربه معمار و آگاهی وی نسبت به مقاومت خاک، از فنون مختلفی برای پی‌سازی استفاده می‌شد. خاک منطقه کاشان، معمولاً



تصویر ۹- محل تزیینات گنبد.

می‌شود. دیوارهای باربر اغلب به صورت توپر است اما در برخی از این‌ها دیوارهای توخالی نیز وجود دارد (تصویر ۱۳).

چپیره‌سازی (ایجاد بستر مناسب برای قرارگیری گنبد)

در ساخت گنبد دو مسئله ایجاد بستر مناسب برای قرارگیری گنبد و ساخت و اجرای گنبد اهمیت دارد. بسترسازی برای ساخت گنبد موضوع بسیاری از تحقیقات بوده است و نشانگر مهارت دیرباز معمار ایرانی است. چپیره‌سازی یا گوشه‌سازی به تغییر هندسه چهارگوش به دایره گفته می‌شود (معماربان، ۱۳۹۷، ۳۸۲) که به طرق مختلف، در هر دوره‌ی گنبدسازی شکل گرفته و به تدریج تکامل یافته است و انواع مختلف دارد. بعد از اجرای دیوار بشن (دیوار مقصوره) تا ارتفاع ۵/۹۰ متر، جهت گوشه‌سازی، از شیوه تاق‌بندی - ترمبه^۳ - مقرنس بهره گرفته شده است. در تاق‌بندی، هشت تاق با قرارگیری بر روی دیواره آن را به هشت ضلعی منتظم تبدیل می‌کنند. این تاق‌ها باربر بوده و به‌عنوان عنصر میانی برای انتقال بار گنبد به دیوارها عمل می‌کنند. مابین تاق و گوشه‌های دیوار با یکی از روش‌های گوشه‌سازی (سکنج^۴ یا فیلیپوش^۵) پوشش داده شده، چوب بست‌هایی برای اتصال مقرنس‌ها در آن تعبیه شده، در نهایت بر روی آن مقرنس اجرا می‌شود.

پس از اجرای چپیره، دیواره بشن و دیواره روی تاق‌ها تا تراز پوشش بام امتداد می‌یابد. با نگاهی اجمالی به سیر تحول گوشه‌سازی می‌توان دریافت که احتمالاً معمار بنا برای جلوگیری از بلندای بیش از حد بنا در داخل، گوشه‌سازی را قبل از رسیدن به بام و اتمام بشن اجرا

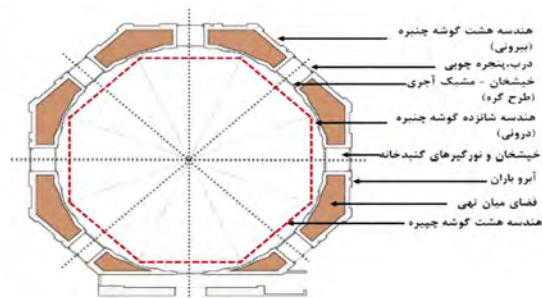
نموده است؛ گوشه‌سازی نمود بیرونی در حجم بنا ندارد. دایره، چندضلعی‌ای بی‌شمار است، بنابراین هرچه تعداد اضلاع بیشتر باشد اجرای گنبد روی آن آسان‌تر است. به همین منظور، روی تاق‌های ایجاد شده، یک تا چند رج دیوارچینی می‌شد تا یک هشت ضلعی مسطح ایجاد گردد و سپس آن را به ۱۶ ضلعی تبدیل می‌کردند به‌گونه‌ای که یکی از اضلاع ۱۶ ضلعی موازی و در وسط ضلع هشت‌ضلعی قرار گیرد. این دهانه به سبب سبک‌سازی، روشنایی و تهویه، به‌صورت مشبک و بازو در نظر گرفته شده است. نمود بیرونی این بخش از گنبدخانه که چنبره نام دارد با هندسه‌ای چون مربع، هشت‌ضلعی یا استوانه (گریو) و... دیده می‌شود. چنبره گنبدخانه از هندسه هشت‌ضلعی پیروی می‌کند و محل خیشخان‌ها (بازشوها) در وسط اضلاع آن پهنایی حدود ۱/۲۰ متر دارد. آن وجه از هشت‌ضلعی که مابین ایوان و گنبدخانه قرار دارد به‌صورت دالانی کوتاه در میان این دو هندسه درونی و بیرونی درآمده است که احتمال می‌رود برای دسترسی به خیشخان آن وجه در نظر گرفته شده باشد؛ هر دیوار ضخامت مشخصی دارد و این احتمال وجود دارد که بین دیوارها تهی باشد.

اجرای گنبد

نتیجه بررسی نشان می‌دهد که گنبد مسجد، دوپوسته است که دلیل آن شیوه ساخت گنبد و امکان ایجاد فرم مناسب در داخل و خارج و مسائل اقلیمی است؛ اجرای گریو فرم بیرونی را بارزتر ساخته است. نمای دو پوسته گنبد، وابسته به نوع رج چینی (رگ‌چینی و



تصویر ۱۰- بازتعریف فرایند مقتدرسازی الکترونیکی به منظور ارتقاء سطح مشارکت ساکنین نواحی دچار افت شهری اصفهان در بازآفرینی شهری در این نواحی.



تصویر ۱۱- سمت راست: پلان از محل چنبره گنبدخانه؛ سمت چپ: ساخت دوپوسته گنبد مسجد دانشگاه شریف به صورت هم‌زمان به صورت صندوقه. مأخذ: (زمرشیدی، ۱۳۸۹، ۳۴۳)

تکیه‌گاه در گنبد تقویت شده‌اند.

آگاهی معماران سنتی از انتقال نیرو در گنبد، با تغییر ضخامت و استفاده از عناصر میانی در نقاط بحرانی، سبب افزایش مقاومت و کاهش وزن سازه شده است. از دلایل دو پوسته‌سازی، امکان ایجاد فرم مناسب به منظور ایجاد نشانه شهری است، بنابراین در انتخاب نوع قوس گنبد خود، علاوه بر مقاومت و باربری، زیبایی نقش مهمی دارد؛ ارتفاع زیاد گنبد، سبب کاهش مقاومت آن خواهد شد که برای افزایش مقاومت و باربری بهتر، از خشخاشی و ستونک‌هایی استفاده شده است. فاصله اندک میان دو گنبد، استفاده از این ستونک‌ها را ضروری می‌سازد؛ محل قرارگیری آنها در حین اجرای گنبد آهیانه است تا هشت وگیری کافی در گنبد ایجاد کند.

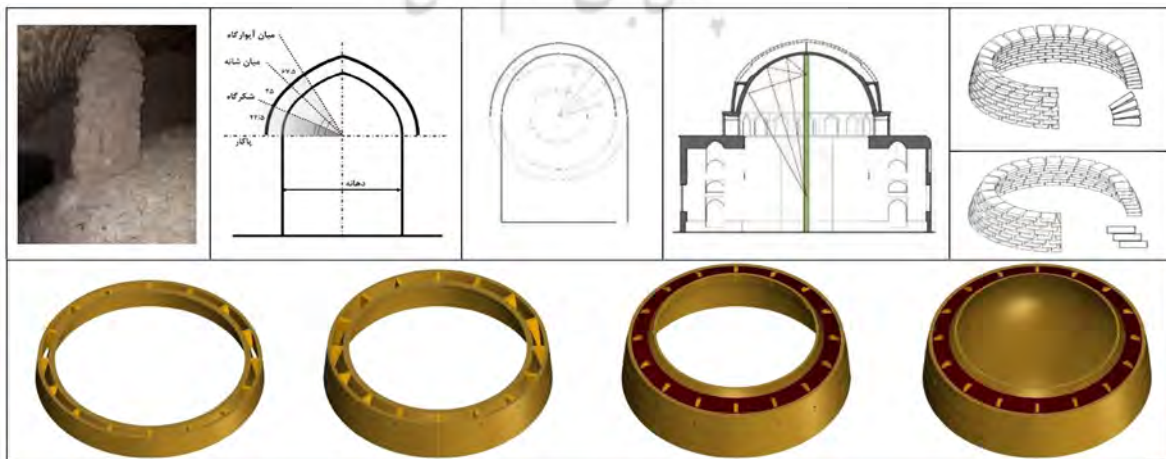
گنبد خود: در اجرای گنبد خود، همانند گنبد آهیانه، شکل قوس، روش اجرای آن را تعیین می‌کند. تشخیص چفت در ابنیه سنتی دشوار است و به دلایل گوناگون چفت‌ها در طول زمان تغییر شکل می‌دهند. هندسه قوس گنبد مسجد جامع بسیار نزدیک به قوس شبدری کند است. به دلیل فاصله کمی گنبد خود با آهیانه، نقاط کانونی رسم قوس در دسترس نیست، بنابراین به نظر می‌رسد از شابلون متحرکی برای اجرای گنبد خود استفاده شده است. برای انجام این کار، شاهنگ کوتاهی روی یک پایه آجری (شنگرک) روی رأس گنبد آهیانه نصب شده است. سپس معمار روی گنبد آهیانه ایستاده و قوس گنبد را به روش گردچین اجرا کرده است؛ بدین روش نمای بیرون یکدست می‌شود. برای کاهش وزن، مشابه گنبد آهیانه، ضخامت پوسته کاسته شده است. هنگامی که قوس به محل تلاقی با ستونک‌ها رسید، ارتفاع ستونک‌ها افزوده شده تا به زیر گنبد رسیده، به آن متصل شود. سپس گنبد تا انتها ادامه یافته است. با توجه به ارتفاع گنبد، مشتهوهایی ایجاد شده تا برای ایجاد داربست و کار بر روی گنبد از آن استفاده کنند.

برای بستن قوس گنبد، فضای کار اندک است و وجود شاهنگ، محدودیت زیادی ایجاد می‌کند. معمار تا زمانی که بتواند از داخل، گنبد را بچیند، کار را ادامه می‌دهد، سپس خارج شده، انتهای کار را از بیرون تکمیل می‌کند. در آجرچینی رأس گنبد، با کاهش محیط، از اجزای نیمه، کلوک و... استفاده کرده‌اند. معمولاً در رأس

گردچین) است (پیرنیا، ۱۳۷۰، ۱۱۳). اجرای قوس به روش گردچین هموار و زیباتر است. در این گنبد نیز از این روش استفاده شده، به همین سبب، یک‌طرف نمای هر پوسته یکدست و مسطح و طرف دیگر مضرس است. پوسته دوم راه چاره برای ایجاد نمای مطلوب در وجه خارج است.

گنبد آهیانه: اولین گام برای ساخت گنبد تعیین هندسه و بلندای آن است که براساس آن، شیوه ساخت مناسب انتخاب می‌شود. قوس گنبد مسجد، مابین نیم‌بیضی یا نیم‌دایره است و با یک چفت هلو چین کند به پایه عمودی می‌رسد که قوس را بهینه می‌کند. برای اجرای فرم بیضی از ابزاری به نام شاهنگ و هنجار^{۱۲} استفاده کرده‌اند. کانون‌های بیضی محلی است که با بستن طنابی با طول مشخص به آن‌ها، می‌توان بیضی را ترسیم نمود. محل کانون را بر روی چوبی مستحکم و قطور (شاهنگ) که وسط گنبد خانه قرار داده‌اند، مشخص کرده و در آن محل زنجیر (هنجار) را بسته‌اند. شاهنگ را با چوب‌هایی به دیوار و چنبره محکم کرده‌اند و رج‌چینی گنبد و میزان داخل نشستن را با شاخص زنجیر مشخص کرده‌اند.

به دلیل عدم امکان ساخت بنا از داخل در این روش، گنبد باید از بیرون ساخته شود. بنابراین، در این بنا، به دلیل نبود فضای کافی و همچنین مقاوم ساختن گنبد، بخشی از آهیانه، همزمان با گریو مخروطی گنبد، به صورت پیوسته‌ی میان‌تهی اجرا شده است. بدین ترتیب، این دو بخش در ۱۶ محل، به واسطه تیغه‌های (خشخاشی) ۲۲ سانتی‌متری به هم متصل‌اند که سبب پایداری پوسته شده و از رانش و شکست گنبد در نقاط بحرانی پیشگیری می‌کند. قوس گنبد داخل با زنجیر و شیب گریو با قیام اجرا شده است. در گریو، سوراخ‌هایی (مشتو) نسبتاً قرینه، به ابعاد یک یا دو آجر ایجاد شده که بتوان داربست نماچینی را برپا کرد. پس از ساخت گنبد تا ارتفاع گریو، بین گنبد و گریو تاق ضربی زده شده تا بستر مناسبی برای ادامه کار در ارتفاع و تکمیل گنبد آهیانه ایجاد شود. خشخاشی‌ها تا نقطه بحرانی دوم امتداد یافته‌اند تا پشت‌بندی برای رانش گنبد باشند. در قوس خارجی گنبد، دو نقطه بحرانی در زاویه ۲۲/۵ و ۶۷/۵ نسبت به محور افقی پاکار وجود دارد که با تغییر ضخامت و



تصویر ۱۲- بالا: تصاویر از سمت راست به چپ: بالا؛ گنبد گردچین و پایین؛ گنبد رگ‌چین، اجرای گنبد هلو چین با شاهنگ و هنجار، شیوه ترسیم و اجرای چفت هلوچین نقاط بحرانی قوس؛ مسجد جامع کاشان پایین: تصاویر از چپ به راست: اجرای پوسته گنبد با گریو به‌طور هم‌زمان، ایجاد مشتهوها برای داربست، ایجاد بستر مناسب برای ساخت ادامه گنبد، تکمیل گنبد آهیانه.

لبه‌ی آن، ناصاف و نامرتب است و نشان می‌دهد که بازشو، بعد از ساخت گنبد و برای دسترسی به فضای بین خشخاشی‌ها ایجاد شده است. نکته مهم دیگر اینکه برای ورود به مابین دوپوسته، درگاه مناسبی ساخته نشده و پوسته بیرونی در بخشی، تخریب و بازشو ایجاد شده است و این با کار معمار سنتی که برای ایجاد بازشو، از تویزه یا نعل درگاه استفاده می‌کرده، متناقض است. درحال حاضر، تخریب‌های دیگری نیز روی خشخاشی‌ها وجود دارد که احتمالاً ناشی از نظافت ناشیانه داخل گنبد است.

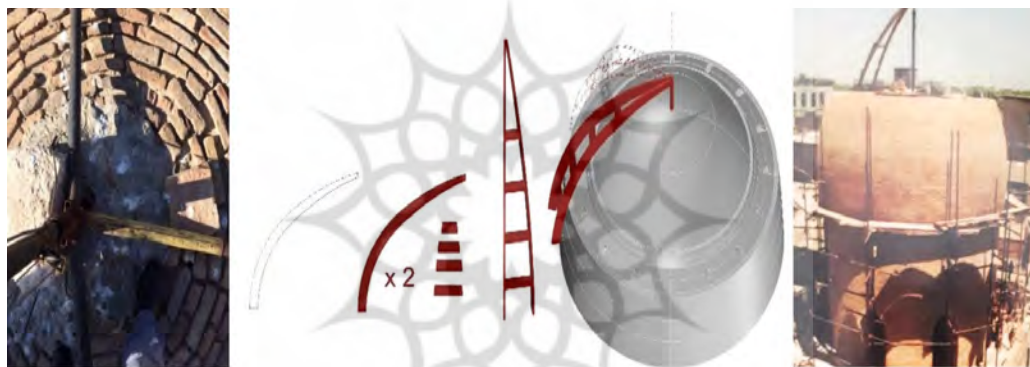
با مقایسه فن ساخت گنبد و ویژگی‌های انواع گنبدهای دوپوسته، می‌توان نتیجه گرفت که ساختار گنبد مسجد جمعه برخلاف مستندات موجود یک گنبد دوپوسته گسسته است که دو گنبد از پاکار از هم جدا ساخته شده است.

مقایسه و تحلیل

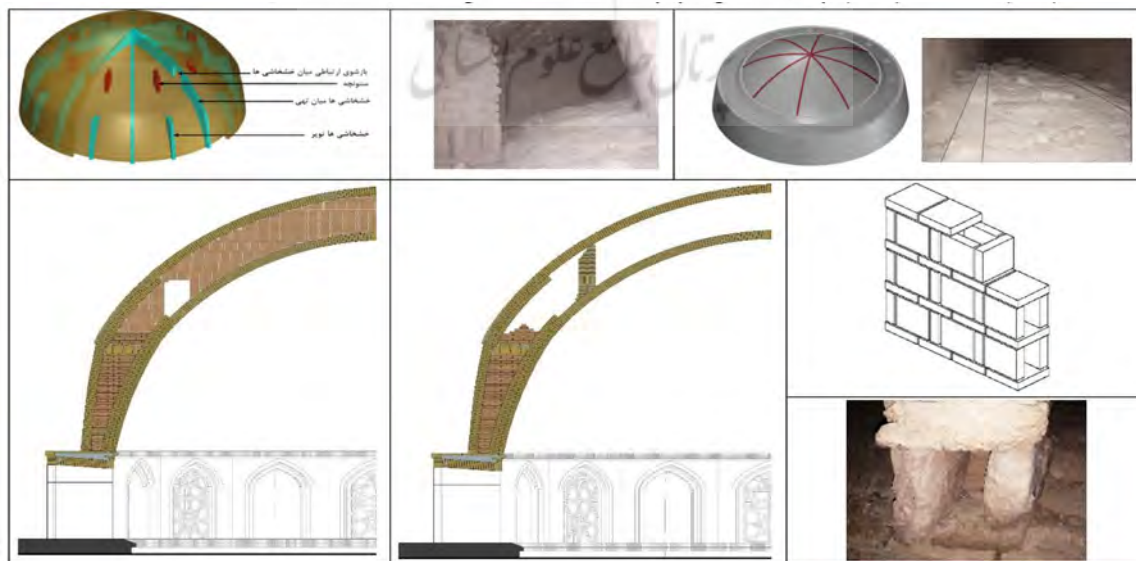
پس از شناخت مسجد، تاریخچه و ساختار آن، شیوه ساخت آن با سه گنبدخانه هم عصر خود (دوره ایلخانی) مورد مقایسه

گنبدها از چوب شاهنگ یا ابزار خاصی برای نصب خوج^{۱۷} و پرچم استفاده می‌کنند. در این گنبد، با توجه به تغییرات معاصر، لوله‌ای فولادی در نوک گنبد، بدین منظور تعبیه شده است.

در ساختار گنبد، خشخاشی‌های میان‌تهی وجود دارد که اتصال محکمی با دو پوسته‌ی گنبد ندارند و نشان می‌دهد که این عناصر هنگام ساخت گنبد ساخته شده و کارکرد اجرایی داشتند یا بعدها در حین مرمت احتمالی پوسته خارجی و برای جلوگیری از ریزش آن اضافه شده‌اند. این خشخاشی‌ها از الگو مکعبی توخالی، از هم‌نشینی شش خشت با ابعاد $۲۰ \times ۲۰ \times ۵$ ایجاد شده‌اند و فضای میانی آنها از الیاف پر شده و به نظر می‌رسد برای هم‌بندی دوپوسته به‌کاررفته و خاصیت تحمل بار اندکی دارند. روی گنبد آهیانه برای کنترل فشار اضافی به‌صورت موقت یا دائم پالونه‌بندی اجرا شده که این پالونه‌ها مانند تویزه‌های باربر رفتار می‌کنند و نیرو و بار اضافی را به پایه‌های گنبد انتقال می‌دهند. در خشخاشی‌ها، بازشوهایی به‌اندازه ۶۵ سانتی‌متر برای عبور انسان، ایجاد شده که ظاهراً پس از ساخت اتفاق افتاده است؛ زیرا محل بازشو در خشخاشی‌ها، مشابه نیست و









تصویر ۱۳- سمت چپ: جزئیات اتصالات انتهایی رأس گنبد مسجد جامع کاشان، برای ساخت قالب، قوس را بر روی سطح زمین رسم می‌کنند و دو قطعه چوب دقیقاً بر خط قوس قرار می‌گیرند و با یکدیگر به‌وسیله بست فلزی و میخ متصل می‌شود. این شابلون، از ناحیه سر توسط حلقه‌ای به تیر شاهنگ متصل شده و از پایه در راستای گریو پایین آمده و بر روی قسمت چنبره می‌نشیند. می‌توان در بالاترین قسمت گریو یک ناودانی گذاشت و قالب درون آن قرار گیرد. سمت راست: نمونه استفاده از شابلون متحرک در بازسازی گنبد آجری مقبره امامزاده محمد(ع) (گنبد خشتی). مأخذ: (زمرشیدی، ۱۳۸۹، ۳۳۴)



تصویر ۱۴- بالا: از راست به چپ: نمونه پالونه‌بندی موقت بر روی گنبد مسجد جامع، تصویر از بین دوپوسته‌ی گنبد، معرفی عناصر داخلی گنبد. پایین: از راست به چپ به ترتیب: نحوه چیدمان خشخاشی‌ها به‌صورت میان‌تهی، شکل و موقعیت قرارگیری ستونک‌ها، شکل و موقعیت قرارگیری خشخاشی.

جدول ۲- مشخصات عناصر بین دو پوسته و خشخاشی های استفاده شده در ساخت گنبد.

الحاقات	خشخاشی های تو پر	ستونچه	خشخاشی های تو خالی
شکل			
پلان			
تعداد	۱۶	۸	۸
ابعاد	۷۹x۲۲x۴۰	۶۰x۲۲x۱۲۵	۷۸x۲۲

جدول ۳. مراحل اجرای گنبد.

پایه های گنبد (بشن)	چپیره سازی		گنبد آهیانه	موقعیت خشخاشی ها	گنبد خود
	تبدیل ۴ گوشه به ۸ ضلعی	تبدیل ۸ گوشه به ۱۶ ضلعی			
					

معرفی می‌کند؛ برخلاف مساجدی چون مسجد جامع یزد و میرعماد که هندسه گنبدخانه و شبستان‌ها درهم تنیده است، در اینجا، این فضا، تافته‌ای جدا بافته است. مکان‌یابی آن نسبت به شبستان‌ها سبب کارکرد موقت آن در مراسم مذهبی شده و آن را تاحدودی متروک ساخته که هندسه مسجد گویا این موضوع است. ساختار هندسی گنبدخانه مسجد جامع یزد، میرعماد و جامع کاشان بسیار نزدیک بهم است. به نحوی که گنبدخانه در پس ایوان بزرگی قرار گرفته است و به ترتیب با تاق توپزه، کاربندی ساده و کاربندی درون‌زا پوشیده شده است. هندسه جرزهای بشن در سه گنبدخانه کاشان مشابه است به نحوی که جز سمت محراب، در بقیه جهات، درگاهی برای ورودی در نظر گرفته شده است.

تزیینات مسجد میرعماد رج‌چینی آجر ساده است و در بقعه چهل دختران با استفاه از آجرهای رنگی و خوون‌چین، گل اندازه‌های لوزی شکل در رویه زیرین گنبد ایجاد شده است. در مسجد جامع یزد تزیینات متفاوت و شامل نقوش کاشی‌کاری می‌باشد. از آنجا که در مسجد جامع کاشان تزیینات پیچیده‌ای به چشم نمی‌خورد. به نظر می‌رسد گنبدخانه‌های منطقه‌ی کاشان با تزیینات مختصری برپا می‌شدند و تزیینات اغلب روی سردر و ورودی‌ها به جهت تأکید انجام می‌شده است. در خصوص شیوه ساخت، نحوه تبدیل هندسه چهارگوشه پلان به دایره در مساجد کاشان کاملاً شبیه به هم است، به نحوی که ابتدا با چهار تاق در گوشه‌ها، مربع به هشت ضلعی و سپس به ۱۶ ضلعی تبدیل می‌شود. درحالی‌که در مسجد جامع یزد، ابتدا مربع با چهار تاق و مقرنس به هشت ضلعی تبدیل و با کاربندی

و تحلیل قرار گرفت. دو گنبدخانه مسجد میرعماد و بقعه چهل دختران کاشان به دلیل شباهت‌هایی در ساختار و موقعیت منطقه‌ای که با مسجد جامع کاشان دارد و همچنین مسجد جامع یزد نیز به دلیل شباهت در نیارش گنبد برگزیده شد.

مسجد میرعماد در حدود سال ۶۲۴ ه.ق ساخته شده، گنبدخانه با پلان مربع شکل به ضلع ۷/۲۵ متر در ضلع جنوبی مسجد واقع شده است. گنبد دوپوسته پیوسته آن با دهانه ۷/۲۰ متر و در تراز ۱۴/۲۰ از حیاط و پوسته خارجی در تراز ۱۵/۱۵ متر بر پا شده است. چپیره‌سازی کاربست آن، پس از اتمام دیوار بشن، هندسه را به هشت ضلعی تبدیل کرده است. چپیره‌سازی در نمای بیرونی گنبدخانه نمود بیرونی چهار گوشه‌ای دارد و خیشخان‌هایی در وسط ضلع‌های مربع با شبکه‌های هندسی پوشیده شده است. گنبدخانه مسجد جامع یزد متعلق به ۷۹۶ ه.ق و گنبدی دو پوسته و گسسته دارد که در پاکار از هم جدا شده‌اند. دهانه داخلی گنبد حدود ۱۵ متر و فاصله بین دو پوسته گنبد حدود ۲ متر و دارای ۱۲ خشخاشی و ستونک‌هایی در میان دو پوسته است. بقعه چهل دختران کاشان، مقبره‌های متعلق به دوره ایلخانی است و ته‌رنگ مربعی با ضلعی برابر ۶/۵۰ متر دارد. ارتفاع گنبد داخلی حدود ۱۵/۱۳ متر و گنبد خود آن حدود ۱۴/۸۰ متر است. گنبد آن دوپوسته گسسته می‌باشد که دو پوسته‌ی آن از پاکار از هم جدا شده‌اند. مشخصات این ۴ گنبدخانه در جدول زیر منعکس است:

در مسجد جامع کاشان، گنبدخانه، بخش الحاقی به بناست و محل آن نسبت به شبستان‌ها، آن را عنصری جداگانه و مستقل

جدول ۴- معرفی و مقایسه نمونه های مورد بررسی.

مسجد میر عماد	مسجد جامع یزد	بقعه چهل دختران	مسجد جامع کاشان	
				پلان
				مقطع
				نمای گنبد
				نمای داخلی گنبد
۷/۲۰	۱۵	۴/۶۰	۱۲	دهانه گنبد
۱۴/۲۰	۲۲/۵۰	۱۳/۱۵	۱۷/۵۵	ارتفاع گنبد داخلی
۰/۵۳	۲	۱/۱۵	۱	فاصله دو پوسته
کاربست	مقرنس	فیلبوش	مقرنس	نوع چبیره
-	۳/۵	-	۲/۹۰	ارتفاع گریو
۱/۹۷	۱/۵	۲/۸۵	۱/۴۶	دهانه به ارتفاع
۲/۵۵	۳/۷۵	۱/۲۰	۱/۷۰	ضخامت جرز
۷/۲۰	۱۵	۴/۶۰	۱۲	دهانه گنبد

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
تال جامع علوم انسانی



تصویر ۱۵- به ترتیب از راست به چپ: ستونک چوبی مسجد جامع یزد. مأخذ: (ولی بیگ و همکاران، ۱۳۹۶، ۲۰۲) شکل خشخاشی های مسجد جامع یزد.

جدول ۵- پلان گنبد های مورد بررسی.

مسجد میر عماد	مسجد جامع یزد	بقعه چهل دختران	مسجد جامع کاشان

ندارد. ولی در دو گنبد دارای گریو، خشخاشی با فرم‌های متفاوتی وجود دارد. در مسجد جامع یزد، ۶ خشخاشی بزرگ و ۶ خشخاشی کوتاه و ستونک‌های چوبی اتصال دو پوسته برقرار شده است، در حالی که در مسجد جامع کاشان، ۸ خشخاشی میان تهی بزرگ، ۸ خشخاشی کوتاه و ۸ ستونک آجری اتصال دو پوسته را شکل داده‌اند. این ستونک‌ها در گنبدخانه مسجد جامع یزد، در آیوارگاه و در مسجد جامع کاشان در میان شانه ساخته شده است. اصولاً در ساخت گنبدها، خشخاشی‌ها روی پالونه‌بندی‌ها^{۱۸} اجرا می‌شود در حالی که در مساجد مورد بررسی در این پژوهش، خشخاشی‌ها مستقیماً روی گنبد آهیانه ساخته شده است.

نتیجه

و گنبد بیرونی با قالب متحرک ساخته شده است. تزئینات داخلی گنبد و نما ساده است که تلاشی برای هماهنگی با نمای سلجوقی شبستان و مناره بوده و دارای شش شیوه آجر چینی در نما است. در داخل بنا، ظاهراً کتیبه‌های نقاشی شده، ازاره ناقص و تمرکز تزئینات در جبهه محراب نشان از تعجیل برای اتمام و احیا مجدد گنبدخانه پس از زلزله دارد. با مقایسه بنا با ۳ گنبدخانه مشابه دیگر می‌توان به ساختار هندسی مشابه و الگوی یکسان در سلسله مراتب ساخت و تزئینات آنها اشاره کرد.

به پایه گنبد می‌رسد. شکل چپیره‌ها در هر ۴ گنبد متفاوت است. نکته قابل توجه، استفاده از کاربست یا مقرنس در گوشه‌سازی مربع در گنبد مساجد است، در حالیکه در چهل دختران این موضوع دیده نمی‌شود. فرم گنبد داخلی در هر ۴ بنا، هلو چین بوده و فرم گنبد بیرونی هندسه‌ای تقریباً مشابه دارد. گنبد خود در دو گنبد میرعماد و بقعه چهل‌دختران بر روی هندسه ۱۶ ضلعی می‌نشیند، در حالی که در مسجد جامع یزد و کاشان ابتدا گریو ساخته شده و سپس گنبد بر روی آن قرار می‌گیرد. دو پوسته گنبد در مسجد میرعماد در بخش‌هایی از نوک گنبد با صندوقه اتصال دارند ولی در بقعه چهل دختران بر حسب مستندات میراث فرهنگی، عامل اتصالی وجود

گنبدخانه مسجد جامع کاشان که احتمالاً در دوره ایلخانی و در زمان آبادانی کاشان به شبستان‌های مسجد اضافه شده دارای ساختار خاصی در اجرای گنبد است. گنبد دوپوسته گسسته‌ای که توسط ستونک‌ها و خشخاشی‌های میان‌تهی به هم بافته شده است. قوس گنبد داخلی، هلوچین کند ایستاده است که بامبری مناسبی دارد و باربری آن مشابه قوس زنجیر آویخته است؛ میان تهی بودن چنبره و سبک‌سازی گنبد به طرق مختلف، تاثیر نیروی وزن و زلزله را کاسته است. گنبد داخلی با استفاده از تکنیک شاهنگ - زنجیر

پی‌نوشت‌ها

۱. گروه باستان‌شناسی در تحقیقات خود به کشف و برداشت شبستان زیرین دست یافته‌اند که تاکنون گزارشی از آن منتشر نشده است.
 ۲. تاق کجاوه (کژاوه) سطحی منحنی شکل حاصل از حرکت یک منحنی بر روی دو تویزه اصلی است. در این نوع تاق تویزه بزرگ‌تر تیزه‌دار و منحنی حرکت‌کننده می‌تواند با تیزه با بدون آن باشد (معماریان، ۱۳۹۷، ۲۲۶).
 ۳. بشن یا هیکل یعنی حجمی که روی زمینه تهرنگ (پلان) به صورت مکعب تا زیر هشت‌وجهی بالا می‌آید و یک یا دو طرف آن باز است (پیرنیا، ۱۳۷۰، ۸).
 ۴. چپیره به معنای جمع شونده و معمولاً به قسمت انتهایی بشن که به شکل مربع یا مستطیل است تا تبدیل آن به دایره (چپیره‌سازی) گفته می‌شود که بعد گنبد بر روی آن سوار می‌شود (همان).
 ۵. چنبره: حجم هشت‌وجهی که بخش چپیره را می‌پوشاند و قاعده بیرونی گنبد روی آن قرار می‌گیرد (معماریان، ۱۳۹۷، ۳۷۹).
 ۶. خوون چینی به معنی فرار گرفتن قطعات متفاوت آجر در کنار هم که سبب ایجاد نقش می‌گردد. خوون چینی آرایش ساختمان به صورت آمود است که در آن، از ضخامت آجر در ایجاد انواع گره‌های تزئینی در پیشانی نما استفاده می‌کنند (زرگزاده دزفولی و همکاران، ۱۳۹۵، ۵۳).
 ۷. این وزن براساس وزن مخصوص خشت (kg/m^3) ۱۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شده است.
 ۸. شفته آهک ملاتی با نسبت ۲۵ درصد خاک رس و قلوه ریز، ۵۰-۶۰ درصد شن و ماسه به همراه آب است. که پس آخوره درآمدن به مدت یک الی دو شبانه‌روز رها می‌شود تا دانه‌های خاک متورم و از همدیگر باز شود و پس از آن شیره آهک به میزان ۲۰۰ الی ۲۵۰ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب اضافه می‌گردد (زمرشیدی، ۱۳۸۹).
 ۹. آجری است که از ته کوره به دست می‌آید و دارای مقاومت بالایی است.
 ۱۰. در این بنا فشاری معادل ۲۳۰۰۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد می‌سازد و

پی‌حاصل مقاومت بیش از ۱۰۰۰۰۰ کیلوگرم بر مترمربع را تحمل می‌کند.
 ۱۱. ساهل، ساحل.
 ۱۲. این نوع چیدمان در منطقه کاشان و آران بیدگل مرسوم است.
 ۱۳. ترمبه (سُرمبه، سَلْمبه) یکی از انواع گوشه‌سازی است به معنای جمع شده و پیش‌آمده است و همانند اسکنج است که از کنج پیش‌آمده و شروع به ساخت می‌شود که خود انواع مختلفی دارد (پیرنیا، ۱۳۷۰، ۲۳).
 ۱۴. اسکنج (سکنج) متشکل از دو تاق اربب که همدیگر را در یک نقطه قطع کرده باشند. شیوه زدن تاق به ۳ صورت مختلف است (همان، ۲۲).
 ۱۵. فیلیپوش مثل صدف حلزون از گوشه شروع می‌کنند و لایه‌های تاقی را روی همدیگر سوار می‌کنند تا به حد مطلوب برسد (همان، ۲۳) و یکی از شیوه‌های ترمبه‌سازی است.
 ۱۶. روش شاهنگ و هنجار یکی از معروف‌ترین روش‌ها برای اجرای گنبد می‌باشد و برگرفته از روش ترسیم بیضی با استفاده از نخ یا طناب است.
 ۱۷. توغ، خوج و سنگه متشکل از سه‌تکه گوی فلزی و چندتکه لوله نسبتاً قطور که بر روی هم قرار می‌گیرد و بر میله تیزه گنبد سوار می‌شود. در خوج گوی‌ها به شکل گلابی شکل هستند (همان، ۱۲۰-۱۲۱).
 ۱۸. قوس‌های باربر که بر روی گنبد آهیانه ساخته می‌شود تا از انتقال و فشار مستقیم نیرو بر روی گنبد جلوگیری کند و بار ناشی از این قوس‌ها (تویزه‌ها) به پایه‌های گنبد انتقال یابد. به این قوس‌ها پالونه بندی می‌گویند.

فهرست منابع

ارجمندفر، مسعود و علی زمانی‌فرد (۱۳۸۷)، منار عنصر هویت‌بخش در مسجد جامع کاشان. دومین کنگره معماری و شهرسازی/ایران، ارگ بم، کرمان، جلد چهارم، ۲۴۷-۲۵۱.
 اسماعیلی سادیانی، معصومه و احمدیان فیینی، ملیحه (۱۳۹۲)، بررسی

۱۰. در این بنا فشاری معادل ۲۳۰۰۰ کیلوگرم بر مترمربع وارد می‌سازد و

مسجد جامع کاشان، اداره میراث و فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری کاشان.

عالمی، بابک؛ کمالی زارچی، صدیقه و اسدی چیمه، نغمه (۱۳۹۸)، نخستین یادگار دوران اسلامی کاشان؛ بررسی فرم، سازه و شیوه ساخت مناره مسجد جامع کاشان، *مطالعات معماری ایران*، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ۱۵۸-۱۵۵، صص ۲۵-۵.

عالمی، بابک؛ اسدی چیمه نغمه و کمالی زارچی، صدیقه (۱۳۹۸)، بررسی تزیینات آجری مناره مسجد جامع کاشان، *پژوهشنامه کاشان* (۲۲)، صص ۲۰۸-۱۸۵.

عسگری، سیمین دخت (۱۳۹۶)، بررسی تحلیلی و مقایسه‌ای محراب ضلع غربی شبستان شمالی جامع کاشان، *کاشان‌شناسی*، ۱۶(۱)، صص ۸۸-۱۰۷.

کیانی، محمد یوسف (۱۳۶۶)، *معماری ایران، دوره اسلامی، جهاد دانشگاهی*.

گنجنامه (۱۳۸۳)، *گنجنامه: فرهنگ آثار معماری ایران*: دفتر هشتم: مساجد جامع، تهران: شهید بهشتی.

محمدیان، منصور و صاحب، سینا فرامرزی (۱۳۹۰)، *گونه‌شناسی و تدوین ساختار هندسی کاربردی در معماری ایران، نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی*، شماره ۴۸، صص ۹۷-۱۰۹.

معماریان، غلامحسین (۱۳۹۷)، *معماری ایرانی نیارش*، تهران: گلجام. نراقی، حسن (۱۳۷۴)، *آثار تاریخی شهرستان‌های کاشان و نطنز*، تهران: انتشارات انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، چاپ دوم.

ولی بیگ، نیما، آریایی، رحیمی، افروز و ساناز رهروی پوده (۱۳۹۶)، تحلیل ویژگی‌های هندسی و توانمندی معماران محلی در فن‌آوری ساخت گنبد‌های دوپسته گسسته در شیوه نائین، *پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران*، ۷(۱۴)، صص ۱۹۱-۲۰۶.

یونسی، محسن، وحید عسگریپور و فرانک بحرالعلومی (۱۳۹۶)، *مطالعه باستان‌سنجی روی گچ‌بری محراب بزرگ و تزیینات مسجد جامع کاشان*. *پژوهشنامه کاشان* ۱۰ (۱۸)، صص ۶۸-۸۷.

و تحلیل کوره‌های مسجد جامع کاشان، *اولین همایش ملی باستان‌شناسی ایران*، بیرجند.

اعتمادالسلطنه، محمدحسن خان (۱۳۶۷)، *مرآت البلدان*، به کوشش عبدالحسین نوایی، میرهاشم محدث، تهران: دانشگاه تهران، موسسه انتشارات و چاپ.

اوبن، اوزن (۱۳۶۲)، *سفرنامه و خاطرات اوزن اوبن سفیر فرانسه در ایران در آستانه جنبش مشروطی*، ترجمه علی اصغر سیدی، تهران: زوار.

بهادری، رویا؛ بهشتی، ایرج؛ یونسی، محسن و عسگریپور، وحید (۱۳۹۴)، *مطالعات باستان‌سنجی بر روی گچ‌بری محراب بزرگ و تزیینات مسجد جامع کاشان*، دومین همایش ملی باستان‌شناسی ایران، بیرجند.

پیرنیا، محمد کریم (۱۳۷۰)، *گنبد در معماری ایران، مجله اثر*، شماره ۲۰، تهرانی، فخار (۱۳۸۷)، *جزوه سازه‌های سنتی*، دانشگاه شهید بهشتی.

توسلی نوش‌آبادی، علی‌اکبر (۱۳۹۸)، *گفتگوی شخصی با نویسندگان کاشان*، خردادماه، خانه آقاسلیم.

حیدری، فهیمه (۱۳۸۹)، *مسجد جامع کاشان*، گذری بر شکل‌گیری مساجد، *دوماهنامه گردشگری*، ۲۶، صص ۴۰-۴۲.

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۲)، *مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان: ساختمان‌های بنایی*.

دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۲)، *مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان: پی و پی‌سازی*.

زرگرزاده دزفولی، مجتبی؛ لاری بقال، کیانوش؛ سالاری‌نسب، نجمه و بابایی‌مراد، مهناز (۱۳۹۵)، *خوون‌چینی، تکامل و تناسب ابعاد آجر در نماسازی‌های آثار معماری دزفول*، *مطالعات معماری ایران*، بهار و تابستان ۱۳۹۵، ۵ (۹)، صص ۴۷-۶۵.

زمرشیدی، حسین (۱۳۸۹)، *گنبد و عناصر تاقی ایران*، تهران: نشر زمان. ساطع، محمود (۱۳۸۹)، *کاشان در گذار سیاحان و ایران‌شناسان*، تهران: دعوت.

ضرابی، عبدالرحیم کلانتر (سهیل کاشانی) (۱۳۷۸)، *تاریخ کاشان*، به کوشش ایرج افشار. تهران: امیرکبیر.

عادل، حامد و کلابه، سعید محمود (۱۳۸۷)، *طرح مرمت و باز زنده‌سازی*

The Ancient Dome of Kashan: Study of Techno Constructive and Material Characteristic (Dome of the Friday Mosque)

Babak Alemi^{1}, Sediqeh Kamali Zarchi²*

¹Assistant Professor, Faculty of Architecture and Art, University of Kashan, Kashan, Iran.

²Graduate Master of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

(Received: 1 Aug 2020, Accepted: 13 Oct 2020)

The dome is a form that has a great impact on the formation of architectural forms and landscapes in Iranian cities. Architects and researchers have always been concerned with the methods of dome construction, recognizing its types, studying the performance of the instrument, drawing methods, and its execution methods. Among the valuable historical context of Kashan, the Grand Mosque is one of the oldest surviving buildings in the heart of the ages, which unfortunately has been abandoned and except for limited studies, it has not been addressed and its registered documents have serious shortcomings and mistakes. In this article, in addition to a general knowledge of the mosque and a summary of its evolution, its dome has been paid special attention. It is one of the few standing buildings after the devastating earthquakes in the region. In the structure of the dome of the mosque, there are initiatives that cause differences with other similar domes and this shows the need to study and document it. Most of the research that has been done about this mosque has been in the field of archeology and about the altars, decorations and pottery kilns (located in the nave) and so far the architectural aspects and construction techniques have not been studied. Therefore, the purpose of this research is to pay attention to the historical background of the mosque and accurate documentation of various elements and decorations used in the dome, the method of construction of each component and structural form of the dome. To achieve this goal, an important part of the research data has been obtained through attending the Kashan Grand Mosque and field survey of the dome, and library and oral resources have been used to control the field findings and know the course of construction and techniques used. Is. The main strategy of this research is descriptive-analytical and interpretive-historical. One of the findings of this article is the accurate identification of the components and how the bricks and poppies are arranged in this

dome. The result of the research shows that the form of the dome is in the form of two discrete shells which are made using the technique of whip and chain and moving template, respectively, internal and external dome and the shape of the inner dome arch is hung close to the string curve. Also, the analysis of the decoration of the dome of the house shows that the porch and the altar are decorated with an original and unique example of use and Mogharnas. Due to the artistic skills and decorations of the Timurid era, no complex decorations have been used in this building and most of the surfaces have been decorated in the simplest way, which indicates the haste in the reconstruction and the subsequent decline of the mosque. Comparing the mosque with three domes of the same period and approximately the same area shows that the construction of all four domes has common features and differences that these differences can be seen in the executive details as well as in the decorations.

Keyword

Friday Mosque of Kashan, Dome Space, Construction Technique of Dome, Discrete Double-Skinned Dome, Technique of Shahang and Chains.

**Corresponding Author: Tel: (+98-31) 55913148, Fax: (+98-31) 55913132, E-mail: alemi@kashanu.ac.ir