

## بررسی ساختار طراحی و نقوش هندسی در تزئینات معماری (نمونه موردی: نمای خارجی مسجد جامع فرومد و مقبره ایزتین کیکاووس)

پیمان نقی پور\*: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری، گروه معماری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران  
peyman.naghypour@yahoo.com

فرازین سلطانی گودفرامرزی: دانشجوی دکتری، معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران  
farazin73@gmail.com

### چکیده

مسجد جامع فرومد، مسجدی کوچک دو ایوانی و به عنوان یکی از با شکوه‌ترین جلوه‌های تزئینات و مهم‌ترین بناهای تاریخی اسلامی ایران محسوب می‌شود و نیز در معماری دوره سلجوقی از آثار قرن ششم هجری بوده، که از نظر معماری تزئیناتی و شاهکار برجسته‌ی هنر ایرانی - اسلامی و دارای اهمیت و ارزش خاص و اعتبار ویژه‌ای دارد. تقریباً کل بنا با هندسی گچ‌بری و نقوش گیاهی، آجرکاری با آجر لعاب‌دار و مقرنس‌های استادانه تزئین شده است. این ویژگی‌ها این مسجد را به نمونه‌ای برای بررسی تاریخچه تزئینات معماری و نقوش هندسی در آرامگاه ایرانی تبدیل کرده است. بدین منظور مقبره ایزتین کیکاووس نیز یکی از سازه‌های معماری مهمی است که تا به امروز باقی مانده است و هیچ مطالعه دقیقی در مورد زیر ساخت‌های تزئینی بنا صورت نگرفته است. البته بیشتر مطالعاتی که تاکنون در مورد این مسجد و مقبره انجام شده با رویکرد معماری بوده است؛ اما در زمینه نقوش هندسی و تزئینات آن با کمبود تحقیقات و منابع لازم مواجه هستیم. لذا این موضوع برای رفع آن نواقص و شناخت بیشتر و در صورت لزوم اعمال انتخاب شد. در پژوهش حاضر به معرفی نقوش هندسی تزئینات معماری این گنجینه گران‌بها، کاربرد این تزئینات و درک زیبایی‌شناختی از این تزئینات بر اساس منابع موجود و با مشاهده نمای خارجی مسجد جامع فرومد و مقبره ایزتین کیکاووس پرداخته شده است. روش این تحقیق از نظر نوع کاربردی تلقی می‌شود؛ محتوای آن با استفاده از توصیفی - تحلیلی و با به کارگیری مطالعات کتابخانه‌ای - اسنادی، و هم چنین مطالعات میدانی، مطالب آن تهیه و تنظیم گردیده است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که بسیاری از طرح‌های هندسی به کار رفته در این فضای مسجد و مقبره، قدیمی‌ترین نمونه‌های تنوع زینتی آن‌ها هستند. علاوه بر این، این الگوها نشان دهنده یک پیشرفت روش شناختی در استفاده از تکنیک چند ضلعی تولید الگو هستند، در نتیجه نوآوری سبک و هندسی هر چه بیشتر را تسهیل می‌کند. و همچنین با انجام این کار، دانش معماران در هندسه عملی و خلاقیت آن‌ها در ساخت طرح‌های هندسی منحصربه‌فرد برجسته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ساختار طراحی، نقوش هندسی، مسجد جامع فرومد و مقبره ایزتین کیکاووس، تزئینات معماری، گچ‌بری و آجرکاری، سلجوقیان.

مسجد جامع فرومد، در قلب روستای زیبای فرومد یکی از این کهن ساختارهای فراموش شده است. فرومد که مرکز دهستان فریومد است، در ۱۸۰ کیلومتری شرق شاهرود در مسیر جاده شاهرود - سبزوار، شمال شرقی عباس آباد و شمال غربی مزیان در دامنه غربی کوه‌های جغتای (ارتفاعات میندر) جای گرفته است (EI-Said, 1993).

مسجد جامع فرومد یکی از قدیمی‌ترین مساجد بر روی پلان‌های ساده با تزئینات محدود ساخته شده‌اند. برای جلوگیری از بت‌پرستی در زمینه‌های مذهبی، به ویژه در معماری اسلامی از کاربرد نمایش دقیق موجودات زنده اجتناب شد (E-L Said, 2001). از این رو نقوش گیاهی و نقوش هندسی به تدریج تحت تأثیر فرهنگ‌های کهن در هنر و معماری اسلامی به کار گرفته شد. در این میان، نقش‌های هندسی برجسته‌ترین نظام زینتی در هنر و معماری اسلامی شد (Gonzalez, 2001). این الگوها بر اساس تقسیم ریاضی یک سطح هستند و الگوهای بافته شده را با سیستم شبکه‌ای مرتبط می‌کنند. جلسات و همکاری بین ریاضیدانان و معماران که در برخی اسناد تاریخی ذکر شده است (Godard, 1992)، بینشی را در مورد اینکه چگونه چنین همکاری‌هایی در جهان اسلام اولیه و قرون وسطی به ایجاد طرح‌های هندسی پیچیده کمک می‌کند، ارائه می‌دهد. پیشرفت دانش ریاضی مرهون دانش هندسی ابتدایی یونانیان، ایرانیان و سوریان باستان بود که به دمشق و بغداد، پایتخت‌های بنی‌امیه و عباسیان رسید (Grabar, 1975). سوابق مکتوب بسیار کمی برای توضیح روش‌های مختلفی که معماران برای ساخت‌وسازهای طراحی الگوهای هندسی در هنر و معماری اسلامی به کار می‌بردند وجود دارد. با این حال، بدیهی است که ابزارهای سنتی قرون وسطی (قطب نما، راسته و مربع) برای ایجاد طرح‌های زینتی استفاده می‌شد (Home, 2000). این عوامل تأثیر زیادی بر طراحی هندسی گذاشت و منجر به شکل‌گیری نقوش هندسی انحصاری در هنر و معماری اسلامی شد.

معماری مقبره‌های دوره سلجوقیان آناتولی نشان می‌دهد که سنت سلجوقیان پایدار بوده است. در مقبره‌های سلجوقیان آناتولی که به دلیل شرایط جغرافیایی نسبت به معماری مقبره‌های در آسیای مرکزی نسبتاً معتدل‌تر ساخته می‌شدند، مصالح سنگی و آجری در مجموع مانند سلجوقیان بزرگ استفاده می‌شد (Hankin, 1925). اما بعداً این مصالح با سنگ تراشیده شده جایگزین شد. حتی اگر اولین دولت‌های مسلمان ترک با درک اسلام مخالفت می‌کردند، تا حدی به سنت‌های خود ادامه می‌دادند که بسته به شرایط اعتقادات، آداب و رسوم، ایدئولوژی‌های هنری و مناطق جدید، انواع مقبره‌ها را ایجاد می‌کردند (Hankin, 1925).

مقبره ایزتین کیکاووس یکی از سازه‌های معماری مهمی است که تا به امروز باقی مانده است و هیچ مطالعه دقیقی در مورد زیرساخت‌های تزئینی بنا صورت نگرفته است. در این زمینه، انگیزه این پژوهش جستجوی پاسخ به این سؤال است که سازه‌های مربوط به نقوش هندسی ساختمان چگونه باید به طور قابل فهم بیان شوند؟ در پرتو این فرضیه «استفاده از روش‌های مختلف در کنار هم نقش مهمی در درک بهتر ترکیب‌بندی‌های الگوی هندسی دارد»، یک مطالعه میدانی بر روی زیرساخت‌های زینتی مقبره ایزتین کیکاووس انجام شد.

غنی‌ترین وسیله تزئینات معماری در اوایل دوره اسلامی گچ‌بری بود که از سبک‌های ساسانی و آسیای مرکزی پیروی می‌کرد. مطالعات قبلی نشان داده است که همزمان با ساخت تزئینات گچ‌بری ساسانی، کاربرد هندسه در میان معماران رایج بوده است (Isik, 2015). از این پس، قطعاً می‌توانست بر تزئینات گچ‌بری و ساختارهای هندسی معماری اولیه اسلامی تأثیر بگذارد. معماران علاوه بر گچ‌بری، از آجر نیز برای تزئین بناها در معماری اسلامی استفاده می‌کردند (Isik, 2015). فنون آجرکاری تزئینی به تدریج توسعه یافت و علاوه بر نقش ساختاری، نقش تزئینی نیز پیدا کرد. آجرکاری‌های دوره سلجوقیان در ایران و آسیای مرکزی به طور خاص مفصل بود (El-Said, 1993). آجرکاری در آثار اولیه بدون تزئین بود، اما در بناهای بعدی به عنوان ابزاری تزئینی معرفی شد و با نقوش هندسی و کتیبه‌های پیچیده در دوره سلجوقیان به اوج خود رسید. در این دوره از دو تکنیک تزئین آجرکاری استفاده می‌شد (Kharazmi, 2012). اولین تکنیک مبتنی بر استفاده از آجر در اندازه استاندارد بود که با چیدمان در الگوهای ساده دنبال شد (Liu, 2004). در دومی، از آجرهای شکلی که مخصوصاً به منظور تزئین آجرکاری ساخته می‌شد، استفاده شد. تکنیک اخیر بیشتر برای کتیبه‌ها و ایجاد نقوش پیچیده مناسب بود. علاوه بر این، در دوره سلجوقی، ساختمان‌ها با آجر لعابدار و منبت کاری‌های کاشی و سرامیک رنگی شروع به تزئین کردند (Lu, 2007). کاشی‌های لعابدار ابتدا در قرن دوازدهم به رنگ آبی روشن ظاهر می‌شوند. در اوایل قرن سیزدهم از کاشی‌های سفید و آبی تیره نیز استفاده می‌شد. زادگاه معماری سلجوقیان ایران بود، اما حملات مغول بیشتر تزئینات آجرکاری بناها را از بین برد و تنها تعداد کمی از آن‌ها باقی مانده است (Molavi, 1974). مسجد جامع فرومد یکی از آن‌ها است که به آخرین دوره سلجوقیان در ایران بازمی‌گردد. این مسجد توسط باستان‌شناس و مورخ هنر فرانسوی، آندره گدار، که در دهه ۱۹۲۰ مقبره را کاوش کرد، معرفی شد. وی این مسجد دو ایوانی را در زمره سبک معماری خراسانی معماری ایرانی قرار داد (Ozdural, 2000). کل سازه در داخل و خارج محوطه تزئین شده است. همچنین مسجد دارای محراب بی‌نظیری در ایوان جنوبی است که با گچ‌بری و نقش‌های هندسی تزئین شده است. بر فراز محراب تزئینات مقرنس ۸ برجسته‌ای وجود دارد که می‌توان آن را یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های تزئین مقرنس در مقبره ایرانی دانست. این ویژگی‌ها، این مسجد را به نمونه‌ای پیشرو در کاربرد تزئینات پیچیده در معماری ایرانی اواخر عصر سلجوقی تبدیل کرد.

اینک با توجه به مطالب فوق، باید اذعان نمود که ضرورت شناخت و بررسی بیشتر این نقوش هندسی غنی از وجوه دیگر اهمیت فراوانی پیدا می‌کند؛ زیرا شناخت بیشتر و بهتر نقوش هندسی تزئینات معماری و طراحی مجدد آن‌ها به ویژه با استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای، نه فقط قابلیت استفاده از نظر تزئینات کاربردی پیدا می‌کنند، بلکه ظرفیت‌های دیگر آن نیز با استفاده از تجارب موجود شناخته می‌گردند.

## ۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر یک تحقیق کاربردی است که به روش توصیفی - تحلیلی انجام شده است. روش گردآوری مطالب از طریق عکاسی، ترسیم نقوش هندسی با نرم‌افزار اتوکد و گرافیک<sup>۱</sup> رنگ زمینه با نرم‌افزار فتوشاپ توسط نگارندگان ایجاد شده و با بهره‌گیری از منابع کتابخانه‌ای - اسنادی و همچنین مطالعات میدانی بوده است.

در مرحله اول تاریخچه مسجد جامع فرومد و مقبره ایزتین کیکاووس به صورت مطالعه میدانی مورد بحث قرار گرفته و بعد در ادامه، در راستای بهره‌گیری از تجزیه و تحلیل نقوش هندسی تزئینات<sup>۲</sup> معماری نمای خارجی مسجد جامع فرومد و مقبره ایزتین کیکاووس قرار دارند، بررسی شدند که از نظر تنوع نقوش دارای پتانسیل بیشتری بودند. تحلیل این تزئینات شامل تجسم کل الگوی تزئینی و ارائه زیر ساخت هندسی و روش‌های طراحی است. ترتیب شکل‌ها و تحلیل آن‌ها بر اساس شباهت الگوها انجام شده است و از ساده‌ترین به پیچیده‌ترین زیرساخت‌ها توضیح داده شده تا توانایی پیشرفته معماران و خلاقیت آن‌ها در به کارگیری روش‌های

هندسی مختلف برای ترسیم زیرسازی و ساخت تزئینات هندسی‌های مختلف منحصربه‌فرد را نشان دهد. علاوه بر این، به منظور ارائه درک جامع‌تر از تقارن‌های کاربردی در تولید الگوها، جنبه‌های تقارن نقوش با نشان دادن واحدهای تکراری مورد بحث قرار می‌گیرد.

در نهایت، الگوها، روش‌های هندسی ترسیم، واحدهای تکراری و ویژگی‌های هندسی زیرساخت‌های آن‌ها به‌طور جداگانه در جدولی آورده شده و با یکدیگر مقایسه می‌شوند. تمام ساختارها و نقوش‌های هندسی<sup>۳</sup> توسط نگارندگان ایجاد شده است.

### ۳- پیشینه تحقیق

در ابتدا هر نوع تحقیق و پژوهش علمی، باید به تاریخچه و پیشینه آن موضوع رجوع شود تا بتوان با دانش کافی از خلل و نیازهای برطرف نشده شروع به تحقیق نمود. در این راستا در این مقاله، تعدادی از پژوهش‌هایی که در سال‌های اخیر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند به طور مختصر آورده شده و نتایج‌های آن در (جدول ۱) بیان شده است.

جدول ۱- پیشینه پژوهش (منبع: نگارندگان)

ردیف	نویسندگان	سال انتشار	عنوان	نتایج
<b>مسجد جامع فرومد</b>				
۱	کاوه منصوری، فرامرز پارسی، فرشید رحیمی کلهرودی	۱۴۰۰	سیر تحول مسجد جامع فرومد با تاکید بر افزوده‌های دوره ایلخانی	ساختار مسجد اولیه، تک ایوانی بوده که در طی زمین لرزه‌های تاریخی منطقه، ویران شده است. در دوره ایلخانی و با ظهور وزیر صاحب مقام، علاءالدین محمد فرومدی و توجه وی به زادگاهش، فرومد ارج و قربی بیش از گذشته یافت و حاکم نشین منطقه شد. علاءالدین در مدت وزارت خود (۷۱۶۷۳۶ق)، علاوه بر احداث عمارت شهرستان (کاخ اقامتگاهی)، دارالشفای و دارالکتاب در زادگاه خود، حامی مالی عملیات بازسازی و نوسازی مسجد کهن فرومد شد. بر اساس کتیبه‌ای که بر فراز محراب منحصربه‌فرد ایوان جنوبی قرار دارد، اقدامات نوسازی زیر نظر استاد «علی بن محمد محمود الجامی الشهرستانی» صورت گرفته است. در طی مداخلات دوره ایلخانی، با حفظ بخش‌های باقی مانده از تخریب ناشی از زمین لرزه، ایوان جنوبی بازسازی، و ایوان شمالی برای اولین بار احداث شد. همچنین با شکل‌گیری طاقگان سه چشمه‌ای در طرفین غربی و شرقی صحن، ساختار کالبدی بنا تکمیل شد و جداره‌های بیرونی و داخلی با آجرکاری قالبی و گچ‌بری‌های پرکار و ظریف، تزیین شد.
۲	حسن رهنما، نیر طهوری	۱۴۰۰	بهره‌گیری از نقوش سنتی معماری اسلامی ایران در گرافیک نوین (مطالعه موردی: مسجد جامع فرومد)	معماری، یکی از شاخص‌ترین هنرهای هویت‌ساز هنر ایران محسوب می‌شود که از سایر جلوه‌های هنری برای تکمیل وظیفه خود در انتقال پیام و ارائه پیکره‌ای بی‌نقص بهره می‌برد. از این رو، شکوه و زیبایی معماری ایران دوره اسلامی، ارتباط تنگاتنگی با نقوشی دارد که سطوح آن را می‌پوشانند. آثار گرافیکی، مثل دیگر قالب‌های هنری، چهره فرهنگی هر کشور در سطح ملی و بین‌المللی هستند؛ پس شایسته است برای طراحی آن‌ها از نشانه‌های فرهنگ بومی و سنتی هم بهره گرفت. استفاده از بیان سنتی می‌تواند به سرعت هویت ایرانی اثر را به بیننده انتقال دهد؛ البته این امر نیازمند معرفی و تقویت زبان سنتی هنر ایران در سطح جهانی است؛ گرچه ایران سنت‌های تصویری غنی دارد کمتر به جهانیان معرفی شده‌اند و تنها عده معدوده‌ی، به واسطه مطالعه تاریخ هنر یا تماشای تصاویر و فیلم‌های مربوط به هنر ایران، با گوشه‌ای از این زبان تصویری آشنایی دارند.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد مقایسه این دو بنای مهم در روستای فرومد (فرومد)، اصالت و شیوه‌های از معماری نمایان می‌شود که ریشه در فرهنگ و شرایط محیط این منطقه دارد. نکته قابل توجه در این پژوهش کشف اشتراکات فرهنگی و محیطی در طراحی دو بنا می‌باشد.	مقایسه‌ی طراحی بنای مسجد جامع فرومد و بنای آرامگاه ابن یمن فرومدی با تأکید بر اشتراکات عناصر طراحی در معماری	۱۳۹۹	کامران رضائی زاده مه‌آبادی، آرزو رحیمی، عاصمه سلیمانی فخر	۳
تزیینات کتیبه‌های مسجد جامع فرومد تحولات شگفت‌انگیز کتیبه نگاری، مربوط به دوره‌های سلجوقی، خوارزمشاهی، ایلخانی و تیموری را می‌توان مشاهده کرد. انواع کوفی تزیینی، گلداز و گره‌دار، نسخ تزیینی، نسخ متمایل به ثلث و ثلث در کتیبه‌های این مسجد بکار رفته است، که از ویژگی‌های منحصر به فرد این مسجد با شکوه و عظیم است.	تزیینات کتیبه‌ای در معماری مسجد جامع فرومد	۱۳۹۷	محمد علی آبادی، اکرم کارگری، حسن طالبی	۴
نتایج تحقیق نشان داده‌اند که هر دو مسجد از دوره سلجوقی می‌باشد اما از جنبه‌های گوناگون متفاوت می‌باشند که به وضوح در متن به آن اشاره شده است.	بررسی مساجد سبک خراسانی (نمونه موردی مسجد جامع نیریز و مسجد جامع فرومد)	۱۳۹۴	طوبی اکبری قریبه، مهدیه آگاه، حمیدرضا فرشچی	۵
یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد نقوش طبیعی در این مسجد تنها خلاصه می‌شود به نقوش گیاهی، از دیگر مظاهر طبیعی مانند آب، حیوانات و جانوران و یا فیگورهای انسانی مطلقاً در نقش مایه‌های تزیینی فرومد استفاده نشده است. این نقوش گاهی به صورت منفرد، گاهی در ترکیب با نقوش هندسی و یا کتیبه‌های به کار برده شده‌اند. ولی در تمامی موارد شاهد برجسته بودن نقوش گیاهی نسبت به سایر نقوش‌ها هستیم.	بررسی نقش مایه‌های تزیینی برگرفته از طبیعت در مسجد جامع فرومد	۱۳۹۲	ندا داوری، سعید قلندری	۶
نتایج بدست آمده نشان می‌دهد مهم‌ترین اثر به جای مانده از شهر فرومد، مسجد جامع آن است. بنای قدیمی آن احتمالاً مربوط به اواخر دوره سلجوقی و اوایل دوره خوارزمشاهی است. بر اساس شواهد و مدارک موجود به احتمال فراوان در دوره خوارزمشاهی و ایلخانان بازسازی کامل شده است. این بنا از نظر معماری حائز اهمیت است. مسجد جامع عموماً نماد شهر در دوره اسلامی است. علاوه بر این هم فضاهای عمومی شهری از جمله بیمارستان در فرومد وجود داشته است. بنابر این مسجد جامع ارتباط کالبدی و فضایی با شهر برقرار نموده است.	فرومد و مسجد جامع آن	۱۳۹۰	محمد ابراهیم زارعی	۷
<b>مقبره ایزتین کیکاووس</b>				
یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد بیمارستان ایزتین کیکاووس، یکی از مهم‌ترین بیمارستان‌های دوره سلجوقیان آناتولی، در سال ۱۲۱۷ توسط سلطان عزالدین کیکاووس ساخته شد. بیمارستان داروشیفا که اطلاعات مهمی در مورد دوره خود با ویژگی‌های معماری و وقف آن ارائه می‌دهد، باید به خوبی حفظ و با دقت تعمیر شود. این که آیا وضعیت اولیه ساختمان تداخل داشته است یا خیر، در نتیجه بررسی دقیق کارهای مرمتی مشخص خواهد شد. در این زمینه، تعمیرات مختلف داروشیفا تا به امروز مورد بحث قرار گرفته است. اسناد و مدارک مرمت از آرشیو اداره کل بنیادها و هیئت حفاظت از میراث فرهنگی به دست آمده است. علاوه بر این‌ها، تعمیرات اولیه ساختمان با توجه به اطلاعات موجود در	مرمت بیمارستان سیواس ایزتین کیکاووس	۱۴۰۲	عثمان کندوراچی، الیف یغیتر	۱

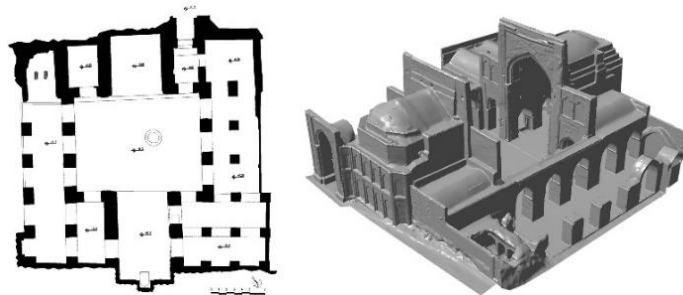
<p>عکس‌ها و نشریات قدیمی مشخص شد. از سوابق آرشیو عثمانی معلوم شد که این بنا در وضعیتی فرسوده قرار داشته و برای استفاده به عنوان مدرسه شروع شده است. شرایط زیربنای بنا که در دوره عثمانی نتوانست به عملکرد بیمارستانی خود ادامه دهد، مطابق با خدمات مدرسه تغییر کرد و تا پایان قرن نوزدهم به عنوان مدرسه مورد استفاده قرار گرفت. در آخرین دوره جنگ‌های امپراتوری عثمانی متروکه شد و در اثر بی‌توجهی بخش‌هایی از آن تخریب و تا حد زیادی ویران شد. پس از سال ۱۹۳۰، داروشیفا با تلاش برای ثبت و تعمیر آثار قدیمی در برنامه حفاظت و مرمت دولت قرار گرفت. در این زمینه اولین کارها با کاوش‌های سال ۱۹۳۸ آغاز شد و پس از سال ۱۹۶۰ با کارهای مرمتی گسترده ادامه یافت. تعمیرات انجام شده بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ با هدف یکپارچه سازی و یکپارچه سازی انجام شد. ظاهر فعلی خود را با بازسازی بین سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۱۲ به دست آورد.</p>				
--	--	--	--	--

با بررسی اسناد، مقالات و پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه نقوش هندسی مطالب پراکنده‌ای یافت می‌گردد، اما در زمینه نقوش هندسی تزئینات معماری نمای خارجی مسجد جامع فرومد و مقبره ایزتین کیکاووس مطالب خاصی وجود ندارد. همین امر دلیل بر اهمیت و ضرورت پرداختن به تحقیق حاضر می‌باشد.

#### ۴- مبانی نظری

##### ۴-۱- تاریخچه مسجد جامع فرومد

مسجد جامع فرومد، مسجدی دو ایوانی است که در روستای فرومد در شهرستان میامی، استان سمنان در شمال شرقی ایران قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱- سمت راست نمای شماتیک مسجد جامع فرومد و سمت چپ پلان کلی فرومد (منبع: نگارندگان)

در امتداد خیابان اصلی روستا که پیش می‌رویم، در دورنمای آرامگاه این یمین فرومدی؛ قطعه سرای بی بدیل قرن هشتم، نگین بی بدیل روستا، ظاهر می‌شود (Peterson, 2002) (شکل ۲). ایوان‌های رفیع، حضور بنایی زیبا<sup>۵</sup> و باشکوه را نوید می‌دهد (Roohparvar, 1994). اندکی که در سراسیمی جاده پیش می‌رویم. حجم بنا پر رنگتر می‌شود (Sarhangi, 2012). ایوان سردر که به نسبت دیوارهای جانبی‌اش، مرتفع‌تر است، با بیرون‌زدگی عمادانه، بازدیدکننده را به درون خود می‌کشد (Sezgin, 2010). تزئینات این بخش اگرچه در بسیاری از بخش‌ها شسته شده و از بین رفته است، اما یادآور دوره اوج و شکوه بناست (شکل ۳)



شکل ۲- نگاهی از راه دور به مسجد جامع فرومد (منبع: نگارندگان)



شکل ۳- سردر اصلی مسجد جامع فرومد (منبع: نگارندگان)

بنا به شیوه رایج مساجد دو ایوانی خراسان، پلانی ساده و تزئیناتی بسیار غنی ساخته شده است. بررسی نظام سازماندهی فضایی بنا از الگوی ساده آن حکایت دارد؛ به گونه‌ای که می‌توان صحن میانی (عنصر سازمان دهنده فضا)، دو ایوان اصلی (محور اصلی و بصری بنا) و چهار گوشوار و شبستان‌های طرفین را در ساختار فضایی پلان، تشخیص داد (Tennant, 2003). در (جدول ۲) آرایه‌های گچی مسجد جامع فرومد از جهت گونه تزئین، نقش، رنگ و اقلام کتیبه تقسیم‌بندی شده و ارائه شده‌اند.

جدول ۲- جزئیات و خصوصیات تزئینات گچی در مسجد جامع فرومد (منبع: نگارندگان)

جزئیات آرایه‌های گچی	تقسیم بندی	توضیحات
گونه تزئین	برجسته	برجسته سازی در این بنا به شیوه‌های گوناگون کم برجسته تا بسیار برجسته اجرا شده است.
	شبه آجری	این نوع تزئین در پوشاندن سطوح خارجی بنا بیشتر استفاده شده است. این تکنیک در این بنا همراه با استفاده نقش‌های متنوع گیاهی ایجاد شده است.
	کلوک بند	این گونه در تزئین بین بندهای آجری باقی نمانده است. به نظر می‌رسد در تزئین ازاره شبستان‌های شرقی و غربی از این نوع استفاده شده است که فرسایش موجب از بین رفتن سطح گردیده است. در مجموع این آرایه‌ها کم استفاده شده‌اند. تنهای یک نمونه باقی مانده است که آن هم بسیار شبیه به نقوش شبه آجری است.
	آزده کاری	تکنیک آزده کاری با تنوع زیاد و در سطوح مختلف کم برجسته تا بسیار برجسته در تزئینات گچی این بنا بکار گرفته شده است.
	مقرنس گچی	تکنیک مقرنس در دوره سلجوقی دچار تحول شد و در گوشه سازی‌های گنبد و حتی در محراب‌های آجری نیز برای تزئین استفاده شد (حاتم ۱۳۷۹: ۲۵۲). اما محراب مقرنس گچی در دوره ایلخانیان رواج بسیار یافت و همچنین مقرنس‌های گچی به زیر طاق‌ها راه پیدا کردند (شکفته، ۱۳۹۱). در ضلع جنوبی این بنا، مقرنس‌های گچی زیر طاق در نوع خود منحصر به فرد هستند.
	میزان برجستگی	کم برجسته
برجسته		نقوش برجسته در این بنا به وسعت دیگر تکنیک‌ها استفاده نشده است. این گونه در کتیبه‌های ثلث بکار رفته در قطار بندی و سردر شبستان غربی بسیار شاخص هستند.
بسیار برجسته		این تکنیک بیشترین برجستگی را دارد به طوری که اختلاف سطح گودترین نقطه و برجسته‌ترین آن به بیش از ۳ سانتی‌متر می‌رسد (ابوالقاسمی ۱۳۸۴: ۱۱۵). در این بنا برجستگی گاه‌ها به بیش از ۱۰ سانتی‌متر نیز رسیده است. این تکنیک تزئینی در ضلع جنوبی مسجد بیشترین کاربرد را داشته است.

نقوش گیاهی از جمله نقوشی هستند که در جبری و ترکیب‌بندی‌های آن از ارکان اصلی هستند.	گیاهی	نقوش
این بنا به مانند سایر ویژگی‌های تزیینات گچی دوره ایلخانی حاوی نقش‌های هندسی متنوع است که در تزیین محراب اصلی و حتی در تزیین مقرنس‌های گچی بسیار استفاده شده است.	هندسی	
انواع خطوط رایج در کتیبه نویسی گچی در این بنا بکار رفته که شامل کوفی، ثلث و ثلث متمایل به رقاع می‌شوند.	خط نگاره	
نقوش تلفیقی در آرایه‌های گچی این بنا در نوع خود بسیار منحصر به فرد هستند. در این بنا با ترکیب نقوش گیاهی ساده و نقوش هندسی طرح‌های ترکیبی در تزیینات ضلع جنوبی مسجد برای پوشش زیر طاق و حاشیه آن ایجاد کرده‌اند.	تلفیق (هندسی و گیاهی) (گیاهی و خط) (هندسی، گیاهی و خط)	
رنگ آبی در زمینه نقوش محراب اصلی بکار رفته است.	آبی لاجوردی	رنگ گذاری
در رنگ آمیزی نقوش مقرنس‌ها استفاده شده است.	قرمز	
در نواحی برجسته بکار گرفته شده و بیشترین کاربرد را داشته است.	سفید	
در برخی نواحی برگ مانند مشاهده شد.	سبز	
در نواحی کوچکی در تزیین استفاده شده است.	سیاه	انواع کتیبه‌ها
این نوع کوفی در تزیینات باقی مانده از دوره سلجوقی مشاهده شده است.	کوفی مشجر	
این کتیبه با ظرافت فراوان در طاق‌نمای محراب اصلی بکار رفته است.	کوفی مورق معقد متشابهک	
این نوع کوفی در طاق‌نماهای شبستان‌ها مشاهده شد.	کوفی مورق معقد	
این کوفی در حاشیه طاق‌های شرقی و غربی به کرار و در حاشیه طاق ورودی استفاده شده است.	کوفی مزهر معقد معشق	
این نوع ثلث با زمینه اسلیمی در کتیبه کمربندی ضلع جنوبی و شمالی مورد استفاده قرار گرفته است.	ثلث تزیینی	
این گونه کتیبه در نمای بیرونی بنا و دیواره حیاط مرکزی اجرا شده است.	ثلث متمایل به رقاع با تزیین گیاهی	

مسجد جامع فرومد (شکل ۴)، ایوان یک تالار طاقدار است که از سه طرف دیوار کشیده شده و یک سر آن کاملاً باز است. مساجد چهار ایوانی که به یکی از ویژگی‌های کلاسیک معماری مذهبی ایران تبدیل شدند، در واقع تداوم سبک مسجد دو ایوانی هستند (Tennant, 2003). این مسجد از دو ایوان در دو طرف حیاطی تشکیل شده است که از غرب به شرق ردیف شده‌اند. اگرچه این مسجد کتیبه‌ای ندارد، اما به عقیده اکثر باستان‌شناسان، سبک معماری آن به سبک مساجد قرن دوازدهم یا اوایل قرن سیزدهم در مقایسه با سایر مساجد دو ایوانی است (Wilber, 1939). با این وجود، گچ‌کاری‌های پیشرفته برای طرح‌ها نشان می‌دهد که برخی پیشرفت‌ها احتمالاً در دوره ایلخانی قرن چهاردهم بعداً رخ داده است. این بنا از داخل با گچ‌بری و از بیرون با آجرکاری<sup>۷</sup> پوشانده شده است (احمدی، ۱۳۹۰). دارای دو ایوان است که هر کدام حدود ۶.۶ متر عرض دارند. ایوان شمالی ۱۲ متر و ایوان جنوبی ۱۴ متر ارتفاع دارد (مولوی، ۱۳۵۳). در دو طرف هر ایوان دو طاق وجود دارد که به شبستان‌ها متصل می‌شوند (ابوالقاسمی، ۱۳۸۴). همچنین دو شبستان در ضلع شرقی و غربی مسجد وجود دارد. سقف و دیوارهای آن‌ها ویران شد و تنها سه طاق به عرض ۲۴ متر باقی‌مانده است (پوپ، ۱۳۶۵). روی این طاق‌ها نقش‌های نفیسی ساخته شده و زیر هر طاق، گچ‌کاری‌های ظریفی در بالای آن‌ها قرار دارد (زارعی، ۱۳۹۰). هر پایه دارای کتیبه‌ای به خط گچ‌بری است که با یکدیگر متفاوت است (هیل، ۱۳۷۵). همچنین دو دیوار با طاق نما در آجرکاری با نقوش هندسی و آجرهای لعابدار به رنگ فیروزه‌ای و آبی کبالت در ایوان شمالی وجود دارد (ویلبر، ۱۳۴۶). تنوع، ظرافت و پیچیدگی نقوش در مسجد فرومد مورد توجه باستان‌شناس و مورخ هنر فرانسوی و مدیر فقیه سازمان باستان‌شناسی ایران آندره گدار قرار گرفت که در دهه نوزدهم این مسجد<sup>۸</sup> را کاوش کرد (گدار، ۱۳۸۴). گچ‌بری درخشان آن، آجر لعابدار با تزیینات مختلف هندسی<sup>۹</sup> و گلی، این بنا را به مسجدی برجسته در اوایل دوره اسلامی ایران، به ویژه از منظر زینت تبدیل کرده است (مکی نژاد، ۱۳۸۴).



شکل ۴- مسجد جامع فرومد (منبع: نگارندگان)



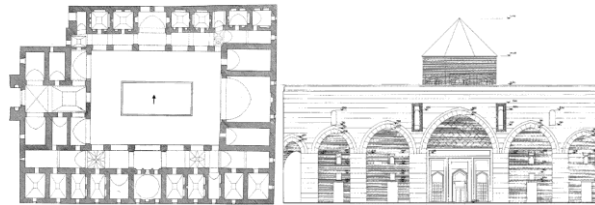
## ۲-۴- تاریخچه مقبره ایزتین کیکاووس

این مقبره در ایوان جنوبی بیمارستان شیفایه ایزتین کیکاووس قرار دارد که در سراسر مدرسه مناره دوگانه در مرکز شهر سیواس قرار دارد و امروزه به نام مدرسه شیفایه شناخته می‌شود (شکل ۵). بنای واقع در مقابل مدرسه دو مناره<sup>۱۰</sup> به عنوان بیمارستان توسط سلطان عزالدین کیکاووس اول سلجوقی در سال ۱۲۱۷ ساخته شد (Abas, 1994). پس از مرگ ایزتین کیکاووس اول، ایوان<sup>۱۱</sup> جنوبی بنا به آرامگاه تبدیل شد و جسد کیکاووس در سال ۱۲۲۰ در آنجا به خاک سپرده شد، سه سال پس از ساخت (Abdullahi, 2013).



شکل ۵- نمای بالای مدرسه شیفایه (منبع: نگارندگان)

حیاط بنا که دارای یک طبقه، حیاط باز و سه ایوان است، از سه طرف با رواق‌هایی احاطه شده است (شکل ۶). مصالح اصلی ساختمانی که با تکنیک سنگ تراشی ساخته شده، سنگ و آجر بوده است (Alani, 2018). دیوارهای اصلی بنا، ایوان اصلی و اتاق‌های مجاور، ایوان ورودی و حجم‌های باز شده به آن، رواق‌های مستطیل شکل و دیوارهای داخلی رو به حیاط تماماً از بلوک‌های سنگی تراش خورده ساخته شده بود (Aslanapa, 1993). در حالی که در دیوارهای جداکننده بنا از آجر استفاده شده است، دیوارهای جداکننده شرقی و غربی آرامگاه در ایوان جنوبی با سنگ<sup>۱۲</sup> ساخته شده است (Argyle, 1965). در طاق‌های پوشش حجره‌ها و رواق‌ها، دیوارهای جداکننده ایوان شمالی و حجره‌های دیگر، نمای ورودی آرامگاه و طبل ده ضلعی از آجر استفاده شده است (Bier, 2015). در کنار آجر، در سطوح طاق، طاقچه‌های ایوان شمالی، نمای آرامگاه<sup>۱۳</sup> و تابوت‌ها<sup>۱۴</sup> از کاشی استفاده شده است (Bonner, 2017). در محور شمالی و جنوبی حیاط یک ایوان وجود داشت و دهانه‌های طاق بین پاهای حجیم سنگ‌پوش شده برای تأکید بر ایوان‌ها پهن نگه داشته می‌شد (Demiriz, 2004). دیوار جداکننده در جنوب این ایوان‌ها که از یک در و دو پنجره به آن می‌رسید، تبدیل به مقبره‌ای شده و با مخروط لبه‌دار ده ضلعی پوشانده شده است (Berggren, 1986).



شکل ۶- پلان مدرسه شفایه و نمای آرامگاه از پروژه مرمت ۱۹۶۳ (منبع: نگارندگان)

مقبره با بستن دهانه طاق ایوان با دیوار آجرکاری شکل گرفته است. این بخش پشت ایوان طاق دار بشکته‌ای توجه را به تزئینات پیچیده نما با کاشی‌های فیروزه‌ای، آبی کبالتی و سفید جلب می‌کند (شکل ۷).

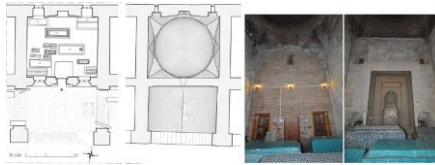


شکل ۷- نمایی از مقبره در ایوان جنوبی بیمارستان (منبع: نگارندگان)

مقبره مستطیل شکل عرضی با گنبدی با مثلث‌های ترکی در داخل و مخروط هرمی شکل در خارج پوشیده شده بود. ورود به آرامگاه از طریق دری مستطیل شکل طولی به مرکز نمای شمالی تضمین می‌شد (Diez, 1955). گمان می‌رود که تابوت‌های داخل مقبره با کاشی‌های تخت شش ضلعی فیروزه‌ای رنگ پوشانده شده باشد (Bourgoin, 1973). منابع مربوطه نشان می‌دهد که تابوت در جلوی محراب متعلق به ایزتین کیکاووس است (Broug, 2006). علاوه بر این، گمان می‌رود که



کف مقبره با مصالح آجری شش‌ضلعی سنگفرش شده باشد، همان‌طور که در دیگر ایوان‌ها و اتاق‌های حجره دیده می‌شود. محراب سنگی وسط دیوار جنوبی، از سوی دیگر، با نگارش، نقوش هندسی و گل تزئین شده و بدون رنگ و گچ بوده است (Broug, 2008) (شکل ۸).



شکل ۸- پلان زمین و پوشش بالایی آرامگاه، نمای کلی آرامگاه از دیوارهای شمالی و جنوبی و جزئیات محراب سنگی (منبع: نگارندگان)

به جرأت می‌توان گفت که نمای ورودی (شمالی) بقعه رو به حیاط، مانند امروز با معرق آجر و کاشی تزئین شده است (Cantay, 2002). این قسمت به سه قسمت مستطیل شکل تقسیم می‌شد که از سطح چشمه طاق شروع می‌شد، در پایین، از وسط پهن و از طرفین باریک‌تر بود (Critchlow, 1976). در وسط این پارتیشن‌های طاقچه‌ای یک دهانه ورودی وجود داشت که عمق چندانی نداشت و از هر طرف یک پنجره. قسمت‌های بالایی این دهانه‌ها با قاب‌های حاشیه‌ای طرح‌دار هندسی، با قوس‌های نوک‌دار کور متحرک شده بودند (Clivenot, 2000). این محوطه‌ها با کتیبه‌هایی که به روش کاشی معرق و ترکیبات هندسی ساخته شده از آجر ساده تزئین شده بود (شکل ۹، سمت چپ) (Cromwell, 2011).

هم از مصالح به کار رفته در بدنه و هم از نمونه‌های دوره تطبیقی می‌توان فهمید که مخروط مقبره در این دوره آجری بوده است (Cromwell, 2012). سطح بدنه ده ضلعی قبر با طاقچه‌های کور کم عمق متحرک شده بود (Cromwell, 2009). با توجه به آثار و اسناد موجود، سطح طاقچه‌های اینجا با ترکیبات همدسی پر شده است که در آن از آجرهای لعابدار ساده و فیروزه‌ای و کاشی‌های فیروزه‌ای رنگ در کنار هم استفاده شده است (Castera, 2016). این ترکیبات در هر طاقچه به طور متفاوتی انجام می‌شد (شکل ۹، سمت راست).



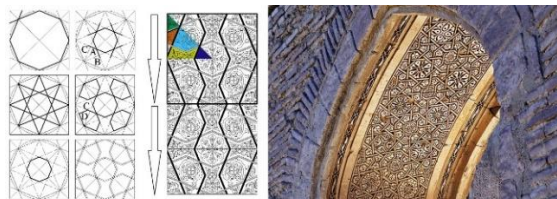
شکل ۹- نماهای آرامگاه از نماهای شمالی (چپ) و جنوبی (راست) (منبع: نگارندگان)

## ۵- یافته‌ها

### ۵-۱- تجزیه و تحلیل نقوش هندسی تزئینات معماری نمای خارجی مسجد جامع فرومد

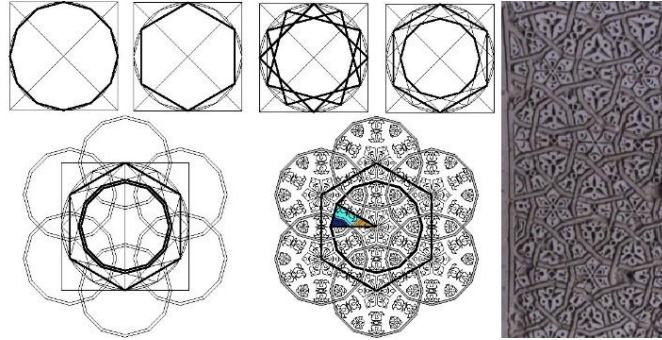
با به تصویر کشیدن طرح‌های زیرین نقوش بر روی دیوارهای مسجد فرومد در این بخش، واحدهای تکراری، محورهای تقارن، بردارهای انتقال دهنده نقوش و روش‌های طراحی به کار رفته در تزئینات معماری این بنا را مورد تحلیل قرار می‌دهیم. تمام نقوش و طرح‌های هندسی توسط نویسندگان ایجاد شده است.

(شکل ۱۰) بخشی از یک دیوار، روش طراحی و تکثیر نقوش روی این دیوار و زیرسازی‌های زیرین آن را نشان می‌دهد. یک هشت ضلعی در داخل یک مربع حک شده و اضلاع آن کشیده شده است. سپس یک چند ضلعی ستاره‌ای (۸، ۳)، شکلی که از اتصال هر رأس سوم در مجموعه‌ای از هشت نقطه با فاصله مساوی روی یک دایره در یک جهت با استفاده از یک ضربه ایجاد می‌شود، در داخل آن ساخته می‌شود. اکنون روی هشت ضلعی داخلی تمرکز کنید، اضلاع آن را به اندازه طول هر ضلع گسترش دهید (در اینجا ما بخش AB را از ضلع A گسترش می‌دهیم تا CB را پیدا کنیم، جایی که A تبدیل به نقطه میانی CB می‌شود). اکنون از نقاط انتهایی آزاد این قطعات (در اینجا در مثال ما C) پاره‌های عمود بر اضلاع هشت ضلعی بزرگ (CD) ایجاد کنید. این ساخت و ساز را در جهات دیگر تکرار کنید تا کل طرح کامل شود. این گچ دارای تقارن چرخشی در یک واحد مربع تکراری است. وقتی نوارهای به هم پیوسته را به الگو اضافه می‌کنیم، باید نحوه بافته شدن آن‌ها را در نظر بگیریم. آن‌ها باید بر اساس یک تقارن چرخشی در مرکز هر هشت ضلعی از نوارهای دیگر بالا و پایین بروند. برای تکمیل الگوی گچ، واحد موتیف تولید شده باید طبق بردارهایی که با فلش نشان داده شده‌اند، منتقل شود.



شکل ۱۰- سمت راست، طرح گچ‌بری در ایوان شرقی و سمت چپ، تجزیه و تحلیل طراحی زیربنایی آن (منبع: نگارندگان)

گچ‌بری دیوار ساختمان در (شکل ۱۱) بر اساس تکرار یک دوازده ضلعی منظم، ۱۲ ضلعی، در مورد رؤس یک شش ضلعی ایجاد شده است. همانطور که در قسمت بالای (شکل ۱۱) نشان داده شده است، ساختار هندسی زیرین را می‌توان با رسم مربع و درج یک ده ضلعی در داخل آن ساخت. سپس با اتصال هر رأس دیگر، یک شش ضلعی در داخل دوازده ضلعی رسم می‌کنیم. گام بعدی این است که هر سومین رأس دوازده ضلعی را با قطعات در یک جهت به هم وصل کنید تا سه مربع محاطی ایجاد شود. محل تلاقی این سه مربع رؤس دوازده ضلعی دیگر است. این دوازده ضلعی یک واحد تکراری برای ساخت ما است و باید در مورد رؤس شش ضلعی ساخته شود، همانطور که در تصویر میانی در (شکل ۱۱) نشان داده شده است. مشابه مطالعه تسلیحات قبلی در شکل ۶، نوارهای در هم تنیده به هم پیوسته باید به طراحی آن اضافه شوند. جزئیات موجود در این گچ‌بری نشان دهنده ذهن خلاق طراح آن در سال‌ها پیش است که از ابزارهای ساده‌ای مانند خط مستقیم و قطب‌نما برای نشان دادن برخی ویژگی‌های متناسب شش ضلعی‌ها و دوازده ضلعی‌های منظم و روابط آن‌ها استفاده می‌کرد.



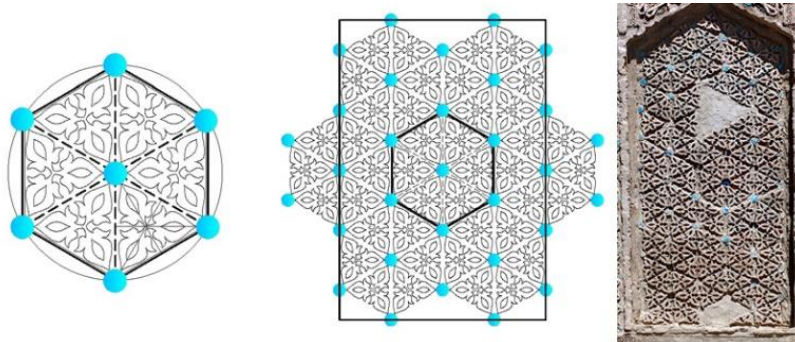
شکل ۱۱- سمت راست، گچ‌بری در ورودی ایوان و سمت چپ، تجزیه و تحلیل زیرساخت

طرح زیربنایی گچ‌بری واقعی در (شکل ۱۲) در ۹ مرحله از بالا به پایین و از چپ به راست انجام شده است که در تصویر میانی (شکل ۱۲) ارائه شده است. مشابه (شکل ۱۰) اما شاید پیچیده‌تر، شاهد استفاده گسترده‌ای هستیم. قطب نما و راسته در ساخت هندسی این طرح. مراحل انجام شده برای ساخت نقوش شبیه به تحلیلی است که بروگ برای تصویر قرآن مملوک ارائه می‌کند. همانطور که در تصویر سمت راست در (شکل ۱۲) نشان داده شده است، واحد موتیف تکراری مربعی است که بر اساس اضلاع آن به صورت افقی و عمودی منعکس می‌شود. الگوی اصلی دارای نوارهایی است که به سمت بالا و پایین می‌چرخند. بنابراین، برای داشتن یک الگوی دقیق، واحد تکراری توسط خطوط تقارن منتقل می‌شود که نشان داده شده است. الگوی نهایی که شامل نوارهای به هم پیوسته است، دارای تقارن چرخشی است.



شکل ۱۲- سمت چپ، گچ‌بری زیر ایوان شمالی و سمت راست، تجزیه و تحلیل زیرساخت (منبع: نگارندگان)

طرح زیرین روی گچ‌بری موجود در تصویر سمت راست (شکل ۱۳) بر اساس یک شش ضلعی است. یک شش ضلعی رسم کنید و رؤس آن را به درستی وصل کنید تا شش مثلث متساوی الاضلاع ایجاد کنید. یک موتیف در یکی از مثلث‌ها ایجاد می‌شود. با انتقال این موتیف با استفاده از تقارن چرخشی حول مرکز شش ضلعی، یک واحد تکراری شش ضلعی ایجاد می‌شود. همانطور که در شکل نشان داده شده است، کل پانل تزئینی با تکثیر واحد تکراری شش ضلعی با استفاده از ترجمه تکمیل می‌شود.



شکل ۱۳- سمت راست، گچ‌بری و آجر لعابدار، ایوان شمالی و سمت چپ، تجزیه و تحلیل ساختار فرعی (منبع: نگارندگان)

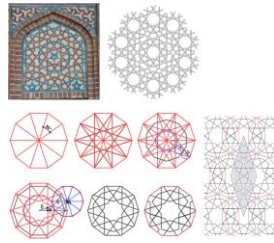
## ۲-۵- تجزیه و تحلیل نقوش هندسی تزئینات معماری نمای خارجی مقبره ایزتین کیکاووس

در تحلیل نقوش به ترتیب نمای ورودی مقبره و سطوح مخروطی مورد بحث قرار گرفته است. نمای ورودی آرامگاه به سه خلیج با طاق‌های نقطه‌ای تقسیم شده است. قسمت بالایی سطح قوس به سه پانل مستطیلی طولی تقسیم شده است (شکل ۱۴).



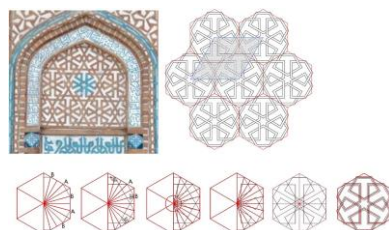
شکل ۱۴- نمای تفصیلی از تزئینات معماری در ورودی.

سطح قوسی نوک تیز در سمت چپ نما از دو ده ضلعی به هم پیوسته تشکیل شده است که یکی بزرگ و دیگری کوچک است (شکل ۱۵). ستاره‌های پنج پر فیروزه‌ای در مرکز ترکیب و گوشه‌های پایینی دیده می‌شوند. این الگو دارای پس‌زمینه‌ای مبتنی بر مضرب پنج است. این الگو از محور مرکزی یک چند ضلعی ده ضلعی با سیستم شبکه شعاعی گسترش می‌یابد. مراحل شکل‌گیری الگو در شش مرحله بیان می‌شود. یک ده ضلعی با گرفتن تصاویر آینه‌ای در زاویه ۳۶ درجه و به دنبال محور مرکزی بازتولید می‌شود. در مرحله دوم از هر نقطه اتصال خطوطی با زاویه یکسان ترسیم می‌شود. بنابراین، یک ستاره ده پر به دست می‌آید. دایره‌ای به شعاع C از نقطه مرکزی تا گوشه ستاره اول رسم شده است. سپس دو دایره با قطر A رسم می‌شود تا فاصله بین دو دایره را در مرکز قرار دهند. از تقاطع این دو دایره یک ده ضلعی تشکیل می‌شود. در مرحله بعد دایره‌ای با شعاع B رسم می‌شود تا دومین ستاره تشکیل شده در مرکز در نقطه گوشه الگو قرار گیرد. همین دایره عمود بر خط کشیده شده با زاویه ۱۸ درجه کپی می‌شود. دایره کپی شده به ده قسمت مساوی تقسیم می‌شود. ده ضلعی دیگر تشکیل می‌شود که از دو خط مستقیم می‌گذرد که با زاویه ۱۰۸ درجه می‌آیند. سپس، الگوی ستاره در رابطه با این چندضلعی ترکیب شده و به دنبال آن بر روی دومین خط ده ضلعی که از نقطه وسط کشیده شده است با امتداد خطوط الگوی ستاره شکسته می‌شود. این الگوی هندسی متعلق به کلاس الگوهای دوره‌ای است. اگرچه تقارن چرخشی پنج برابری دارد، اما تقارن انتقالی ندارد. به همین دلیل می‌توان با ترجمه محدود به بسط دست یافت. الگو به صورت شعاعی ضرب می‌شود، اما می‌توان الگو را به گونه‌ای استخراج کرد که به تقارن انتقالی دست یافت. همان "واحد تکرار" با استفاده از تقارن ترجمه در گوشه پایین سمت راست بازتولید می‌شود. در تحلیل الگو، مناطق سایه‌دار واحد تکرارشونده را نشان می‌دهند. می‌توان آن را در گروه‌های تقارن CMM و P2 با چرخش ۱۸۰ درجه قرار داد.



شکل ۱۵- تجزیه و تحلیل جزئیات تزئینات روی سطح قوس نوک تیز سمت راست پنجره‌ها در نمای ورودی (منبع: نگارندگان)

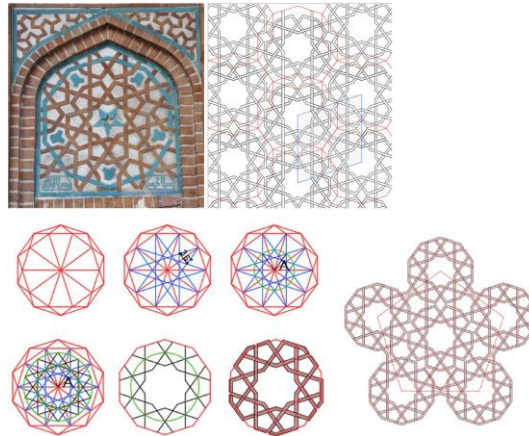
زیرسازی الگو در سطح بالای در بر اساس ضرب واحدهای شش ضلعی است (شکل ۱۶). کل الگو با گرفتن تقارن انتقالی در هر طرف شش ضلعی ایجاد می‌شود. روش ساخت الگوهای داخلی را می‌توان در شش مرحله شرح داد. در ابتدا خطوطی از مرکز شش ضلعی به هر رأس رسم می‌شوند. مثلث‌های به دست آمده دو بار توسط نیمسازشان دو نیم می‌شوند و هر ضلع به چهار قسمت مساوی تقسیم می‌شود. در مرحله اول الگو، اولین نقاط نیمساز از هر نقطه گوشه شش ضلعی توسط یک خط (نقاط A و B) به هم متصل می‌شوند. سپس در مرحله ۲ نقاط A و B با یک خط دیگر با زاویه ۱۲۰ درجه همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده است به هم متصل می‌شوند. در مرحله بعد یک دایره از مرکز رسم می‌شود و خطوطی موازی با گوشه ایجاد می‌شوند. خطوط شش ضلعی و ثانیاً از تقاطع دایره و ضلع میانی عبور می‌کنند. در مرحله آخر خطوط اضافی حذف می‌شوند و قسمت تکراری الگو ایجاد می‌شود. این الگو از طریق اقتباس از مطالعه ایجاد می‌شود. الگوی شش برابری با استفاده از تقارن چرخشی تکمیل می‌شود. نوع تقارن آن P6M است.



شکل ۱۶- تجزیه و تحلیل جزئیات تزئینات روی سطح طاق نوک تیز بالای درب در نمای ورودی (منبع: نگارندگان)

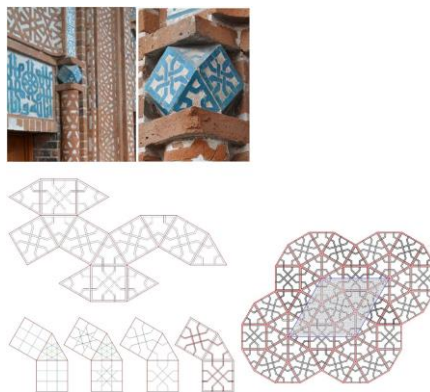


سطح پنجره‌ها در سمت راست به شکل ترکیبی از نوارها قرار گرفته است که ده ضلعی تشکیل شده توسط نوار فیروزه‌ای را برش می‌دهد (شکل ۱۷). ستاره پنج‌ضلعی فیروزه‌ای در مرکز ترکیب و نقوش فیروزه‌ای Y به دیگر فضاها اضافه شده است. این الگو با کشیدن یک ده ضلعی آغاز می‌شود. دو پنج‌ضلعی در داخل قرار می‌گیرند که از هر نقطه گوشه عبور می‌کنند. خطوط از نقاط تقاطع این پنج‌ضلعی‌ها عبور می‌کنند و به ده قسمت مساوی تقسیم می‌شوند. از هر نقطه تقاطع دو خط در زاویه ۳۶ درجه ترسیم می‌شود و یک ستاره ده پر تشکیل می‌شود. سپس خطی از مرکز نشان داده شده با A به رأس ستاره درونی کشیده می‌شود و دایره‌ای با شعاع A تشکیل می‌شود و در مرحله بعد ستاره ده پر دیگری ایجاد می‌شود که از نقاط تلاقی این دایره می‌گذرد. این الگو با گسترش آخرین خطوط ستاره ایجاد می‌شود. این گونه از یک الگوی غیر دوره‌ای با تقارن دورانی پنج برابر است. تولید مثل محدود را می‌توان به صورت دوره‌ای به دست آورد. نوع تقارن، با استفاده از تقارن انتقالی واحد تکراری، CMM است.



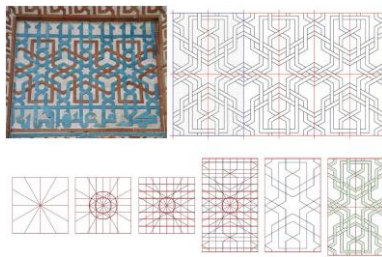
شکل ۱۷- تجزیه و تحلیل جزئیات تزئینات روی سطح قوس نوک تیز سمت راست پنجره‌ها در نمای ورودی (منبع: نگارندگان)

روی سرستون‌های ستون‌های کنار در ورودی، دو مکعب ضلعی وجود دارد (شکل ۱۸ بالا). این‌ها نمایانگر چند وجهی هستند که از ترکیب مثلث‌ها و مربع‌ها تشکیل شده‌اند و با ترکیب موزاییک کاشی تزئین شده‌اند که در آن نوارهای فیروزه‌ای نقوش گره‌های چهارگانه روی سطوح مستطیلی و نقوش گره سه‌گانه روی سطوح مثلثی را تشکیل می‌دهند. در مکعب، طرح موزاییک کاشی در هر وجه از یک موتیف تکرار شونده تشکیل شده است. این سطوح چند وجهی به یکدیگر متصل شده و ظاهر یک الگوی بدون درز را ایجاد می‌کنند. شکل باز شده مکعب هدرها که در شکل ۱۸ نشان داده شده است، روابط وجه‌های مربع و مثلث متساوی الاضلاع و الگوهای داخل را نشان می‌دهد. با تکرار یک موتیف مربع و مثلث شکل می‌گیرد. ساختار هندسی این واحد در چهار مرحله به تصویر کشیده شده است. یک مربع از دو طرف به سه قسمت تقسیم می‌شود. مربع جدید تشکیل شده در وسط با زاویه ۴۵ درجه چرخانده می‌شود و امتداد خطوط با هم ترکیب می‌شوند. ترسیم طرح به روشی جامع، الگویی را که در سمت راست در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، ایجاد می‌کند. نوع تقارن آن P6M است.



شکل ۱۸- تجزیه و تحلیل مکعب وجهی در سر ستون (منبع: نگارندگان)

یک خط کوفی بافته بر روی تابلوی بالای طاق نوک تیز پنجره وجود دارد (شکل ۱۹). ترکیب پانل با برش نوارهای فیروزه‌ای رنگ برای ایجاد گره‌های دایره‌ای و زاویه‌ای شکل می‌گیرد. ساختار هندسی این واحد با تکرار یک الگوی واحد مستطیلی شکل می‌گیرد. هندسه این واحد با یک شبکه مربع شروع می‌شود و سپس با یک طرح مستطیل تکمیل می‌شود. ایجاد سلول واحد شامل ۶ مرحله است. مرحله اول با تقسیم یک مربع به دوازده قسمت با زاویه ۳۰ درجه از نقطه مرکزی شروع شد. سپس از محل تلاقی خط به فاصله ۸/۱ از مرکز مربع دایره‌ای به دست می‌آید که هر ضلع آن به هشت قسمت مساوی تقسیم می‌شود و از خطی که با زاویه ۳۰ درجه آمده است. سپس دایره‌ای با شعاع آن در خط ۸/۱ دوم رسم می‌شود. یک ستاره شش پر در مرکز ایجاد می‌شود. در مرحله سوم با گرفتن امتداد خطوط قسمتی از موتیف شکل می‌گیرد. سپس خطوط ۳۰ درجه برای ایجاد ادامه الگو یافته و زیرساخت تکمیل می‌شود. الگوی تکراری از چهار محور بازتاب تشکیل شده است. نوع تقارن آن PMM است.





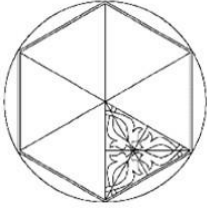
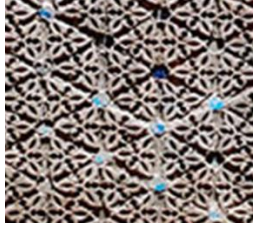
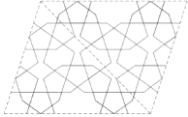
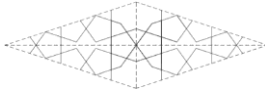
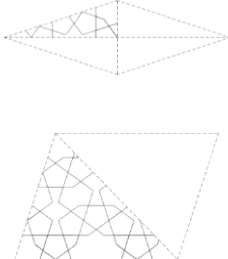

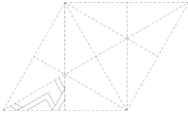

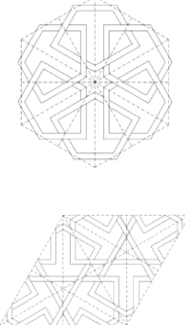

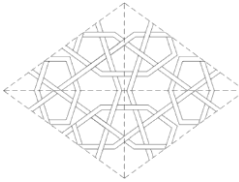
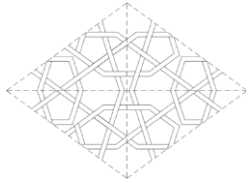


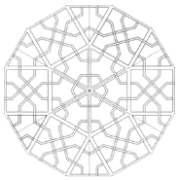
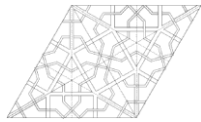
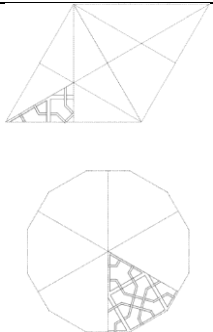





شکل ۱۹- کوفی بافته شده روی پانل بالای طاق نوک تیز پنجره (منبع: نگارندگان)

### ۶- تحلیل یافته ها

به منظور نتیجه‌گیری اساسی‌تر و پیروی از زیرساخت‌ها و روش‌های طراحی هندسی، تحلیل‌ها را در جدولی ارائه می‌کنیم. از این رو، در اینجا روش‌های طراحی، زیرسازی، ساختارهای هندسی، واحدهای تکراری و روش‌های تکثیر در طراحی تزئینات مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد. با بررسی تحلیل‌های تزئینات (جدول ۳)، مشخص می‌شود که برای ترسیم نقوش هندسی و ساخت تزئینات نمای خارجی مسجد جامع فرومد و مقبره ایزتین کیکاووس از روش‌ها و ساختارهای هندسی متعددی استفاده شده است. بر اساس تجزیه و تحلیل، می‌توان الگوها را بر اساس شباهت‌ها به صورت زیر دسته بندی کرد.

جدول ۳- سمت راست، گچبری و آجر لعابدار ایوان جنوبی و سمت چپ، تجزیه و تحلیل طراحی زیربنایی آن (منبع: نویسندگان)

ویژگی های هندسی	نقوش	واحد تکراری	زیرساخت	تزئینات معماری
<b>مسجد جامع فرومد</b>				
تکثیر یک واحد در یک جهت توسط یک بردار. واحد تکراری متقارن است. نوع تقارن زیور 'p112' است.				
تکثیر یک واحد تکراری، یک دوازده ضلعی، در اطراف راس شش ضلعی. الگو دارای تقارن چرخشی است. نوع تقارن "p6" است.				
تکثیر یک واحد در یک جهت توسط یک بردار. قاب ثانویه از تکثیر واحدهای شکل می‌گیرد. نوع تقارن "p4" است.				

<p>تکثیر یک واحد بر اساس خطوط تقارن. نقوش در یک مثلث دارای تقارن ۳ برابری است. کل الگو دارای تقارن چرخشی است. نوع تقارن "p6" است.</p>				
<p>مقبره ایزتین کیکاووس</p>				
<p>دوره‌ای. واحدهای تکرار شونده به دو سلول متناوب تعلق دارند. بالا: CMM زیر: P2</p>				
<p>چرخش شش برابری. تقارن بازتاب P6M</p>				
<p>دوره‌ای. واحد تکرار متعلق به الگوی جایگزین است. انعکاس در دو جهت عمود بر هم. CMM</p>				
<p>چرخش شش برابر با بازتاب. P6M</p>				
<p>دو محور بازتاب آینه. چرخش دو برابری. PMM</p>				

واحدهای تکراری و روش‌های تکثیر در طراحی نقوش هندسی تزئینات در حال بررسی و مقایسه هستند.

با بررسی تحلیل‌های نقوش هندسی جدول ۳، مشخص می‌شود که برای ترسیم و ساخت تزئینات مسجد جامع فرمود و مقبره ایزتین کیکاووس از روش‌ها و ساختارهای هندسی متعددی استفاده شده است. بر اساس تجزیه و تحلیل، این ویژگی‌ها نشان دهنده توانایی پیشرفته معماران در مسجد و مقبره، اعمال رویکردهای متقارن مختلف برای ساخت زیرساخت‌های نقوش هندسی و تزئینات معماری است. ذکر شده است که در بیشتر موارد نوارهای به هم پیوسته به نقوش اضافه می‌شد. این نوارها باید به گونه‌ای ساخته شوند که در هر تقاطع دیگری فرمت رو به بالا و پایین را ایجاد کنند. بنابراین، یک واحد تکراری جدا از نوارهای به هم پیوسته



متقارن است و معماران مجبور بودند کل نقوش را در قسمت‌های مجزا بسازند که نوارهای به هم پیوسته به آنها اضافه شود. می بینیم که این شرایط برای واحدهای تکراری همه شکل‌ها با نوارهای به هم پیوسته وجود دارد. بنابراین، هنگام یافتن مسائل مربوط به گروه‌های تقارن، فرمت رو به بالا و پایین نوارهای به هم پیوسته را نادیده گرفتیم و زیرساخت طراحی را جداگانه در نظر گرفتیم.

#### ۷- زیر نویس

1. Graphics
2. Decorations
3. Geometric
4. Village
5. Beautiful
6. East
7. Brick work
8. Mosque
9. Geometric
10. Minaret
11. Porch
12. Rock
13. Shrine
14. Coffins

#### ۸- نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی ساختار طراحی و نقوش هندسی در تزئینات معماری مسجد جامع فرمود و مقبره ایزتین کیکاووس پرداخته شده است. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که معماران رویکردهای متفاوتی را برای ترسیم زیرساخت الگوهای مشابه اعمال کردند. مسجد فرمود نمونه اولیه‌ای در به‌کارگیری طرح‌های تزئینی گسترده در معماری اسلامی ایران است. همچنین در ساخت تزئینات از روش‌های متنوع تکثیر با نقوش مختلف استفاده شده است. فرم‌های گل انتزاعی به کار رفته در طرح‌های زیرین که دیوارهای این بنا را تزئین می‌کند، با نسبت‌های دقیقی ساخته شده‌اند. تزئینات کاربردهای گسترده‌ای از ساختارهای هندسی را نشان می‌دهند این ویژگی‌ها دانش هندسه عملی و همچنین خلاقیت معماران در طراحی را نشان می‌دهد. علاوه بر نقوش هندسی، بررسی‌ها نشان می‌دهد که در تزئینات این مسجد نقوش گیاهی با ساقه‌های منحنی وجود دارد که بر اساس زیرساخت‌های هندسی ساخته شده‌اند. به طوری که در نتایج، هیچ گونه ناهمگونی یا بهم ریختگی در طراحی‌ها وجود ندارد. مساجد اولیه بسیار ساده و بدون تزئین بودند. فرمود یکی از نمونه‌های اولیه مساجد ایرانی از قرن دوازدهم یا اوایل قرن سیزدهم است که نشان‌دهنده پیدایش تزئینات در بناهای اسلامی است. در این مقاله سعی کردیم دستاوردهای طراحان در ساختن الگوهای هندسی زیرین را به نمایش بگذاریم. این قطعاً دانش آنها از هندسه و شیفتگی آنها را در طراحی زیور آلات معماری با استفاده از خط مستقیم و قطب نما، ابزارهای رایج در آن زمان نشان می‌دهد این ویژگی‌ها در طراحی تزئینات، مسجد جامع فرمود را به عنوان یک مسجد پیشرو منحصربه‌فرد در به‌کارگیری تزئینات هندسی پیچیده در تاریخ معماری ایرانی می‌سازد. در تزئینات این مسجد علاوه بر نقوش هندسی، نقوش گلی نیز وجود دارد که خطوط سیال آنها توسط طراحان بر اساس زیرساخت‌های هندسی هدایت می‌شود: به طوری که در کل تابلوهای تزئینی حتی اندکی ناهمگونی و بهم ریختگی وجود ندارد.

مقبره کیکاووس پنج نقش شامل قسمت مخروطی و قسمت ورودی مقبره مورد بررسی قرار گرفته است. الگوها عمدتاً از ساختارهای تکراری تشکیل شده‌اند. سه مورد از آنها متعلق به کلاس الگوی دوره‌ای بودند. این سیستم‌های غیر تناوبی بازتولید سیستماتیک را ارائه نمی‌دهند. الگوهای موجود در این کلاس کاشی‌کاری در دسته واحد پایه ارزیابی می‌شوند و رشد جایگزین با استفاده از تقارن انتقالی ارائه می‌شود. الگوها بر اساس هفده گروه تقارن طبقه‌بندی می‌شوند. هشت مورد از الگوهای تحلیل شده متعلق به گروه P6M بودند. بر این اساس، می‌توان گفت که الگوها عمدتاً دارای تقارن چرخشی و تقارن بازتابی در شش جهت هستند. سه الگو در کلاس PMM گنجانده شده است. این الگوها به دلیل خواص بازتابی دو طرفه مشابه هستند. دو الگو دارای تقارن CMM هستند. این مطالعه به ما امکان می‌دهد درک کنیم که الگوهای مختلف از واحدهای تکرار مشابه تشکیل شده‌اند. بنابراین، می‌توان همان الگو را با واحدهای تکرار شونده دیگر ایجاد کرد. زیرا واحدهای تکرار شونده متوازی الاضلاع و شش ضلعی زیرساخت یک الگو را تشکیل می‌دهند، الگوها عمدتاً از زیرساخت تکراری مربع‌ها و متوازی‌الاضلاع تشکیل شده‌اند. زیرساخت متقارن نشان می‌دهد که این واحد بلوک اصلی در تکمیل الگو را تشکیل می‌دهد. این واحد تکرار شونده را با تقارن آینه‌ای فراهم می‌کند. می‌توان گفت که نقوش مختلفی با سادگی و زیرساخت متقارن مشابه به خصوص در نقوش هندسی مبتنی بر شش ضلعی شکل می‌گیرد. همانطور که مشاهده می‌شود، استفاده از روش‌ها در کنار هم درک بهتری از الگوها را فراهم می‌کند. اگرچه مقبره ایزتین کیکاووس یک سازه در مقیاس کوچک است، اما دارای الگوهای تزئینی غنی و متنوعی است. مطالعه حاضر نشان داده است که الگوهای مشابه را می‌توان با روش‌های مختلف تولید مثل متنوع کرد. بر این اساس، الگوهای با واحدهای پایه مشابه می‌توانند با تغییر عناصر تقارن متفاوت باشند. این ویژگی می‌تواند راهنمای مفیدی برای طراحان باشد.

#### ۹- قدردانی

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپر بالای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم.

۱۰- مراجع

- ۱- احمدی، حسین و همکاران، ۱۳۹۰، تزئینات گچبری در معماری قرون اولیه اسلامی ایران (قرن اول تا پنجم هجری)، فصلنامه ادبیات و هنر دینی، شماره چهارم - ویژه هنر دینی، صص ۱۵۰ - ۱۲۵.
- ۲- ابوالقاسمی، لطیف، ۱۳۸۴، هنر و معماری اسلامی، به کوشش علی عمرانی پور. تهران: سازمان عمران و بهسازی شهری.
- ۳- پوپ، آرتور آپهام، ۱۳۶۵، معماری ایران پیروزی شکل و رنگ، ترجمه کرامت الله افسر، تهران: انتشارات فرهنگسرا (بساولی).
- ۴- زارعی، محمد ابراهیم، ۱۳۹۰، فریومد و مسجد جامع آن، مجله مطالعات باستان شناسی، ش ۲، صص ۱۲۸ - ۹۳.
- ۵- ویلیبر، دونالدن، ۱۳۴۶، معماری اسلامی ایران، دوره ایلیخانیان، ترجمه عبدالله فریار، تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- ۶- گذار، آندره؛ گذار، یدا؛ سیرو، ماکسیم و دیگران، ۱۳۸۴، آثار ایران، ترجمه ابوالحسن سروقد مقدم، جلد دوم، مشهد: بنیاد پژوهش های اسلامی آستان قدس رضوی.
- ۷- مکی نژاد، مهدی، ۱۳۸۷، تاریخ هنر ایران در دوره اسلامی تزئینات معماری، تهران: انتشارات سمت.
- ۸- مولوی، عبدالحمید، ۱۳۵۳، آثار باستانی خراسان، جلد اول، تهران: انجمن آثار ملی.
- ۹- هیل، درک و گرایر، اولگ، ۱۳۷۵، معماری و تزئینات اسلامی، انتشارات علمی و فرهنگی، تهران.
- 10- Abas, S. J. and A. S. Salman 1994. Symmetries of Islamic geometrical patterns. World Scientific.
- 11- Abdullahi, Yahya, Mohamed R. B. Embi. 2013. Evolution of Islamic Geometric Patterns. *Frontiers of Architectural Research* 2 (2): 243-251.
- 12- Alani, M. W. H. (2018). Computational investigation of the morphological design dimensions of historic hexagonal-based Islamic geometric patterns. Ph.D. diss., Clemson University.
- 13- Aslanapa, O. (1993). *Türk Sanatı, Remzi Kitabevi*. Basım, İstanbul: Remzi Kitabevi.
- 14- Argyle, M.& Dean, J. (1965). "Eye-contact, Distance and Affiliation". *Sociometry*, No.28: 289-304.
- 15- Bier, C. 2015. Geometry in Islamic Art. *Encyclopedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-94-007-3934-5\\_10111-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-94-007-3934-5_10111-1)
- 16- Bonner, J. 2017. *Islamic Geometric Patterns: Their Historical Development and Traditional Methods of Construction*. Springer.
- 17- Berggren, John. L. 1986. *Episodes in the Mathematics of Medieval Islam*. New York: Springer verlag.
- 18- Bourgojn, Jules. 1973. *Arabic Geometrical Pattern & Design*. New York: Dover Publications.
- 19- Broug, Eric. 2006. *Islamic Geometric Patterns*. London: Thames & Hudson.
- 20- Broug, E. 2008. *Islamic geometric patterns*. London: Thames & Hudson.
- 21- Cantay, G. (2002). Keykâvus I Dârtüşşifâsi. *İslâm Ansiklopedisi*: 353-355.
- 22- Clivenot, Dominique. 2000. *Ornament and Decoration in Islamic Architecture*. London: Thames & Hudson.
- 23- Cromwell, Peter R., Elisabetta Beltrami. 2011. The Whirling Kites of Isfahan: Geometric Variations on a Theme. *The Mathematical Intelligencer* 33 (3): 84-93.
- 24- Cromwell, Peter R. 2009. The Search for Quasi-periodicity in Islamic 5-fold Ornament. *The Mathematical Intelligencer* 31 (1): 36-56.
- 25- Castera, J. M. 2016. Persian Variations. *Nexus Network Journal* 18(1): 223-274.
- 26- Critchlow, K. (1976). *Islamic patterns*, Thames and Hudson London.
- 27- Cromwell, P. R. 2012. A modular design system based on the Star and Cross pattern. *Journal of Mathematics and the Arts* 6(1): 29-42.
- 28- Demiriz, Y. (2004). İslam sanatında geometrik süsleme: bir envanter denemesi. *İstanbul: Yorum Sanat*.
- 29- Diez, E., & Aslanapa, O. (1955). *Türk sanatı*. İstanbul: İ.Ü. Edebiyat Fakültesi.
- 30- El-Said, I., T. El-Bouri and K. Critchlow. 1993. *Islamic Art and Architecture: The System of Geometric Design*. Garnet Pub Ltd.
- 31- E-L Said, Issam. 2001. *Islamic Art and Architecture*. United Kingdom: Garnet.
- 32- Gonzalez, V. 2001. *Beauty and Islam Aesthetics in Islamic Art and Architecture*. Tauris Academic Studies.
- 33- Godard, Andreh, Yadda Godard, and Maxim Ciro. 1992. *Athar-e-Iran*. Translated by Abolhasan sarvghad moghadam in Persian. Mashad: Astan-e- quds-Razavi publication.
- 34- Grabar, Oleg. 1975. The visual arts. In: *The Cambridge history of Iran*, ed. Richard Nelson Frye, vol. 4, 329-364. Cambridge University Press.
- 35- Horne, Clare. 2000. *Geometric Symmetry in Pattern and Tillings*. England: Wood head publishing Ltd and CRC Press.
- 36- Hankin E.H. 1925a. *The Drawing of Geometric Patterns in Saracenic Art*. Archaeological survey of India: Memoirs. Calcutta: Government of India, Central Publication Branch.
- 37- Hankin E.H. 1925b. Examples of methods of drawing geometrical arabesque patterns. *The Mathematical Gazette* 12: 371-373.
- 38- Isik, E., Bakis, A., Akilli, A. and F. Hattatoglu. 2015. Usability of Ahlat Stone as Aggregate in Reactive Powder Concrete. *Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research* 4 (4): 507-514.
- 39- Kharazmi, Mahsa, Reza Afhami, and Mahmood Tavoosi. 2012. A Study of Practical Geometry in Sassanid Stucco Ornament in Ancient Persia. *Nexus Network Journal* 14 (2): 227-250.

- 40- Liu, Yanxi, Robert T. Collins, and Yanghai Tsin. 2004. A Computational Model for Periodic Pattern Perception Based on Frieze and Wallpaper Groups. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 26 (3): 354-371.
- 41- Lu, Peter, Paul J. Steinhardt. 2007. Decagonal and Quasi-crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture. *Science* 315: 1106-1110.
- 42- Molavi, Abdolhamid. 1974. *Khorasan Archaeological Monuments 1*. Tehran: anjoman-e-Asare-e-Meli publication. (in Persian).
- 43- Ozdural, Alpay. 2000. Mathematics and Arts: Connection between Theory and Practice in the Medieval Islamic World. *Historia mathematica* 27: 171-201.
- 44- Peterson, Andrew. 2002. *Dictionary of Islamic Architecture*. Routledge.
- 45- Roohparvar, Habibollah. 1994. A Survey in Architectural Ornament of Forumad Mosque. Bachelor Thesis, Art University of Tehran. (in Persian)
- 46- Sarhangi, Reza. 2012. Interlocking Star Polygons in Persian Architecture. *Nexus Network Journal* 14 (2): 345-372.
- 47- Sezgin, Fuat. 2010. *Science and Technology in Islam 3*. Frankfurt am Main: the institute for the Arabic- Islamic Science.
- 48- Tennant, Raymond. 2003. Islamic Constructions: The Geometry Needed by Craftsmen. In: *Proceedings of the 6th ISAMA Conference (ISAMA 2003, Spain, July 2003)*, eds. R. Sarhangi and N. Friedman, 459-463. Granada: University of Granada.
- 49- Wilber, Donald N. 1939. The Development of Mosaic Faiënce in Islamic Architecture in Iran. *Ars Islamica* 6 (1): 16-47.