

## مطالعه‌ای در نقوش هندسی تزیینات معماری در مساجد گناباد، ملک زوزن و فریومد\*

مهسا خوارزمی<sup>۱</sup>، محمود طاووسی<sup>۲\*</sup>، حسنعلی پورمند<sup>۳</sup>، جواد نیستانی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری پژوهش هنر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

<sup>۲</sup> استاد گروه پژوهش هنر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

<sup>۳</sup> استادیار گروه پژوهش هنر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

<sup>۴</sup> استادیار گروه باستان شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۴/۲۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۱/۸/۷)



### چکیده

معماری خراسان در اوایل دوران اسلامی، به تبعیت از ویژگی‌های کلی مساجد اسلامی، از سادگی در ساخت پیروی می‌کرد. در دوران‌های بعدی، به خصوص در دوره‌ی سلجوقی، کاربرد تزیینات معماری گسترش یافت و سپس در دوران کوتاه خوارزمشاهیان در خراسان، مساجد دو ایوانی ساخته شدند که تزیینات معماری از ویژگی‌های برجسته‌ی آنها بود. این پژوهش به بررسی روش‌های ترسیم نقوش هندسی در سه مسجد دو ایوانی گناباد، ملک زوزن و فریومد پرداخته و با تطبیق دادن با روش‌ها و ابزارهای معرفی شده در رساله‌ی بوزجانی، "فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه"، که از معتبرترین منابع در زمینه‌ی هندسه‌ی عملی در دوران اسلامی است، شیوه‌های احتمالی ترسیم نمونه‌ها را با کاربرد ابزارهای رایج زمان، که یک خط‌کش ساده و پرگار بود، شرح داده است. نتایج حاصل بیانگر این امر است که این نقوش بر اساس زیرساخت‌هایی هندسی و ترسیم‌های دقیق ترسیم شده که معماران با دانش هندسی خود و به کمک ابزارهای رایج دوران رسم می‌کردند. هم‌چنین می‌توان چنین نتیجه گرفت که تزیینات معماری از مهم‌ترین موارد تحقق هندسه در حوزه‌ی کاربردی، و سندی بر دست‌یافته‌های علمی دوران هستند؛ و در این میان تعاملات میان ریاضیدانان و هنرمندان و معماران هرچه بیشتر بارز می‌شود.

### واژه‌های کلیدی

نقوش هندسی، بوزجانی، مسجد جامع گناباد، مسجد ملک زوزن، مسجد جامع فریومد.

\* این مقاله مستخرج از رساله‌ی دکتری نگارنده اول با عنوان "بازتاب شکوفایی هندسه‌ی کاربردی دوران اسلامی (رساله‌ی بوزجانی) در تزیینات معماری خراسان (با تکیه بر مساجد گناباد، ملک زوزن و فریومد)" می‌باشد.

\*\* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۲۱-۸۲۸۸۳۷۴۴، نمابر: ۰۲۱-۸۸۰۰۸۰۹۰، E-mail: tavoosimahmoud@yahoo.com.

## مقدمه

"فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه"، اثر ابوالوفا بوزجانی، یکی از معتبرترین منابع برای بررسی هندسه‌ی عملی در قرن چهارم و بعد از آن شناخته می‌شود، که در آن لزوم فراگیری هندسه برای صنعتگران و انواع روش‌های شناخته شده در ترسیم هندسی و ساخت ابزار بیان شده است (جذبی، ۱۳۸۹، ۱۲). بوزجانی با توجه به احتیاجات استادان صنایع مختلف، به منظور راهنمایی آنها در روش کشیدن صحیح اشکال هندسی، اقدام به تالیف این رساله کرده است (همان، پیشگفتار). هم‌چنین بروک به جلسات و کارگاه‌های عملی اشاره می‌کند که بوزجانی در بغداد برگزار می‌کرد که نیمی از شرکت کنندگان آن، معماران و نیمی دیگر ریاضی‌دانان بودند و بر ایجاد ارتباط بین هنر و ریاضی، از راه به چالش کشیدن هنرمندان و ریاضی‌دانان با طرح مسایل مشترک تلاش می‌کرده است (بروک، ۱۳۸۷، ۸).

در این پژوهش، سعی بر این است تا با تحلیل روش‌های ترسیمی، چگونگی ترسیم نقوش هندسی تزیینات معماری فقط با یک خط‌کش ساده و پرگار، که تنها ابزار در دست معمار بودند، بررسی شود. به این منظور با تطبیق روش‌های احتمالی ترسیم نقوش هندسی از نمونه‌های منتخب از این سه مسجد، با روش‌های ارائه شده از ترسیم‌های هندسی در رساله‌ی بوزجانی، به بررسی ارتباطات و پیروی طراحی تزیینات معماری از قوانین هندسی پرداخته خواهد شد.

از دوران حکومت خوارزمشاهیان، ۴۹۱-۶۱۶ ه.ق، در سرزمین خراسان آثار معماری به جا مانده که دارای ویژگی‌های مشترکی هستند. سه بنای ارزشمند این دوره مسجد جامع گناباد، مسجد ملک زوزن و مسجد جامع فریومد هستند که تنها دو بنای اول تاریخ‌دار بوده و مسجد جامع فریومد را بر اساس شباهت‌های زیاد با این دو بنا در شمار آثار معماری این دوره قرار داده‌اند. از ویژگی‌های این مساجد، پلان دو ایوانی، اولین نمونه‌های کاربرد تلفیق آجر و کاشی، طرح‌های مختلف گره چینی و بکارگیری کتیبه در تزیینات معماری است.

نمونه‌های بسیار زیادی از تزیینات معماری ایران در دوران اسلامی وجود دارد که نشانگر نقش هندسه در پیشبرد روش‌های ترسیمی است. شیوه‌ی ترسیم برخی از پرکاربردترین نقوش هندسی در کتاب‌هایی جمع‌آوری شده که گویای روش‌های رایج میان معماران هستند و روش‌های شفاهی در ترسیم نقوش هندسی را مستند کرده و اسامی نقش‌مایه‌ها را، آنچنانکه در میان معماران رایج است، روایت می‌کنند.

رساله‌های به جا مانده از ریاضیدانان، از اسناد معتبر در زمینه‌ی مطالعات میان هندسه و معماری و تزیینات هستند. در این رساله‌ها، به برخی از روش‌های ترسیمی اشاره شده که تجسم امکان ترسیم تزیینات پیچیده‌ی هندسی را با توجه به امکانات و ابزار موجود در زمان ساخت، ممکن می‌سازد. رساله‌ی

## ابوالوفا بوزجانی

صنایع مختلف، به منظور راهنمایی آنها در روش کشیدن صحیح اشکال هندسی، اقدام به تالیف این رساله‌ی کرده است (جذبی، ۱۳۸۹، پیشگفتار). شهرت بوزجانی بیشتر از اینجا ناشی می‌شود که برای نخستین بار در جهان اسلام به نگارش کتابی درباره‌ی هندسه‌ی عملی مبادرت کرده است (آقایی‌نیا چاوشی، ۱۳۸۹، ۵۳). اوزدورال معتقد است که دو منبع ریاضی، «فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه» تالیف ابوالوفا بوزجانی و «و فی تداخل الاشکال المتشابهه و المتوافقه» از نویسنده‌ی ناشناس، که در نسخه‌ای از ترجمه‌ی رساله‌ی بوزجانی در قرن نهم به آن اضافه شده، این دیدگاه را که تعامل و همکاری عمیق میان هنرمندان و ریاضی‌دانان در دوران اسلامی وجود داشته، تقویت می‌کند (Ozdural, 2000, 171-201). بوزجانی در قرن دهم میلادی (چهارم هجری) در جلساتی در بغداد شرکت می‌کرد که مکانی برای بحث و تبادل نظر در روش‌های ساخت نقوش هندسی میان ریاضی‌دانان و هنرمندان بود (Tennant, 2003, 463-459). هم‌چنین بروک به این جلسات اشاره می‌کند که بوزجانی در بغداد برگزار می‌کرد؛ که نیمی از شرکت‌کنندگان

ابوالوفا بوزجانی در ۳۲۸ ه.ق در شهر بوزجان، از شهرهای خراسان، متولد شد؛ در ۳۴۸ ه.ق به بغداد مهاجرت کرد، و در ۳۸۷ یا ۳۸۸ ه.ق وفات یافت (جذبی، ۱۳۸۹، ۹). زنجیره‌ی علم و دانش در زمان بوزجانی به بغداد، که از آن در کتاب‌های علمی به مدینه السلام تعبیر می‌شد، منتقل گشته بود؛ و دانشمندان از سراسر قلمرو اسلامی در آنجا به تحصیل علوم می‌پرداختند (محقق، ۱۳۸۰، ۵۸). بوزجانی آثار مختلفی در نجوم و ریاضیات دارد که در میان آنها رساله‌ی «فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه»، کاربرد هندسه را در ترسیم‌های تزیینات معماری نشان می‌دهد؛ که به خوبی بیانگر ابتکار وی در هندسه‌ی عملی و کاربرد آن در صنعت بوده است. این رساله، مانند دیگر نوشته‌های زمان خود، به زبان عربی تالیف شده بود؛ که در قرن چهارم به فارسی ترجمه گردید و سپس در قرن نهم هجری توسط ابواسحاق کوبنانی از ریاضیدانان معروف، بار دیگر به فارسی دوره خود ترجمه شد. این رساله در یک مقدمه و دوازده باب، توضیحاتی درباره‌ی ساخت ابزار و انواع ترسیم‌های هندسی ارائه می‌دهد. بوزجانی با توجه به احتیاجات استادان

و تزیینات با بناهای دوره‌ی سلجوقی حفظ کرده است. مصالح مساجد همان مصالحی است که در همه‌ی ادوار اسلامی به کار رفته است. یعنی آجر، خشت، گل، آهک، گچ و قلوه سنگ؛ به علاوه کاشی، که قدیمی‌ترین نمونه آن را از دوره‌ی سلجوقی می‌شناسیم (کیانی، ۱۳۶۲، ۱۵). نقشه‌ی مساجد دوره‌ی خوارزمشاهی خراسان دو ایوانی است؛ و این در حالی است که نقشه‌های چهار ایوانی در معماری خراسان ناشناخته نبوده است و مدرسه‌ی نظامیه در خرگرد خراسان، که به استناد کتیبه‌اش بانی آن نظام الملک است که در دوره‌ی سلجوقی بنا شده بود، چهار ایوانی است (گذار، ۱۳۷۱، ۳۷۹). بر خلاف مساجد مهم دوره‌ی سلجوقی که در آن مقصوره<sup>۲</sup> متمایز است و معمولاً گنبدی بر فراز آن دیده می‌شود (پیرنیا، ۱۳۷۲، ۴۲)، در این دوره، مقصوره از سایر قسمت‌های مسجد متمایز نیست. ایوان‌های رفیع از عناصر شاخص مساجد این دوران است. به عنوان مثال ارتفاع ایوان در مسجد ملک زوزن که تا اندک زمانی پیش از هجوم مغول در حال ساختمان بوده است، حدوداً به ۳۰ متر می‌رسیده است (عدل، ۱۳۶۷، ۲۳۱-۲۴۸). ایوان‌های مساجد دوره‌ی خوارزمشاهی خراسان کشیده‌تر و باریک‌تر و در مجموع از ایوان‌های دوره سلجوقی مرتفع‌ترند و برای القای ارتفاع بیشتر دو ستون نما در طرفین ایوان قرار می‌داده‌اند (اکبری، ۱۳۷۷، ۱۵۹-۱۶۷). هنرمندان این دوره همانند هنرمندان دوره‌ی سلجوقی از آجر به عنوان یک عنصر مهم تزیینی در مساجد استفاده کرده‌اند (ورجواند، ۱۳۶۶، ۳۱۸-۳۱۹). تلفیق کاشی و آجر که از اواسط دوره‌ی سلجوقی برای رنگ بخشیدن به نمای خارجی بناها آغاز شده بود (کیانی، ۱۳۷۶، ۱۵)، در این دوره به مقیاسی وسیع‌تر به کار رفت، با این تفاوت که در دوره‌ی سلجوقی فقط از یک رنگ کاشی در تلفیق با آجر استفاده شده است؛ در حالی که در اواخر دوره‌ی خوارزمشاهی، با کاربرد سه رنگ کاشی به رنگ‌های فیروزه‌ای، لاجوردی و سفید در مسجد ملک زوزن مواجهیم که این خود گامی مهم در ابداع هنر کاشیکاری معرق است، که در دوره‌ی تیموری به اوج خود رسید (عدل، ۱۳۶۷، ۲۳۱-۲۴۸).

مسجد جامع گناباد، یکی از دو مسجد دو ایوانی تاریخ‌دار دوره‌ی خوارزمشاهی است؛ که به استناد کتیبه‌ی کوفی آجری، که نمای ایوان جنوبی را آذین بخشیده است، تاریخ ساخت آن سال ۶۰۹ ه.ق است (اکبری، ۱۳۷۷، ۱۵۹-۱۶۷). شامل یک حیاط، دو مدخل، دو رشته رواق، دو شبستان و دو ایوان که

آن، معماران و نیمی دیگر ریاضی‌دانان بودند و با طرح مسایلی مشترک ارتباط آنها را تقویت می‌کرد (بروک، ۱۳۸۷، ۸).

## مساجد دو ایوانی گناباد، ملک زوزن و فریومد

نیمه‌ی دوم قرن ششم و اوایل قرن هفتم ه.ق از دوره‌های ناشناخته‌ی تاریخ معماری اسلامی ایران است؛ در حالیکه حوادث تاریخی مهمی در این فاصله رخ داده است. در این زمان حکومت سلجوقیان سقوط کرد و ماوراءالنهر به دست قراختیایان<sup>۱</sup> افتاد و دو دولت غوری<sup>۲</sup> (۵۳۴-۶۱۱ ه.ق که وسعت قلمرو آن تقریباً از دریای خزر تا شمال هند بود) و خوارزمشاهی (۴۷۰-۶۲۸ ه.ق در خوارزم و خراسان) نیرو گرفتند. سرانجام خوارزمشاهیان در سال ۶۰۹ ه.ق قراختیایان و در سال ۶۱۲ ه.ق غوریان را مغلوب کرده و در سراسر بخش شرقی جهان اسلام امپراتوری پهنآوری را که از سواحل هند تا کناره‌های آسیای صغیر گسترده بود، تشکیل دادند (بارتولد، ۱۳۵۲، ۹۱). اما دیری نپایید که این سلسله در نخستین برخورد با مغول‌ها و کشته شدن جلال‌الدین، آخرین سلطان، در سال ۶۲۸ ه.ق از میان رفت (جویی، ۱۳۷۰، ۱۰۷). این دوره‌ی نسبتاً کوتاه، تحت الشعاع حکومت سلجوقی و ایلخانی و نیز کثرت آثار به جا مانده از این دوره‌ها قرار گرفته و آثار معماری این دوره اغلب در شمار آثار دوران سلجوقی و یا دوره‌ی ایلخانی درآمده‌اند. با این وجود با مقایسه و تطبیق مساجد تاریخ‌دار این دوران مانند مسجد جامع گناباد و مسجد ملک زوزن، تا حدی دیگر آثار معماری این دوران قابل شناسایی است.

آثار معماری به‌جا مانده از دوران خوارزمشاهیان در خراسان دارای ویژگی‌های مشترکی هستند؛ پلان دو ایوانی، اولین نمونه‌های کاربرد تلفیق آجر و کاشی، طرح‌های مختلف گره چینی و به‌کارگیری کتیبه در تزیینات معماری. سه بنای ارزشمند این دوره- مسجد جامع گناباد، مسجد ملک زوزن و مسجد فریومد- هستند که تنها دو بنای اول تاریخ‌دار بوده و مسجد فریومد را براساس شباهت‌های زیاد با این دو بنا، در شمار آثار معماری این دوره قرار داده‌اند.

معماری خوارزمشاهی در ادامه و استمرار معماری دوره‌ی سلجوقی است و در مجموع ارتباط خود را از نظر شکل، مصالح



تصویر ۱- کتیبه‌ی کوفی داخل ایوان جنوبی، مسجد جامع گناباد.

کتیبه‌ی آجری و تزیینات آجرکاری با تلفیق کاشی فیروزه‌ای رنگ با نقوش هندسی و گره بوده که بخش اعظم آن فرو ریخته است. همچنین سقف این ایوان دارای تزیینات زیبای مقرنس به صورت تلفیق قطعات کاشی فیروزه‌ای رنگ و آجر است.

فریومد از شهرک‌های بسیار قدیمی خراسان و از توابع سبزوار است که قدمت آن به چند قرن پیش از اسلام می‌رسد (مولوی، ۱۳۵۳، ۴۸۹). این محل، که در حال حاضر دهکده‌ای کوچک و دور افتاده است، در گذشته حاکم نشین منطقه‌ی جوبین بوده است (گدار، ۱۳۷۱، ۲۵۶). در این منطقه، مسجد جامع فریومد ساخته شده که از آثار ارزشمند معماری ایران است و آن را به قرن ششم نسبت می‌دهند. براساس کتاب آثار باستانی خراسان، وسعت این مسجد در حال حاضر هشتصد و بیست متر مربع است و یکی از شاهکارهای هنری ایران از نظر گچبری و ظرافتی است که در آن به کار رفته است (مولوی، ۱۳۵۳، ۴۹۶). مسجد فریومد، از مساجد دو ایوانی، فاقد کتیبه‌ای تاریخ دار است که با بررسی تشابهات با دیگر مساجد دو ایوانی در خراسان، آن را به دوره‌ی خوارزمشاهیان نسبت می‌دهند. این بنا از داخل به وسیله‌ی گچ‌بری و از خارج با آجر کاملاً پوشیده و تزیین شده است (همان، ۲۶۴). مسجد جامع فریومد شامل دو ایوان شمالی و جنوبی است. در ضلع شرقی و غربی جامع فریومد، دو شبستان بوده که سقف و دیوارهای آن از بین رفته و فقط سه طاق جلو هر یک از شبستان‌ها یا پالونه‌ی آن به عرض دو متر و چهل صدم باقی مانده است و در زیر ضربی پالونه‌ی هر غرفه از دو شبستان نقش بدیع در ازاره<sup>۴</sup> و گچ‌بری لطیف در بالای ازاره دارد و در هر پایه یک حدیث با گچ و خط ثلث برجسته نوشته شده. نقش هر پایه و احادیث روی پایه‌ها با یکدیگر متفاوت است (همان، ۴۹۶). سردر ورودی مسجد در ضلع شمالی، مزین

مجموعاً در اطراف حیاط قرار دارند (زمانی، ۱۳۴۹، ۶-۱۴). تزیینات نمای ایوان جنوبی آجرکاری با نقوش هندسی است. در تزیین نمای ایوان شمالی نیز علاوه بر آجر، قطعات کاشی فیروزه‌ای یکرنگ، به صورت تلفیق با آجر، یا به شکل گل میخ در وسط آجرهایی با طرح هشت ضلعی ساخته شده است. دیوار ضلع شرقی صحن مسجد نیز با آجرهای مشبک و گل میخ کاشی فیروزه‌ای گوی مانند در وسط هشت ضلعی منتظم تزیین شده است. این مسجد دارای دو ورودی در ضلع شمال شرقی و جنوب شرقی است. ورودی جنوب شرقی ساده است اما ورودی ضلع شمال شرقی دارای تزیینات گچبری است.

مسجد ملک زوزن در جنوب غربی شهر خواف، واقع شده است. آندره گدار با استناد به تاریخ ۶۱۶ هجری (۱۲۱۱ م.) در کتیبه‌ی پشت ایوان قبله، بنا را به دوران حکومت ملک زوزن نسبت داده است. ملک زوزن که «قوام الدین موید الملک ابوبکر بن علی الزوزنی» نام داشته در فاصله سال‌های ۱۲۰۰-۱۲۲۰ م. (۵۷۸-۵۹۸ ه.ق) همزمان با سلطنت «علاءالدین محمد بن تکش خوارزمشاه»، حاکم منطقه بوده است. گدار ارزش بنا را در استفاده از کاشی دو رنگ برای اولین بار دانسته است (Blair, 1985, 75-91). مسجد ملک زوزن در حال حاضر متشکل از دو ایوان مقابل هم است که هسته‌ی مجموعه‌ی عظیمی را تشکیل می‌دهد که براساس شواهد موجود به علت هجوم مغول هرگز به اتمام نرسید. پلان بنا دو ایوانی است و ایوان‌ها در جهت‌های شرق و غرب ساخته شده‌اند. ایوان غربی بزرگ‌تر و دارای تزییناتی با تلفیق آجر و کاشی به رنگ‌های فیروزه‌ای و با طرح هندسی می‌باشد. در طرفین ایوان غربی دو ستون نمای آجرکاری شده وجود دارد که بخش اعظم آجرکاری آن فرو ریخته است (عدل، ۱۳۶۷، ۲۳۵). نمای ایوان شرقی نیز دارای



ه- نمای شرقی مسجد فریومد



ج- ایوان غربی مسجد ملک زوزن



الف- ایوان شمالی مسجد جامع گناباد



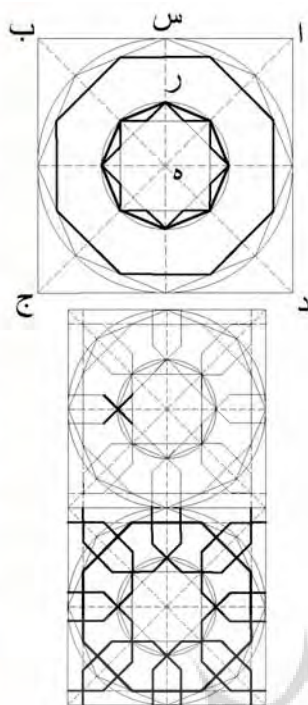
ی- ایوان جنوبی مسجد فریومد



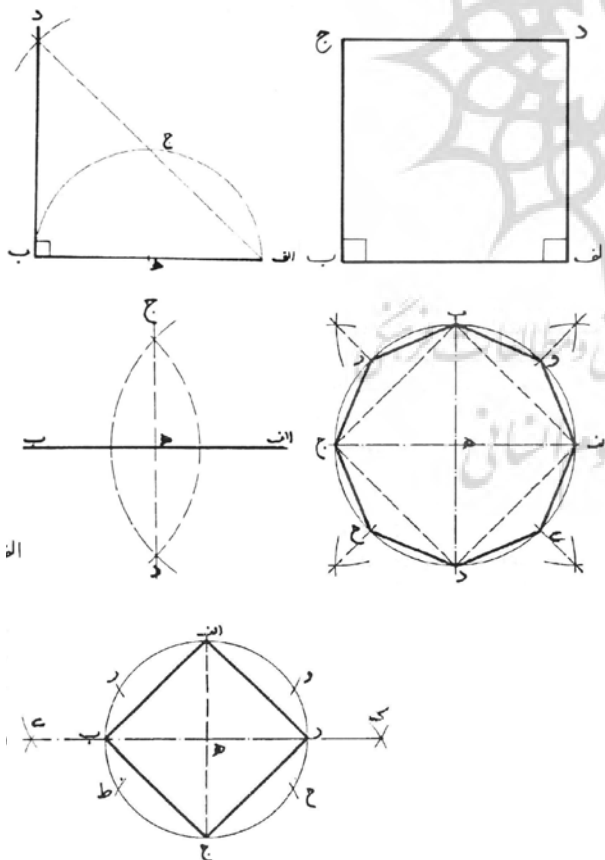
د- ایوان شرقی مسجد ملک زوزن



ب- ایوان جنوبی مسجد جامع گناباد



تصویر ۳- آجرکاری در مسجد جامع گناباد.

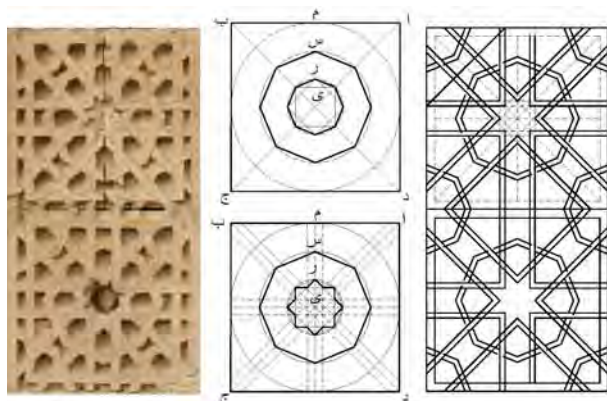
تصویر ۴- روش ترسیم خط عمود، مربع، تقسیم پاره‌خط به دو قسمت، ترسیم هشت‌ضلعی در دایره و ترسیم مربع در دایره در رساله‌ی بوزجانی.  
ماخذ: (جذبی، ۱۳۸۹)

به تزیینات آجرکاری، گچبری و کتیبه است. دیواره‌های داخلی سردر، با تزیینات گچبری به شکل مربع‌های کوچک و پوشش طاقی سردر با گچبری و مقرنس تزیین شده است. در ضلع جنوبی ایوان محراب قرار دارد که با طرح‌های هندسی، گیاهی، اسلیمی و کتیبه تزیین شده است.

## تحلیل تصاویر

در این بخش با ارایه‌ی نمونه‌هایی از تزیینات معماری در سه مسجد مورد بررسی، روش‌های ترسیمی پیشنهادی و زیرساخت‌های هندسی هر نقش ترسیم شده است. سپس چگونگی ترسیم نقوش را با استفاده از ابزارها و روش‌های هندسی معرفی شده در رساله‌ی بوزجانی انطباق داده و چگونگی طراحی نقوش هندسی را مورد بحث قرار خواهیم داد. تمام تصاویر و ترسیم‌های توسط نگارندگان انجام شده است.

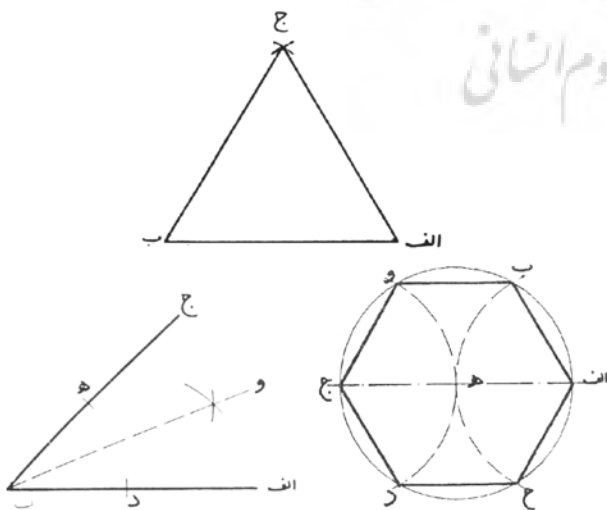
تصویر ۳، آجر کاری راهروی ورودی مسجد جامع گناباد، کاربرد آجر لعابدار را نشان می‌دهد. طرح تزیینی به «هشت و طبل موج» موسوم است (ماهرالنقش، ۱۳۶۲، ۲۴). روش ترسیم پیشنهادی برای طراحی این طرح به این شکل در نظر گرفته شده که مربع **ا ب ج د** رسم شده و دایره‌ای به مرکز **ه** و شعاع **ه س**، مساوی با نصف ضلع مربع، ترسیم شده و هشت ضلعی در درون این دایره ترسیم می‌شود. سپس از وسط هر یک از اضلاع هشت ضلعی پاره‌خطی رسم کرده و هشت ضلعی دیگری در داخل آن می‌کشیم که در شکل با خطوط پر رنگ نشان داده شده است. در وسط خشت مربع طرحی ترسیم شده که به «شمسه هشت» موسوم است. برای ترسیم آن دایره‌ای به شعاع **ه ر** مساوی نصف دایره **ه س** می‌کشیم. سپس در درون آن هشت ضلعی مانند قبل ترسیم کرده و اضلاع آن را یک در میان به یکدیگر متصل کرده و «شمسه هشت» ایجاد می‌شود. سپس اضلاع «شمسه هشت» را به اندازه‌ی طول هر ضلع امتداد داده و خطوطی به اضلاع مربع می‌کشیم. به این ترتیب زیر ساخت اصلی طرح به دست آمده است. با انتقال طرح از طریق محور تقارن، شکل کامل می‌شود. برای رسم این طرح نیاز به آگاهی از روش ترسیم زاویه‌ی قائم برای ترسیم مربع، دایره در مربع، هشت‌ضلعی در دایره و تقسیم کمان به دو قسمت بوده است. روش ترسیم زاویه‌ی قائم در مسأله‌ی ۹ در رساله‌ی بوزجانی به این شکل توضیح داده شده است که بر خط **ا ب** نیم‌دایره‌ای رسم و آن را به دو نیمه تقسیم می‌کنیم؛ تا نقطه‌ی **ج** به دست آید. سپس از نقطه‌ی **ا** خطی به **ج** کشیده و آن را به اندازه‌ی **ا ج** امتداد می‌دهیم تا نقطه‌ی **د** به دست آید. از نقطه‌ی **د** خطی به **ب** رسم کرده و زاویه‌ی قائمه‌ی **د ب ا** به دست می‌آید (جذبی، ۱۳۸۹، ۱۵). ترسیم مربع نیز مطابق مسأله‌ی ۴۱، از دو نقطه‌ی **ا و ب** دو عمود بر خط **ا ب** رسم کرده و به اندازه‌ی طول **ا ب** روی آنها دو نقطه‌ی **د و ج** را مشخص می‌کنیم، سپس خط **د ج** را می‌کشیم، مربع **ا ب ج د** به دست می‌آید (همان، ۲۵). رسم هشت ضلعی



تصویر ۵- آجرکاری در مسجد جامع گناباد.



تصویر ۶- آجرکاری در مسجد جامع گناباد.

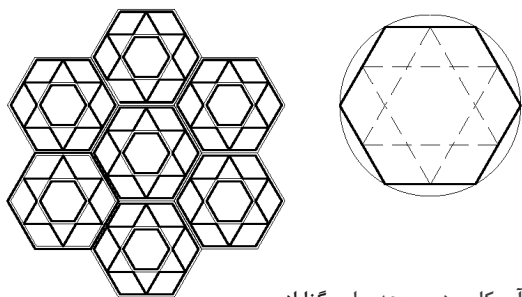
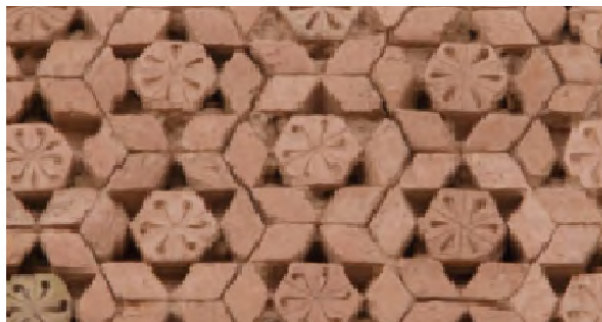


تصویر ۷- روش ترسیم مثلث متساوی الاضلاع، تقسیم زاویه به دو قسمت و ترسیم شش ضلعی در دایره در رساله‌ی بوزجانی. ماخذ: (جذبی، ۱۳۸۹)

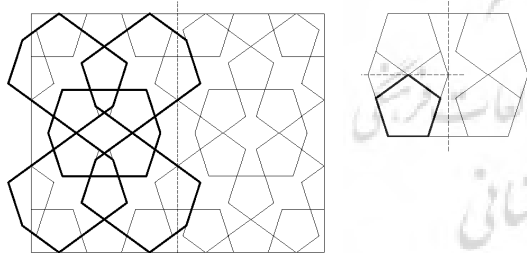
در درون دایره بر اساس مسأله‌ی ۶۶، ابتدا در درون دایره مطابق با مسأله‌ی ۵۷ مربعی رسم کرده و به این ترتیب محیط دایره به چهار کمان تقسیم می‌شود. سپس هر یک از این کمان‌ها را به دو قسمت مساوی تقسیم کرده که بر اساس مسأله‌ی ۱۳ نیز در تقسیم پاره خط و یا کمان به این شکل عمل می‌شود که از هر انتهای کمان، یک قوس با شعاع یکسان رسم کرده و از محل تقاطع دو قوس خطی می‌کشیم تا پاره خط و یا کمان را به دو قسمت مساوی تقسیم کند (جذبی، ۱۳۷۶، ۱۷).

تصویر ۵، تزیینات آجری مسجد جامع گناباد نیز از نمونه‌های کاربرد آجر لعابدار است که در ستاره وسط هر خشت، قرار داشته، که در قسمت‌هایی از بنا باقی مانده است. روش ترسیم این طرح به این شکل در نظر گرفته شده که ابتدا قطرهای مربع  $ا ب ج د$  را رسم کرده و دایره‌ی  $ی م$  را در درون آن می‌کشیم. سپس دایره‌ی  $ی س$  را با شعاع  $\frac{۲}{۳}$  دایره‌ی  $ی م$  رسم کرده و در درون آن یک هشت‌ضلعی ترسیم می‌کنیم. سپس دایره‌ی  $ی ر$  را با شعاع  $\frac{۱}{۳}$  دایره‌ی  $ی م$  کشیده و "شمسه هشت" را مانند تصویر ۳ در آن رسم می‌کنیم. بر هر یک از زوایای بیرونی در "شمسه هشت" خطی عمود کشیده و تا اضلاع مربع امتداد می‌دهیم. سپس هشت ضلعی ترسیم شده در دایره‌ی  $ی س$  را با استفاده از تقارن محوری به چهار وجه مربع انتقال داده و به این ترتیب طرح اصلی، که واحد تکرار شونده است، ترسیم می‌شود و با انتقال آن بر محور تقارن، طرح حاشیه‌ی آجرکاری شده ایجاد می‌شود. ترسیم مربع و هشت‌ضلعی در دایره در رساله‌ی بوزجانی، در تصویر ۴ شرح داده شد. در اینجا از هر زاویه‌ی "شمسه هشت" خطی عمود بر اضلاع مربع رسم شده که روش ترسیم خط عمود نیز در شرح تصویر ۴ توضیح داده شد.

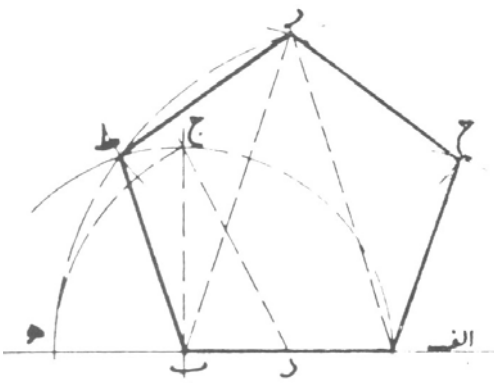
روش ارایه شده برای طراحی طرح تزیینی در تصویر ۶، از تکرار یک مثلث متساوی‌الاضلاع بر محورهای اضلاع، ایجاد شده که در معماری سنتی ایران به طرح "شش و شش زیر و رو نقش دار" موسوم است (ماهرالنقش، ۱۳۸۱، ۱۱۸). در این مثلث میانه‌های هر سه ضلع رسم شده و در نقطه‌ی برخورد میانه‌ها یک دایره رسم شده تا در آن شش ضلعی ترسیم شود. سپس اضلاع شش ضلعی تا اضلاع مثلث امتداد داده شده و به این ترتیب طرح مثلث تکرار شونده ایجاد شده است. رسم مثلث، تقسیم زاویه به دو قسمت و ترسیم شش ضلعی در دایره، بر اساس رساله‌ی بوزجانی به این شکل قابل انجام بوده است؛ در مسأله‌ی ۴۰ رسم مثلث متساوی الاضلاع به این شکل آمده که خط  $ا ب$  را رسم کرده و نقطه‌ی  $ا$  و  $ب$  را مرکز قرار داده و به شعاع  $ا ب$  دو قوس می‌زنیم تا یکدیگر را در نقطه‌ی  $ج$  تلاقی کنند. سپس از نقاط  $ا$  و  $ب$  دو خط به نقطه‌ی  $ج$  می‌کشیم تا مثلث متساوی الاضلاع  $ا ب ج$  به دست آید (جذبی، ۱۳۸۹، ۲۵). برای رسم میانه‌ی مثلث، با توجه به مسأله‌ی ۱۷، تقسیم زاویه به دو قسمت، به مرکز  $ب$  دو نقطه‌ی  $د$  و  $ه$  را روی دو ضلع زاویه‌ی  $ا ب ج$  نشان می‌کنیم. سپس این دو نقطه را مرکز قرار داده و دو قوس می‌کشیم تا یکدیگر را در نقطه‌ی  $و$  قطع کنند. از نقطه‌ی



تصویر ۸- آجرکاری در مسجد جامع گناباد.



تصویر ۹- تزیینات گچی مسجد ملک زوزن.

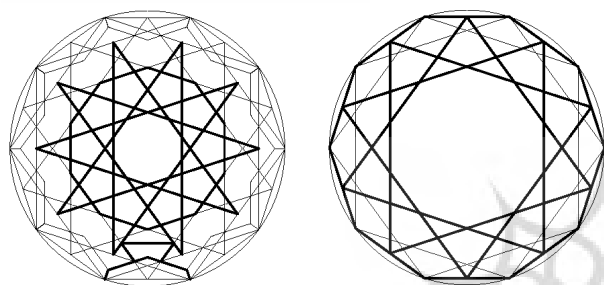
تصویر ۱۰- روش ترسیم پنج‌ضلعی در رساله‌ی بوزجانی.  
ماخذ: (جدبی، ۱۳۸۹، ۲۵)

و خطی به نقطه‌ی ب رسم کرده زاویه‌ی اب ج با خط ب و به دو نیمه تقسیم شده است (همان، ۱۸). به همین ترتیب برای دو زاویه‌ی دیگر نیز عمل می‌کنیم. روش ترسیم شش ضلعی در دایره نیز بر اساس مسأله‌ی ۶۴، به این شکل بوده که ابتدا قطر ا ج را رسم کرده و به مرکز ا و ج و به طول شعاع دایره نقاط ب، ح، د، و را نشان می‌نماییم. سپس با کشیدن وترهای ا ب، ب و، و ج، ج د، د ح، ح ا شش ضلعی متساوی الاضلاع را به دست می‌آید (همان، ۳۲).

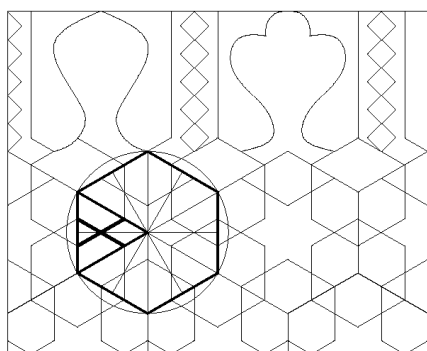
تصویر ۸، تزیینات آجری در مسجد جامع گناباد، طراحی زیبا از تکرار نقش مایه‌ی شش ضلعی است، که بر محور تقارن اضلاعش انتقال داده شده است. این طرح به "زمینه شش در شش" موسوم است (ماهرالنقش، ۱۳۸۱، ۱۱۴). روش رسم شش ضلعی بر اساس رساله‌ی بوزجانی در تصویر ۷ شرح داده شد. در این نمونه نقاط وسط هر ضلع شش ضلعی به یکدیگر متصل شده و از گسترش آن طرح کامل شده است. در رساله‌ی بوزجانی روش پیدا کردن میانه‌ی پاره خط نیز در مسأله‌ی ۱۳ آمده است که در تصویر ۴ توضیح داده شد.

تصویر ۹، بخشی از تزیینات گچی مسجد ملک زوزن در ایوان غربی را نشان می‌دهد. روش ترسیم پیشنهادی بر اساس تکرار یک نقش‌مایه‌ی پنج ضلعی منتظم ایجاد شده و از میان تکرار این نقش‌مایه، نقوش دیگری نیز به دست آمده است. نقوشی که در معماری سنتی موسوم به "سرمه دان"، "طبل" و "پنج کند" هستند. همانطور که در تصویر نشان داده شده است، ابتدا پنج ضلعی را بر محور تقارن افقی، انتقال می‌دهیم و سپس اضلاع دو پنج ضلعی به دست آمده را امتداد داده تا یکدیگر را قطع کنند. از نقطه‌ی تلاقی آنها، خطی عمود رسم کرده و پنج ضلعی‌ها را بر محور آن انتقال داده طرح کامل می‌شود. برای طراحی این شکل نیاز به دانستن روش ترسیم پنج ضلعی منتظم و خط عمود برای ترسیم محورهای افقی و عمودی بوده است. بر اساس رساله‌ی بوزجانی در مسأله‌ی ۴۲، اگر بخواهیم بر خط ا ب پنج ضلعی متساوی الاضلاعی رسم کنیم، از نقطه‌ی ب عمود ب ج را مساوی ا ب رسم کرده، سپس نقطه‌ی د، وسط خط ا ب را مرکز قرار داده و به طول د ج قوس ج ه را می‌کشیم تا امتداد خط ا ب را در نقطه‌ی ه قطع کند. سپس دو نقطه‌ی ا و ب را مرکز قرار داده به فاصله ا ه دو قوس رسم کرده تا یکدیگر را در نقطه‌ی ر قطع کنند. خط ا ر و ب ر را رسم کرده تا مثلث ا ر ب که آن را مثلث پنج ضلعی گویند به دست آید. سپس نقاط ا، ب، ر را مرکز قرار داده و به طول ا ب قوس‌هایی رسم می‌کنیم تا در نقاط ح و ط یکدیگر را قطع نمایند و با کشیدن خطوط ا ح، ح ر، ر ط، ط ب پنج ضلعی متساوی الاضلاع به دست می‌آید (جدبی، ۱۳۸۹، ۲۵). روش ترسیم خط عمود بر یک نقطه در رساله‌ی بوزجانی در مسأله‌ی ۹ آمده است که در تصویر ۴ توضیح داده شد.

روش طراحی در نظر گرفته شده برای آجرکاری در ایوان غربی مسجد ملک زوزن در تصویر ۱۱، به این شکل است که یک



تصویر ۱۱- تزیینات آجری و آجر لعاب‌دار در مسجد ملک زوزن.



تصویر ۱۲- تزیینات گچی و آجر لعاب‌دار در مسجد ملک زوزن.

دوازده‌ضلعی در دایره رسم کرده و زوایای آن را یک در میان به هم متصل می‌کنیم. سپس از نقاط میانی اضلاع دوازده‌ضلعی نیز خطوطی رسم می‌کنیم که از تداخل آنها یک ده‌ضلعی منتظم در وسط دایره ایجاد می‌شود. در ادامه از میانه‌ی خطوط اول به یکدیگر متصل می‌کنیم. در انتها نیز ده‌ضلعی را بر محور تقارن نشان داده شده در تصویر انتقال داده و به این ترتیب از تداخل این خطوط اشکالی ایجاد می‌شوند که در معماری سنتی موسوم به "طبل"، "شمسه"، "تکه" و "پنج کند" هستند.

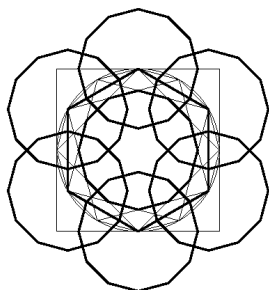
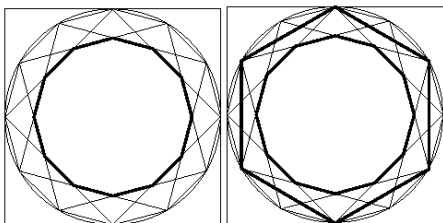
به‌منظور ترسیم دوازده‌ضلعی با استفاده از روش‌های بوزجانی، ابتدا یک شش‌ضلعی در دایره رسم کرده و سپس اضلاع آن را به دو نیمه تقسیم کرده و نقاط را به یکدیگر متصل می‌کنیم. بوزجانی در مسأله‌ی ۶۴، روش ترسیم شش‌ضلعی در دایره را توضیح داده که در تصویر ۷ توضیح داده شد. پس از رسم شش‌ضلعی در دایره، کمان‌های به دست آمده را، به دو قسمت تقسیم می‌کنیم؛ روش تقسیم کمان به دو قسمت نیز در مسأله‌ی ۱۳ از رساله‌ی بوزجانی آمده که در تصویر ۴ توضیح داده شد. به این ترتیب محیط دایره به دوازده قسمت تقسیم شده و می‌توان با اتصال نقاط، دوازده‌ضلعی منتظم را ترسیم کرد.

در تصویر ۱۲، تزیینات آجر کاری ایوان غربی مسجد ملک زوزن که با آجر لعاب‌دار انجام شده، نشان داده شده است. روش ترسیم ارایه شده برای این طرح به این شکل انجام شده که ابتدا در یک دایره یک شش‌ضلعی رسم کرده و سپس خطوطی از زوایای شش‌ضلعی به یکدیگر رسم کرده و به این ترتیب شش مثلث به‌دست می‌آید. مطابق شکل خطوطی در اضلاع مثلث رسم کرده و با انتقال آن از طریق تقارن به مرکز شش‌ضلعی، طرح ایجاد می‌شود. سپس به منظور گسترش، شش‌ضلعی بزرگ را حول محور اضلاعش انتقال داده سطح تزیینی کامل می‌شود. بر اساس رساله‌ی بوزجانی روش رسم شش‌ضلعی منتظم در مسأله‌ی ۶۴ بیان شده که در تصویر ۷ توضیح داده شد.

تصویر ۱۳، ایوانچه‌ی ورودی مسجد فریومد، با طرحی موسوم به "شش و طبل" ترسیم شده است (ماهرالنقش، ۱۳۶۲، ۸۴). روش طراحی ارایه شده به این شکل است که ابتدا دایره‌ای در یک مربع رسم نموده و یک دوازده‌ضلعی در آن می‌کشیم. سپس اضلاع آن را به صورت سه در میان به یکدیگر متصل می‌کنیم. از تداخل این خطوط با یکدیگر، یک دوازده‌ضلعی دیگر به دست می‌آید؛ که در واقع عنصر اصلی در این طراحی است. در ادامه، اضلاع دوازده‌ضلعی اول را بار دیگر به صورت یک در میان به هم متصل می‌کنیم؛ که یک شش‌ضلعی ایجاد می‌شود. در نهایت دوازده‌ضلعی کوچک را در اضلاع شش‌ضلعی تکرار کرده و به این ترتیب از تداخل آنها در یکدیگر نقش‌مایه‌های دیگری مانند "طبل" و "پنج کند" نیز به‌دست می‌آیند. برای ترسیم این طرح نیاز به دانستن روش ترسیم دوازده‌ضلعی وجود داشته که روش ترسیم آن بر اساس رساله‌ی بوزجانی در تصویر ۱۱ توضیح داده شد.

روش ارایه شده برای طراحی در تصویر ۱۴ به این شکل

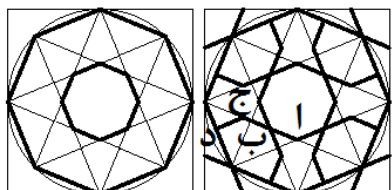
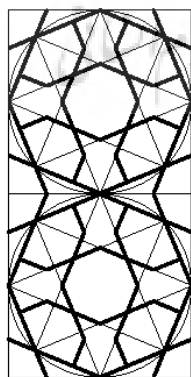
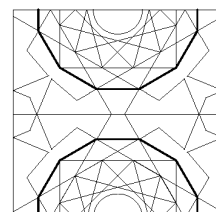
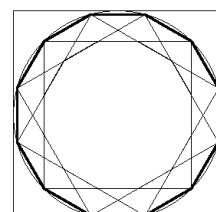
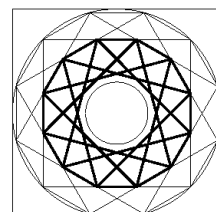




تصویر ۱۳- تزیینات گچی مسجد فریومد.

است که ابتدا دایره‌ای در کادر مربع رسم کرده و سپس یک هشت ضلعی در آن ترسیم می‌کنیم. سپس اضلاع هشت ضلعی را به صورت سه در میان به یکدیگر متصل کرده که هشت ضلعی دیگری از تداخل این خطوط به دست می‌آید و در تصویر با خطوط ضخیم نشان داده شده است. در ادامه اضلاع هشت ضلعی کوچک را به اندازه‌ی خود امتداد می‌دهیم؛ در اینجا ضلع **ا** تا نقطه‌ی **ج** امتداد داده شده است. سپس از این نقطه خطی عمود بر ضلع مقابلش در هشت ضلعی بزرگ می‌کشیم، که در اینجا نقطه‌ی **د** نشان داده شده است. این عمل را برای تمام اضلاع تکرار کرده و به این ترتیب واحد تکرار شونده‌ی طرح کامل می‌شود. روش ترسیم هشت ضلعی در دایره و ترسیم مربع در دایره و ترسیم خط قائم بر اساس رساله‌ی بوزجانی در تصویر ۴ توضیح داده شد.

روش ترسیم طرح تصویر ۱۵، تزیینات گچی در محراب مسجد فریومد، به این شکل ارایه شده است که دایره‌ای در کادر مربع ترسیم کرده و در درون آن یک دوازده ضلعی رسم می‌کنیم. سپس خطوط را مانند تصویر به یکدیگر متصل کرده و با امتداد دادن آنها نیز طرح کامل می‌شود. با تکرار واحد مربع حاشیه‌ی محراب، گچبری شده است. روش ترسیم دایره در مربع و دوازده ضلعی در دایره بر اساس رساله‌ی بوزجانی در تصویر ۱۱ مورد بررسی قرار گرفت.

تصویر ۱۴- تزیینات گچی  
مسجد فریومد.

تصویر ۱۵- تزیینات گچی محراب مسجد فریومد.

## نتیجه

تقسیم کمان‌های دایره، قوس‌ها و خطوط، ترسیم چندضلعی‌ها بر اساس تقسیمات دایره ترسیم خطوط موازی، تقسیمات کادر پایه و انتقال واحد تکرار شونده و طراحی با توجه به شیوه‌های گسترش در سطوح تزئینی، که با روش‌هایی که بوزجانی در رساله‌ی خود بیان کرده و بر مبنای شواهد روزگار خویش بوده کاملاً منطبق است. در بسیاری از این تزئینات یک واحد تکرار شونده جهت پوشاندن یک سطح بکار رفته و اغلب این واحدها با سازه‌هایی مبتنی بر دایره بر اساس تقسیم‌هایی بوسیله یک خط کش ساده و پرگار به دست آمده و با ذهن خلاق و دانش هندسی معماران از روش‌های انتقال و گسترش با ترکیبات بدیع، تزئینات برجسته‌ای ایجاد کرده‌اند که ذره‌ای خطا و ناهمگونی در ترسیم‌ها ندارند.

در این پژوهش با ترسیم زیرساخت‌های هندسی نقوش تزئینات معماری در سه مسجد دو ایوانی گناباد، ملک زوزن و فریومد و انطباق با رساله‌ی بوزجانی، "فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه"، تجسم چگونگی طراحی نقوش هندسی با استفاده از ابزارهای موجود در زمان ساخت و مسایل هندسی به اثبات رسیده مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل‌های انجام شده نشان داد که هندسه‌ی عملی که در ترسیم‌های این نقوش به کار رفته علیرغم سادگی، بسیار دقیق و بر پایه دانش ریاضیات بوده است. با کاربرد تنها یک خط کش ساده (غیر مدرج) و پرگار، که بر اساس اسناد باقی مانده تنها ابزار موجود در دست معمار برای ترسیم‌های هندسی بودند، طراحی این نقوش هندسی قابل انجام بوده است. مسایلی از قبیل ترسیم زاویه قائم،

## پی‌نوشت‌ها

گدار، آندره، گدار، پدیا، سیرو، ماکسیم (۱۳۷۱)، آثار ایران، ترجمه ابوالحسن سروقدمقدم، چ دوم، آستان قدس رضوی، مشهد.  
 ماهرالنقش، محمود (۱۳۶۲)، طرح و اجرای نقش در کاشیکاری ایران دوره اسلامی دفتر سوم گره کشی، موزه رضا عباسی، تهران.  
 ماهرالنقش، محمود (۱۳۸۱)، میراث آجرکاری ایران، سروش، تهران.  
 محقق، مهدی (۱۳۸۰)، مروری در تاریخ ریاضیات در زمان ابوالوفای بوزجانی، نامه انجمن، شماره ۱، صص ۵۸-۶۵.  
 مولوی، عبدالحمید (۱۳۵۳)، آثار باستانی خراسان، جلد اول، انجمن آثار ملی، تهران.  
 ورجاوند، پرویز (۱۳۶۶)، تزئینات معماری اسلامی- آجرکاری، معماری ایران در دوره اسلامی، به کوشش محمد یوسف کیانی، جهاد دانشگاهی، تهران.

۱ پادشاهی‌ای وابسته به قوم ختایی بود که میان سال‌های ۱۱۲۴ تا ۱۲۱۸ میلادی در آسیای میانه برپا بود.  
 ۲ غوریان دودمانی تاجیک- ایرانی بودند که بین سده‌های ۱۰ و ۱۱ میلادی در نواحی صعب غور، واقع در کوهستان‌های مابین هرات و غزنه فرمانروایی می‌کردند.  
 ۳ گنبدخانه، قسمت اصلی مسجدکه محراب در آن قرار دارد.  
 ۴ بخشی از دیوار پایین است که معمولاً برای استحکام بیشتر آمودی از سنگ و کاشی دارد.

## فهرست منابع

Blair, Sheila (1985), The madrasa at Zuzan. Islamic architecture in eastern Iran on the eve of Mongol invasion, *Muqarnas*, no 3, pp. 75-91.  
 Ozdural.Alpay (2000), Mathematics and Arts: Connection between Theory and Practice in the Medieval Islamic World, *Historiamathematica*, Vol.27, pp.171-201.  
 Tennant, Raymond (2003), *Islamic Constructions: The Geometry Needed by Craftsmen*, International Conference of ISAMA, University of Granada, Spain, pp.459-463.

اکبری، پرویش (۱۳۷۷)، معماری مساجد خوارزمشاهی در خراسان، اثر، ۲۹-۳۰، صص ۱۵۹-۱۶۷.  
 آقایانی جاوشی، جعفر (۱۳۸۹)، ترجمه کتاب النجاره (در هندسه عملی)، میراث مکتوب، تهران.  
 بارتولد، واسیلی ولادیمیرویچ (۱۳۶۶)، ترکستان نامه: ترکستان در عهد هجوم مغول، ترجمه کریم کشاورز، آگاه، تهران.  
 بروک، اریک (۱۳۸۷)، نقوش هندسی در هنر اسلامی، ترجمه بهروز ذبیحیان، سروش، تهران.  
 پیرنیا، محمد کریم (۱۳۷۲)، آشنایی با معماری اسلامی ایران، علم و صنعت، تهران.  
 زمانی، عباس (۱۳۴۹)، مسجد جامع گناباد، هنر و مردم، ش ۹۲، صص ۶-۱۴.  
 جذبی، سید علیرضا (۱۳۸۹)، هندسه ایرانی کاربرد هندسه در عمل تالیف ابوالوفا محمد بن محمد البوزجانی، سروش، تهران.  
 جوینی، عطاملک بن محمد (۱۳۸۵)، تاریخ جهانگشای جوینی، زوار، تهران.  
 عدل، شه‌ریار (۱۳۶۷)، یادداشتی بر مسجد و مدرسه زوزن، اثر، ۱۵ و ۱۶، صص ۲۳۱-۲۴۸.  
 کیانی، محمد یوسف (۱۳۷۶)، تزئینات وابسته به معماری ایران در دوره اسلامی، انتشارات سازمان میراث فرهنگی، تهران.  
 کیانی، محمد یوسف (۱۳۶۲)، مقدمه‌ای بر هنر کاشیکاری ایران، موزه رضا عباسی، تهران.