نشریه هنرهای زیبا- هنرهای تجسمی ● دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱

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

مهسا خوارزمی[۱]، محمود طاووسی[۲*]، حسنعلی پورمند[۳]، جواد نیستانی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری پژوهش هنر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
[۲] استاد گروه پژوهش هنر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
[۳] استادیار گروه پژوهش هنر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
[۴] 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: ۸۲۸۸۳۷۴۴-۰۲۱، نمابر: ۸۸۰۰۸۰۹۰ -۰۲۱، E-mail:tavoosimahmoud@yahoo.com.

مقدمه

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 داده اند. 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 روش-های ترسیمی است. شیوه‌ی ترسیم برخی از پر کاربردترین نقوش هندسی در کتاب‌هایی جمع آوری شده که گویای روش‌های رایج میان معمارن 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 "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 ارایه شده از ترسیم‌های هندسی در رساله‌ی بوزجانی، به بررسی ارتباطات و پیروی طراحی تزیینات معماری از قوانین هندسی پرداخته خواهد شد.

ابوالوفاء بوزجانی

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 ارایه می‌دهد. بوزجانی با توجه به احتیاجات استادان 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 (آقایانی 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 نویسنده‌ای 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, 459-463). هم‌چنین بروک به این جلسات اشاره می‌کند که بوزجانی در بغداد برگزار می‌کرد؛ که نیمی از شرکت‌کنندگان

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

مسـاجد دو ایوانی گنابـاد، ملک زوزن و فریومد

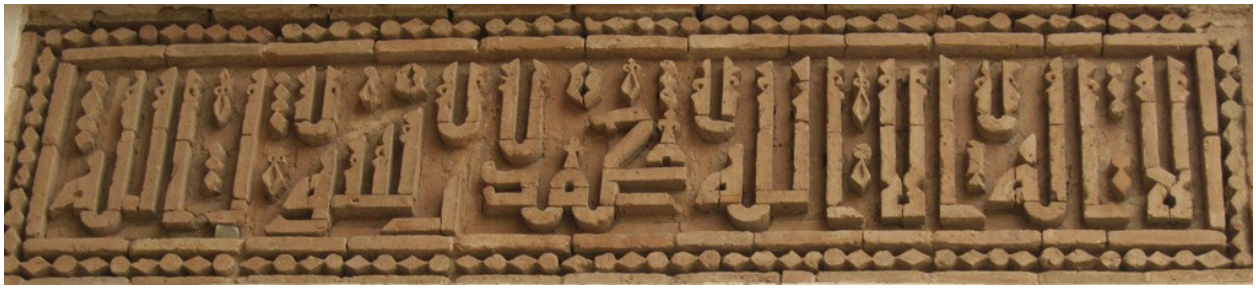
نیمه‌ی دوم قرن ششـم و اوایل قرن هفتـم ه.ق از دوره‌های ناشناخته‌ی تاریخ معماری اسلامی ایران است؛ در حالیکه حوادث تاریخی مهمی در این فاصله رخ داده است. در این زمان حکومت سلجوقیان سقوط کرد و ماوراءالنهر به دست قراختاییان[۱] افتاد و دو دولت غوری[۲] (۵۳۴-۶۱۱ ه.ق که وسـعت قلمرو آن تقریباً از دریای خزر تا شمال هند بود) و خوارزمشاهی (۴۷۰-۶۲۸ ه.ق در خوارزم و خراسان) نیرو گرفتند. سرانجام خوارزمشاهیان در سال ۶۰۹ ه.ق قراختاییان و در سال ۶۱۲ ه.ق غوریان را مغلوب کرده و در سراسـر بخش شرقی جهان اسلام امپراتوری پهناوری را که از سـواحل هند تا کناره‌های آسیای صغیر گسترده بود، تشکیل دادند (بارتولد، ۱۳۵۲، ۹۱). اما دیری نپایید که این سلسـله در نخسـتین برخورد با مغول‌ها و کشته شدن جلال الدین، آخرین سلطان، در سال ۶۲۸ ه.ق از میان رفت (جوینی، ۱۳۷۰، ۱۰۷).

این دوره‌ی نسـبتاً کوتاه، تحت الشـعاع حکومت سلجوقی و ایلخانـی و نیز کثرت آثار به جا مانـده از این دوره‌ها قرار گرفته و آثار معماری این دوره اغلب در شـمار آثار دوران سـلجوقی و یـا دوره‌ی ایلخانی درآمده‌اند. با این وجود با مقایسـه و تطبیق مسـاجد 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 خوارزمشـاهیان در خراسان دارای ویژگی‌هـای مشـترکی هسـتند؛ پلان دو ایوانـی، اولین نمونه‌هـای کاربرد تلفیق آجر و کاشـی، طرح‌هـای مختلف گره چینـی و به‌کارگیـری کتیبـه در تزیینات معماری. سـه بنای ارزشـمند این دوره- مسـجد جامع گناباد، مسجد ملک زوزن و مسـجد فریومد- هسـتند که تنها دو بنـای اول تاریخ‌دار بوده و مسجد فریومد را براساس شباهت‌های زیاد با این دو بنا، در شمار آثار معماری این دوره قرار داده‌اند.

معماری خوارزمشـاهی در ادامه و اسـتمرار معماری دوره‌ی سـلجوقی است و در مجموع ارتباط خود را از نظر شکل، مصالح و تزیینات با بناهای دوره‌ی سـلجوقی حفظ کرده اسـت. مصالح مسـاجد همان مصالحی است که در همه‌ی ادوار اسلامی به کار رفته اسـت. یعنی آجر، خشـت، گل، آهک، گچ و قلوه سنگ؛ به علاوه کاشـی، کـه قدیمی‌ترین نمونه آن را از دوره‌ی سـلجوقی می‌شناسـیم (کیانـی، ۱۳۶۲، ۱۵). نقشـه‌ی مسـاجد دوره‌ی خوارزمشـاهی خراسـان دو ایوانی است؛ و این در حالی است که نقشه‌های چهار ایوانی در معماری خراسان ناشناخته نبوده است و مدرسـه‌ی نظامیه در خرگرد خراسان، که به استناد کتیبه‌اش بانی آن نظام الملک اسـت که در دوره‌ی سلجوقی بنا شده بود، چهار ایوانی اسـت (گدار، ۱۳۷۱، ۳۷۹). بر خلاف مسـاجد مهم دوره‌ی سلجوقی که در آن مقصوره[۳] متمایز است و معمولاً گنبدی بـر فـراز آن دیده می‌شـود (پیرنیـا، ۱۳۷۲، ۴۲)، در این دوره، مقصوره از سـایر قسـمت‌های مسجد متمایز نیسـت. ایوان‌های رفیع از عناصر شـاخص مساجد این دوران است. به عنوان مثال ارتفـاع ایوان در مسـجد ملک زوزن که تا انـدک زمانی پیش از هجوم مغول در حال سـاختمان بوده اسـت، حـدوداً به ۳۰ متر می‌رسـیده اسـت (عدل، ۱۳۶۷، ۲۳۱-۲۴۸). ایوان‌های مساجد دوره‌ی خوارزمشـاهی خراسان کشیده‌تر و باریک‌تر و در مجموع از ایوان‌های دوره سلجوقی مرتفع‌ترند و برای القا 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 (ورجاوند، ۱۳۶۶، ۳۱۸-۳۱۹). تلفیق کاشـی و آجر که از اواسط دوره‌ی سـلجوقی برای رنگ بخشیدن به نمای خارجی بناها آغاز شـده بود (کیانی، ۱۳۷۶، ۱۵)، در این دوره به مقیاسی وسیع‌تر بـه کار رفت، با این تفاوت که در دوره‌ی سـلجوقی فقط از یک رنگ کاشـی در تلفیق با آجر استفاده شده است؛ در حالی‌که در اواخر دوره‌ی خوارزمشاهی، با کاربرد سه رنگ کاشی به رنگ‌های فیروزه‌ای، لاجوردی و سـفید در مسجد ملک زوزن مواجهیم که این خود گامی مهم در ابداع هنر کاشـیکاری معرق است، که در دوره‌ی تیموری به اوج خود رسید (عدل، ۱۳۶۷، ۲۳۱-۲۴۸).

مسـجد جامع گنابـاد، یکی از دو مسـجد دو ایوانی تاریخ‌دار دوره‌ی خوارزمشـاهی است؛ که به استناد کتیبه‌ی کوفی آجری، که نمای ایوان جنوبی را آذین بخشـیده است، تاریخ ساخت آن سـال ۶۰۹ ه.ق اسـت (اکبری، ۱۳۷۷، ۱۵۹-۱۶۷). شامل یک حیـاط، دو مدخل، دو رشـته رواق، دو شبسـتان و دو ایوان که



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

مجموعـاً در اطراف حیاط قـرار دارند (زمانـی، ۱۳۴۹، ۶-۱۴). تزیینات نمای ایوان جنوبی آجرکاری با نقوش هندسی است.

در تزیین نمای ایوان شـمالی نیز علاوه بر آجر، قطعات کاشی فیـروزه‌ای یکرنگ، به صورت تلفیق با آجر، یا به شـکل گل میخ در وسط آجرهایی با طرح هشت ضلعی ساخته شده است. دیوار ضلع شـرقی صحن مسـجد نیز با آجرهای مشـبک و گل میخ کاشی فیروزه‌ای گوی مانند در وسط هشت ضلعی منتظم تزیین شـده است. این مسجد دارای دو ورودی در ضلع شمال شرقی و جنوب شـرقی است. ورودی جنوب شرقی ساده است اما ورودی ضلع شمال شرقی دارای تزیینات گچبری است.

مسـجد ملک زوزن در جنوب غربی شـهر خواف، واقع شـده اسـت. آندره گدار با استناد به تاریخ ۶۱۶ هجری (۱۲۱۱ م.) در کتیبه‌ی پشـت ایوان قبله، بنا را بـه دوران حکومت ملک زوزن نسبت داده است. ملک زوزن که «قوام الدین موید الملک ابوبکر بن علی الزوزنی» نام داشـته در فاصله سـال‌های ۱۲۰۰-۱۲۲۰ م. (۵۷۸-۵۹۸ ه.ق) همزمـان با سـلطنت «علاءالدین محمد بن تکش خوارزمشاه»، حاکم منطقه بوده است. گدار ارزش بنا را در اسـتفاده از کاشـی دو رنگ برای اولین بار دانسته است (Blair, 1985, 75-91). مسـجد ملـک زوزن در حال حاضر متشـکل از دو ایـوان مقابـل هم اسـت که هسـته‌ی مجموعه‌ی عظیمی را تشـکیل می‌داده که براسـاس شـواهد موجود به علت هجوم مغول هرگز به اتمام نرسـید. پلان بنا دو ایوانی اسـت و ایوان‌ها در جهت‌های شـرق و غرب ساخته شده‌اند. ایوان غربی بزرگ‌تر و دارای تزییناتی با تلفیق آجر و کاشـی به رنگ‌های فیروزه‌ای و با طرح هندسـی می‌باشـد. در طرفین ایوان غربی دو سـتون نمای آجرکاری شده وجود دارد که بخش اعظم آجرکاری آن فرو ریخته اسـت (عدل، ۱۳۶۷، ۲۳۵). نمای ایوان شرقی نیز دارای کتیبـه‌ی آجری و تزیینات آجرکاری با تلفیق کاشـی 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 اسـت که قدمت آن به چند قرن پیش از اسلام می‌رسد (مولوی، ۱۳۵۳، ۴۸۹). ایـن محل، که در حـال حاضر دهکده‌ای کوچک و دور افتاده اسـت، در گذشته حاکم نشین منطقه‌ی جوین بوده اسـت (گدار، ۱۳۷۱، ۲۵۶). در این منطقه، مسجد جامع فریومد سـاخته شده که از آثار ارزشـمند معماری ایران است و آن را به قرن ششم نسبت می‌دهند. براساس کتاب آثار باستانی خراسان، وسـعت این مسـجد در حال حاضر هشـتصد و بیست متر مربع است و یکی از شاهکارهای هنری ایران از نظر گچبری و ظرافتی اسـت که در آن به کار رفته است (مولوی، ۱۳۵۳، ۴۹۶). مسجد فریومد، از مسـاجد دو ایوانی، فاقد کتیبه‌ای تاریخ دار اسـت که با بررسـی تشـابهات با دیگر مسـاجد دو ایوانی در خراسان، آن را به دوره‌ی خوارزمشـاهیان نسـبت می‌دهنـد. این بنا از داخل به وسـیله‌ی گچبری و از خـارج با آجر کاملاً پوشـیده و تزیین شـده است (همان، ۲۶۴). مسـجد جامع فریومد شامل دو ایوان شـمالی و جنوبی است. در ضلع شرقی و غربی جامع فریومد، دو شبسـتان بوده که سـقف و دیوارهای آن از بین رفته و فقط سه طاق جلو هر یک از شبسـتان‌ها یا پالونه‌ی آن به عرض دو متر و چهل صدم باقی مانده اسـت و در زیر ضربی پالونه‌ی هر غرفه از دو شبسـتان نقش بدیع در ازاره[۴] و گچ بری لطیف در بالای ازاره دارد و در هر پایه یک حدیث با گچ و خط ثلث برجسـته نوشـته شـده. نقش هر پایـه و احادیث روی پایه‌ها بـا یکدیگر متفاوت اسـت (همان، ۴۹۶). سردر ورودی مسجد در ضلع شمالی، مزین

الف- ایوان شمالی مسجد جامع گناباد
ج- ایوان غربی مسجد ملک زوزن
ه- نمای شرقی مسجد فریومد
ب- ایوان جنوبی مسجد جامع گناباد
د- ایوان شرقی مسجد ملک زوزن
ی- ایوان جنوبی مسجد فریومد

تصویر ۲- مساجد گناباد، ملک زوزن و فریومد.

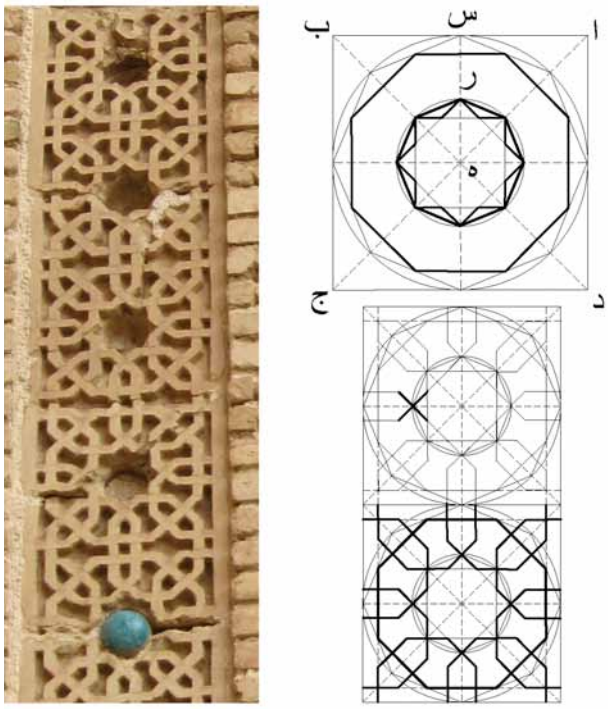
به تزیینات آجرکاری، گچبری و کتیبه است. دیواره‌های داخلی سردر، با تزیینات گچبری به شکل مربع‌های کوچک و پوشش طاقی سردر با گچبری و مقرنس تزیین شده است. در ضلع جنوبی ایوان محراب قراردارد که با طرح‌های هندسی، گیاهی، اسلیمی و کتیبه تزیین شده است.

تحلیل تصاویر

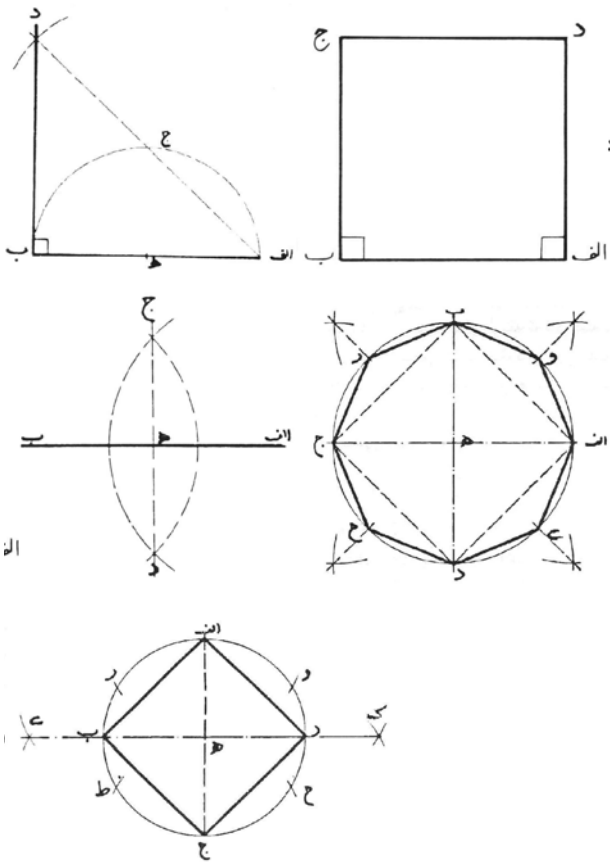
در این بخش با ارایه‌ی نمونه‌هایی از تزیینات معماری در سه مسجد مورد بررسی، روش‌های ترسیمی پیشنهادی و زیرساخت‌های هندسی هر نقش ترسیم شده است. سپس چگونگی ترسیم نقوش را با استفاده از ابزارها و روش‌های هندسی معرفی شده در رساله‌ی بوزجانی انطباق داده و چگونگی طراحی نقوش هندسی را مورد بحث قرار خواهیم داد. تمام 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 درنظر گرفته شده که مربع **ا ب ج د** رسم شده و دایره‌ای به مرکز **ه** وشعاع **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 قایم برای ترسیم مربع، دایره در مربع، هشت‌ضلعی در دایره و تقسیم کمان به دو قسمت بوده است. روش ترسیم زاویه‌ی قایم در مسأله‌ی ۹ در رساله‌ی بوزجانی به این شکل توضیح داده شده است که بر خط **ا ب** نیم‌دایره‌ای رسم و آن‌را به دو نیمه تقسیم می‌کنیم؛ تا نقطه‌ی **ج** به‌دست آید. سپس از نقطه‌ی **ا** خطی به **ج**کشیده و آن‌را به‌اندازه‌ی **ا ج** امتداد می‌دهیم تا نقطه‌ی**د** به‌دست آید. از نقطه‌ی **د** خطی به **ب**رسم کرده و زاویه‌ی قایمه‌ی **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 **اب ج د** به‌دست می‌آید (همان، ۲۵). رسم هشت ضلعی



تصویر ۳- آجرکاری در مسجد جامع گناباد.

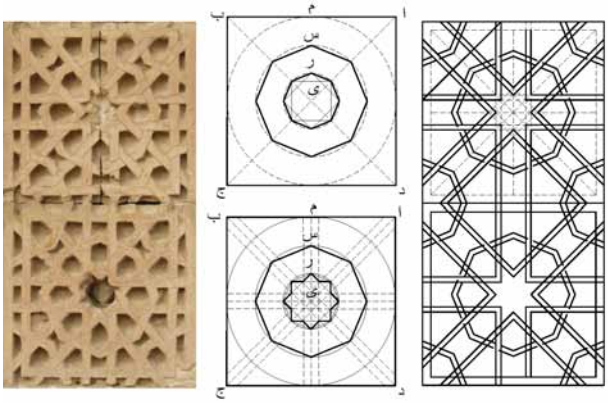


تصویر ۴- روش ترسیم خط عمود، مربع، تقسیم پاره‌خط به دو قسمت، ترسیم هشت‌ضلعی در دایره و ترسیم مربع در دایره در رساله‌ی بوزجانی.
ماخذ: (جذبی، ۱۳۸۹)

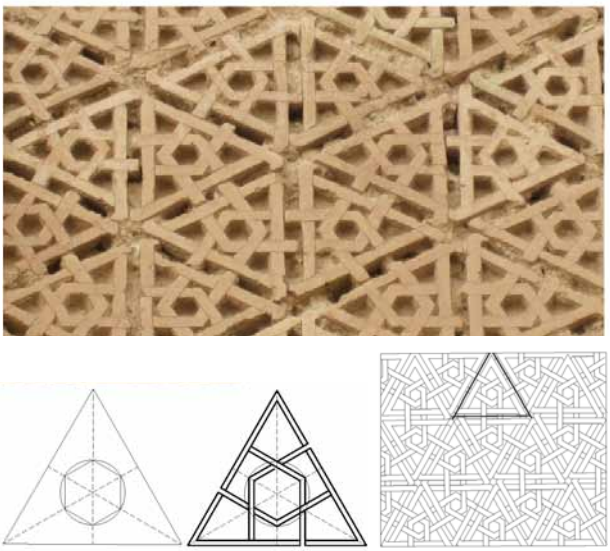
در درون دایره بر اساس مسأله‌ی ۶۶، ابتدا در درون دایره مطابق با مسأله‌ی ۵۷ مربعی رسم کرده و به این ترتیب محیط دایره به چهار کمان تقسیم می‌شود. سپس هر یک از این کمان‌ها را به دو قسمت مساوی تقسیم کرده که بر اساس مسأله‌ی ۱۳ نیز در تقسیم پاره خط و یا کمان به این شکل عمل می‌شود که از هر انتهای کمان، یک قوس 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 **م** را در درون آن می‌کشیم. سپس دایره‌ی **س** را با شعاع ۲/۳ دایره‌ی **م** رسم کرده و در درون آن یک هشت‌ضلعی ترسیم می‌کنیم. سپس دایره‌ی **ر** را با شعاع ۱/۳ دایره‌ی **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 **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.

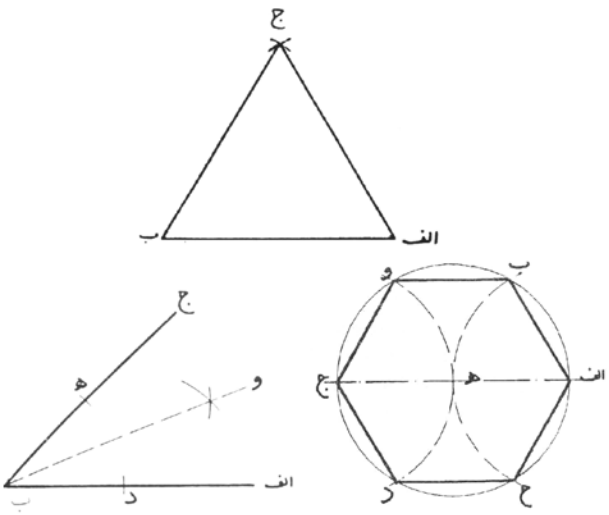
روش ارایه شده برای طراحی طرح تزیینی در تصویر ۶، از تکرار یک مثلث متساوی‌الاضلاع بر محورهای اضلاعش، ایجاد شده که در معماری سنتی ایران به طرح "شش و شش زیر و رو نقش دار" موسوم است (ماهرالنقش،۱۳۸۱، ۱۱۸). در این مثلث میانه‌های هر سه ضلع رسم شده و در نقطه‌ی برخورد میانه‌ها یک دایره رسم شده تا در آن شش ضلعی 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 شش‌ضلعی در دایره، بر اساس رساله‌ی بوزجانی به این شکل قابل انجام بوده است؛ درمسأله‌ی 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 ۵- آجرکاری در مسجد جامع گناباد.



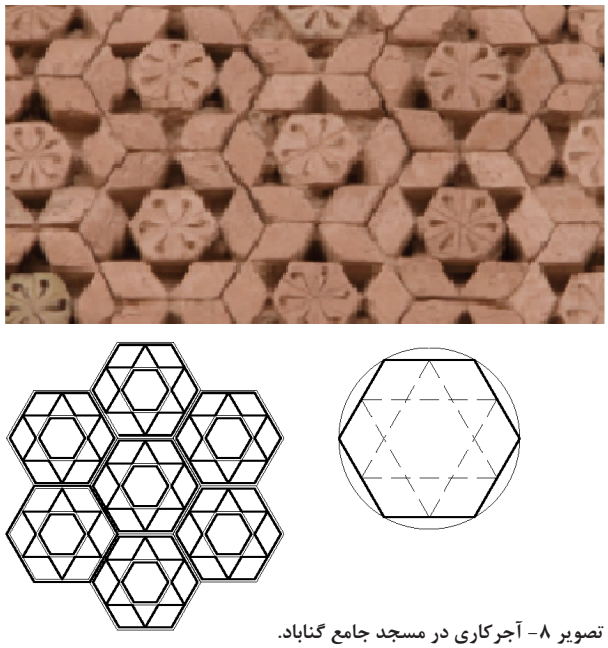
تصویر ۶- آجرکاری در مسجد جامع گناباد.



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

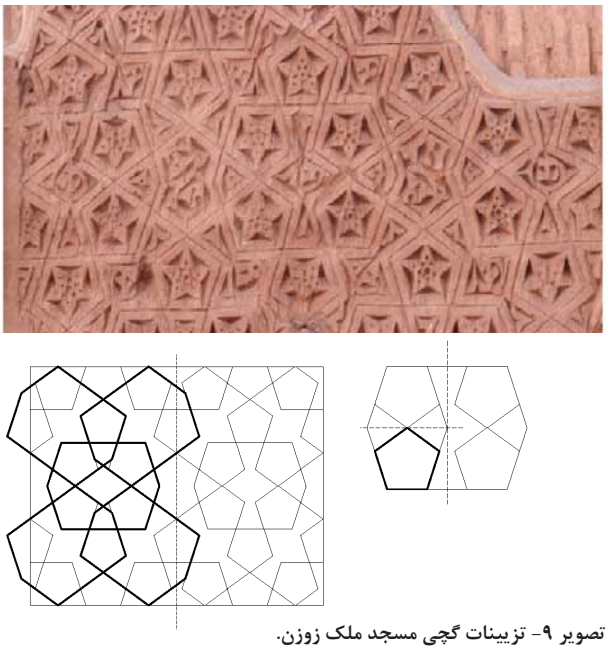
و خطی به نقطه‌ی **ب** رسم کرده زاویه‌ی **اب ج** با خط **ب و** به دو نیمه تقسیم شده است (همان، ۱۸). به همین ترتیب برای دو زاویه‌ی دیگر نیز عمل می‌کنیم. روش ترسیم شش ضلعی در دایره نیز بر اساس مسأله‌ی ۶۴، به این شکل بوده که ابتدا قطر **ا ج** را رسم کرده و به مرکز **ا** و **ج** و به طول شعاع دایره نقاط **ب، 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، طرحی 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 مسأله‌ی۱۳ آمده است که در تصویر ۴ توضیح داده شد.



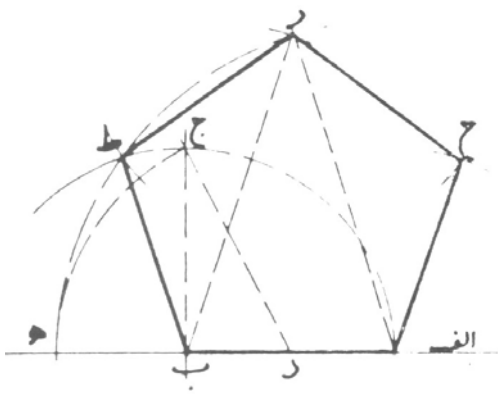
تصویر ۸- آجرکاری در مسجد جامع گناباد.

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 پنج‌ضلعی را بر محور تقارن افقی، انتقال می‌دهیم و سپس اضلاع دو پنج‌ضلعی به‌دست آمده را امتداد داده تا یکدیگر را قطع کنند. از نقطه‌ی تلاقی آنها، خطی عمود رسم کرده و پنج‌ضلعی‌ها 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 (جذبی، ۱۳۸۹، ۲۵). روش ترسیم خط عمود بر یک نقطه در رساله‌ی بوزجانی در مسأله‌ی ۹آمده است که در تصویر ۴ توضیح داده شد.



تصویر ۹- تزیینات گچی مسجد ملک زوزن.

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



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

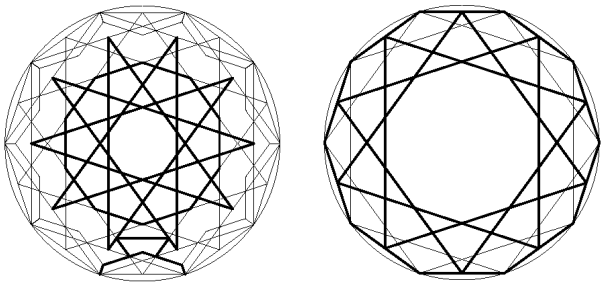
دوازده‌ضلعی در دایره رسم کرده و زوایای آن‌را یک در میان به هم متصل می‌کنیم. سپس از نقاط میانی اضلاع دوازده‌ضلعی نیز خطوطی رسم می‌کنیم که از تداخل آنها یک ده‌ضلعی منتظم در وسط دایره ایجاد می‌شود. در ادامه از میانه‌ی خطوط اول به یکدیگر متصل می‌کنیم. در انتها نیز ده‌ضلعی را بر محور تقارن نشان داده شده در 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 دوازده ضلعی با استفاده از روش‌های بوزجانی، ابتدا یک شش ضلعی 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 شش ضلعی در دایره را توضیح داده که در تصویر ۷ توضیح داده شد. پس از رسم شش ضلعی 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، دوازده ضلعی منتظم را ترسیم کرد.

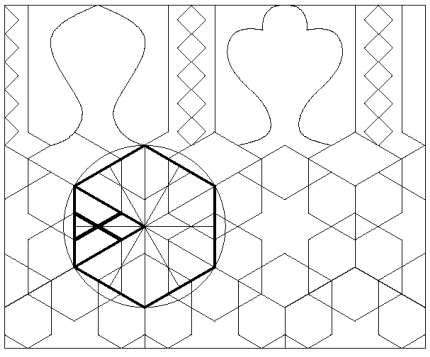
در تصویر ۱۲، تزیینات آجر کاری ایوان غربی مسجد ملک زوزن که با آجر لعاب دار انجام شده، نشان داده شده است. روش ترسیم ارایه شده برای این طرح به این شکل انجام شده که ابتدا در یک دایره یک شش‌ضلعی رسم کرده و سپس خطوطی از زوایای شش‌ضلعی به یکدیگر رسم کرده و به این ترتیب شش مثلث به‌دست می‌آید. مطابق شکل خطوطی 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 شش ضلعی 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 دوازده ضلعی در آن می‌کشیم. سپس اضلاع آن را به صورت سه در میان به یکدیگر متصل می‌کنیم. از تداخل این خطوط با یکدیگر، یک دوازده ضلعی دیگر به دست می‌آید؛ که در واقع عنصر اصلی در این طراحی است. در ادامه، اضلاع دوازده ضلعی اول را بار دیگر به صورت یک در میان به هم متصل می‌کنیم؛ که یک شش ضلعی ایجاد می‌شود. در نهایت دوازده ضلعی کوچک را در اضلاع شش ضلعی 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 دوازده ضلعی وجود داشته که روش ترسیم آن بر اساس رساله‌ی بوزجانی در تصویر ۱۱ توضیح داده شد.

روش ارایه شده برای طراحی در تصویر۱۴ به این شکل



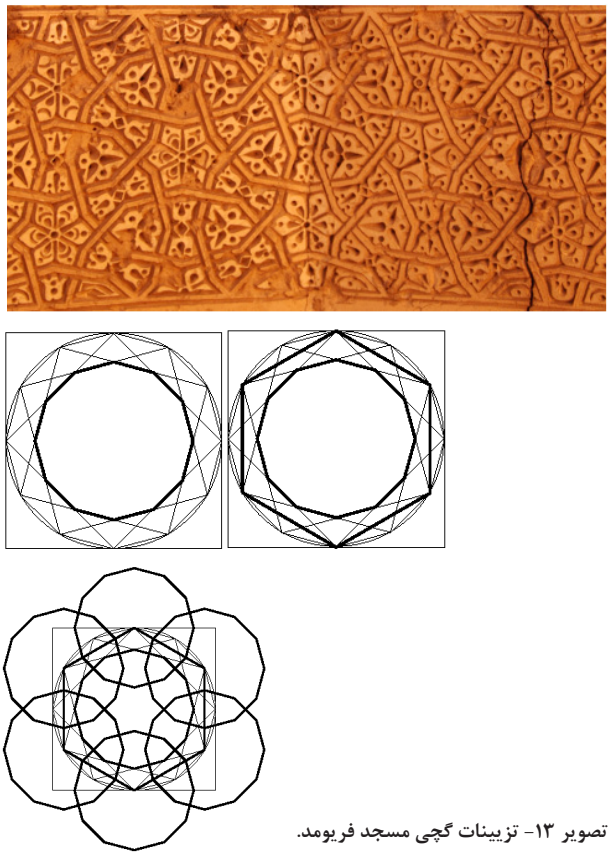
تصویر ۱۱- تزیینات آجری و آجر لعاب‌دار در مسجد ملک زوزن.



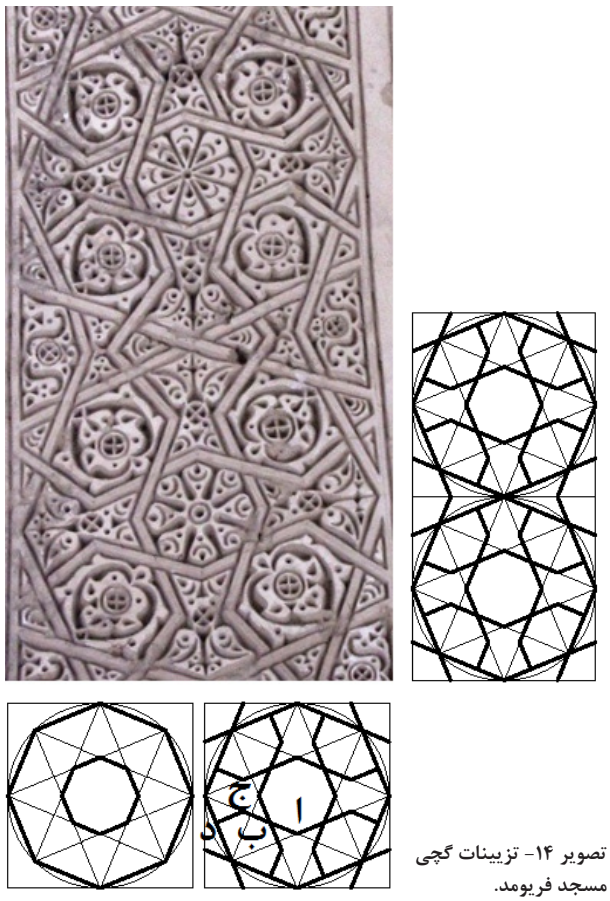
تصویر ۱۲- تزیینات گچی و آجر لعاب‌دار در مسجد ملک زوزن.

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 به‌دست می‌آید و در تصویر با خطوط ضخیم نشان داده شده است. در ادامه اضلاع هشت ضلعی کوچک را به‌اندازه‌ی خود امتداد می‌دهیم؛ در اینجا ضلع **ا ب** 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 قایم بر اساس رساله‌ی بوزجانی در تصویر ۴ توضیح داده شد.

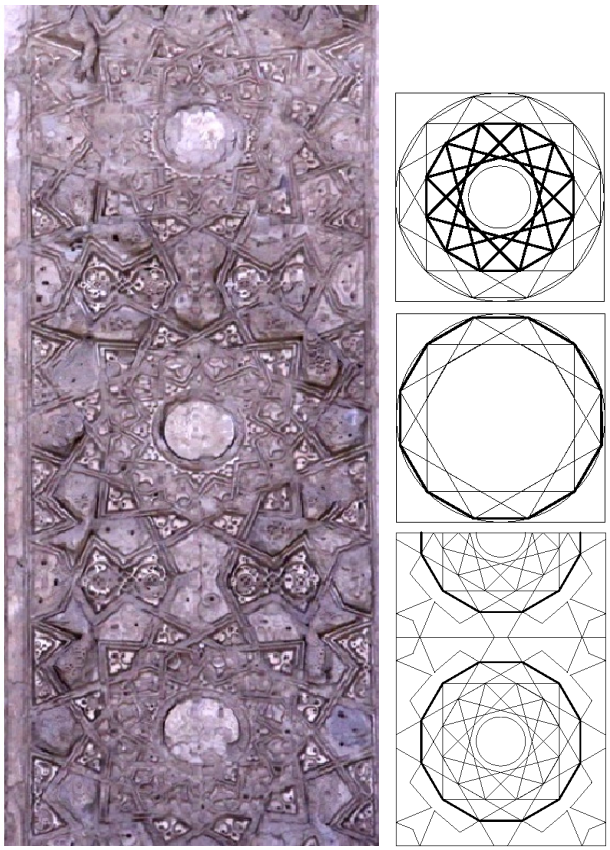
روش ترسیم طرح تصویر ۱۵، تزیینات گچی در محراب مسجد فریومد، به این شکل ارایه شده است که دایره‌ای در کادر مربع ترسیم کرده و در درون آن یک دوازده ضلعی رسم می‌کنیم. سپس خطوط را مانند تصویر به یکدیگر متصل کرده و با امتداد دادن آنها نیز طرح کامل می‌شود. با تکرار واحد مربع حاشیه‌ی محراب، گچبری شده است. روش ترسیم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



تصویر ۱۳- تزیینات گچی مسجد فریومد.



تصویر ۱۴- تزیینات گچی مسجد فریومد.



تصویر ۱۵- تزیینات گچی محراب مسجد فریومد.

نتیجه

در ایـــن پژوهش با ترســـیم زیرســـاخت‌های هندســـی نقوش تزیینات معماری در ســـه مســـجد دو ایوانی گناباد، ملک زوزن و فریومد و انطباق با رساله‌ی بوزجانی، "فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشـــکال الهندسیه"، تجسم چگونگی طراحی نقوش هندســـی با استفاده از ابزارهای موجود در زمان ساخت و مسایل هندســـی به اثبات رسیده مورد بررســـی قرار گرفت. تحلیل‌های انجام شـــده نشان داد که هندسه‌ی عملی که در ترسیم‌های این نقوش به کار رفته علیرغم ســـادگی، بسیار دقیق و بر پایه دانش ریاضیات بوده اســـت. بـــا کاربرد تنها یک خط کش ســـاده (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 قایم، تقســـیم کمان‌های دایره، قوس‌ها و خطوط، ترسیم چندضلعی‌ها بر اســـاس تقسیمات دایره ترسیم خطوط موازی، تقسیمات کادر پایه و انتقال واحد تکرار شـــونده و طراحی با توجه به شـــیوه‌های گســـترش در ســـطوح تزیینی، که با روش‌هایی کـــه بوزجانی در رســـاله‌ی خود بیان کرده و بر مبنای شواهد روزگار خویش بوده کاملاً منطبق است. در بســـیاری از این تزیینات یک واحد تکرار شونده جهت پوشـــاندن یک سطح بکار رفته و اغلب این واحدها با ســـازه‌هایی مبتنی بر دایره بر اســـاس تقسیم‌هایی بوسیله یک خط کش ســـاده و پرگار به دســـت آمده و با ذهن خلاق و دانش هندسی معماران از روش‌های انتقال و گسترش با ترکیبات بدیع، تزیینات برجســـته‌ای ایجاد کرده‌اند که ذره‌ای خطا و ناهمگونی در ترسیم‌ها ندارند.

پی‌نوشت‌ها

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 ســـده‌های ۱۰ و ۱۱ میلادی در نواحی صعب غور، واقع در کوهستان‌های مابین هرات و غزنه فرمانروایی می‌کردند.

۳ گنبدخانه، قسمت اصلی مسجد که محراب در آن قرار دارد.

۴ بخشی از دیوار پایین است که معمولاً برای استحکام بیشتر آمودی از سنگ و کاشی دارد.

فهرست منابع

اکبری، پریوش (۱۳۷۷)، معماری مساجد خوارزمشاهی در خراسان، *اثر*، ۲۹-۳۰، صص۱۵۹-۱۶۷.

آقایانی چاوشی، جعفر (۱۳۸۹)، ترجمه *کتاب النجاره (در هندسه عملی)*، میراث مکتوب، تهران.

بارتولد، واســـیلی ولادیمیرویچ (۱۳۶۶)، *ترکستان نامه: ترکستان در عهد هجوم مغول*، ترجمه کریم کشاورز، آگاه، تهران.

بروک، اریک (۱۳۸۷)، *نقوش هندســـی 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، ش۹۲، صص۶-۱۴.

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، شـــهریار (۱۳۶۷)، یادداشـــتی بر مســـجد و مدرســـه زوزن، *اثـــر*، ۱۵ و ۱۶، صص۲۳۱-۲۴۸.

کیانی، محمد یوسف (۱۳۷۶)، *تزیینات وابسته به معماری ایران در دوره اسلامی*، انتشارات سازمان میراث فرهنگی، تهران.

کیانی، محمد یوسف (۱۳۶۲)، *مقدمه‌ای بر هنر کاشیگری ایران*، موزه رضا عباسی، تهران.

گـــدار، آندره، گدار، یدا، ســـیرو، ماکســـیم (۱۳۷۱)، *آثار ایران*، ترجمه ابوالحســـن 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)، *تزیینات معماری اســـلامی-آجرکاری، معماری ایران در دوره اسلامی*، به کوشش محمد یوسف کیانی، جهاد دانشگاهی، تهران.

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.