تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان جهت تعیین ارتباط هندسی نمازخانه با جلوخان ورودی بنا*

علی دهار **
رضا علی‌پور***

چکیده

معماری مساجد در هنر اسلامی، جایگاه ویژه‌ای دارد. ترجمان اندیشه‌ها و اعتقادات هنرمندانی است که زندگی خویش را برای رسیدن به یگانگی و وحدت صرف کرده‌اند. مسجد شیخ لطف‌الله از بناهای با ارزش و زیبای معماری ایرانی‌ـ اسلامی دورهٔ صفوی است که به دست معمار نامدار آن دوران، «محمدرضا اصفهانی» و به فرمان شاه عباس اول، در مجموعه میدان نقش‌جهان اصفهان ساخته شد. اهمیت این بنا، در معماری و تزیینات کاشیکاری آن است که سرشار از ذوق زیبایی‌شناسی بوده و بر ارزش بنا افزوده است. هندسهٔ دقیق این بنا در طراحی و اجرا، هر محققی را به تأمل وامی‌دارد، که این بنا توسط معمار توانمندی به اجرا درآمده که با ایمانی مذهبی و الهامی آسمانی، الگویی از معماری ایرانی‌ـ اسلامی را به نمایش گذاشته است. تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ‌لطف‌الله اصفهان، برخی از مبانی فکری مؤثر در طراحی این بنای ارزشمند را آشکار می‌سازد. موقعیت مسجد، در ضلع شرقی میدان نقش‌جهان که براساس نسبت طلایی مقرر شده، و همچنین جابه‌جایی فضای نمازخانه نسبت به محور تقارن ورودی بنا، انگیزه‌بخش انجام این تحقیق است. سؤال طرح شده این است : آیا مکان‌یابی نمازخانه با توجه به انحراف آن از محور تقارن ورودی بنا، ارتباط هندسی معینی با موقعیت ورودی ساختمان در بدنهٔ میدان دارد؟

در این مقاله، براساس فرضیهٔ پژوهش، مبنی بر وجود ارتباط هندسی معین میان فضای نمازخانه و جلوخان ورودی بنا، ابتدا یک مدل هندسی طرح شده و سپس با انطباق آن بر پلان بنای مسجد، فرضیه به اثبات می‌رسد و بخشی از منطق شکل‌گیری اثر آشکار می‌شود. نتیجه حاصل از تحقیق، مبین این مطلب است که ابعاد فضای نمازخانه متناسب با ابعاد جلوخان ورودی بناست و مکان‌یابی این فضا در ارتباط با موقعیت‌یابی ورودی بنا در بدنهٔ میدان معین، و یک فرآیند هندسی به‌هم پیوسته است. روش پژوهش در این مقاله، تحلیلی‌ـ توصیفی است و از طریق تحلیل هندسی بنا به نتیجه رسیده است. ابتدا پلان مسجد و موقعیت آن در میدان ارایه شده و با تحلیل هندسی آن، به اثبات فرضیه پرداخته شده است.

واژگان کلیدی

معماری اسلامی، مسجد شیخ‌لطف‌الله، هندسه، نسبت طلایی.

---

*. این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان «تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ لطف الله اصفهان» است که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان به انجام رسیده است.

**. کارشناس ارشد معماری. مربی، عضو هیئت علمی گروه معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان، آبادان، ایران. نویسنده مسئول ۰۹۱۶۶۳۱۳۶۰۴
ali_dahar@yahoo.com
***. کارشناس ارشد نقاشی. مربی، عضو هیئت علمی گروه هنر دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان، آبادان، ایران.
alipourart@yahoo.com

مقدمه

هندسه ابزاری مناسب جهت نظم بخشیدن به معماری و برقراری روابط آگاهانه میان اجزای بنا با یکدیگر است، تا در عین مرکب‌بودن، یکپارچگی فضا را به عنوان یک ترکیب خلاق و هدفمند میسر سازد. اشراف معمار به علم هندسه و استفادهٔ خلاقانه از آن، تبدیل مفهوم به فضا و فرم را در فرآیند طراحی تسهیل می‌کند و فرسایش مفهوم را در این روند به حداقل می‌رساند. حاصل چنین فرایندی، نوعی معماری است که به دور از برداشت‌های سلیقه‌ای، به لحاظ نظم و تناسبات قابل درک است. "طراحی معماری در قالب هندسه نمود می‌یابد" (عمومی، ۱۳۸۷). تحلیل روابط هندسی در بناهای ارزشمند، روش تفکر و تصمیمات معمار را در برخورد با مسئله و یافتن راه‌حل مناسب برای پاسخ‌گویی به آن می‌نمایاند و قابلیت تفکر هندسی را در نظم‌بخشیدن به فرآیند طراحی معماری آشکار می‌سازد.

"در فضای قانونمند هندسه است که هر چیزی، و از آن جمله اجزاء یک خانه و حتی یک شهر، می‌توانند به دایرهٔ هستی قدم گذارند، و در فضای کثرات و گوناگونی‌ها هویت خود را پیدا کنند. عامل بنیادین ایجاد وحدت در میان اجزای جهان هستی و از جمله در اجزای پیکرهٔ هریک از فرهنگ‌های معماری چیزی جز هندسه نمی‌تواند باشد" (علی‌آبادی، ۱۳۸۶ : ۷۳-۶۳).

عالی‌ترین نوع استفاده از علم هندسه را، در معماری ایرانی دورهٔ اسلامی می‌توان مشاهده کرد. معمار مسلمان ایرانی با استفادهٔ به جا و نوآورانه از این ابزار، زیبایی و سودمندی بنا را تضمین کرده است و به شکلی بدیع، مفهوم کثرت در عین وحدت که همانا ریشه در چکیدهٔ تعالیم اسلام یعنی اعتقاد به توحید دارد را، تجسم بخشیده است و نتیجهٔ آن، هم‌نوایی اجزا، تناسب، نظم و هماهنگی کل بنا است. "برای معمار سنتی، الگوهای هندسی مانند صورت‌های کثرت در وحدت هستند. الگوهای تکرارشونده، نماد ایدهٔ لایتناهی و بی‌زمانی هستند. زیبایی و هماهنگی که در الگوهای هندسی مشاهده می‌شود، یک نظم هندسی بالاتر و عمیق‌تر، یعنی قوانین کیهانی را منعکس می‌کند. انسان روحانی درصدد کشف الگوهای هندسی به عنوان وسیله درک و رسیدن به خدا است" (حجازی،۱۳۸۷ : ۳۶-۱۵).

مسجد به عنوان محل یک‌سوشدن برای عبادت پروردگار، مناسب‌ترین نوع معماری به منظور عینیت‌بخشیدن به مفهوم کثرت در وحدت است و شاید به همین دلیل ماندگارترین آثار معماری دوره اسلامی در ایران، مساجد هستند. در معماری مساجد ایرانی، از ابزار هندسه متناسب با شرایط زمانی و مکانی و نیازهای هر ساختمان به خوبی استفاده شده است و لذا علی‌رغم الگوی تقریباً مشابه مساجد در هر دورهٔ تاریخی ایران، هر ساختمان، معماری منحصر به خود را دارد. جایگاه علم هندسه در معماری همواره موضوعی جذاب جهت تحقیق بوده است. پژوهش‌های متعددی در خصوص روش‌های استفاده از این ابزار کارآمد در فن معماری به انجام رسیده است. در پیشینهٔ این مقاله، مواردی را از نظر می‌گذرانیم.

«حجازی»، در مقاله‌ای تحت عنوان «هندسه مقدس در طبیعت و معماری ایرانی» بیان کرده، تحلیل هندسی بسیاری از بناهای تاریخی ایران به اثبات رسانده، که در معماری ایرانی دانش کاملی از تناسب‌ها به ویژه نسبت زرین، به طور وسیعی استفاده شده و این اساس زیبایی‌شناسی ایرانی بوده است. در بسیاری از بناهای ایرانی پلان و مقطع قایم در چارچوبی از مربع‌ها و مثلث‌های متساوی‌الاضلاع طراحی می‌شد که برخوردگاه‌های آنها همه نقاط ثابت مهم، نظیر عرض و ارتفاع درها، عرض، طول و ارتفاع سالن‌ها، موقعیت کتیبه‌ها و غیره را مشخص می‌کرد. بنابراین، اندازه هر قسمت به وسیلهٔ تناسب معینی به هر قسمت دیگر مرتبط بود. در نتیجه، یک ساختمان مجموعه‌ای از اجزای غیرمتجانس نبود، بلکه ترکیبی هماهنگ از اجزا با ارتباط‌های متناسب بود که به فضا حرکت و به چشم آرامش می‌داد (حجازی، همان).

«پوراحمدی»، در مقاله‌ای تحت عنوان «هندسه در گنبد آرامگاه شیخ زاهد گیلانی»، به منظور پی‌بردن به نحوهٔ تعیین شکل گنبد توسط طراح آن، از میان عوامل اثرگذار بر تعیین شکل این گنبد، هندسه پنهان آن را مورد کاوش قرار داده است. در این مقاله به کمک تحلیل هندسی روشن شد که در طرح گنبد این بنا روابط هندسی ویژه‌ای موجود است و در نتیجه می‌توان محتمل دانست که طراح اثر نیز در طراحی گنبد از چنین ترسیمات هندسی استفاده کرده باشد و بدین ترتیب بخشی از منطق شکل‌گیری اثر روشن می‌شود (پوراحمدی، ۱۳۸۹ : ۹۲-۸۳). «مهدی‌زاده‌سراج»، «تهرانی» و «ولی‌بیگ»، در مقاله‌ای تحت عنوان «به‌کارگیری مثلث‌های هنجار در محاسبات ریاضی و پیاده‌سازی هندسه در ساخت و اجرای معماری سنتی ایران» بیان کرده‌اند، در گذشته پیاده‌سازی فرم و اندازه‌های ساختمان با استفاده از دانش هندسه انجام می‌گرفت که خود بنیان کنترل ساختمان از لحاظ زیبایی و ایستایی را بر عهده داشت. در این مقاله، جایگاه هندسه در نزد معماران و هنرمندان بررسی و ثابت شد که معماران گذشته، با آشنایی به دانش هندسه و نیز توانمندی در عملی‌کردن روابط هندسی، در پی هم‌خوان‌کردن روش‌های هندسه نظری با ابزار خود بودند (مهدی‌زاده سراج، تهرانی و ولی‌بیگ، ۱۳۹۰ : ۲۶-۱۵). «بوسورا» و «مازوز[1]» (۲۰۰۴)، در مقاله‌ای با عنوان «استفاده از نسبت طلایی در مسجد بزرگ قیروان»، به تحلیل هندسی ساختمان این مسجد تاریخی در کشور تونس پرداخته‌اند. تحلیل هندسه ساختمان این مسجد، استفاده مداوم از نسبت طلایی در بنا را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد، روش‌های هندسی- ترسیمی ساخت نسبت طلایی مبنای مهم‌ترین تصمیمات در سازمان‌دهی فضایی بنا بوده‌اند.

در نگارش این مقاله، سعی بر آن است تا با تحلیل هندسی معماری بنای مسجد شیخ لطف‌الله، مبنای پاره‌ای از تصمیم‌گیری‌های معمار، در آفرینش این اثر زیبا و ماندگار آشکار شود (تصویر۱).

تصویر ۱. مسجد شیخ لطف الله اصفهان. عکس : رضا علی‌پور.
Fig.1. Sheikh Lotfollah Mosque in Isfahan. photo: Reza Alipour.

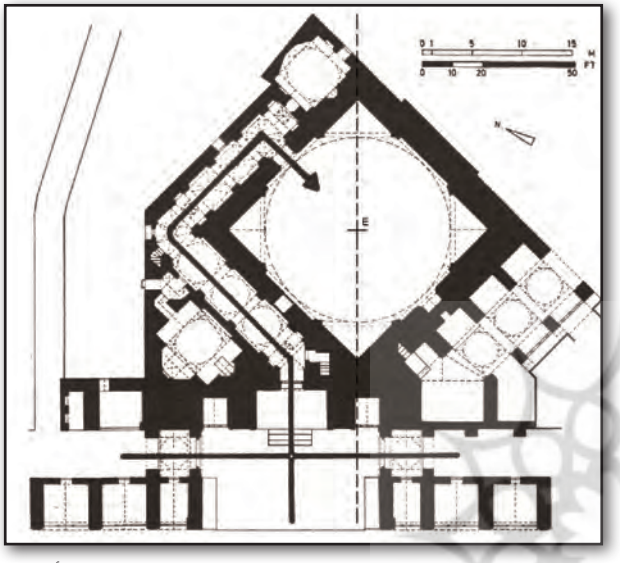
مسجد شیخ لطف‌الله : موقعیت بنا و طرح مسئله

مسجد شیخ لطف‌الله، یکی از زیباترین آثار معماری اصفهان در ضلع شرقی میدان تاریخی نقش‌جهان و مقابل عمارت عالی‌قاپو واقع شده است. این بنا، برخلاف الگوی سنتی مساجد ایرانی فاقد صحن و مناره است. یکی از ویژگی‌های این مسجد چرخش ۴۵ درجه‌ای نمازخانه مربع‌شکل آن نسبت به محور تقارن ورودی بناست، که هدف از آن تنظیم جهت ورود به فضای نمازخانه، رو به قبله است. به این منظور، در ابتدای ورود به ساختمان از طریق یک راهروی کم عرض، گردشی ۴۵ درجه به سمت چپ و پس از طی مسافتی، گردش ۹۰ درجه‌ای دیگری به سمت راست طراحی شده است که باعث می‌شود ورود به فضای نمازخانه، رو به محراب و در جهت قبله صورت گیرد. این ویژگی، که به نظر می‌رسد ایدهٔ اصلی در طراحی این بنا بوده، موجب انحراف فضای نمازخانه مربع شکل از محور تقارن ورودی ساختمان و به سمت جنوب شده است. جابجایی فضای گنبدخانه و عدم تقارن در نمای ورودی ساختمان به وضوح دیده می‌شود. شگفتا، نه تنها موجب آشفتگی نشده، بلکه بر زیبایی بنا افزوده و آن را به یک ساختمان منحصر به فرد تبدیل کرده است (تصاویر ۲ و ۳). جلوخان ورودی مسجد در ضلع شرقی میدان براساس یک هندسهٔ مشخص مکان‌یابی شده است، طوری‌که محل قرارگیری ورودی بنا، ضلع میدان را به دو بخش با تناسب طلایی نسبت به یکدیگر تقسیم کرده است که تحلیل هندسی آن در قسمت دیگری از این مقاله بیان می‌شود. در این پژوهش آنچه اهمیت دارد این است که، آیا مکان‌یابی نمازخانه با توجه به انحراف آن از محور تقارن ورودی بنا، ارتباطی با موقعیت ورودی ساختمان در بدنه میدان دارد؟ ابعاد این فضا به چه روشی انتخاب شده است؟

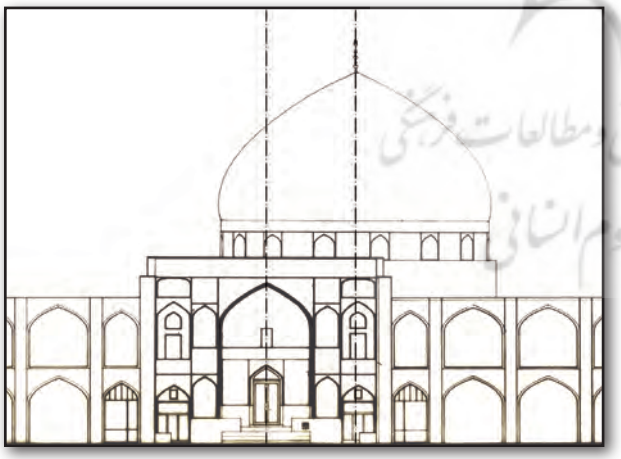
روش انجام کار

شامل دو مرحلهٔ کلی است :

۱. تعیین موقعیت استقرار ساختمان مسجد شیخ لطف‌الله در ضلع شرقی میدان نقش‌جهان. در این مرحله چگونگی تقسیم ضلع میدان به دو بخش با تناسب طلایی نسبت به یکدیگر توسط جلوخان ورودی مسجد، به روش ترسیمی نشان داده می‌شود.



تصویر ۲. جابه‌جایی مرکز نمازخانه از محور تقارن جلوخان ورودی مسجد. مأخذ : سلطان‌زاده، ۱۳۷۲.
Fig. 2. Displacement of the prayer hall's center from the symmetrical axis of the mosque's entrance. Source: Soltanzadeh, 1993.



تصویر۳. جابه‌جایی گنبد نسبت به محور تقارن جلوخان ورودی مسجد، مأخذ : مرکز اسناد و مدارک سازمان میراث فرهنگی.
Fig. 3. Displacement of the dome from the symmetrical axis of the mosque's entrance. Source: Iranian Cultural Heritage Organization Documentation Center.

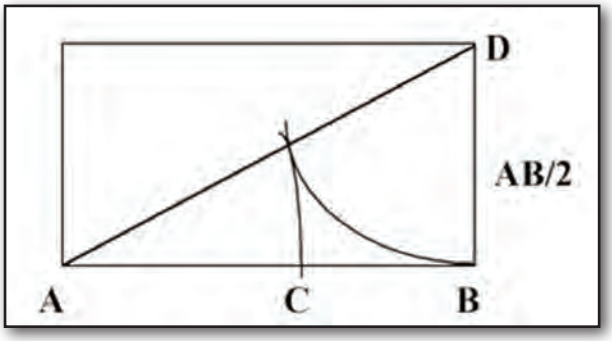
۲. تحلیل هندسی پلان ساختمان که، از نقطهٔ مرکز فضای نمازخانه مسجد آغاز شده و در چهار مرحله به سمت جلوخان ورودی بنا توسعه پیدا می‌کند.

با مقایسهٔ نتایج حاصل از مراحل فوق، ارتباط هندسی نمازخانه

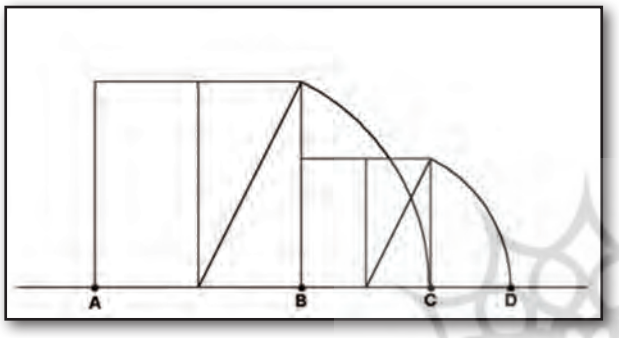
مسجد با موقعیت جلوخان ورودی بنا در ضلع میدان و رابطهٔ ابعادی این دو فضا به اثبات می‌رسد. با توجه به اینکه نسبت طلایی و دو روش ترسیمی ساخت آن در انجام مراحل فوق مورد استفاده قرار گرفته‌اند، لذا ضروری است مختصری به آنها پرداخته شود.

• روش‌های هندسی ساخت نسبت طلایی

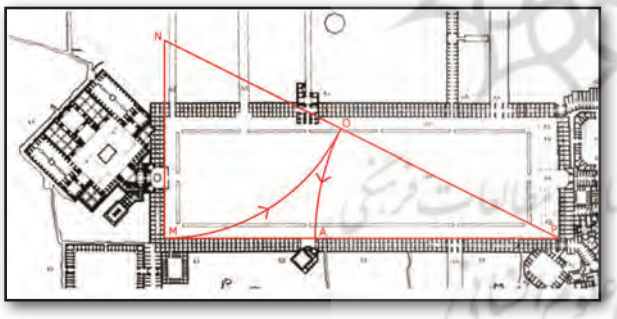
نسبت طلایی[۲] به چندین روش هندسی- ترسیمی قابل ساخت است. در این مقاله دو روش ساخت، براساس نیاز این گفتار ارایه می‌شود. روش نخست، نشان‌دهندهٔ چگونگی تقسیم یک پاره‌خط به نسبت طلایی است (تصویر۴). برای این منظور، ابتدا پاره‌خط AB ترسیم می‌شود. مستطیل به طول برابر AB و عرض مساوی AB/2 و قطر آن، یعنی پاره‌خط AD رسم می‌شود. به وسیلهٔ ترسیم یک کمان به مرکز D و شعاع DB قطر مستطیل به دو بخش تقسیم می‌شود که حاصل برخورد کمان مذکور با قطر AD است. مرحلهٔ پایانی، چرخاندن قطعهٔ بزرگ‌تر قطر AD بر روی پاره خط AB است که به وسیلهٔ رسم کمان به مرکز A و شعاع مساوی قطعهٔ بزرگ‌تر قطر انجام می‌گیرد. نقطه C که محل برخورد کمان با پاره‌خط AB است، پاره‌خط را به نسبت طلایی تقسیم می‌کند. رابطهٔ CB:AC=AC:AB=1:Ø میان اجزای خط برقرار است. (Boussora & Mazouz, 2004). روش دوم، نشان‌دهندهٔ چگونگی ساخت یک مستطیل با نسبت طلایی میان اضلاع آن از یک مربع است (تصویر۵). برای این منظور، ابتدا مربع با ضلع مساوی AB ترسیم و خط قطری از وسط پاره‌خط AB به کنج مربع در مقابل آن رسم می‌شود. به شعاع مساوی این خط و به مرکز وسط ضلع AB کمانی رسم می‌شود تا امتداد پاره‌خط AB را در نقطه C قطع کند. مستطیل به طول AC و عرض برابر AB یک مستطیل طلایی خواهد بود. با تکرار همین روش، نسبت طلایی در امتداد پاره‌خط AB تکرار خواهد شد. رابطهٔ CD:BC=BC:BD=BC:AB=AB:AC=1:Ø میان اجزای ترسیم برقرار است (Ibid).



تصویر ۴. روش تقسیم یک پاره خط به نسبت طلایی. مأخذ : بوسورا و مازوز، ۲۰۰۴.
Fig. 4. The method to divide a line by Golden section.
Source: (Boussora & Mazouz, 2004).



تصویر۵. روش ساخت نسبت طلایی با استفاده از مربع. مأخذ : بوسورا و مازوز، ۲۰۰۴.
Fig. 5. The method to construct Golden Section using a square. Source: Boussora & Mazouz, 2004.



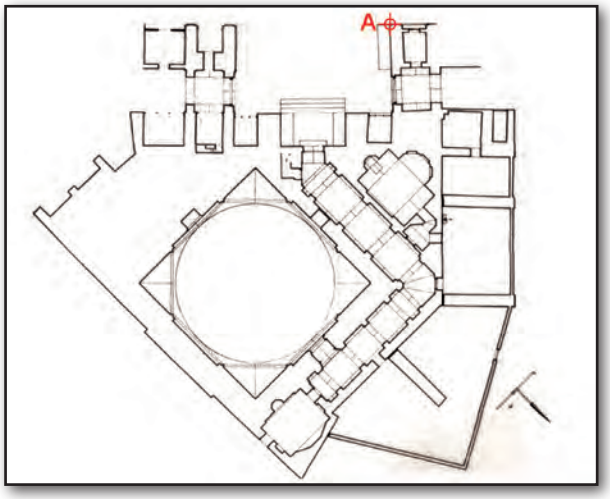
تصویر ۶. تقسیم ضلع میدان به نسبت طلایی به وسیله جلوخان ورودی مسجد شیخ لطف‌الله. مأخذ : اردلان و بختیار، ۱۳۹۰.
Fig. 6. The location of the mosque's entrance divides the eastern side of Square into two parts. with golden proportion between them.
source : Ardalan & Bakhtyar, 2011.

موقعیت‌یابی ورودی مسجد در بدنه شرقی میدان نقش جهان

در این مرحله، چگونگی تقسیم ضلع میدان به دو بخش با تناسب طلایی نسبت به یکدیگر توسط جلوخان ورودی مسجد، به روش ترسیمی نشان داده می‌شود. برای انجام این کار، مطابق تصویر ۶ به ترتیب زیر عمل می‌شود[۳]:

۱. پاره‌خط MP مساوی با ضلع بزرگ میدان ترسیم می‌شود.
۲. مثلث MNP ترسیم می‌شود به شکلی که اندازهٔ ضلع MN مساوی نصف اندازه ضلع MP است.
۳. کمانی به مرکز N و شعاع NM ترسیم می‌شود. امتداد این کمان وتر NP را در نقطهٔ O قطع می‌کند.
۴. کمان دیگری به مرکز P و شعاع PO رسم می‌شود. امتداد این کمان ضلع MP را در نقطهٔ A قطع می‌کند.

مطابق آنچه شرح داده شد، نقطهٔA پاره‌خط MP که همان ضلع بزرگ میدان است را به دو قسمت با تناسب طلایی، نسبت به یکدیگر تقسیم کرده است. رابطهٔ AM:AP=AP:MP=1:Ø میان اجزای شکل برقرار است. با توجه به تصویر ۶، نقطه A آغازین محل اتصال جلوخان ورودی مسجد با ضلع میدان بوده و تعیین‌کنندهٔ محل استقرار بنا در بدنهٔ میدان است. تصویر ۷ محل نقطهٔ A را در کنج ورودی بنا نشان می‌دهد.



تصویر۷. مکان نقطه A در کنج جلوخان ورودی مسجد. مأخذ : مرکز اسناد و مدارک سازمان میراث فرهنگی.

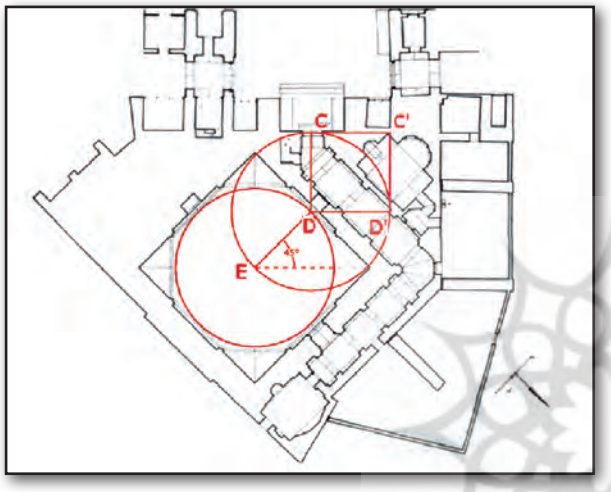
Fig. 7. Point A location in the corner of the entrance to the mosque. Source: Iranian Cultural Heritage Organization Documentation Center.

مکان‌یابی فضای نمازخانه

برای انجام این کار مطابق تصاویر ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ به این ترتیب عمل می‌شود : ابتدا دایره به مرکز E و شعاع مساوی شعاع قاعدهٔ گنبد رسم می‌شود. با توجه به مربع تمام بودن فضای نمازخانه، این مربع بر دایرهٔ مذکور محیط است. با زاویه ۴۵ درجه نسبت به خط افقی، شعاع دایره رسم می‌شود تا محیط آن را در نقطه D قطع کند (تصویر ۸).

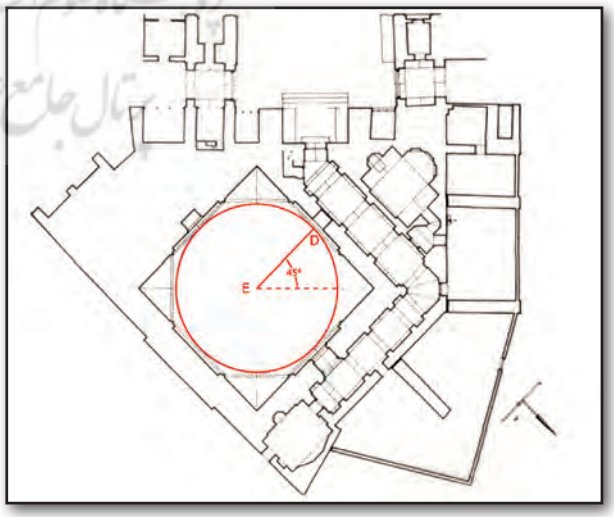
دایرهٔ رسم‌شده در مرحله قبل، در امتداد شعاع ED انتقال پیدا می‌کند تا مرکز آن بر نقطه D منطبق شود[۴]. به کمک این دایرهٔ جدید، مربع DCC'D' با طول ضلع مساوی شعاع دایره رسم می‌شود. با توجه به شکل، مشخص می‌شود نقطهٔ C با تقریب بسیار خوب بر روی محور تقارن ورودی بنا و وسط درگاه ورودی قرار دارد (تصویر ۹).

به مرکز O نقطهٔ وسط ضلع DC و به شعاع مساوی OC' کمانی رسم می‌شود تا امتداد DC را در نقطه B قطع کند. مستطیل DBA'D' که به این روش به دست آمده است، مطابق آنچه شرح داده شد یک مستطیل با تناسب طلایی میان اضلاع آن است (تصویر ۱۰).



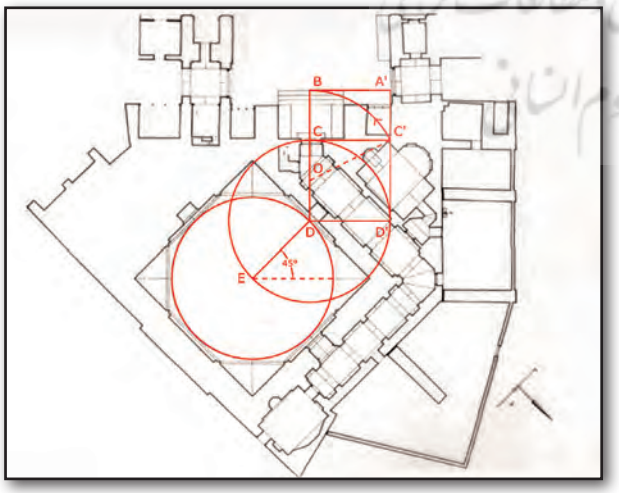
تصویر۹. تحلیل هندسی پلان مسجد شیخ‌لطف‌الله، مأخذ : مرکز اسناد و مدارک سازمان میراث فرهنگی.

Fig. 9. Geometrical analysis of Sheik Lotfollah Mosque's floor plan. Source: Iranian Cultural Heritage Organization Documentation Center.



تصویر۸. تحلیل هندسی پلان مسجد شیخ‌لطف‌الله، مأخذ : مرکز اسناد و مدارک سازمان میراث فرهنگی.

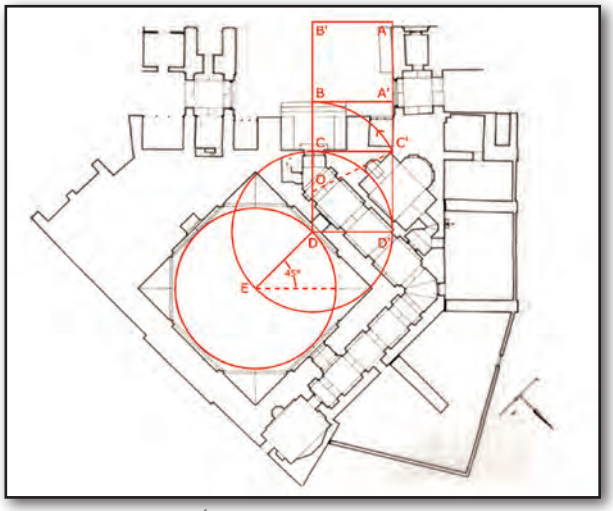
Fig. 8. Geometrical analysis of Sheik Lotfollah Mosque's floor plan. Source: Iranian Cultural Heritage Organization Documentation Center.



تصویر ۱۰. تحلیل هندسی پلان مسجد شیخ‌لطف‌الله، مأخذ : مرکز اسناد و مدارک سازمان میراث فرهنگی.

Fig. 10. Geometrical analysis of Sheik Lotfollah Mosque's floor plan, Source: Iranian Cultural Heritage Organization Documentation Center.

در مرحلهٔ آخر، مربع BB'AA' رسم می‌شود. با توجه به مراحل قبل، واضح است که طول ضلع این مربع مساوی شعاع دایره به مرکز E است. مستطیل CB'AC'، یک مستطیل با تناسب طلایی میان اضلاع آن است. لذا با توجه به اینکه طول AC' از مستطیل مذکور، مساوی عمق جلوخان ورودی مسجد و عرض AB' مساوی نصف طول این فضا است می‌توان نتیجه گرفت ابعاد جلوخان ورودی مسجد بر اساس نسبت طلایی محاسبه شده است (تصویر ۱۱).



تصویر ۱۱. تحلیل هندسی پلان مسجد شیخ‌لطف‌الله، مأخذ : مرکز اسناد و مدارک سازمان میراث فرهنگی.

Fig. 11. Geometrical analysis of Sheik Lotfollah Mosque's floor plan, Source: Iranian Cultural Heritage Organization Documentation Center.

مقایسه نتایج حاصل از تحلیل

با مقایسه نتایج به دست آمده مشخص می‌شود نقطهٔ A از مربع BB'AA' که بر کنج جلوخان ورودی مسجد و در محل اتصال این فضا با بدنهٔ میدان قرار دارد، با تقریب بسیار خوبی بر نقطه نظیر خود (نقطهٔ بدست آمده از تصاویر ۶ و ۷)، منطبق است. این انطباق پیوستگی هندسی نقطه مرکز فضای نمازخانه مسجد را با موقعیت ورودی بنا در ضلع میدان به اثبات می‌رساند. به عبارت دیگر، می‌توان نتیجه گرفت، روش هندسی تعیین محل نمازخانه، ادامه روش هندسی موقعیت‌یابی ورودی بنا در بدنه میدان و یک فرآیند به هم پیوسته است. بر اساس تحلیل انجام شده و مطابق تصویر ۱۱، اندازه شعاع دایرهٔ محاطی فضای نمازخانه که در حقیقت شعاع مقطع دایره‌ای قاعدهٔ گنبد است و در شکل با ED نشان داده شده است، مساوی پاره‌خط AB' یعنی نصف طول جلوخان ورودی مسجد است. لذا می‌توان نتیجه گرفت ابعاد فضای مربعی نمازخانه، براساس ابعاد ورودی بنا و با کمک روش‌های هندسی ساخت نسبت طلایی به دست آمده است[۵].

نتیجه‌گیری

تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان، برخی روابط هندسی موجود میان اجزای این بنای ارزشمند را آشکار کرد و نتایج زیر حاصل شد :

الف. با توجه به تحلیل‌های انجام گرفته، موقعیت نمازخانه در ارتباط با ورودی بنا، به کمک روش‌های هندسی- ترسیمی معین شده است و ابعاد فضای نمازخانه، متناسب با ابعاد جلوخان ورودی بناست.

ب. موقعیت نمازخانه نسبت به ورودی بنا، براساس موقعیت ورودی بنا در بدنهٔ شرقی میدان معین شده است. به عبارتی، روش هندسی مکان‌یابی نمازخانه، ادامهٔ روش هندسی موقعیت‌یابی ورودی بنا در بدنهٔ میدان بوده و یک فرآیند به‌هم پیوسته است.

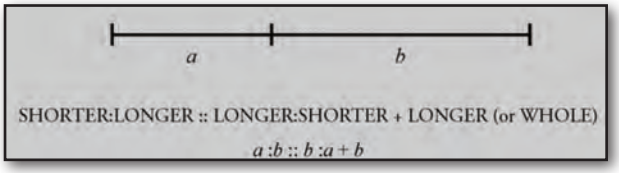
ج. در طراحی بنای مسجد شیخ لطف‌الله، از نسبت طلایی و روش‌های هندسی ساخت آن در برقراری تناسب میان اجزای بنا استفاده شده است.

معمار طراح این بنا، با اشراف کامل خود بر علم هندسه و روش‌های عملی کاربرد آن، به شیوه‌ای استادانه اندازه و موقعیت اجزای ساختمان را نسبت به یکدیگر تنظیم کرده و هماهنگی چشم‌نوازی را میان اجزا برقرار ساخته است. علم هندسه در معماری ایرانی جایگاهی اساسی و تعیین‌کننده دارد، تعیین ابعاد و تناسبات اجزای ساختمان و تنظیم رابطهٔ میان آنها، با استفادهٔ به جا از این ابزار به زیبایی میسر می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

۱. Said Mazouz & Kenza Boussora

۲. نسبت طلایی به شکل تقسیم یک پاره‌خط به دو قسمت نامساوی به گونه‌ای که نسبت طول بخش کوچک‌تر پاره‌خط به طول بخش بزرگ‌تر آن مساوی نسبت طول بخش بزرگ‌تر آن به طول کل پاره‌خط باشد، قابل تعریف است؟ (تصویر ۱۲). نسبت طلایی به افتخار نام مجسمه‌ساز یونانی «فیدیاس» با حرف فی یا Ø و به صورت Ø:1 نمایش داده می‌شود و به لحاظ عددی تقریباً برابر ۱/۶۱۸ :۱ است : (Fletcher, 2005).



تصویر۱۲. نسبت طلایی. مأخذ : فلچر، ۲۰۰۵.

Fig. 12. Golden Section. Source: Flercher, 2005.

۳. تحلیل هندسی در تصویر ۶، با توجه به روش هندسی ساخت نسبت طلایی که در تصویر۴ ارایه شده است، توسط نویسندگان مقاله انجام شده است.
۴. انتقال دایره در این مرحله از تحلیل هندسی، با توجه به انحراف فضای گنبدخانه از محور تقارن ورودی بنا انجام شده است.
۵. نقشه‌های استفاده شده در این مقاله، با توجه به اهمیت صحت برداشت آنها، از وب سایت مرکز اسناد و مدارک سازمان میراث فرهنگی کشور و سایر منابع معتبر دریافت شده و قابل استناد هستند.

فهرست منابع

• ابوالقاسمی، لطیف. ۱۳۸۵. *هنجار شکل‌یابی در معماری اسلامی ایران*. به کوشش محمد یوسف کیانی. تهران : سمت.
• اردلان، نادر و بختیار، لاله. ۱۳۹۰. *حس وحدت*. ت : ونداد جلیلی. تهران : علم معمار.
• پوراحمدی، مجتبی. ۱۳۸۹. هندسه در گنبد آرامگاه شیخ زاهد گیلانی؛ الگویی برای طراحی گنبد در کرانه جنوبی دریای خزر. *مجله هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی*، (۴۳) : ۹۲-۸۳.
• حجازی، مهرداد. ۱۳۸۷. هندسه مقدس در طبیعت و معماری ایرانی. *تاریخ علم*، (۷) : ۳۶-۱۵.
• سلطان‌زاده، حسین. ۱۳۷۲. *فضاهای ورودی در معماری سنتی ایران*. تهران : شهرداری تهران، معاونت امور اجتماعی و فرهنگی.
• علی‌آبادی، محمد. ۱۳۸۶. هندسه جاویدان (یا هندسه آسمانی) در معماری اسلامی. *نشریه بین المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران*، (۵) : ۷۳-۶۳.
• عمومی، محمد. ۱۳۸۷. *معماری الگو نظم*. تهران : خاک.
• مهدی‌زاده سراج، فاطمه؛ تهرانی، فرهاد و ولی‌بیگ، نیما. ۱۳۹۰. به کارگیری مثلث‌های هنجار در محاسبات ریاضی و پیاده‌سازی هندسه در ساخت و اجرای معماری سنتی ایران. دو *فصلنامه علمی-پژوهشی مرمت، آثار و بافت های تاریخی، فرهنگی*، (۱) : ۲۶-۱۵.
• وب سایت مرکز اسناد و مدارک سازمان میراث فرهنگی www.ichodoc.ir

Reference List

• Abolghasemi, L. (2006). *Hanjar- e sheklyabi dar memari- ye eslami- ye Iran* [Form finding norm in Islamic architecture of Iran]. With the efforts of: Kiani, M. Tehran: Samt.
• Aliabadi, M. (2007). Hendese- ye javidan (ya hendese-ye asemani) dar memari- ye eslami [Eternal geometry (or geometry of heaven) in Islamic architecture]. *Nashri- ye bein- ol melali- ye oloom- e mohandesi- ye daneshgah- e elm o sanat- e Iran*, (5): 63-73.
• Ardalan, N. & Bakhtyar, L. (2011). *Hess- e vahdat* (The Sense of Unity). Translated from the English by Jalili, V. Tehran: Elm- e memar. (Original work published in 1971).
• Boussora, K. & Mazouz, S. (2004). The use of the Golden Section in the Great Mosque at Kairouan. *Nexus Network Journal*, 6, (1): 7-16.
• Fletcher, R. (2005). The Golden Section. *Nexus Network Journal*, 7 (1). Available from: http://www.emis.de/journals/NNJ/GA-v7n1.html.
• Hejazi, M. (2008). Hendese- ye moghadas dar tabiat va memari- ye Irani [Sacred geometry in nature and Iranian architecture]. *Tarikh- e elm*, (7): 15-36.
• Iranian Cultural Heritage Organization Documentation Center. Available from: http://www.ichodoc.ir.
• Mehdizadeh Seraj, F., Tehrani, F. & Valibeig, N. (2011). Bekargiri- ye mosalasha- ye hanjar dar mohasebat- e riazi va piadesazi- ye hendese dar sakht va ejraye memar- ye sonati- ye Iran [Using normal triangles in math and geometry implementation in the construction of traditional Iranian architecture]. *Do faslname- ye elmi- pazhuheshi- ye maremat, asar va baftha- ye tarikhi farhangi*, (1): 15-26.
• Omomi, M. (2008). *Memari, olgu, nazm* [Architecture, Pattern, Order]. Tehran: .Khak
• Pourahmadi, M. (2010). Hendese dar gonbad- e aramgah- e sheikh zahed- e Gilani: olguee baray- e tarrahi- ye gonbad dar karane- ye jonoobi- ye darya- ye khazar [Geometry of the dome of the tomb of Sheikh Zahed Gilani: A model for the design of the dome in the southern coast of the Caspian Sea]. *Honar- ha- ye ziba*, (43): 83-92.
• Soltanzadeh, H. (1993). *Fazaha- ye voroodi dar memari- ye sonatti- ye Iran* [Entrance spaces in traditional Iranian architecture]. Tehran: Tehran Municipality, Social and Cultural Affairs.

Geometrical analysis of architecture of Sheik Lotfollah Mosque to find the geometrical relations between its prayer hall and the entrance*

Ali Dahar**
Reza Alipour***

Abstract

The architecture of mosques plays a pivotal role in the Islamic art. It reflects the thoughts and beliefs of the architects who devoted their lives to achieving unity in structure. Sheikh Lotfollah Mosque, located in Isfahan, is a magnificent and highly splendid construction of Iranian–Islamic architecture prevalent in the Safavid era. The Mosque was built in Naghsh-e Jahan Square by the well-known Iranian architect of the time, Mohammad Reza Isfahani and on the order of Shah Abbas, the First. It is named after Sheikh Lotfollah Jabal Ameli, a great scholar of the Safavid era. Naghsh-e Jahan Square is one of UNESCO's World Heritage Sites. Unlike the traditional pattern of Iranian mosques, this building does not have a courtyard and a minaret. A feature of this mosque is its prayer hall's 45 degree rotation to the axis of its entrance. The purpose of this is to adjust the direction of the entrance toward Qibla. The significance of this building lies in its architecture and beautiful tile work, which has significantly added to its value. Mosques, as places of worship, are the most appropriate form of architecture through which the concept of multiplicity in unity is realized. That is why mosques have always been the most enduring works of architecture during the Islamic era in Iran. In the architecture of Iranian mosques, geometrical tools have been properly utilized with regard to the condition of time and place. Accordingly, different mosques built in same era, though somehow similar, have their unique features. The accurate geometry of Sheikh Lotfollah Mosque will have every researcher wonder over the splendor of its architectural beauties. The analysis of many Iranian historical buildings from the geometrical point of view has proven that a thorough knowledge of proportions especially the Golden Section has been used widely in Iranian architecture and this is the basis of Iranian aesthetics. In many Iranian buildings, plans and vertical sections have been designed in frames of squares and triangles in which intersections determined all important fixed points such as width and height of doors, width, length and height of rooms and the location of inscriptions. Therefore, the dimensions of each component were associated to others by a certain proportion. As a result, the building was not a set of non-harmonic components, but was a harmonious combination of elements with appropriate relations between them, producing movement and calmness in space. A geometrical analysis of the architecture of Sheik Lotfollah Mosque reveals some of the principles which have been influential in the design of this splendid building. The Mosque's entrance on the side of Naghsh-e Jahan Square has been determined based on a specific geometry. The location of the entrance divides the side of the Square into two parts based on the specifics of the golden proportion. At the beginning of the entrance to the building and through a narrow corridor a 45 degree rotation to the left and within a short distance, a 90 degree rotation to the right has been designed. The purpose of this is to adjust the direction of the entrance to the prayer hall toward Qibla. This has caused the square-shaped prayer hall to deviate from the symmetrical axis of the entrance. Dome relocation and asymmetry are seen clearly in the building's facade. Ironically, this has not only caused any confusion but added to the beauty of the building and has made it a unique masterpiece. The Mosque's positioning on the eastern side of Naqshe-Jahan Square, which is based on the Golden Section, and the movement of the prayer hall from the symmetrical axis of the entrance are the main focuses of this article. The research hypothesis is that the positioning of the prayer hall, with respect to its displacement from the symmetrical axis of the entrance of the building is linked to the position of the entrance on the side of the Square. In this article, a geometrical model is generated. Then, by applying the model to the plan of the Mosque, the geometrical and dimensional relations between the two above-mentioned spaces are identified. Based on this, the rationale behind the formation of this masterpiece is revealed. The findings show the architect's full knowledge of geometry and its practical application and emphasizes that the dimensions of the prayer hall was determined proportionate to the dimensions of the entrance and the positioning of this space to the entrance was determined in relation to the positioning of the entrance on the side of Naqshe-Jahan Square. It is also revealed that the Golden Section and geometrical techniques of its construction have been used in this Mosque to create a balance between components of structure. The research method is analytical-descriptive and proceeds through the geometrical analysis of the building. At first, the plan of the Mosque and its positioning in Naqshe-Jahan Square are studied and then the hypothesis is proven through the analysis of the geometrical features of the Mosque.

Keywords

Islamic architecture, Sheikh Lotfollah Mosque, Geometry, Golden Section.

*. This paper is derived from the research entitled "Geometrical analysis of architecture of Sheik Lotfollah Mosque" supported by Islamic Azad University, Abadan Branch. Abadan, Iran.

**. M. A. in Architecture, Lecturer, Department of Architecture, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran. ali_dahar@yahoo.com.

***. M. A. in Painting, Lecturer, Department of Art, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran. alipourart@yahoo.com