

The Great Mosque of Borujerd (Masjed-e Jāme); Aspects of Architectural Design and Construction in the Seljuk Era

Lorenz Korn^{1*}

1. Professor, Department of Islamic Art and Archeology, Oriental Studies, University of Bamberg, Bamberg, Germany


Article Info

Original Article

Received: 2018/12/13;

Accepted: 2019/02/20;

Published Online 2019/03/30

 10.30699/arhar.40.1.89

Use your device to scan
and read the article online



Corresponding Author

Lorenz Korn

Professor, Department of
Islamic Art and Archeology,
Oriental Studies, University of
Bamberg, Bamberg, Germany

Email:

lorenz.korn@uni-bamberg.de

ABSTRACT

The Great Mosque of Borujerd (Loristan) with its dome hall (dated 533-39 HQ/1139-45 AD) counts among the important monuments of the Saljuq period. It was object to a campaign of architectural documentation during which a complete 3D laser scan of the dome hall was produced. On this basis, exact ground plan and sections of the building were drawn, which depict its true shape without idealizing. Considering the seismic history of the place, the use of laser scanning as a basis for future conservation and restoration issues is obvious. In the present study, the laser scan measures, and the drawings were taken as a basis for examining the structure of the dome hall in more detail than hitherto possible. It can be concluded that the original building was erected with considerable tolerances in measures. Nevertheless, measures were examined for a possible underlying module. Conclusions involve a set of very rough proportioning, although it seems clear that the interior has been much altered and even the present shell of the dome has been re-built. The new documentation makes it most likely that the dome hall at Borujerd was never planned with a double-shell dome, as a single-shell dome on the profile of the present inner dome would have presented an aesthetically satisfying profile.

Keywords: Building survey, 3D laser scanning, Construction, Design, Proportions

Copyright © 2019. This open-access journal is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

How to Cite This Article:

Korn L. The Great Mosque of Borujerd (Masjed-e Jāme); Aspects of Architectural Design and Construction in the Seljuk Era. Athar. 2019; 40 (1) :89-106

مقاله پژوهشی

بررسی مسجد جامع بروجرد؛ نکاتی درباره طراحی و ساخت بناهای دوره سلجوقی

لورنس کورن^{*۱}

۱. استاد، گروه تاریخ هنر و باستان‌شناسی اسلامی، دانشگاه بامبرگ، بامبرگ، آلمان

اطلاعات مقاله	خلاصه
دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۲ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۱ انتشار آنلاین: ۱۳۹۸/۰۱/۱۰	مسجد جامع بروجرد واقع در استان لرستان به‌همراه گنبدخانه‌اش (تاریخ‌گذاری به سال ۵۳۳-۵۳۹ ق/۱۱۳۹-۱۱۴۵ م) از بناهای مهم دوره سلجوقی به شمار می‌رود. در راستای یک مجموعه برنامه تحقیقاتی و مستندنگاری معماری، از گنبدخانه این مسجد یک طرح جامع لیزر اسکن سه بعدی تهیه شد. در این فرایند، طرح‌های پلان و مقاطع بنا با دقت ترسیم شده است؛ در این طرح‌ها شکل حقیقی خطوط بنا بدون ایدئال‌گرایی نشان داده می‌شود. حال با توجه به شواهد تاریخی لرزه‌نگاری این منطقه، اهمیت کاربرد لیزر اسکن به‌عنوان مبنایی برای مسائل مربوط به برنامه‌های حفاظتی و مرمتی در آینده روشن است. مستندات برداشت‌شده به‌وسیله لیزر اسکن در پژوهش حاضر، نقش زیرساخت را برای بررسی ساختار گنبدخانه، با جزئیات بیشتری نسبت به اطلاعات پیشین، آشکار می‌سازد. به‌عنوان نتیجه‌گیری می‌توان به چشم‌پوشی‌های قابل توجه در سیستم اندازه‌گیری درهنگام ساخت بنای اولیه اشاره کرد. با این وجود، امکان استفاده از این واحدهای اندازه‌گیری در این سیستم به‌عنوان یک واحد اندازه‌گیری شاخص مورد بررسی قرار گرفته است. نتیجه این بررسی مجموعه‌ای از تناسب‌ها را شامل می‌شود؛ اگرچه واضح است که فضای داخلی بنا تغییرات فراوانی کرده و همچنین پوسته امروزی گنبد بازسازی شده است. مستندنگاری‌های جدید این احتمال را می‌دهد که گنبدخانه مسجد بروجرد هرگز به‌عنوان یک گنبد دو پوسته طراحی نشده بود، زیرا به‌عنوان یک گنبد یک پوسته در مقطع داخلی امروزی، از نظر زیبایی‌شناسی ظاهر رضایت‌بخشی را ارائه می‌دهد است.
نویسنده مسئول: لورنس کورن استاد، گروه تاریخ هنر و باستان‌شناسی اسلامی، دانشگاه بامبرگ، بامبرگ، آلمان پست الکترونیک: lorenz.korn@uni-bamberg.de	کلیدواژه‌ها: برداشت بنا، لیزر اسکن سه‌بعدی، طراحی، هندسه، تناسب
حق کپی رایب انتشار: این نشریه ی دارای دسترسی باز، تحت قوانین گواهینامه بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 International License منتشر می‌شود که اجازه اشتراک (تکثیر و بازآرایی محتوا به هر شکل) و انطباق (باز ترکیب، تغییر شکل و بازسازی بر اساس محتوا) را می‌دهد.	

مقدمه

مطلوب به نظر نمی‌رسد. از یک‌سو برخی از این سازه‌های تاریخی در طول دوران متمادی به‌دلیل زلزله آسیب شدید دیده‌اند که این اتفاق در آینده نیز برای آنها قابل پیش‌بینی است. مستندنگاری این سازه‌ها که به‌صورت واقع‌بینانه، دقیق و بدون هیچ‌گونه دخل و تصرف آرمان‌گرایانه در شکل و هندسه آنها صورت می‌گیرد، می‌تواند به‌عنوان ابزار در دو جبهه نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا کند: برای مقایسه شرایط بنا در دوره‌های مختلف و امکان برنامه‌ریزی برای اهداف حفاظتی بنا. به‌منظور عملی شدن این اهداف می‌توان از فن رایج لیزر اسکن سه‌بعدی یا فناوری‌های جدید دیگر مرتبط با فتوگرامتری استفاده کرد.

از سوی دیگر، پایه و اساس تاریخ مطالعات معماری بر مبنای مستندنگاری دقیق بنا شده است؛ یعنی درک تکنیک‌ها و طراحی ساختمان‌های تاریخی رابطه مستقیمی

برداشت دقیق از بناهای تاریخی در سراسر جهان، وظیفه سازمان‌های میراث فرهنگی، حفاظت و مرمت است که این وظیفه چالش پیوسته‌ای برای این سازمان‌ها رقم می‌زند. از یک‌سو مطالبات مربوط به مستندسازی بناهای تاریخی در سال‌های گذشته رو به افزایش گذاشته است و از سوی دیگر زلزله، بازسازی و دیگر مداخلات در بناهای تاریخی به تغییر شالوده آنها منجر شده است. این امر انگیزه‌ای برای به‌روزرسانی مستندنگاری این بناها می‌شود. فناوری‌های پیشرفته جدید در این حوزه، قابلیت‌های زیادی برای استفاده در بناهای تاریخی دارد که این فناوری‌ها در کنار خدمت به پژوهش‌های تاریخی و تاریخ هنری درباره این بناها، اهداف مربوط به حفظ و مرمت را نیز میسر می‌کنند.

استفاده از تکنیک‌های جدید در برداشت‌های نوری (لیزری) گنبدخانه‌های مساجد ایران، به‌دلیل وجود دو عامل

با دسترسی به تصاویر و نقشه‌های مطمئن (موثق) دارد. نقشه بناهای تاریخی گنبددار ایران به صورت قابل قبولی اندازه‌گیری شده و برخی از آنها نیز منتشر شده‌اند، اما در مقابل، نما و برش این بناها بیشتر براساس اندازه‌گیری‌های نادرست و استنباط‌های آرمانی ترسیم شده‌اند. در این ترسیم‌ها، پاسخی به تغییر و انحراف از اشکال ایده‌آل آنها در نظر گرفته نمی‌شود؛ برای مثال آیا فرم امروزی مربوط به زمان ساخت بناست یا مربوط به تغییرات بنا در دوره‌های بعدی آن. به جای پاسخ به این ابهامات، در این ترسیم‌ها شکل ایده‌آل شده و آرمانی این سازه‌ها رسم شده که در آن دیوارها کاملاً عمود است و زوایای راست (قائم) و فرم‌های متقارن و منظم غالب آن را شکل داده‌اند که مقایسه این طرح‌ها با فرم اصلی بنا سازگار نبودن آنها را نشان می‌دهد. نگارنده این سطور به همراه تیم پژوهشی خود پیش از انجام تحقیقات در بروجرد، تجربه‌های بسیاری در زمینه مستندنگاری گنبدخانه‌های مساجد دوره سلجوقی حاصل کرده بودند.

مساجد گنبددار دوره سلجوقی وضعیت بسیار خوبی برای برداشت‌های لیزری دارند؛ زیرا فضاهای بزرگ به ندرت از سوی بخش‌های دیگر بنا تغییر کرده‌اند. همچنین در ساختار دیوارهای بناهای دوره سلجوقی به ندرت بیرون‌رفتگی‌هایی (پیش‌آمدگی) وجود دارد؛ به همین دلیل نقاط کوری برای استفاده از لیزر اسکن شکل نمی‌گیرد. با توجه به زمین‌لرزه‌های شهر بروجرد در طول دو قرن اخیر و خسارت‌های متعدد مسجد جامع این شهر، استفاده از اندازه‌گیری دقیق برای این بنا اهمیت ویژه‌ای دارد. همچنین با مقایسه نقشه‌های برداشت‌شده کنونی، امکان تشخیص تغییر شکل‌های احتمالی این بنا در آینده به راحتی صورت می‌پذیرد.

از ۳۰ دی تا ۴ بهمن ماه سال ۱۳۹۱ خورشیدی (۱۹ تا ۲۳ ژانویه سال ۲۰۱۳ میلادی) گروهی ایرانی-آلمانی مطالعه گنبدخانه مسجد جامع بروجرد را آغاز کردند. اعضای این تیم عبارت بودند از: علیرضا شاه‌محمدپور، ذات‌الله نیک‌زاد و محمد فراهانی از پژوهشکده ابنیه و بافت پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری و یاسمین بدر، کوروش رشیدی و لورنز کورن^۱ از رشته تاریخ هنر و باستان‌شناسی اسلامی دانشگاه بامبرگ آلمان. هدف اصلی این مقاله، مطالعات و برداشت نقشه‌های دقیق از گنبدخانه این مسجد که مهم‌ترین بخش

بنا شناخته می‌شود با استفاده از لیزر اسکن سه‌بعدی بود. این هدف محقق شده است.^۱ داده‌های برداشت شده از بنا پس از مطالعات تحقیقاتی به داده‌های قابل خوانش در نرم‌افزار اتو کد تبدیل شدند. در این نرم‌افزار به کمک این داده‌ها یک نقشه و سه مقطع ترسیم شدند.^۲ در طول برداشت لیزری داده‌ها، این مسجد بسیار دقیق مطالعه شد. ویژگی‌های ساخت و همچنین مشاهدات از جزئیات و انحرافات بنا به صورت کتبی و گاهی با رسم اسکیس‌هایی (طرح‌هایی) ثبت و ضبط شدند. همچنین مطالعه آرشیو سازمان میراث فرهنگی شهرستان بروجرد گزارش‌های مربوط به کاوش‌های باستان‌شناسی انجام شده در این بنا بین سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۷۰ را نشان می‌دهد. نتیجه این تحقیقات یافتن شکل‌های زیادی از این بنا و گزارش باستان‌شناسی انتشارنیافته‌ای از محمد مقدس مربوط به سال ۱۳۷۲ بود. با توجه به داده‌های جدید به دست آمده از این پژوهش، معماری این مسجد بر اساس ابعاد دقیق قابل تجزیه و تحلیل است. همچنین اظهار نظر درباره اینکه کدام تناسب ابعادی محتمل بین عناصر مجزای معماری در ابتدای ساخت این بنا در نظر گرفته شده بود، امکان می‌یابد. در همین راستا می‌توان نتیجه‌گیری درباره روند طراحی بنا را نیز میسر گرداند.

بخش اصلی

در میان مساجد گنبددار دوره سلجوقی در ایران مسجد جامع بروجرد در ابتدا جذابیت کمتری داشت (Korn, 2009). دلیل این امر تا حدی به وضعیت این بنا در نیمه اول قرن ۲۰ میلادی مربوط است؛ یعنی زمانی که مستندنگاری بناهای اسلامی ایران از سوی محققان و تیم‌های تحقیقاتی متعددی انجام می‌شده است. در کتاب «بررسی هنر پارسی» شکل‌هایی از گنبدخانه و ایوان متصل به آن موجود است که وضعیت نابه‌سامان این بنا در این دوره را نشان می‌دهد (Pope and Ackerman 1964-1967, pl. 276A, 302B) (شکل ۱). پوشش به شکل مخروطی مسطح‌شده گنبد این بنا که تدبیری برای حفاظت در مقابل زمین‌لرزه و بارندگی بود، بسیار متفاوت از گنبد‌های خاکی مساجد دوره سلجوقی با خمیدگی‌های ظریف بدنه بیرونی آنها – مانند مساجد اصفهان و اردستان – بوده است. همچنین فضای داخلی

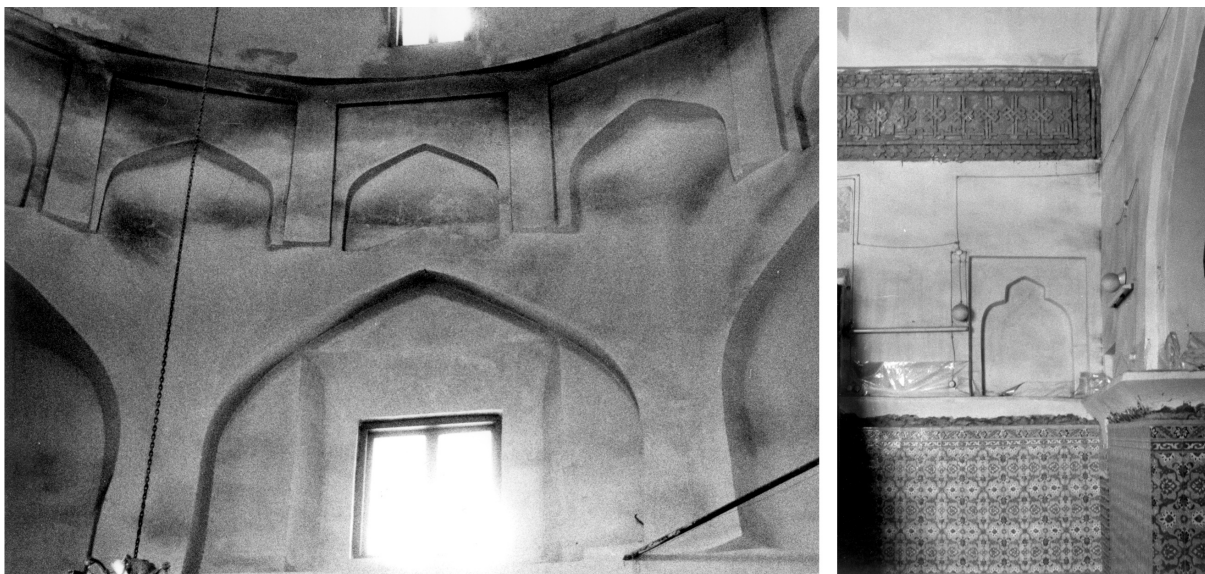
¹ Dipl.-Ing. Jasmin Badr M. A., Kourosh Rashidi and Prof. Dr. Lorenz Korn (University of Bamberg, Islamic Art and Archaeology)

جامع بروجرد را تغییر یافته دانست؛ زیرا معماری ساختمان آن ناتمام مانده یا به وسیله تغییرات متأخرتر دگرگون شده است. با این حال، این بنا اهمیت تاریخی داشته است. این مسجد نمونه‌ای از مسجد-کوشک‌های معرفی شده در فرضیه Godard است که مکانی ارزشمند محسوب می‌شود. در این فرضیه این بناها به عنوان احیاکننده چهارطاقی‌های قبل از اسلام در دوره سلجوقی تفسیر می‌شوند. از دیدگاه تاریخ هنری بعید است که این بنای نسبتاً بدفرم، بیش از این مدنظر قرار گرفته باشد.

گنبدخانه با تناسبات به نسبت کم سلیقه و بقایای ناچیز باقی مانده از تزیینات آن نیز خود دلایلی برای نبود برانگیختگی حس تحسین برای این بنا بود. با وجود این، Godard در مقاله خود به بررسی ارزش تاریخی مسجد جامع بروجرد و اهمیت تاریخی این بنا پرداخته است (Godard, 1956, p. 60-63). در درجه اول این بنا توجه Siroux را به خود جلب کرد و او برداشت‌های ساختمانی خود را از این مسجد در یک مقاله به چاپ رسانید (Siroux, 1947). با بررسی این مقالات می‌توان بنای مسجد



شکل ۱. کتیبه و پلان غار از رابرت کریپورتر 1822, K. Porter



شکل ۲. پلان غار کرفتو (اشتاین) Stein, A. M. 1940

گنبد و همچنین دهانه ورودی به ایوان جنوبی، نور کافی را برای این فضا حتی در روزهای ابری زمستان فراهم می‌کنند (شکل ۳).

نوار تزئینات کتیبه‌ای روی دیوار قبله با آجرهای تراشیده تنها بخش قابل تاریخ‌گذاری سلجوقی تزئینات گنبدخانه است. در دوره قاجار این بخش گچ‌اندود شده بود؛ زیرا قسمت فوقانی طاق محراب بخشی از حاشیه کتیبه را فرامی‌گرفته است. بخش‌های جانبی این کتیبه با اندودزدایی از آن در سال ۱۹۷۰ میلادی پدیدار شدند؛ درحالی‌که بخش‌های دیگر سطح گنبدخانه هنوز در زیر اندودی از گچ پنهان بودند. Blair در سال ۱۹۹۴ میلادی متن این کتیبه را منتشر کرد که در آن نامی از معمار بنا ذکر نشده است؛ درحالی‌که بنا به‌عنوان یک قبه و متولی آن ابوالعز محمد بن طاهر بن سعید، به همراه لقب وزارتت او یعنی الصدرالاجل معرفی می‌شوند. منابع کتبی، دوره صدارت او را بین سال‌های ۵۳۳ - ۵۳۹ ق/ ۱۱۳۹ - ۱۱۴۵ م. ذکر می‌کنند؛ به این معنا که ساخت این بنا باید در این زمان انجام شده باشد؛ در نتیجه گنبدخانه مسجد جامع بروجرد می‌تواند در گاه‌نگاری مساجد گنبددار دوره سلجوقی قرار بگیرد. این بنا با فاصله یک نسل از مسجد گنبددار گلپایگان (۵۰۸ ق/ ۱۱۱۴ م) - که از نظر جغرافیای نزدیک‌ترین بنا به آن است - و مسجد جامع قزوین (۵۰۰ - ۵۰۸ ق/ ۱۱۰۶ - ۱۱۱۴ م) قرار دارد. مسجد جامع بروجرد با فاصله پیش از ساخت گنبدخانه و ایوان جنوبی مسجد جامع اردستان (۵۵۳ - ۵۵۵ ق/ ۱۱۵۸ - ۱۱۶۰ م) برپا شده است.^۳

فضای داخلی گنبدخانه با نسبت‌های کوتاه و نافرمان خود، نمونه‌ای ناهمگون در مقایسه با دیگر مساجد گنبددار دوره سلجوقی است. طرح این فضا ساده و منسجم است. دیوارهای شمالی، شرقی و غربی گنبدخانه به کمک یک طاق در وسط و دو دهانه باریک جانبی به اطراف باز می‌شوند. دیوار جنوبی تقسیم‌بندی مشابهی دارد، با این تفاوت که در آن طاق میانی به‌عنوان محراب و دهانه‌های جانبی به شکل طاق‌نمای تزئینی طرح شده است. تا دهه هشتاد میلادی بخش‌های پایینی دیوار میان دهانه‌ها و طاق‌ها با کاشی‌های رنگی دوره قاجار تزئین و بخش‌های بالایی با گچ سفید پوشانده شده بود (شکل ۲). محراب به همراه طاق‌نمای تزئینی خود به کمک خط‌های پیچک‌مانند رنگی روی زمینه آبی تیره تزئین شده و قرارگیری رنگ سفید در کنار این خطوط کنتراستی قوی پدید آورده است. منطقه انتقال بخش پایینی به گنبد با هشت طاق بزرگ برپا شده است. چهار طاقی که در گوشه واقع شده‌اند، دهانه تقریباً بزرگ‌تری در مقابل طاق‌های میانی دارند، اما همه آنها نقاطی برای تبدیل مربع به هشت‌ضلعی در گنبدخانه تشکیل داده‌اند. در ادامه و در بالای این قسمت، شانزده طاق‌نمای تزئینی کوچک قرار دارد که هرکدام در یک قاب مستطیل‌شکل واقع شده‌اند. این طاق‌نماها فضایی شانزده ضلعی را تصویر می‌کنند. در بالای این قسمت، طاق گنبد (سقف محدب) بسته شده است. سه پنجره بزرگ روی بخش‌های غربی، شمالی و شرقی دیواره‌های قسمت انتقالی (میانی) گنبدخانه، به همراه چهار پنجره مستطیلی در پای

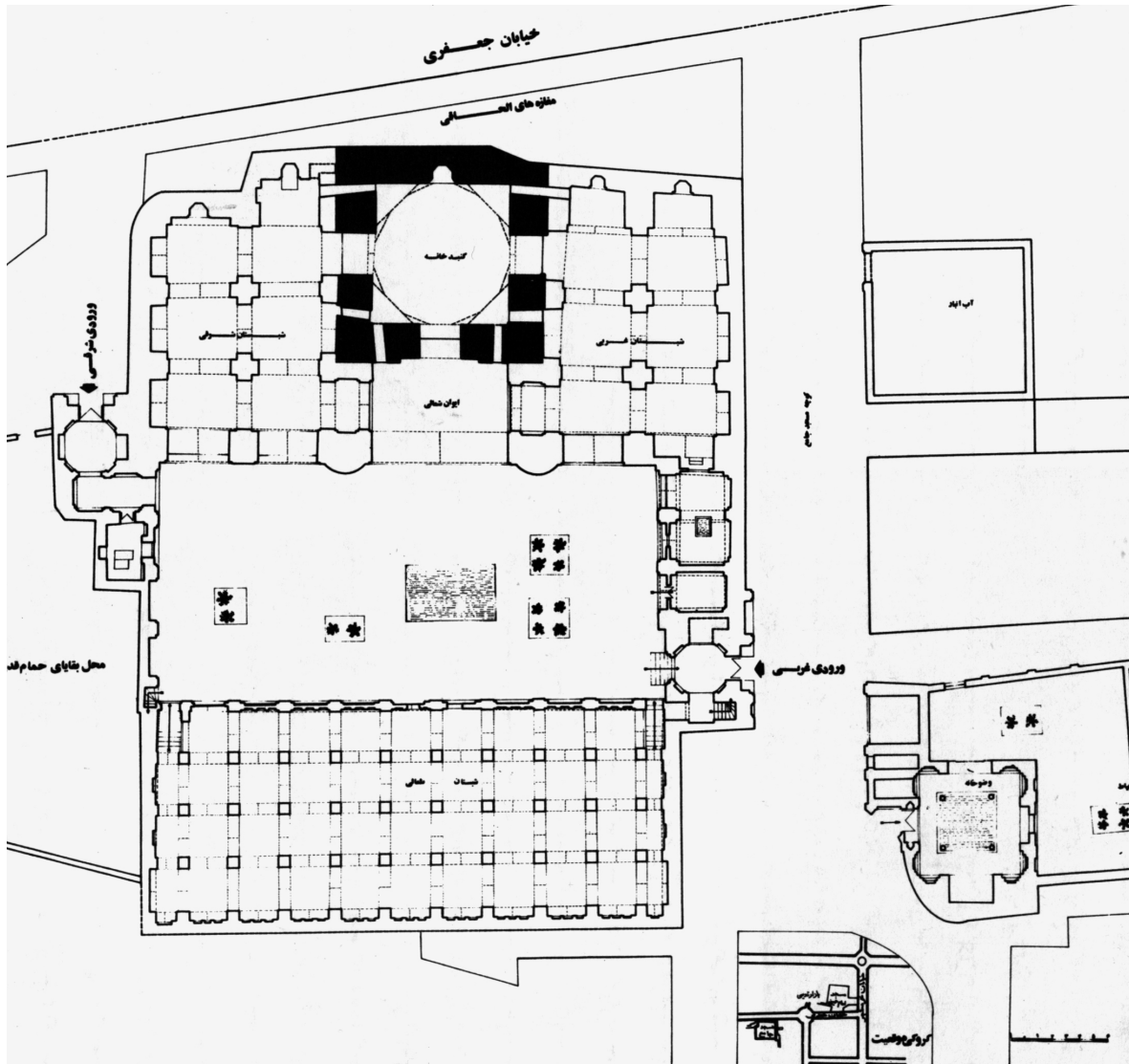


شکل ۳. پلان تکمیل‌شده غار توسط هیئت آلمانی Von Gall H. 1978, 2010

امروزی خود برگردانده شد؛ در نتیجه ورودی گنبدخانه از سمت صحن هم‌سطح با کف بنا باقی مانده است؛ در حالی که قسمت‌های یافت‌شده از دوره سلجوقی گنبدخانه نیز آزاد و قابل دسترسی هستند. همچنین اندودزدایی کامل لایه‌های گچی از دیواره‌های داخلی گنبدخانه صورت گرفته و سطح آجری آن نمایان شده است.

برای درک بهتر وضعیت این مسجد در دوره سلجوقی دو یافته بسیار شاخص بودند. نخست کشف بقایای ستون‌هایی در شبستان‌های شرقی و غربی چسبیده به گنبدخانه که با توجه به ظاهر فعلی آنها به دوره تیموری یا صفوی مربوط هستند (شکل ۴). این ستون‌ها نشان می‌دهد در این مسجد، مانند مساجد دیگر، گنبدخانه سلجوقی در جایی بنا شده که پیش‌تر در آن مکان یک شبستان ستون‌دار بنا شده بود (گنبدخانه سلجوقی روی یک شبستان ستون‌دار قدیمی‌تر بنا شده است). کشف تعداد زیادی آجر گوه‌ای شکل هنگام عملیات باستان‌شناسی امکان بازسازی ستون‌های مدور (گرد) بنای پیش‌سلجوقی را فراهم می‌کند که براساس آن قطر این ستون‌ها حدود ۱/۲ متر بود. بقایای یافت‌شده از مناره‌ای در گوشه جنوب غربی گنبدخانه یکی دیگر از شاخصه‌های یافت‌شده از مسجد اولیه بود. طرح گنبدخانه در اینجا با توجه

در این میان تغییرات اساسی در این مسجد صورت گرفته است. روی گنبدخانه در سال ۱۳۵۰ پوسته‌ای خارجی (گنبد بیرونی) از بتن، پروفیل‌های فولادی و آجر ساخته شده است. این گنبد روی دیواره‌های گنبدخانه و بالای پایه گنبد داخلی سوار شده است و با ارتفاع بیش از هفت متر خود به‌طور تقریبی به ارتفاع مناره‌های واقع شده در بالای ایوان جنوبی می‌رسد. با این تغییر، مسجد ظاهری نمایان‌تر و کامل‌تر از نمای بیرونی به دست آورده است. مهم‌تر از این تغییرات، پژوهش‌های باستان‌شناسی گسترده‌ای است که در سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۶۷ در گنبدخانه مسجد بروجرد انجام شده است که شامل مرمت و بازسازی این بنا می‌شود. سرپرست این تحقیقات مرحوم آیت‌الله باقرزاده شیرازی و مرحوم محمد مهریار بوده‌اند (مهریار ۱۳۶۴؛ مقدس ۱۳۷۲، چاپ‌نشده). طی این پژوهش‌ها، کف اصلی بنا ۲ متر پایین‌تر از کف امروزی مشخص شده بود (شکل ۵). این یافته به این دلیل غافلگیرکننده بود که با توجه به محراب، در اوایل دوره قاجار کف بنا مطابق با کف امروزی آن بوده است. در زیر کف مربوط به دوره سلجوقی بنا برخی یافته‌های قدیمی‌تر نیز به دست آمده است. پس از کاوش‌های صورت گرفته در گنبدخانه، کف بنا با پوششی بتنی روی ستون‌های فولادی، دوباره به سطح

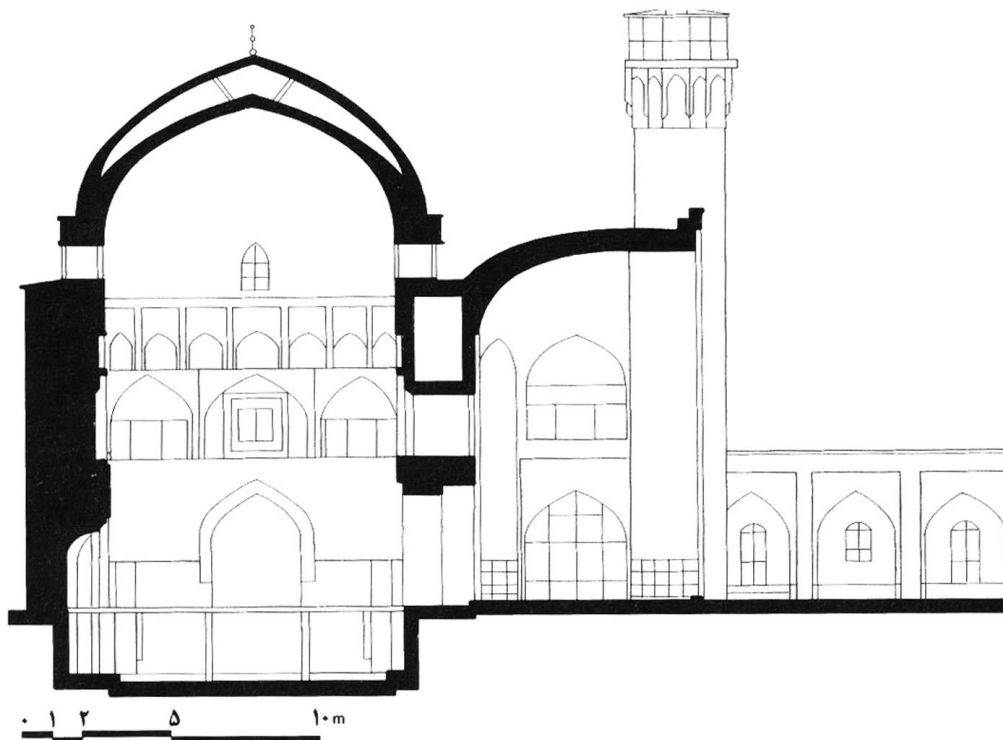
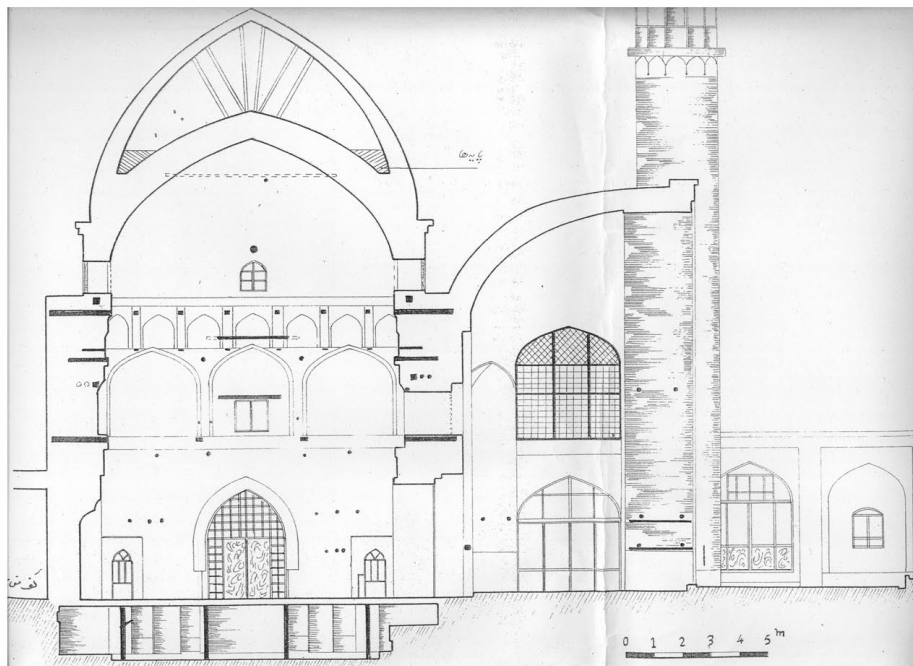


شکل ۴. نما و برش طبقات ترسیم‌شده توسط هیئت ایرانی، ۱۳۷۶

اصفهان و مطابق با ادعای اوژن گالدیری (۱۹۸۴-۱۹۷۲) بعد از بررسی‌های او هستند. به احتمال زیاد گنبدخانه روی یک شبستان ستون‌دار ساخته شده و فضاهای جانبی بر جای خود استوار باقی مانده است؛ درحالی‌که قسمت بزرگی از بخش مرکزی برای ساخت فضای گنبد تخریب شده است. موضوع متفاوت دیگری که در ادامه آشکار می‌شود، به تغییر در تناسبات گنبدخانه پس از کشف قسمت‌های پایینی دیوارهای فضای داخلی به کمک کاوش‌های باستان‌شناسی و آزادسازی آن مربوط است. برای نخستین بار امکان برداشت از فضای داخلی گنبدخانه میسر شد؛ مانند نقشه‌ای که معماری ناشناس آن را طرح‌ریزی کرده باشد؛ در نتیجه مشخص شد که فرم و تناسب کلی گنبدخانه، آن‌گونه که ظاهر امروزی بنا

به خروج این قسمت از محدوده، نشان‌دهنده عدم تقارن و ناهمگونی است. به نظر می‌رسد این قسمت از بنا را مناره محدود کرده بود.

جنبه دیگر از این بنا نشان می‌دهد که گوشه شمال شرقی فضای گنبدخانه در اصل با یک کنج‌ستون شکل گرفته بود. بخشی از آن نیز هنوز به کمک رواق ملحق شده به شبستان قابل‌شناسایی است؛ یعنی این گوشه بیرونی گنبدخانه به صورت مستقل طراحی شده بود. ایوان جنوبی نیز که به بخش شمالی گنبدخانه متصل است، از ابتدا در طراحی این بنا در نظر گرفته نشده بود و به فعالیت‌های ساختمانی بنا در مراحل بعد مربوط بود. در مجموع این یافته‌ها نشان‌دهنده سلسله‌مراحل فعالیت‌های ساختمانی مشابه با مسجد جامع



شکل ۵. پلان غار کرفتو

نظام الملك) ۱ به ۱ متر و ۱۸ سانتی متر است. این دستاورد از کاوش‌های باستان‌شناسی نیز در مقطع‌های ترسیم‌شده مربوط

نشان می‌دهد، به هیچ‌وجه کوتاه نبوده است. نسبت قطر این بنا به ارتفاع آن مانند گنبد جنوبی مسجد جامع اصفهان (گنبد

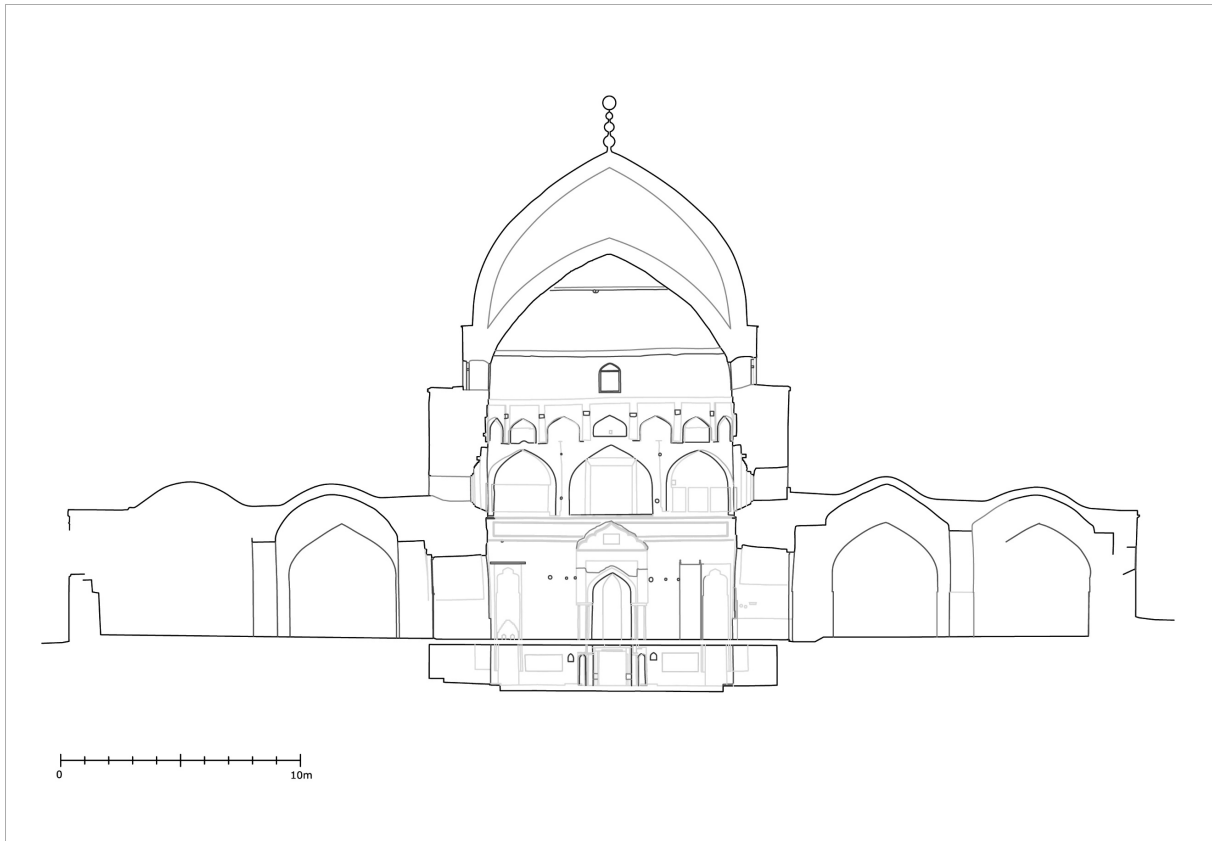
هستند، تعیین دقیق این ناهمگنی‌ها را در بنا میسر می‌کند.^۴ از این داده‌ها می‌توان نتیجه‌گیری‌های متعددی به دست آورد که در ادامه بیان می‌شود.

گنبد درونی مسجد جامع بروجرد به‌اندازه کافی بلند است و دارای یک چفد تیز و قرصی بوده که به‌عنوان پوششی قابل‌رویت برای گنبدخانه عمل می‌کرده است. کارکرد این گنبد، یعنی نقش محافظتی در برابر برف و باران و نقش زیبایی‌شناسی برای ظاهر بیرونی چشم‌گیر گنبد به‌خوبی صورت گرفته است؛ بنابراین هیچ نیازی به گنبد بیرونی در این بنا نیست. برخلاف ایده Godard (۱۹۵۶، ص ۶۳) پوسته دومی (بیرونی) تا قرن ۲۰ میلادی برای بنا در نظر گرفته نشده بود و درحقیقت گنبد‌های دوپوسته، نوآوری دوره سلجوقی بود که البته به نظر می‌رسد در ابتدا تنها به استفاده در ساختمان مقبره‌ها محدود بود. تاکنون هیچ مورد موثقی درباره کاربرد گنبد دوپوسته در مساجد دوره سلجوقی شناخته نشده است و اگر چنین موردی در بروجرد موجود بود، می‌توانست یک استثنا باشد.

این نتیجه‌گیری به نظر توجیه‌پذیر می‌رسد، حتی وقتی این نکته را مدنظر قرار بدهیم که گنبد درونی امروزی با اطمینان به ساختمان اصلی سلجوقی بنا تعلق نداشته است، بلکه به تعمیر یا بازسازی در دوره‌های بعد مرتبط می‌شود. با مشاهده دیوارهای آجری این سازه، تغییر در مصالح و اتصال آنها میان بخش‌های مختلف گنبدخانه قابل‌شناسایی است. با وجود این ممکن است گنبد سلجوقی بنا مقطع بسیار مشابهی با گنبد امروزی بنا داشته باشد. این فرضیه براساس مقایسه گنبد‌های آن دوران، به‌ویژه با توجه به فرم گنبد مسجد جامع اصفهان به دست می‌آید. اگر این گنبد از فرم امروزی خود متفاوت بود، نه‌تنها تخت‌تر نبود، بلکه مقداری نیز تیزتر از فرم امروزی خود محسوب می‌شد. اگر این گنبد به‌وسیله مناره قدیمی مجاور خود برجسته شده باشد، مانند مورد مسجد جامع برسیان، با در نظر گرفتن ارتفاعی بین ۱۸ تا ۱۹ متر بر خانه‌ها یا سازه بازار مجاور خود مشرف بوده است.

به آن زمان (مقدس، ۱۳۷۲) و همچنین در مقطع‌های انتشاریافته در یکی از جلد‌های کتاب گنج‌نامه قابل‌مشاهده است (حاجی‌قاسمی و همکاران، ۱۳۸۳، ج ۷، ص ۹۰-۹۵) (شکل ۵). هر دو مقطع‌های ترسیم‌شده به‌طور واضح قسمت‌های آزادشده پایینی گنبدخانه و کف میانی ساخته‌شده پس از حفاری را نشان می‌دهند؛ با این حال این ویژگی‌های متفاوتی دارند. بزرگ‌ترین تفاوت در ترسیم گنبد نمایان می‌شود؛ جایی که در ترسیم مقطع گنبد‌های بیرونی و درونی بنا در گزارش آقای مقدس شاهد شیب بسیار تندتری هستیم. همچنین تمایزهایی در ترسیم جزئیات کوچک‌تر بنا وجود دارد. در طرح گزارش مقدس، طاق‌های ناحیه میانی و انتقالی گنبدخانه، ساده و بدون در نظر گرفتن عمق آنها ترسیم شده‌اند. این گزاره هم برای طاق‌های واقع‌شده در فیل‌پوش و هم طاق‌نماهای کوچک تزئینی بالای آنها صدق می‌کند. در کتاب «گنج‌نامه» این مقطع‌ها به‌صورت باورپذیرتر و منطقی ترسیم شده‌اند. از سوی دیگر در اینجا از ارتفاع هشت طاق بزرگ کاسته شده و ارتفاع ۱۶ طاق‌نمای تزئینی بسیار بلند ترسیم شده است. تفاوت مهم دیگر در طرح‌های درگاه‌های طاق‌دار میانی روی دیوار قابل‌مشاهده است. به‌طور کلی هر دو مقطع ترسیم‌شده از جهتی درست نیستند و مقایسه آنها با بنا، خطا در ترسیم هر دو مقطع را نشان می‌دهد. سؤال مهم این است که این طرح‌ها تا چه اندازه براساس اندازه‌گیری بنا شکل گرفته‌اند

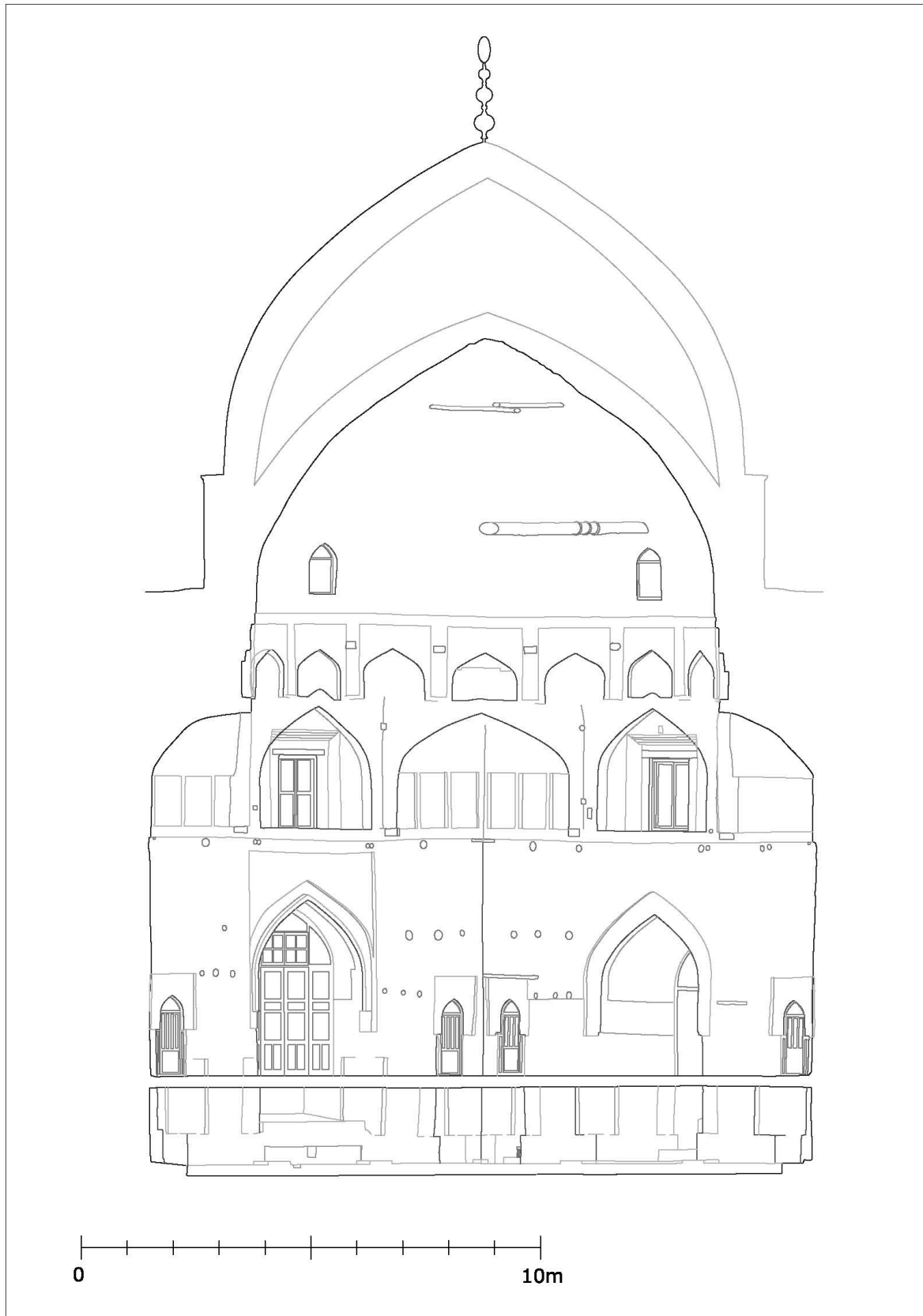
برداشت‌هایی که از این بنا به شیوه لیزر اسکن سه‌بعدی در فصل تحقیقاتی دی-بهمن ۱۳۹۱ صورت گرفته است، به ثبت ابعادی مطمئن منجر شده است. همچنین این داده‌ها به‌عنوان مبنایی برای بازتولید دقیق از مقطع فضای داخلی گنبدخانه استفاده شده‌اند (شکل ۸-۶). این سه مقطع نشان می‌دهد که گنبد درونی بلندتر است و مقطع تیزتری در مقایسه با طرح‌های قدیمی ترسیم‌شده دارد. همچنین ترسیم‌های جدید نشان‌دهنده ناهمگنی‌هایی است که نه‌تنها در تغییر فرم پوسته گنبد، بلکه در جایگیری و شکل قسمت‌های دیگر بنا قابل‌مشاهده است. داده‌های تولیدشده به‌کمک نرم‌افزار اتوکد که مبنای ترسیم مقطع‌های بنا



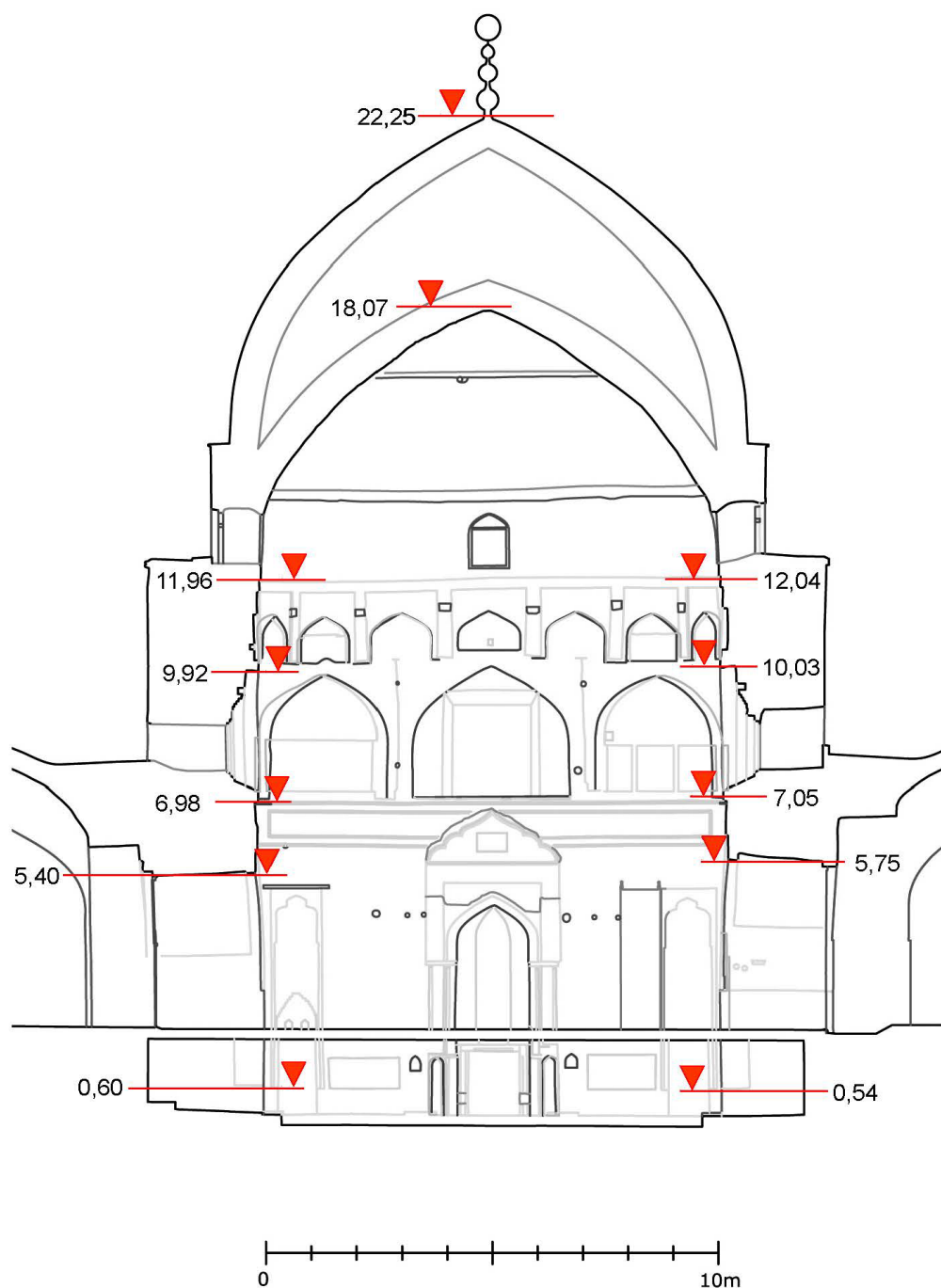
شکل ۶. برش CC از محل چاه، طاقچه‌ها و طبقات تحتانی



شکل ۷. موقعیت چاه (گمانه ب) روی نقشه هیئت آلمانی



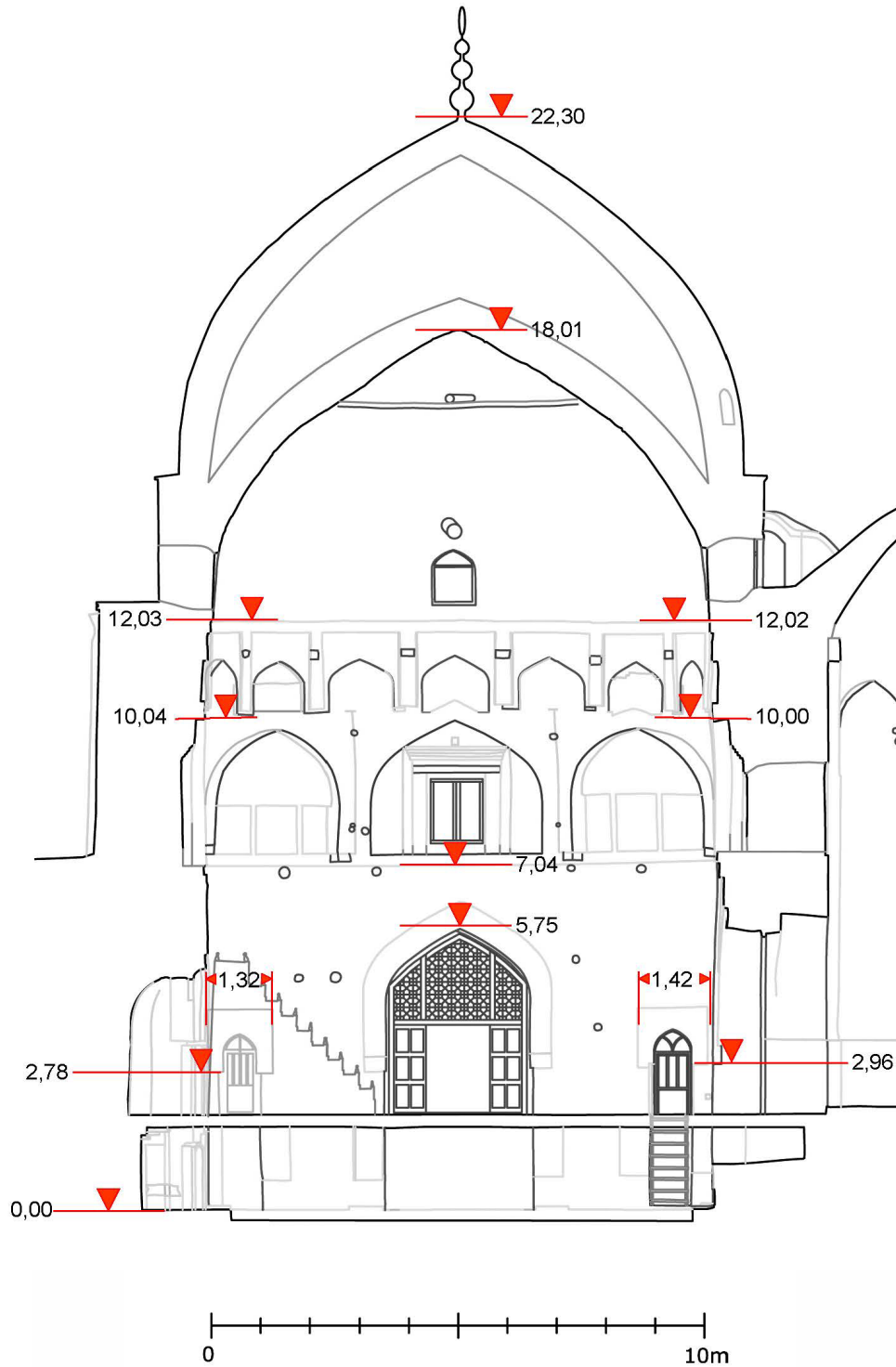
شکل ۸. موقعیت چاه کاوش شده در طبقه C



شکل ۹. مهراب طبقه b

می‌رسد. همچنین این اختلاف در عرض طاق‌نماهای جانبی دیده می‌شود و ابعاد آنها در دیوار غربی در یک مورد $1/32$ و در دیگری $1/42$ متر است. اختلاف ۱۰ سانتی‌متری میان عرض این طاق‌نماها قابل توجه است. در صورتی که میان این دو طاق ۹ متر فاصله وجود نداشت، هر ناظری با چشم غیرمسلح به این تمایز پی می‌برد. بی‌شک این جزئیات مربوط

همچنین تقارن‌نداشتن نمای گنبدخانه ما را به برخی نتیجه‌گیری‌ها درباره روند برنامه‌ریزی و طراحی بنا نزدیک می‌کند (شکل ۹)؛ برای مثال می‌توان به ارتفاع پایه ستون‌ها اشاره کرد که این امروزه در زیرزمین بنا واقع شده‌اند. در نمای دیوار جنوبی (قبله) ارتفاع این پایه ستون‌ها بین $0/54$ تا $0/60$ متر متغیر هستند که در یک مورد این ارتفاع به $0/65$ متر نیز



شکل ۹. مهراب طبقه b

نمونه‌های دیگر این ابنیه و به‌ویژه گنبد مشهور شمالی مسجد جامع اصفهان (گنبد تاج‌الملک). در اجزای بنیادی بنا این تفاوت‌ها به چند سانتی‌متر می‌رسند: ارتفاع بخش دیوارها بین ۶/۹۸ و ۷/۰۴ متر متغیر است (حدود ۱ درصد). همچنین

به طراحی نمای بناست که تأثیری بر ابعاد فضای گنبد ندارد. اختلاف ابعاد و اندازه‌های دیگر نشان می‌دهد که معمار گنبدخانه مسجد جامع بروجرد یا اهمیتی به این امر نمی‌داده، یا توانایی رفع این ناسازگاری‌ها را در بنا نداشته است؛ مانند

را آماده می‌کنند، بلکه با توجه به چشم‌پوشی‌های گسترده از انحرافات در این ساختمان، استنتاج چگونگی طراحی گنبدخانه را فراهم می‌کنند. البته این نتایج در سطح برآوردهای استخراج‌شده از بناهای مشابه دیگر مانند گنبد شمالی مسجد جامع اصفهان نیست. در آنجا به‌واسطه اجرا و ساخت بسیار صحیح بنا امکان محاسبه دقیق تناسبات فراهم شده بود؛ از این رو می‌توان نتیجه گرفت که معمار بنای اصفهان از طرح هندسی پیچیده‌ای استفاده کرده که به شدت بر ابعاد ساختمان تأثیرگذار است. در آنجا دو اصول متفاوت هندسی شناخته شده‌اند. یکی از این اصول براساس پنج‌ضلعی بنا شده که به سبب این سیستم برخی از ابعاد مهم بنا با یکدیگر در نسبت طلایی قرار گرفته‌اند (نوابی و حاجی‌قاسمی، ۱۳۹۰، ص ۱۲۸-۱۲۹). اصل دیگر هندسی در این بنا براساس استفاده از یک مثلث قائم‌الزاویه مخصوص شکل گرفته است که این اصل به نام حکیم عمر خیام شناخته می‌شود؛ زیرا او رساله‌ای درباره ویژگی‌های خاص این اصل نوشته بود. در این رساله، خیام به روابط متناسب بسیاری که از این مثلث استخراج می‌شود پرداخته است (Özdural, 1998; Özdural, 1995).

معمار گنبد جامع بروجرد خواستار پیروی از ایده‌های هندسی مشابهی بوده است. اگرچه استاد هندسه‌ای مانند حکیم عمر خیام در شهر بروجرد وجود نداشته است، مشخص نیست که آیا الگوی هندسی استفاده‌شده در ساختار گنبد براساس تناسبات اصل هندسی منسوب به خیام واقع شده باشد؛ زیرا انحراف‌های موجود در ابعاد بنا اثبات این ادعا را غیرممکن می‌کند. در عوض باید برای حل این مشکل دوباره به ابعاد نمای گنبدخانه رجوع کرد و تناسبات ابعادی بسیار بزرگ را جست‌وجو کرد که حتی با انحراف‌های موجود در ابعاد آرمانی بنا، قابل استفاده باشد؛ برای مثال می‌توان قطر گنبد را در نظر گرفت که به‌طور متوسط حدود ۱۰/۱۵ متر است. این ابعاد را می‌توان در ارتفاع پتکانه‌ها یافت که از آنها ۱۶ طاق‌نمای تزئینی کوچک سرچشمه می‌گیرند (شکل ۱۰)؛ بنابراین قسمت دیوارهای پایینی و بخش هشت طاق بزرگ میانی در فضای انتقالی گنبدخانه یک مکعب مربع بزرگ را تشکیل می‌دهند. در صورتی که بپذیریم در نمای ساختمان گنبدخانه نیز طرح مربع بنا یک ویژگی مهم را ایفا می‌کند، می‌توان گفت که شاید این مربع در واحدهای طولی با عدد صحیح اندازه‌گیری (محاسبه) نمی‌شود. اگر این مربع با ۲۰

ارتفاع رأس هشت طاق در قسمت انتقالی گنبدخانه بین ۲/۹۲ و ۱۰/۰۴ متر است. در نهایت اینکه ارتفاع پای گنبد، که در این نقطه‌ها پوشش طاقی گنبد آغاز می‌شود، بین ۱۱/۹۶ و ۱۲/۰۶ متر متغیر است.

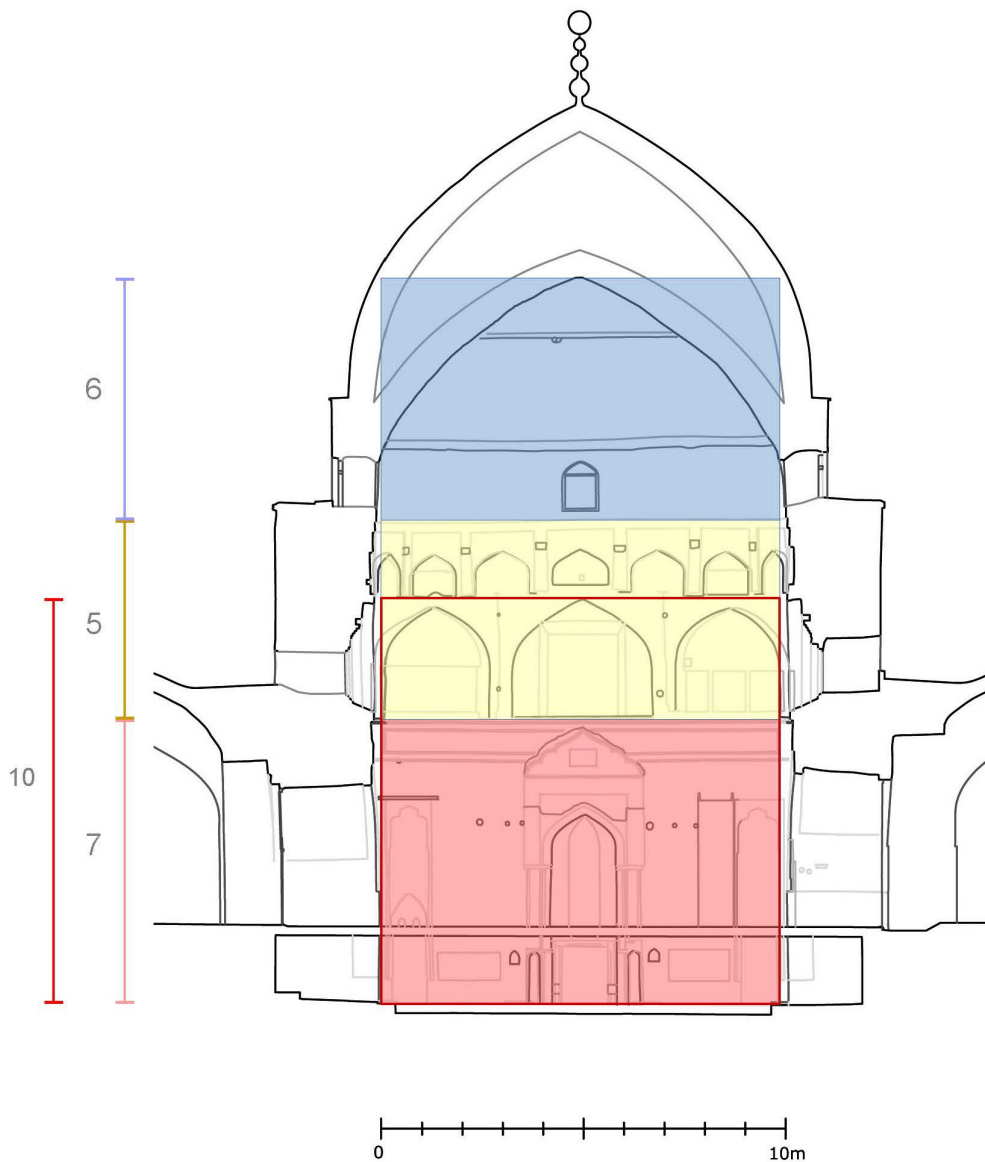
در خط عمودی بنا نیز اجزای ساختمان به‌صورت دقیق تراز نشده‌اند. در یک برش مقطعی از گنبدخانه تنها ترسیم یک خط میانی (با علامت‌گذاری نقطه‌های وسط خطوط) با انحرافی در حدود ۰/۰۵ متر امکان‌پذیر است. چندین اجزای دیگر بنا مانند رأس طاق محراب یا پنجره واقع‌شده در قسمت غربی پایه گنبد در مقابل نقطه وسط گنبدخانه حدود ۱۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده‌اند. به‌طور کلی این اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که این بنا از استانداردهای مشابه در این زمان پیروی نکرده است؛ مانند گنبد شمالی مسجد جامع اصفهان با انحراف ارتفاع کمتر از ۲ سانتی‌متر (با عرض ۹/۹ متر و ارتفاع ۱۹/۲۵ متر) (Özdural, 1998). در مقابل در مسجد جامع بروجرد از انحرافی در حد ۱ درصد چشم‌پوشی شده است. در مورد دیگر اجزای کم‌اهمیت‌تر ساختمان، این چشم‌پوشی بیشتر است.

این انحرافات نتیجه تغییر شکل بنا نیستند که برای مثال بر اثر زلزله به وجود آمده باشند؛ زیرا این انحراف‌ها در قسمت‌های پایینی بیشتر از بخش‌های بالایی مشاهده شده است. همچنین در این بخش، نشانی از ترک یا شکافی در بنا که مرتبط با زلزله باشد دیده نمی‌شود؛ آن‌طور که در مسجد جامع مرند قابل‌رؤیت است. همچنین باید توجه داشت که این ناسازگاری و ناهماهنگی‌ها روی شکل و ساختار کلی بنا تأثیر نگذاشته‌اند. در اینجا نشانی از تحریف و کجی فاحش وجود ندارد، مانند نمونه‌هایی از بناهای اواخر دوران باستان یا قرون اولیه اسلامی (برای مثال کلیسای مقدس سرکیس و باخوس در قسطنطنیه، جایی است که گنبد درونی در برابر دیوارهای بیرونی بنا کج شده است. یا در بنای اموی قصر الحیرالشرقی در سوریه که در آن دو نقشه مستطیلی بنا به شکل دوزنقه و متوازی‌الاضلاع انحراف یافته‌اند). با وجود انحرافات ذکرشده در ابعاد مجزای ساختمان، گنبدخانه مسجد جامع بروجرد در شکل کلی خود با قاعده شکل گرفته است؛ بنابراین نمی‌توان این انحرافات را نتیجه‌ای از نقص در طرح بنا دانست، بلکه به احتمال زیاد نشان‌دهنده دقت در اجراست.

این ابعاد حقیقی که با لیزر اسکن سه‌بعدی تولید شده‌اند، نه‌تنها امکان محاسبه انحرافات و ناسازگاری‌های بنا

است. همه این ابعاد باید با احتیاط پذیرفته شوند، نه تنها به دلیل نوسانات ذکر شده در اندازه گیری‌ها، بلکه به دلیل تغییر شکل گنبدخانه به وسیله مرمت بنا در دوره‌های مختلف و ساخت دوباره پوشش گنبد در دوره‌های پسالاجوقی که همچنین امکان تغییراتی توسط این نوسازی در بخش‌های بالایی منطقه انتقالی گنبدخانه نیز قابل تصور است. با در نظر گرفتن احتیاط لازم می‌توان نتیجه گرفت که معمار این بنا برای سه واحد بزرگ این گنبدخانه، دیواره‌های پایینی-بخش انتقالی- گنبد سه نسبت ارتفاعی ۷، ۵، ۶ را در نظر گرفته بوده است (شکل ۱۰).

ارش (یکا) اندازه گیری شود، اندازه یک ارش $۵۰/۰۸$ سانتی متر محاسبه می‌شود. اگر این مقدار ۲۱ ارش بوده باشد، هر ارش $۴۸/۳۰$ سانتی متر است. چنانچه تعداد ارش‌ها ۱۹ عدد بودند، اندازه هر کدام از آنها به $۵۳/۴۰$ سانتی متر می‌رسید. احتمالاً با در نظر گرفتن دو بعد اصلی دیگر فضای گنبدخانه می‌توان درباره ابعاد یک ارش به اندازه ۵۰.۰۸ سانتی متر بحث کرد. ارتفاع هشت طاق بزرگ در بخش انتقالی گنبدخانه بین $۷/۰۲$ به $۷/۰۵$ متر متغیر است. با ضریب خطای ۵ سانتی متری ۱۴ واحد ارش در این محدوده قرار می‌گیرند. پای گنبد و به عبارتی نقطه آغازین طاق گنبد که در بالای ۱۶ طاق نمای تزئینی کوچک قرار دارد، در ارتفاعی بین $۱۱/۹۶$ تا $۱۲/۰۴$ متر قرار می‌گیرد که کمی کمتر از ۲۴ واحد ارش



شکل ۱۰. مهرباب طبقه b

بحث و نتیجه گیری

هندسه بودند که پس از طرح آن پیامدهای فراوانی در بخش‌های کوچک‌تر معماری بنا مشاهده می‌شد. همچنین باید توجه داشت که به سبب تزئینات افزوده شده، معماری این بنا از فرم و ساختار، خطوط و رنگ‌ها غنی شده بود.

اگر فضای داخلی گنبدخانه مسجد جامع بروجرد برای بازدیدکننده امروزی مطلوبیت زیادی نداشته باشد، دلیل عمده آن فضای خشک و خالی از تزئینات آن است. نه تنها فضای عاری از تزئین قسمت‌های آجری فیل‌پوشها، بلکه دیواره‌ها و سطح طاق‌های عاری از هر نوع تزئین، تصویر کاملاً متفاوتی در مقایسه با دیگر مساجد گنبددار این دوره نشان می‌دهد؛ جایی که در آنها تزئینات آجری و گچ‌بری سطوح بنا را پوشش می‌دهند. اگر گنبدخانه مسجد جامع بروجرد بدون تزئینات اشاره شده طراحی شده باشد، امری مستثناست. بخش‌های کاوش شده در زیرزمین گنبدخانه نشان‌دهنده نوارهای تزئینی آجری هستند که جان تازه‌ای به سطوح دیواره‌ها و ستون‌ها می‌بخشند. به دو دلیل در بخش‌های بالایی دیواره‌ها از این تزئینات کمتر دیده می‌شود: شاید سطوح این بخش‌ها به دلیل مرمت و بازسازی‌های بعدی تغییر یافته‌اند، یا سطح بزرگی از تزئینات گچی برای این قسمت‌ها در نظر گرفته شده است؛ البته امکان بازسازی این بخش‌ها دیگر وجود ندارد. حتی اگر تناسب فضای گنبدخانه در ترسیم‌های مقطع‌های بنا قابل‌شناسایی باشند، فضای گنبدخانه بروجرد به قدرت تخیل بازدیدکننده نیاز دارد تا به‌عنوان یک بنای تاریخی قابل‌مقایسه با ساختمان‌های دیگر دوره سلجوقی شناخته شود.

سپاسگزاری

این مقاله برای مجله اثر نوشته شده است. از ایمان آقاجانی (بامبرگ) برای ترجمه متن آن از زبان آلمانی به فارسی صمیمانه تشکر می‌کنم.

منابع مالی

منابع مالی این مطالعه توسط نویسندگان تهیه شده است.

تعارض منافع

نویسنده هیچ‌گونه تعارضی در منافع ندارد.

نسبت قطر به ارتفاع گنبدخانه مسجد جامع بروجرد، که در مقالات و نوشته‌های پیش از این به‌عنوان معماری نامتناسب و غیرمطلوب دیده می‌شده است، با دیگر بناهای گنبددار دوره سلجوقی قابل‌مقایسه است. لیزر اسکن سه‌بعدی که بر پایه پروژه‌های تحقیقاتی در این بنا انجام شده، به تولید اندازه‌گیری‌های دقیقی منجر شده است. این ابعاد نشان‌دهنده نبود دقت و ریزینی معمار گنبدخانه مسجد بروجرد در مقایسه با بناهای دیگر است. با این حال شکل کلی بنا را نمی‌توان بی‌نظم و قاعده توصیف کرد. می‌توان گفت معمار این بنا نقشه و طرح مشخصی را دنبال می‌کرده است که در آن تناسب مشخصی تعیین شده و برای اجرایی کردن این طرح‌ها و تناسبات آنها، از انحراف‌های مشخصی چشم‌پوشی شده بود؛ البته بعید به نظر می‌رسد که معمار این بنا مانند معمار گنبد شمالی مسجد جامع اصفهان، همت کافی برای اجرای روابط تناسبی دقیق داشته باشد. البته در همین راستا مشخص می‌شود که معمار یک نقشه برای این بنا طراحی کرده بود که در آن سیستمی برای قرارگیری ستون‌ها و طاق‌ها تعیین، و طرح دقیق چگونگی قرارگیری فضای انتقالی از مربع به دایره گنبد تهیه شده بود؛ بدین معنا که سازنده بنا تصور دقیقی از ارتفاع بخش‌های مختلف ساختمان داشته است. ممکن است نسبت هفت به پنج به شش (۷، ۵، ۶) مربوط به بخش‌های دیواره‌ها، بخش انتقالی و گنبد فرمولی باشد که معمار با اجرای آن هماهنگی در ساختار کلی بنا را برقرار کرده بود. او می‌توانست برای اجرای طرح خود میزان مصالح ضروری را نیز برنامه‌ریزی کند.

این تناسبات برای بازدیدکننده در مقایسه با اهمیت آن در طول روند طراحی و ساخت برای معمار بنا، به احتمال زیاد اهمیت بسیار کمتری داشته است. تناسبات یک بخش از ساختمان، یک دیوار، یک طاق یا ستون می‌تواند از فاصله‌ای مشخص به‌خوبی تشخیص داده شود؛ به‌ویژه این تناسبات هنگامی که بخش‌های ساختمانی مذکور در ارتفاعی مطابق با چشم انسان قابل‌مشاهده باشند، برای چشم انسان واضح نشان داده می‌شود؛ برای مثال می‌توان به ستون‌ها و درگاه‌های طاق‌دار بخش پایینی فضای گنبدخانه اشاره کرد. سؤالی که مطرح می‌شود این است که آیا معماران دوره سلجوقی اصولاً به فکر بازدیدکنندگان بنا بوده‌اند؛ به عبارت دیگر هنگامی که طرح کامل یک گنبدخانه مانند نمونه اصفهان را در نسبت‌های طلایی می‌ریختند، آیا برای آنها طراحی می‌کردند، یا این طرح‌ها و تناسبات بیشتر بازی با

پی نوشت

(Smith, 1939). قدمت مسجد جامع زواره، مربوط به سال ۵۳۰ ق/ ۱۱۳۵ م که سال‌های زیادی در کتاب‌های تاریخ معماری سلجوقی به‌عنوان تاریخ دقیقی ذکر می‌شد، باید تجدید نظر شود؛ زیرا روی کتیبه این بنا در ایوان تاریخ ۵۴۶ ق/ ۱۱۶۹ م قابل‌شناسایی است؛ بنابراین باید قدمت ساخت گنبدخانه این مسجد را به احتمال زیاد در سال ۵۶۰ ق/ ۱۱۶۲ م تاریخ‌گذاری کرد (پیش از ساخت ایوان و پس از ساخت مسجد جامع اردستان که به‌عنوان الگوی احتمالی این بنا شناخته می‌شود) (صالحی کاخکی، ۱۳۹۱).

۴. برخی از این اندازه‌ها را می‌توان در انتشار نقشه‌هایی با ابعاد بزرگ حذف کرد. برای دقت بیشتر توصیه می‌شود نقاط اندازه‌گیری را در نرم‌افزار اتوکد علامت‌بندی و اندازه میان آنها را با بالاترین دقت به سانتی‌متر بخوانید.

References

Blair, S. (1982). An Inscription from Barūjird: New data on domed pavilions in Saljūq mosques. In *The Art of the Saljūqs in Iran and Anatolia. Proceedings of a Symposium held in Edinburgh in 1982*, ed. by R. Hillenbrand, Costa Mesa, Cal. 1994, (pp. 4-11).

Galdieri, Eugenio: *Isfahān: Masġid-i Ġum'a*. 3 vols. Rome: IsMEO 1972-1984.

Godard, A. (1956). Les anciennes mosquées de l'Iran. *Arts asiatiques*, 3(1), pp. 48-63.

Holod, R. (1988). Text, plan and building: On the transmission of architectural knowledge. *Theories and principles of design in the architecture of Islamic societies*, ed. by M. B. Ševčenko, Cambridge, Mass. 1988, pp. 1-12.

Korn, L. (2009). Dome Chambers of the Saljuq Period: a multi-faceted phenomenon of Islamic art in Iran. in: *Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan* 39, 2007 (2009), pp. 235-260.

Özdural, A. (1995). Omar Khayyam, mathematicians, and "conversazioni" with artisans.

سیاست مذهبی اهل سنت در قرن ششم هجری/ قرن دوازدهم میلادی. اثر، (۷۷)، ۸۳-۹۶.

مقدس، محمد (۱۳۷۲). گزارش بررسی، تحقیق و تعمیرات انجام‌شده در مسجد جامع بروجرد تا آخر شش‌ماهه اول سال ۱۳۷۰. سازمان میراث فرهنگی (منتشرنشده).

۱. اسکن این بنا با استفاده از اسکنر سه‌بعدی فارو و از ۲۵ نقطه برداشت شده است. شش نقطه از این نقاط در بخش تحتانی گنبدخانه (کاربری امروزی: زیرزمین) و پنج نقطه در فضای داخلی گنبدخانه روی سطح کف امروزی گنبدخانه واقع شده‌اند.

۲. این طرح‌ها را یولیا مولر ترسیم کرده است.

۳. مسجد سین شهرستان اصفهان (۵۲۹ ق/ ۱۱۳۴ م)

نیز می‌تواند به‌عنوان مسجد گنبددار شمرده شود؛ با این حال فرم ساخت گنبد این مسجد، که در آن از عناصر مقرنس (پتکانه) برای ساخت طاق گنبد استفاده شده است، آن را به‌شدت از فضای دیگر مساجد گنبد دار متمایز می‌کند

The Journal of the Society of Architectural Historians, 54(1), pp. 54-71.

Özdural, A. (1998). A mathematical sonata for architecture: Omar Khayyam and the Friday Mosque of Isfahan. *Technology and Culture*, 39(4), pp. 699-715.

Pope, Arthur Upham - Ackerman, Phyllis (Eds.): *A Survey of Persian Art from Prehistoric Times to the Present*. 5 vols. London/New York 1938-39, Repr. in 14 vols. London/New York/Tokyo 1964-1967.

Siroux, Maxime: "La mosquée Djum'a de Bouroujird". *BIFAO* 46 (1947), pp. 239-258

Smith, M. B., & Godard, Y. (1935). Material for a Corpus of Early Iranian Islamic Architecture: I. *Masġid-i Dġum'a, Demāwend*. *Ars Islamica*, 2(2), pp. 153-173.

Smith, Myron B.: "Material for a Corpus of Early Iranian Islamic Architecture: III. Two Dated Seljuk Monuments at Sīn (Iṣfahān)". *Ars Islamica* 6 (1939), pp. 1-10.

حاجی قاسمی، کامبیز و همکاران (۱۳۸۳). گنج‌نامه: مساجد جامع، ج ۷ و ۸. تهران: دانشگاه شهیدبهشتی.

صالحی کاخکی، احمد (۱۳۹۱). تأملی در کتیبه‌ها و نقوش مسجد جامع زواره. *نامه باستان‌شناسی*، (۹۷)، ۹۷-۱۲۰.

کورن، لورنز (۱۳۹۶). مسجد جامع قروه (استان زنجان): بررسی و پژوهش موردی برای مطالعه تاریخ معماری ایران و

مهریار، محمد (۱۳۶۴). مسجد جامع بروجرد. اثر، (۱۰ و ۱۱)،
۷۷-۱۶۵.

نوایی، کامبیز و حاجی قاسمی کامبیز (۱۳۹۰). خشت و خیال،
شرح معماری اسلامی ایران. تهران: سروش