

Analyzing and Comparing the Hidden Geometry of Architecture with the Murals of Behnam House in Tabriz based on the Infrastructure Network

 Ahad Nejad Ebrahimi¹
 Parisa Hashempour²
 Samira Karimi Galeclar³

1- Professor, Department of Architecture and Urbanism, Islamic Art University, Tabriz, Iran, (Corresponding author).

2-Professor, Department of Architecture and Urbanism, Islamic Art University, Tabriz, Iran.

3- PhD Candidate in Architecture, Department of Architecture and Urbanism, Islamic Art University, Tabriz, Iran.

Abstract

Introduction: Geometry was one of the integral principles of Iranian-Islamic architecture, which created the necessary harmony in different parts of a building with the help of proportions and Peymun. The use of a mesh background was one of the oldest manifestations of the presence of geometry in architecture, which was used as a guide for the architect to ensure proportions and basic harmony in the building. But geometry was not only specific to the art of architecture; geometry has also been used by artists in other Iranian-Islamic arts in a hidden form. By conducting various studies, researchers have come to the conclusion that geometry has been important not only in architecture, but also in other Iranian-Islamic arts such as miniature painting, and painters have used geometry for aesthetic purposes. Mural painting is one of the branches of the art of painting that has been used as decoration in Iranian historical buildings. Researchers believe that in Iranian-Islamic architecture, geometry was not only used in the main structure and spatial organization of buildings, but architects and artists also used this geometry in details such as decorations and motifs. Hidden geometry was a geometric coordinate system based on which the artist composed their work, and its purpose was to create a coherent whole. This coherent whole in architecture included plans, sections, details, and architectural decorations. Reticulated substructures found in scrolls such as the Topkapi Scroll were some of the most important documents to prove the use of hidden geometry by traditional architects in the construction of their buildings. These scrolls, which included plans and patterns of decorations aligned with reticulated substructure networks, indicated the coherence between building components. Therefore, it can be said that if such a grid-based infrastructure was used in the design of Iranian buildings, it should be possible to adapt the existing buildings to such networks. To investigate this issue, the historic Behnam House, which has valuable murals, was selected for the case study.

Purposes & Questions: The purpose of the present study is to investigate the hypothesis regarding the use of geometric micro-patterns and a reticulated grid to compose and place motifs in the murals of Behnam House, similar to pattern drawing in Iranian



▶ Received:
2025-06-01
 ▶ Final revision:
2025-09-17
 ▶ Accepted:
2025-09-20
 ▶ Early online access:
2025-09-21
 ▶ Published:
2026-04-01

▶1
 Email:
ahadebrahimi@tabriziau.ac.ir
 ▶2
 Email:
p.hashempour@tabriziau.ac.ir
 ▶3
 Email:
s.karimi@tabriziau.ac.ir

Abstract

▶ Negareh
 ▶ Spring 2026 - NO 77



Negareh

Spring 2026 - NO 77

painting, and to find the relationship between this reticulated grid and the architecture of Behnam House. The research questions are as follows: What is the relationship between the architectural geometry and the geometry of the motifs in the mural paintings in historical Iranian-Islamic houses? and what is the relationship between the pattern and geometry of the walls and the plan of Behnam House in Tabriz, and its mural motifs?

Methods: The research is qualitative, and the method of this research is analytical-comparative. The data collection method is library and documentary research, and images related to the murals have also been recorded in the field. The analysis part of the research, which includes the analysis of hidden geometry in plans, murals, and drawings, has been carried out with the help of software such as AutoCAD and Photoshop.

Findings & Results: According to the studies and analyses, the results of the study indicated that the hidden geometry in the mural painting of the Tannabi room of Behnam House is related to its architecture, so that both correspond to a single grid, that is, the artist designed the mural painting using the infrastructure network modules of the room's architecture on a smaller scale. The square infrastructure network with horizontal and vertical lines obtained from testing different divisions with proportions is completely consistent with the Behnam House plan. The secondary and tertiary grids with specific proportions, obtained from the primary grid, are also consistent with the mural motifs of the Behnam House. In addition to the 45-degree rotation of this grid (the method used in the Tabriz school of painting), a template design obtained for placing motifs, in which the shamsa in the wall painting has been developed with a square proportion and the important components of mural painting such as oval frames, flowers and vases, shamsa and half-shamsa and half triangles are placed in this pattern of divisions with a proper order.

Keywords: Architectural geometry, Peymun and modules, Mural painting, Infrastructure network, Tabriz's Behnam House.

Abstract

تحلیل و تطبیق هندسه پنهان معماری بادیوارنگاری‌های خانه بهنام تبریز بر پایه شبکه زیرساختی

احد نژاد ابراهیمی*  پریسا هاشم پور**  سمیرا کریمی قلعه لر***

دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۱ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۹ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۱۲

بازنگری نهایی: ۱۴۰۴/۰۶/۲۶ زودآیند: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

صفحه ۲۴۰ تا ۲۶۱

نوع مقاله: پژوهشی

DOI:10.22070/negareh.2024.18548.3314

چکیده

مقدمه: هندسه از اصول جدایی‌ناپذیر معماری ایرانی - اسلامی است که با بهره‌گیری از تناسبات و پیمون، هماهنگی را در اجزای بنا ایجاد می‌کند. پژوهشگران با انجام مطالعات مختلف به این نتیجه رسیده‌اند که هندسه نه تنها در معماری، بلکه در هنرهای ایرانی - اسلامی همچون نگارگری نیز مورد توجه بوده و نگارگران از آن برای ارتقای زیبایی آثارشان بهره برده‌اند. دیوارنگاری، به عنوان یکی از شاخه‌های هنر نگارگری، در تزئین بناهای تاریخی ایران کاربرد داشته است. پژوهشگران بر این باورند که در معماری ایرانی - اسلامی، هندسه هم در ساختار اصلی و فضاسازی بنا و هم در جزئیاتی چون تزئینات و نقوش، به کار رفته است.

اهداف و سؤال‌ها: هدف پژوهش حاضر، بررسی فرضیه استفاده از ریزنقش‌های هندسی و شبکه شطرنجی زیرساختی برای ترکیب‌بندی و جایگیری نقوش در ترسیم دیوارنگاری‌های خانه بهنام، مشابه ترسیم نقش‌ها در نگارگری ایرانی و یافتن ارتباط این شبکه شطرنجی با معماری بنای خانه بهنام است. سؤال‌های پژوهش این است که در خانه‌های تاریخی ایرانی - اسلامی چه ارتباطی بین هندسه معماری و هندسه نقوش دیوارنگاری‌ها وجود دارد؟ و چه ارتباطی میان الگو و هندسه جداره‌ها و پلان طنبی خانه بهنام تبریز با نقوش دیوارنگاری‌های آن وجود دارد؟

روش‌ها: در این مطالعه موردی، خانه تاریخی بهنام با دیوارنگاری‌های ارزشمند انتخاب شده است. روش پژوهش، تحلیلی - تطبیقی و شیوه گردآوری اطلاعات، کتابخانه‌ای و میدانی است.

یافته‌ها و نتایج: نتایج نشان می‌دهد که شبکه شطرنجی به کار رفته در دیوارنگاری‌ها با شبکه شطرنجی زیرساختی معماری بنا هماهنگ است و هندسه و تناسبات نمای جداره‌ها بر الگوی جایگیری نقوش در دیوارنگاری‌ها منطبق است.

واژگان کلیدی: هندسه معماری، پیمون و مدول، دیوارنگاری، شبکه زیرساختی، خانه بهنام تبریز.

* استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران. (نویسنده مسئول).

Email: ahadebrahimi@tabriziau.ac.ir

** استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

Email: p.hashempour@tabriziau.ac.ir

*** دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.

Email: s.karimi@tabriziau.ac.ir





مقدمه

در هنر و معماری ایرانی-اسلامی، هندسه یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین ارکان طرح‌ریزی ساختار یک اثر است. معماری ایرانی باهدف رسیدن به کمال و زیبایی در اثر، از هندسه به‌عنوان ابزاری برای ایجاد تناسب و تعادل در فضا و اجزای آن بهره می‌گیرد. هندسه را می‌توان عاملی جدایی‌ناپذیر از معماری ایرانی دانست که ارتباط مابین تک‌تک اجزا بنا از کلی‌ترین جز بنا که شامل ساختار اصلی بنا می‌شود تا جزئی‌ترین آن که تزئینات است را برقرار می‌کند. از سوی دیگر، هندسه نه‌تنها در معماری بلکه در دیگر هنرهای ایرانی-اسلامی نیز همچون نگارگری از مهم‌ترین ویژگی‌های اثر هنری محسوب می‌شود که امکان بررسی صورت و کیفیت روایتگری آن را فراهم می‌کند. آشنایی نگارگران با هندسه و ریاضیات، موجب شکل‌گیری ترکیب‌بندی در ساختار اثر و چیدمان عناصر به کمک هندسه پنهان است. هنر دیوارنگاری را می‌توان زیرمجموعه نقاشی ایرانی دانست که نمونه‌های فراوانی از آن را در سبک‌ها و فنون مختلف در بناهای به یادگار مانده از گذشتگان یافت. پادشاهان ایرانی برای تزیین کاخ‌ها و کوشک‌های خود از این هنر استفاده می‌کردند. همچنین، این هنر را می‌توان بخشی از هنر نگارگری دانست که ارتباط تنگاتنگی با معماری و اجزای آن دارد. این هنر در اواسط عصر قاجار بیش از پیش رواج پیدا کرد به‌طوری‌که به یک هنر عامه‌پسند تبدیل شد و برخلاف دوره‌های قبل از انحصار و پشتیبانی دربار یا متمولین خارج شد. در عصر قاجار، شهر تبریز بعد از تهران، به‌عنوان دومین پایتخت ایران و مقر سکونت ولیعهد و برخی از رجال و اشراف قاجاری، بدین سبب موردتوجه بسیاری از هنرمندان قرار گرفته بود. در همین راستا، در این شهر نیز ساخت منازل مسکونی که با آرایه‌هایی چون آینه‌کاری، گچ‌بری و نقاشی دیواری تزیین می‌شدند، همانند تهران رواج یافت که آثار شاخص و ارزشمندی از آن دوران باقی‌مانده است. یکی از همین آثار، خانه بهنام تبریز است. این خانه یکی از شاخص‌ترین خانه‌های قدیمی تبریز است که هم از جهت معماری و هم به سبب وجود آثار دیوارنگاری قابل‌توجهی از حیث نقش، رنگ و تنوع مضامین با تلفیق سبک نقاشی ایرانی و اروپایی، جزو خانه‌های مهم در معماری ایرانی-اسلامی محسوب می‌شود. به همین دلیل، به‌عنوان نمونه موردی مناسب برای این پژوهش انتخاب شده است. هدف این پژوهش یافتن

ارتباط بین هندسه پنهان دیوارنگاری‌های اتاق طنبی این خانه با هندسه معماری آن است. در راستای نیل به این هدف، اطلاعات جمع‌آوری‌شده مورد تحلیل و تطبیق قرار گرفته است. در این پژوهش، به دنبال یافتن پاسخ برای این سؤالات هستیم: ۱. در خانه‌های سنتی ایرانی-اسلامی چه ارتباطی میان هندسه در معماری و هندسه پنهان در نقوش همچون دیوارنگاری‌ها وجود دارد؟ ۲. چه ارتباطی میان الگو و هندسه جداره‌ها و پلان طنبی خانه بهنام تبریز با نقوش دیوارنگاری‌های آن وجود دارد؟

اهمیت و ضرورت این پژوهش در مطالعه معماری و هنر اصیل ایرانی-اسلامی به‌عنوان میراث فرهنگی از گذشتگان است، میراثی که شناخت اصول، مبانی و رموز آن کمک شایانی به حفظ و نگهداری هرچه بهتر آن می‌کند. این پژوهش نیز به دنبال یافتن پاسخی بر این فرض است که هندسه به‌عنوان اصلی مهم در معماری ایرانی-اسلامی، تنها در ساختار اصلی بناها و فضاسازی موردتوجه قرار نمی‌گیرد، بلکه تزئینات و آرایه‌ها نیز هندسه‌ای همسو با هندسه اصلی بنا را در ساختار خود دارند که باعث ایجاد هماهنگی کلی در بنا می‌شود و نتیجه آن کمال و زیبایی بناست.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های بنیادین بوده و با روش تحلیلی-تطبیقی انجام شده است. در این پژوهش، نگارندگان ابتدا اطلاعات مرتبط با مباحثی همچون هندسه پنهان در معماری و نقش هندسه در هنر دیوارنگاری را از طریق مطالعات کتابخانه‌ای جمع‌آوری کردند. بخش دیگر این پژوهش که شامل عکس‌های دیوارنگاری‌های اتاق طنبی و نقشه‌های کلی از نمونه موردی بود، از طریق مشاهدات میدانی به‌دست آمده و مورد تحلیل قرار گرفت. تحلیل داده‌ها شامل بررسی هندسه پنهان در پلان‌ها، دیوارنگاری‌ها و ترسیمات بوده است که با استفاده از نرم‌افزارهایی مانند اتوکد و فتوشاپ انجام شده است. در این پژوهش، روش تجزیه و تحلیل اطلاعات از نوع کیفی است.

پیشینه پژوهش

با توجه به ماهیت و هدف پژوهش، مطالعات انجام‌شده را می‌توان در دو بخش هندسه پنهان و دیوارنگاری خانه‌های تاریخی بررسی کرد. در مبحث هندسه پنهان، مطالعات انجام‌شده در حوزه معماری و هنر قرار دارند. در حوزه معماری، بلیلان اصل و همکاران

چگونگی استفاده از ساختار هندسی حساب شده و هدفمند و هماهنگ با مضمون روایت در نگاره مذکور پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که نگارگران هرات، به‌ویژه نگارگر این نگاره، از هندسه پنهان به‌طور آگاهانه و هدفمند به‌منظور جانمایی عناصر مختلف تصویر و ایجاد ارتباط بصری و مفهومی میان آن‌ها و کاربرد نمادین ساختار هندسی مورداستفاده، بهره گرفته‌اند. فدایی (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل هندسه پنهان در نقاشی ایرانی، مطالعه موردی نگاره‌ای از کمال‌الدین بهزاد»، به دنبال شناخت اصول هندسی‌ای است که هنرمند صاحب اثر بر مبنای آن به ساماندهی عناصر موجود در اثر خود پرداخته است. در این پژوهش با کمک مختصات هندسی و تناسبات منطقی روشن می‌شود که برای خلق آثاری شگرف، در این نگاره افزون بر اسپیرال هندسی، از تناسباتی بر پایه اعداد اصم و عدد فی نیز استفاده شده است. این امر خبر از سیر تکاملی ترکیب‌بندی در نقاشی ایرانی و رسیدن به اوج تناسبات در زیرساخت نگاره‌ها دارد. در خصوص دیوارنگاری نیز می‌توان به مقاله «تحلیل محتوای نقاشی‌های دیواری در خانه‌های قاجاری تبریز»، نوشته افشار مهاجر و کریمی عواطفی (۱۴۰۰)، منتشر شده در نشریه نگارینه هنر اسلامی اشاره کرد. پژوهشگران در این مقاله در جست‌وجوی پاسخ به این سؤال هستند که نقاشی‌های دیواری در خانه‌های قاجاری تبریز به‌عنوان هنر رسانه‌ای، چه پیام‌هایی را به ناظر منتقل می‌کنند؟ نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که شیوه تحقق اهداف ارتباطی نقاشی‌های دیواری در تمام خانه‌های مورد مطالعه، یکسان نبوده است؛ به‌طوری‌که نوع، تعداد، نحوه ترکیب، انتخاب و جانمایی مضمون نقوش و نگاره‌های دیواری به‌کاررفته در این خانه‌ها، علی‌رغم شباهت‌های ظاهری متفاوت هستند. دلیل این تفاوت را شاید بتوان در محدودیت‌های زمانی و مکانی، تفاوت موقعیت‌های اجتماعی و گرایش‌های فکری کارفرمایان یا هنرمندان خانه‌ها جست‌وجو کرد. باین‌حال، روشن است که از نقاشی‌های دیواری در خانه‌های خصوصی اعیان و اشراف تبریز، هم برای تزیین و هم به‌عنوان رسانه‌ای بصری در جهت القای شوکت و مکنت صاحبان خانه‌ها، بهره گرفته شده است. مدهوشیان نژاد و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان «مطالعه تطبیقی نقوش دیوارنگاری در تالارهای شاه‌نشین خانه حریری تبریز و خانه قوام الدوله تهران» به شناخت، مطالعه و ارزیابی تطبیقی نقوش دیوارنگاری‌های این دو خانه پرداخته‌اند. نتایج نشان

(۱۴۰۱) در مقاله «تأویل مفاهیم عددی و رموز هندسی نهفته در تزئینات و معماری گنبد سلطانیه»، به بررسی رموز هندسی نهفته در تزئینات و معماری گنبد سلطانیه از جنبه‌های مختلفی مانند قرآن‌شناسی، احادیث شناسی، علم اعداد، حروف ابجد، علم جفر همراه با نمادشناسی اشکال هندسی و رنگ‌شناسی در تزئینات و معماری بنا پرداخته‌اند، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مفاهیم و معانی به صورت‌های کالبدی (در غالب شکل بنا و سلسله‌مراتب شکل‌گیری فضاها)، نمادهای مذهبی (همچون شمس‌ها و اجرام آسمانی)، اشکال خطی (اسما و آیات الهی)، رنگ‌ها (برای خلق حس متناسب با فضا) در آرایه‌ها نمود پیدا کرده‌اند. به‌کارگیری اعداد مقدس، نمادها و اشکال مذهبی در ساختارهای فضایی و کالبدی بنا موجب ایجاد ارتباط معنوی میان عالم خاکی (مادی) و نور (معنوی) شده است. همچنین آرایه‌های بنا در پنج سطح شامل اشکال هندسی، اعداد، اسماء مقدس و مفاهیم دینی اهل سنت، کاربری فضاها، آیات و احادیث قرآنی در قالب خطوط بنا، در آرایه‌های گنبد سلطانیه مؤثر بوده‌اند. در مقاله‌ای دیگر با عنوان «بازشناسی کاربرد اصول سنتی در معماری سنتی: مورد مطالعاتی قصر خورشید و هندسه پنهان آن»، رضازاده اردبیلی و ثابت فر (۱۳۹۲) به دنبال یافتن اصول هندسی خاصی هستند که طرح منحصر به فرد قصر خورشید بر پایه آن بنا شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که هندسه یافته شده در پلان، نما و مقطع (هماهنگ با هم) بر مبنای شش ضلعی منتظم است. در حوزه هنر نیز می‌توان به مقاله «مقایسه نظام ترکیب‌بندی سه نگاره رزم از سه مکتب در نسخه‌ی خامه نظامی ۱۴۴۲ م. / ۸۴۶ ق»، نوشته صدری و کشیر (۱۴۰۱) اشاره کرد. هدف مؤلفان دستیابی به ویژگی‌های ترکیب‌بندی نگاره‌ها و بررسی سیر تحول آن‌ها بوده است. نتایج نشان می‌دهد که با وجود کاربست هندسه پنهان در هر سه نگاره، ترکیب‌بندی نگاره متعلق به مکتب هرات (اثر کمال‌الدین بهزاد) دارای یک ساختار هندسی و نظام تناسبات هماهنگ‌تری نسبت به دو نگاره دیگر است. همچنین، سیر تحول نظام ترکیب‌بندی در آن‌ها به تناسب تحولات مکاتب نگارگری، با تغییرات تدریجی اما پیوسته و تحت تأثیر سنت‌ها و بدعت‌های بهزاد همراه بوده است. در مقاله «بررسی هندسه پنهان در مکتب نگارگری هرات؛ با تأکید بر نگاره به لشکر نمودن اسکندر، سخن گوشه‌نشینان را»، ملک پائین و چانگ هونگ (۱۳۹۸) به بررسی هندسه پنهان، در کنار



ناشی شده و ارتباط جدی با احتیاجات اقتصادی بشر دارد. تناسبات نیز مفهومی ریاضی است که بر رابطه مناسب میان اجزاء با یکدیگر و با کل اثر دلالت دارد. تقریباً همه آثار هنری بر اساس نوعی تناسب به وجود آمده‌اند (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۰، ص. ۱۵). رابطه متقابل میان حساب، هندسه، نجوم و موسیقی به عنوان شعبات دانش ریاضی، تأثیر ویژه‌ای بر مفاهیم زیبایی‌شناختی و نظام هندسی حاکم در معماری داشت؛ به نحوی که شیوه‌های کاربردی ترسیم، تقسیم و تکثیر ساده‌ای که به اتکای دایره‌ای با شعاع ثابت حاصل شدند و استفاده از زیج‌ها^۱ و دیگر ابزار ترسیم دویعدی، توانستند در طرح کالبدی ابنیه و تزئینات آن به‌عنوان بخش عملی معماری و علم الحیث مؤثر باشند (عباسی و همکاران، ۱۳۹۸، ص. ۹۵). معماری ایران بر اساس دستگاه تناسبات و با در نظر گرفتن اندازه‌های مشخص و متناسب طراحی شده است. این امر در روش طراحی یک بنا از زمان آغاز طرح و انتخاب محل حیاط و فضاهای اصلی تا تعیین تناسبات و ارتفاع فضاها و تزئینات آن‌ها به چشم می‌خورد (طاهیان، ۱۳۸۳، ص. ۱۰۹). کهن‌ترین اثر موجود درباره کاربرد هندسه در معماری استفاده از زمینه مشبک است. قدیمی‌ترین نقشه‌های کاغذی بازمانده از معماری اسلامی، از آسیای میانه به‌دست آمده و مربوط به بناهای خاندان شیبانی در سده دهم/شانزدهم است. نکته جالب این‌که این نقشه‌ها روی کاغذ شطرنجی رسم شده است (هیلن برند، ۱۳۸۳). در منابع متفاوتی از معماری مدولار یا معماری با استفاده از نقشه‌های مشبک و شطرنجی یاد شده که گاهی از آن به‌عنوان پیمون نام برده شده است (تصویر ۱). در معماری ایران، استفاده از پیمون همواره به‌عنوان یک اصل مهم مدنظر معماران بوده است، آنان با استفاده از پیمون به‌عنوان اندازه و معیار با محاسبات دقیق و اجرای ساده طرح‌های زیبای ارائه می‌کردند (بمانیان، ۱۳۸۱، ص. ۳).

نجیب اوغلو (۱۳۷۹، صص. ۳۰-۳۱) در مورد نحوه و روند تهیه نقشه‌های معماری بر اساس طومارهای معماران ایرانی می‌نویسد: معمار شرقی قوه‌ای باطنی دارد که از پلان و نما و مقطع مستغنی‌اش می‌سازد و می‌تواند همه اجزای بنای خود را بی تخمین اندازه و نیاز به پیش‌بینی اجزای متعدد آن، پی‌نهد. ظاهر امر چنین است که معمار ایرانی از پلان مستغنی است و چون احداث خانه‌ای را به وی واگذارند، نخست زمین را بالجمله تسطیح کند، آنگاه جای دیوارها را گچ‌ریزی کند، بی آن‌که هیچ اندازه آن‌ها را قدم کند. درحالی‌که

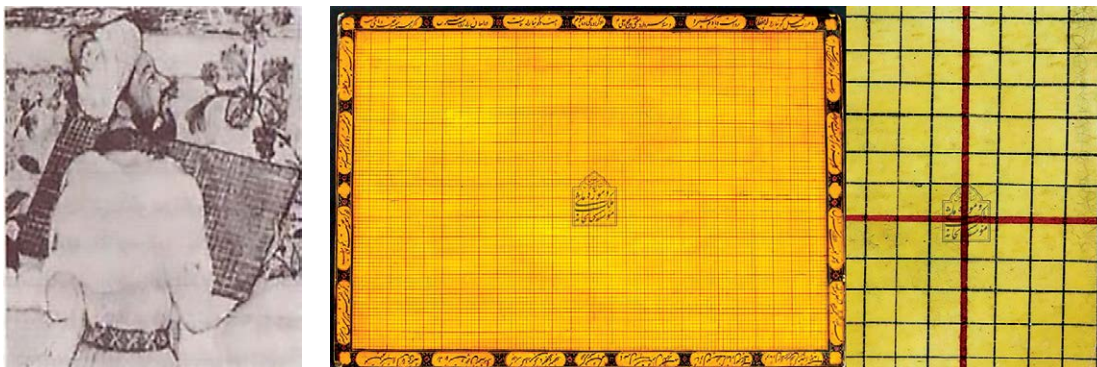
می‌دهد که در زمینه ترکیب‌بندی نقاشی‌های دیواری؛ فن اجرا و پیاده‌سازی نقوش در قاب‌بندی‌های مشخص و موضوعات متداول نقاشی هم عصر، تفاوت‌های اندکی در خانه‌های یادشده وجود دارد. به‌نحوی که در اغلب موضوعات مشترک، تأثیر نقاشی و سبک‌های متأثر از هنر غرب قابل مشاهده است. علی‌رغم وجوه اشتراک فوق، تفاوت‌های محسوسی در مضامین تصویری همانند نگاره‌های مذهبی، مناظر گرفت و گیر، طبیعت بیجان و همچنین درجه و مقام اجتماعی صاحبان بنا وجود دارد که به نظمی رسد گزینه آخر مهم‌ترین دلیل در بروز تمایز دیوارنگاری‌های دو بناست. پاشاپور (۱۳۹۳) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان «دیوارنگاری معاصر بر اساس نمونه‌های قاجاری تبریز» که با راهنمایی مهدی محمدزاده در دانشگاه هنر اسلامی تبریز انجام شده است، به بررسی دیوارنگاری‌ها در خانه‌های قاجار تبریز به‌عنوان الگویی برای ترسیم دیوارنگاری‌های معاصر پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در این دیوارنگاره‌ها، علی‌رغم وجود نقوش انسانی و حیوانی، معماری و طبیعت و نقوش تزئینی، نقشی که کاربرد وسیع‌تری نسبت به سایرین داشته، نقش تزئینی است.

تعداد مطالعات در بخش هندسه پنهان معدود است. مطالعه پژوهش‌های پیشین نشانگر آن است که هم در معماری و هم در هنر نگارگری به هندسه و تناسبات اهمیت ویژه‌ای داده می‌شد. این هندسه در معماری علاوه بر این‌که در پلان، مقطع و نما رعایت می‌شود، بر روی تزئینات بنا نیز تأثیر می‌گذارد. دیوارنگاری‌ها هم که زیرمجموعه هنر نگارگری هستند، جزئی از تزئینات رواج یافته در خانه‌های دوره قاجارند. مطالعات انجام‌شده در این حوزه بیشتر در جهت تحلیل و طبقه‌بندی این دیوارنگاری‌ها بوده است. در این میان، هیچ مطالعه‌ای در حوزه ارتباط میان هندسه به‌کاررفته در معماری و دیوارنگاری‌ها انجام نشده است. بدین سبب، در این پژوهش، مؤلفان با استفاده از تجزیه و تحلیل نقشه‌های معماری و تصاویر دیوارنگاری‌ها، به دنبال یافتن ارتباط هندسه پنهان در معماری خانه به‌نام تبریز و دیوارنگاری‌های آن هستند.

مبانی نظری و ادبیات پژوهش

۱. هندسه در معماری و عناصر تأثیرگذار ترسیمی علم هندسه مانند همه علوم دیگر از مشاهده و تجربه

۱. زیج تخته ای چوبی با شبکه‌های منظم شطرنجی و روکش لاک است که برای ترسیم نقشه‌ها و نقوش و اشکال با مقیاس مشخص استفاده می‌شده است. اولین اشاره مکتوب به کاربرد این وسیله جهت رسم نقشه‌های معماری در «سفرنامه آبی-دلف» در قرن چهارم هجری قمری بوده است (رکنی، ۱۳۹۳).

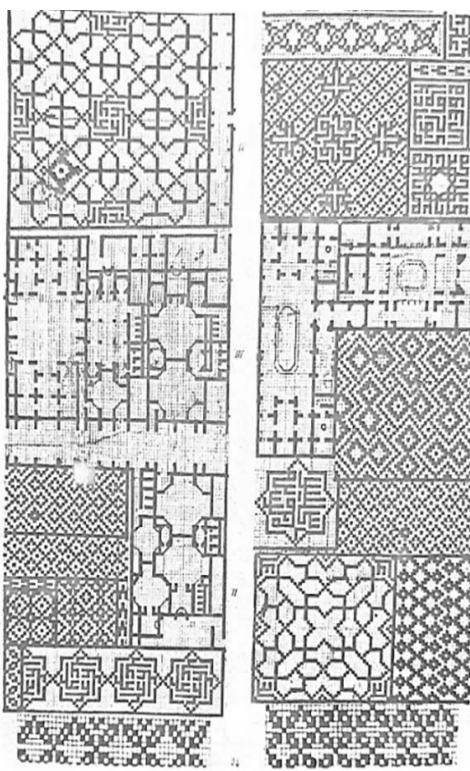


تصویر ۱. الف (سمت راست)، تصویر لوحی پیداشده در موزه ملک مربوط به دوره قاجاریه
(تصویر لوحی پیداشده در موزه ملک [دوره قاجار]، بی‌تا).

Figure 1. A (Right), Tablet image discovered at the Malek Museum, dating to the Qajar period
(Tablet image discovered at the Malek Museum [Qajar period], n.d.).

تصویر ۱. ب (سمت چپ)، صفحه مشبک در مینیاتور، «با برنامه» حوالی ۱۵۸۰، به لطف موزه ویکتوریا و آلبرت، لندن (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹)

Figure 1. B (Left), Pierced screen in the miniature With a Program, circa 1580, courtesy of the Victoria and
Albert Museum, London (Necipoglu, 2001).



تصویر ۲. قطعاتی از طومار حاوی نقش هندسی، کتیبه و پلان
ترسیم‌شده بر شبکه شطرنجی از مجموعه نقشه‌های میرزا اکبر،
معمار دربار قاجار (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹، ص. ۲۴)

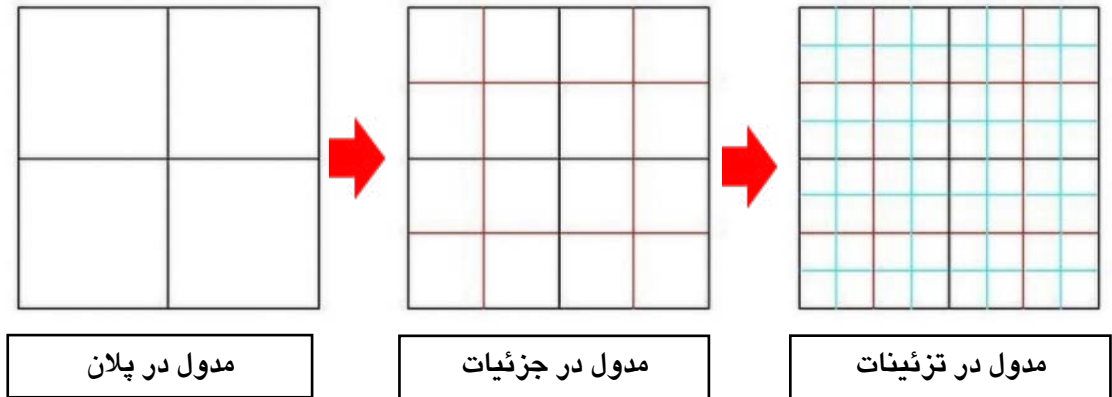
Figure 2. Fragments of a scroll containing geometric patterns,
inscriptions, and plans drawn on a checked grid, from the
collection of drawings by Mirza Akbar, architect of the Qajar
court (Necipoglu, 2001, p. 24).

حقیقت امر این است که پیش از هر کار نقشه کلی بنا را
از کار درمی‌آورد، نه چونان معماران امروز بر کاغذ
ساده، بلکه بر تخته‌ای شطرنجی که هر خانه‌اش نمودار
یک یا چهار آجر است. این تخته رسم کلید سر حرفه
ایشان است. [...] نظام طراحی ساده است زیرا شکل
آجر در ایران مربع است.

نکته قابل توجه در مورد این طومارها این است که پلان
ساختمان‌ها، پلان معکوس طاق و تزئینات معماری در
کنار یکدیگر آمده‌اند (تصویر ۲) و این نشانگر این
موضوع است که مدول تزئینات نیز بر مدول این
صفحات شطرنجی منطبق‌اند و فقط مقیاس مدول‌ها در
تزئینات کوچک‌تر می‌شود (تصویر ۳). برای مثال، هر
مربع در پلان نشانگر یک آجر و همان مربع در تزئین
چهارم آجر است.

۲. هندسه پنهان

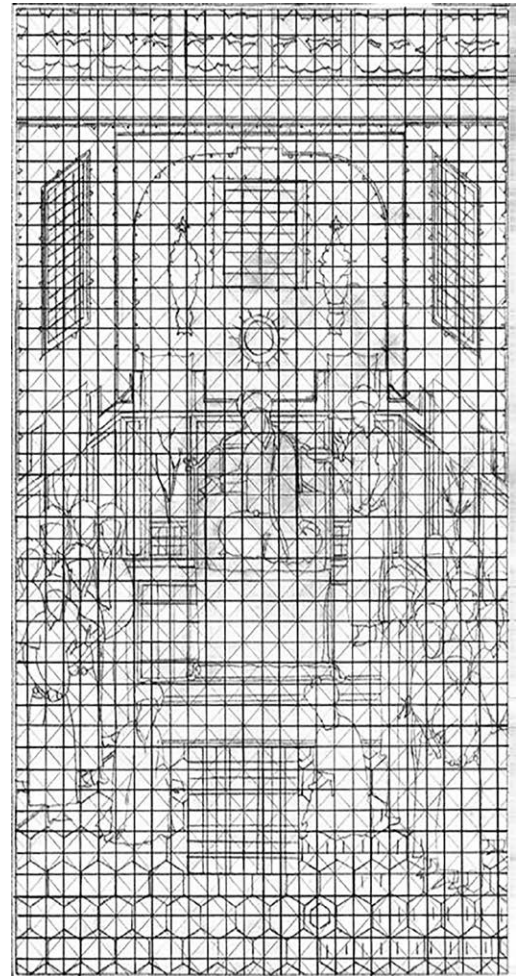
از دوران باستان، استفاده از هندسه در هنرها،
از جمله نقاشی امری عادی بود و رابطه نزدیکی میان
هنرمندان و هندسه‌دانان وجود داشت، باین‌حال،
هنرمندان گاه هندسه را به شکلی رمزآلود در آثار
خود به کار می‌برده‌اند. هندسه پنهان، از طریق
ایجاد تقسیمات مشخص هندسی و جانمایی عناصر
تصویری، روایت و شکل‌دهی به نمادهای انتقال‌دهنده
منویات هنرمند، در عین تقویت مضمون اثر، به انتقال
غیرمستقیم مفهوم به مخاطب نیز می‌انجامد. بنابراین،



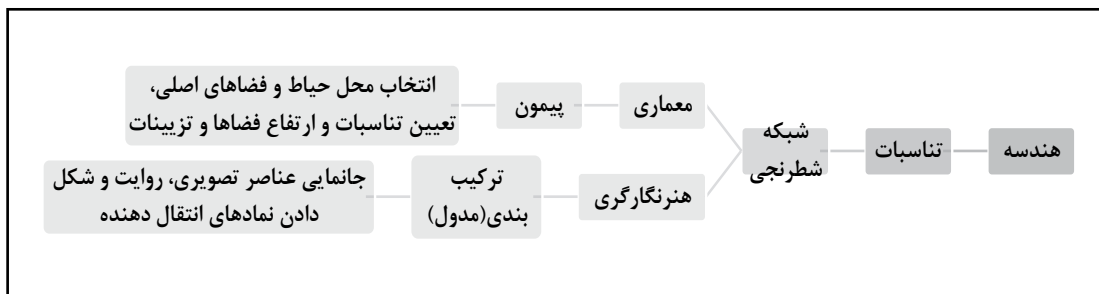
تصویر ۳. نحوه کوچکتر شدن مدول با تناسب معین در شبکه‌های شطرنجی
Figure 3. Method of reducing the module size with fixed proportions in checkered grids

هندسه پنهان علاوه بر سازماندهی ساختار نگاره، لایه‌های معنایی مستتر نیز ایجاد می‌کند (ملک پائین و چانگ هونگ، ۱۳۹۸، ص. ۶). هنر استفاده از زیرساخت شطرنجی شکل یکی از شیوه‌های بنیادین به‌منظور ترکیب‌بندی و طراحی در تمامی حوزه‌های هنر اسلامی بوده است (افشار مهاجر و بهشتی، ۱۳۹۴، ص. ۱۶) (تصویر ۴). وجود نظام یا ترکیب و پیوند اجزای تصویر در خلق اثر هنری بسیار مهم است، به‌گونه‌ای که بزرگ‌ترین آثار هنری، بخشی از بزرگ‌ترین چیدمان‌ها هستند. گرچه این ترکیب‌بندی گاه کمتر از هر چیز دیگری توسط بیننده متوسط درک شده است (کانادی، ۱۳۸۴، صص. ۱۱۹-۱۲۰). در نگارگری ایرانی، هندسه و ساختاری در پشت پرده تصویر پنهان است که در راستای سازماندهی اثر، چیدمان عناصر و نیز مبتنی بر ارائه صورتی تزئینی و تمرکز بر روی جزئیات صحنه، ترکیب کلی اثر را در نگاه اول از چشم پنهان می‌دارد. در نقاشی ایرانی، برخلاف نقاشی اروپایی، کل ترکیب‌بندی در آن واحد به چشم نمی‌آید؛ نگاه بیننده از جزئی به جزئی و غالباً از سمت راست به چپ، یعنی طبق کتابت عربی، از نقشی به‌سوی نقش دیگر می‌رود (پالیا کووا و رحیمووا، ۱۳۸۱، صص. ۱۱۰-۱۱۱). در آثاری از مکتب تبریز اول، هماهنگی میان تصویر و نوشتار، موجب شد ترکیب‌های افقی و نیز عمود حادث گردد؛ در این نگاره‌ها، ساختارهای متقارن و گاهی، قطری نیز قابل مشاهده است (زارعی فارسانی و قاسمی اشکفتکی، ۱۳۹۸).

شهریار عدل در مقاله‌ای با عنوان «پژوهشی پیرامون پیمان‌ها و خطوط تصحیح و تنظیم‌کننده در نقاشی



تصویر ۴. بازسازی اصل چگونگی ایجاد اسکلت شبکه‌ای نگاره بازی شطرنج بوزرجمهر و سفیر هند (افشار مهاجر و بهشتی، ۱۳۹۴)
Figure 4. Reconstruction of the original method for creating the network framework of the illustration of the chess game of Bozorgmehr and the ambassador of India (Afsharmohajer & Beheshti, 2015).



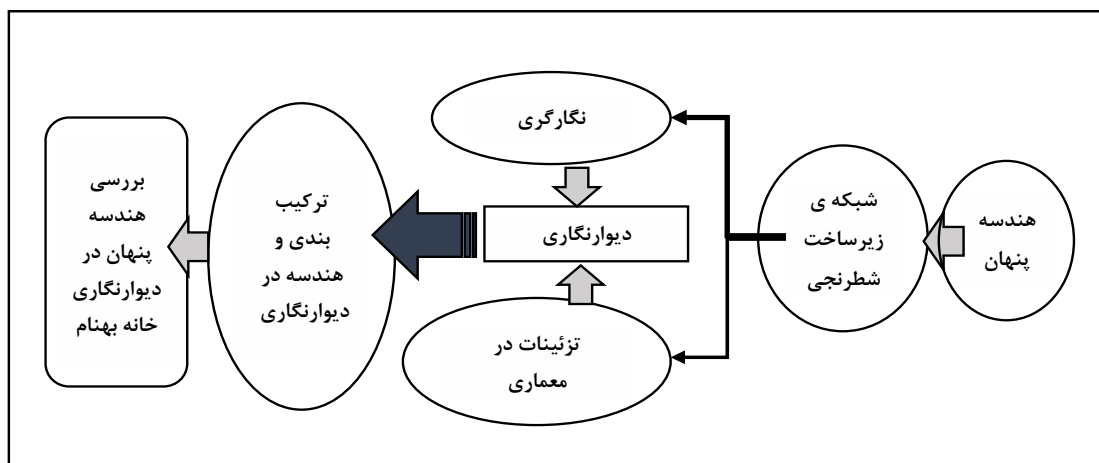
نمودار ۱. هندسه پنهان در معماری و نگارگری
 Diagram 1. Hidden geometry in architecture and miniature painting

و به خصوص ظهور عکاسی با ادامه فرایند تسریعی انتقال نقاشی از صفحات کتاب (که از مهم‌ترین مظاهر ورود سبک فرنگی سازی در عصر صفویه ایران است)، بر دیوارها، رفاها و طاقچه‌ها در عصر قاجار مواجه هستیم که علاوه بر اینکه باعث افزایش سطح و بزرگی نقاشی‌ها می‌شده، تغییراتی نیز در شیوه اجرایی ظریف و مینیاتورگونه پیشین ایجاد می‌گردانده است (جلالی جعفری، ۱۳۸۳).

هندسه پنهان در معماری و نگارگری، با شبکه زیرساختی شطرنجی قابل‌کشف و بررسی است. دیوارنگاری‌ها نیز به‌عنوان تزئینات معماری هنری، زیرشاخه‌ای از هنر نگارگری محسوب می‌شوند. بنابراین، بررسی دقیق دیوارنگاری‌ها می‌تواند در صورت وجود شبکه زیرساختی شطرنجی که ترکیب‌بندی و الگوی طراحی بر اساس آن شکل‌گرفته باشد را شناسایی کند. این شبکه ممکن است، مانند دیگر الگوهای تزئینات معماری، بر شبکه زیرساختی

شرقی» نشان می‌دهد که چگونه ترکیب نگاره‌های ایرانی از یک زیرساخت شبکه‌ای تبعیت می‌کرده‌اند. او در این مقاله، با تکیه بر یک نسخه از فتوحات همایون که در سال‌های ۱۶۰۰-۱۶۰۵ ق در مکتب شیراز کار شده، تلاش می‌کند تا واحدی را که اثر بر اساس آن ترکیب شده است، کشف کند. این واحد که شهریار عدل آن را M می‌نامد، در واقع مربعی است با طول و عرضی برابر با ضخامت قاب‌هایی که همه صفحات متن، تذهیب‌ها و نگاره‌های کتاب را در برگرفته است. بدین ترتیب وی اثبات می‌کند که از یک سو طول و عرض نگاره‌ها مضرب صحیحی از ثابت M هستند و از سوی دیگر، کلیشه‌ها و پیش‌طرح‌ها در درون قاب به‌گونه‌ای ترکیب شده‌اند که نشان دهنده تبعیت طراح از اسکلت شبکه گونه طرح است (Ade, 1975).

۳. هندسه در هنر دیوارنگاری در ایران
 در اواسط حکومت قاجار، به واسطه جریان‌های متعدد



نمودار ۲. ارتباط هندسه پنهان و دیوارنگاری
 Diagram 2. The relationship between hidden geometry and mural painting



تصویر ۵. تصویر کلی از دیوارنگاری‌های ازارها و قاب‌های ضلع غربی اتاق طنابی خانه بهنام
Figure 5. Overall view of the mural paintings of the dadoes and frames on the western side of the tanabi room of the Behnam House



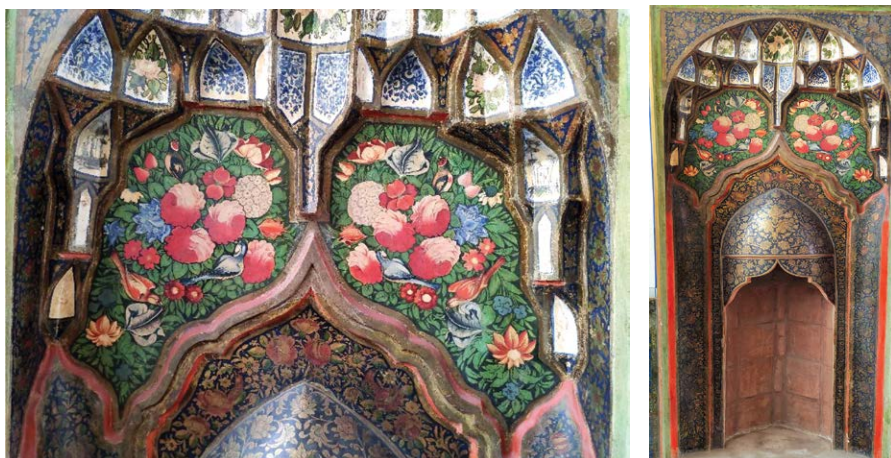
تصویر ۶. پنجره‌های ارسی اتاق طنابی خانه بهنام
Figure 6. Orosi windows of the tanabi room of the Behnam House

است که در وسط آن قرار گرفته است در طرفین طنابی، ورودی‌ها و اتاق جانبی (گوشواره) قرار دارد. پنجره بزرگ جنوب، مشرف به ایوان و حیاط باغچه (بیرونی) به صورت ارسی ۷ دری و پنجره شمالی مشرف به حیاط اندرونی به صورت ارسی ۳ دری است. در اتاق طنابی، تزیینات نقاشی روی دیوارها و تقسیم‌بندی طاقچه‌ها و شومینه‌ها و ظرافت پنجره‌های ارسی (تصویر ۶) و درها در حد بالایی بوده است. تزیینات نقاشی را می‌توان با توجه به شیوه کار و نحوه رنگ‌آمیزی به اواخر دوره زندیه و اوایل دوره قاجار نسبت داد. طنابی دارای دو بخاری دیواری (شومینه) در اضلاع شرقی و غربی به عرض ۸۲ و ۱۹۵ سانتی‌متر روبروی هم ساخته شده است. بخش

شطرنجی معماری بنا منطبق باشد. در این پژوهش، با بررسی دیوارنگاری‌های خانه بهنام به عنوان نمونه موردی و یافتن شبکه شطرنجی که ترکیب‌بندی طرح‌ها بر اساس آن انجام شده است، به دنبال میزان مطابقت آن با شبکه زیرساختی معماری بنا هستیم.

معرفی خانه تاریخی بهنام تبریز و دیوارنگارها و تزیینات اتاق طنابی

این بنا در محله تاریخی مقصودیه تبریز و در مجموعه دانشگاه هنر اسلامی تبریز واقع شده و در سال ۱۳۷۶ به شماره ۱۸۵۰ ثبت ملی شده است. این بنا از نظر معماری و تزیینات به عمل آمده در آن و کامل بودن بنا به عنوان یک نمونه خانه مسکونی، با مساحت عرصه ۹۰۰ مترمربع و اعیانی ۸۴۰ مترمربع، قابل مطالعه بوده دارای اهمیت ویژه است (اسمعیلی سنگری و عمرانی، ۱۳۹۳، ص. ۶۹). از خصوصیات بارز آن، کامل بودن مجموعه پلان معماری و تعلق آن به عهد قاجاری است. در اتاق طنابی، تزیینات نقاشی روی دیوارها، تقسیم‌بندی طاقچه‌ها و شومینه‌ها و ظرافت پنجره‌های ارسی و درها در سطح بالایی قرار دارد. تزیینات نقاشی را می‌توان با توجه به شیوه کار و نحوه رنگ‌آمیزی به اواخر دوره زندیه و اوایل دوره قاجار نسبت داد (چرخ، ۱۳۸۰، ص. ۱۲۴). بخش قابل توجهی از دیوارنگاری‌های موجود در خانه بهنام، در اتاق طنابی این خانه قرار دارد (تصویر ۵). طنابی در شمال باغچه، محور و مرکز ثقل ساختمان



تصویر ۷ الف (سمت راست). شومینه اتاق طنبی
 Figure 7-A (Right). Fireplace of the tanabi room

تصویر ۷ ب (سمت چپ). نقاشی مقرنس های شومینه اتاق طنبی
 Figure 7-B (Left). Painting of the muqarnas of the fireplace in the tanabi room

تنها از اسلیمی فرنگی استفاده شده است. بیضی یا مرکز ترنج‌ها با منظره یا مینیاتور تزئین شده است. در ترنج‌های ردیف بالا و پایین، رنگ سبز و در ترنج‌های میانی رنگ‌های پیازی و سبز به کار رفته است (چرخ، ۱۳۸۰، ص. ۱۲۵).

تحلیل هندسه پنهان در دیوارنگاری اتاق طنبی خانه بهنام

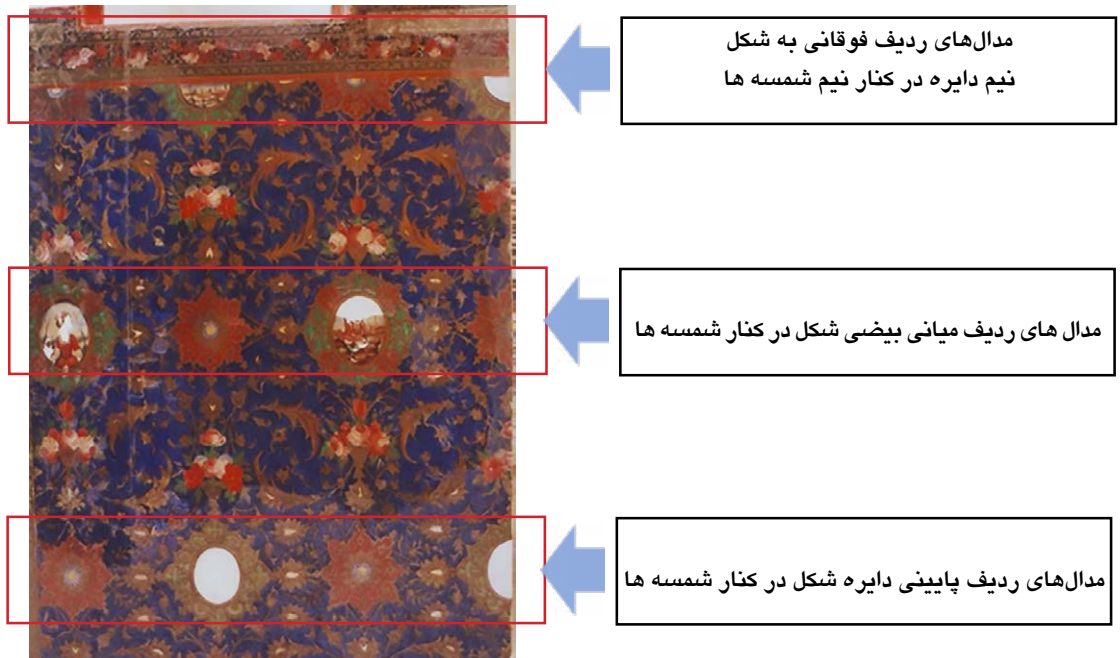
همان‌گونه که اشاره شد نگارگران از دو نوع ساختار هندسی برای ترکیب بندی آثار خود استفاده می‌کردند. اولی «زیرساختی شبکه‌ای» که شامل خطوط متقاطع و عمود بر هم است و دومی نوع ترکیب بندی، بر شکل‌های سیال دایره‌ای و مارپیچ، به منظور جانمایی فیگورهای انسانی، حیوانی، گیاهی، صخره‌ها، تپه‌ها و کوه‌ها بنا می‌شود. این ترکیب نیز با نظام شبکه‌ای زیرساخت هماهنگ است.

رکنی (۱۳۹۳) در بررسی لوح ملک بیان می‌کند که این لوح دارای دو رو است (تصویر ۹) که روی اول آن به شبکه‌های ۱۰/۵ در ۱۰/۵ میلی‌متر تقسیم شده که در آن اضلاع هر خانه خود به پنج قسمت مساوی تقسیم و شبکه بندی شده است و روی دوم به شبکه‌های ۲۱ در ۲۱ میلی‌متری تقسیم شده و هر خانه به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است. در این لوح مقیاس مدول‌ها با مضرب دو کوچک‌تر شده است. بنابراین، مطالعه شبکه‌های شطرنجی در طومارها نشانگر این موضوع است که ابعاد زمین ساخت بنا و فضاهای اصلی

فوقانی شومینه با مقرنس‌های کوچکی تزئین شده که آن‌ها نیز دارای نقاشی است. تزئینات چهار مقرنس آن شامل منظره به شیوه اروپایی، پنج مقرنس بوته گل رز و پنج مقرنس تذهیب اجرا شده است. فضای بین مقرنس‌ها و کلاهک شومینه به صورت گل و مرغ رنگ شده و باقی بخش‌های تذهیب و گل و مرغ در حال حاضر مرمت شده است. (تصویر ۷).

دیوارهای جانبی از کف تا ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر ازاره با نقاشی و از ازاره تا سقف با دو ردیف طاقچه تزئین شده است (چرخ، ۱۳۸۰، ص. ۱۲۴). نقاشی‌های ازاره از کف به ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر، جمعاً به طول ۱۰/۵ متر است. نقاشی‌های ازاره (تذهیب، گل و بوته مینیاتور) دارای سه ردیف مدال در متن تذهیب است که مدال‌های ردیف فوقانی نیم‌دایره تا مدال‌های ردیف میانی بیضی و پایینی دایره است (تصویر ۸). مدال‌های میانی به دلیل قرار گرفتن در محور ازاره و ارتفاع مناسب برای نقاشی و تسلط دست نقاش شامل صورت (پرتره) به شیوه ایرانی و اروپایی است و در مدال‌های ردیف پایین منظره نقاشی شده که در آن‌ها انسان به صورت طرح‌واره نقاشی شدند و از پرداختن به جزئیات پرهیز شده است (چرخ، ۱۳۸۰، ص. ۱۲۴).

متن غالب نقاشی ازاره طنبی، نقوش تذهیب با رنگ طلایی و متن لاجورد است که در این بخش از تزئینات از دو نوع ترنج استفاده شده است. در یکی از نقوش اسلیمی و ختایی با رنگ زمینه پیازی و در دیگری



مدال‌های ردیف فوقانی به شکل نیم دایره در کنار نیم شمسه‌ها

مدال‌های ردیف میانی بیضی شکل در کنار شمسه‌ها

مدال‌های ردیف پایینی دایره شکل در کنار شمسه‌ها

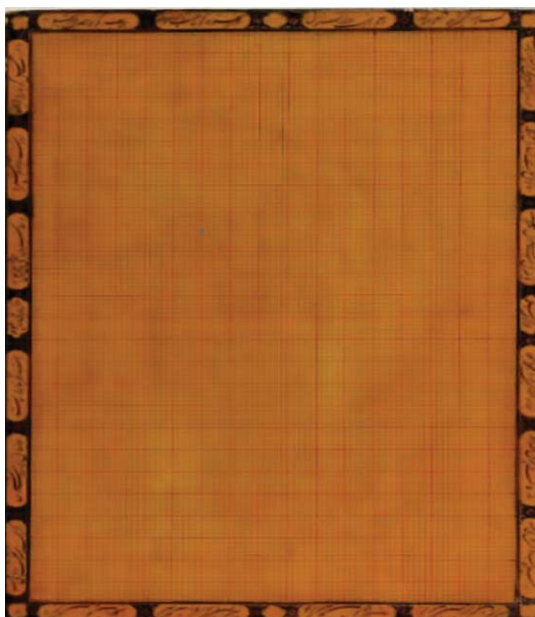
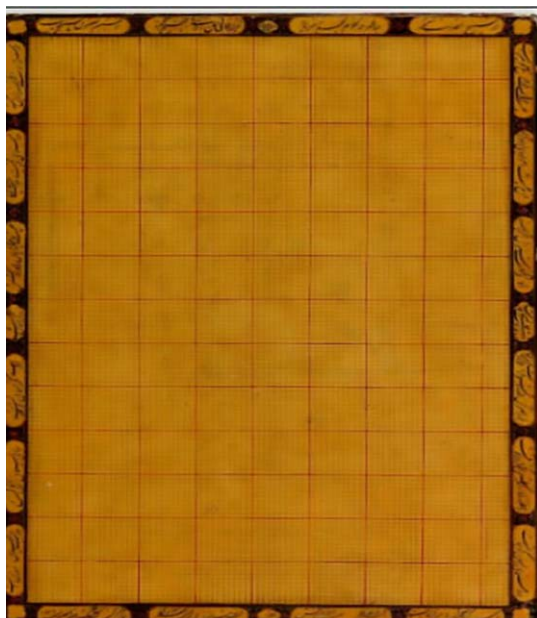
تصویر ۸. نقاشی ازاره کنار شومینه ضلع غربی طنبی خانه بهنام
Figure 8. Painting of the dado beside the fireplace on the western side of the tanabi room of the Behnam House

آن منطبق بر تقسیم‌بندی شبکه شطرنجی است و با کوچک‌تر کردن مقیاس شبکه شطرنجی اولیه، شبکه ثانویه به دست می‌آید (به عبارت دیگر گویی هر خانه از شبکه شطرنجی اولیه با ضریب مشخصی به خانه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شود و خانه‌های شبکه ثانویه به دست می‌آید) که ابعاد و اندازه جزئیات فضا (همانند ابعاد درگاهی، پنجره، چفدها، نهازها و نخیرها) نیز منطبق بر این شبکه ثانویه است و با تکرار این کار نیز شبکه سومی نیز به دست می‌آید که جایگیری اجزای تزیینات بر روی این شبکه منطبق است.

برای بررسی این موضوع در خانه بهنام، ابتدا با انجام مطالعات، شبکه‌های شطرنجی مختلفی با مبنا قرار دادن عناصر مختلف اتاق طنبی به دست آمد. طنبی به عنوان فضای اصلی که دیوارنگاری‌ها در آن قرار دارند، انتخاب شده است. به عنوان مثال، یک شبکه با مبنا ابعاد درگاهی طنبی و یک شبکه دیگر با مبنا ابعاد پنجره (به عنوان شبکه بندی ثانویه) تهیه شد. از سوی دیگر، شبکه‌هایی منطبق بر فضاهای اصلی خانه بهنام نیز تهیه شد. به طور مثال، یک شبکه با مبنا قرار دادن ابعاد اتاق طنبی به دست آمد، شبکه دیگر با مبنا قرار دادن ابعاد حیاط بیرونی و دیگری با مبنا قرار دادن ابعاد حیاط اندرونی (به عنوان شبکه بندی اولیه) تهیه شد. با تطابق این شبکه‌ها با یکدیگر یعنی - شبکه‌های

منطبق بر جزئیات اتاق طنبی با شبکه‌های منطبق بر پلان کلی خانه بهنام - مناسب‌ترین شبکه بندی انتخاب شد. این شبکه بندی در درجه اول شبکه بندی بود که ۱. ابعاد فضاهای اصلی و زمین بنا منطبق بر خانه‌های آن شبکه بود. ۲. خطوط شبکه بندی اولیه با شبکه بندی ثانویه منطبق باشد، به طوری که شبکه بندی ثانویه مقیاس کوچک شده شبکه بندی اولیه باشد. بدین ترتیب مناسب‌ترین شبکه که بر مبنا طول درگاهی اتاق طنبی بود، به عنوان شبکه زیرساختی شطرنجی انتخاب شد؛ زیرا این شبکه با جایگیری و ابعاد پنجره‌ها، در اتاق و فاصله‌ها آن‌ها با یکدیگر و همچنین مکان و ابعاد قاب‌ها، چفدها و ازاره‌ها هماهنگ است. افزون بر آن، این شبکه بر نمای جداره‌ها و نمای بیرونی ساختمان نیز منطبق است. با تقسیم هر یک از مربع‌های به دست آمده در شبکه اولیه (پلان کلی) به سه مربع دیگر، مشخص می‌شود که مکان قرارگیری جزئیات دیگر، مانند مکان نهازها، نخیرها و طاق‌ها، بر اساس این شبکه بندی ثانویه (که مقیاس کوچک‌تری نسبت به شبکه اولیه دارد) انتخاب شده است. ابعاد انتخاب شده به عنوان مبنا شبکه شطرنجی اولیه، ۱×۲ است که در شبکه ثانویه به ۳×۶ تبدیل می‌شود (تصویر ۱۰). علاوه بر این، مقیاس کوچک شده این شبکه بندی با ضریب مشخص بر روی نقاط عطف دیوارنگاری نیز منطبق

تحلیل و تطبیق هندسه پنهنام معماری
 باديوارنگاری‌های خانه بهنام تبریز
 پایه شبکه زیرساختی / ۲۴۰ - ۲۴۱ /
 احدنژاد ابراهیمی - پریسا هاشم پور -
 سمیرا کریمی قلعه لر

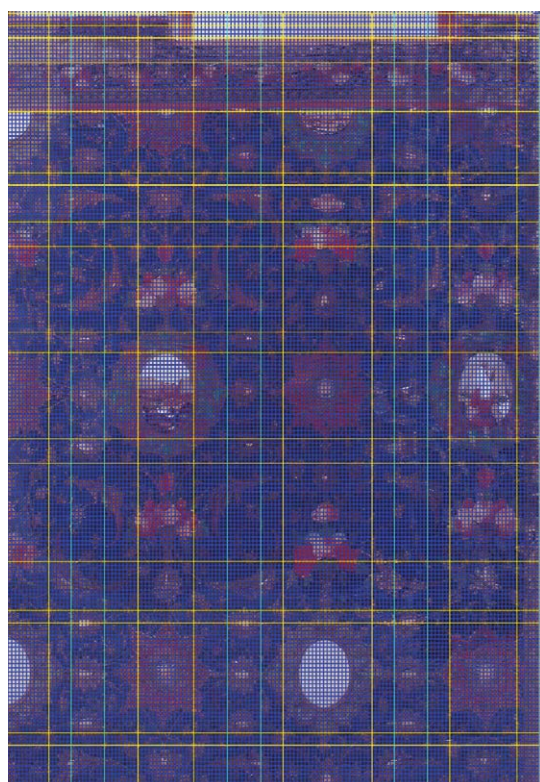


تصویر ۹. الف (سمت راست). روی اول لوح معماری لاک، محل نگهداری: موزه ملی ملک (رکنی، ۱۳۹۳، ص. ۵۲)

Figure 9-A (Right). Front side of the lacquered architectural panel, collection of the Malek National Museum (Rokni, 2014, p. 52)

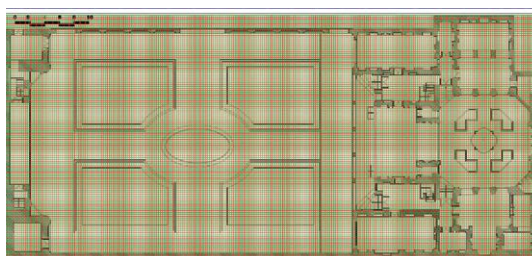
تصویر ۹. ب (سمت چپ). روی دوم لوح معماری لاک (رکنی، ۱۳۹۳، ص. ۵۲)

Figure 9-B (Left). Back side of the lacquered architectural panel (Rokni, 2014, p. 52).



تصویر ۱۱. الف) شبکه دوم (خطوط سبز)، ب) شبکه سوم (خطوط آبی) در دیوارنگاری خانه بهنام تبریز (ترکیب‌بندی، توسط نگارندگان).

Figure 11. (A) Secondary grid (Green lines), and (B) Tertiary grid (Composition, by the authors).



تصویر ۱۰. شبکه‌ی شطرنجی اولیه (خطوط قرمز) و شبکه شطرنجی دوم (خطوط سبز) در پلان خانه بهنام تبریز
 Figure 10. Initial checked grid (Red lines) and secondary checked grid (Green lines) in the plan of the Behnam House, Tabriz

است، به طوری که جایگیری نقش‌های اصلی (مدال‌ها و شمشه‌ها) منطبق بر مدول شبکه سوم به دست آمده از ترکیب شبکه‌های اولیه و ثانویه است (تصویر ۱۱).
 با تطابق شبکه‌های شطرنجی به دست آمده بر روی پلان خانه بهنام (تصویر ۱۲)، ابعاد برخی فضاها بنا بر تعداد خانه‌های شطرنجی آن شبکه‌ها به شرح جدول ۲ است.

پس از بررسی این شبکه شطرنجی در پلان و جداره‌ها (تصاویر ۱۳، ۱۴ و ۱۵)، این شبکه شطرنجی (با مقیاس کوچک‌تر) بر روی دیوارنگاری‌ها از ازاره اتاق منطبق گردید و با توجه به آن مشاهده شد که نقوش مهم



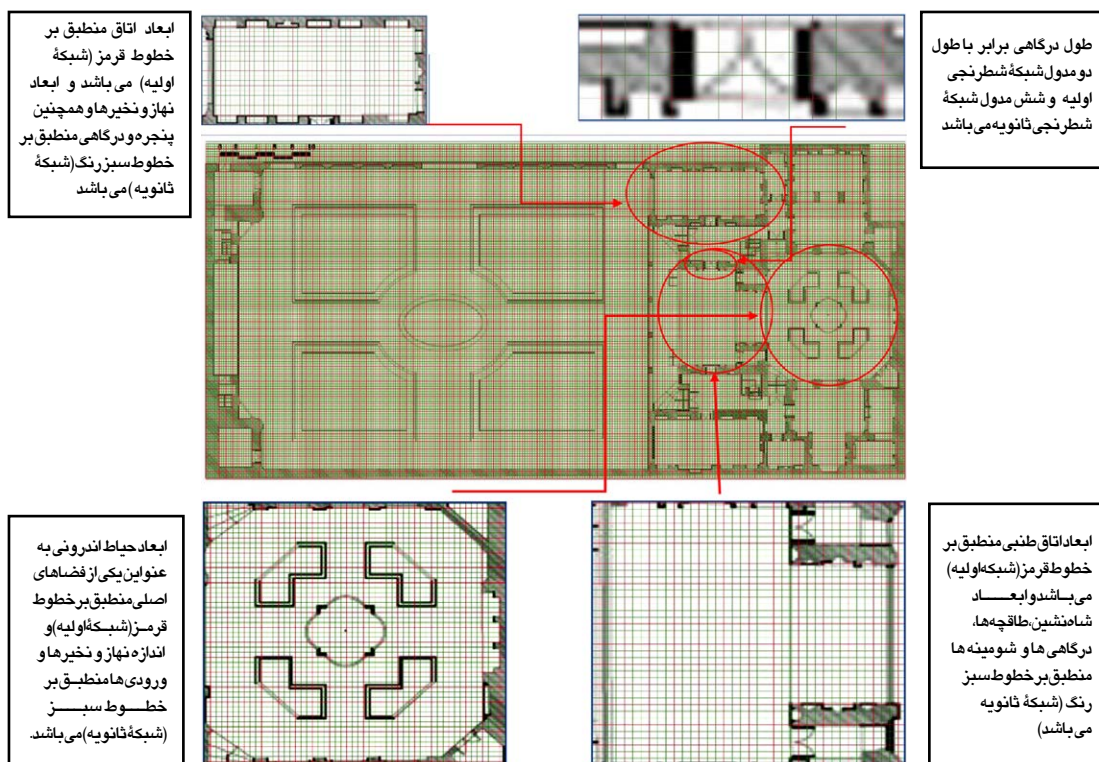
جدول ۱. نحوه ی کوچکتر شدن مدول با تناسبات معین در شبکه شطرنجی خانه بهنام تبریز
Table 1. Method of reducing the module size with fixed proportions in the checkered grid of the Behnam House, Tabriz

شبکه شطرنجی			
موقعیت	تزئینات	جزئیات	فضاهای اصلی
	6^2	3^2	2^2
<p>شبکه بندی اولیه انتخاب شده با ابعاد اتاق طنابی، به عنوان اصلی ترین فضا به دست آمده و شبکه بندی ثانویه نیز بر مبنای ابعاد درگاهی به عنوان سالم ترین و دست نخورده ترین جز اتاق طنابی مطابق با ابعاد انسانی، انتخاب شده است. خطوط به دست آمده از تقسیم بندی هر خانه از شبکه اولیه انتخاب شده (تقسیم هر خانه به نه قسمت مساوی) بر روی خطوط شبکه ثانویه منتخبی منطبق می شود. با تقسیم هر خانه از شبکه اولیه به ۳۶ قسمت نیز شبکه سوم به دست می آید.</p>			
ضرایب			

جدول ۲. ابعاد فضاها در شبکه اولیه و ثانویه ی خانه بهنام تبریز
Table 2. Spatial dimensions in the primary and secondary networks of the Behnam House, Tabriz.

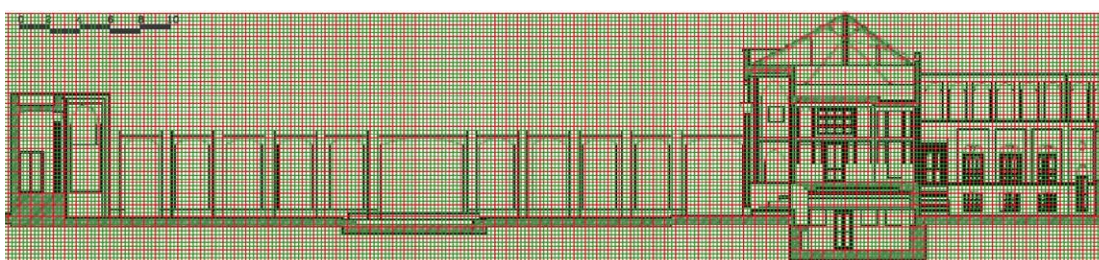
فضا	ابعاد با مدول شبکه اولیه	ابعاد با مدول شبکه ثانویه
حیاط بیرونی	۴۰×۵۵	۱۲۰×۱۶۵
حیاط اندرونی	۱۷×۱۷	۵۱×۵۱
طنبی	۷×۱۳	۲۱×۳۹
شاه نشین طنبی	۴×۷	۱۲×۲۱
اتاق تابستان نشین	۶×۱۵	۱۸×۴۵
اتاق زمستان نشین ۱	۵×۵	۱۵×۱۵
اتاق زمستان نشین ۲	۵×۶	۱۵×۱۸
ایوان بخش زمستان نشین	۴×۱۵	۱۲×۴۵
پستو	۲×۲	۴×۴

تحلیل و تطبیق هندسه پنهان معماری بادبوارنگاری‌های خانه بهنام تبریز بر پایه شبکه زیرساختی / ۲۴۰ - ۲۴۱ / احدنژاد ابراهیمی - پریسا هاشم پور - سمیرا کریمی قلعه‌لر



تصویر ۱۲: شبکه شطرنجی زیرساختی منطبق بر پلان خانه بهنام تبریز (ترکیب بندی، توسط نگارندگان)

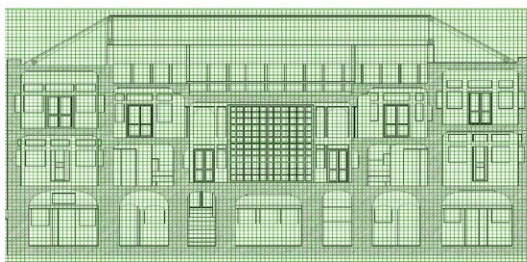
Figure 12. Underlying checkered grid aligned with the plan of the Behnam House, Tabriz (Composition, by the authors)



تصویر ۱۳: شبکه شطرنجی زیرساختی منطبق بر جداره های خانه بهنام تبریز (ترکیب بندی، توسط نگارندگان)

Figure 13. Underlying checkered grid aligned with the elevations of the Behnam House, Tabriz (Composition, by the authors)

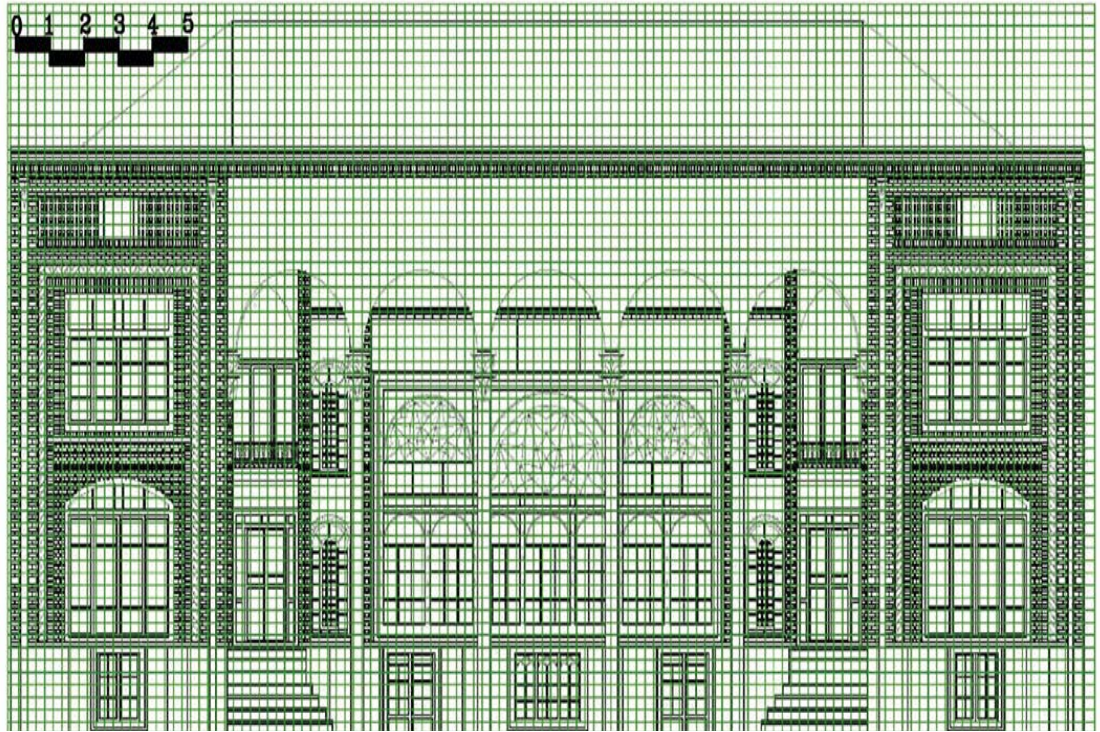
اصلی دیوارنگاری با فواصل مشابهی با یک الگوی تکرار شونده کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. این فواصل با مضربی از عدد سه تکرار می‌شوند (تصویر ۱۶). با دوران ۴۵ درجه‌ای صفحه‌ای شطرنجی زیرساختی، الگوی دیگری برای جایگیری نقوش در دیوارنگاری به دست می‌آید (تصویر ۱۷). در نقاط مهم دیوارنگاری، طرح موجود دارای تناسب ویژه^۱ یا برش مربع با قطر خود، $\sqrt{2}$ است (تصویر ۱۸) الگوی به دست آمده نه تنها بر روی خطوط با دوران ۴۵ درجه منطبق است، بلکه با خطوط قائم نیز مطابقت دارد (تصویر ۱۹).



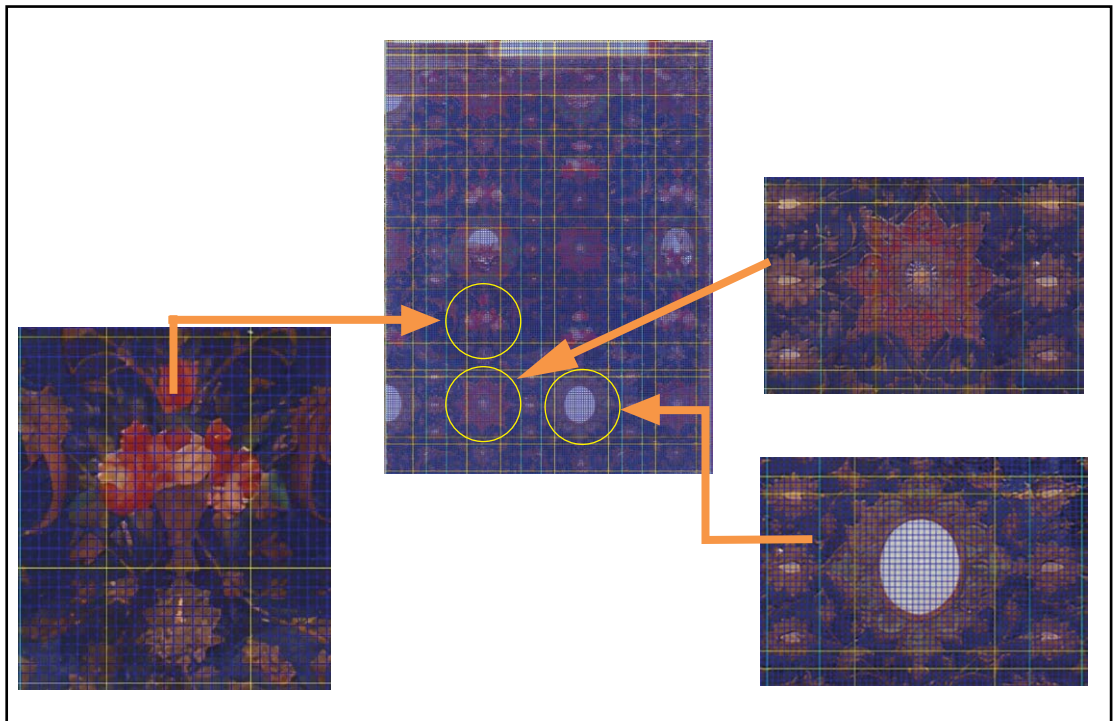
تصویر ۱۴: شبکه شطرنجی زیرساختی منطبق بر جداره های خانه بهنام تبریز (ترکیب بندی، توسط نگارندگان)

Figure 14. Underlying checkered grid aligned with the elevations of the Behnam House, Tabriz (Composition, by the authors)

۱. تناسبات رایج در ترکیب بندی هنرهای سنتی از جمله نسبت $\sqrt{2}$ در ایران، مراجع مختلفی دارد، مرجع ابتدایی آن در بخش مربوط به «تناسبات هندسه در عمل» از ریاضیدان برجسته قرن چهارم هجری/ دهم میلادی، ابوالوفاء بوزجانی است (السعید و پارمان، ۱۳۶۲/۱۹۷۳، ص. ۳۵۶). ابوالوفای بوزجانی (۱۳۶۹، ص. ۹۸). الگوی مبنا را دستگاه مربع و ریشه دوم نسبت هایش میخواند و تعریف آن را اینگونه بیان می‌کند: «نسبتی افزاینده است که سطح و محیط و اضلاع آنها با یکدیگر مقدار ثابتی می‌باشد». مربع های متحدالمرکز با قانون رشد $\sqrt{2}$ ، خطوط انتظام دهندهای را می‌سازد که متکی به ستاره ای هشت پر است (هشت ضلعی) و اضلاع پی‌درپی آن با نسبت $\sqrt{2}$ به هم وابسته‌اند.

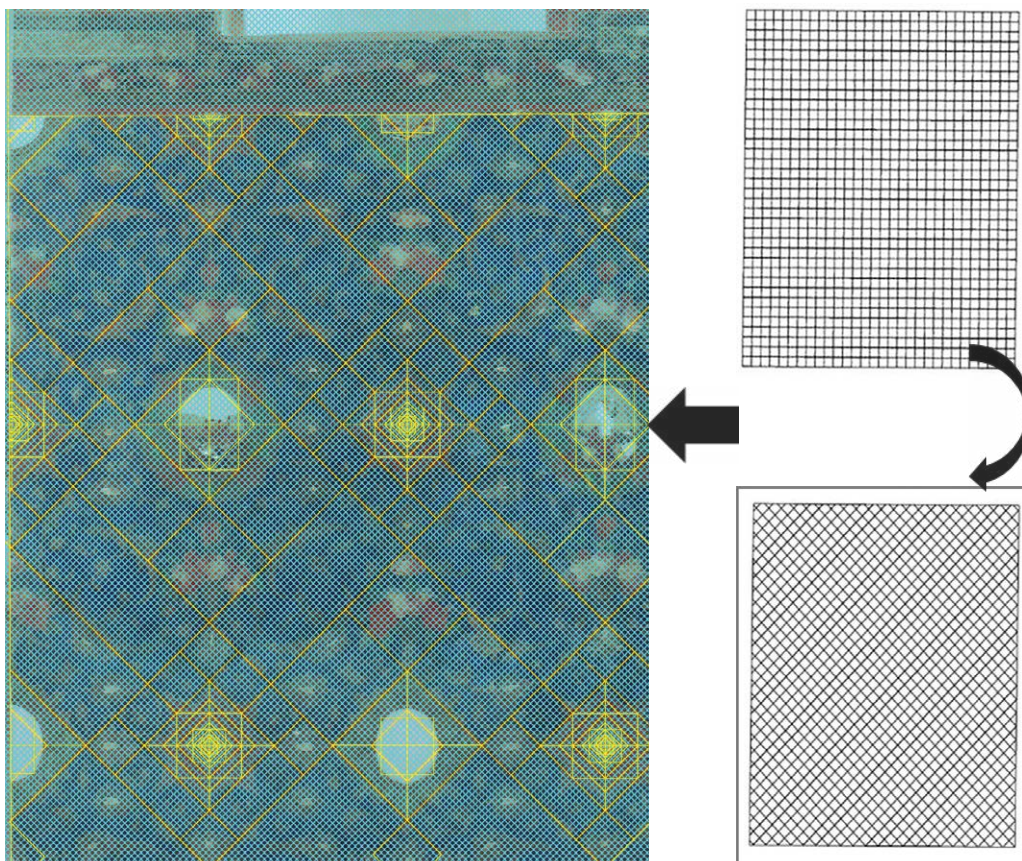


تصویر ۱۵. شبکه شطرنجی زیرساختی منطبق بر نمای خانه بهنام تبریز (ترکیب‌بندی، توسط نگارندگان)
Figure 15. Underlying checkered grid aligned with the façade of the Behnam House, Tabriz
(Composition, by the authors)



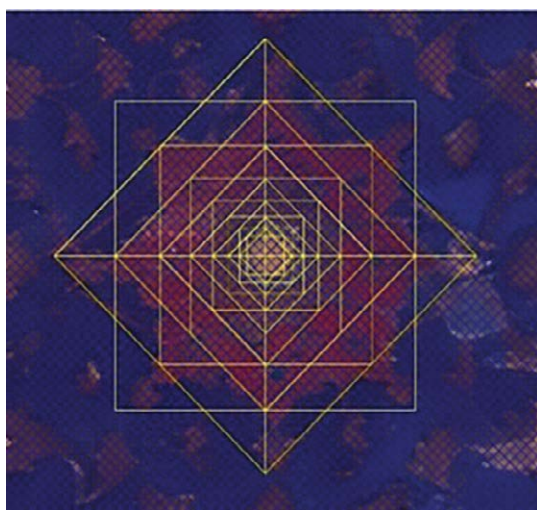
تصویر ۱۶. شبکه شطرنجی زیرساختی دیوارنگاری‌ها و الگوی قرارگیری نقوش خانه بهنام تبریز (ترکیب‌بندی، توسط نگارندگان)
Figure 16. Underlying checkered grid of the wall paintings and the pattern of motif placement in the Behnam House, Tabriz
(Composition, by the authors)

تحليل و تطبيق هندسة پنهان معمارى
 باديوارنگارى هاى خانه بهنام تبريز
 پایه شبکه زیرساختى / ۲۴۰ - ۲۶۱ /
 احدنژاد ابراهيمى - پريسا هاشم پور -
 سميراکريمى قلعه لر



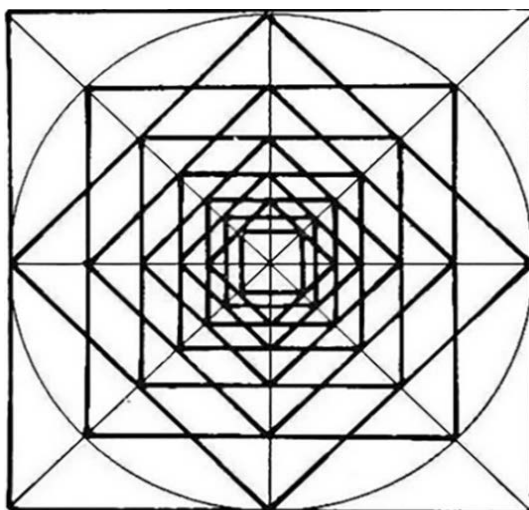
تصویر ۱۷. شبکه شطرنجی زیرساختی (با زاویه ی ۴۵ درجه) دیوارنگاری ها و الگوی قرارگیری نقوش خانه بهنام تبریز (ترکیب بندی، توسط نگارندگان)

Figure 17. Underlying checkered grid (at a 45 degree angle) of the wall paintings and the pattern of motif placement in the Behnam House, Tabriz (Composition, by the authors)



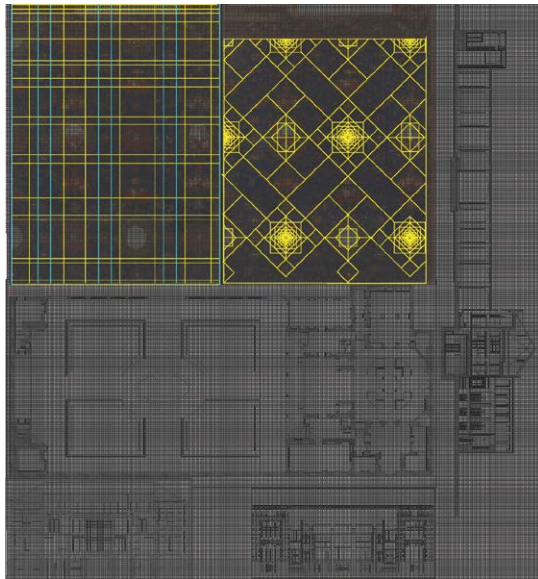
تصویر ۱۸. ب (سمت چپ). تناسب مربع رشد یافته در قسمتی از دیوارنگاری خانه بهنام تبریز (ترکیب بندی، توسط نگارندگان)

Figure 18-B (Left). Developed square proportion in a section of the wall paintings of the Behnam House, Tabriz (Composition, by the authors)



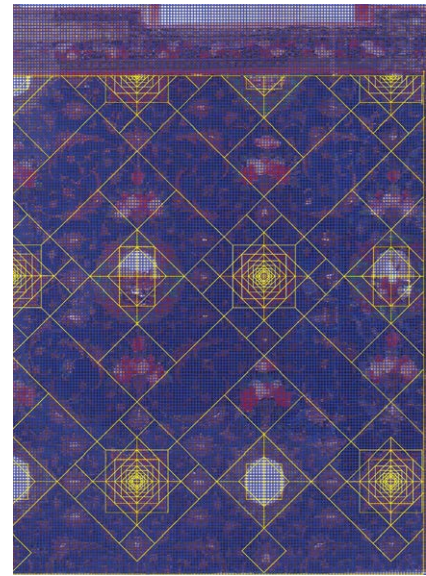
تصویر ۱۸. الف (سمت راست). تناسب مربع رشد یافته (السعيد و پارمان، ۱۳۶۳/۱۹۷۶، ص. ۶۳)

Figure 18-A (Right). Developed square proportion (El-Said & Parman, 1976/1984, p. 63).



تصویر ۲۰. پلان، نما، برش و تزئینات بر روی شبکه زیرساختی شطرنجی در یک صفحه همانند طومارها (ترکیب‌بندی، توسط نگارندگان)

Figure 20. Plan, elevation, section, and decorations placed on a single sheet over the underlying checkered grid, similar to scrolls (Composition, by the authors)



تصویر ۱۹. شبکه شطرنجی زیرساختی (با زاویه ۹۰ درجه) دیوارنگاری‌ها و الگوی قرارگیری نقوش خانه بهنام تبریز (ترکیب‌بندی، توسط نگارندگان)

Figure 19. Underlying checkered grid (At a 90 degree angle) of the wall paintings and the pattern of motif placement in the Behnam House, Tabriz (Composition, by the authors)

نتیجه

در معماری ایرانی، هندسه اصلی جدایی‌ناپذیری است که معماران در ساخت بناهای خود از آن برای ایجاد ابعاد و تناسبات مناسب و منطقی بهره می‌برند. استفاده از زمینه مشبک در معماری یکی از کهن‌ترین نمودهای حضور هندسه در معماری است که به‌عنوان راهنمای معمار برای تأمین تناسبات و هماهنگی اصولی در بنا به کار می‌رود. با این حال، هندسه تنها مختص هنر معماری نیست، بلکه به‌صورت پنهان در دیگر هنرهای ایرانی-اسلامی نیز مورد استفاده هنرمندان قرار می‌گرفته است. هندسه پنهان، مختصاتی هندسی است که هنرمند بر اساس آن به ترکیب‌بندی اثر خود می‌پردازد و هدف از آن ایجاد یک کل منسجم است. این کل منسجم در معماری شامل پلان‌ها، برش‌ها، جزئیات و تزئینات معماری می‌شود. زیرساخت‌های شطرنجی موجود در طومارهایی همچون طومار توپقاپی یکی از مهم‌ترین اسنادی است که بهره‌گیری معماران سنتی از هندسه پنهان را در ساخت بناهای خود نشان می‌دهد. این طومارها شامل پلان‌ها و الگوهای تزئیناتی است که بر روی شبکه‌های زیرساختی شطرنجی منطبق شده‌اند و نشان‌دهنده انسجام بین اجزای ساختمان هستند. بنابراین می‌توان بیان کرد اگر چنین زیرساخت شطرنجی‌ای در طراحی بناهای معماری ایرانی به‌کاررفته باشد، قاعدتاً باید بتوان بناهای موجود را نیز بر چنین شبکه‌هایی انطباق داد. در این پژوهش با بررسی پلان و جداره‌های اتاق طنابی خانه بهنام در تبریز به‌عنوان نمونه موردی پژوهش (آزمودن تقسیم‌بندی‌های مختلف با تناسبات متفاوت)، شبکه زیرساختی مربعی با خطوط افقی و عمودی به دست می‌آید. (تصویر ۲۰). در این شبکه، ابعاد درگاهی اتاق طنابی به‌عنوان مبنای تقسیم‌بندی مربع‌ها و واحد شبکه زیرساختی شطرنجی محسوب می‌شود. تطابق

شبکه اولیه به دست آمده بر پلان خانه بهنام نشان می‌دهد که ابعاد فضاها (حیاطها، اتاقها، طنبی و...) کاملاً با واحدهای این شبکه شطرنجی منطبق هستند. با تقسیم مربع واحد شبکه اولیه به ۹ قسمت، شبکه ثانویه به دست می‌آید که ابعاد نه‌ها، نخیرها و طاقچه‌ها نیز با آن مطابقت دارند. سومین شبکه نیز از تقسیم مربع واحد شبکه اولیه به ۸۱ قسمت به دست می‌آید و این شبکه بر روی تزیینات بنا که شامل دیوارنگاری جداره‌ها می‌باشد، منطبق است؛ به طوری که نقوش اصلی دیوارنگاری در یک الگوی منظم و تکرارشونده (که مضربی از عدد ۳ است) درون این شبکه قرار گرفته‌اند. در همین راستا، با دوران ۴۵ درجه‌ای این شبکه (روشی که در مکتب نگارگری تبریز به کار می‌رفت)، یک طرح و الگو برای جایگیری نقوش به دست می‌آید. در این طرح، شمس‌های موجود در دیوارنگاری دارای تناسب مربع رشد یافته‌اند و اجزای مهم دیوارنگاری همچون قاب‌های بیضی‌شکل، گل و گلدان، شمس‌ها و نیم‌شمس‌ها و نیم‌ترنج‌ها در درون این الگو با نظم متناسب قرار گرفته‌اند. بنابراین، با توجه به بررسی‌ها و تحلیل‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که هندسه پنهان در دیوارنگاری اتاق طنبی خانه بهنام با معماری آن ارتباط دارد، به طوری که هر دو بر یک شبکه شطرنجی واحد منطبق هستند، یعنی هنرمند برای طراحی این دیوارنگاری، از مدول‌های شبکه زیرساختی معماری این اتاق با مقیاس کوچک‌تر بهره گرفته است و این الگو در تمام دیوارنگاری‌های ازاره تکرار شده است.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل یک پژوهش مستقل است که تحت حمایت هیچ سازمانی نبوده است. بدین وسیله از مسئولین و ریاست وقت دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز که امکان عکس‌برداری از مجموعه خانه بهنام را برای تهیه این پژوهش فراهم کرده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در خصوص انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی، از جمله سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر و همچنین، سیاست مجله در قبال استفاده از هوش مصنوعی از سوی نویسندگان رعایت شده است.

منابع و ماخذ

ابوالوفای بوزجانی، م. م. (۱۳۶۹). هندسه ایرانی. کتاب تجارت فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه، یا، کاربرد هندسه در عمل (ع. جذبی، مترجم). سروش.

<https://yassavoli.com/product/6115641>

اسمعیلی سنگری، ح.، و عمرانی، ب. (۱۳۹۳). تاریخ و معماری خانه‌های تبریز قدیم. تبریز: فروزش.

<https://www.ketabiran.ir/book/41117>



افشار مهاجر، ک.، و بهشتی، ط. (۱۳۹۴). چگونگی روند ترکیب‌بندی در نگاره‌های ایرانی مورد پژوهشی: (نگاره بازی شطرنج بوزرجمهر و سفیر هند از نسخه خطی شاهنامه بایسنقری). آینه میراث، ۱۳(۲)، ۹-۳۲.

<https://elmnet.ir/doc/1482429-23818>

افشار مهاجر، ک.، و کریمی عوافقی، ط. (۱۴۰۰). تحلیل محتوای نقاشی‌های دیواری در خانه‌های قاجاری تبریز. نگارینه هنر اسلامی، ۸(۲۲)، ۱۳۰-۱۵۳.

https://niamag.birjand.ac.ir/article_1957.html

السعيد، ع.، و پارمان، ع. (۱۳۶۳). نقش‌های هندسی در هنر اسلامی (م. رجب نیا، مترجم). سروش. (نسخه اصلی منتشر شده در ۱۹۷۶).

<https://www.gisoom.com/12956>

بلیان اصل، ل.، حسن پور لمر، س.، و فیاض مقدم، ح. (۱۴۰۱). تأویل مفاهیم عددی و رموز هندسی نهفته در تزئینات و معماری گنبد سلطانیه. نگره، ۱۷(۶۲)، ۷۹-۵۵.

https://negareh.shahed.ac.ir/article_3174.html?lang=en

بمانیان، م. (۱۳۸۱). مقدمه‌ای بر نقش و کاربرد پیمون در معماری ایرانی. درس هنر، ۱(۱)، ۱-۱۰.

<https://elmnet.ir/doc/960996-61163>

بمانیان، م.، اخوت، ه.، و بقایی، پ. (۱۳۹۰). کاربرد هندسه و تناسب در معماری. انتشارات هله/طحان.

<https://elmnet.ir/doc/30477839-48561>

پاشاپور، م. (۱۳۹۳). دیوارنگاری معاصر بر اساس نمونه‌های قاجاری تبریز [پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد منتشر نشده]. دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

پالیا کووا، ی. آ.، و رحیمووا، ز. (۱۳۸۱). نقاشی و ادبیات ایرانی (ز. فیضی، مترجم). انتشارات روزنه.

<https://elmnet.ir/doc/31335018-51141>

تصویر لوحی پیدا شده در موزه ملک [دوره قاجار]. (بی‌تا). [اثر تصویری]. کتابخانه و موزه ملی ملک، تهران. جلالی جعفری، ب. (۱۳۸۳). نقاشی قاجاری، نقد زیبایی‌شناسی. کاوش قلم.

<https://www.adinehbook.com/9649378634>

چرخ‌چی، ر. (۱۳۸۱). تطبیق دیوار نگاره‌های خانه بهنام تبریز با دیگر نقوش مربوط به دوره زند و قاجار [طرح پژوهشی]. دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشکده هنرهای تجسمی.

<https://visualarts.tabriziau.ac.ir/1381>

رضازاده اردبیلی، م.، و ثابت فر، م. (۱۳۹۲). بازشناسی کاربرد اصول سنتی در معماری سنتی: مورد مطالعاتی قصر خورشید و هندسه پنهان آن. هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۱۸(۱)، ۲۹-۴۴.

https://jfaup.ut.ac.ir/article_36355.html

رکنی، ن. (۱۳۹۳). فتوت نامه و لوح معماری (زیچ) از دوره قاجار در کتابخانه و موزه ملی ملک. اثر، ۳۵ (۶۵)، ۵۱-۶۴.

https://journal.richt.ir/athar/browse.php?a_id=69&sid=1&slc_lang=fa

زارعی فارسانی، الف. و قاسمی اشکفتکی، م. (۱۳۹۸). ترکیب‌بندی در نگارگری ایرانی با تأکید بر مضمون و اصول سنت‌های تصویری. جلوه هنر، ۱۱ (۲)، ۲۱-۴۲.

https://jjhgor.alzahra.ac.ir/article_4245.html

صدری، م. و کشیر، م. (۱۴۰۱). مقایسه نظام ترکیب‌بندی سه نگاره رزم از سه مکتب در نسخه خمسه نظامی ۱۴۴۲/م ۸۴۶ ق. نگره، ۱۷ (۶۱)، ۴۸-۶۵.

https://negareh.shahed.ac.ir/article_3501.html

طاهباز، م. (۱۳۸۳). رد پای قداست در معماری اسلامی ایران. صفا، ۴ (۲)، ۱۰۳-۱۲۳.

https://soffeh.sbu.ac.ir/article_99981.html

عباسی، ن.، قاسمی سیچانی، م.، ولی بیگ، ن.، و سعدوندی، م. (۱۳۹۸). ارزیابی آراء ریاضیدانان مسلمان (سده دو تا یازدهم هجری قمری) در باب ماهیت هندسه در معماری. اندیشه معماری، ۳ (۵)، ۸۴-۱۰۵.

https://at.journals.ikiu.ac.ir/article_1787.html

فدایی، ف. (۱۳۹۵). تحلیل هندسه پنهان در نقاشی ایرانی، مطالعه موردی نگاره‌ای از کمال الدین بهزاد [مقاله کنفرانسی]. همایش بین‌المللی شرق‌شناسی، فردوسی و فرهنگ و ادب پارسی. بازیابی شده در ۲۱ مهر، ۱۴۰۳، از

<https://elmnet.ir/doc/20790722-51294>

کانادی، ج. (۱۳۸۴). تحلیل آثار هنری (ع. شروه، مترجم). شباهنگ.

<https://www.gisoon.com/11363567>

مدهوشیان نژاد، م.، حدادیان م.، و رازانی، م. (۱۳۹۶). مطالعه تطبیقی دیوارنگاری در تالارهای شاه نشین خانه حریری تبریز و خانه قوام الدوله تهران. هنرهای صناعی اسلامی، ۲ (۱)، ۳۶-۵۱.

<http://jih-tabriziau.ir/article-1-21-fa.html&sw=>

ملک پائین، ع. و چانگ هونگ، ژ. (۱۳۹۸). بررسی هندسه پنهان در مکتب نگارگری هرات؛ با تأکید بر نگاره به لشکر نمودن اسکندر، سخن گوشه نشینان را. نگره، ۴ (۵۲)، ۵-۲۳.

https://negareh.shahed.ac.ir/article_1049.html

نجیب اوغلو، گ. (۱۳۷۹). هندسه و تزئین در معماری اسلامی (م. قیومی بیدهندی، مترجم). انتشارات روزنه.

<https://gbook.ir/catalog11151>

هیلن برند، ر. (۱۳۸۳). معماری اسلامی: فرم، عملکرد و معنی (الف. اعتصام، مترجم). شرکت پردازش برنامه ریزی شهری شهرداری تهران.

<https://www.goodreads.com/book/show/28017898>



Reference

- Abbasi, N., Ghasemi sichani, M., Valibeig, N., & Saedvandi, M. (2019). Evaluation of the viewpoints of Muslim mathematicians (2-11 centuries AH) about the concept of geometry in architecture. *Journal of Architectural Thought*, 3(5), 84-105. https://at.journals.ikiu.ac.ir/article_1787.html?lang=en [In Persian].
- Abolvafa Albuzjani. M. (1991). *Applied Geometry* (A. Jazbi, Trans.). Soroush. <https://yassavoli.com/product/6115641> [In Persian].
- Adle, C. (1975). Recherche sur le module et le tracé correcteur dans la miniature orientale. I, la mise en évidence à partir d'un exemple. *Le Monde Iranien et l'Islam*, 3, 81-105. <https://www.persee.fr/authority/401756> [In French].
- Afsharmohajer, K., & Beheshti, T. (2015). How the process of composition is formed in Iranian paintings: A case study of the painting "Bozorgmehr playing chess with the Indian ambassador" from the Baysonghori Shahnameh manuscript. *Ayenehye Miras*, 2(13), 9-32. <https://elmnet.ir/doc1482429-23818/> [In Persian].
- Afsharmohajer, K., & Karimi Avatefi, T. (2022). Content analysis of murals in Qajar houses of Tabriz. *Negarineh Islamic Art*, 8(22), 130-153. https://niamag.birjand.ac.ir/article_1957.html?lang=en [In Persian].
- Balilan Asl, L., Hasanpour Loumer, S., & Fayyaz Moghaddam, H. (2022). Interpretation of numerical concepts and geometric codes hidden in the decoration and architecture of Soltaniyeh Dome. *Negareh Journal*, 17(62), 55-79. https://negareh.shahed.ac.ir/article_3174.html?lang=en [In Persian].
- Bamania, M. (2002). An introduction to the role and application of the module (peymun) in Iranian architecture. *Darse Honar*, 1, 1-10. https://elmnet.ir/doc_960996-61163/ [In Persian].
- Bamania, M., Akhavat, H., & Baghaei, P. (2011). *Application of Geometry and Proportions in Architecture*. Hele/ Tahhan Publications. <https://elmnet.ir/doc30477839-48561/> [In Persian].
- Canaday, J. (2005). *Metopolitan Seminars in Art* (A. Sherveh, Trans.) Shabahang. <https://www.gisoon.com/11363567> [In Persian].

Charkhi, R. (2002). *A Comparison of the Wall Paintings of Behnam House in Tabriz with Other Motifs of the Zand and Qajar Periods* [Research project]. Tabriz Islamic Art University, Faculty of Visual Arts. <https://visualarts.tabriziau.ac.ir/1381> [In Persian].

El-Said, I., & Parman, A. (1984). *Geometric Conceptss in Islamic Art* (M. Rajabnia, Trans.). Soroush. <https://www.gisoom.com/12956> (Original work published 1976). [In Persian].

Esmaili Sangari, H., & Omrani, B. (2014). *History and Architecture of Old Houses of Tabriz*. Forouzesh. <https://www.ketabiran.ir/book/41117> [In Persian].

Fadaei, F. (2016). *Hidden geometry analysis in Persian painting: A case study of a miniature by Kamal al-Din Behzad* [Conference presentation]. International Conference on Oriental Studies, Ferdowsi and Persian Culture and Literature. Retrieved October 12, 2024, from <https://elmnnet.ir/doc/20790722-51294> [In Persian].

Hillenbrand, R. (2004). *Islamic Architecture: Form, Function, and Meaning* (A. Etesam, Trans.). Tehran Municipality Urban Planning Processing Company. <https://www.goodreads.com/book/show/28017898> [In Persian].

Jalali Jafari, B. (2004). *Qajar Painting: An Aesthetic Critique*. Kavoushe Ghalam. <https://www.adinehbook.com/9649378634> [In Persian].

Madhoushian Nejad, M., Haddadian, M. A., & Razani, M. (2018). A Comparative study of mural paintings in the Main Halls of Qavam-ol-Dowlah House in Tehran and Houses of Hariri in Tabriz. IRAN. *Bi-Annual of Islamic Crafts*, 2(1), 36-51. <http://jih-tabriziau.ir/article-1-21-fa.html> [In Persian].

Malekpaein, A., & Changhong, Z. (2019). Study of hidden geometry in the Painting of Herat School; With emphasis on illustration Demonstrating the Speech of Ascetics to the Troops by Eskandar. *Negareh Journal*, 14(52), 5-23. https://negareh.shahed.ac.ir/article_1049.html?lang=en [In Persian].

Necipoglu, G. (2001). *The Topkapi Scroll-Geometry and Ornament in Islamic Architecture with an Essay on the Geometry of the Muqarnas* (M. Ghayoomi Bidhendi, Trans.). Rozaneh Publishing. <https://gbook.ir/catalog11151> [In Persian].



- Pashapour, M. (2014). *Contemporary Mural Painting Based on Qajar Examples from Tabriz* [Unpublished master's dissertation]. Tabriz Islamic Art University. **[In Persian]**.
- Poliakova, E. A., & Rakhimova, Z. I. (2002). *Iranian Painting and Literature* (Z. Feyzi, Trans.). Rowzaneh Publications. <https://elmnet.ir/doc/31335018-51141> **[In Persian]**.
- Rezazadeh Ardabili, M. and Sabetfard, M. (2013). Recognition of the application of geometric principles in traditional architecture case study: Qasre Khorshid and its hidden geometry. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, 18(1), 29-44. https://jfaup.ut.ac.ir/article_36355.html?lang=en **[In Persian]**.
- Rokni, N. (2014). The *Fotuwatnama* and architectural tablet (*zij*) from the Qajar period in the Malek National Library and Museum. *Asar*, 35(65), 51-64. https://journal.richt.ir/athar/browse.php?a_id=69&sid=1&slc_lang=fa **[In Persian]**.
- Sadri, M., & Kashir, M. (2022). Comparing the composition system of Three Battle Miniatures in Khamsa of Nizami (1442 AD) belonging to three different Persian painting schools. *Negareh Journal*, 17(61), 49-65. https://negareh.shahed.ac.ir/article_3501.html **[In Persian]**.
- Tahbaz, M. (2004). Traces of sacredness in Islamic architecture of Iran. *Soffeh*, 14(2), 103-123. https://soffeh.sbu.ac.ir/article_99981.html **[In Persian]**.
- Zarei Farsani, E., & Ghasemi, M. (2019). Composition in Iranian painting with emphasis on the theme and principles of visual traditions. *Glory of Art (Jelve-y Honar) Alzahra Scientific Quarterly Journal*, 11(2), 21-42. https://jjhjor.alzahra.ac.ir/article_4245.html?lang=en **[In Persian]**.