

A Note on Using the Knowledge of Symmetry in the Rearrangement of Decorative Tile Patterns in Historical Buildings

Mehdi Alavi

Professor, Department of Chemistry, Faculty of Chemistry, Isfahan University, Isfahan, Iran.

Abstract

In the past, the art of designing and painting tiles was passed from master to apprentice, and each time the creativity of different artists gave a different effect to these works. Therefore, the methods of drawing these motifs have never been written down. As we know, most of the motifs used in the decoration of historical tiles have a geometric origin, and their analysis or drawing requires knowledge of projection. Therefore, in this note, an attempt has been made to propose the hypothesis of the matching of symmetrical elements in the patterns of historical tiles with the symmetrical elements of material crystals, while examining the geometric structure of different motifs, rules based on symmetry data are presented for drawing these motifs. It is believed that with the help of this method, the rearrangement of traditional motifs in the tile production industry, as well as their recovery for the restoration of damaged parts using formula writing and marking, will become easier.

Keywords: Tile, Geometric Patterns, Symmetry, Alignment.



**Knowledge of
Conservation and
Restoration**

Vol. 5(3) No.13

December 2022

<https://kcr.richt.ir>

Pages: 83 to 89

Corresponding Author

Mehdi Alavi

Professor, Department
of Chemistry, Faculty of
Chemistry, Isfahan University,
Isfahan, Iran

Email

m.alavi@sci.ui.ac.ir

یادداشتی بر استفاده از دانش تقارن در باز آرای نقوش کاشی‌های تزئینی در بناهای تاریخی

مهدی علوی

استاد، گروه شیمی، دانشکده شیمی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.



فصلنامه دانش حفاظت و مرمت

سال پنجم، شماره ۳

شماره پیاپی ۱۳، پاییز ۱۴۰۱

<https://kcr.richt.ir>

صفحات: ۸۳ تا ۸۹

نویسنده مسئول

مهدی علوی

استاد، گروه شیمی، دانشکده شیمی،

دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

رایانامه

m.alavi@sci.ui.ac.ir

چکیده

در گذشته هنر طراحی و نقاشی کاشی‌ها به صورت سینه به سینه و استادکار و شاگردی منتقل می‌شد، و هر بار خلاقیت هنرمندان مختلف، جلوه متفاوتی به این آثار می‌بخشید. از این رو شیوه‌های ترسیم این نقوش هیچ‌گاه مکتوب نشده است. همانطور که می‌دانیم، اغلب نقوش به کار رفته در تزئین کاشی‌های تاریخی، دارای منشأ هندسی هستند و تحلیل و یا ترسیم آنها نیازمند آگاهی نسبت به دانش قرینه‌سازی است. لذا در این یادداشت تلاش شده است با طرح فرضیه تطابق عناصر متقارن در نقوش کاشی‌های تاریخی با عناصر متقارن بلورهای مواد، ضمن بررسی ساختار هندسی نقوش مختلف، قواعدی مبتنی بر دانش تقارن برای ترسیم این نقوش ارائه گردد. گمان می‌رود که با کمک این روش، باز آرای نقوش سنتی در صنعت تولید کاشی، و نیز بازیابی آنها برای مرمت بخش‌های آسیب‌دیده با استفاده از فرمول‌نویسی و علامت‌گذاری آسان‌تر شود.

واژگان کلیدی: کاشی، نقوش هندسی، تقارن، همترازی.

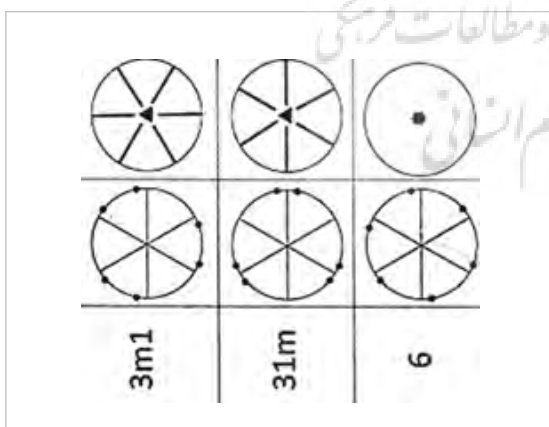
مقدمه

پرتوهای پراش یافته، امکان تعیین ساختار شبکه‌ای مواد جامد کریستالین را میسر ساخت (Luve, 1913). از ویژگی‌های ساختارهای متقارن، عناصر و عوامل تقارنی در سطوح بازتاب و محورهای چرخشی است (Alavi, 2011). برای شناخت این دو فاکتور می‌توان به تعاریف زیر رجوع کرد:

- **عنصر تقارنی:** عنصری است که عملیات هندسی - تقارنی نقوش را انجام می‌دهد و ایجاد تقارن به وسیله آن صورت می‌گیرد.

- **عامل تقارنی:** عاملی است که توسط عنصر تقارنی، جهت همسان‌سازی نقوش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یکی از قواعدی که ساختار متقارن بلورها از آن تبعیت می‌کند، علامت‌گذاری‌های متقارن مبتنی بر "گروه‌های نقطه‌ای" است که توسط پروفیسور هرمن موگان^۲ معرفی شده است. این علامت‌گذاری‌ها شامل دو نوع نقطه‌گذاری سه‌وجهی (C3) و شش‌وجهی (C6) هستند (شکل ۱). به عبارت دیگر، علامت‌گذاری سه‌وجهی از تکثیر یک واحد اولیه در نقش کلی، توسط محور درجه ۶ و عمود بر مرکز شکل تولید می‌شود. شکل ۲ نمونه‌ای از نقش یک چهار وجهی را نشان می‌دهد.



شکل ۱. گروه‌های نقطه‌ای شش‌وجهی هرمن موگان و عناصر تقارنی.

فرایند بخش عمده نقوشی که معمولاً در طراحی کاشی‌های تاریخی و صنایع دستی ایرانی همچون فرش، منبت، گچ‌بری و پارچه و غیره به کار رفته‌اند، نقوشی دربردارنده انواع اشکال هندسی هستند. تاکنون تلاش‌های زیادی برای بازآرایی این نقوش انجام شده است. اما همان‌طور که اشاره شد وجود نداشتن فرمول یا روش ترسیم مکتوب این نقوش، موجب افول شدید در این هنر - صنعت شده است. همان‌طور که می‌دانیم شکل‌گیری ساختار متقارن، روزنه‌ای را برای شناخت آرایش اجرام و عناصر هندسی بسیار کوچک، متوسط و بسیار بزرگ فراهم می‌سازد. حال اگر در این اجرام و عناصر ویژگی‌های هم‌ترازی و همگونی نیز وجود داشته باشند، می‌توان در آنها به یک سیستم مبتنی بر دانش تقارن دست یافت. در نقوش کاشی‌های تاریخی، گاهی بین واحدهای همگون، هم‌تراز و ایستا، آرایه‌های گوناگون تناوبی مشاهده می‌شود. چنین نقوشی را می‌توان به هم‌ترازی بین اجزاء درونی با یکدیگر و در مجموع با واحدهای همسان و همگون ربط داد. یافته‌های موجود، مطابقت نقوش کاشی‌ها با ساختار شبکه‌ای بلورها، با برخی نقوش گیاهی، شاه‌گره‌ها با ساختار بلور سیلیکون را نمایانگر می‌سازد (Faramarzi & Masour, 2012). این تطابق‌ها نشان می‌دهد که موارد مشابه زیادی می‌توان با این ویژگی‌ها یافت و از فرمولاسیون تقارنی در این بلورها برای باز طراحی نقوش کاشی‌ها استفاده کرد. از این‌رو در این یادداشت با تکیه بر دانش تقارن و هم‌ترازی اشکال هندسی شناسایی شده و فرموله شده در ساختار بلوری مواد، به بررسی نحوه ترسیم نقوش دربردارنده آرایه‌های منظم تقارنی در کاشی‌ها می‌پردازیم.

تقارن در آرایش اتمی بلورها

دانش تقارن در آرایش‌یابی اتم‌ها در مواد کریستالین، زمانی مورد توجه قرار گرفت و گسترش یافت که آقای ماکس فون لائو^۱ در سال ۱۹۱۲ میلادی، باریکه‌ای از اشعه X را در جهت محور تقارنی از یک تک‌بلور عبور داد و با قرار دادن فیلمی در مسیر

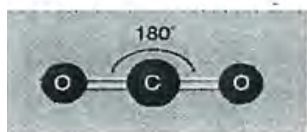
محور تقارن چرخشی از نوع درجه ۲ ایجاد می‌شود. حال اگر ترازو را به مقدار ۱۸۰ درجه در راستای محور درجه ۲ دوران دهیم، هیچ‌گونه تغییر ظاهری نسبت به حالت اولیه، در کفه‌ها مشاهده نمی‌شود. در این حالت کفه‌های ترازو همگون و هم‌تراز هستند. اگر توجه خود را تنها به کفه‌ها معطوف کنیم و بقیه قسمت‌ها را نادیده بگیریم، یک محور تقارنی درجه ۲ با فرمول C_2 و علامت (●) خواهیم داشت. عناصر همگون، عناصری هستند که از اطراف خود نیروهای یکسانی دریافت می‌کنند. در ساختار بلورها نیز واحدهای همسانی وجود دارند که بر اثر نیروهای جاذبه متقابل همسان و هم‌تراز، در حالت تعادل همگون قرار می‌گیرند. در نقوش کاشی‌ها نیز می‌توان این هم‌ترازی و همسانی را شناسایی کرد. شکل ۴، هم‌ترازی نقوش کاشی‌های مسجد جامع یزد را نشان می‌دهد. این هم‌ترازی با استفاده از محور درجه ۲ در مرکز و عمود بر سطح افق شکل گرفته است. مشابه همین هم‌ترازی را می‌توان در یک محور در ساختار مولکولی CO_2 مشاهده کرد. بنابراین، می‌توان گفت که نیروهای هم‌ترازی اجزای متشکله در یک بعد، شکل زنجیره‌ای ایجاد می‌کنند. این نیروها در دو بعد، شکل سطحی و در سه بعد، شکل فضایی تولید می‌نمایند. پس آرایش منظم اجزای تشکیل دهنده جرم یک جسم و هر الگویی که حاوی تجمع‌های منظم باشند، تابع قواعد دانش تقارن است.



شکل ۲. نمونه‌ای از تکثیر یک نقش توسط محور چرخشی درجه چهار که محور اصلی از مرکز شکل می‌گذرد.

همسانی و هم‌ترازی در الگوهای متقارن

به‌منظور آشنایی بیشتر با تأثیر هم‌ترازی نیروهای مؤثر در ایجاد حالت تعادل، نمونه‌ای از محور تقارنی درجه دو در یک ترازوی دوکفه‌ای را در نظر می‌گیریم (شکل ۳). در صورتی که دو کفه ترازو تعادل برقرار می‌شود که نیروی ثقل زمین بر هر دو کفه به‌طور مساوی اعمال شود. در این حالت اگر کفه‌ها را در راستای یک محور، منطبق بر سطح مقطع دو صفحه که عمود بر هم و عمود بر سطح افق است، در نظر بگیریم، تعادل دو کفه برقرار می‌شود. بدین ترتیب یک



شکل ۵. ترازمندی ایستا؛ مولکول CO_2 (C_2) در جهت عمود بر سطح کاغذ.



شکل ۴. ترازمندی ایستا؛ نقشی در مسجد جامع یزد (C_2) در جهت عمود بر سطح کاغذ.



شکل ۳. ترازمندی ایستا؛ دو کفه ترازو (C_2) در جهت سطح کاغذ.

تطبیق نقوش باستانی با نقوش بلورها

در بررسی‌های میدانی جامعی که انجام دادیم مشخص شد نقوش هندسی بسیاری از کاشی‌کاری‌ها در بناهای تاریخی، شباهت کاملاً همسان و همگونی

با ساختار شبکه‌ای مواد جامد متبلور دارند (Alavi, 2011; Alavi, 2020). شکل‌های ۶ و ۷ نمونه‌هایی از شباهت یک نقش هندسی کاشی‌کاری با آرایش‌یابی شش‌وجهی در شبکه بلور الماس را نشان می‌دهند.

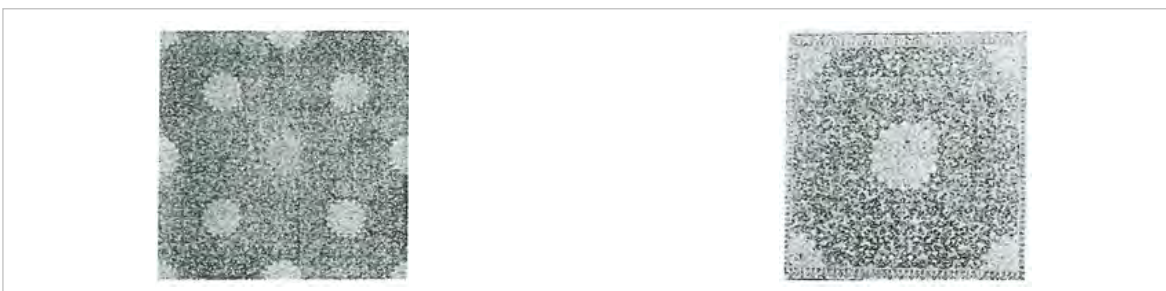


شکل ۶ نمایش نقش هندسی شش‌وجهی. کاشی‌کاری اصفهان. شکل ۷. ساختار شش‌وجهی شبکه کریستال الماس.

تحلیلی از نقوش تقارنی

درون نقش شکل‌های ۸، هم‌ترازی و تقارن مجموعه‌ای از نقوش پیچ و واپیچ، متناوب و دیگر اجزا و اشکال متقارن مشاهده می‌شود. این مجموعه، به‌عنوان رابط بین اجرام بزرگ‌تر و ساکن که به‌صورت مجموعه‌های بزرگ نقش‌بندی شده‌اند، در نظر گرفته می‌شوند.

چنین الگوهایی، نشانه قرینه‌سازی و تبدیل به واحدهای بزرگ‌تر هستند که ما در بسیاری از کاشی‌ها و نقوش تکراری در جهت‌های تقارنی مشاهده می‌کنیم. به‌طور کلی چنانچه از علامت‌های تقارنی استفاده شود، اجرای نقوش کاشی‌ها به‌وسیله یک مجموعه از واحدهای اولیه متقارن در محیط، امکان‌پذیر می‌شود.



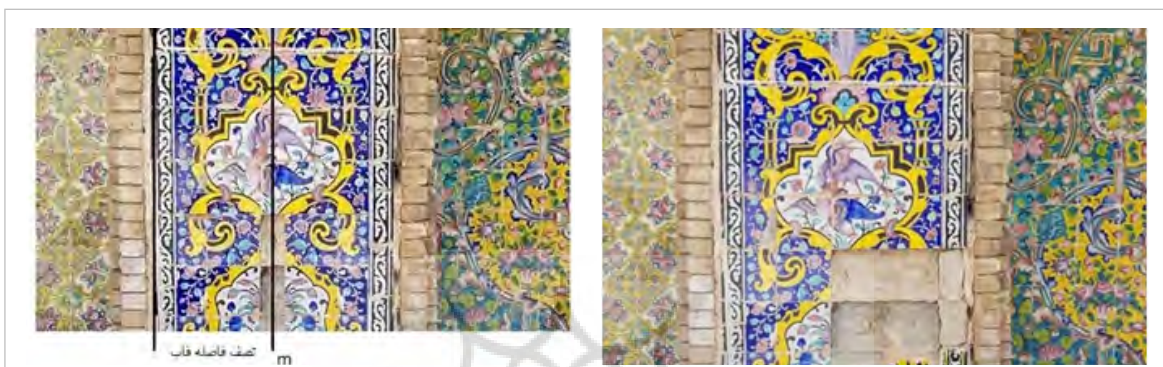
شکل ۸. ب: نقش گسترش یافته از شکل اصلی.

شکل ۸. الف: یک الگو از نقش کاشی‌کاری واقع در درب ورودی مسجد شیخ لطف الله اصفهان.

نمونه هایی از عناصر تقارنی شناسایی شده در ساختار بلوری مواد جامد در نقوش کاشی های تاریخی

به منظور یافتن عناصر تقارنی در نقوش کاشی ها، واحد سازنده اولیه نقوش را برحسب چگونگی تکرار آنها توسط عناصر تقارنی پیدا می کنیم. به عنوان

مثال، در نقوش کاشی های هفت رنگ کاخ گلستان تنها یک محور تقارن عمود بر سطح کاغذ وجود دارد (شکل های ۹) که با بهره گیری از دانش تقارن می توان قرینه آن را تولید کرد، و در نقوش کاشی های مسجد وکیل شیراز سه محور تقارن عمود بر سطح کاغذ برای این منظور وجود دارد.



شکل ۹. ب: دو سطح تقارن عمود بر سطح.

شکل ۹. الف: کاشی تخریب شده هفت رنگ کاخ گلستان (قاب وسط).



شکل ۱۰. الف: کاشی تخریب شده مسجد سید وکیل شیراز. ب: یک سطح تقارن عمود بر سطح.

نتیجه گیری

مواردی که در مرمت کاشی کاری ها باید مورد توجه گروه مرمتگر قرار گیرد عبارت است از:

۱) صنعت کاشی کاری در ایران سابقه طولانی دارد. کاشی هایی در شوش از دوره هخامنشیان، از زمان قبل از میلاد شناسایی شده که به تدریج در اثر عوامل خارجی تخریب و بخش زیادی نیاز به مرمت پیدا کرده اند. بررسی علت تخریب، مطالعه

تاریخ ساخت کاشی کاری اصلی، شیوه تهیه مواد از جمله نوع مواد معدنی بدنه، نگه دارنده، رنگ دانه و روش پخت، آگاهی از چنین اطلاعاتی می تواند موجب بالا رفتن کیفیت و موفقیت کار مرمت شود. ۲) در صورتی که گروه مرمتگر از مواد مورد استفاده در مرمت اطلاع نداشته باشند و یا تهیه آن مواد امکان پذیر نباشد، باید نمونه هایی از بخش سالم

کاشی‌کاری جداسازی و مورد آزمایش و آنالیز شیمیایی قرار گیرد.

۳) هارمونی و ریتم موزون قرینه‌سازی نقش کاشی‌کاری‌ها، فضای عرفانی، زیبا و شگفت‌انگیزی به وجود می‌آورد. بدین جهت بناهای مذهبی اکثراً در ایران مزین به کاشی‌کاری است.

متأسفانه، از فناوری و علم مواد و هنر هندسه و تقارن، به‌صورت مقاله یا نوشتار کمتر مطلبی وجود دارد. اصولاً دانش تقارن بخشی از دانش هندسه است با این تفاوت که اجزای سازنده الگوهای تقارنی، به‌گونه‌ای هم‌تراز و هم‌سان هستند؛ در نتیجه تعادل بین اجزا برقرار است. در اروپا در قرن ۱۸ م. دانش تقارن در شناسایی آرایش اتم‌ها در بلورها مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به آنکه از قرن ۸ ه.ش، دانش تقارن بر روی کاشی‌کاری‌ها با تطبیق الگوهای ساختاری مواد جامد کریستال انجام گرفته است، می‌توان ادعا نمود که «پیش‌تاز دانش تقارن، طراحان ایرانی بوده‌اند».

پی‌نوشت‌ها

1. Max Von Laue
2. Herman Maugan

منابع

Alavi, M. (2011). Kashis Book, Searching for Attention with the Reach to the Ancient Iranian Science and Technology. Iran: Jahad Daneshgahi Esfhan.

Alavi. M. (2004). Chemical Investigation Islami Glasses using XRD Diff and XRF and Electron micro. The First Iranian Seminar on Ceramic. Esfahan University.

Faramarzi, S. & Masour, S. M. (2012). Comparison of the Quasi- Periodic Order of King Node with the Quasi-Crystalline Structure of Silicon.