

الگوهای هندسی در فرش صفوی

مریم کامیار

دانشجوی دکتری پژوهش هنر، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

حبیب‌الله آیت‌اللهی

دانشیار، عضو هیئت علمی دانشگاه شاهد، تهران

محمود طاووسی

استاد، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس، تهران



فصلنامه
علمی پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۱۱
پاییز ۱۳۸۷

چکیده

حاضر با تناسبات خاص موجود در هنرهای تزئینی دوره‌های تیموری، ایلخانی و سلجوقی که بر اساس نظریات محققان دارای تناسبات خاص و ویژه هستند، مقایسه شده است. نتیجه بررسی نشان می‌دهد فرش‌ها از تناسبی هندسی در کلیت خود برخوردار هستند. این تناسب ویژه شامل نسبت‌های مشخصی است که بین نقوش و ابعاد فرش و به‌طور کلی در تناسبات کل و جزء برقرار است.

واژه‌های کلیدی: فرش صفوی، هندسه فرش، هنر

هندسی، هندسه ایرانی

این مقاله به بررسی تناسبات هندسی پنج نمونه از شاخص‌ترین طرح‌های فرش صفوی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سبک‌های هنر فرش در ایران می‌پردازد. فرایند بررسی شامل استفاده از روش‌های هندسی انتقال اندازه‌ها و جستجوی یافتن سنجه (مدول) مبنا برای تشخیص تناسب در فرش با هدف تعیین و مقایسه اندازه سنجه‌ها نسبت به یکدیگر بوده است. سپس یافته‌های حاضر با تحقیقات و تناسبات هندسی مرجع در هندسه ایرانی مقایسه شده است. در نهایت با هدف تعیین منشأ این نظام تناسبات، نتایج بررسی



مقدمه

نگارگران تبریز در دوره ایلخانی (سده هشتم ه.ق.) فرش های ایرانی را با طرح های هندسی در آثار خود ترسیم کرده اند. در نیمه دوم همان قرن، صفحات نگارگری مکتب هرات نیز نشان دادن فرش هایی با نقش مایه های خمیده را آغاز کردند. گاهی در یک نگاره هر دو گونه آنها با نقش مایه های خمیده خط و نیز راست خط اجرا شده اند. فرش هایی که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته اند، نقش های خمیده دارند و به دو گروه کلی تقسیم بندی شده اند. «گروه فرش های لچک ترنج که در آنها ترنج مرکزی با چهار لچک - یا ربع ترنج - در چهار گوشه فرش، ترکیب بندی متعادل تر و رسمی تری به وجود می آورند. این دسته احتمالاً قدیمی ترین طرح فرش های ایرانی هستند، و برای تزئین جلد ها و تجلید نسخه های خطی و کاشی کاری های آن زمان به کار برده می شدند.» (Ferrier, 1995, 119). زمینه فرش های «لچک ترنجی» متشکل است از سامان یابی انواع اسلیمی هاست که یکی در میان رو به بالا و پایین مقابل هم می افتند. چنین زمینه ای اگر سرتاسری باشد و ترنج نداشته باشد گونه دوم مورد تحقیق در این مقاله را تشکیل می دهد.

قالی های اواخر سده نهم و سده دهم ه.ق.

مشخصه ای که در هنر فرش این دوره به چشم می خورد، افزایش هماهنگی میان الگوهاست که هماهنگی وسیعی از نقش و ابعاد آن را پدید آورده است. این هماهنگی ناشی از ادامه یافتن سنت هنری ایران مبنی بر تکرار الگوهای هندسی مشابه است.

با این وجود «هیلن براند» در قسمت مربوط به دست بافته های صفوی، عقیده دارد که تکرار الگوهای هندسی، نشانگر اهمیت ساختار و وجود نمونه هایی به جهت طراحی و کاربرد بوده است (Hillenbrand, 1999, 67). وی ترتیب الگوهای هندسی و ترکیب آنها را ناشی از وجود یک مجموعه نظام مند و از پیش طراحی شده می داند که طراح یا طراحان به تواتر و بر حسب نیاز از آنها بهره می گرفته اند.

اگر چه تکرار الگوهای هندسی در دست بافته ها باعث نشد که هنر ایران پویایی خود را از دست بدهد اما نقوش هندسی تبدیل به وزنه ای سنگین در هنر ایران شد (Blair, 1994, 49).

بدیهی است که استفاده از ساختارهای هندسی مشابه (شامل نسبت های مشخص به کار رفته و نحوه گسترش آن) به منظور دستیابی به هماهنگی، جز اینکه قادر است نوعی هماهنگی ناشی از یگانگی را پدید آورد، می تواند روابط درونی اجزای اثر هنری را نیز ساماندهی کند. این امر زمانی اهمیت بررسی می یابد که می بینیم ترکیب نقوش میان «تراز» [۱] چندانکه در یک فرش، اثری همگن را پدید آورده است.

از سوی دیگر وجود تناسبات هندسی در اثر هنری، خود محملی است که هر جهان بینی خاصی در قالب آن به نمایش گذاشته می شود. اما در بررسی حاضر، تأکید پژوهش تنها بر گونه بیرونی این امر متمرکز شده و هدف از بررسی روشن کردن ارتباط هندسی میان اجزاء خرد و کلان، در قالب روابط عددی آنها به عنوان

برآیند این تفکر بوده است. این مقاله در صدد است تا مشخص سازد در طراحی ساختار هندسی فرش صفوی، تناسبی مشخص به‌عنوان مبنا موجود بوده و به‌واسطه طراحی هر شاکله بر مبنای این تناسب است که هنرمندان این دوره قادر به کنترل هماهنگی میان اجزاء و ایجاد وحدتی یکپارچه شده‌اند.

روش‌شناسی تحقیق

با توجه به این مطلب که نوشتاری مکتوب در مورد نحوه عملکرد هندسی در هنر ایران و نیز هنرهای دوره صفویه موجود نیست ظواهر امر چنین نشان می‌دهد که در فرش صفوی، بن‌مایه‌های هندسی به‌عنوان مبنا و به‌عنوان فلسفه کلی در زیرساخت هنرها مد نظر بوده است (Allen, 1988, 65).

مهمترین بخشی که پژوهش هندسی بر روی آن ما را به درک هندسی طراحی در فرش نائل می‌کند، تقسیم‌بندی زمینه اصلی فرش به چند تراز است. فرش‌ها، که منسوجات با نقش‌های چندترازه هستند از الگوهای متعددی که روی هم قرار دارند، تشکیل شده‌اند. هر الگو به دو گونه ایفای نقش می‌کند، مستقل و منفک از سایر الگوها، ساختاری منسجم و رشد یابنده دارد و همچنین در وابستگی با الگوی ثانویه تقابلی متقابل را ایجاد می‌کند. در کلیت طرح‌ها، همه الگوها مکمل یکدیگرند و باعث تعالی ترازهای ثانویه می‌شوند (جداول ۱ تا ۵).

به منظور مقایسه تناسبات موجود در تحقیق با

نمونه‌های هندسی دیگر، از تناسبات رایج دوره صفوی و پیش از دوره صفویه - که بر اساس نسبت‌های آرمانی از دیدگاهی هندسی ترسیم شده - به‌عنوان مبدایی برای مقایسه بهره گرفته شده است. به همین منظور در بررسی تناسبات هندسی، ترسیم به‌گونه‌ای انجام شده تا امکان مقایسه زیرساخت‌ها میان ترازهای چندگانه فراهم گردد. در نهایت نیز با جایگزین نمودن ابعاد آرمانی و بررسی نسبت‌های میان ابعاد فرش، تناسبات مربوط به این نسبت شاخص ارائه شده است.

از آنجا که پوپ عقیده دارد هنر صفوی، هنری هماهنگ با هنر دوره‌های پیشین خود است (Pope, 1964, 206)، به منظور تعیین مشابهت میان تناسبات در فرش‌های این دوره، تناسبات حاصل با تناسبات هندسی منعکس در هنرهای مکاتب قبل از صفوی مقایسه شده است.

الگوهای هندسی در فرش

در تحلیل هندسی فرش می‌توان طرح را به لایه‌های مختلفی بخش‌بندی کرد (مراجعه شود به جداول ۱ تا ۵). بخش‌هایی که مانند لایه‌ها و سطوح یا ترازهایی متعدد روی هم قرار گرفته و حاصل ترکیب آنهاست، طرح نهایی را به‌وجود می‌آورد. تجزیه نقوش آشکار می‌کند که لایه‌های ترکیبی به‌کار رفته، نمایشگر آگاهی طراح نسبت به شکل‌شناسی است.

«طرح تصویری این الگوهای هندسی بر عدد ۱ بنا شده است» (اردلان، ۱۳۷۹، ۴۰). گسترش طرح در



فرش برپایه تقارن و تناسب است و برپایه همخوانی در اندازه، شکل و موقعیت نسبی جزءها در کل استوار است؛ به وسیله تقارن تقابلی (یا قرینه محوری) به دو نیمه همانند بخش پذیر می شوند و یا به وسیله دو ترازوی که راست بر هم از محور مرکزی می گذرند، با ساختار تقارن تشعشی (یا قرینه مرکزی)، به بهره های متقارن و متساوی بخش پذیر می گردند.

الگوهای هندسی در فرش همانند طرح هایی فضایی نیازمند الگوهایی مشبک و شطرنجی (در کل سطح) است. [۲] این الگوهای شطرنجی، نقش مایه هایی هستند که پهلو به پهلو رشد و نمو می کنند. این امری ریاضی است که برای پوشانیدن سطحی که جمع زاویه هایش ۳۶۰ درجه می شود، جز از سه گونه چندضلعی نمی توان استفاده کرد. سه گونه شکل هندسی که این نیاز را بر می آورند عبارتند از: مثلث، مربع و هشت گوشه (ساخته شده از دو مربع ۴۵ درجه چرخیده برهم افتاده). [۳] این سه چندضلعی منتظم که سطحی تخت را می پوشانند شامل تنها سه شبکه بندی منتظم ممکن هستند: مورب، قائمه و مستدیر. [۴]

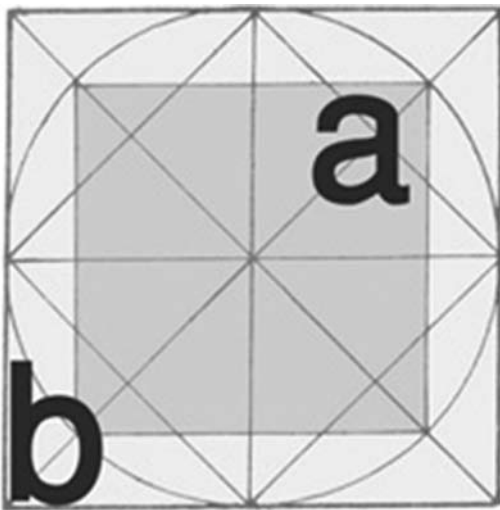
این الگوها نظامی از ساختاری هندسی به تعداد نامحدود پدید می آورد. از طریق تلفیق صور سه گانه اصلی، امکانات نظم هندسی زیادی را می توان به وجود آورد. با این همه، زمینه زیرین همیشه یکسان است.

بررسی تناسبات هندسی در آثار

پیش از این، محققان تحقیقات وسیعی در مورد تناسبات هندسی مورد استفاده در هنر صفوی انجام

داده اند، و سه مقیاس اصلی پا، آرش و ذراع شناخته شده است (استیرلین، ۱۳۷۷، ۷۷). اما از آنجا که در تحقیق حاضر منظور تعیین ابعاد خاص این اجزاء نیست و تنها هدف، تعیین نسبت میان اجزای فرش است، از بررسی عددی اثرها خودداری شده و به تعیین نسبت ها بسنده شده است؛ بنابراین در ابتدا به تعیین نسبت های هندسی آثار مورد نظر پرداخته شده است.

در این بخش طرح و تصویر بررسی های هندسی ارائه شده است که در جداول ۱ تا ۵ مشاهده می شود. تأکید اصلی بر شناخت ارتباط میان اجزاء و تناسب کلی فرش های مورد بررسی بوده است که نهایتاً سنجه [۵] و نسبت های آن را در فرش ها مشخص کرده است. به منظور تعیین نسبت ها، نقاط مشخص و موجود مانند طول و عرض نقوش بر روی طرح اصلی مشخص گردیده است. با مقایسه این ابعاد و طرح گسترش تناسبات مورد نظر، روشن شد که نسبت ها در آثار مورد تحلیل، از تناسبی مشخص پیروی می کنند که در ترازهای متفاوت



تصویر شماره ۱ (مأخذ: نگارندگان)

روی آنها شکل می‌گیرند. در تصویر ۲ دیده می‌شود که نظام رشد و گسترش این مربع‌ها بر اساس چرخش ۹۰ درجه دو مربع بر روی هم است که هشت ضلعی منتظمی را می‌سازد. بررسی جبری نشان می‌دهد که اگر عرض مربع مبنا، قطر مربع بعدی حساب شود، پی در پی معادله‌ای ثابت به دست می‌آید.

$$\begin{aligned} \text{عرض مربع دوم} / \text{قطر مربع دوم} &\sim \text{قطر مربع اول} / \text{عرض مربع اول} \\ \rightarrow 1/\sqrt{2} = \sqrt{2}/2 = 2/2\sqrt{2} = 2\sqrt{2}/4 = 4/4\sqrt{2} = 4\sqrt{2}/8 = \dots \end{aligned}$$

و به‌طور کلی در تصویر ۲ می‌بینیم که:

$$a/b = b/c = c/d = d/e = e/f = \dots$$

در تمام نمونه‌ها، پدید آمدن واحد ۲ از واحد نخستین و در نتیجه تکثیر سنجه‌ها از طریق توالی هندسی تصریح می‌گردد. این تصاعد نشان می‌دهد که هر جزء برای رسیدن به جزء بعدی در ارزش ثابت « $\sqrt{2}$ » ضرب می‌شود.

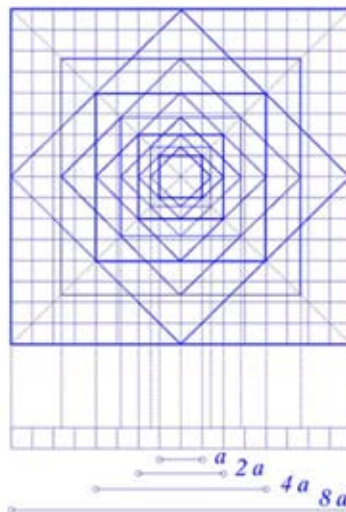
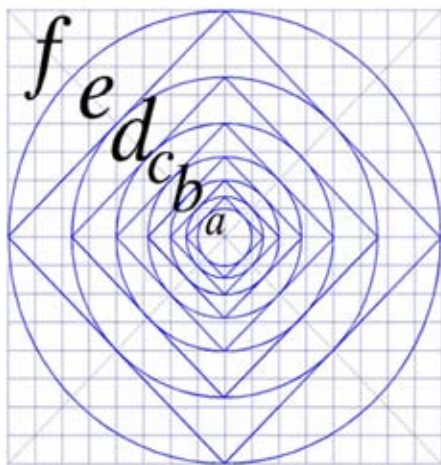
سابقه تاریخی نسبت $\sqrt{2}$ در طراحی نقوش

«تناسبات رایج در ترکیب‌بندی هنرهای سنتی ایران

نمایشگر سطوحی هستند که بر روی هم قرار گرفته‌اند (جداول ۱ تا ۵). به بیان دیگر طرح هر فرش به ترازهایی لایه‌ای و مجزا تقسیم‌بندی شد که با بر روی هم قرار گرفتن این ترازها، طرح نهایی به دست می‌آید.

پس از تشکیل تجزیه طرح هندسی ترازها، نسبت‌های عددی نشان می‌دهد که اگر چه نظام‌های شکل گرفته از نظر نوع ترکیب در اشکال هندسی چندضلعی‌های منتظم (مثلث، مربع و هشت‌گوشه) محدودیت ندارند، اما همگی بر مبنای چرخش دو مربع بر هم افتاده یا هشت‌گوشه، گسترش می‌یابند (تصویر ۱). نسبت‌های به‌وجود آمده به‌منظور ایجاد شبکه شطرنجی مبنا بر پایه بهره‌گیری از سنجه‌ای با نسبت $\sqrt{2}$ بوده است. (جداول ۱ تا ۵). با این وصف، ایجاد ساختاری با تناسب پیوسته باعث شده که نسبت فواصل ثابت بماند (تصویر ۲).

مربع‌ها در شبکه‌ای شطرنجی، تراز اولیه فرش‌های مورد تحلیل را تشکیل می‌دهند. این مربع‌ها با نظام ریاضی خاصی گسترش می‌یابند و نقوش در تراز دوم



تصویر شماره ۲ (مأخذ: نگارندگان)

مراجع مختلفی دارد، از جمله « $\sqrt{2}$ »، « $\sqrt{3}$ »، « $\sqrt{5}$ » و ذات طرفین و وسطین که در اروپای عصر نوزایی به تناسب الهی یا Φ مشهور بود.» (آیت‌اللهی، ۱۳۸۰، ۱۹۱).

مرجع ابتدایی تناسب خاص $\sqrt{2}$ یا ریشه دوم، در رساله تناسبات هندسه در عمل از ریاضیدان برجسته ابوالوفاء بوزجانی [۶] است. در کتاب مزبور بوزجانی مستقیماً به حوایج صنعتگران در بهره‌گیری از هندسه عملی می‌پردازد؛ وجود این بخش لزوم آشنایی و آگاهی هنرمندان و صنعتگران به تناسبات موجود در هندسه را نشان می‌دهد.

نصر معتقد است: «وجود تناسبات آرمانی منتج از سیستم فکری است که پیوستگی عدد با هندسه را حفظ کرده. بر پایه این تفکر انسان نسبت به اعداد نمی‌تواند خاصیت «بی‌طرفی» داشته باشد؛ یا با شناختن سیماهای کیفی و نمادی آنها - معنای فیثاغورسی آنها - به عالم هستی محض صعود می‌کند، یا از طریق آنها، به‌عنوان عدد محض، به جهان کمیت فرو می‌افتد. هندسه بدان گونه که اخوان‌الصفاء گفته‌اند همچون «زبانی که از توحید و تنزیه سخن می‌گوید» مورد نظر بوده است.» (نصر، ۱۳۸۴، ۱۴۵).

بوزجانی نسبت‌های عملی از جمله ریشه دوم یا همان $\sqrt{2}$ را به‌عنوان رفع احتیاج صنعتگران معرفی کرده است و می‌گوید: «این تناسب تصاعدی هندسی است و می‌تواند به این صورت تعریف گردد که سطح و محیط و اضلاع آنها با یکدیگر مقدار ثابتی می‌باشند.» (البوزجانی، ۱۳۸۴، ۱۳۱).

بدیهی است که «استفاده از دستگاه‌های هندسی

عملی در صنایع هنری گذشته، زمانی که محاسبات ریاضی امری دشوار بوده، بسیار ارزشمند بوده است.» (Lawler, ۱۹۹۰، ۴۲). استفاده از الگویی هندسی که با ساختار مربع‌هایی با نسبت $\sqrt{2}$ باشد، این برتری را نسبت به سایر الگوهای هندسی دارد که علاوه بر ایجاد نسبتی ثابت بین اجزاء در عین حال خاصیت رشد و گسترش را نیز داراست. زیرا یکی از خاصیت‌های اصلی یک الگوی هندسی، دارا بودن قابلیت رشد و گسترش است تا بتواند بین اجزاء خرد (نقوش) و کلان (ترکیب‌بندی کلی اثر) هماهنگی و همخوانی ایجاد کند.

استفاده از نسبت هندسی $\sqrt{2}$ در آثار هنری ایران، وجود نظامی برای اندازه‌گیری را نشان می‌دهد که در زمانی که محاسبات ریاضی امری دشوار بوده، نظامی عملی و قابل دستیابی بوده است.

مقایسه الگوهای هندسی ۵ اثر از فرش‌های

صفوی

در طرح تناسبات هندسی صورت گرفته، مربع مبنای $\sqrt{2}$ به‌دست آمد و با تناسبات هندسی موجود تطبیق داده شد. در مورد میزان مشابهت میان تناسبات $\sqrt{2}$ و تناسبات هندسی حاصل از بررسی آثار مورد نظر، می‌توان موارد زیر را یادآور شد (جداول ۱ تا ۵):

- فرش‌های مورد بررسی، از ترازها یا سطوح متعددی که روی هم قرار دارند تشکیل شده‌اند:

(الف) در هر تراز، الگوها - مستقل و

جداگانه از تراز دیگر - بر مبنای مربع $\sqrt{2}$ هستند.
(ب) در کلیت طرح‌ها، همه ترازها در سطوح مختلف، مکمل و تعالی بخش یکدیگر هستند.

• به‌طور کلی ساختار اصلی ترازها از نظام مربع $\sqrt{2}$ ، که هشت گوشه را به‌وجود می‌آورد، تشکیل شده است:

(الف) تراز اولیه یا همان شبکه شطرنجی به‌وجود آمده از سنجه اولیه.

(ب) تراز دوم، که با تصاعد هندسی $\sqrt{2}$ از سنجه اولیه به‌وجود آمده است: مربعی با عرض $\sqrt{2}$ برابر عرض مربع اولیه.

• نسبت‌های ذکر شده هم در ترکیب‌بندی کلی اثر (طول و عرض) و هم در اجزاء (نقوش متن اثر) به‌عنوان پایه هندسی قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری





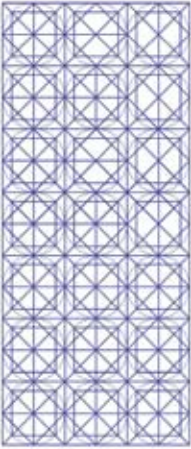



هنر صفوی که شاخصه تداوم هنری ایران را حفظ کرده، با بهره‌گیری از طراحی هندسی به‌عنوان پایه‌ای در ترکیبات و شکل‌ها، اساسی هندسی دارد. قابل ذکر است که ساختار هندسی در فرش صفوی از امتیازات انحصاری مکتب هنری صفوی نیست، زیرا پایه هندسه در همه هنرهای سنتی ایران دیده می‌شود. اما به‌خصوص در هنر صفوی است که این «اشکال هندسی» گسترده می‌شوند و

دارای ضابطه‌ای منطقی می‌گردند و به کمال می‌گیرند.
با توجه به بررسی انجام شده در این مقاله می‌توان گفت که انتظام تناسبات در هندسه فرش صفوی مجموعه قواعدی است که نسبت‌های ریاضی و هندسی دقیقی را در بر می‌گیرند و برای مدت‌های مدیدی ادامه داشته‌اند. ساختار هندسی فرش صفوی، تشکیل شده از الگویی در چند تراز است. هر الگو مانند سطحی مستقل و در عین حال وابسته عمل می‌کند. در کلیت طرح، همه الگوها مکمل یکدیگر هستند. پیدایش الگوها مبتنی بر تناسبات هندسی است که شکل‌شناسی طرح آنها بر اساس سنجه مینا ساخته شده است. در تناسبات هندسی الگوهای چندترازه، مربع پایه و نسبتی که در گسترش آن استفاده می‌شود « $\sqrt{2}$ » مینا قرار گرفته است. این امر پایه شناخت هندسی از دانش تناسبات آرمانی در طراحی فرش دوره صفویه است.













نظر به اینکه برای تناسبات هندسی هنر ایران، نسبت‌های عددی خاصی از سوی محققان ارائه نشده، در بررسی حاضر به استخراج ابعاد و تطبیق میان نسبت‌ها در نقوش و تناسبات هندسی ترکیب کلی در فرش صفوی اکتفا شده است. با مشاهده تحلیل‌های هندسی می‌توان دید که در تناسبات متعدد طرح‌ها، تقسیم نسبت نقوش به مربع مبنای $\sqrt{2}$ و اجزای آن بر روی آثار، نقش اولیه و سازنده دارد.



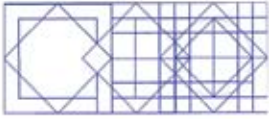
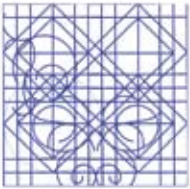
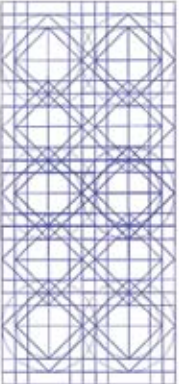

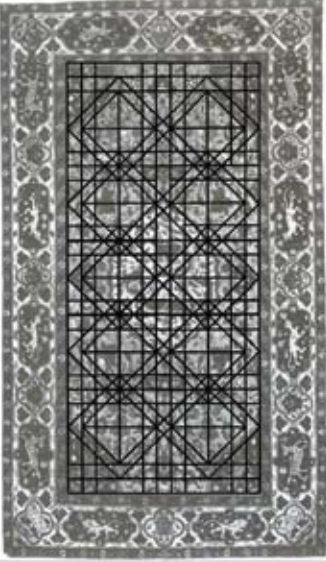

نتیجه مقایسه نشان می‌دهد که در هندسه نقوش فرش در دوره صفوی نظام هندسی $\sqrt{2}$ به‌عنوان نظامی عملی شناخته شده بوده و رواج داشته است.



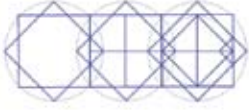

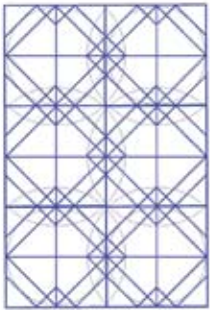

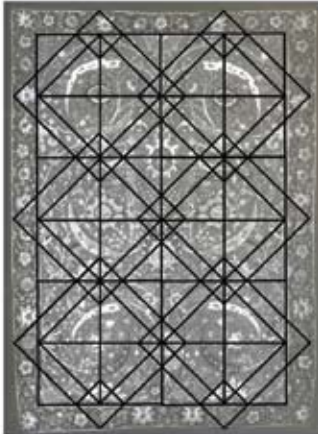



<p>سنجه اولیه $b = \sqrt{2} a$</p>	<p>تحليل هندسي تراز ۱</p> 	<p>تحليل هندسي تراز ۲</p> 
<p>از تکثیر سنجه اولیه شبکه ای تطبیقی شکل می گیرد</p>		
<p>نظام هندسی هدایت کننده در هر تراز</p>		
<p>هر تراز به شکل وابسته به تراز دیگر و در همین حال مستقل عمل می کند.</p>		




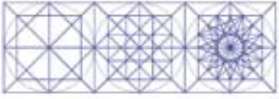
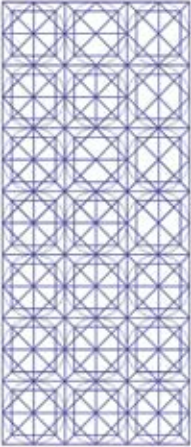



اثر شماره ۱ (مأخذ: Fernier, 1989, 120)

	تحلیل هندسی تراز ۱	تحلیل هندسی تراز ۲	تحلیل هندسی تراز ۳
<p>سجده اولیه $b = \sqrt{2} a$</p>			
<p>از تکثیر سجده اولیه شبکه ای شطرنجی شکل می گیرد</p>			
<p>نظام هندسی هدایت کننده در هر تراز</p>			
<p>هر تراز به شکل دوگانه در هر دو طرف عمود مستطیل عمود می کشند</p>			

	تحلیل هندسی تراز ۱	تحلیل هندسی تراز ۲
<p>سجه اولیه $b = \sqrt{2} a$</p>		
<p>از تکثیر سجه اولیه شبکه ای شطرنجی شکل می گیرد</p>		
<p>نظام هندسی هدایت کننده در هر تراز</p>		
<p>هر تراز به شکل وابسته به تراز دیگر و در همین حال مستقل عمل می کند.</p>		

	تحلیل هندسی تراز ۱	تحلیل هندسی تراز ۲
<p>سجده اولیه $b = \sqrt{2} a$</p>		
<p>از تکثیر سجده اولیه لبیک آی لطیفی شکل می گردد</p>		
<p>نقلم هندسی هدایت کننده در هر تراز</p>		
<p>هر تراز به شکل وابسته به تراز دیگر و در عین حال مستقل عمل می کند</p>		

اثر شماره ۵ (مأخذ: رشت، ۱۳۸۵، ص ۶۸)

	تحلیل هندسی تراز ۱	تحلیل هندسی تراز ۲
<p>سنجه اولیه $b = \sqrt{2} a$</p>		
<p>از تکثیر سنجه اولیه شبکه ای شطرنجی شکل می گیرد</p>		
<p>نظام هندسی هدایت کننده در هر تراز</p>		
<p>هر تراز به شکل وابسته به تراز دیگر و در همین حال مستقل عمل می کند.</p>		

پی‌نوشت‌ها

- ۱- تراز، به معنی سطح آورده شده است رجوع شود به مدخل تراز دز: دهخدا، علی اکبر (۱۳۷۵) *لغت‌نامه دهخدا*. می‌توان در تجزیه و تحلیل نقوش فرش وجود چندین تراز را متمایز کرد. با روی هم قرار گرفتن این ترازا نقش کلی در فرش به‌وجود می‌آید.
- ۲- جستجو برای مراجع ابتدایی زیرساخت‌های هندسی در هنر ایرانی-اسلامی، به هنر و معماری ایران باستان منتهی می‌شود. با وجود این پس از ورود اسلام، در بین سال‌های ۱۷۳-۱۹۳ ه.ق. و در اوج نهضت ترجمه، کتاب «اصول هندسه» اقلیدس به دستور هارون‌الرشید ترجمه گردید و از این طریق دنیای هنر اسلامی با یکی از مهمترین کتب هندسی آشنا گردید (استیرلن، ۱۳۷۷، ۴۳).
- ۳- عملاً دو چندضلعی اصلی وجود دارد: مربع و مثلث. چرا که هشت‌وجهی ترکیبی از مربع هاست. چهاروجهی و هشت‌وجهی دوگونه از پنج «اجسام افلاطونی» هستند.
- ۴- برای اطلاع از نحوه گسترش این الگوهای مسطح پراکنده فضا رجوع شود به کریشلو، ک. (۱۹۷۳) *فلسفه مطلوب در سازه‌ها*.
- ۵- مدول یا پیمون؛ مرکب از سنج، سنجیدن + ه پسوند نسبت و آلت. رجوع شود به مدخل سنج دز: دهخدا، علی اکبر (۱۳۷۵) *لغت‌نامه دهخدا*.
- ۶- قرن ۴ هجری / ۱۰ میلادی و شارح کتاب خوارزمی.
- شاهرخ، تهران: انتشارات خاک.
۳. البوزجانی، ابوالوفا محمدبن محمد (۱۳۸۴) *هندسه ایرانی، کاربرد هندسه در عمل*، ترجمه علیرضا جذبی، تهران: انتشارات سروش.
۴. دهخدا، علی اکبر (۱۳۷۵) *لغت‌نامه زبان فارسی*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوازدهم.
۵. کنبی، شیلا (۱۳۸۶) *عصر طلایی هنر ایران*، ترجمه حسن افشار، تهران: نشر مرکز.
۶. نصر، سید حسین (۱۳۸۴) *علم و تمدن در اسلام*، ترجمه احمد آرام، تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
۷. ولش، آنتونی (۱۳۸۵) *شاه عباس و هنرهای اصفهان*، ترجمه احمدرضا تقاء، تهران: انتشارات فرهنگستان هنر.
8. Allen, T. (1988) *Five Essays on Islamic Art*, Solipsist Press.
9. Brend, Barbara (1991) *Islamic Art*, Cambridge, Mass.
10. Chritchlow, Keith (1973) *Toward a new Philosophy of Structure* (Questions by John Zerming), Zodiac 22.
11. Said, El., Issam & Parman, Ayse (1985) *Geometric Concepts in Islamic Art*, London: Dale Seymour Publication.
12. Ferrier R. W. (1989) *The Arts of Persia*, Yale University Press.
13. Hillenbrand, R. (1999) *Islamic Art and architecture*, Edinburgh.
14. Lawler, Robert (1990) *Sacred geometry; Philosophy and Practice*, New York: The Free Press.
15. Pope, Arthur Upham (1964) *A Survey of Persian Art*, 6 Vols., London and New York, 1938-39. Reissue.

فهرست منابع

۱. آیت‌اللهی، حبیب‌الله (۱۳۸۰) *مبانی نظری هنرهای تجسمی*، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
۲. اردلان، نادر (۱۳۷۹) *حس و حلاوت*، ترجمه حمید



16. Blair, S. and Bloom, J. (1994) *The Art and Architecture of Islam: 1250-1800*, Yale/Pelican History of Art.
17. Stierlin, Henri (1985) *ISPAHAN Image du Paradis*, La Bibiliothèque des Arts, Paris.
18. Welch, A. (1973) *Shah Abbas and the Arts of Isfahan*, Asia Society Press.