

## مقایسه گره‌های سنتی و الگوهای معاصر اسلامی با تمرکز بر کاربرد در معماری معاصر

یحیی نوریان<sup>۱\*</sup>، محمدحسین کسرائی<sup>۲</sup>

۱. کارشناس ارشد معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲. کارشناس ارشد معماری، دانشگاه هنر، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۲/۱۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۷/۱۵)

### چکیده

گره اسلامی یکی از الگوهای هندسی مشهور در هنر و معماری اسلامی است که به دلیل پیچیدگی در ترسیم و گستردگی الگوها، در نزد معماران اسلامی فنی مهم و در نزد مستشرقین و پژوهشگران هنر اسلامی امری ناشناخته بوده است. با وجود اسناد مکتوب و آثار به‌جامانده از سنت معماری اسلامی - به دلیل ناآشنایی پژوهشگران غربی با اسناد به‌جامانده - در سده اخیر تلاش‌هایی برای باز اختراع روش‌های ترسیم گره‌های اسلامی از سوی برخی پژوهشگران غربی صورت گرفته که منجر به تعریف روش‌های گوناگون ترسیم و طراحی گره‌های اسلامی با تکیه بر ویژگی‌های متعدد این الگوها شده است.

سؤال تحقیق آن است که چه اختلافی میان روش‌های معاصر و نمونه‌های سنتی با توجه ویژه به کاربرد معاصر گره‌ها وجود دارد؟ زیرا این روش‌ها با وجود تلاش برای ارائه الگوی جامع از ترسیم گره‌های اسلامی، به نتایج متفاوتی از گره‌های سنتی اسلامی می‌رسند که توجه به کاربردهای ویژه در معماری نظیر تأثیرات انحنای بستر بر هندسه‌ی گره‌های ترسیمی، به آشکارسازی این اختلافات کمک می‌کند. در این مقاله با بررسی هر یک از روش‌های سنتی و معاصر ترسیم گره‌های اسلامی و تحلیل تفاوت موجود میان الگوهای سنتی و معاصر در توجه به هندسه‌ی بستر در گره‌سازی با استفاده از روش‌های تحلیلی - توصیفی هندسی، به توضیح مفهوم چندزمینه‌گی و گونه‌ی گره‌های دست‌گردان در گره‌سازی سنتی به‌عنوان خصوصیتی منحصر به فرد در الگوهای کهن گره‌سازی اسلامی، دست می‌یابیم و مشخص می‌شود که این مفهوم در راهبرد معماران سنتی برای توجه به زمینه و طراحی یک گره مختص بستری خاص بوده است. این مهم در کاربرد گره‌های اسلامی در سطوح منحنی و با توجه به بسترهای غیرمسطح بهتر شناسایی می‌گردد. به این ترتیب به کار بردن گره‌سازی اسلامی در معماری معاصر زمانی می‌تواند به‌عنوان امتداد سنت گره‌سازی سنتی تلقی گردد که روش‌های موجود در راهبرد چندزمینه‌گی به کمک طراحی گره‌های اسلامی بیاید.

### واژگان کلیدی

گره دست‌گردان، چندزمینه‌گی، گره‌سازی، گره اسلامی، معماری سنتی.

\* نویسنده مسئول مکاتبات: E-mail: yahya.nourian@gmail.com

## مقدمه

صنعت معماری تمرینات، ترسیمات و الگوهای مشاهده می‌شوند که از هندسه بسیار بهره دارند و بی‌شک در توسعه علم هندسه نیز مؤثر بوده‌اند.

یکی از این الگوها در معماری اسلامی گره‌های هندسی هستند. گره‌های اسلامی الگوهای هندسی پیچیده‌ای هستند که با وجود تبعیت از هندسه اقلیدسی، در گونه‌ی شاه‌گره و گره‌درگره گرایش به نوعی رفتار فرکتالی با خود-مانایی خطی دارند. توجه دوچندان معاصر به گره‌های اسلامی به‌طور ویژه در دهه اخیر به پژوهش پیرامون کاربرد محاسباتی-هندسی این الگوها انجامیده است که عرضی مقالات متعدد و نرم‌افزارهای تولید الگوریتمیک گره‌های اسلامی<sup>۱</sup> از برون‌دادهای این‌گونه پژوهش‌ها است. از آنجا که گره اسلامی ریشه در ابداعات معماران ایرانی مسلمان دارد (نجیب اوغلو ۱۳۷۹، ۱۳۷-۱۳۸)، توجه به تفاوت‌های انواع سنتی ایرانی آن با الگوهای معاصر می‌تواند به طراحی نمونه‌های اصیل‌تر در کاربرد معاصر بیانجامد. به این منظور در ادامه پس از شناخت و بررسی برخی روش‌های سنتی به‌جامانده برای ترسیم گره‌های اسلامی و نیز پژوهش‌های معاصر پیرامون روش‌های ترسیم الگوهای اسلامی، با مقایسه‌ی این روش‌ها از منظر هندسی و نسبت آنها در توجه به زمینه‌ی اثر، به ویژگی‌های منحصر گره‌های سنتی در مقابل الگوهای نوین که ناشی از تفاوت در روش ترسیم آنها است پی می‌بریم.

نتیجه نفی تمرکز یا به تعبیری نفی منیت (همان، ۱۰۳) می‌شود. گره‌های اسلامی، نقوش هندسی و دارای قواعد مشخص هستند که در انواع و زمینه‌های گوناگون و پیچیده ترسیم می‌شوند. در میان معماران سنتی به دلیل پیچیدگی فن گره‌سازی مشهور است که این فن هفتاد و دو بطن دارد. گره‌ها توانایی زایش از درون یکدیگر و به‌وجودآوردن گره‌های نو دارند. گره‌های سنتی، ترکیبی از واحدهای هندسی پایه هستند که به آلت‌های گره معروف‌اند (تصویر ۱). هندسه یکی از این آلت‌ها به نام شمس، معیار نام‌گذاری گونه‌های مختلف گره است و گره‌ها با نام شماره‌ی هندسی شمس‌های خود نام‌گذاری می‌شود.

نقش و کاربرد هندسه در معماری اسلامی تنها به یک ابزار محدود نمی‌شود بلکه در دوره‌های مختلف اسلامی-به‌ویژه در عصر تیموری-خود به هدفی برای طراحان معمار تبدیل می‌شود و همچون تزئینات، از معماری نیز جلوه‌ی هندسی انتظار می‌رود. (گلمبک و ویلبر ۱۳۷۴، ۲۸۹) شاید اساساً به همین دلیل است که معماران بسیار ماهر را مهندس می‌گفته‌اند (نیستانی ۱۳۸۴، ۴۷).

دو دیدگاه مستقل در مورد نسبت میان هندسه و معماری در طول دوران اسلامی وجود دارد (طاهری ۱۳۹۰). برخی پژوهشگران مانند صلیبا<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) و هولد<sup>۲</sup> (۱۹۸۸) در این‌که ممکن است کاربرد و توسعه هندسه در معماری اسلامی متأثر از نقش ریاضی‌دانان جهان اسلام بوده، تشکیک کرده‌اند و قائل به سنت شفاهی معماری در میان معماران مسلمان هستند. در مقابل بولاتف<sup>۳</sup> (۱۹۷۸)، چرباچی<sup>۴</sup> (۱۹۸۹)، پوزدورال<sup>۵</sup> (۱۹۹۲ و ۱۹۹۵ و ۱۹۹۸ و ۲۰۰۲) و نجیب اوغلو (۱۹۹۵) بر نقش دانشمندان و تألیفات ریاضی بر معماری دوره‌ی اسلامی تأکید دارند. برخی دیگر نیز معتقدند به دلیل گوناگونی تجربه‌های دوران اسلامی نمی‌توان هیچ‌یک از این دو دیدگاه یک‌سویه را به تمام این دوران تعمیم داد. قدر یقین آن است که پس از دوران اولیه نهضت اقتباس و انتقال آثار علمی و فرهنگی تمدن‌های غیرعربی به عالم اسلام و عمدتاً تألیفات دانشمندان ایرانی مسلمان (نیستانی ۱۳۸۴، ۴۴) در حوزه هنر-

## ۱- گره‌های اسلامی

### ۱-۱- گره

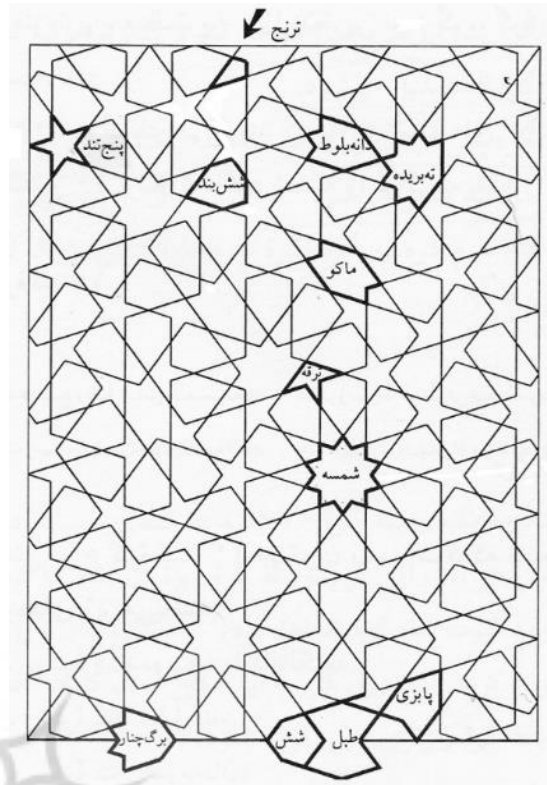
گره‌سازی یکی از نمونه‌های شاخص ترکیب عملکرد و تزئین در معماری اسلامی است که در موضع‌های گوناگون همچون کتیبه‌ها، سردرها، طاق‌ها و گنبدها با فنون متفاوت نظیر نجاری و بنایی و با استفاده از مصالح متنوعی مانند آجر، چوب، گچ، کاشی و آئینه در معماری به کار رفته است. ویژگی اصلی گره‌سازی، وجود تعمق هندسی (بورکهارت ۱۳۸۶، ۱۶۷)، هندسه‌ی دقیق و قواعد ترسیمی مشخص در طراحی و اجرای آن است که مانع از تمرکز ذهن بیننده بر صورت خاصی و در

را به‌عنوان رازی غیرقابل بیان در نزد خود مخفی ساخته‌اند. از این رو یافتن روش‌های ترسیم گره، در حال حاضر به معمایی برای پژوهشگران و طراحان در نقاط مختلف جهان تبدیل شده است.

### ۱-۲- روش‌های ترسیم گره

روش‌های ترسیم الگوهای گره اسلامی را امروز می‌توان به دو گونه روش‌های سنتی و معاصر تقسیم کرد. در سنت به‌جامانده از دانشمندان و مهندسان (هندسه‌دانان) مسلمان از قدما، در مجموعه تدوین‌های فارابی، غیث‌الدین جمشید کاشانی، ابوالوفا بوزجانی (۱۳۸۹) و تدوین‌هایی بدون نویسنده‌ی سرشناس؛ نظیر طومارهای توپ‌قاپو (Bonner 2003) و از متأخرین در آموزه‌های مدون استادکاران معماری سنتی نظیر حسین لرزاده (مفید و رئیس زاده ۱۳۸۹)، محمود ماهرالتش (۱۳۶۳) و اصغر شعراباف (۱۳۸۵) می‌توان به روش‌های ترسیم سنتی گره‌های اسلامی دست یافت. بیشتر روش‌های ترسیم سنتی بر مبنای تداخلات کمان‌های هندسی و آنچه اصطلاحاً شبکه زیرساختی شعاعی (Sarhangi 2012, 168) نامیده می‌شود، هستند. آنها بر مبنای هر دو گونه نظم تناوبی و شبه تناوبی (محمدیان منصور و فرامرزی ۱۳۹۱، ۷۳) گسترش می‌یابند و توجه ویژه به زمینه‌ای دارند که برای آن ترسیم می‌شوند.

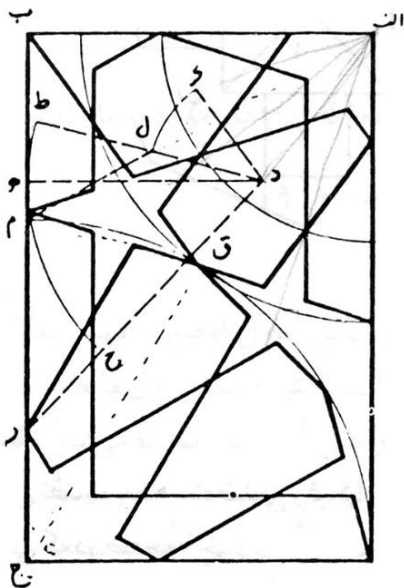
پژوهشگران غیرمسلمان در دوران معاصر توجه بیشتری به موضوع گره‌سازی اسلامی و ترسیم الگوهای گره‌کرده‌اند. مطالعات هانکین (1925)، (1934) و (1936) و توسعه‌های بعدی لی (1987) مبنای اولیه برخی از این پژوهش‌ها است که از جمله گسترش‌های عباس و سلمان (1992) بر دسته‌بندی‌های گرانبوم و شپرد، توسعه‌های کاپلان، بودنر، بونر را می‌توان نام برد. دسته‌بندی‌های هندسی معاصر نیز از دیگر پژوهش‌های در زمینه‌ی ترسیم گره‌های اسلامی است. جمع‌آوری‌های پوپ، گرابار و ویلسون و همچنین مطالعات تحلیلی عصام سعید و عایشه پارمان (۱۳۸۹) و نیز دسته‌بندی‌های گرانبوم و شپرد (1992) را می‌توان از این دسته دانست. روش‌های معاصر بیشتر بر مبنای ترسیم واحد گره و قرینه‌سازی و بسط الگو به سطح موردنظر یا اصطلاحاً ترسیم بر شبکه زیرساخت چندضلعی (Sarhangi 2012, 168) است و با الگوی نظم تناوبی گسترش می‌یابد. این ترسیم‌ها



تصویر ۱: نمونه آلات گره (مفید و رئیس‌زاده ۱۳۸۹)

بر اساس آموزه‌های استادان ایرانی (مفید و رئیس‌زاده ۱۳۸۹)، گره سنتی دارای دو خصوصیت اصلی است: اول آن‌که آلتی خارجی ندارد و تماماً از ترکیب همین واحدهای هندسی ایجاد می‌شود. دوم در صورت تکرار واحدهای گره در کنار هم زمینه‌های بزرگتر را پوشش داده، یکدیگر را کامل کرده و تشکیل الگوهای وسیع‌تری می‌دهند. آلات گره‌ها، معیاری برای دسته‌بندی آنها به شمار می‌روند. بسته به زوایای آلات گره‌های سنتی می‌توان آنها را در سه گونه‌ی تند، کند و شل دسته‌بندی کرد. طراحی و ترسیم گره در سنت معماری به دلیل پیچیدگی‌های ذاتی هندسی، همواره به‌عنوان عملی که نیازمند تبحر و تسلط طراح است، شناخته‌شده است.<sup>۷</sup> با ورود یک‌باره‌ی اصول و معیارهای معماری مدرن به سرزمین‌های اسلامی و قطع سیر معماری سنتی در این مناطق، روش‌های ترسیم گره نیز به‌مرور فراموش شده‌اند. عدم آشنایی با نحوه‌ی ترسیم سنتی گره‌ها به حدی است که برخی پژوهشگران غربی (Kaplan 2000) و (Abas & Salman 1992) با وجود اسنادی که از جهان سنت اسلامی در اختیار ما است، تصور می‌کنند استادان قدیم معماری سرزمین‌های اسلامی، روش ترسیم گره

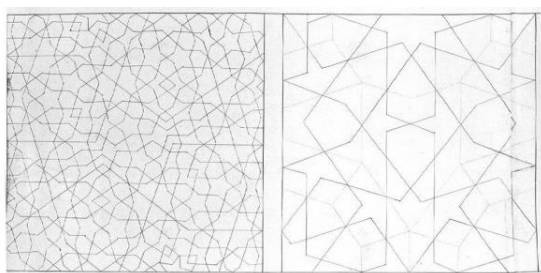
توجه کمتری به زمینه ترسیم گره دارند.



تصویر ۲: از ترسیمات هندسی الحاقات کتاب بوزجانی (البوزجانی ۱۳۸۹)

تیموری، در ایران تدوین شده و سپس به استانبول منتقل شده است. این طومار تا به امروز به عنوان یکی از منابع مهم پژوهشگران غربی در موضوع گره‌سازی اسلامی بوده است (تصویر ۳).

مجموعه طومارهای میرزا اکبر، یکی دیگر از اسناد مربوط به سنت گره‌سازی در ایران است که در سال ۱۲۵۵ شمسی از کشور خارج شده و در حال حاضر در موزه ویکتوریا انگلستان نگاهداری می‌شود. این اثر شامل ترسیمات هندسی اجزای مختلف بنا از جمله مقرنس، رسمی و گره است. با وجود آن‌که این اثر به قدمت طومار توپ‌قاپو نیست اما در آن ترسیم تعدادی از گره‌های اسلامی منحصر به فرد مشاهده می‌شود. وجود الگوی گره‌های کمتر دیده شده در این طومار شاید حاکی از نوعی استقلال در سنت گره‌سازی ایرانی-اسلامی است (تصویر ۴).



تصویر ۳: از ترسیمات طومار توپ‌قاپو (Sarhangi 2012)

## ۲- روش‌های سنتی ترسیم گره

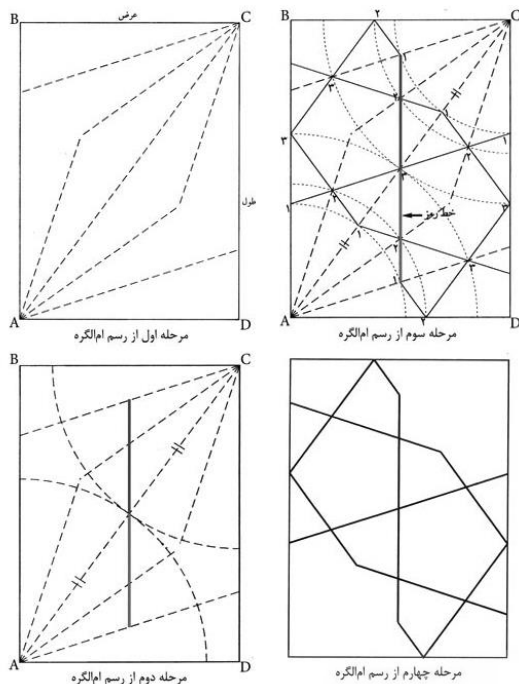
از میان روش‌های سنتی ترسیم گره، روش‌هایی که مستقیماً توسط معماران سنتی تألیف شده‌اند، از اصالت بیشتری برخوردار هستند. در روش‌های سنتی ترسیم گره، گام ابتدایی تعیین بستر یا زمینه‌ی گره بر اساس قواعد هندسی می‌باشد که پس از آن ترسیم گره بر اساس شکل و تناسب بستر ادامه می‌یابد. ترسیم سنتی را می‌توان در مجموعه‌ای از آثار و منابع مکتوب در گنجینه‌ی تألیفات هندسی و معماری به‌جای مانده از قرون گذشته و نیز در آموزه‌های معماران سنتی معاصر یافت. در ادامه به بیان و بررسی بعضی از این آثار و آموزه‌ها می‌پردازیم.

### ۲-۱- رساله‌ها

در سنت ریاضی‌دانان مسلمان نگارش رساله‌های علمی شایع بود. ابوالوفا محمدبن محمد البوزجانی یکی از مشاهیر بزرگ در علم حساب و هندسه است که در قرن چهارم مجموعه‌ای از تألیفات متعدد در علم ریاضیات از خود به‌جا گذاشته است. وی در زمینه‌ی هندسه رساله‌ای با نام «فی مایحتاج الیه العمال و الصناع من الاشکال الهندسیه» می‌نویسد که بعضی اعتقاد دارند این کتاب ابوالوفا از رساله هندسه منسوب به فارابی اقتباس شده است (نیستانی ۱۳۸۴، ۴۶). این کتاب به زبان عربی نگارش شده است و به دلیل عدم آشنایی بسیاری از صنعتگران ایرانی با زبان عربی، ابواسحاق ابن عبدالله کوبنانی در قرن نهم هجری ترجمه‌ای از این رساله ارائه می‌دهد. وی علاوه بر ترجمه‌ی رساله، قسمت‌هایی را به متن اصلی ضمیمه می‌سازد که در آن نحوه‌ی ترسیم برخی گره‌های سنتی بر اساس انطباق با بستر گره را نشان می‌دهد (تصویر ۲).

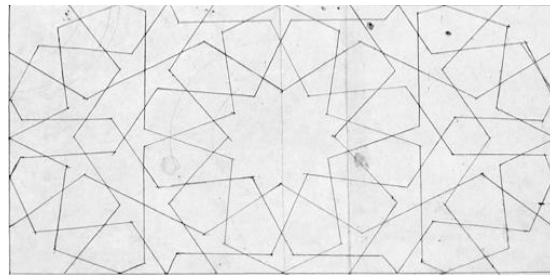
### ۲-۲- طومارها

طرح‌های دستی معماران و صنعتگران، از دیگر آثار به‌جامانده از گذشته می‌باشد که گاهی در قالب طومارهایی تدوین و نگاهداری شده است. طومار توپ‌قاپو یکی از مجموعه ترسیمات تزیینات هندسی مربوط به قرون نهم و دهم هجری است که شامل ۱۱۴ گره و یا واحد پایه‌ی گره می‌باشد. به نظر نجیب‌اوغلو (۱۳۷۹، ۵۰-۵۲) این طومار به دلیل وجود برخی شباهت‌ها و برخورداری از برخی عناصر مختص سنت



تصویر ۵: مراحل ترسیم ام‌الگره به روش استاد لرزاده ( مفید و رئیس‌زاده ۱۳۸۹ )

شماره‌گذاری و حذف مابقی خطوط، گره پایه به دست می‌آید. سایر گره‌های اسلامی نیز با همین روش و به‌واسطه تغییر خط رمز و بستر یا همان زمینه گره ترسیم می‌شوند. استاد ماهرالنقش یکی دیگر از اساتید معماری سنتی معاصر است که به تشریح روش ترسیم تعدادی از گره‌های سنتی از جمله ترسیم ام‌الگره بر مبنای نقطه‌یابی از تقاطع خطوط موازی و متقاطع می‌پردازد. مثلاً در ترسیم ام‌الگره (Sarhangi 2012, 167)، مطابق تصویر ۶، ابتدا (الف) زاویه A به وسیله‌ی چهار شعاع به پنج بخش تقسیم شده و نقطه‌ی C به‌دولخواه بر روی شعاع دوم انتخاب می‌شود. با اخراج دویاره خط و عمود ساختن آن بر دو ضلع زاویه‌ی A بستر گره به‌صورت مستطیل ABCD مشخص می‌شود. سپس نقطه‌ی میانی شعاع چهارم، E نام‌گذاری شده و کماتی به مرکز A و شعاع AE ترسیم می‌گردد تا ضلع AB را در نقطه‌ی F و شعاع دوم را در نقطه‌ی G قطع کند. از نقطه‌ی G خطی به موازات AD ترسیم می‌شود تا شعاع اول را در نقطه‌ی H و شعاع سوم را در نقطه‌ی I قطع کند. سپس خط FH ترسیم شده و ادامه می‌یابد تا پاره‌خط AD را در نقطه‌ی J قطع کند. خطی از نقطه‌ی J به موازات شعاع سوم اخراج می‌شود و همچنین پاره‌خط EI نیز ترسیم می‌گردد. از سوی دیگر از



تصویر ۴: از ترسیمات طومار میرزااکبر ( Sarhangi 2012 )

### ۲-۳- آموزه‌های اساتید سنتی

از میان تمامی اسناد به‌جای مانده از گره‌سازی اسلامی، آموزه‌های استادکاران سنتی معاصر، بیش از دیگر اسناد راهگشای فهم روش‌های ترسیم سنتی است. این مجموعه‌ها معمولاً به‌صورت نقل قول مستقیم نوشته شده‌اند و استادکاران شرح امروزی و قابل فهمی از روش‌های ترسیم ارائه داده‌اند. از جمله این مجموعه آثار می‌توان به آموزه‌های استاد حسین لرزاده، استاد محمود ماهرالنقش و استاد اصغر شعرباف اشاره کرد.

استاد لرزاده در کتاب «احیای هنرهای از یادرفته» (مفید و رئیس‌زاده ۱۳۸۹، ۱۴۶-۱۴۵) به بیان اصول اربعه در معماری سنتی می‌پردازد و گره‌سازی را به‌عنوان یکی از این اصول مورد توجه قرار داده و روش‌های ترسیم گره‌های مختلف را توضیح می‌دهد. در روش ارائه‌شده از سوی لرزاده مبنای ترسیم گره، بر هندسه‌ی بستر، شعاع‌های خارج‌شده از نقاط مشخصی از بستر و خطی راهنما با عنوان خط رمز بنا شده است؛ به‌عنوان مثال برای ترسیم گره مادر (ام‌الگره) بر مبنای شمس‌ی ۱۰، مطابق تصویر ۵ ابتدا با اخراج چهار خط‌گیر از زاویه‌ی ۹۰ درجه کنج بستر یعنی زاویه  $\hat{A}$  - به‌طوری‌که زاویه DAB را به پنج قسمت مساوی تقسیم نماید- از محل تقاطع خط‌گیر سوم با عمود اخراج شده از D (رأس دیگر عرض) زمینه مستطیل ABCD تشکیل می‌شود. از رأس C نیز خطوطی را ترسیم می‌شود. در مرحله دوم خط رمز گره رسم می‌گردد. خط رمز مربوط به ام‌الگره موردنظر دو خط عمودی هم‌راستا و در امتداد هم و متقاطع در میانه‌ی قطر AC است. در مرحله سوم کمان‌هایی به مرکز A و C و شعاع فاصله A و C تا محل تقاطع خط رمز و خطوط‌گیر اخراج شده، رسم می‌شود. این کمان‌ها با سایر خطوط‌گیر تقاطع می‌کنند که با منطقی مشخص (تصویر ۵ مرحله سوم) شماره‌گذاری می‌شوند. به‌این ترتیب با اتصال پیاپی نقاط به‌دست‌آمده به ترتیب

در بسترهای گوناگون و بر اساس تکثیر واحد پایه را ارائه می‌دهد. روش ترسیم سنتی گره‌ها بسیار گسترده و متنوع می‌باشد، به طوری که حتی برای یک گره خاص روش‌های مختلفی توسط استادکاران بیان شده است.

### ۳- روش‌های مدرن

روش ترسیمات گره‌های اسلامی محدود به اسناد و مکتوبات سنتی نمی‌شود. تجربیات شرق پژوهی محققان غربی در ابتدایی سده بیستم نیز مجموعه‌ای ترسیماتی از الگوی گره‌های هندسی فراهم ساخته است. این تلاش‌ها و گردآوری‌ها به منظور شناخت و فهم گره‌های اسلامی، به دلیل عدم توانایی محققان غربی در درک بی‌واسطه‌ی سنت معماری شرق، معطوف به کشف دوباره‌ی اسرار نهفته در ترسیم الگوها و اصطلاحاً باز اختراع<sup>۸</sup> این الگوها شده است. به این ترتیب در حال حاضر می‌توان پژوهش‌های محققان غربی را به‌عنوان دیگر اسناد مربوط به گره‌های اسلامی دانست.

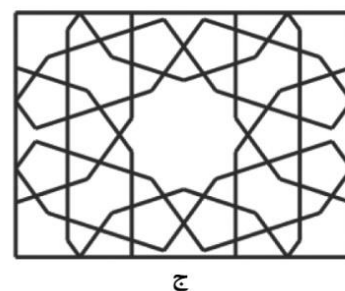
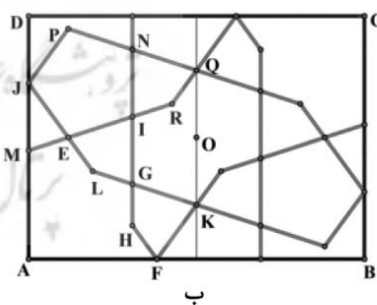
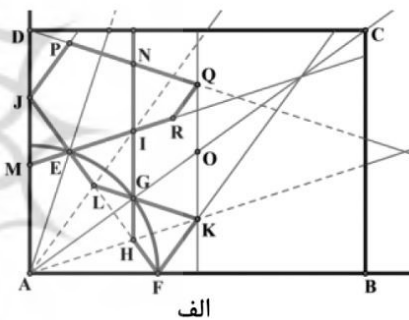
### ۳-۱- هانکین

اولین پژوهش‌های غربی درباره‌ی گره‌های اسلامی را می‌توان در آثار هانکین جست‌وجو نمود. «ارنست هانبری هانکین» باکتری‌شناس و طبیعی‌دان انگلیسی در اواخر سده نوزدهم میلادی به منظور شناخت و درمان بیماری‌های واگیردار در هندوستان ساکن شد. وی در طول اقامت خود به جمع‌آوری اسناد و بازترسیمات این الگوها پرداخت. وی پس از بازگشت به انگلستان در سال ۱۹۲۵ دست‌آوردهای خود را در قالب کتابی با نام «ترسیمات الگوهای هندسی در هنر عربی» (1925) منتشر ساخت. هانکین در بررسی‌های خود با کشف شبکه‌ای هندسی در پس‌زمینه یک نمونه گره نتیجه می‌گیرد که روش ترسیم این الگوها بر اساس ترسیم شبکه‌ای از چندضلعی‌های در تماس به‌عنوان راهنما است که گره از تداخل و برخورد شعاع‌های اخراجی از اضلاع این چندضلعی‌ها حاصل می‌گردد. بدین ترتیب سطح به‌وسیله‌ی این روش به یک الگوی هندسی پیچیده تبدیل می‌گردد و در پایان شبکه‌ی زیرین چندضلعی‌ها محو می‌گردد.

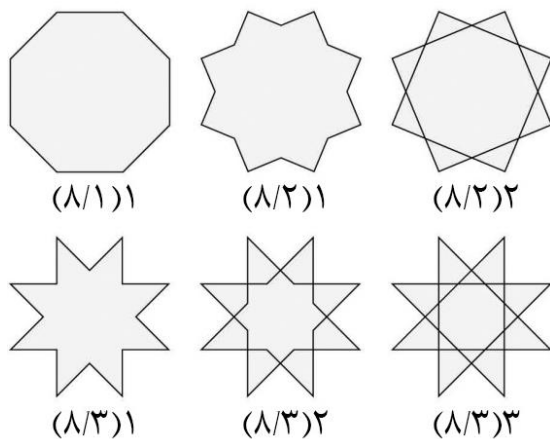
هانکین این روش را در تحقیقات و مجموعه مقالات خود (1934) و (1936) با نام روش «چندضلعی‌های در تماس» معرفی می‌کند. اجزای این روش شامل دو عنصر اصلی «شبکه‌ی چندضلعی‌های در تماس» و «خطوط

نقطه‌ی F خطی به موازات شعاع سوم خارج شده تا شعاع اول را در نقطه‌ی K قطع کند. پاره‌خط‌های GL و GK و EM نیز ترسیم شده و نقطه‌ی N در امتداد HI، به اندازه GI انتخاب می‌شود. از نقطه‌ی N به موازات GK ترسیم می‌شود تا نقطه‌ی P بر روی خط خارج شده از L مشخص شود و به این ترتیب پنج ضلعی EINPG به وجود می‌آید. خط DN را امتداد داده تا خط عمود منصف AB را در نقطه Q قطع کند. از نقطه‌ی Q خطی به موازات FK خارج شده تا خط MI را در نقطه‌ی R قطع کند. با کامل کردن ترسیم خطوط اصلی و پاک کردن خطوط راهنما، واحد پایه‌ی گره ایجاد می‌شود (ب)، با چرخش و بازتاب واحد پایه حول مرکز تقارن گره شکل خواهد گرفت (ج).

از دیگر استادان معماری سنتی می‌توان به اصغر شهرباف اشاره کرد که در مجموعه آثار گردآوری شده از او به نام «گره و کاربردی» (۱۳۸۵)، ترسیم گره‌های مختلف به روش سنتی



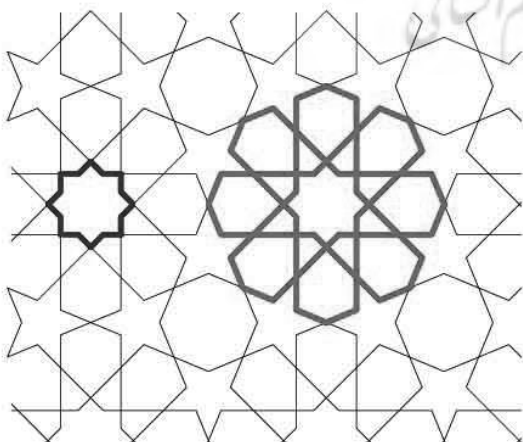
تصویر ۶: ترسیم ام‌الگره به روش استاد ماهرالنقش (Sarhangi 2012)



تصویر ۷: انواع ستاره‌های تولیدشده در یک هشت‌ضلعی (Kaplan 2000)

### ۳-۳-۳- کاپلان

کریگ کاپلان در نخستین پژوهش خود (2000)، الگویی محاسباتی را بر پایه‌ی تلاش‌های پیشین لی ارائه می‌دهد که بر اساس آن «شبه‌ی چندضلعی‌های در تماس» به وسیله‌ی عناصر پارامتریک ابداعی لی یعنی ستاره و رُز، به الگوی گره تبدیل می‌شود. به این ترتیب کاپلان با بهره‌گیری از این روش به تولید الگوی گره‌های تکرارشونده‌ی مختلف بدون توجه به بستر قرارگیری گره می‌پردازد. کاپلان (2005) در پژوهشی دیگر به توسعه و صورت‌بندی روش دیگری برای استخراج هندسه‌ی گره‌های اسلامی که وی آن را «الگوی‌های ستاره‌ای اسلامی» می‌نامد، می‌پردازد که بر پایه روش «چندضلعی‌های در تماس» بر اساس آنچه پیش‌تر هانکین، بورگون، گرانباوم و شپرد در آثارشان ارائه کرده‌اند،



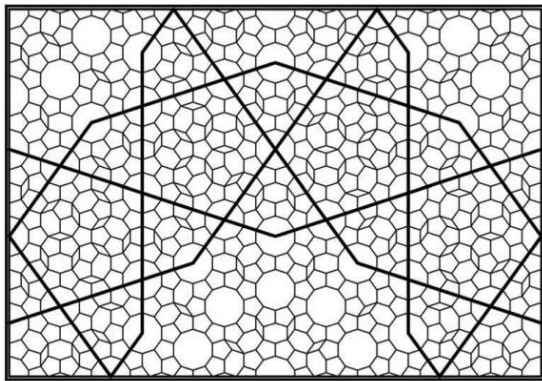
تصویر ۸: پرکردن شبکه چندضلعی‌های در تماس بارز و ستاره

ترسیم‌شده از میان هرکدام از اضلاع چندضلعی‌ها» می‌باشد. شبکه‌ی چندضلعی‌های در تماس مجموعه طرح‌واره‌هایی هستند که یک سطح بیکران را به وسیله‌ی مجموعه‌ی به هم پیوسته‌ای از چندضلعی‌های منتظم و غیر منتظم، به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کنند. هانکین این روش را یک روش سنتی و متداول در نزد هنرمندان مسلمان می‌داند و آن را به نمونه‌های دیگر گره نیز تعمیم می‌دهد. او در کتاب خود روش ترسیم نمونه گره‌های شامل شمشه‌های شش و هشت را بر اساس شیوه‌ی «چندضلعی‌های در تماس» توضیح می‌دهد. همچنین نمونه گره‌هایی را که بر سطوح داخلی و خارجی گنبدها نقش بسته‌اند مورد اشاره قرار می‌دهد اما به دلیل پیچیدگی ترسیمات آنها، تنها به معرفی و بیان موضوع اکتفا می‌کند. تلاش‌های هانکین در بیان و صورت‌بندی روش چندضلعی‌های در تماس، موجب ایجاد مسیر خاصی در پژوهش‌های محققان غربی تا به امروز گردیده است.

### ۳-۲-۳ لی

ای.جی.لی ((1987) از پژوهشگرانی است که با بررسی تحقیقات صورت‌گرفته توسط هانکین و دیگران در موضوع ترسیم گره‌های اسلامی و با درک این نکته که نظریه‌ی جامع و کاملی در رابطه با روش ترسیم الگوهای هندسی اسلامی ارائه نشده است؛ تلاش می‌کند تا یک صورت‌بندی ابتدایی از نحوه‌ی ساخت اجزای شکل‌دهنده‌ی گره‌های اسلامی بر اساس روابط هندسی ارائه دهد. بدین منظور وی بدون درگیر شدن در موضوع نحوه‌ی پوشاندن یک سطح، دو جزء متداول و موجود در گره‌ها، یعنی ستاره<sup>۹</sup> و رُز<sup>۱۰</sup> را تعریف کرده و نحوه‌ی تولید این دو جزء را شرح می‌دهد.

«ستاره» در اصطلاح لی یکی از اصلی‌ترین عناصر الگوهای هندسی می‌باشد که از اتصال رئوس  $n$  ضلعی‌های منتظم به دست می‌آید. ستاره‌ها بر اساس نحوه‌ی اتصال رئوس می‌توانند حالات مختلفی به خود بگیرند برای مثال هشت‌ضلعی منتظم می‌تواند شش حالت ستاره- به ترتیبی که در شکل آمده است- تولید کنند (تصویر ۷). رُز را نیز بر اساس تعریف می‌توان ستاره‌هایی  $n$  پر دانست که به وسیله‌ی  $n$  عدد شش ضلعی غیر منتظم احاطه شده است. به این ترتیب لی (۱۹۸۷) توسعه‌ای در روش چندضلعی‌های در تماس به وسیله‌ی پرکردن الگوهای زیربنایی با ستاره‌ها و رزها می‌دهد (تصویر ۸).



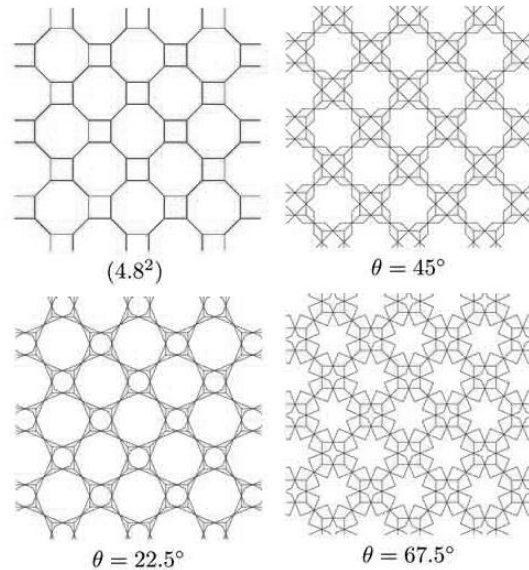
تصویر ۱۰: نمونه‌ی کاربرد چندضلعی‌های در تماس به عنوان الگوی ثانویه برای خرد کردن یک گره اصلی (Bonner 2003)

توسط روش چندضلعی‌های در تماس و نمونه‌های اجرا شده در سنت معماری واقف است، به همین دلیل می‌کوشد این تمایز را با ارائه‌ی روش خرد کردن گره برطرف سازد.

### ۳-۵- بودن

نگاه‌های متفاوتی نیز در روش ترسیم گره‌های اسلامی در نزد پژوهشگران غربی وجود دارد. بودن پژوهشگر دیگری است که (2010) ابتدا روشی برای ترسیم شمسه  $n$ -پر بر اساس چندضلعی  $n$  وجهی محاط در دایره ارائه می‌دهد و سپس به پر کردن یک سطح به وسیله‌ی چندمان‌های مختلف از دواپر در کنار یکدیگر با فواصل متفاوت می‌پردازد. به این ترتیب قرارگیری شمسه‌ها در کنار یکدیگر و در نتیجه پر کردن فضاهای میان دواپر به وسیله امتداد خطوط شمسه، الگوی گره نهایی را ایجاد می‌کند. ویژگی مهم این روش بودن عدم پیروی روش وی از شیوه‌ی چندضلعی‌های در تماس به عنوان شبکه‌ی زیربنایی شکل دهنده گره، می‌باشد (تصویر ۱۱).

بودن در دو تلاش دیگر به تحلیل گره T9N12 یافت شده در طومار تاشکند (2011) و گره CN30 از طومار توپ‌قاپو (2012) می‌پردازد. روش ترسیم این گره ابتدا با تثبیت بستر آغاز می‌گردد و سپس با استقرار مرکز شمسه‌ها در مکان‌های مشخص به تولید گرهی چندزمینه دست می‌یابد. در این تلاش بودن به تلفیقی از روش سنتی (تثبیت بستر در ابتدا) و روش ابداعی پیشین خود یعنی ترسیم شمسه‌های  $n$ -پر بر اساس چندضلعی‌های منتظم و ارتباط این شمسه‌ها با پاره‌خط می‌رسد (تصویر ۱۲).



تصویر ۹: تولیدگره با استفاده از شعاع‌های اخراجی با زوایای مختلف از نقاط میانی اضلاع شبکه‌ی زیرساخت گره (Kaplan 2005)

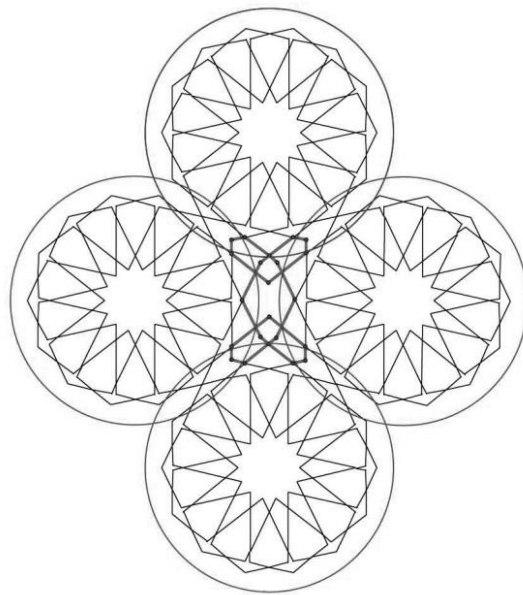
بنا شده است. در این روش ابتدا برای تقسیم سطح، یکی از نقطه‌ی میانی هرکدام از اضلاع چندضلعی‌های منتظم و غیرمنتظم، دو شعاع با زاویه‌ی  $\theta$  (زاویه تماس) نسبت به ضلع مفروض اخراج می‌شود. شعاع‌های خارج‌شده از اضلاع مجاور تا برخورد با یکدیگر امتداد می‌یابند. به این ترتیب با حذف شبکه‌ی زیرین، الگوی هندسی پیچیده‌ای حاصل می‌شود که با تغییر در مقدار زاویه‌ی  $\theta$  (تصویر ۹) و نیز ایجاد فاصله میان شعاع‌های استخراج‌شده، توسعه‌ای گسترده و متنوع در روش چندضلعی‌های در تماس برای تولید الگوهای هندسی اسلامی ایجاد می‌نماید. در این توسعه ترسیم گره همچنان مستقل از هندسه‌ی بستر طرح می‌باشد.

### ۳-۴- بونر

بونر (2003) پس از دسته‌بندی گونه شناسانه‌ی گره‌های موجود در سنت گره‌سازی در سرزمین‌های اسلامی با اعتماد به این که تنها با استفاده از روش چندضلعی‌های در تماس می‌توان به ترسیم گره‌های اسلامی دست یافت، به ارائه‌ی روشی برای طراحی هرکدام از گونه‌ها می‌پردازد. وی با خرد کردن چندمرحله‌ای گره‌های ترسیم‌شده به روش چندضلعی‌های در تماس (مشابه مفهوم سنتی گره‌درگره)، آنها را به نمونه‌های واقعی نزدیک می‌سازد (تصویر ۱۰). بونر برخلاف کاپلان به دلیل شناخت نمونه‌های اجرا شده در معماری سرزمین‌های اسلامی، به تفاوت نمونه‌های تولید شده



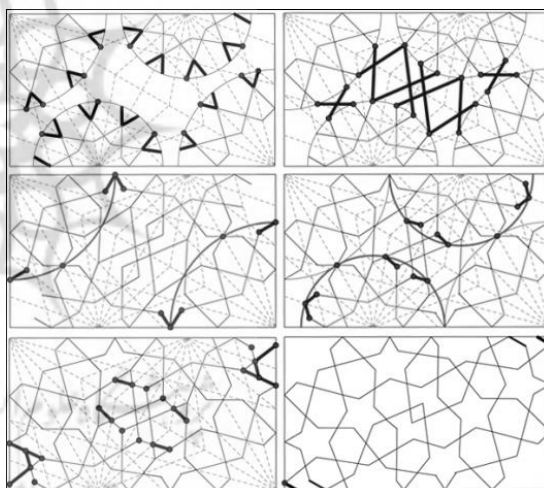
اساس سه دستگانه مربع، شش ضلعی و پنج ضلعی معرفی شده است؛ برای مثال در ترسیم یک گره در دستگانه مربع در این روش، ابتدا یکی از اضلاع سطح مورد نظر برای گره‌سازی را به‌طور مساوی به تعداد قسمت‌هایی که با تعداد نقش مبنای دلخواه مطابقت کند، تقسیم کرده و سپس سطح با دوایر پوشانده می‌شود (تصویر ۱۳)، قطر این دوایر برابر با قسمت‌های جزئی اضلاع سطحی است که باید تزیین شود. به این ترتیب سطح مورد نظر به مربع‌های نقش مبنای با روش وصل کردن نقاط به بخش‌های مساوی تقسیم می‌شود. با این روش سعید و پارمان توانسته‌اند تعدادی از گره‌های آشنا در معماری اسلامی را به وجود آورند. این روش می‌تواند الگوهای ساده هندسی را بازتولید کند اما نمی‌تواند پاسخگوی ترسیم گره‌های پیچیده‌ی اسلامی باشد.



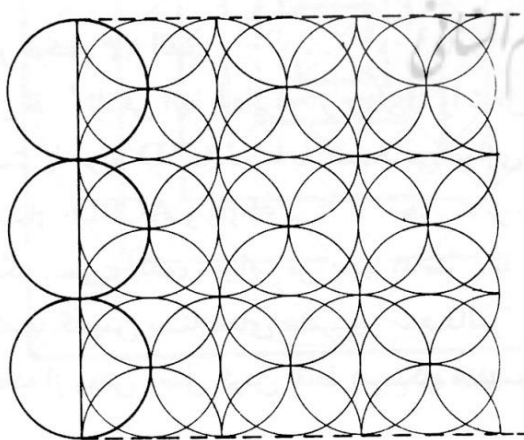
تصویر ۱۱: نمونه‌ای از روش ترسی گره بودنر بر مبنای اتصال شمشه‌های مستقل (Bodner 2010)

### ۳-۷- دیگران

در رویکرد مدرن به ترسیم گره‌های اسلامی پژوهشگران دیگری نیز تلاش‌هایی برای رفع ابهام از روش ترسیم گره‌های اسلامی داشته‌اند؛ از جمله‌ی این افراد می‌توان به گرانباوم<sup>۱۳</sup> و شپرد<sup>۱۴</sup> (1992) و بورگین (1973) اشاره کرد که بر پایه‌ی ویژگی‌های مشترک در الگوی گره‌ها به دسته‌بندی و ارائه‌ی «شبکه‌ی زیرساختی» هر کدام از ترسیمات گره پرداخته‌اند. در تلاشی دیگر عباس<sup>۱۵</sup> و سلمان<sup>۱۶</sup> (1992) به کشف و گسترش دامنه‌ی الگوی گره‌های هندسی با رویکرد گرانباوم و شپرد پرداخته‌اند. دودنی<sup>۱۷</sup> (2004) یکی دیگر از پژوهشگرانی می‌باشد که بر اساس الگوی استنتاجی خود بر مبنای قرارگیری



تصویر ۱۲: روش ابداعی بودنر برای باز ترسیم گره T9N12 (Bodner 2012)



تصویر ۱۳: پوشاندن سطح گره‌سازی با دوایر راهنما (سعید و پارمان ۱۳۸۹)

### ۳-۶- عصام سعید و عایشه پارمان

عصام سعید<sup>۱۱</sup> و عایشه پارمان<sup>۱۲</sup> (۱۳۸۹) با فرض عدم دسترسی به روش تاریخی برای ترسیم الگوهای هندسی اسلامی، با توجه به نمونه‌های موجود در سنت گره‌سازی در جهان اسلام به شرح روش‌های هندسی ترسیم این الگوها می‌پردازند. آنها بر این اساس به دسته‌بندی گره‌ها با توجه به تکرار الگوی مینا و هم‌چنین تقسیمات اولیه‌ی محیط دایره به بخش‌های برابر می‌پردازند. الگوی‌های مینا در این روش بر

دوایر در فواصل مشخص، به صورت بندی چگونگی ترسیم تعداد معدودی از گره‌ها می‌پردازد.

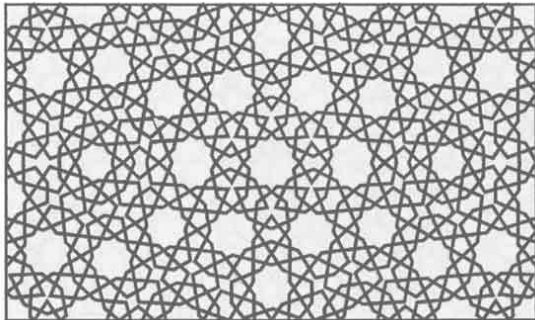
رضا سرهنگی از دیگر پژوهشگرانی است که با توجه به شناخت ترسیم گره به روش سنتی و مدرن به جمع‌بندی و ارائه‌ی مدلی کلی برای شناخت روش‌های طراحی گره می‌پردازد. وی روش‌های ترسیم را زیرمجموعه‌ی دو گرایش می‌داند که اولین آن «شبکه‌ی زیرساختی شعاعی» است که بیشتر در روش ترسیم منابع سنتی و استادکاران سنتی معاصر دیده می‌شود و دومین رویکرد با عنوان «شبکه‌ی زیرساختی چندضلعی‌های در تماس» که در آثار پژوهشگران معاصر دیده می‌شود. سرهنگی با بیان روش سنتی ترسیم ام‌الگره به بیان استاد ماهرالتقش، بدون ارائه روشی جامع، نمونه‌ی گره دیگری را با این روش بازطراحی می‌کند (Sarhangi 2012).

#### ۴- چندزمینه‌گی

بررسی ارائه شده در بخش ۴ نشان می‌دهد که یکی از وجوه تمایز روش‌های سنتی و معاصر را می‌توان در توجه هر روش به زمینه‌ی گره دانست. در روش سنتی ترسیم گره بر مبنای بستر یا همان «زمینه‌ی گره» شکل می‌یابد و به‌جای آن‌که الگوی هندسی در فضای بی‌کران هندسه مسطح تولید شود و سپس در هر زمینه‌ای با بریدن<sup>۱۸</sup> و مناسب‌سازی به کار رود، گره از آغاز برای زمینه و با استفاده از قواعد هندسی اعمال شده بر هندسه زمینه شکل می‌گیرد. تفاوت دیگر گره‌های سنتی و امروزی در تولید نمونه‌های متنوع و کامل گره است. در تلاش‌های ترسیماتی جدید، عدم پاسخ‌گویی روش‌های امروزی برای ترسیم تمامی الگوهای سنتی گره و تولید آلات شناخته شده آن مشهود است (Castera 2011). این دو تفاوت زمانی بیشتر خود را آشکار می‌سازد که با نمونه‌هایی از گره‌سازی‌های سنتی اسلامی به نام گره‌های چندزمینه یا دست‌گردان و به‌طور خاص در زمینه‌های غیرمسطح مواجه می‌شویم.

#### ۴-۱- چندزمینه‌گی در گره سنتی

در سنت گره‌سازی اسلامی به گره‌هایی که انواع شمشه را در خود ایجاد می‌کنند، گره‌های چندزمینه یا دست‌گردان گفته می‌شود. گره تک زمینه فراخور زمینه‌ای که هندسه‌ای یکتا و ساده دارد ترسیم می‌شود و به لحاظ هندسی نیز تنها یک نوع شمشه ایجاد می‌کند اما گره چندزمینه به دلیل امکان تطبیق بر



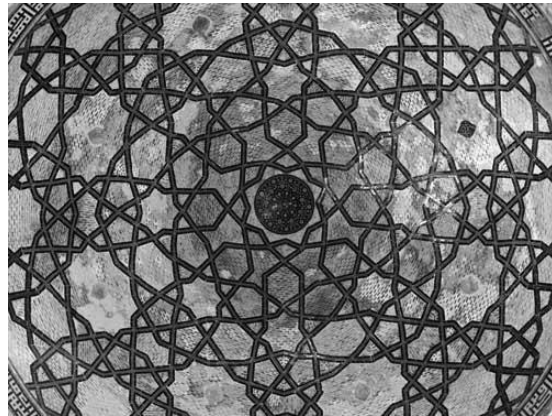
تصویر ۱۴: نمونه‌ای از گره‌های چندزمینه مشتمل بر شمشه‌های ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ (مفید و رئیس‌زاده ۱۳۸۹)

هندسه بسترهای پیچیده با تشکیل چند شمشه متفاوت در خود سعی در انطباق با زمینه پیچیده خود دارد (تصویر ۱۴). معماران به‌منظور پوشش زمینه‌های پیچیده با آلت‌های گره‌سازی، با حفظ اصول گره‌سازی و رعایت اصل بهره‌برداری از آلات سنتی گره‌ها، شمشه‌هایی با شماره‌های هندسی گوناگون را باهم ترکیب کرده و موفق به طراحی گره‌های پیچیده و گاه با حضور بیش از شش شمشه متفاوت در یک زمینه شده‌اند که به دلیل برخورداری بیشتر این بسترها از هندسه‌های کامل، تاکنون کمتر توجهی به ظرفیت‌های خاص گره‌سازی دست‌گردان در منطبق‌سازی و خصوصی‌سازی الگوی گره برای بسترهای مختلف شده است. بر اساس مطالعات جدید (کسرای و نوریان ۱۳۹۲) گره‌سازی سنتی بر سطوح غیرمسطح داخلی و خارجی گنبد‌ها در سنت گره‌سازی جهان اسلام، با استفاده از روش‌های دست‌گردان به تولید گره‌هایی چندزمینه منجر شده است که بر مبنای تغییرات انحناهای سطح در مقطع آن، با تغییر شماره شمشه‌ها و افزایش و کاهش هدمند عدد آنها، از «میزان فضایی» یکسان در کل سطح گره‌سازی شده برخوردار باشند. به‌عبارتی دیگر ساختار این گره‌های چندزمینه با انحنا و تغییرات انحناهای بستر آنها در تناسب است. از عالی‌ترین نمونه‌های این نوع گره‌سازی سنتی در جهان اسلام، می‌توان به گره طراحی شده بر گنبد مسجد جامع در ساوه قرن ۴ و ۵ ه.ق. (تصویر ۱۵ و ۱۶)، گنبد بقعه شاه نعمت‌الله ولی در ماهان کرمان قرن ۹ ه.ق. گنبد مسجد سلطان اشرف بارسبی و مسجد سلطان قایتبای در قاهره به قرن ۹ ه.ق؛ و از میان سطوح داخلی گنبد‌ها به سطوح داخلی گنبد مسجد جامع ساوه و مسجد جامع در یزد اشاره کرد.

#### ۴-۲- چندزمینه‌گی و گره مدرن

توجهات بونر و تلاش‌های بودنر در سال‌های اخیر برای ترسیم گره‌های چندزمینه نشان از فهم اهمیت و همچنین عدم پاسخ‌گویی تحقیقات پیشین در صورت‌بندی گره‌های چندزمینه دارد. حتی پژوهشگران معاصر نیز در سال‌های اخیر به ترسیم گره‌ها بر روی بسترهای غیر مسطح توجه کرده‌اند؛ و سالسین (۲۰۰۴) با درک این موضوع که ترسیم گره‌ها برای سطوح منحنی روش‌های مختص به خود را دارند، کوشش‌هایی برای توسعه‌ی روش خود به منظور ترسیم گره بر روی سطوح غیرمسطح دارند و موفق به صورت‌بندی روشی برای گستراندن الگوی گره‌های تک‌شمسه‌ای بر روی سطح کروی شده‌اند.

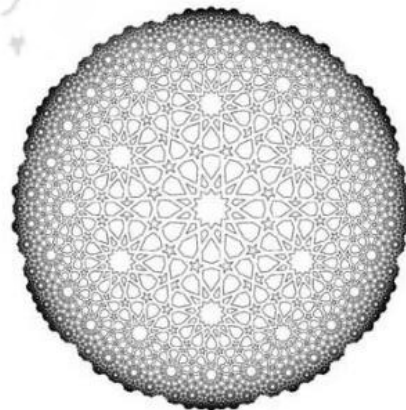
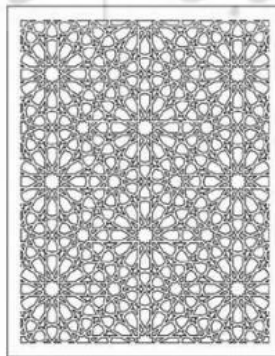
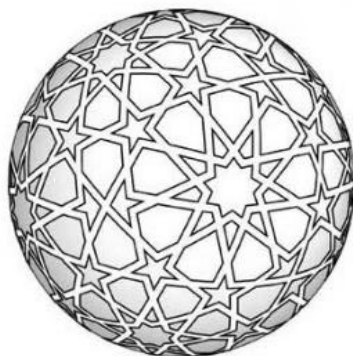
کاپلان و سالسین (۲۰۰۴) در این پژوهش، با فهم این موضوع که ساختار الگوی ستاره‌ای اسلامی بازتاب‌دهنده‌ی انحنای فضایی است که الگو بر روی آن قرار گرفته است، به تولید مثال‌هایی در این باره می‌پردازند؛ به‌طور مثال در تصویر ۱۷، گره‌ای بر سه سطح با هندسه‌ی مختلف ترسیم شده است که منجر به تشکیل ستاره‌ی ۱۰ پر بر روی کره، ستاره‌ی ۱۲ پر بر روی سطح اقلیدسی صاف و ستاره‌ی ۱۴ پر بر روی یک سطح هذلولوی می‌شود. کاپلان و سالسین با ارائه نمونه‌هایی این چنین نتیجه می‌گیرند که با کاهش انحنای سطح کروی به یک سطح صاف و سپس با انتقال به یک سطح هذلولوی، باوجود الگوی یکسان، باید ستاره‌هایی با عدد متفاوت در گره جاسازی شود (تصویر ۱۷).



تصویر ۱۵: گره زیر گنبد مسجد ساوه



تصویر ۱۶: گره روی گنبد مسجد ساوه



تصویر ۱۷: مقایسه ترسیم یک گره بر سطوح کروی، مسطح و هذلولوی (Kaplan, 2004)

## نتیجه گیری

منحنی نظیر سطوح داخلی و خارجی گنبدها، بیش از سطوح تخت خودنمایی می کند که نمونه های گنبدهای سنتی و گزیده پژوهش های معاصر در نگاشت الگوهای گره بر سطوح کروی مؤید این ادعاست. توجه به رویکرد چندزمینه گی و تدوین الگوی دست گردانی می تواند توسعه معاصر گره های اسلامی اصیل را رقم بزند که به نتایجی متفاوت و کامل تر از نمونه های باز اختراع شده توسط پژوهشگران غربی در چند دهه اخیر منجر خواهد شد و در توصیف نیز جواب گوی پهنه ی وسیع تری از گنجینه گره های اسلامی خواهد بود.

بررسی جمله روش های سنتی و معاصر طراحی گره های هندسی نشان می دهد که میان روش های سنتی و پژوهش های معاصر اختلاف هایی در رویکرد و روش طراحی وجود دارد. روش های سنتی طراحی گره های هندسی - در تفاوتی عمده با یافته های پژوهشگران غربی - بر هندسه و ویژگی های بستر طراحی گره تکیه دارند. این گره ها با به کارگیری اصول دست گردانی از سوی معمار سنتی، به صورت چند زمینه و در تناسب با شکل هندسه بستر طراحی می شوند. تفاوت موجود میان نمونه های سنتی و الگوهای معاصر در طراحی گره های اسلامی بر سطوح

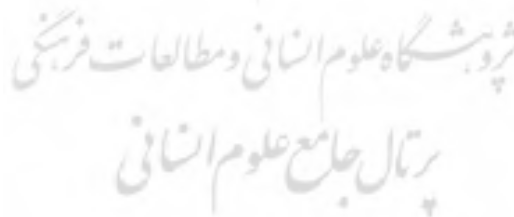
## پی نوشت ها

1. Saliba
2. Holod
3. Bulatov
4. Chorbachi
5. Özdural

۶. نظیر نرم افزار Taprats (طراحی توسط کاپلان - لابراتوار گرافیک رایانه ای دانشگاه واترلو)، قابل دست یابی از آدرس : <http://www.cgl.uwaterloo.ca/~csg/washington/taprats/>

۷. گره سازی نزد استادکاران سنتی معماری ایرانی، به عنوان «شطرنج معماران» نامیده می شود. (مفید و رئیس زاده ۱۳۸۹)

8. Reinvent
9. Star
10. Rosette
11. Issam El-said
12. AyseParman
13. BrankoGrunbaum
14. G. C. Shephard
15. Syed JanAbas
16. Amer Shaker Salman
17. A. K. Dewdney
18. Trim



## فهرست منابع

- البوزجانی، ابوالوفا محمدابن محمد. ۱۳۸۹، هندسه ایرانی؛ کاربرد هندسه در عمل. ترجمه ی علیرضا جذبی. تهران: سروش.
- السعيد، عصام و عایشه پارمان. ۱۳۸۹. نقش های هندسی در هنر اسلامی. ترجمه ی مسعود رجب نیا. تهران: سروش.
- بورکهارت، تیتوس. ۱۳۸۶. مبانی هنر اسلامی. ترجمه امیر نصری. نسخه اول. تهران: حقیقت.
- شعرباف، اصغر. ۱۳۸۵. گره و کاربندی. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- طاهری، جعفر. ۱۳۹۰. نقش ریاضی دانان در معماری به روایت متون دوره اسلامی. مجله تاریخ علم، ش. ۱۰: ۳۹-۶۵.
- کسرایی، محمدحسین و یحیی نوریان. ۱۳۹۲. گره های چندزمینه بر اساس پیچیدگی بستر غیرمسطح با تمرکز بر کاربرد آن ها در سطوح گنبدی. نخستین

- همایش فن‌آوری سازه‌های سنتی: گنبد. تهران: دانشگاه تربیت مدرس.
- گلمبک، لیزا و دونالدن ویلبر. ۱۳۷۴. معماری تیموری در ایران و توران. ترجمه‌ی کرامت‌الله افسر و محمدیوسف کیانی. نسخه اول. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- ماهرالتقش، محمود. ۱۳۶۳. طرح‌و اجرای نقوش در کاشی‌کاری. تهران: موزه رضا عباسی.
- محمدیان منصور، صاحب و سینا فرامرزی. ۱۳۹۱. مقایسه نظم شیه تناوبی شاه‌گره با ساختار شیه بلوری سیلیکون. نشریه هنرهای زیبا- هنرهای تجسمی ش. ۵۰.
- مفید، حسین و مهناز رئیس‌زاده. ۱۳۸۹. احیای هنرهای از یادرفته؛ مبانی معماری سنتی در ایران. تهران: مولی.
- نجیب‌اوغلو، گل‌رو. ۱۳۷۹. هندسه و تزیین در معماری اسلامی. ترجمه و تدوین مهرداد قیومی بیدهدی. تهران: روزنه.
- نیستانی، جواد. ۱۳۸۴. سابقه ترسیم نقشه و کاربرد هندسه و حساب در معماری اسلامی (از سده‌های نخستین اسلامی تا اواسط قرن ۹ ق). نشریه پیک نور علوم انسانی ش. ۳۴.
- Abas, S.J. and A.S. Salman. 1992. Geometric and group theoretic methods for computer graphics studies of Islamic symmetric patterns: *Computer Graphics Forum* (11): 43-53.
- Bodner, Lynn. 2011. A Nine- and Twelve-Pointed Star Polygon Design of the Tashkent Scrolls. In *Bridges conference proceedings Coimbra*, 147-154. Portugal: The Bridges Organization.
- Bodner, Lynn. 2010. Bourgoin's 14-Pointed Star Polygon Designs. In *Bridges conference proceedings*, 135-142. Pecs, Hungary: The Bridges Organization.
- Bodner, Lynn. 2012. The Topkapı Scroll's Thirteen-Pointed Star Polygon Design. In *Bridges conference proceedings*, 157-164. Maryland, United States: The Bridges Organization.
- Bonner, Jay. 2003. Three Traditions of Self-Similarity in Fourteenth and Fifteenth Century Islamic Geometric Ornament. In *Bridges conference proceedings*, 1-12. Granada, Spain: The Bridges Organization.
- Bourgoin, Jules. 1973. *Arabic Geometrical Pattern and Design*. Mineola, New York: Dover Publications.
- Castera, Jean-Marc. 2011. Flying Patterns. In *Bridges conference proceedings*, 263-270. Coimbra, Portugal: The Bridges Organization.
- Dunham, Douglas. 2010. Hyperbolic Vasarely Patterns. In *Bridges conference proceedings*, 347-352. Pecs, Hungary: The Bridges Organization.
- Eves, Howard Whitley. 1990. *An Introduction to the History of Mathematics* (6th ed). London: Brooks Cole.
- Grunbaum, Branko, and Samuel Shephard. 1992. Interlace patterns in islamic and moorish art. *Leonardo* 25 (3-4): 331-339.
- Hankin, Ernest Hanbury 1925. Examples of methods of drawing geometrical arabesque patterns. *The Mathematical Gazette* 12 (176): 371-373.
- Hankin, Ernest Hanbury. 1934. Some difficult Saracenic designs II. *The Mathematical Gazette* 18 (229): 165-168.
- Hankin, Ernest Hanbury. 1936. Some difficult Saracenic designs III. *The Mathematical Gazette* 20 (241): 318-319.
- Hankin, Ernest Hanbury. 1925. The Drawing of Geometric Patterns in Saracenic Art. Archaeological Survey of India 15.
- Kaplan, Craig S. 2000. Computer Generated Islamic Star Patterns. In *Bridges conference proceedings*, 105-112. Winfield, Kansas, USA: The Bridges Organization.
- Kaplan, Craig S. 2005. Islamic Star Patterns from Polygons in Contact. In *Proceedings of the Graphics Interface 2005 Conference*. 177-185. Victoria, British Columbia, Canada: Canadian Human-Computer Communications Society.
- Kaplan, Craig S. and Salsin, David H. 2004. *Islamic Star Patterns in Absolute Geometry*. *ACM Trans. Graph*, 23 (2): 97-119.
- Lee, J.A. 1987. Islamic Star Patterns. *Muqarnas* 4: 182-197.
- Sarhangi, Reza. 2012. Polyhedral Modularity in Special Class of Decagram Based Interlocking Star Polygons. In *Bridges conference proceedings*, 165-174. Maryland: The Bridge Organization.

---

## A Comparison of Traditional Knot to Contemporary Islamic Patterns; Focusing on their Applications in Contemporary Architecture

---

Yahya Nourian<sup>1\*</sup>, Mohammad Hossein Kasraei<sup>2</sup>

1. M.A in Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2. M.A in Architecture, University of Art, Tehran, Iran.

Islamic *Greh* (knot) is known as one of the significant geometric patterns in Islamic art and architecture. Because of the complexity of drawing, *Greh* is considered a prominent and complicated technique and an unknown subject in both artists and orientalist's points of view. *Greh*s have been used as decoration in Islamic cultures for over a thousand years, yet have not still lost their attractiveness. Aside from its beauty, many historians and architects are interested in finding the mathematical and geometrical aspects of *Greh*. Regardless of some old books and documents which introduce the methods of drawing of *Greh*, many contemporary western researchers have attempted to reinvent their own new methods for drawing *Greh*. These new methods lead to establish a novel comprehensive insight to understand, draw and use *Greh*, presenting different results in comparison to traditional methods. The main concern of this paper is to enlighten the differences between traditional and modern methods, based on their applications. These differences could be distinguished well by looking at examples such as those *Greh*s that are embedded on a curved surface.

In this paper, we provide a comparison between traditional and contemporary methods for drawing *Greh*s. This comparison reveals that the main feature of traditional method is drawing *Greh*s according to the geometry of the surface on which they are embedded. This notion is called *Chand-Zaminegi* in Persian that could be explained by introducing *Dast-Gardan* *Greh*s which are impossible to be drawn via modern methods. Unlike common *Greh*s—which are

drawn based on an interactive basic unit—*Dast-Gardan* is constructed according to the form and shape of the surface, so the measurement and shape of the surface alter the process of its design. *Dast-Gardan* patterns have been used to materialize the geometric order on a complicated surface like a curved-surface. If *Greh* is designed and produced by considering *Chand-Zaminegi* approach, it could be the extension of the traditional method.

This paper consists of six main sections. The first section is an introduction and the second one presents a comprehensive definition of *Greh* based on documents, books and also lessons taught by some Iranian professional artisans who inherited their profession from their ancestors. The third section introduces the various traditional methods for drawing *Greh*. This section also describes a sample which shows step-by-step procedures for generating a typical *Greh* by traditional approaches. The fourth Section studies modern drawing methods and categorizes all contemporary efforts in seven types. The fifth section is allocated to explain the distinction between traditional and modern methods. For these purposes, some traditional terms like *Chand-Zaminegi* and *Dast-Gardan* patterns are introduced. The paper provides a conclusion in section six by explaining the results and suggesting some opportunities for future work.

**Keywords:** *Dast-Gardan*, *Chand-Zaminegi*, *Greh*, Islamic Patterns, Traditional Architecture.

---

\* Corresponding Author. E-mail: yahya.nourian@gmail.com