تاریخ علم، دورهٔ ۱۵، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۶، ص۲۵۱ـ۲۷۴

مطالعهٔ مقایسه‌ای گره مادر در گسترهٔ شیوه‌های ترسیم با ارائه و معرفی شیوه‌ای نامکتوب

نیما ولی‌بیگ*
استادیار، گروه مرمت بنا، دانشکدهٔ حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان
n.valibeig@aui.ac.ir

نوشین نظریه
دانشجوی دکتری مرمت و احیا بناهای تاریخی
گروه مرمت بنا، دانشکدهٔ حفاظت و مرمت، دانشگاه هنر اصفهان
nooshinnazarieh@yahoo.com

ساناز رهروی پوده
عضو هیئت علمی گروه معماری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)
s_rahravi@khuisf.ac.ir
(دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۳، پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۰۸)

چکیده

برای تزئین بناهای سنتی از نقوش و طرح‌های گوناگونی استفاده شده است. طراحان و معماران سنتی برای پیاده‌سازی این نقوش از شیوه‌های مختلفی استفاده می‌کردند. توانمندی، دانش و مهارت طراحان در پیاده‌سازی این نقوش و گره‌های هندسی بسیار مؤثر بوده است. این پژوهش برای نخستین بار بر آن است تا به بررسی توانمندی طراح در پدید آوردن شیوه‌های ترسیم گره مادر (کند دو و پنج)، مقایسه و تحلیل روش‌ها و ارائهٔ شیوه‌ای نامکتوب بپردازد. تاکنون بیشتر پژوهشگران به ارائهٔ نمونه‌های مختلف گره‌ها و ترسیم آنها پرداخته‌اند. با بررسی ویژگی‌های روش‌های متفاوت ترسیم گره‌های هندسی و مقایسهٔ آنها با یکدیگر می‌توان به توانمندی طراحان و معماران در پدید آوردن این روش‌ها و شناخت روش بهینه دست‌یافت. در این پژوهش برای داده‌اندوزی از ترکیب روش‌های کتابخانه‌ای و مصاحبه با استادکار گره چینی و طراحی شبکه (روش میدانی) استفاده شده است و پس از ترسیم هر یک از روش‌ها و بررسی ویژگی‌ها، با هم مقایسه شده‌اند. با بررسی‌های انجام‌شده آشکار شد که بر اساس توانمندی گره چینان (معماران) و طراحان، بسته به ابزار و دانش هندسی آنها، روش‌های گوناگونی برای ترسیم گره مادر وجود دارد و از سوی دیگر روش نامکتوب این گره دارای مزایای خاصی همچون نیاز نداشتن به پرگار، ترسیم دایره و تقسیم زاویه نسبت به سایر روش‌ها است.

کلیدواژه‌ها: شیوه های ترسیم، گره هندسی، گره مادر، شیوه نامکتوب.

مقدمه

تزئینات ازجمله عناصر جداناپذیر بناهای سنتی بوده است. معماران و هنرمندان علاوه بر سازهٔ بنا به زیبایی بنا نیز می‌اندیشیده‌اند. برای مزین نمودن بناها از نقوش مختلفی ازجمله نقوش هندسی استفاده می‌شده است. این نقوش دارای فرم‌های گوناگونی هستند که بر اساس مهارت و دانش طراح دارای روش‌های ترسیم گوناگونی می‌باشند. «گره کند دو و پنج» که به «گره مادر» یا «ام الگره» معروف است را می‌توان در گچ‌بری، کاشی‌کاری و آجرکاری‌های بناهای سنتی متعددی مشاهده کرد. ترسیم این گره نیز مانند سایر گره‌ها دارای روش‌های رسم متفاوتی است.

به‌طور کلی گره‌های هندسی روش‌های رسم متفاوتی دارند که برخی از این روش‌ها مکتوب شده است و برخی دیگر باگذشت زمان رو به فراموشی رفته است. همچنین برخی از این روش‌ها به دلیل تفاوت در مراحل ترسیم، سهولت ترسیم و ابزار مورداستفاده در پیاده‌سازی رواج بیشتری پیدا کرده‌اند. با بررسی ویژگی تک به تک روش‌های رسمِ مکتوب و مقایسهٔ آنها با یکدیگر می‌توان تفاوت روش‌ها و دست‌یابی به یک روش بهینه و سهل‌تر در ترسیم دست‌یافت و از سوی دیگر ویژگی‌های شاخص هرکدام مشخص خواهد شد، همچنین با معرفی یک روش نامکتوب می‌توان از فراموشی این روش جلوگیری کرد. در این راستا پرسش‌های زیر پیش رو است:

- طراحان درگذشته برای پیاده‌سازی گره مادر از چه ابزارهایی استفاده می‌کردند؟
- روش‌های گوناگون ترسیم گره مادر چه مزایا و معایبی دارند؟
- چه ویژگی‌های نهفته‌ای در فرآیند ترسیم روش نامکتوب موجود است؟

این پژوهش با تحلیل ویژگی‌های هریک از روش‌های ترسیم گره مادر سعی می‌کند تا به این پرسش‌هاپاسخ دهد.

پیشینه

بوزجانی دانش حساب را به دو بخش نظری و عملی دسته‌بندی کرده است .حساب نظری آن است که بر کاغذ از محاسبات آید و حساب عملی در محاسبهٔ مالیات و صرافی‌ها و معاملات به کار می‌رود (قربانی و شیخان، ص۲۰۳). آنچه به نام هندسه شناخته می‌شود، دو بخش است، هندسهٔ نظری و هندسهٔ عملی .هندسهٔ نظری در بارهٔ خطوط و سطوح و احجام سخن می‌گوید، پس همان دانش هندسه بر روی کاغذ است.

هندسهٔ عملی در بارهٔ دانش هندسه روی چوب و فلز و آجر و دیگر محسوسات است (فارابی، ص۷۷). یکی از ویژگی‌های شناخت آثار تاریخی، پژوهش در هندسه و اشکال و دیگری هم چگونگی درانداختن این اشکال بر مصالح است (شماعی واحمدپور، ص۷۳) نخستین بخش حیل هندسی، دانش معماری است (فارابی، ص۸۹).آگاهی از الگوهای هندسی می‌تواند به شناخت بیشتر ما از معماری کمک برساند (تهرانی، ص۱۵). نه‌تنها در معماری بلکه در هنرهای وابسته به معماری نیز، مانند گچ‌بری، آینه‌کاری و غیره، هنرمندان با به‌کار بردن دانش هندسه آثار ارزنده‌ای را پدید آورده‌اند (شفایی، ص۲). از میان هنرهای تجسّمی ، نقش هندسی، که نخست در معماری روزگار کهن (به‌ویژه در مصر)، با دسترسی نداشتن به معیارهای اندازه‌گیری دقیق برای انتقال نقشهٔ ساختمان‌ها به‌کار برده می‌شد و تنها با ریسمان و چندپاره چوب به‌کار می‌رفت، اهمیتی یافت و پایه‌ای گشت برای پیدایش نقش‌های دلکش و دل‌آویز اسلیمی (سعید و پارمان، ۱۳۶۲)، طرح‌های گره چینی نیز از اشکال هندسی مانند مثلث، لوزی و غیره استفاده می‌کند که در همگی آنها قطعات سنگ، آجر، کاشی یا آینه را به صورت‌های هندسی می‌برند یا می‌تراشند (شفایی، ص۵). پژوهشگران متعددی به بررسی گره‌ها به خصوص گره در بناهای اسلامی پرداخته اند (بروگ، ۱۳۸۷؛ مفید و رئیس زاده، ۱۳۸۴)، هنر گره‌سازی از دامنه‌ای بسیار وسیع برخوردار است و استادان این هنر در ممالک مختلف اسلامی آن را با سلیقهٔ قومی خود آمیخته و گره‌های بسیاری را در بناهای اسلامی به وجود آورده‌اند .گره چینی به طور کلی عبارت از قرار دادن آلات گره در ترکیبی هماهنگ و زیبا است (زمرشیدی، ۱۳۶۷). تعدادی از پژوهشگران غربی بر روی تزئینات به‌خصوص طرح‌های هندسی مطالعه کرده‌اند و الگو و طرح‌های آنها را پیاده کرده‌اند (بُنر،[1] ۲۰۰۳؛ کرامول،[2] ۲۰۱۰؛ لی،[3] ۱۹۸۷). هر یک از آنها به ارائهٔ روشی برای ترسیم نقوش داشته‌اند. هامکین[4] (۱۹۲۵) اولین بار روش شبکهٔ زیرساختی چندضلعی‌ها را ارائه کرده است. رویکرد چگونگی تولید و رشد الگوهای ستاره‌ای در تزئینات اسلامی در غرب اولین بار در مقالاتی از هامکین تحت عنوان‌های «طراحی الگوهای هندسی در هنرهای اسلامی» و «مثال‌هایی از روش‌های ترسیم

1. Bonner
2. Cromwell
3. Lee
4. Hamkin

الگوهای هندسی اسلامی» دنبال شد (امین‌پور و دیگران، ۱۳۹۴). کپلان[1] (۲۰۰۵) الگوهای تزئینی اسلامی را با نرم‌افزارهای گرافیکی رسم کرد و تقارن، دوران و تکرار را در ترسیمات خود بررسی کرده است. در این میان برخی از پژوهشگران نقوشی را تنها به عنوان نقوش اسلامی معرفی و روش‌های رسم آنها را بررسی کرده‌اند. در میان بسیاری از نقوش مختلف، ستاره‌ای وجود دارد که در هنر هندسی اسلام استفاده می‌شود، به صراحت به عنوان «ستارهٔ اسلامی» مشهور است. این نقش از یک گل با حلقهٔ بیرونی تشکیل شده است (لی و سلیمان،[2] ۲۰۱۴). دسته‌ای از پژوهشگران به ارائهٔ تصاویر، روش‌ها و روند ترسیم گره‌ها پرداخته‌اند. هر یک از این پژوهشگران با ترسیم مراحلی گام به گام برای هر یک از گره‌های هندسی روش‌های گوناگونی را عرضه کرده‌اند که در این پژوهش روش‌های ترسیم گره مادر از این پژوهشگران بررسی شده است: زمرشیدی (۱۳۶۷)، ماهرالنقش (۱۳۷۳)، شفایی (۱۳۸۰)، شعرباف (۱۳۶۲)، سعید و پارمان (۱۳۶۲)، حلی (۱۳۶۵)، فرشته نژاد (۱۳۸۹) و بوزجانی (۱۳۷۶).

گره کند دو و پنج (گره مادر ـ ام الگره)

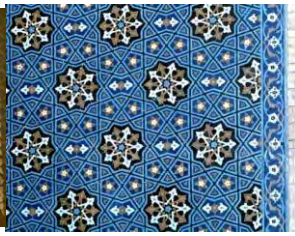
تزئینات به طور کلی به سه قسم گیاهی، هندسی و کتیبه‌ای قابل تقسیم است. تزئینات هندسی را در ایران گره چینی یا گره سازی می نامند و معمولاً ترکیبی است از شمسه‌ها و آلت‌های چند ضلعی که در ترکیبی موزون با یکدیگر قرار گرفته‌اند (نجیب اغلو، ص۱۳۷). گره انواع بسیار دارد، چون گره خاصیت زایش دارد و از هر گره، گره های دیگر به وجود می‌آید، بنا بر این تعداد گره‌ها می‌تواند بیش از اینها باشد. گره‌ها با توجه به زوایایی که دارند، به پنج گروه تقسیم می‌شوند: گره کُند، گره تند، گره شُل، گره کند شل و گره تند شل (امیرغیاثوند، ص۶۵-۶۶). چارچوب رسم گره را زمینه گویند. هر گره در زمینهٔ مخصوص به خود محدود می‌شود، در واقع کادر گره مرکب از تعدادی زمینه گره است که در داخل کادر تکرار شده است. آلت یا مهرهٔ گره اشکال هندسی است که نام خود را از شباهتی که به اشیا طبیعی یا مصنوع دارد گرفته است. مثل آلت پا پزی، گیوه، سرمه دان (زمرشیدی، ۱۳۶۵، ص۵۵).

شناخته‌ترین گره، گره کند دو پنج است و به دلیل اینکه می‌توان بسیاری از گره‌های تند و کند را با خرد کردن این گره به‌دست آورد آن را گره مادر یا ام الگره می‌خوانند

1. Kaplan
2. Lee and Soliman

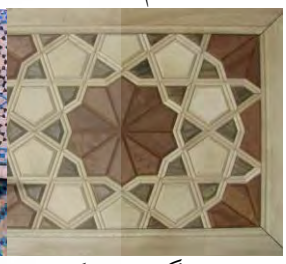
(مفید و رئیس‌زاده، ص۱۴۶) که در کارهای چوبی، خاتم‌کاری، کاشی‌کاری و فلزکاری از این گره و یا گره‌های منشعب آن استفاده بسیاری شده است (تصویرهای ۱تا ۶).

تصویر۱. گره مادر در موزهٔ کلیسای وانک اصفهان. کاشی لعاب‌دار-معرق (قرن ۱۲م)



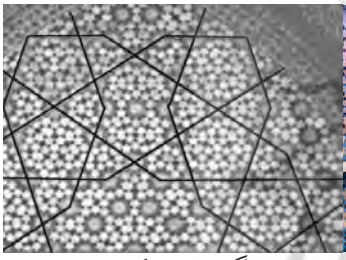
تصویر۲. گره مادر در کاشی‌کاری مسجد جامع کرمان

تصویر۳. گره آجری مادر، در موزهٔ کلیسای وانک اصفهان



تصویر۴. گره مادر به‌کار رفته در شبکه‌های چوبی توپر

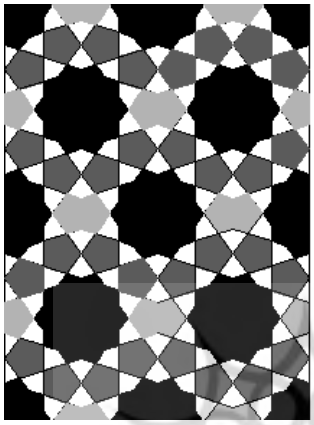
تصویر۵. گره مادر، مسجد جامع اصفهان



تصویر۶. گره مادر به‌کار رفته در امامزاده درب امام اصفهان (بنر، ۲۰۰۳)

در گره‌های سنتی مهره‌های متفاوتی به‌کار می‌رود. ابعاد و نسبت این مهره‌ها در هر گره ثابت است. مهره‌های به‌کار رفته در گره مادر را می توان در جدول یک دید.

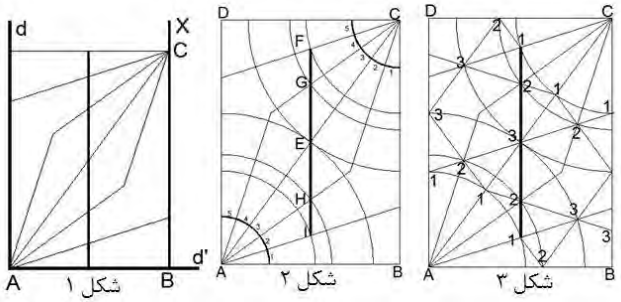
جدول۱. مهره‌های به‌کار رفته در گره مادر

		شمسه (خورشیدی)
		طبل (تبیره)
		پنج کند
		ترنج (ترنگ)

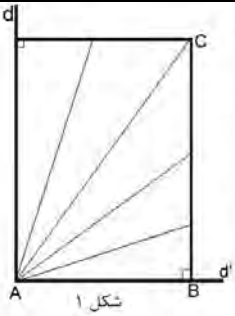
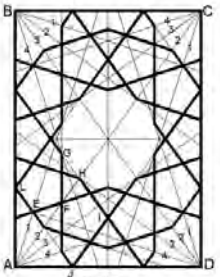
شیوه‌های گوناگون ترسیم گره مادر

هر یک از معماران سنتی و استادکاران با توجه به توانمندی خود و ابزار رایج در زمان خود، روشی را برای اجرا و پیاده‌سازی گره مادر طراحی کرده‌اند چهار روش زیر از روش‌های پرتکرار هستند که به‌صورت مکتوب درآمده‌اند. در اجرای گره‌ها به روش‌های متفاوت، مراحل مختلفی ازجمله کشیدن خط عمود و موازی از یک نقطه، تقسیم دایره و زاویه به قسمت‌های مساوی وجود دارد که به دلیل محدود بودن ابزار و امکانات برای این امر، بسته به تعداد این مراحل، روش پیاده‌سازی گره پیچیده و دشوار می‌گردد. برای ترسیم هر یک از خطوط موازی و یا عمود همچنین تقسیم زوایا و دوایر نیاز به ریسمان به‌عنوان پرگار و خط کش بوده است.

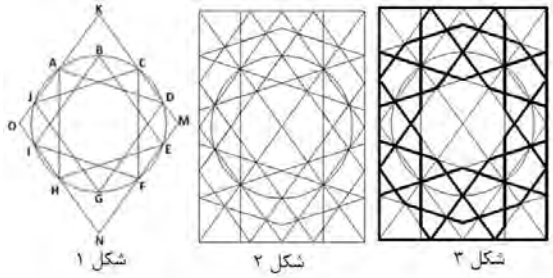
جدول۲. روش‌های مکتوب ترسیم گره مادر

شماره	منبع	مراحل و شکل
۱	لرزاده، زمرشیدی، شعرباف، حلمی، فرشته‌نژاد	 شکل ۱ شکل ۲ شکل ۳ خط dرا بر 'dعمود شود (شکل۱)؛ محل برخورد دو خط زاویهٔ A نامیده شود؛ زاویهٔ A به پنج قسمت مساوی تقسیم شود (پیوست۱)؛ خطوط حاصله از تقسیم زاویه را خطوط گیر می‌نامند؛ خط گیر سوم امتداد داده شود؛ عرض زمینه بر روی خط 'dجدا گردد (AB)؛ بر روی نقطه B خطی عمود گردد؛ محل برخورد خط BX با خط گیر سوم نقطه C را مشخص می‌کند؛ از نقطهٔ C عمودی بر خط BC رسم گردد. قاب گره حاصل می‌شود؛ زاویهٔ Cبه پنج قسمت مساوی تقسیم گردد؛ عمود منصف خط AB ترسیم گردد. این خط، خط رمز نام دارد؛ محل تداخل خط رمز با خطوط گیر زوایای A و C نقاط F، G، H، I را پدید می‌آورند؛ به مرکز C و شعاع‌های CF، CG و CEدایره ترسیم شود؛ به مرکز A و شعاع‌های AI و AH دایره ترسیم شود؛ بر اساس شکل ۲، نقاط ۱، ۲ و ۳ به هم متصل گردد. خطوط گیر، رمز و دوایر پاک گردد؛ گره در ۱/۴ زمینه رسم شده است. تکمیل گره با گسترش از طریق قرینه کردن کل کادر پیرامون محور BC صورت می‌گیرد و سپس کل شکل جدید حول محور افقی پایین قرینه می‌شود.

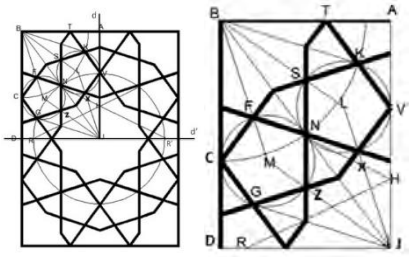
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شماره	منبع	مراحل و شکل
۲	ماهر النقش	 شکل ۱  شکل ۲ خط dرا بر 'dعمود شود (شکل۱)؛ محل برخورد دو خط زاویهٔ A نامیده شود؛ زاویهٔ A به پنج قسمت مساوی تقسیم شود؛ خطوط حاصله از تقسیم زاویه را خطوط گیر می‌نامند؛ نقطهٔ C بر روی خط گیر دوم زاویهٔ Aانتخاب شود؛ از C دو عمود بر اضلاع زاویه فرود می‌آید (مستطیل ABCD حاصل می‌شود)؛ زاویه‌هایB، C و D به پنج قسمت تقسیم گردد؛ خطوط گیر آنها رسم شود؛ از نقطهٔ محل تلاقی خطوط اول گیر زوایای Aو D، خطی به‌موازات قطر BD رسم شود که در k با خط گیر دوم زاویهٔ A به ترتیب در L و I با اضلاع AB و AD تلاقی می‌کند؛ از L خطی به‌موازات قطر AC، از Kخطی به‌موازات خط اول قاعدهٔ زاویهٔ D و از I خطی به‌موازات قطر AC کشیده شود؛ از Eبه F (وسط AO) وصل کرده و امتداد داده شود؛ از Fخطی به‌موازات AB کشیده که در Gبا خط گیر چهارم زاویهٔ Bتلاقی می‌کند؛ از Gبه H (محل تلاقی خطوط گیر دوم زوایای Aو D) وصل کرده و امتداد داده تا این خط در نقطهٔ Lبا عمود منصف ضلع AD متقاطع شود؛ خطوطی که در این زاویه رسم شده در سه زاویهٔ دیگر تکرار شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شماره	منبع	مراحل و شکل
۳	عصام سعید	 شکل ۱ شکل ۲ شکل ۳ در ابتدا دایره‌ای ترسیم شود؛ دایره به ده قسمت مساوی تقسیم شود؛ نقاط A به D، B به E، Cبه F، D به G، Eبه H، F به I، Gبه J ، Hبه A ، Iبه B و J به C متصل شود؛ نقاط Aبه J، C به D، E به F و Hبه Iمتصل کرده و امتداد داده تا در نقاط K، M، Nو O تلاقی یابند (شکل۱)؛ عمودهایی بر خطوط KN و OMرسم شود. کادر گره به دست می‌آید؛ از سایر نقاط دایره خطوطی موازی با KO و KMرسم کرده و امتداد داده تا کادر گره را قطع نمایند. زیر نقش گره ترسیم می‌شود (شکل۲)؛ حال با پیدا کردن مهره‌های گره در زیر نقش گره رسم شده است (شکل۳).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شماره	منبع	مراحل و شکل
۴	جذبی به نقل از میرزا حسین ولی اللهی	 خط dرا بر 'dعمود شود (شکل۱)؛ محل برخورد این خط J نامیده شود. به مرکز J و شعاع دلخواه دایرهٔ VNGR رسم شود؛ شعاع JV در نقطهٔ H نصف گردد؛ خط R'H را کشیده و امتداد داد تا محیط دایره را در نقطهٔ N قطع نماید؛ از نقطهٔ J مرکز دایره خط JN را رسم کرده تا امتداد عمود BD را در خط JD از نقطه‌ای اخراج کرده را در نقطهٔ B قطع نماید؛ با کشیدن خط AB کادر ترسیم گره به دست می‌آید؛ سپس قطر B رسم شود؛ به شعاع JN مساوی NB معادل نصف JB دایرهٔ VNGR را در مرکز و ربع دایرهٔ TNC در گوشه رسم شود؛ و بعد ربع دایرهٔ CNT را به پنج قسمت تقسیم و (با کشیدن پنج‌ضلعی محاطی آن و دست آوردن قوس GR) شعاع‌های JL، JN، JM، JG را رسم نموده و دایره GNC به مرکز M را به همان ترتیب به پنج قسمت تقسیم و شعاع‌های BK، BL، BN، BM، BG رسم شود؛ با به دست آوردن نقاط L و M محل تلاقی این شعاع‌ها، آنها را مرکز قرار داده و طول LMN مساوی LN دوایر کوچک کشیده شود. این دوایر در محل تلاقی خود با شعاع‌ها یعنی نقاط NX و KS و همچنین NSGCF هرکدام به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌شوند؛ سپس در این دوایر پنج‌ضلعی‌های منظم محاطی رسم شود؛ اضلاع آنها را امتداد داده تا اولین شعاع قوس‌های دوایر بزرگ را قطع کند، نقش اول یعنی گره کند به دست خواهد آمد؛ با قرینه‌سازی گره تکمیل می‌شود.

مقایسه و ارزیابی روش‌های مکتوب ترسیم گره مادر

روش‌های طراحی‌شده برای پیاده‌سازی گره کند دو و پنج تفاوت‌های بسیاری دارند. این روش‌ها را بر اساس مراحل ترسیم، ابزار مورد نیاز، خطوط و دوایر و تقسیم‌هایی که برای اجرای شیوه پیاده‌سازی نیاز است می‌توان تقسیم‌بندی کرد. بدین منظور نیاز است که تمامی ویژگی‌های روش‌ها بررسی و مورد مقایسه قرارگرفته و پس از تحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده، روش‌ها را بر اساس سهولت ترسیم بررسی نمود و به یک روش بهینه، ساده و با خطای کمتر دست یافت.

جدول۳. بررسی ویژگی‌های روش‌های مکتوب ترسیم گره مادر

شماره	ابزار مورد استفاده	نیاز به گسترش گره	نیاز به زیرنقش	مرکزگرا[1]	گوشه‌گرا[2]	قاب مشخص	عرض مشخص	طول مشخص
۱	پرگار- خط کش	*	–	–	*	–	*	–
۲	خط کش	–	–	*	–	–	–	–
۳	پرگار- خط کش	–	*	*	–	–	–	–
۴	پرگار- خط کش	*	–	–	*	–	–	–

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. ترسیم گره از مرکز دایره شروع و سپس گسترده می‌شود. در این شیوه شمسه گره در وسط کادر قرار دارد.
۲. در این شیوه ترسیم از یک گوشهٔ نقش شروع شده و گسترده می‌شود. بخشی از شمسه گره در گوشهٔ گره ترسیم می‌شود.

جدول۴. بررسی ویژگی‌های روش‌های مکتوب ترسیم گره مادر[1]

شماره	دایره	خط عمود	خط موازی	تقسیم خط	تقسیم دایره	تقسیم زاویه	مراحل ترسیم	شکل پایه برای ترسیم
۱	۶	۳	–	–	–	۲	۱۶	مستطیل
۲	–	۳	۸	۱	–	۴ (تقسیم زاویه به ۵ قسمت)	۱۵	مستطیل
۳	۱	۴	۱۲	–	۱ (تقسیم دایره به ۱۰ قسمت)	–	۷	لوزی
۴	۳	۱	–	۱	۳ (تقسیم دایره و ربع دایره به ۵)	۱ (تقسیم زاویه به ۵ قسمت)	۱۳	مستطیل

تحلیل و مقایسه ویژگی‌های روش‌های مکتوب ترسیم گره

طراحان قدیم برای ترسیم گره‌ها از ریسمان به‌عنوان پرگار و خط کش برای رسم خطوط استفاده می‌کرده‌اند. در برخی از روش‌های ترسیم گره مادر، مراحل تقسیم زاویه، تقسیم خط، رسم خط موازی و خط عمود وجود دارد (پیوست۱) که هر یک از این مراحل خود دارای پیچیدگی‌ها و مراحل متعددی هستند.

در **روش اول** ترسیم گره مادر نیاز به تقسیم دایره و رسم خط موازی ندارد (پیوست۱) که این امر از مزایای این روش محسوب می‌شود. در مراحل ترسیم این روش نقش مورد نظر با ترسیم خطوط نمایان می‌شود و نیاز به پیدا کردن گره در میان زیر نقش نیست. در روش دوم ابزار موردنیاز برای ترسیم فقط خط کش است (جدول ۳) درحالی‌که در سایر روش‌ها علاوه برخط کش پرگار نیز لازم است (جدول ۳). برای رسم زیر نقش، در این روش نیاز به ترسیم خطوط موازی بسیاری است که این امر، ترسیم گره را با این روش کمی دشوار می‌کند (جدول ۴). **روش سوم** نیز مانند روش دوم دارای ترسیم خطوط موازی زیادی است و در مقایسه با سایر روش‌ها از تعداد مراحل بیشتری

۱. اعداد نوشته شده در هر ستون تعداد اشکال مورد نیاز یا مراحل را نشان می‌دهند.

برخوردار است. **روش چهارم** نیازمند ترسیم خط موازی نیست اما تقسیم‌بندی دایره به تعداد بخش‌های مساوی بیشتری موردنیاز است (جدول ۴). به علت تعداد ابزار کمتر مورداستفاده برای ترسیم، روش دوم از سایر روش‌ها مناسب‌تر است اما به علت تقسیم‌بندی زاویه، احتمال وجود خطا نیز در این روش زیاد است. در روش‌های مرکزگرا (**روش‌های دوم و سوم**) برای تکمیل گره، نیاز به گسترش نیست اما در روش‌های گوشه گرا نیاز به گسترش طرح از طریق تقارن و یا تکرار است که از معایب این روش‌ها محسوب می‌شود و فرآیند این روش ترسیم را پیچیده‌تر می‌کند (جدول ۳).

در مقایسهٔ کلی روش‌های ترسیم، در **روش اول** به علت عدم نیاز به خط موازی و تقسیم دایره و کمتر بودن تعداد مراحل کار، احتمال وجود خطا کمتراست و از این رو روش بهینه‌تری است و به همین علت در بیشتر منابع نیز از این روش استفاده کرده‌اند.

ارائهٔ یک روش نامکتوب برای ترسیم گره مادر

برای ترسیم گره‌ها روش‌های گوناگونی وجود دارد که معماران بر اساس توانمندی خود روشی را ابداع کرده و یا از روش‌هایی که از نسل‌های گذشته خود آموخته‌اند، استفاده می‌کنند. ترسیم گره‌ها همانند سایر مهارت‌ها، علم و توانمندی معماران به مرور زمان به فراموشی سپرده می‌شوند. برخی از این روش‌ها به‌صورت مکتوب درآمده است و برخی دیگر در ذهن معماران سنتی که تنها تعداد اندکی از آنها در قید حیات هستند و امروزه افراد مسنی محسوب می‌شوند، برجای مانده است. در این پژوهش محققان سال‌ها در تلاش برای یافتن روش‌های جدید بوده‌اند که با مصاحبه با هنرمندان و استادکاران قدیمی سعی در پیدا نمودن روش‌های بدیع و نامکتوب کرده‌اند. اکثر روش‌های به‌دست آمده روش‌های مکتوب هستند و در برخی از آنها تنها تفاوت‌هایی جزئی مانند ترتیب ترسیم مراحل و یا تقسیم نمودن زوایا و دوایر می‌باشد.

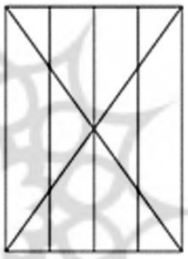
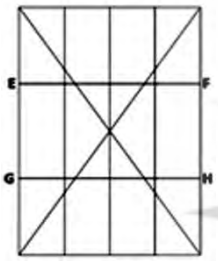
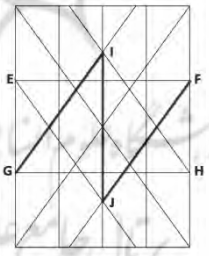
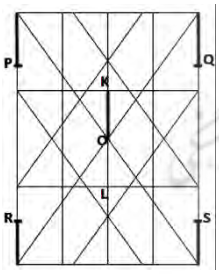
در این میان نگارندگان به روشی نامکتوب دست‌یافته‌اند که با روش‌های دیگر کاملاً متفاوت است. به علت کهولت سن استادکار توانمند، استاد عباس عشاقی،[۱] در این روش ترسیم، پژوهشگران چندین بار مصاحبه کرده‌اند و مراحل ترسیم گره مادر توسط معمار،

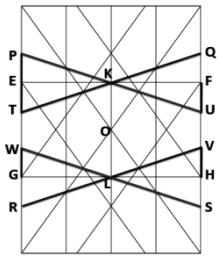
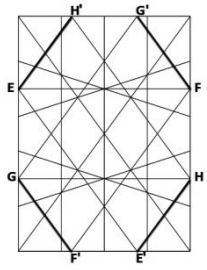
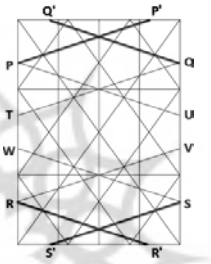
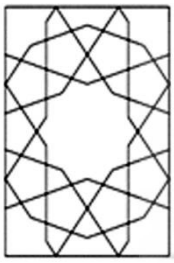
---

۱. عباس عشاقی، از شاگردان استاد حسن عشاقی (پدر) و استاد مهدی عشاقی بوده است که اکنون جز هنرمندان گره چینی و طراحی شبکه بوده و فعالیت های خود را زیر نظر پدر و عموی خود به همراه هیأت ایزمئو در کاخ چهلستون و عمارت هشت بهشت انجام داده‌اند. از فعالیت‌های پدر ایشان می توان به مرمت گره‌های موجود در مقبرهٔ شاه اسماعیل، کاخ چهلسون، عمارت هشت بهشت و عمارت عالی قاپو اشاره کرد.

فیلم‌برداری شده است و سپس به‌صورت زیر تمامی مراحل پیاده‌سازی شد (جدول ۵). این روش ترسیم برای نخستین بار در این پژوهش به‌صورت مکتوب درآمده است.

جدول۵. مراحل روش ترسیم نامکتوب گره مادر

ابتدا زمینه را با نسبت عرض به طول معادل ۱۱۰۱۱/۸۰۰۰ رسم می‌کنیم.		عرض زمینه را به چهار قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم.	
قطرهای زمینه را رسم می‌کنیم.		به اندازهٔ ۱/۴ قطر زمینه از چهار گوشهٔ مستطیل روی طول جدا می‌کنیم و نقطهٔ E را به F و G را به H متصل می‌کنیم.	
از وسط عمود منصف زمینه نیز به اندازهٔ ۱/۴ قطر به سمت بالا و پائین جدا می‌کنیم و نقطهٔ I را به G و H و نقطهٔ J را به E و F وصل می‌کنیم و امتداد می‌دهیم تا عرض زمینه را قطع کنند.		به اندازهٔ KO یا LO از چهار گوشهٔ مستطیل روی طول جدا می‌کنیم تا نقاط P، Q، R و S به دست آیند.	

به اندازهٔ فاصله PE روی طول مستطیل و به سمت داخل جدا می‌کنیم و این کار را برای خطوط QF، HS و GR نیز تکرار می‌کنیم تا نقاط T، U، V و W به دست آیند. سپس نقطه‌ها را مطابق شکل به هم متصل می‌کنیم.		از نقطهٔ E به موازات GG′ خطی رسم می‌کنیم تا عرض زمینه را در نقطهٔ H′ قطع کند. این کار را برای نقاط H، G و F نیز تکرار می‌کنیم.	
از نقطهٔ P به موازات TQ خطی رسم می‌کنیم تا عرض زمینه را در نقطهٔ P′ قطع کند. این کار را برای نقاط S، R و Q نیز تکرار می‌کنیم.		خطوط اضافه را مطابق شکل پاک می‌کنیم. گره ترسیم‌شده، گره کند دو پنج می‌باشد.	

روش نامکتوب ترسیم گره مادر همانند سایر روش‌ها دارای ویژگی‌ها، مزایا و معایبی می‌باشد که در جدول‌های ۶ و ۷ بررسی شده‌اند:

جدول۶

ابزار مورد استفاده	نیاز به گسترش گره	نیاز به زیرنقش	مرکزگرا[1]	گوشه‌گرا[2]	قاب مشخص	عرض مشخص	طول مشخص
خط کش	–	*	*	–	–	–	–

۱. ترسیم گره از مرکز دایره شروع و سپس گسترده می‌شود. در این شیوه شمسه گره در وسط کادر قرار دارد.
۲. در این شیوه ترسیم از یک گوشهٔ نقش شروع شده و گسترده می‌شود. بخشی از شمسه گره در گوشهٔ گره ترسیم می‌شود.

جدول۷

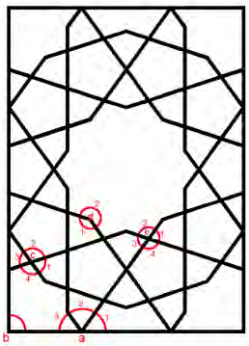
دایره	خط عمود	خط موازی	تقسیم خط	تقسیم دایره	تقسیم زاویه	مراحل ترسیم	شکل پایه برای ترسیم
-	۷	۴	۳	-	-	۱۰	مستطیل

در این روش ابزار موردنیاز برای ترسیم گره خط کش است (جدول۶). در روش‌هایی که نیاز به‌رسم دایره باشد به دلیل احتمال جابه‌جایی مرکز دایره و یا خطا در زمان استفاده از ریسمان، بروز خطا به میزان اندکی امکان‌پذیر است (جدول۷). روش نامکتوب در مقایسه با روش دوم، که نیازمند ترسیم دایره نیست، مرحلهٔ تقسیم زاویه وجود ندارد که جز مزایای این روش محسوب می‌شود. همچنین در این روش برای پیاده‌سازی زیر نقش، نیاز به تعداد زیادی خط عمود و موازی است اما تعداد خط‌های موازی نسبت به سایر روش‌ها کمتر است، اما بااین‌حال این مراحل، باعث سخت‌تر شدن این روش نسبت به سایر روش‌ها شده است (جدول ۷). در یک مقایسهٔ کلی این روش از روش‌های پیش‌تر ساده‌تر و در نتیجه بهتر به نظر می‌رسد.

تحلیل روش نامکتوب ترسیم گره مادر و زاویهٔ ویژهٔ به‌کار رفته در این روش

در زمان‌های گذشته که هنوز معماری بر پایهٔ دانش آکادمیک بنیاد نشده بود، پایداری ساختمان، فرم تزیینات، ابعاد و اندازه‌های ساختمان و تناسب بین فرم و زیبایی بنا، بر اساس هندسه‌ای بود که از نسلی به نسل دیگر انتقال می‌یافت؛ این هندسه همواره از زبانی ساده و درخور فهم بهره می‌برد (مهدی زاده سراج، تهرانی و ولی بیگ، ۱۳۹۰). هندسه‌ای که بسیار دقیق و دارای بنیان ریاضی استواری بود. معماران سنتی بدون آگاهی از هندسهٔ نظری همواره در طراحی‌های گره‌های تزئینی، به‌طور ناخواسته این دانش را به‌کار برده‌اند. زاویهٔ طلایی ۱۸ درجه و مضرب‌های آن در تمامی زوایای گره‌ها به‌خصوص گره مادر به‌کار رفته است. زاویه‌ای که معماران بدون محاسبات و بدون استفاده از نقاله با ترسیم دوایر و خطوط متقاطع در گره‌های خود رسم می‌کردند. زاویهٔ ۱۸ درجه را می‌توان به عنوان یکی از زاویه‌های طلایی در تزئینات هندسی (گره چینی) دانست (جدول۸).

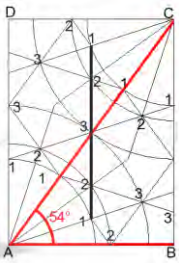
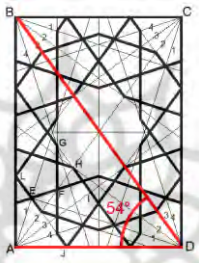
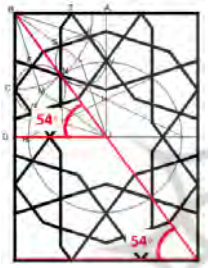
جدول۸. زوایای به‌کاررفته در گره مادر

	نام زاویه	اندازه زاویه (درجه)
	a_1, a_3	۵۴ = ۳ × ۱۸
	a_2, c_1, c_3, e_1, e_3	۷۲ = ۴ × ۱۸
	B	۹۰ = ۵ × ۱۸
	c_2, c_4, e_2, e_4	۱۰۸ = ۶ × ۱۸
	d_1	۱۴۴ = ۸ × ۱۸
	d_2	۲۱۶ = ۱۲ × ۱۸

در زمان‌های گذشته، یکی از مسائل مطرح‌شده توسط ریاضی‌دان‌ها این بوده است که عددی غیر صحیح را با یک کسر متعارفی معادل نمایند. نگارندگان تلاش‌های بسیاری کرده‌اند تا علت نسبت و کسر متعارفی به‌کار رفته در قاب گره مادر را به دست آورند. با بررسی‌های انجام‌شده و تحلیل زوایای موجود در گره مادر، زاویهٔ طلایی ۵۴ درجه (مضرب ۱۸ درجه) نسبت طول و عرض زمینه را مشخص می‌کند. این نسبت نیز در سایر گره‌هایی که از گره کند به‌دست می‌آیند دیده می‌شود. لذا پیاده‌سازی زاویهٔ ۵۴ درجه به‌راحتی می‌تواند طول و عرض زمینه را مشخص سازد. به عبارت دیگر، با داشتن عرض زمینه و زاویهٔ موردنظر طول به دست خواهد آمد یا بالعکس. همچنین این زاویه از زوایای بسیار پرکاربرد در مهره‌های گره چینی است. برای پیاده کردن زاویهٔ ۵۴ درجه نسبت طول به عرض قاب بایستی پیاده شود ولی معماران گذشته ابزاری برای پیاده‌سازی زوایا، یعنی نقاله، نداشتند. پس نیاز به یک راهکار هندسهٔ عملی است. تنها یکی از راهکارهای آنها به‌دست آوردن نسبت مشخصی بین طول و عرض بود که در اینجا برابر با $\tan 54$ است که مقدار آن ۱٫۳۷۶۳۸ است بنا بر این همواره باید نسبت طول به عرض تقریباً با این مقدار برابر باشد ولی پیاده‌سازی خود این نسبت نیز به‌سادگی میسر نیست. برای دقیق‌تر شدن گره به‌ویژه در کارهای ریز به‌خصوص گره‌های چوبی، نسبت‌های دقیق‌تری باید پیاده شود. این نسبت به شکل یک کسر متعارفی قابل بیان است. هوشمندی گره چینان و معماران کهن در این است که به دلیل دانش هندسی و

ریاضی بسیار قوی آنها از زمان گذشته به نسبت ۱۱۰۱۱ به ۸۰۰۰ رسیده‌اند. لازم به ذکر است که این نسبت تا چهار رقم اعشار با عدد tan ۵۴ برابر است. بنا بر این با داشتن این دو عدد عموماً گره چینان نسبت طول به عرض قاب را در حالت ساده‌شده ۱۱ به ۸ می‌گرفتند. این زاویهٔ طلایی در تمامی روش‌ها برای پیدا نمودن قاب و یا طول گره به‌کار رفته است. در روش‌های مکتوب محل تلاقی قاعدهٔ دوم زاویه پس از تقسیم به پنج با خط عمود بر عرض تعیین‌کنندهٔ طول قاب بود. زاویه‌ای که این قاعده با عرض کادر ایجاد می‌کند زاویهٔ ۵۴ درجه است (جدول۹).

جدول۹. زاویهٔ طلایی به‌کار رفته در روش‌های گوناگون ترسیم گره مادر

روش اول	روش دوم	روش چهارم
		

جمع‌بندی

طراحان در پیاده‌سازی گره‌های هندسی، همواره سعی داشته‌اند بر اساس تجربهٔ خود روشی را ابداع کنند تا از سایر روش‌های پیشین خود ساده‌تر و بهینه‌تر باشد. بدین منظور بر اساس دانش ریاضی خود و به‌کار بردن مسائل هندسی در پیاده‌سازی گره‌ها، از ابزارهای مختلف مانند خط کش و پرگار استفاده کرده و در اجرای نقوش مراحل مختلفی را مانند تقسیم زاویه، رسم دایره و رسم خطوط موازی و عمود به‌کارمی بردند که هر یک از این مراحل خود دارای پیچیدگی‌هایی است (پیوست۱). گره کند دو و پنج که به‌عنوان گره مادر شناخته می‌شود مورد توجه بسیاری از طراحان بوده است. طراحان این گره، بر اساس توانمندی خود، سعی کرده‌اند به روش‌هایی برسند که دارای کم‌ترین مراحل و کم‌ترین میزان استفاده از روش‌های پیچیده باشند و یا با جایگزین کردن مراحلی ساده‌تر روشی بهینه را ابداع نمایند. در این میان چهار روش نسلی به نسل

دیگر انتقال‌یافته و مکتوب گردیده است. برخی از این روش‌ها ساده‌تر بوده‌اند و به همین دلیل توسط معماران و طراحان بیشتری استفاده شده‌اند. برخی روش‌های ترسیم گره ناشناخته مانده و حتی برخی از آنها فراموش شده‌اند. برخی از این روش‌ها دارای ویژگی‌های نهفتهٔ ریاضی هستند که روش پیاده‌سازی گره را از سایر روش‌ها متمایز کرده است که نشان می‌دهد معماران بدون داشتن دانش هندسهٔ نظری بر اساس تجربه، توانایی و مهارت خود به مرور زمان به این روش دست یافته‌اند.

نتیجه

طراحان برای پیاده‌سازی گره‌های هندسی از طناب یا ریسمان به عنوان پرگار در ابعاد بزرگ و از پرگارهای چوبی در ابعاد کوچک استفاده می‌کردند. علاوه بر این، برخی از طراحان سعی در استفاده از پرگارهایی با دهانهٔ ثابت داشته‌اند تا در ترسیم گره خطای کمتری رخ دهد. برای ترسیم خطوط از خط کش سَتّاره و برای مقیاس بزرگ از ریسمان استفاده می‌کردند. روش‌های مختلف ترسیم گره مادر معایبی دارند ازجمله نیاز به ترسیم خطوط موازی و یا عمود از نقاط مشخص، ترسیم دوایر زیاد و تقسیم آنها که احتمال بروز خطا را در ترسیم گره مادر افزایش داده و روش ترسیم را دشوار می‌کند و نیاز به ابزار ساده در ترسیم مانند خط کش، پرگار و یا ریسمان از مزایای این روش‌ها محسوب می‌شود (جدول۳). همچنین در برخی از این روش‌ها مانند روش نامکتوب تنها ابزار مورد نیاز خط کش بوده و این امر دقت رسم را افزایش می‌دهد (جدول۶). در روش نامکتوب طراحان نسبتی مشخص و خاص را به‌کار برده‌اند که احتمالاً نسل به نسل گشته و طراحان بدون داشتن دانش ریاضی و هندسه در قاب گره از این عدد استفاده می‌کرده‌اند. این کسر متعارفی، بسیار نزدیک به تانژانت زاویهٔ ۵۴ درجه است که ویژگی نهفته‌ای در این روش ترسیم محسوب می‌شود.

پرتال جامع علوم انسانی

منابع

سعید، عصام و عایشه پارمان. (۱۳۶۳ش). نقش‌های هندسی در هنر اسلامی. ترجمهٔ مسعود رجب نیا. تهران: نشر سروش.

امیرغیاثوند، محبوبه. (۱۳۸۲ش). هنر گره چینی در معماری. تهران: نشر تکوک زرین.

امین پور، احمد و محمدرضا اولیاو رضا ابویی و بیتا حاجبی. (۱۳۹۴ش). «پیشنهاد مدلی برای ترسیم گره در تزئینات وابسته به معماری اسلامی.» نامهٔ معماری و شهرسازی، شمارهٔ ۱۵، ص۵۷-۷۷.

بروخ، اریک. (۱۳۸۷ش). نقوش هندسی اسلامی طرح و ترسیم. ترجمهٔ بهروز ذبیحیان. تهران: نشر مازیار.

ـــــــ .(۱۳۹۰ش). نقوش هندسی در معماری اسلامی (ترسیم گام‌به‌گام بدون محاسبات ریاضی). ترجمهٔ مژگان هاتفی. تهران: نشر یزدا.

تهرانی، فرهاد. (۱۳۷۱ش). «ورای هندسه تاغ و گنبد.» مجله صفه، دانشگاه شهید بهشتی، شمارهٔ ۷و۸، ص۱۴-۲۱.

حلی، علی‌اکبر. (۱۳۶۵ش). گره‌ها و قوس‌ها در معماری اسلامی. تهران: نشر حلی.

زمرشیدی، حسین. (۱۳۶۵ش). گره چینی در معماری اسلامی و هنرهای دستی. تهران: نشر دانشگاهی.

ـــــــ . (۱۳۶۷ش). کاشی‌کاری ایران. تهران: نشر کیهان.

شعرباف، اصغر. (۱۳۶۲ش). گره و کاربندی. تهران: نشر سبحان نور.

شفایی، جواد. (۱۳۸۰ش). هنر گره‌سازی در معماری و درودگری. تهران: نشر انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.

شماعی، علی و احمد پور احمد. (۱۳۸۴ش). بهسازی و نوسازی شهری از دیدگاه علم جغرافیا. تهران: دانشگاه تهران.

فارابی، ابونصر محمد. (۱۳۸۱ش). احصاء العلوم. برگردان حسین خدیو جم. تهران: علمی و فرهنگی، تهران.

فرشته نژاد، مرتضی. (۱۳۸۹ش). گره‌سازی و گره چینی در هنر معماری ایران. تهران: نشر انجمن آثار ملی.

قربانی، ابوالقاسم و محمد علی شیخان. (۱۳۷۱ش). بوزجانی نامه. تهران: علمی و فرهنگی.

ماهرالنقش، محمود. (۱۳۷۳ش). آجر و نقش. تهران: نشر ماهرالنقش.

مفید، حسین و مهناز رئیس زاده. (۱۳۸۴ش). احیا هنرهای ازیادرفته (به روایت استاد حسین لرزاده). تهران: نشر مولا.

نجیب اوغلو، گلرو. (۱۳۷۹ش). هندسه و تزئین در معماری اسلامی. ترجمهٔ مهرداد قیومی بیدهندی. تهران: نشر روزنه.

مهدی زاده سراج، فاطمه و فرهاد تهرانی و نیما ولی بیگ. (۱۳۹۰ش). «به‌کارگیری مثلث‌های هنجار در محاسبات ریاضی و پیاده‌سازی هندسه در ساخت و اجرای معماری سنتی ایران.» مجله مرمت آثار و بافت های تاریخی فرهنگی، شمارهٔ اول، ص۱۵-۲۶.

Bonner, Jay. (2003). "Three Traditions of Self-Similarity in Fourteenth and Fifteenth Century." *Islamic Geometric Ornament; Bridges Conference Proceedings*.

P. R. Cromwell. (2003). "Islamic geometric designs from the Topkapı Scroll II: a modular design system." *J. Math. and the Arts*, 4, pp. 119–136.

Tony Lee & Ayman Soliman. (2014). *The Geometric Rosette: analysis of an Islamic decorative motif.*

A. J. Lee. (1987). "Islamic Star Patterns." *Muqarnas*, no. 4.

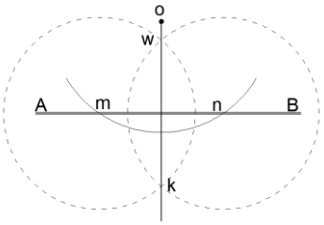
E. H. Hamkin. (1925). *The Drawing of Geometric Patterns in Saracenic Art*. Calcutta.

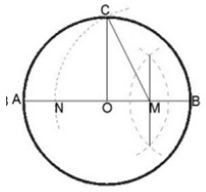
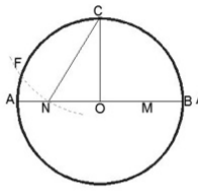
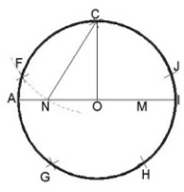
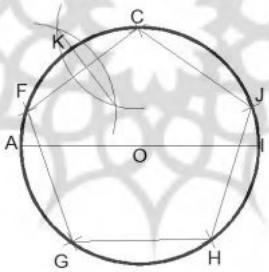
C. S. Kaplan. (2005). "Islamic star patterns from polygons in contact." *Graphics Interface, ACM, International Conference Proceeding Series*, vol. 11, pp. 177–186.

P. R. Cromwell. (2009). "The search for quasi-periodicity in Islamic 5-fold ornament." *Math. Intelli-gencer*, vol. 31 no 1, pp. 36–56.

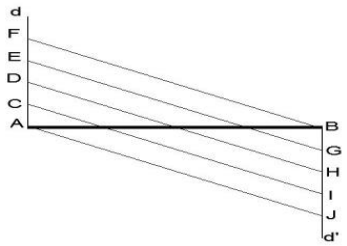
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست۱. روش‌های ترسیم خط عمود و موازی، تقسیم دایره، خط و زاویه

ترسیم خط عمود	 برای ترسیم خطی عمود بر یک خط از نقطه‌ای خارج از آن (o)، در ابتدا به مرکز نقطه موردنظر یک کمان رسم می‌کنیم تا خط ABرا در دو نقطهٔm و n قطع کند. سپس به مرکز دو نقطهٔ m و n دو دایره با شعاع‌های مساوی رسم می‌کنیم تا یکدیگر را در نقاطw و k قطع کند (شعاع دوایر باید از نصف فاصلهٔ دو نقطهٔm و n بیشتر باشد). با اتصال دو نقطهٔ w و k به یکدیگر، خط عمود برخط AB از نقطهٔ O رسم می‌شود.
ترسیم خط موازی	 برای رسم خطی موازی با یک خط از نقطه‌ای مشخص (O)، در ابتدا نقطه‌ای فرضی بر روی خط ABدر نظر گرفته می‌شود و به شعاع no و به مرکز nکمانی رسم می‌کنیم. این کمان خط AB را در نقطهٔ mقطع می‌کند. از نقطهٔ m به شعاع no یک کمان رسم می‌کنیم. سپس از نقطهٔ n به شعاع mo کمانی رسم می‌کنیم که از محل تلاقی این دو کمان نقطهٔ k حاصل شود. با اتصال نقطهٔ kبه o خط موازی با خط AB از نقطهٔ O رسم می‌شود.

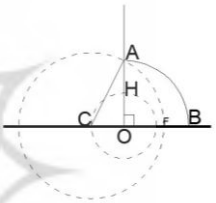
تقسیم دایره به پنج قسمت مساوی	 شکل۱  شکل۲  شکل۳ برای تقسیم دایره به پنج قسمت مساوی در ابتدا قطر دایره را رسم می‌کنیم (AB). شعاع عمود بر قطر را رسم می‌کنیم (CO). سپس وسط شعاع OB را مشخص می‌کنیم. به مرکز M و شعاع MC کمانی رسم می‌کنیم تا قطر را در نقطهٔ Nقطع نماید (شکل۱). سپس به مرکز C و شعاع CN کمانی رسم می‌کنیم تا دایره را در نقطهٔ F قطع کند. کمان CF یک پنجم دایره است (شکل۲). دهانهٔ پرگار را به اندازه CF باز می‌کنیم و بر روی محیط دایره کمان‌هایی به اندازهٔ CF جدا می‌کنیم. نقاط C، F، G، H و J دایره را به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌کنند (شکل۳).
تقسیم دایره به ده قسمت مساوی	 برای تقسیم دایره به ده قسمت مساوی ابتدا دایره به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌شود. سپس وترهای به‌دست آمدهٔ کمان‌های CF، FG، GH، HJ و CJ را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. کمان CK یک دهم از دایره است. دهانهٔ پرگار را به اندازهٔ CK باز می‌کنیم و بر روی محیط دایره کمان‌هایی به اندازهٔ CK رسم می‌کنیم. دایره با این روش به ده قسمت مساوی تقسیم می‌شود.

تقسیم خط

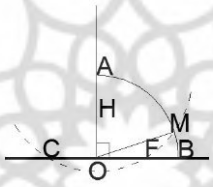


برای تقسیم خط به تعداد مساوی در ابتدا دو خط عمود در جهات مخالف از دو سر خط رسم می‌کنیم (d و 'd). سپس بر اساس تعداد تقسیمات موردنظر، بر روی این دو خط عمود واحدهای مساوی جدا می‌کنیم. با اتصال این نقاط مانند شکل، محل برخورد این خطوط رسم شده با خط AB نقاط تقسیم خط را مشخص می‌کند.

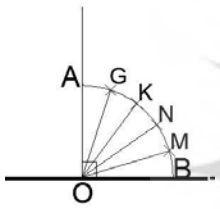
تقسیم زاویه



شکل۱



شکل۲



شکل۳

سوزن پرگار را بر روی رأس زاویهٔ قائم (O) قرار می‌دهیم و کمانی رسم می‌کنیم. محل تلاقی کمان با دو ضلع زاویه نقاط Aو Bرا مشخص می‌کند. به اندازهٔ نصف AO (OH) و به مرکز Oکمانی رسم می‌کنیم تا نقطهٔ C حاصل شود (شکل۱). به مرکز C و شعاع CA کمانی رسم می‌کنیم تا نقطهٔ F به‌دست آید. به مرکز A و شعاع AF کمانی رسم می‌کنیم تا نقطهٔ Mحاصل شود (شکل۲). نطقهٔ O را به Mمتصل می‌کنیم. زاویهٔ BOM یک پنجم زاویهٔ قائمه است. دهانهٔ پرگار را به اندازهٔ کمان BM باز می‌کنیم و بر روی کمان AB به اندازهٔ کمان BMجدا می‌کنیم. نقاط N، K و G را به نقطهٔ O متصل می‌کنیم. خطوط به‌دست آمده زاویه را به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌کنند (شکل۳).