

روشی نوین و تعمیم‌پذیر در آموزش ترسیم گره «ده‌گند»

حجت گلچین^۱ ✉

۱. استادیار گروه مرمت بناهای تاریخی، دانشکده هنر و معماری صبا، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

<http://dx.doi.org/10.61882/kcr.8.2.77>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۴



فصل‌نامه دانش حفاظت و مرمت

شاپا چاپی: ۶۰۹۳-۲۵۳۸
شاپا الکترونیکی: ۳۰۶۰-۶۲۱۷سال هشتم، شماره دوم
شماره پیاپی ۲۴، تابستان ۱۴۰۴
صفحات: ۹۲-۷۷<https://kcr.richt.ir>

نویسنده مسئول: حجت گلچین

استادیار گروه مرمت بناهای تاریخی، دانشکده
هنر و معماری صبا، دانشگاه شهید باهنر کرمان.رایانامه:
h_golchin@uk.ac.ir

چکیده

«ده‌گند» یا «گند دوپنج»، مهم‌ترین گره در بین گره‌های ایرانی است که نظر به قدر و اهمیتی که دارد، «أم‌الگره» (گره مادر) نامیده شده است. تا به امروز، روش‌های مختلفی برای ترسیم این گره، بیان شده است که هرکدام به نحوی، امکان رسم «واگیره» یا زمینه کامل‌تری از آن را فراهم می‌آورد. این در حالی است که تمام روش‌های ذکرشده، عملاً به نسخه‌ای از رسم متوالی خطوط دستوری بدل شده‌اند که بدون آن که دلیل و مبنایشان روشن شود، به شکلی کورکورانه تقلید و تکرار شده است. اتفاقی که به‌طور اخص، در باب آموزش روش‌های ترسیم، مسئله‌ساز و چالش‌برانگیز شده است و اغلب، بعد از کوتاه‌مدتی، از ذهن و یاد مخاطب می‌رود. این مقاله در پی آن است تا به‌جای خطوط و فواصل رمزگونه، با خوانشی هندسی از محتوای واگیره، مناسبات و منطق هندسی آن را در روندی خواناتر و آموزش‌پذیرتر از ترسیمات، استخراج و بیان کند. این مهم، با تمرکز بر شکل پنج‌ضلعی آلت «پنج‌گند» که در این پژوهش برای اولین بار «منتظم بودن» آن در این گره اثبات شده است، هدف اصلی مقاله را با یافتن روشی جدید از رسم گره، محقق می‌سازد. پژوهش حاضر با وجود آن که روندی از یک تحقیق کیفی را در محتوای کلی خود، یعنی یافتن و ارائه راه‌حلی جدید از ترسیم گره ده‌گند، با مطالعه منابع مکتوب دنبال می‌کند، درعین‌حال، نتایج حاصل از یک آزمون تجربی، بین دو گروه از دانشجویان را نیز در بیان کارایی آموزشی روش پیشنهادی خود در قیاس با روش معمول، ارائه کرده است. درنهایت، ماحصل این تحقیق، شیوه‌ای جدید از آموزش ترسیم گره ده‌گند (گند دوپنج) را تبیین می‌کند که به استناد آنچه که در متن پیش رو آمده است، علاوه بر قابلیت فراگیری بهتر، وجوهی از «تعمیم‌پذیری» را نیز در قبال آموزش ترسیم گره‌های دیگر آشکار می‌سازد.

واژگان کلیدی: گره ده‌گند، پنج‌ضلعی محاطی، روش ترسیم گره، تعمیم‌پذیری.

۱. مقدمه

نقش‌ها و طرح‌های هندسی همواره از جمله شاخص‌ترین وجوه تزئینی در هنر ایران بوده‌اند. تزئینات گچی مجموعه «کوه خواجه»، سندی گویا است که حضور و کاربرد این نقوش در معماری رادست‌کم از دوره اشکانی، به شکلی آشکار محرز می‌سازد. ماهیت انتزاعی و به‌دوراز شمایل این نقوش، فرصتی ویژه را برای تداوم و تکاملشان در طول ادوار اسلامی فراهم آورد. این روند، از حدود قرن چهارم هجری تا دوره سلجوقی، به‌تدریج توانست جلوه‌هایی بدیع و ممتاز از آرایه‌های معماری را در قالب همین الگوها پدید آورد و رفته‌رفته، به شکل‌گیری و تدوین انواع «گره» انجامید. گره‌ها از بدو شکل‌گیری، مبتنی بر ماهیتشان، همواره متضمن وجوهی پنهان از دانش هندسه بوده‌اند که در طراحی و ترسیم، دستمایه معماران و مهندسان بوده است تا آنجا که به تعبیری، گره را «شطرنج معماران» نامیده‌اند (Raeeszadeh & Mofid, 1995: 141). در مطالعه ابنیه تاریخی که همانا مصادیق ناب معماری ایران هستند، آشنایی با مفاهیم، روش‌ها و رموز مربوط به ترسیم و گسترش گره‌ها، مسیری هموار را در شناخت این وجه شاخص از تزئینات ابنیه تاریخی رهنمون می‌سازد و از همین روست که در «برنامه درسی» رشته مرمت ابنیه تاریخی، سرفصلی از دروس به موضوع «گره‌ها» اختصاص یافته است.

یکی از مباحث اصلی که همواره در منابع درسی سرفصل مزبور ارائه شده است، مبحث گره‌های «تند» و «کُند» و شیوه ترسیم مهم‌ترین آن‌ها یعنی «گره ده کُند» (کُندِ دوپنج) است که نظر به‌قدر و اهمیتش، آن را «اُم‌الگره» (گره مادر) نامیده‌اند (Lorzadeh, 1979: 128) و آن‌طور که گفته شده است، زاینده و مبنای بسیاری از گره‌های دیگر است. در اینجا یادآوری این نکته لازم است که منابع درسی یادشده، به‌غیر از یک مورد که موضوع «آموزش» به نسل‌های آینده را مکرراً متذکر شده است، مابقی، آنچنانکه در مبحث پیشینه پژوهش خواهد آمد، صرفاً روشی از ترسیم را ذکر کرده‌اند که بعضاً باهم مشابه هستند. این در حالیست که از منظر آموزش و تدریس، هیچ‌یک از روش‌های ارائه شده برای ترسیم، آن‌طور که باید و بشاید، راه‌حلی جامع و مستدل را برای مخاطب و به‌طور اخص، دانشجوی رشته مرمت ابنیه تاریخی که لاجرم باید با منطق هندسی بیاموزد، بیان نمی‌کند. به عبارت بهتر، روش ترسیم معمول، به‌جای ارائه راه‌حلی هدفمند، مستدل و «تعمیم‌پذیر»، فرایند کشف و حل مسئله را به «کپی کردن» و «نسخه کردن» مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های ترسیمی «تقلیل» می‌دهد که به‌راحتی از یاد و ذهن مخاطب می‌رود. نگارنده که خود از نخستین دانش‌آموختگان رشته مرمت ابنیه تاریخی است، هم در زمان دانشجویی و هم امروز که به‌عنوان آموزگار، با مسئله آموزش روش ترسیم گره‌ها مواجه است، این نقیصه را در فرایند آموزش، به‌وضوح لمس و دریافت کرده است...

این مقاله در پی آن است تا در پاسخ به این پرسش اساسی که چگونه می‌توان با تکیه بر منطق و خوانش هندسی «گره ده کُند»، روشی نوین و تعمیم‌پذیر برای آموزش ترسیم آن ارائه داد که علاوه بر قابلیت یادگیری بهتر، امکان به‌کارگیری آن در آموزش برخی دیگر از گره‌ها نیز وجود داشته باشد؟ روشی از ترسیم «گره مادر» را مبتنی بر اصول هندسی حاکم بر «مثلث»، «دایره» و «کثیرالاضلاع محاط در دایره» بیان و ارائه کند با این مدعا که روش اخیر، ضمن فراگیری راحت‌تر و ماندگاری ذهنی بهتر نسبت به روش‌های معمول، وجوهی از «تعمیم‌پذیری» را نیز در فرایند آموزش ترسیم برخی گره‌های دیگر داراست؛ بنابراین، در عین «کیفی» بودن محتوای کلی این مقاله در ارائه راه‌حلی جدید از حل یک مسئله، وجوهی از یک تحقیق کمی نیز در قیاس بین روش معمول با روش پیشنهادی این پژوهش و ارزیابی نتایج حاصل از آن‌ها، پدیدار می‌شود. به این صورت که: یک روش ترسیم که مبتنی بر شواهد ذکرشده در بخش «یافته‌ها»، رایج‌ترین روش در آموزش ترسیم «گره ده کُند» بوده و در این مقاله به «شیوه لُرزاده - شعرباف» تعبیر شده است، در قیاس با روش ترسیم پیشنهادی این مقاله، سنجیده می‌شود. در این ارزیابی، علاوه بر نتایج و تجربیات حاصل از آزمون این روش ترسیم، طی چندین ترم آموزشی که کارآمدی آن را برای نگارنده محرز گردانیده است، نتایج حاصل از ترسیم سی نفر از دانشجویان مرمت ابنیه تاریخی، مشخصاً در روند این مقاله ارائه و بررسی شده‌اند تا میزان کارآمدی این روش پیشنهادی را در فرایند آموزش، اعتبار سنجی و تبیین کند.

۲. پیشینه پژوهش

در دهه‌های اخیر تحقیقات مختلفی در باب گره‌ها و نقوش هندسی در تزئینات معماری انجام شده است و به‌جز موارد معدودی که مصالح و شیوه‌های ساخت را نیز در قبال نقوش دیده‌اند، جملگی بر روش‌های ترسیم و نحوه گسترش نقش‌مایه‌ها متمرکز بوده‌اند. به‌طور کلی، دو رویکرد عمده را در پژوهش‌هایی که تا به امروز در این ارتباط منتشر شده است، می‌توان دید. یک دسته از تحقیقات،

طرح‌های هندسی را در متن الگوهای ریاضی مدون و الگوریتم‌های هندسی حاصل از شبکه «چندضلعی‌های فرش کننده سطح» دیده و استخراج کرده‌اند. این رویکرد را اغلب، در بین محققین غربی این حوزه از جمله «هانکین» (Hankin, 1925)، «بونر» (Bonner, 2012)، «لی» (Lee, 1995) و «بورگوان» (Bourgoin, 1973) می‌توان دید. «اساساً در بین پژوهشگران غربی، بحث بر سر این است که آیا گره‌سازی سنتی ایرانی را می‌توان منطبق با قوانین شبکه آجرفرش غربی منطبق کرد یا نه؟» (Islampanah, 2017: 11). اخیراً پژوهش‌هایی از سوی برخی محققین ایرانی نیز در پاسخ به این پرسش انجام گرفته است که از آنجمله، پیشنهاد مدلی پارامتریک برای ترسیم گره‌ها (Amin pour et al., 2015) از جمله گره ده‌گند، مبتنی بر همین رویکرد است.

دسته دیگر، مبتنی بر فرایندی گام‌به‌گام از رسم «واگیره» در کارکرد با خط کش و پرگار و مناسبات حاصل از آن، انجام شده است. یکی از شناخته‌شده‌ترین منابع در این باب، با نام «احیای هنرهای از یادرفته» تألیف شده است که علاوه بر ارائه روش ترسیم گره‌ها، تعاریف و مختصات آن انواع گره را نیز بر اساس شکل و محتوای هندسی آلات بیان کرده است (Lorzadeh, 1979: 125). این منبع از این حیث که مؤلف آن، «حسین لرزاده» خود از آخرین نسل معماران سنتی ایران و «سینه‌به‌سینه آموخته» است، اهمیتی ویژه میابد. همچنین است در مورد «اصغر شعراف» که در تألیفاتش با عنوان «گره و کاربردی»، ترسیم برخی گره‌ها، از جمله گره ده‌گند (کند دو پنج) را بیان کرده است (Sharbaf, 1983: 23). این ویژگی را باید تا حدودی برای «محمود ماهرالنقش» نیز قائل بود که باوجود حضورش در دانشگاه، به مقتضای فضا و نسلی که می‌زیست، بی‌بهره از آموزش‌های سنتی سینه‌به‌سینه نبود چنانکه در کتاب معروفش «طرح و اجرا در کاشی‌کاری ایران» کم‌وبیش همان اهتمام شعراف و لرزاده را در مبحث ترسیم گره‌ها و به‌طور اخص، گره کند دوپنج می‌توان یافت (Maher-ol-Naqsh, 1983: 113). این سه منبع، هم از بابت جایگاه مؤلفین و هم به‌واسطه مقطع زمانی انتشارشان تأثیر به‌سزایی در سایر تحقیقات بعد از خود گذارده‌اند.

منبع دیگری که با تمرکز بر بناهای تاریخی اصفهان در این زمینه منتشر شده است، «گره‌سازی و گره چینی در هنر معماری ایران» نام دارد که گره مادر را با عنوان «گره ده توپر کند» (Fereshteh Nejad, 1977: 142) خوانده است. صرف‌نظر از منبعی که توسط نویسندگان عرب‌زبان با عنوان «نقش‌های هندسی در هنر اسلامی» منتشر شده و ترسیم این گره را بدون ذکر عنوانی برای آن آورده است (Saeed & Parman, 1984: 102)، سایر منابع از جمله (Zomarshidi, 1986: 50)، (Sharbaf, 1983: 23)، (Maher-ol-Naqsh, 1983: 113)، (Helli, 1986: 70) و (Shafaei, 2002: 265) گره مزبور را با یکی از عناوین «کند دوپنج» یا «ده‌گند» خوانده‌اند. این در حالی است که در برخی موارد از جمله (Helli, 1986: 70)، متأثر از لرزاده، تعبیر «أم‌الگره» نیز به آن افزوده شده است و در معرفی شیوه‌ای نامکتوب از ترسیم آن (Valibeig et al., 2017) نیز «گره مادر» نامیده شده است.

در اینجا باید یادآور شد که روش‌های ترسیم غربی، از منظری متفاوت و مبتنی بر پیش فرضی از دانش و آموزش ریاضی شکل گرفته‌اند؛ بنابراین، ارائه این روش‌ها از منظر «آموزش» که محور اصلی این مقاله هست، برای طیفی از دانشجویان «رشته مرمت ابنیه تاریخی» که از شاخه‌های متفاوت تحصیلی و با پیش‌زمینه ذهنی بسیار متغیر از ریاضیات هستند، ممکن است به‌اندازه کافی نتیجه‌بخش نباشد. از سوی دیگر، روش‌های ترسیم گره در معماری ایران، صرف‌نظر از میزان کارایی در بیان راه‌حل‌های دقیق، سریع و درست، به‌خودی‌خود، از منظر حفظ «میراث مکتوب معماری ایران» که البته از اهداف آموزشی رشته مرمت ابنیه تاریخی است، واجد ارزش و اهمیت هستند. از همین رو، ارائه روش‌های «پارامتریزه» مبتنی بر روش‌های ترسیم غربی که وابسته و در سیطره محیط‌های نرم‌افزاری هستند، باوجود امتیازاتی که دارند، مدنظر این مقاله نیست.

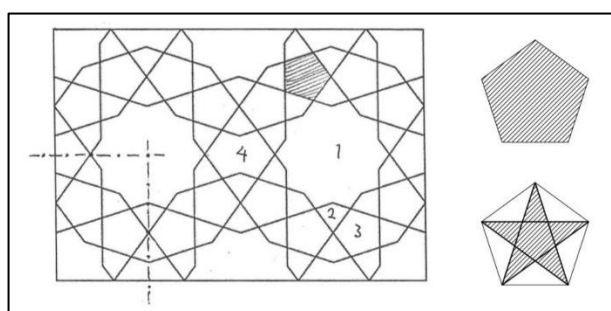
اما در بین منابعی که سنخیت بیشتری با محتوای این مقاله دارند، کمتر موردی را می‌توان یافت که به‌اندازه «لرزاده» دغدغه آموزش را، آن‌طور که خود بارها با مخاطب قراردادن «هنرجویان» و «نواموزان» در متن تألیفاتش یادآور شده (Lorzadeh, 1979: 213)، داشته باشد. اگرچه، بیان روش‌ها و مراحل ترسیم گام‌به‌گام گره، به‌ویژه از جانب اهل فن و استادکاران، همواره واجد وجهی از آموزش نیز هست، لیکن اینکه هدف و دغدغه اصلی مؤلف باشد، امری جداست که «لرزاده» را از این حیث، متمایز می‌گرداند. «میرزا حسین ولی‌اللهی» نیز آن‌طور که از او روایت شده، به‌واسطه شغلش که معلم هندسه و رسم در مدارس اصفهان بوده است، اهمیتی ویژه در آموزش ترسیم گره‌ها داشته و روشی از ترسیم گره کند ده را ارائه کرده است (Jazbi, 1997: 154)، که بی‌ارتباط با روش پیشنهادی این مقاله نیست.

۳. روش پژوهش

این مقاله در پیگیری منظور خود که همانا ارائه و تبیین روشی آموزش‌پذیرتر از ترسیم گره ده کُند است، روندی کلی از یک تحقیق کیفی را با مطالعه منابع و کشف و استنتاج از اسناد مکتوب آشکار می‌سازد. از سوی دیگر، در باب «میزان کارایی» روش پیشنهادی، ناگزیر از قیاس نتایجی است که با روش «آزمون تجربی»، ترسیمات مبتنی بر روش پیشنهادی این پژوهش را در قیاس با روشی که در این مقاله به‌عنوان معیار و شیوه رایج معرفی شده است، در قالب دو گروه پانزده نفره از دانشجویان مرمت ابنیه تاریخی، ارزیابی و اعتبار سنجی می‌کند.

۴. چارچوب و مبانی نظری

از جمله موضوعات و عناوین مهم در گستره نقوش هندسی در ایران، مبحث گره‌های «تند» و «کُند» و تعاریف و مختصات مربوط به آن‌هاست که مبتنی بر شکل و زوایای آلات گره، معین می‌شوند. آلات یا «مهره‌ها»ی گره، اشکال هندسی معینی هستند که در کنار یکدیگر، نقش زمینه گره را می‌سازند. یکی از تعیین‌کننده‌ترین آلات در متن گره‌ها، پنج‌ضلعی مُحدّبی است که اصطلاحاً «پنج کُند» نامیده می‌شود و متناظر آن در گره‌های تند، «پنج تند» (ستاره پنج پَر) است که از ترسیم قطرهای آن حاصل می‌شود (شکل ۱). «پنج کند» که اغلب به‌اشتباه، شکلی منتظم تصور می‌شود، آنچنانکه در ادامه همین مبحث، تبیین و اثبات خواهد شد، از نظر ریاضی، تنها در متن تعدادی از گره‌ها از جمله گره ده کُند (کُندِ دوپنج)، به شکل یک «پنج‌ضلعی منتظم» است و در سایر موارد، با وجود نزدیک بودن اندازه اضلاع و زوایا، شکل منتظمی نیست... از همین رو، گره ده در بین طیف گره‌های کند، جایگاه ویژه‌ای دارد و از حیث شناخت محتوای هندسی و آموزش روش‌های ترسیم، اهمیتی مضاعف یافته است.

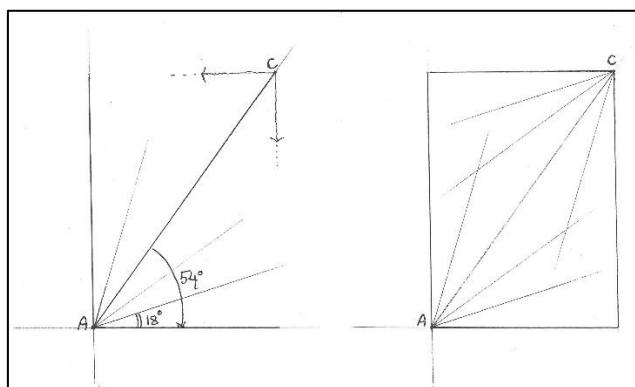


شکل ۱: سمت چپ، یک زمینه کامل از گره کُندِ دوپنج (ده کُند) با ارائه «واگیره» و آلات آن: ۱- شمشه، ۲- ترنج، ۳- پنج کُند، ۴- طبل. سمت راست، دو آلت کلیدی و تعیین‌کننده در گره‌های تند و کند: پنج کُند (پنج‌ضلعی) و پنج تُند (ستاره پنج پَر) که از ترسیم قطرهای پنج کند به‌دست می‌آید (Lorzadeh, 1979: 128).

Figure 1: On the left, a complete background of the "Gereh-e-Dahe-Kond" (Kond-e Do-Panj) with the presentation of the "vagireh" and its components:

1- Shamsheh, 2- Toranj, 3- Panj-e-kond, 4- Tabl. On the right: Panj-e-kond (pentagon) and Panj-e- Tond (five-pointed star), which are obtained by drawing the drops of pentagon (Lorzadeh, 1979: 128).

گره ده کُند (کُندِ دوپنج)، مشتمل بر چهار آلت (مُهره) است که عبارت‌اند از: «شمسه»، «پنج کند»، «ترنج» و «طبل» که مطابق شکل، در یک زمینه از گره به همراه «واگیره» آن مشخص شده‌اند با این تعریف که «واگیره» کوچک‌ترین بخشی از گره است که بتوان آن را در یک قاب (مستطیل یا مربع) جای داد به‌نحوی که از تکرار آن، نقش گره کامل شود (شکل ۱). واگیره گره کُندِ دوپنج آنچنانکه در ادامه آمده است، در مستطیلی محاط می‌شود که زاویه بین قطر و عرض آن ۵۴ درجه است (شکل ۲).



شکل ۲: نحوه تشکیل و ترسیم «مستطیل واگیره» در گره ده‌گند (Lorzadeh, 1979: 128).
Figure 2: How to form and draw the "rectangle of the Vagireh" in the "Gereh-e-Dahe-Kond" (Lorzadeh, 1979: 128).

۵. یافته‌ها

هفت «شیوه» و دو «طیف» از ترسیمات

با مروری بر مجموعه‌ی روش‌های ترسیم موجود از گره «کند دوپنج» و تحلیل ساختار هندسی و ترسیمی آن‌ها، درنهایت، «هفت شیوه» متمایز را می‌توان از بین راه‌حل‌ها و روش‌های مزبور استخراج و تبیین کرد. این هفت شیوه صرف‌نظر از شباهت‌ها و تفاوت‌هایشان، دو طیف از راه‌حل‌ها را تشکیل می‌دهند. در ادامه، راه‌حل‌های هر طیف از ترسیمات، با پرداختن به شیوه‌های مزبور و بررسی محتوا و وجوه تمایزشان، ارائه شده است.

۱.۵. ترسیمات مبتنی بر پنج قسمت کردن زاویه قائم

این طیف از ترسیمات که در مجموع، پنج شیوه را به خود اختصاص داده است، بر مبنای تقسیم زاویه قائم به پنج قسمت مساوی استوار است. در اینجا باید متذکر شد که کادر اصلی واگیره، عبارت از مستطیلی است که قطر آن با عرضش زاویه ۵۴ درجه می‌سازد. به بیان دیگر، بعد از تقسیم گوشه قائم مستطیل، به پنج قسمت ۱۸ درجه، مجموع سه قسمت که نسبت به عرض مستطیل زاویه ۵۴ درجه می‌سازد، به عنوان قطر زمینه و ملاک تشکیل کادر و چارچوب اصلی واگیره خواهد بود. در ادامه، این پنج شیوه به ترتیبی که در شکل ۳ آمده است، با حروف ابجد، از «الف» تا «ه» معرفی و ارائه می‌شوند (شکل ۳):

الف) یکی از این پنج شیوه که در این مقاله به شیوه‌ی «لرزاده - شعرباف» تعبیر می‌شود، یک «خط رمز» را در مرحله بعد از تقسیمات پنج‌تایی زاویه قائم و تشکیل کادر اصلی واگیره، ارائه می‌کند (شکل ۳-الف) و از تقاطع این خط رمز با خطوط حاصل از تقسیم زاویه استفاده کرده و فرایند ترسیم گره را به انجام می‌رساند (Sharbaf, 1983: 23; Lorzadeh, 1979). استفاده از خط رمز در این شیوه، آن را به یکی از معروف‌ترین روش‌های ترسیم تبدیل کرده که معمولاً در منابع آموزشی مورد استناد قرار می‌گیرد.

ب) شیوه دیگر که توسط «سید مرتضی فرشته نژاد» پیشنهاد شده است، به جای خط رمز، دو ربع دایره، یکی با شعاعی برابر با «نصف قطر از تقسیم زاویه قائم مبنا قرار داده است (Fereshteh Nejad, 1977: 142). این دو ربع دایره، یکی با شعاعی برابر با «نصف قطر زمینه» و دیگری، با شعاعی برابر با تفاضل شعاع اولی از طول زمینه واگیره است (شکل ۳-ب). این شیوه از این حیث که شعاع‌های یادشده را در ارتباطی ریاضی باهم تعریف کرده، آموزش‌پذیری خوبی دارد به این معنی که با انتقال شعاع بزرگ‌تر بر روی طول زمینه، بخش باقیمانده را به راحتی می‌توان با پرگار به شعاع دیگر، برای ترسیم ربع دایره کوچک‌تر اختصاص داد.

ج) وجه دیگری از ترسیم را «حسین زمرشیدی» پیشنهاد داده که از باب به کار گرفتن دوائر متقاطع با خطوط حاصل از تقسیم زوایا، بی‌شباهت با شیوه «فرشته نژاد» نیست با این تفاوت که به جای دو ربع دایره، سه ربع دایره را در قبال هر گوشه قائم ارائه می‌کند (Zomarshidi, 1986: 50). دوایری که شعاع‌هایشان کسری از عرض زمینه استوار هریک، بدون استفاده از خط کش مدرج و

به صرف داشتن پرگار، میسر نیست. این درحالیست که در این شیوه قبل از پنج قسمت کردن زاویه قائم، ابتدا کادر زمینه، در ابعاد مستطیلی با نسبت ۱۱ به ۸، ترسیم و ارائه می شود (شکل ۳-ج).

د) شیوه‌ای دیگر از این طیف ترسیمات، به نقل از «میرزا حسین ولی‌اللهی» منتشرشده که بعد از پنج قسمت کردن زوایای روبه‌رو در کادر مستطیل زمینه، دو دایره مساوی را که به‌طور مشترک با قطر زمینه و باهم مماس هستند، مبنا قرار می‌دهد (Jazbi, 1997:154). در مرحله بعد، درون هریک از دوایر، رئوس یک «پنج‌ضلعی منتظم» را که از تلاقی خطوط زوایا با دوایر است، محاط می‌کند و از امتداد اضلاع این دو پنج‌ضلعی، گره را به‌دست آورده و ترسیم می‌کند (شکل ۳-د). به عبارت بهتر، برخلاف مابقی شیوه‌های ترسیم که در آن‌ها همواره مجموعه‌ای از خطوط، آلات و زمینه گره را پدید می‌آورند، این شیوه، از بسط و گسترش یکی از «آلات» یعنی «پنج‌کند»، حاصل می‌شود و این همان خصیصه ایست که مبنای راه‌حل پیشنهادی این مقاله نیز قرار گرفته است.

ه) «محمود ماهرالنقش» نیز همچنان که پیش‌تر در مبحث پیشینه اشاره شد، مبتنی بر همین تقسیمات زاویه قائم، روشی را ارائه کرده است (Maher-ol-Naqsh, 1983: 113) با این تفاوت که نه از خط رمزی استفاده کرده و نه دوایری را در تقاطع با خطوط زوایا به‌کاربرده است. در عوض، نقاط حاصل از تلاقی خطوط زوایا با یکدیگر را مبنا قرار داده و با گذر خطوطی به‌موازات اضلاع یا قطرهای چارچوب گره، زمینه کامل آن را پدید می‌آورد. شیوه ماهرالنقش برخلاف چهار شیوه دیگر از این طیف ترسیمات، به‌جای تمرکز بر واگیره، زمینه کامل گره را مدنظر قرار داده و نتیجتاً به‌جای تقسیم دو زاویه قائم روبه‌رو، باید هر چهار گوشه را در زمینه کامل گره، به پنج قسمت تقسیم کند (شکل ۳-ه). از طرفی، ترسیم خطوط موازی در قیاس با خطوط گذرنده از دونقطه ثابت، ممکن است در هنگام ترسیم به اندازه کافی دقیق نباشند. از همین‌رو، این شیوه علی‌رغم جایگاه مؤلفش، در قیاس با شیوه «لرزاده - شعریاف» کمتر مورد استقبال قرار گرفته است.

در ادامه، مبنای ترسیم و مناسبات هندسی شیوه‌های یادشده مطابق پنج بخش متمایز در شکل ۳، استخراج و با این توضیحات ارائه می‌شود: « α » به‌عنوان «زاویه مبنا»، یک‌پنجم زاویه قائم و برابر با ۱۸ درجه است و همچنانکه در عنوان این طیف از ترسیمات آمده، در هر پنج شیوه، مبنای ترسیم است. « β » سه برابر زاویه α و معادل ۵۴ درجه است که مطابق با (شکل ۲)، زاویه بین قطر و ضلع کادر مستطیل واگیره و مبنای ترسیم آن است. « θ » دو برابر زاویه α و برابر با ۳۶ درجه است. R_1 و R_2 و R_3 شعاع کمان‌ها یا دوایری هستند که از تقاطع آن‌ها با خطوط حاصل از تقسیم زوایا، نقاط کلیدی گره حاصل می‌شوند. این شعاع‌ها گاه، مضربی از قطر یا اضلاع زمینه هستند (مانند شیوه‌های «ب» و «ج») و گاه از برخورد خط رمز با خطوط تقسیم زوایا (مانند AP و AQ در شیوه «الف») به‌دست می‌آیند.

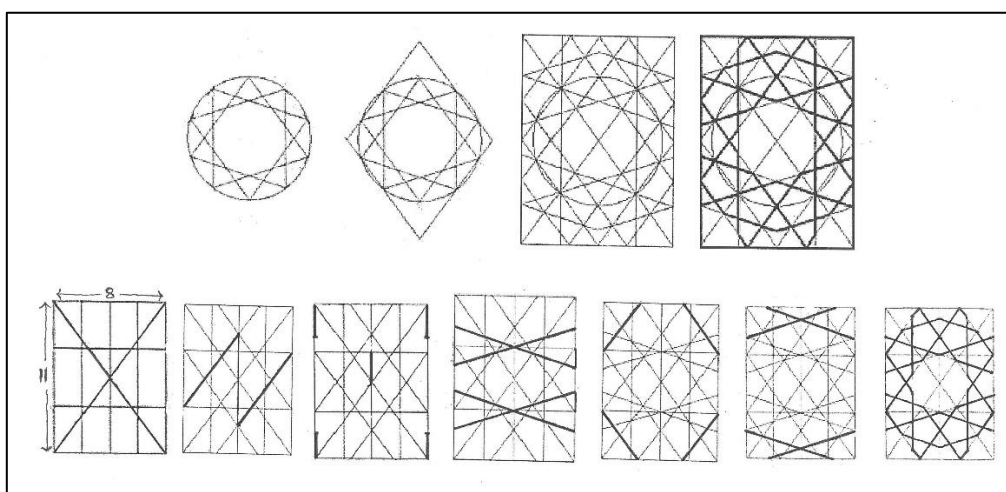
۲-۵. ترسیمات مبتنی بر شبکه خطوط زیرنقش

در طیف دیگری از ترسیمات که روندی متفاوت از حل مسئله را ارائه می‌دهند، دو شیوه‌ی ترسیم را می‌توان یافت که هر دو بر روی تهرنگی از خطوط که متضمن و مبنای نقشه گره است، رسم می‌شوند. وجه تمایز این دو شیوه، جدای از مسیر منتج به ساخت تهرنگ‌زیرنقش، در نحوه ایجاد کادر زمینه اصلی گره است. در یک شیوه که مبتنی بر امتداد وترهای یک دایره است (شکل ۴-ب)، کادر اصلی در روند ترسیم و تنظیم خطوط به‌دست می‌آید (Saeed & Parman, 1984: 102) درحالی‌که شیوه دیگر که به نقل از «عباس عشاقی» روایت‌شده است در نخستین گام از ترسیم گره، مستطیلی با نسبت اضلاع ۱۱ به ۸ را مبنای ترسیم قرار می‌دهد (Valibeig et al., 2017). این شیوه اگرچه سوی راویانش، بی‌نیاز از پرگار پنداشته شده (همان)، لیکن نباید فراموش کرد که در شیوه‌های ترسیم سینه‌به‌سینه و غیر مکتوب معماران، الزاماً ابزار ترسیم امروزی از قبیل خط کش مدرج، نقاله و گونیا در دسترس نبوده و در تمام مقتضیات مربوط به تقسیم اضلاع و زوایا، معمار ناگزیر از به‌کارگیری پرگار (ریسمان و زغال) بوده است. از همین‌رو، این روش در قیاس با شیوه دیگر، به دلیل تعداد تقسیمات به‌مراتب زیادت و متنوع‌تر اضلاع و رسم خطوط موازی بیشتر (تعداد مراحل ترسیم بیشتر)، امکان خطای بیشتری را در روند ترسیم پدید می‌آورد (شکل ۴-پایین). باوجوداین، از این حیث که تنها شیوه ایست که بی‌نیاز از رسم و تقسیمات دایره و زوایا است و البته از بابت آنچه که میراث ناملوس معماری نامیده می‌شود، واجد ارزش است.

		$\alpha = \frac{90}{5} = 18^\circ$ $\beta = 3\alpha = 54^\circ$ $R_1 = \frac{AC}{2}$ $R_2 = AP$ $R_3 = AQ$		الف
		$\alpha = \frac{90}{5} = 18^\circ$ $\beta = 3\alpha = 54^\circ$ $R_1 = \frac{AC}{2}$ $R_2 = AD - R_1$		ب
		$AB=8 \quad BC=11$ $\alpha = \frac{90}{5} = 18^\circ$ $R_1 = 0.85 AB$ $R_2 = 0.62 AB$ $R_3 = 0.58 AB$		ج
		$\alpha = \frac{90}{5} = 18^\circ$ $\beta = 3\alpha = 54^\circ$ $R_1 = \frac{AC}{2}$ $R_2 = \frac{O_1 O_2}{2}$ $\Theta = 36^\circ$		د
		$\alpha = \frac{90}{5} = 18^\circ$ $\beta = 3\alpha = 54^\circ$ $AO = \frac{AC}{4}$		ه

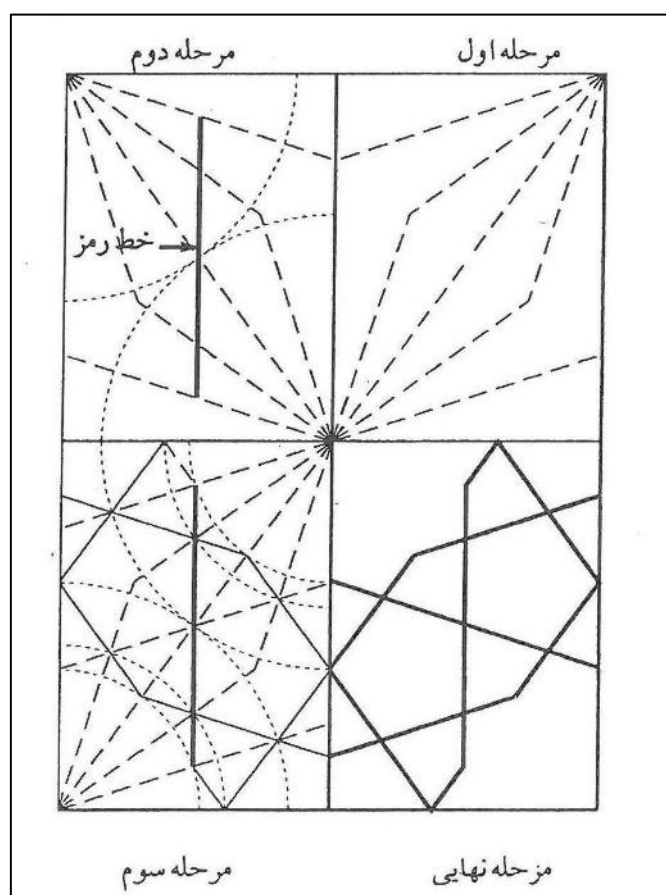
شکل ۳: مناسبات هندسی و مبانی ترسیم پنج شیوه مبتنی بر تقسیمات زاویه قائم.

Figure 3: Geometric relations and drawing principles of five methods based on right angle divisions.



شکل ۴: ترسیمات مبتنی بر شبکه خطوط زیر نقش. بالا: برگرفته از کتاب «نقش‌های هندسی در هنر اسلامی» Saeed & Parman, (1984: 102). پایین: به نقل از «عباس عشاقی» (Valibeig et al., 2017).

Figure 4: Drawings based on the grid of lines under the pattern. Top: Taken from the book "Geometric Patterns in Islamic Art". Bottom: narrated by "Abbas Oshaghi" (Valibeig et al., 2017).



شکل ۵: مراحل ترسیم شیوه «لرزاده - شربات»، رایج‌ترین و شناخته‌شده‌ترین شیوه در آموزش ترسیم گره ده کند (Sharbat, 1983: 23; Lorzadeh, 1979: 149).

Figure 5: Steps in drawing of the "Lorzadeh-Sharbat" method, the most common and well-known method in teaching of drawing the "Gerch-e-Dahe-Kond" (Sharbat, 1983: 23; Lorzadeh, 1979: 149).

۳-۵. شیوه «لُرزاده - شعرباف» و جایگاه آن در منابع آموزشی و درسی

از بین تمام شیوه‌های مذکور اما صرف‌نظر از راهکاری که هریک ارائه می‌دهد، شیوه لُرزاده - شعرباف را به چند دلیل باید مهم‌ترین و تأثیرگذارترین شیوه از منظر «آموزش» در ترسیم این گره قلمداد کرد. نخست آنکه این شیوه بیش از هر روش دیگری، مورد اقبال و مآخذ پژوهش‌ها و مقالات بوده است. دوم اینکه مشترکاً از سوی دو تن از آخرین نسل «معماران سینه‌به‌سینه آموخته» یعنی «حسین لُرزاده» و «اصغر شعرباف» ارائه و گوشزد شده است. دلیل دیگر، رواج آن در منابع درسی و آموزشی است همچنانکه در کتاب درسی هنرستان نیز به آن استناد شده است (Anbari Yazdi, 2016). عامل دیگر، اهمیتی است که هر دو مؤلف، به‌ویژه لُرزاده، آنچنان که در مبحث پیشینه اشاره شد، به امر آموزش نسل‌های بعد از خود داشته‌اند و نهایتاً اینکه، این شیوه را می‌توان برآیندی از هر دو طیف ترسیمات دانست که هم مبتنی بر تقسیمات پنج‌گانه زاویه قائم است و هم رموز و قواعد سینه‌به‌سینه و تجربی را در کارکرد «خط رمز» منظور کرده است (شکل ۵). مجموعه این عوامل، به شکلی آشکار، اعتبار و اهمیت این شیوه ترسیم را گوشزد می‌کند و از همین رو در این پژوهش، به‌عنوان «معیار» و «شاخص» شیوه‌های ترسیم از گره کند دوپنج، در قیاس با شیوه پیشنهادی ارزیابی می‌شود.

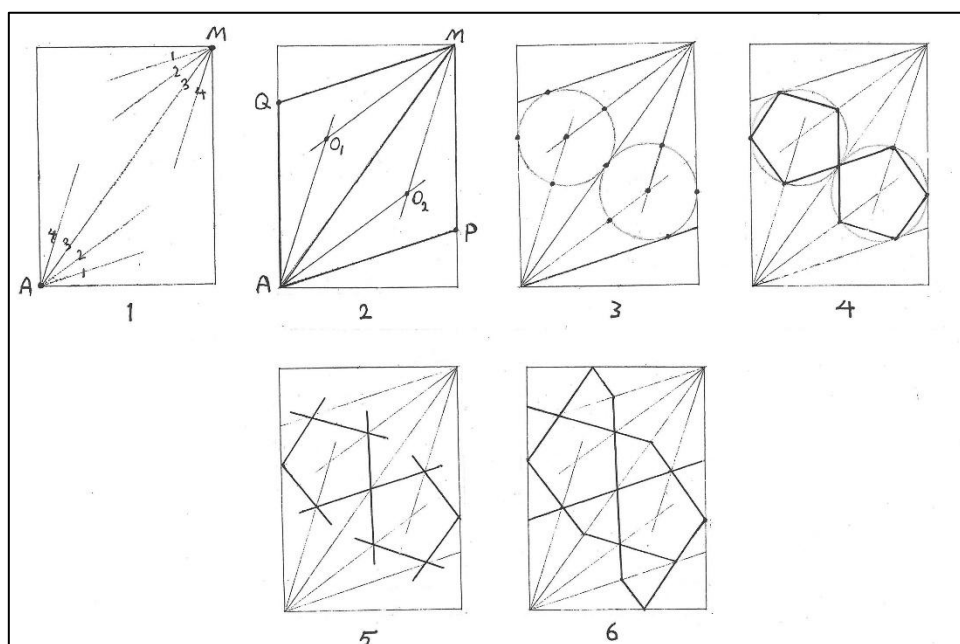
۴-۵. روش پیشنهادی «دوایر محاط در مثلث‌های کلید»

بعد از استخراج شیوه‌های متمایز ترسیم و بررسی جایگاه و ویژگی هر کدام، اینک نوبت به ارائه شیوه ترسیم پیشنهادی این مقاله می‌رسد تا در قبال روش‌ها و راه‌حل‌های یادشده، سنجیده و ارزیابی شود. هم‌چنان که پیش‌تر اشاره شد، این روش بر اساس اصول و قواعد هندسی «مثلث»، «دایره» و «چندضلعی محاط» در دایره کار می‌کند و از آنجایی که مبتنی بر دوایر مماس باهم و پنج قسمت کردن آن‌ها ترسیم می‌شود، به‌نوعی، وامدار شیوه پیشنهادی «میرزا حسین ولی‌اللهی» است که در (شکل ۳-د) بیان شده؛ بنابراین، این روش ترسیم نیز ناگزیر از تقسیمات زاویه قائم است و در همین طیف ترسیمات تعریف می‌شود. با این تفاوت که خطوطِ زوایا و نقاط حاصل از تقاطع آن‌ها را در قواره «مثلث‌های کلید» و مراکز دوایر محاطی تعریف و تعبیر می‌کند تا مسیری هدفمند و «خوانا» از آموزش را مبتنی بر شکل‌های هندسی و مناسبات آن‌ها رهنمون سازد. به‌این ترتیب که: بعد از تقسیم زاویه قائم و تشکیل کادر مستطیل یا «مجلس^۲» گره، به ترتیب، با تعریف مثلث‌های متساوی‌الساقین، مرکز دایره محاطی از تلاقی نیمسازها، تشکیل پنج‌ضلعی منتظم محاطی و امتداد اضلاع آن، مسیر ترسیم واگیره رابه شرحی که در ادامه آمده است، بیان می‌کند:

نقطه A، رأس زاویه قائمی است که به پنج قسمت مساوی تقسیم شده است. از نقطه M، واقع بر امتداد شعاع سوم زاویه، دو عمود MB و MC، بر دو ضلع زاویه قائم رسم شود تا کادر مستطیل واگیره تشکیل شود. سپس، زاویه M نیز به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌شود. از برخورد شعاع‌های اول دو زاویه A و M، با اضلاع مستطیل در دو نقطه P و Q، دو «مثلث متساوی‌الساقین» APM و AQM پدید می‌آیند. به مرکز نقاط O_1 و O_2 ، محل تلاقی «نیمساز»ها (شعاع‌های دوم و چهارم)، «دایره محاطی» هر مثلث با شعاعی به‌اندازه نصف O_1O_2 ، رسم شود. دو نقطه حاصل از تلاقی نیمسازها با دایره و سه نقطه تماس دایره با اضلاع مثلث، در مجموع، رئوس یک «پنج‌ضلعی محاطی» را در هر دایره آشکار می‌سازد. بعد از ترسیم پنج‌ضلعی‌ها، با امتداد اضلاع هریک به طریقی که ارائه شده است، نقش واگیره تکمیل شود (شکل ۶).

۶. بحث

خطوط، اندازه‌ها و نقاط «رمزگونه» عنوان شده در اغلب شیوه‌های مرسوم، اگرچه به‌منظور تسهیل و تسریع روند ترسیم ارائه شده‌اند، لیکن هرگز مبین این نیستند که «چرا به این طریق باید رسم شوند؟» و یا اینکه اساساً «آیا مبتنی بر اصول هندسی هستند یا برآمده از آزمون‌وخطای معماران؟؟». در نتیجه، در اکثر مواقع، شیوه‌های مزبور به «دستورالعمل» و «نسخه»‌ای بدل می‌شوند که از سوی مخاطب به شکلی طوطی‌وار، تقلید و تکرار می‌شود بدون آنکه چرایی و مبنای آن درک شود. مسئله‌ای که از منظر مبانی آموزشی، چالشی جدی را در فرایند یادگیری و «آموزش‌پذیری» شیوه‌های مرسوم، پدید آورده است. از همین رو، روش پیشنهادی این پژوهش، مدعیست و می‌کوشد تا در سه موضوع «منطق ریاضی ترسیم»، «یادگیری و ماندگاری ذهنی» و «تعمیم‌پذیری»، قابلیت به‌ترتیب شناخت و حل مسئله را در مسیر آموزش ارائه کند.



شکل ۶: مراحل ترسیم گام به گام «واگیره» در گره «کُند دوپنج» (ده کُند) به روش پیشنهادی این مقاله (شیوه دوایر محاط در مثلث‌های کلید).

Figure 6: steps of drawing a "Vagireh" in the "Gereh-e-Dahe-Kond" (Kond-e Do-Panj) using the method proposed in this article (the method of circles enclosed in key triangles).

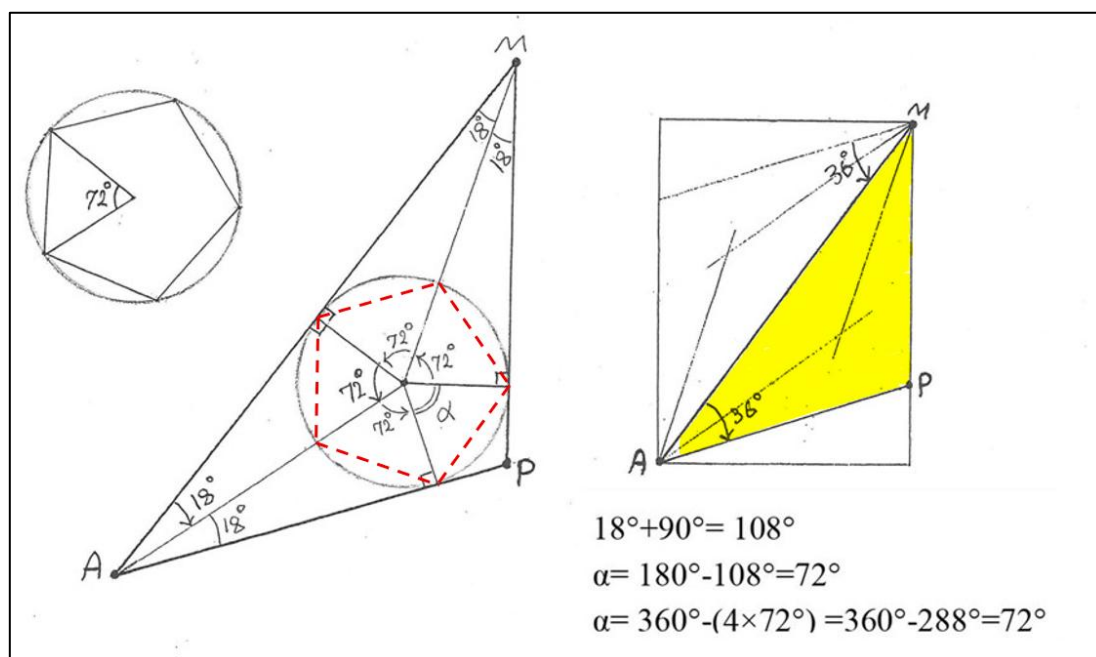
۱.۶. منطق ریاضی ترسیم

یکی از امتیازات شیوه ارائه شده در قیاس با سایر روش‌های ترسیم، مخصوصاً روش مرسوم یعنی شیوه لرزاده - شعرباف، ارائه تعاریف شفاف و متقن ریاضی، به جای ترسیمات متوالی و دستوری است. به عبارت دقیق‌تر، بیان تعاریفی مثل مثلث، نیمساز، دایره محاطی و مناسبات هندسی آن‌ها، به جای اصطلاحاتی مثل خط رمز یا سایر اندازه‌ها و نقاطی است که در تمام روش‌های ذکر شده، به شکلی رمزگونه از تلاقی برخی خطوط و کمان‌ها پدید می‌آیند. این موضوع، علاوه بر ارائه مسیری شفاف و مستدل، امکان بهتری از تحلیل محتوای هندسی گره را نیز فراهم می‌آورد که به‌ویژه در مورد مهم‌ترین آلت آن یعنی «پنج کند»، بسیار حائز اهمیت است. پنج ضلعی منتظمی که نه درروندی از رسم متوالی خطوط دستوری، بلکه «آگاهانه» و در مسیری روشن از منطق ریاضی پدید می‌آید.

همچنان که در شکل مشهود است، چنان که در دایره محاطی مثلث متساوی‌الساقین، شعاع‌های نظیر نقاط تماس ترسیم شوند، طبق اصل ریاضی «شعاع در نقطه تماس، عمود است بر خط مماس»، چهار مثلث قائم‌الزاویه مساوی، درون مثلث اولیه پدید می‌آید. این مثلث‌ها، در یک رأس که همان مرکز دایره محاطی باشد، مشترک هستند ضمن این که در هر چهار مثلث، یکی از زوایا ۹۰ درجه و زاویه دیگر، با توجه به تقسیم زاویه قائم به پنج قسمت مساوی، برابر با ۱۸ درجه است؛ بنابراین، زاویه سوم، یعنی همان زاویه که رأسش منطبق بر مرکز دایره محاطی است، برابر خواهد بود با ۷۲ درجه (شکل ۷).

از آنجایی که مثلث‌های یادشده باهم برابر هستند، سه زاویه دیگری هم که رأسشان بر مرکز دایره است برابر با ۷۲ درجه هستند. نتیجتاً اگر مجموع چهار زاویه ۷۲ درجه، از محیط دایره (۳۶۰ درجه) کم شود، برای زاویه پنجم نیز مقدار ۷۲ درجه به دست خواهد آمد. این، بدان معنیست که دایره محاطی در چنین وضعیتی، به پنج قسمت مساوی تقسیم شده و پنج ضلعی محاط در آن، یک «پنج ضلعی منتظم» است (شکل ۷). به بیانی دیگر، سه نقطه تماس دایره، به علاوه دو نقطه برخورد نیمسازها با آن، مجموعاً پنج رأس یک پنج ضلعی را آشکار می‌سازند که «فقط» در این شکل از تقسیم زوایا یعنی در «گره‌های ده» (که زاویه قائم به ۵ قسمت تقسیم می‌شود)، یک «پنج ضلعی منتظم» خواهد بود....

به عبارت بهتر، در هیچ کدام از دیگر انواع گره کند که شمس‌های با تعداد اضلاع بیشتر یا کمتر از ۱۰ دارند، از نظر ریاضی، امکان تشکیل «پنج کند» به شکل پنج ضلعی منتظم، وجود «ندارد» و این نکته زمانی دریافت و حاصل می‌شود که اصول ریاضی حاکم بر اشکال، به جای خط رمز و ترسیمات دستوری وابسته به آن، مدنظر قرار گیرند.



شکل ۷: استدلال ریاضی برای اثبات «منتظم بودن» آلت پنج‌گند در گره‌گند دوپنج و دیگر گره‌های خانواده ده‌گند که بر مبنای تقسیم زاویه قائم به پنج قسمت مساوی پدید می‌آیند.

Figure 7: Mathematical argument to prove the "regularity" of the pentagon in the "Gereh-e-Dahe-Kond" and other cases of the range of decagon-star patterns that arise based on dividing a right angle into five equal parts.

۲.۶. یادگیری و ماندگاری ذهنی

از دیگر خصیصه‌های این شیوه ترسیم که در فرایند آموزش بسیار مؤثر و تعیین‌کننده است، قابلیت یادگیری و ماندگاری ذهنی بیشتری است که نسبت به روش مرسوم (شیوه لرزاده - شعراف) دارد. وجهی از این خصیصه را محققین حوزه آموزش، تحت عنوان «یادگیری مادام‌العمر» (lifeline learning) بیان کرده‌اند (Moghaddas, 2022; Akbari Narges et al., 2016) که فرایند آموزش را به شکلی مستمر در ذهن یادآور و بازتولیدی کند و در نتیجه ماندگاری ذهنی بیشتری را تضمین می‌نماید. این موضوع را اگرچه نگارنده در خلال سال‌های تدریس و در قیاس بین روش‌های ترسیم به تجربه دریافته است، لیکن در اینجا به شکلی ویژه و به منظور اعتبار سنجی شیوه پیشنهادی این مقاله، در روندی از یک «آزمون تجربی»، مستند و آزمون شده است. برای این منظور، سی نفر از دانشجویان مرمت که درس «گره و کاربندی» را اخذ کرده و به دلیل واحد عملی سرفصل، لاجرم در دو گروه درسی پانزده نفره تعریف و برنامه‌ریزی شده بودند، معیار قرار گرفته‌اند و نگارنده به عنوان مدرس هردو گروه، این مجال را یافت تا به‌طور مشخص، نتایج حاصل از دو شیوه ترسیم را در فرایند آموزش ترسیم گره ده‌گند ارزیابی کند. به این ترتیب که در یک گروه که بر اساس چنین مدلی از تحقیقات، «گواه» یا «شاهد» خوانده می‌شود (Babbie, 2012: 498)، روش مرسوم (شیوه لرزاده - شعراف) بیان شد و هم‌زمان، برای گروه دیگر^۳، شیوه پیشنهادی این مقاله تدریس شد. در پایان، نتایج حاصل از ترسیمات هرگروه در چهار مقوله‌ی: «فهم راه‌حل و توانایی ترسیم صحیح»، «سرعت ترسیم»، «دقت ترسیم» و «ماندگاری ذهنی»، مطابق جدول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفته است. در اینجا باید یادآور شد که برای هر دو گروه مزبور، مبحث گره ده‌گند و روش ترسیم آن، در جلسه سوم ترم و بعد از بیان مقدماتی از ترسیمات هندسی و بیان مفهوم و کارکرد «واگیره» در رسم چند گره ساده انجام گرفته است. در مقوله ماندگاری ذهنی نیز در هر دو مقطع میانی و پایانی ترم، به شکلی سرزده و اعلام‌نشده و صرفاً برای اعتبار سنجی هر شیوه، ترسیم گره مورد بازپرسی قرار گرفته است (جدول ۱).

جدول شماره ۱: نتایج حاصل از آزمون دو شیوه ترسیم
Table 1: Results from testing two drawing methods

شیوه پیشنهادی مقاله (گروه تجربه) Suggested method of the article (Experience group)			شیوه لorzاده - شعرباغ (گروه گواه) "Lorzadeh- Sharbat" method (Control group)			روش ترسیم Drawing method	
درصد Percentage	تعداد دانشجو Number of students	تعداد پاسخ‌ها Number of responses	درصد Percentage	تعداد دانشجو Number of students	تعداد پاسخ‌ها Number of responses		
53.3	15	8	20	15	3	بدون نیاز به رفع اشکال و توضیح مجدد Without re-explain	فهم راه‌حل و توانایی ترسیم صحیح Understanding the solution and being able to draw it correctly
46.7	15	7	80	15	12	نیازمند یادآوری و توضیح مجدد With re-explain	
33.3	15	5	13.3	15	2	کمتر از ۵ دقیقه Less than 5 minutes	سرعت ترسیم Drawing speed
66.6	15	10	80	15	12	بین ۵ تا ۱۰ دقیقه Between 5 to 10 minutes	
0	15	—	8.3	15	1	بیشتر از ۱۰ دقیقه more than 10 minutes	
26.6	15	4	33.3	15	5	دقیق exact	دقت ترسیم The exactitude of Drawing
66.6	15	9	53.3	15	8	قابل قبول Acceptable	
8.3	15	2	13.3	15	2	نادقیق inexact	
86.6	15	13	60	15	8	میان‌ترم Midterm	ماندگاری ذهنی Mental persistence
66.6	15	11	40	15	4	پایان‌ترم Semester	

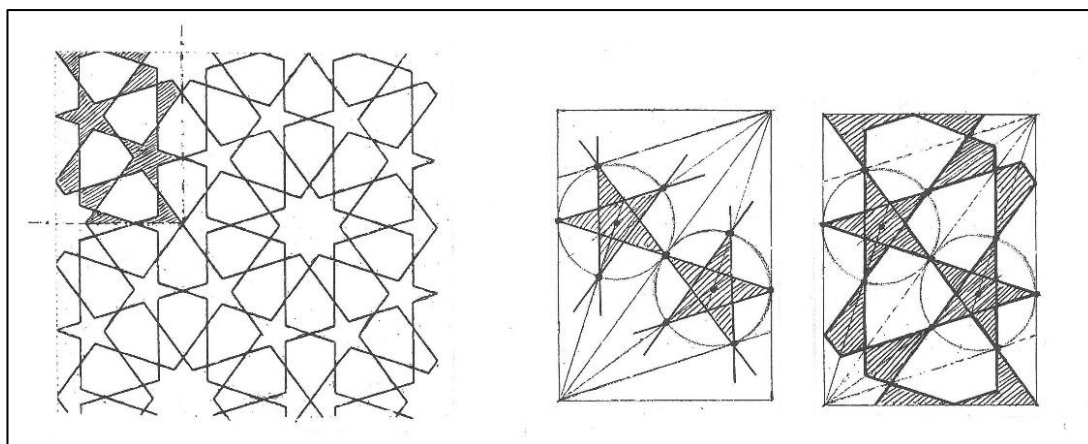
آن‌طور که از نتایج مندرج در جدول برمی‌آید، شیوه‌ی پیشنهادی به طرز چشمگیری در مقوله «فهم راه‌حل و توانایی ترسیم صحیح» که البته اساس یادگیری است، کاراتر است. چراکه تعداد ۸ نفر (بیش از ۵۳ درصد) از دانشجویان، در قدم اول، بدون نیاز به رفع اشکال و توضیح و راهنمایی مجدد، موفق به حل مسئله و رسم درست گره شده‌اند که نسبت به وضعیت متناظر آن در شیوه مرسوم یعنی ۳ نفر (۲۰ درصد)، تفاوتی آشکار را نشان می‌دهد. این تفاوت، در مقوله «ماندگاری ذهنی» راه‌حل‌ها نیز به‌وضوح دیده می‌شود. آنچنان‌که، ۸۶ درصد دانشجویان در میان‌ترم و ۷۳ درصد آن‌ها در پایان‌ترم، از مسیر شیوه پیشنهادی این مقاله، موفق به ترسیم گره شده‌اند. حال آنکه، در گروه دیگر، این میزان، به ۵۳ درصد برای میان‌ترم و ۲۶ درصد در پایان‌ترم، تقلیل یافته است که «فرار بودن» راه‌حل مرسوم را در قیاس با راه‌حل پیشنهادی نشان می‌دهد. از سوی دیگر، در موضوع «سرعت ترسیم» نیز کارایی بهتری را از روش پیشنهادی می‌توان دید. تنها در مقوله «دقت ترسیم» است که نتایجی کم‌وبیش مشابه حاصل شده است چراکه مجموع پاسخ‌های «دقیق و قابل قبول» در هر یک از دو گروه، ۱۳ نفر است.

۳.۶. تعمیم‌پذیری

مهم‌ترین امتیاز شیوه پیشنهادی که آن را از تمام روش‌های ترسیم متمایز می‌کند، ویژگی «تعمیم‌پذیری» آن است که به کمک آن می‌توان معمای ترسیم گره‌هایی غیر از ده کند را نیز حل کرد. آموزش تعمیم‌پذیر به روش‌هایی گفته می‌شود که یادگیری حاصل شده

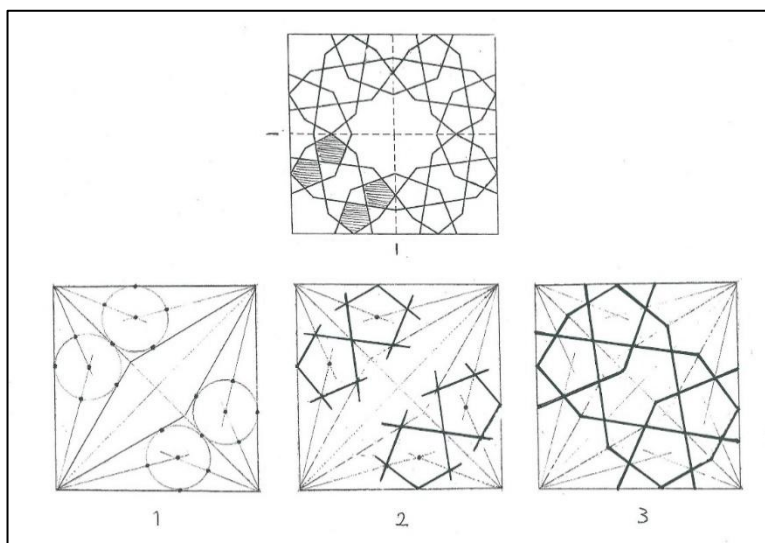
توسط یادگیرندگان را فراتر از موقعیت خاص آموزش ببرد و آن را به موقعیت‌ها و شرایط جدید و متفاوت نیز انتقال دهد؛ یعنی آنچه یاد گرفته‌شده است، تنها در همان شرایط کلاس یا محیط آموزش محدود نمی‌ماند، بلکه در شرایط عملی، واقعی و متنوع نیز کاربردی و مؤثر است (Hajian, 2019). این نکته را نباید از یاد برد که هرگاه شکلی از گره، به‌عنوان مثال در کاشی‌کاری یک بنا در نظر آید، درواقع، یک زمینه کامل حاصل از گسترش و تکرار چندباره «واگیره» است که از سوی مخاطب دیده و دریافت می‌شود؛ بنابراین، چنانکه لازم آید نقش گره با مقیاسی دیگر و درجایی دیگر مثل کلاس درس، بازترسیم و بررسی شود، قبل از هرچیز لازم است که آن الگوی تکرارشونده (واگیره) تشخیص و استخراج شود و سپس، از روی شکل آلات و نحوه استقرار آن‌ها، بتوان درفرآیندی معکوس از رسم گره، خطوط و زوایا و نقاط کلیدی در ترسیم واگیره را به‌دست آورد؛ بنابراین، شناخت آلات کلیدی و مناسبات هندسی آن‌ها، آن‌چنان که رویکرد این روش پیشنهادی است، در کشف رموز ترسیم بسیار مؤثر است.

«پنج‌گُند» همچنان که پیش‌تر در مبحث «مبانی نظری» عنوان شد، به‌عنوان یکی از آلات تعیین‌کننده و کلیدی، محاط در مثلثی است که در این مقاله به «مثلث کلید» تعبیر شده است؛ و اما ویژگی مهم این مثلث در این است که منحصر به «واگیره کُندوپنج» نیست» و در وضعیت‌های دیگری از ترسیم نیز می‌توان آن و پنج‌ضلعی محاطی داخلش را، بسته به اندازه و موقعیت زوایا حاصل کرد و به‌کار گرفت و این همان خصیصه ایست که «تعمیم‌پذیری» این روش پیشنهادی را به‌عنوان امتیاز اصلی آن ممکن می‌سازد. دربیانی واضح‌تر، باید چنین گفت که: با هیچ‌یک از روش‌های معمول ترسیم گره ده‌گُند (کُندوپنج)، نمی‌توان واگیره گره دیگری را رسم کرد حال آنکه به کمک این شیوه پیشنهادی، با تمرکز بر آلات پنج‌گُند (حتی تُند) و یافتن مثلث‌های محیط بر آن‌ها، به‌راحتی می‌توان پنج‌ضلعی‌های کلیدی را ترسیم و بعد از امتداد اضلاع، واگیره را تکمیل کرد (شکل‌های ۸ و ۹). این راه‌حل را نگارنده طی چندترم آموزشی حداقل برای پنج گره دیگر آزمون کرده است. در ادامه، نمونه ترسیمات دانشجویان برای رسم واگیره یک گره دیگر (گره هشت‌ودوازده‌گُند) با به‌کارگیری همین راه‌حل ارائه شده است (شکل ۱۰).



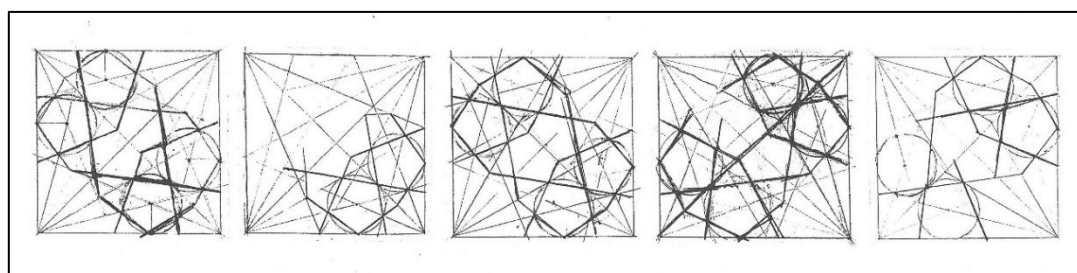
شکل ۸: کارکرد و «تعمیم‌پذیری» شیوه پیشنهادی، برای ترسیم گره «ده‌تُند» (به‌جای پنج‌ضلعی محاط در دایره، ستاره پنج‌پر ترسیم و اضلاعش امتداد می‌یابد - با شکل ۶ مقایسه شود).

Figure 8: The functionality and "generalizability" of the proposed method for drawing the "Gereh-e-Dahe-Tond" (instead of a pentagon enclosed in circles, a five-pointed star is drawn).



شکل ۹: کارکرد و «تعمیم‌پذیری» شیوه پیشنهادی، برای ترسیم گره «هشت و دوازده کُند» با یافتن مثلث‌های کلید (چهار مثلث در واگیره این گره) و دوائر محاط در آن‌ها

Figure 9: The functionality and "generalizability" of the proposed method for drawing the "Hasht-o-Davazdah-e-Kond" by finding the key triangles (four triangles in this case) and the circles enclosed in them.



شکل ۱۰: نمونه ترسیمات دانشجویان، با تعمیم روش پیشنهادی مقاله در یافتن راه‌حل ترسیم گره «هشت و دوازده کُند»

Figure 10: Some examples of students' drawings by generalizing the method proposed in the article in finding a solution to drawing the "Hasht-o-Davazdah-e-Kond".

۷. نتیجه‌گیری

در این مقاله، هفت شیوه متمایز از ترسیم «گره ده کُند» در قالب دو طیف از ترسیمات دسته‌بندی و معرفی شدند. در ادامه، بر مبنای طیفی از ترسیمات مبتنی بر تقسیم زاویه قائم و متأثر از یک شیوه، روشی جدید برای ترسیم گره پیشنهاد و ارائه گردید. شیوه پیشنهادی باهدف آموزش‌پذیری بهتر، به‌جای روندی از ترسیمات متوالی و دستوری از خطوط، مسیری هدفمند و مبتنی بر منطق ریاضی حاکم بر اشکال هندسی را با تمرکز بر کلیدی‌ترین آلت گره، یعنی «پنج کُند» و خوانش دایره و مثلث محیط بر آن، رهنمون می‌سازد. در این مسیر، اولاً مشخص و اثبات شد که برخلاف تصور رایج، آلت «پنج کُند» فقط در خانواده گره‌های ده (که زاویه قائم به ۵ قسمت تقسیم می‌شود)، یک پنج‌ضلعی منتظم است و در بقیه گره‌ها، باوجود نزدیک بودن اندازه اضلاع و زوایا، از نظر ریاضی امکان تشکیل پنج کُند به شکل «پنج‌ضلعی منتظم» وجود ندارد. مطلب دیگر، قابلیت یادگیری بهتر (فهم راه‌حل و توانایی ترسیم صحیح) و ماندگاری ذهنی بیشتر روش مزبور است. در این باب، مبتنی بر نتایج حاصل از یک آزمون تجربی در بین دوگروه از دانشجویان و در قیاس با شیوه رایج ترسیم (شیوه لُرزاده - شعرباف) در آموزش، مشخص شد که شیوه پیشنهادی به طرز چشمگیری در مقوله «فهم راه‌حل و توانایی ترسیم صحیح» که البته اساس یادگیری است، کارا تر است. علاوه بر آن، در دو مقوله «ماندگاری ذهنی» و «سرعت ترسیم» نیز، با روش پیشنهادی، نتایج به‌مراتب بهتری از ترسیم دانشجویان حاصل آمد. درنهایت، قابلیت «تعمیم‌پذیری» این شیوه به‌عنوان امتیاز اصلی آن در قیاس با دیگر روش‌های ترسیم، درمصادیقی از آموزش ترسیم گره‌های دیگر، از جمله گره «دوازده کُند» و گره «ده تَند» تبیین و ارائه شد.

پی‌نوشت

- ^۱ درواقع، ذکر نام میرزا حسین ولی‌اللهی در این بخش، از حیث رعایت امانت و تعهد اخلاقی نویسنده است که روش پیشنهادی را همچنانکه در متن هم تصریح شده است، به‌نوعی وامدار راه‌حل او می‌داند. وگرنه، شیوه مبنا و رایجی که در طول مقاله بارها و به‌صورت مکرر به‌عنوان روش معیار و رایج تعریف شده و جایگاه آن در آموزش، زیر عنوانی مجزا، تأکید و گوشزد شده است، همان روش لرزاده - شعریاف است همچنانکه در جدول نتایج آزمون هم، روش پیشنهادی مشخصاً با آن سنجیده و ارزیابی شده است.
- ^۲ «مجلس» تعبیری است که میرزا حسین ولی‌اللهی به‌کاربرده‌است (Jazbi, 1997: 154) و همان کادر مستطیل واگیره است.
- ^۳ این گروه را در چنین تحقیقاتی، گروه «آزمایش» یا «تجربه» نامیده‌اند (Babbie, 2012: 498).

منابع/References

- Akbari, N., Ayati, M., Zare-Moghaddam, A., Pourshafei, H. (2016). Lifelong learning is a necessity for teachers, the facilitating role of knowledge management. *National Conference of the Iranian Society of Philosophy of Education (Philosophy of Education and Continuous Learning)*.
- اکبری، نرگس؛ آیتی، محسن؛ زارع مقدم، علی؛ پورشافعی، هادی (۱۳۹۵). یادگیری مادام‌العمر ضرورتی برای معلمان، نقش تسهیلگر مدیریت دانش. همایش ملی انجمن فلسفه تعلیم و تربیت ایران (فلسفه آموزش و یادگیری مداوم).
- Aminpoor, A., Abouei, R., Hajebi, B. (2015). Suggesting a Model for Drawing Interlace Patterns in Islamic Architectural Ornaments. *Journal of Architecture and Urban Planning*, 8(15), 57-78.
- امین‌پور، احمد؛ ابویی، رضا؛ حاجبی، بیتا (۱۳۹۴). پیشنهاد مدلی برای ترسیم گرده در تزئینات وابسته به معماری اسلامی. نشریه نامه معماری و شهرسازی، (۱۵)، ۵۷-۷۷.
- Anbari Yazdi, F. (2016). *Geometry of Patterns 1. Educational Research and Planning Organization of the Ministry of Education, Commission for Planning and Compiling Textbooks in the Field of Handicrafts*. Tehran: Iranian Textbook Publishing Company.
- عنبری یزدی، فائزه (۱۳۹۵). هندسه نقوش ۱. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش، کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته صنایع‌دستی. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- Babbie, E. (2012). *Research Methods in the Social Sciences*. Volume 2. Translated by Reza Fazl. Tehran: Samt Publications.
- ببی، ایل (۱۳۹۱). روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی. جلد دوم. ترجمه رضا فاضل. تهران: انتشارات سمت.
- Bonner, F. (2012). *Islamic Geometric patterns: Their Historical Development and Traditional Methods of Derivation*. Springer-Verlag.
- Bourgoin, J. (1973). *Arabic Geometrical Patterns and Design*. New York: Dover Publications.
- Fereshteh Nejad, M. (1977). *Drawing and making Geometric of Patterns in Iranian architectural art*. Tehran: National Art Association Publications.
- فرشته‌نژاد، مرتضی (۱۳۵۶). گره‌سازی و گره چینی در هنر معماری ایران. تهران: نشر انجمن آثار ملی.
- Hankin, H. (1925). The Drawing of Geometric Patterns in Saracenic Art. *Memoires of the Archaeological Society of India (Calcutta)*, 15-25.
- Helli, A. A. (1986). *Geometric Patterns and Arches in Islamic Architecture*. Tehran: Helli Publishing.
- حلی، علی‌اکبر (۱۳۶۵). گره‌ها و قوس‌ها در معماری اسلامی. تهران: نشر حلی.
- Islampanah, M. H. (2017). *Explanation of the poem "Gereh-dar-Gereh"*. Kerman: Islampanah Publications. Karmania Publishing.
- اسلام‌پناه، محمدحسین (۱۳۹۶). شرح منظومه گره در گره. کرمان: نشر اسلام‌پناه. چاپ کارمانیا.
- Jazbi, S. A. (1997). *Appendix to the book Iranian Geometry (Application of Geometry in Practice)*. Written by Abu-Al-Vafa Mohammad Bozjani, translated by Seyyed Alireza Jazbi. Tehran: Soroush.
- جذبی، سید علیرضا (۱۳۷۶). ضمیمه کتاب هندسه ایرانی (کاربرد هندسه در عمل). تألیف ابوالوفا محمد بوزجانی، ترجمه سیدعلیرضا جذبی. تهران: سروش.

- Lee, A. (1987). Islamic Star Patterns. *Muqarnas*, 4, 182-197.
- Lorzadeh, Hossein (1979). *Revival of the Lost Arts*. Misplaced.
- [لرزاده، حسین (۱۳۵۸). *احیای هنرهای از یادرفته*. بی‌جا].
- Maher-al-Naqsh, M. (1983). *Design and Execution of Patterns in Iranian Tile Work*. Tehran: Reza Abbasi Museum Publications.
- [ماهرالنقش، محمود (۱۳۶۲). *طرح و اجرای نقش در کاشی‌کاری ایران*. تهران: موزه رضا عباسی].
- Moghaddas, B. (1401). Continuous learning and its importance in improving the mental development of Iranian learners. *Seventh National Conference on New Approaches in Education and Research*, Mahmoudabad, Iran.
- [مقدس، بهرام. (۱۴۰۱). یادگیری مستمر و اهمیت آن در بهبود رشد ذهنی فراگیران ایرانی. هفتمین کنفرانس ملی رویکردهای نوین در آموزش و پژوهش، محمودآباد، ایران].
- Raeeszadeh, M., Mofid, H. (1995). *Revival of the Lost Arts (According to Hossein Lorzadeh)*. Tehran: Mola Publishing.
- [رئیس زاده، مهناز؛ مفید، حسین (۱۳۷۴). *احیا هنرهای از یادرفته (به روایت استاد حسین لرزاده)*. تهران: مولا].
- Saeed, O., Parman, A. (1984). *Geometric Patterns in Islamic Art*. Translated by Masoud Rajabnia. Tehran: Soroush.
- [سعید، عصام؛ پارمان، عایشه (۱۳۶۳). *نقش‌های هندسی در هنر اسلامی*. ترجمه مسعود رجب نیا. تهران: سروش].
- Shafaei, J. (2002). *The Art of Geometric pattern in Architecture and Woodworking*. Tehran: Publication of the Association of Cultural Works and Merits.
- [شفایی، جواد (۱۳۸۰). *هنر گره‌سازی در معماری و درودگری*. تهران: نشر انجمن آثار و مفاخر فرهنگی].
- Sharbaf, A. (1983). *Geometric pattern and squinch net*. Tehran: National Organization for the Preservation of Antiquities of Iran.
- [شعرباف، اصغر (۱۳۶۲). *گره و کاربندی*. تهران: سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران].
- Valibeig, N., Nazarieh, N., Rahravi, S. (2018). Comparing Study of Mother Girih in the Drawing Methods Domain, with Offering an Unwritten Method. *Journal for history science*, 15(2), 251-274.
- [ولی‌بیگ، نیما؛ نظریه، نوشین؛ رهروی پوده، ساناز (۱۳۹۶). مطالعه مقایسه‌ای گره مادر در گستره شیوه‌های ترسیم با ارائه و معرفی شیوه‌ای نامکتوب. *نشریه تاریخ علم*, ۱۵ (۲)، ۲۵۱-۲۷۴].
- Zomarshidi, H. (1986). *Drawing of patterns in Islamic Architecture and Handicrafts*. Tehran: Daneshghaghi Press.
- [زمرشیدی، حسین (۱۳۶۵). *گره چینی در معماری اسلامی و هنرهای دستی*. تهران: دانشگاهی].