بازتاب نقش پنج ضلعی منتظم در نقوش هندسی معماری اسلامی ایران

بهناز منتظر* [۱]
حسین سلطان‌زاده [۲]

چکیده

یکی از ارکان اساسی معماری و تزئینات دوره‌ی اسلامی، استفاده از الگوهای هندسی در قالب سطوح تزیینی تحت عنوان "تزیینات هندسی" (گره‌ها) به منظور پوشش و فضاسازیِ بناهای اسلامی، طی قرون مختلف می‌باشد که بدون توجه به علم هندسه، اعداد و ریاضیات، ترسیم چنین گره‌هایی مقدور نمی‌باشد. یکی از این اعداد مقدس که نماد شکوفایی و زندگی بوده و همچنین به واسطه‌ی مفهوم و هندسه‌ی خویش، نقش مهمی در ساخت گره‌ها داشته است، عدد پنج می‌باشد. از این رو، مقاله‌ی حاضر، درصدد بررسی مفهوم هندسه، کاربرد و ارتباط آن، با اعداد و ریاضیات است. تا پس از بررسی عدد مقدس پنج، گره‌هایی را که به واسطه‌ی پنج ضلعی منتظم قابل ترسیم می‌باشند، شناسایی کرده و نحوه‌ی قرارگیری و میزان حضور آلت‌های تزیینی دیگر را در این گره‌ها بیابد. در انتها، با بررسی آثار موجود در بناهای اسلامی ایران، سعی در، یافت نمونه‌های موردی موفق از آن گره‌ها می‌باشد. لذا باتوجه به هدف نهایی، این مقاله به واسطه‌ی بررسی‌های کتابخانه‌ای و به کمک منابع متعدد و مطالعه‌ی اسناد خطی-تاریخی، با روش توصیفی-تحلیلی، سعی در بازتاب هندسه و عدد پنج در نقوش هندسی اسلامی را دارد. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که مجموعاً حداقل ۱۰ نوع گره دارای آلت پنج ضلعی منتظم وجود دارد. که این آلت به دلیل زوایای کند خود، در هیچ یک از "گره‌های تند" حضور ندارد. بر خلاف زوایای کند پنج ضلعی منتظم، شاهد حضور آلت شمسه‌ی تند ۱۰، در دوگره، در کنار پنج ضلعی منتظم می‌باشیم و در "گره تند و کند گیوه (موریانه)"، آلت شمسه‌ی تند و شمسه‌ی کند، بر خلاف عدم هماهنگی زوایای داخلی، به صورت همزمان در یک زمینه، قرار گرفته‌اند.

اهداف پژوهش :

۱. تبیین نحوه‌ی بازتاب عدد پنج و آلت پنج ضلعی منتظم، در هندسه‌ی نقوش اسلامی (گره‌ها)
۲. تبیین نحوه‌ی قرارگیری و جانمایی آلت‌های تزیینی هندسی در نقوش هندسیِ دارای آلت پنج ضلعی منتظم و تعیین میزان فراوانی آلت‌های تزیینی دیگر، در گره‌های دارای آلت پنج ضلعی منتظم

سوالات پژوهش :

۱. نحوه‌ی تجلی و بازتاب عدد پنج -خصوصاً پنج ضلعی منتظم- در هندسه‌ی نقوش اسلامی به چه صورتی است؟
۲. نحوه‌ی قرارگیری و فراوانی سایر آلت‌های تزیینی در گره‌های دارای آلت پنج ضلعی منتظم به چه صورتی می‌باشد و مصادیق آن، در نقوش هندسی طرح‌های اسلامی ایران، کدام است؟

واژگان کلیدی : هندسه، عدد پنج، پنج ضلعی منتظم، نقوش هندسی، گره.

[۱]. دانشجوی دکتری تخصصی معماری، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. Behnaz.montazer@qiau.ac.ir
[۲]. دانشیار معماری، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Hos.soltanzadeh@iauctb.ac.ir

مقدمه

هندسه و ویژگی‌های هندسی، در ساختار گونه‌های مختلف هنر اسلامی نقش اساسی دارد. که تاثیر مستقیم آن را، می توان در رشد و شکوفایی معماری بناهای اسلامی مشاهده کرد. استفاده از ترسیمات هندسی در هنر و معماری اسلامی، سابقه‌ای بس طولانی دارد که این خود گواه این مدعا است که، معماری گذشته‌ی ایران، بر پایه‌ی هندسه بنا شده است؛ که یکی از کاربردهای بارز آن، استفاده از هندسه در تزیین و نقش بندی سطوح می‌باشد[۳].

هندسه، اساساً پایه و بنیان آفرینش جهان می‌باشد که از دیرباز و در دیگر تمدن‌ها نیز، توجه ویژه‌ای به آن، گشته است. به نحوی که "در هنر اسلامی، تمامیت کائنات به وسیله‌ی هندسه، اعداد و الفبا تفسیر می‌شوند" (Akkach, 2005: xviii). در تقسیم بندی علوم از دیدگاه افراد مختلف، در بیشتر موارد، علوم هندسه، حساب، نجوم و موسیقی، در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. چنانکه ویتروویوس، در تعریف معمار آورده است که معمار، علاوه بر داشتن استعداد ذاتی، نیازمند آموزش و دانستن علوم مختلف نیز می‌باشد. وی در کتاب اول از ده کتاب معماری می‌نویسد: "معمار کامل باید طراحی با تجربه و هندسه دانی ماهر باشد. او باید با تاریخ به خوبی آشنا باشد، دانش فلسفه داشته باشد، موسیقی بداند، با طب آشنایی داشته باشد، قوانین حقوقی را بشناسد و درکی از نجوم و قوانین ستارگان داشته باشد" (Vitruvius, 2006: 11). فارابی در کتاب احصاالعلوم، علم تعالیم (ریاضیات) را به هفت رشته تخصصی (حساب، هندسه، علم نور و بصر، نجوم، موسیقی، علم اوزان و علم الحیل[۴])، تقسیم کرده است (فارابی، ۱۳۸۱: ۷۶-۹۴). فخرالدین رازی نیز علوم را به شصت علم تقسیم کرده است که از جمله آنها علوم هندسه، ارثماطیقی[۵]، مساحه، جبر و مقابله، جراثقیل و ... است (رازی، ۱۳۸۲: ۷۱-۷۳). در برخی از تقسیم بندی‌های علوم، ریاضیدانان قدیم، علم حساب و هندسه را نزدیک به هم می‌دانستند، چنانکه جعفر افندی در رساله خود به تدوین علم هندسه و حساب در یک کتاب توسط فیثاغورس اشاره کرده است (افندی، ۱۳۷۶: ۶۸). اما چنین به نظر می‌رسد که در کارهای معماری، نقش هندسه بسیار مهم‌تر از حساب بوده است. علم هندسه برای معمارها و بناهایی که با ابزار اولیه کار می‌کردند، کاربرد بیشتری داشته و برای تجسم شکل نهایی بنا، اهمیت بسیار داشته و نقش اساسی ایفا می‌کرده است[۶] (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۱۸۸). جایگاه دانش هندسه از

---

[۳]. البته بدان معنا نیست که طرح‌های هندسی، انحصاراً در خدمت هنر اسلامی می‌باشد. این گونه طرح‌ها، کمابیش در همه‌ی هنرهای سنتی –چه غربی و چه شرقی- دیده می شوند. برای مثال می‌توان به کاربرد آن در تزیینات شیشه پنجره‌های کلیساهای جامع گوتیک و همچنین ماندالاها اشاره کرد. اما بایستی توجه‌داشت که تنها در هنر معماری اسلامی است که این "اشکال هندسی مقدس"، گسترده شده، دارای ضابطه بوده و نهایتاً به کمال می‌گرایند.

[۴]. علم حیل، به هماهنگی و ارتباط میان آنچه که از دانش هندسه در ذهن معمار شکل می‌گیرد (هندسه نظری) و آنچه که باید بر مصالح پیاده کرد (هندسه عملی) می‌گویند (مهدی زاده سراج و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۸). که با علم مکانیک نیز در ارتباط است.

[۵]. الارثماطیقی، معرب کلمه ArithmeTique (فرانسوی) است که به معنای علم اعداد و حساب می‌باشد. چنانکه در رساله اخوان الصفا، جلد ۱ صفحه ۲۴ در چاپ مصر ۱۹۲۸ میلادی آمده است که: "ارثماطیقی معرفت به خواص اعداد و تطبیق آن با طبیعت موجودات است".

[۶]. چنانکه در کتاب "هندسه و تزیین در معماری اسلامی" نوشته گلرو نجیب اوغلو، به تاکید ارتباط معماری و هندسه عملی از دیدگاه افرادی چون: طاش کبری زاده، ابن خلدون، ابن اکفنی و عالم دوره ممالیک قلقشندی اشاره شده است ولی از نیاز آن بر حساب هیچ نگفته‌اند (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹: ۱۸۹-۱۹۰). از نظر نگارنده‌ی کتابِ ذکر شده، "حساب و هندسه از هم جدا بوده‌اند اما شیوه‌هایی قابل تبدیل به هم برای بیان مفاهیم ریاضی واحدی بوده‌اند که یکی بر زبان اعداد و دیگری بر اشکال هندسی اتکا داشته است" (همان: ۱۸۸).

دیرباز در معماری کهن - و انتقال آن به معماران، جهت توجه و درنظر داشتن آن، در ساخت و یا تزیین بناها - بدان اندازه بوده است که ابوالوفا بوزجانی (۳۳۰-۳۸۰/ ۹۵۱-۱۰۰۱) در بغداد جلسات و کارگاه‌های عملی برگزار می‌کرد که نیمی از شرکت کنندگان آن، معمار و نیمی دیگر ریاضی‌دانان بودند. او در این جلسات، بر ایجاد ارتباط بین هنر و ریاضی از راه به چالش کشیدن هنرمندان و ریاضی‌دانان با طرح مسائل مشترک تلاش می‌کرده است (بروک، ۱۳۸۷: ۸).

ریاضیات و هندسه از نخستین دانش‌هایی بودند که به انسان در شناخت، محاسبه و پیش بینی بعضی از پدیده‌ها یاری رساندند و در شماری از زمینه‌ها، دارای چنان قطعیت و محاسبه پذیری ای بودند که سبب شد، به عنوان یک دانش عالی برای بسیاری از امور اجرایی مانند کارهای محاسباتی، معماری، شهرسازی و بعضی از حرفه‌ها و مهمتر از آن، برای شناخت جهان و حتی فراتر از آن، برای شناسایی بعضی از پدیده‌های فوق طبیعت و آگاهی از افلاک مورد توجه قرار گیرند (سلطان زاده، ۱۳۹۴: ۱۷۱).

هندسه، چه به عنوان علم نظری و چه به عنوان علم عملی، همواره جایگاه والایی نزد متفکران داشته است. از طرفی دیگر، علم هندسه با تعابیری که از سوی فیثاغوریان نسبت به اعداد مطرح شده است، ارتباط داشته و از جمله راه‌هایی می‌باشد که به واسطه آن، می‌توان طبیعت و ماورا را شناخت. ایشان، از نخستین افرادی به شمار می‌آیند که به مفهوم انتزاعی اعداد، اهمیت می‌دادند. از نظر فیثاغورس، اعداد همان جوهر اشیا می‌باشد. که این نظر فیثاغورس، موجب بروز رازگونگی در مورد اعداد شد. که بعدها این مبحث، توسط افرادی چون اخوان الصفا در عالم اسلام دنبال گشت.

یکی از این اعداد مقدس که به صورت شعر در درامای پیکلمینی اثر شیلر آمده است، عدد مقدس ۵ است. که وی معنای سنتی ۵ را در شعر خود، چنین بیان می‌کند: "پنج نفس انسان است و به انسان مربوط می‌شود؛ درست همانگونه که انسان ترکیبی از خوب و بد است. پنج نخستین عددی است که از یک عدد فرد و یک عدد زوج ساخته شده است" (شیمل، ۱۳۸۸: ۱۱۷).

از آنجا که این پژوهش در پی بررسی نقش عدد پنج و خصوصاً پنج ضلعی منتظم و بازتاب آن در هندسه و طرح‌های اسلامی می‌باشد، سؤالات اصلی تحقیق، بدین گونه می‌تواند مطرح گردد که: "نحوه تجلی و بازتاب عدد پنج و خصوصاً پنج ضلعی منتظم در هندسه‌ی نقوش اسلامی (گره‌ها) به چه طریقی صورت پذیرفته است"؟ و "نحوه قرارگیری و فراوانی سایر آلت‌های تزیینی در گره‌های دارای آلت پنج ضلعی منتظم (پنج کند) به چه صورتی می‌باشد و مصادیق آن، در نقوش هندسی طرح‌های اسلامی ایران، کدام است"؟

از کهن‌ترین منابع موجود در زمینه‌ی هندسه، می‌توان به کتاب "هندسه ایرانی" ابوالوفا محمد بن محمد بوزجانی[۷] (بوزجانی، ۱۳۸۹) اشاره کرد. که وی در این کتاب، به ترسیم اشکال مختلف پرداخته است. رساله‌ی دیگری تحت عنوان "طاق و ازج" از غیاث الدین جمشید کاشانی (کاشانی، ۱۳۶۶) نیز موجود می‌باشد. که به شیوه‌های اندازه گیری ابعاد و مساحت شکل‌های هندسی مختلف پرداخته است.

۷. Abu al-Wafa Buzhjani (Abu al-Wafa Mohammad ibn Muhammad ibn Yahya ibn Ismail ibn al-Abbas al-Buzjani)

کتاب "نقش‌های هندسی در هنر اسلامی"، به بررسی و تحلیل الگوهای هندسی در غیاب واحدهای اندازه گذاری و صرفاً ترسیم آن، به کمک ابزار ساده ترسیمی چون پرگار و خط‌کش، از طریق جا دادن آن در یک "دایره مبنا" در اندازه‌های گوناگون، می‌پردازد. که سپس با قراردادن آن الگوها و نقش‌های مبنا در کنار یکدیگر، به نقش‌های هندسی و موتیف های خاص هر الگوی از پیش تعریف شده می‌رسد (سعید و پارمان، ۱۳۸۷).

کتاب "Islamic Geometric" که توسط آقای ذبیحیان در سال ۸۷ ترجمه شده است، به بررسی نحوه ترسیم اشکال پایه مربع، ۵ ضلعی و ۶ ضلعی به کمک پرگار و خط‌کش می‌پردازد و در نهایت به بررسی و ترسیم گام به گام نقوش و اشکال ترکیبی ساده تا پیچیده، مبتنی بر مربع و ۶ ضلعی پرداخته است (بروک، ۱۳۸۷).

کتاب دیگری در حوزه پژوهشی تحقیق، کتاب "نگاهی به کاشی کاری ایران" می‌باشد. که ابتدا به معرفی ابزارهای ترسیم و سپس به بررسی نقوش هندسی موجود در تزیینات هنر اسلامی پرداخته است (ماهرالنقش، ۱۳۸۶).

ولی بیگ، توکلی و خدادای (ولی بیگ و همکاران، ۱۳۹۵)، به بررسی تأثیر عامل هندسه و حساب بر میزان نیروی کار گره‌ها و نحوه اجرای کاشی کاری مسجدها، به کمک تناسبات حسابی و هندسی فرم‌های گره چینی کاشی‌های مسجد خیاط‌ها و نیم آورد پرداخته‌اند.

در حوزه اشکال، آقایانی چاوشی (آقایانی چاوشی، ۱۳۸۴)، روش‌های ترسیم پنج ضلعی منتظم ابوالوفای بوزجانی، لئوناردو داوینچی[۸] و آلبرشت دورر[۹] را که توسط خط‌کش و پرگار قابل ترسیم می‌باشند را، مورد تحلیل قرار داده و سپس نقاط قوت و ضعف هر یک را بیان کرده است.

در حوزه اعداد نیز، کتاب‌های مختلفی چون "راز اعداد" (شیمل، ۱۳۸۸) و "عدد، نماد، اسطوره" (نورآقایی، ۱۳۸۷) نوشته شده است. که به بررسی اعداد مختلف و مفاهیم آنها در میان سنت‌ها، فرهنگ‌ها، متون و مناطق جغرافیایی مختلف پرداخته است.

بدرالزمان قریب، در مقاله‌ای تحت عنوان "The Importance of the Numbers in Manichaean Mythology"[۱۰] به نقش مهم اعداد در اساطیر مانوی می‌پردازند. ایشان به طور خاص، به بررسی دو عدد مهم دوازده و خصوصاً پنج، که بیش از همه در این اسطوره نقش داشته است، پرداخته‌اند. از جمله: "پنج بزرگی قلمرو روشنی"، "پنج عنصر نیک سازنده بدن انسان نخستین" که "پنج پسر انسان نخستین (اورمزدبی)" نیز هستند و او، به همراه آنها، "پنج بار" به جنگ "پنج تاریکی" می‌رود، را می‌توان نام برد (Gharib, 1380).

تحقیقات بسیاری نیز در زمینه نقوش اسلامی، توسط افراد مختلفی[۱۱] صورت گرفته است. که اغلب بر چگونگی ترسیم

---

۸. Leonardo da Vinci.

۹. Albrecht Durer.

۱۰. اهمیت اعداد در اساطیر مانوی.

۱۱. افرادی چون پروفسور پیترلو، پروفسور راجرز پنروز، پاول اشتاین هارت، دکتر نجیب اوغلو، دکتر کرگ اس کپلان، فرود رونینگ.

این نقوش پرداخته‌اند. در حوزه گره چینی نیز، اساتید بزرگی بر روی جنبه‌های ترسیمی گره‌ها[۱۲]، شیوه ساخت و اجرای آن، کار کرده‌اند. اما هیچ تحقیق مشخصی مبتنی بر نقش عدد ۵ و ظهور ۵ ضلعی منتظم در هندسه و گره‌های اسلامی، صورت نگرفته است.

در راستای دستیابی به هدف نهایی، این پژوهش در دو مرحله صورت گرفته است. در مرحله اول، با روش توصیفی-تحلیلی و به صورت نظری، با کمک مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، به بررسی پیشینه مربوط به موضوع، مبانی نظری و چارچوب نظری تحقیق پیرامون هندسه، آرا متفکران در این حوزه و جایگاه آن در میان علوم مختلف و همچنین ارتباط میان هندسه، معماری، ریاضیات و اعداد، عدد پنج و پنج ضلعی منتظم پرداخته شده است. در گام دوم، آلت‌های منتج شده از عدد پنج و نقوش هندسی (گره‌هایی) که به واسطه پنج ضلعی منتظم قابل ترسیم می‌باشند، بررسی شده است تا طی دسته بندی‌های صورت گرفته، نحوه همنشینی و میزان تکرار و حضور آلت‌ها در گره‌های دارای پنج ضلعی منتظم، مشخص گردد. در راستای تهیه ترسیمات هندسی، اسناد تاریخی-خطی، کتب دانشمندان مسلمان و جهان، در زمینه‌های نظری هندسه و نحوه ترسیم آنها، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. نهایتاً با تحلیل آثار موجود در بناهای اسلامی ایران، این مقاله سعی در، یافت نمونه‌های موردی موفقی از آن گره‌ها شده است.

هندسه

از لحاظ مفهومی، "هندسه"[۱۳]، عبارت است از اندازه و شکل. که جزیی از علوم ریاضی می‌باشد. در واقع علمی است که در آن، از مقدارها و اندازه‌ها سخن آمده و هدف از آن، پدید آوردن احساس نظم و سامان بخشی میان عناصر مختلف یک اثر، می‌باشد. با مطالعه در اسناد مختلف علمی، می‌توان متوجه این موضوع شد که هیچ سند معتبری مبنی بر پیدایش اولین اندیشه‌های هندسی در قسمت‌های جغرافیایی و یا قومی خاص، وجود ندارد. اما با توجه به گفته‌های هرودوت[۱۴]، مورخ یونانی، هندسه در مصر تکوین یافته است[۱۵] و هندسه‌ی مبتنی بر اثبات و برهان، توسط یونانیان تدوین گشته است. که فیثاغورس نیز، اصول اولیه‌ی آن را، به عنوان پایه‌های منطق هندسه، بسط داد. که نهایتاً نتایج آن توسط اقلیدس، به صورت خلاصه درآمده است.

در جهان اسلام، دانشمندان عرب زبان، واژه‌ی "هندسه" را، در مقابل واژه‌ی یونانی "Geometry" انتخاب کرده‌اند. که این واژه، خود از دو واژه‌ی "Geo" به معنای زمین و "Meter" به معنای اندازه گیری، تشکیل شده است.

---

۱۲. افرادی چون آقاین لرزاده، زمرشیدی، شعرباف و ماهرالنقش...

۱۳. Geometry.

۱۴. Herodotus.

۱۵. بر اثر طغیان‌های هر ساله‌ی رود نیل و از بین رفتن مرزبندی‌ها و تقسیمات زمین بر اساس سیل، مصریان به عنوان عملی مقدس دست به بازسازی مرزها می‌زدند. "نزد مصریان، طغیان سالیانه‌ی آب رود نیل، نشانه‌ای از بازگشت ادواری آشفتگی اولیه‌ی آبی محسوب می شد و هنگامی که غلیان آن کاهش می‌یافت، کار دوباره سازی و تعیین مجدد مرزها آغاز می‌گردید. این عمل، هندسه نامیده می شد و بدان، به عنوان اصل دوباره برقرار کننده‌ی نظم و قاعده در روی زمین نگریسته می‌شد" (لولر، ۱۳۶۸: ۷).

واژه‌ی هندسه از ریشه "اندازه"، و هندسه، معرب آن است (فره وشی، ۱۳۵۲: ۷۵). اعراب در ترجمه‌ی این واژه با در نظر گرفتن این موضوع، آن را به واژه‌ی پارسی "اندازه" برگرداندند (تهانوی، ۱۳۷۸: ۱۷۴۴). و از آنجا که در زبان عرب، حرف "ز" پس از "د" واقع نمی‌شود، قلب به "س" شده است (خوارزمی، ۱۹۶۸: ۲۱۷). خوارزمی اشاره می‌کند که برخی این واژه را، معرب اندیشه می‌دانند که درست نیست (همان: ۲۱۷). فره‌وشی، این واژه را در زبان پهلوی، هنداچک[۱۶] نامیده است (فره وشی، ۱۳۵۲: ۷۵). المنجد نیز، این واژه را داری ریشه‌ی فارسی می‌داند و آورده است که دانش آن از ایران به عربستان رفته است. وی همچنین ریشه‌ی کلمه مهندس را، "هنداز" فارسی نامیده است (ابوالقاسمی، ۱۳۶۶: ۳۶۴). کلمه‌ی هندسه در قرآن و احادیث نیز، اشاره شده است. برای مثال، یکی از معانی کلمه "قدر" در قرآن کریم (طلاق:۳، قمر: ۴۹، قمر: ۱۲)، "تقدیر" می‌باشد که به معنای اندازه و اندازه گیری تعبیر شده است و پیوند تنگاتنگی با علم هندسه به عنوان علم تعیین اندازه‌ها دارد. امام رضا (ع) نیز در حدیثی در اصول کافی خطاب به یونس بن عبدالرحمن می‌فرماید: ".... قدر همان هندسه و مرزبندی است، مانند مقدار بقا و زمان فنا" (کلینی رازی، ۱۳۶۵: ۱۲۱). در واقع هندسه، دانش قدر و منزلت دانه‌های تشکیل دهنده‌ی اثر، فهم سنت میان آنها و در نهایت نظام همنشینی این ذرات با یکدیگر می‌باشد (حجت و ملکی، ۱۳۹۱: ۶).

فیثاغوریان، از نخستین افرادی بودند که به علم هندسه پرداختند. از نظر آنان، اصول هندسی، ازلی بوده و در معرض تغییر و زوال نیستند. وی بر این عقیده بود که، هدف نهایی هندسه، آماده کردن ذهن برای ادراک حیات کیهانی افلاک و رهیافت به روشی است که در آن به عالم نظم و سامان داده می‌شود. بعدها افلاطون (۳۴۸-۴۲۸/ ۹۶۹-۱۰۴۹)، شاگرد سقراط، تحت‌تأثیر مکتب فیثاغورس قرارگرفت. تا آنجاکه، بر سردر آکادمی خویش نوشت: "آن کس که هندسه نمی‌داند، نباید بدین مکان درآید"(Eves, 1990: 106). افلاطون، در کتاب جمهوری خود در مورد هندسه می‌نویسد: "{هندسه} .... شناسایی آن هستی است که هرگز دگرگون نمی‌شود، و نه شناسایی هستی‌هایی که تابع زمان‌اند و گاه پدید می‌آیند و گاه از میان می‌روند، .... {هندسه} نفس را به سمت حقیقت سوق می‌دهد و در انسان، روح حکیمانه می‌پروراند" (افلاطون، ۱۳۶۷، ج ۲: ۳۸). وی همچنین در کتاب تیمائوس خود، آفرینش هندسی عالم را توضیح می‌دهد[۱۷].

در تعریف و تقسیم بندی علوم، علم هندسه، جایگاه ویژه‌ای را در میان متفکران مسلمان نیز داشته است. برای مثال، فارابی هندسه را به دو بخش عملی و نظری تقسیم می‌کند. وی اضافه می‌کند که در هندسه‌ی عملی، درباره‌ی خطوط و سطوحی بحث می‌شود که با آن‌ها سروکار داریم. و در هندسه‌ی نظری، مباحث کلی و مطلق مطرح می‌شود (فارابی، ۱۳۸۱: ۷۷). ابن سینا، هندسه را علم شناخت وضع خطوط، اشکال، سطوح و نسبت‌ها می‌داند. وی، این مقادیر را، مشخص کننده‌ی وضع اشکال نسبت به یک دیگر می‌داند (ابن سینا، ۱۹۸۶: ۸۸). بیرونی، هندسه را، دانستن اندازه‌ها و خاصیت صورت‌ها و شکل‌ها که در جسم موجود است، تعریف می‌کند (بیرونی، ۱۳۵۲: ۲). و فخرالدین رازی نیز، تقسیم کمیت و اقسام آنها، معرفت اشکال و زوایا را به هندسه تعبیر می‌کند (رازی، ۱۳۸۲: ۱۴۵). وی در کتاب جامع

---

۱۶. Handachak.

۱۷. رجوع شود به دوره آثار افلاطون، جلد ۳، صفحه ۵۳.

العلوم ستینی می‌نویسد: "مهندس از احوال نقطه بحث می‌کند". در اینجا مقصود وی از مهندس، هندسه‌دان است و مراد از نقطه، احوال نقطه و وضعیت آن نسبت به یک خط یا صفحه می‌باشد (همان: ۵۰۵). ابن خلدون در تقسیم بندی خود از علوم، هندسه را یکی از علوم تعلیمی می‌داند و آن را اندیشیدن در مقادیر منفصل یا متصل بر می‌شمارد (ابن خلدون، ۱۳۷۵: ۱۰۰). ابوالحسن بیهقی (۴۹۳-۵۶۵ ق)، معروف به ابن فندق[۱۸]، روایتی از اسفزازی[۱۹]، منجم و ریاضیدان سده ۶ ق نقل می‌کند. که حاکی است، وی علم هندسه را مبنا و اساس معماری، و معمار و آجر چین را، ملزم به تبعیت از آن می‌دانسته است (Rasental, 1970: 7). بوزجانی نیز، دانش حساب را، به دو بخش نظری و عملی دسته بندی کرده است. حساب نظری آن است که بر کاغذ از محاسبات آید و حساب عملی، در محاسبات مالیات و صرافی‌ها و معاملات به کار می‌رود (قربانی و شیخان، ۱۳۷۱: ۲۰۳). در تعریفی دیگر، جعفر افندی، به بررسی معنای اصطلاحی هندسه پرداخته و در تعریف آن گفته است: "تعیین مقدار ذات چیزها و شکل‌هایی که بر اقتضای علم حساب به کار می‌رود". وی واژه‌ی هندسه را مأخوذ از هنداز دانسته و می‌گوید: "هنداز معرب اندازه است و اندازه فارسی است. .... پس {هندزه} به هندسه تبدیل شده و اسم فاعل آن را مهندس گفتند" (افندی، ۱۳۷۶: ۶۸-۶۹). او درباره‌ی مهندس[۲۰] می‌نویسد: "مهندس معرب است و اصل آن مهندز است. حرف ز به س بدل شده. هر دو به یک معناست" (همان: ۲۱۷).

علم اعداد و عدد پنج

فیثاغورس، از جمله فلاسفه‌ی برجسته یونان، واضع علم اعداد (الارثماطیقی) می‌باشد. که از نظر وی، علوم ریاضی، دارای اهمیت بسیاری است. به نحوی که عدد را، اصل وجود پنداشته و همه‌ی امور را، نتیجه‌ی ترکیب اعداد و نسبت‌های آن می‌داند. از نظر فیثاغورس، اعداد این قابلیت را دارند که بر صور هندسی نمودار شوند؛ یا فرد هستند که نشان از محدود و کامل بودن آنهاست و یا زوج، که نشان از نامحدود بودن و ناقصی آنها. اعداد علاوه بر نمودارهای هندسی، کنایه از حقایق ذهنی نیز می‌باشند. علاوه بر فیثاغورس، بسیاری از متفکران و فلاسفه‌ی قدیمی همچون قدیس توماس آکیوناس و اخوان الصفا نیز، بر اهمیت اعداد واقف بودند. تا آنجاکه، معتقد بودند پایه‌ی جهانی که در آن زندگی می‌کنیم، بر اساس اعداد شکل گرفته است.

افلاطون در تیمائوس (افلاطون، ۱۳۶۷، ج ۳: ۹۱)، خاک، هوا، آتش و آب را، عناصر بنیانی جهان دانسته است و اجسام افلاطونی را، هم ارز با این چهار عنصر قرار می‌دهد. مکعب با خاک، بیست وجهی با آب، چهاروجهی با آتش و هشت وجهی را به هوا نسبت می‌دهد. وی در مورد حجم پنج ام، یعنی دوازده وجهی، که از پنج ضلعی منتظم تشکیل شده است، می‌نویسد: «هنوز یک ترکیب پنجم باقی می‌ماند، که خدا از آن برای آراستن صور فلکی روی همه‌ی آسمان

---

[۱۸]. ابوالحسن علی بن زید، مشهور به ابن فندق و فرید خراسان، حکیم و ادیب و ریاضی‌دان معروف قرن ۱۲/۶ می‌باشد که وی کتاب‌هایی در زمینه‌ی تاریخ، نجوم، تفسیر و طب دارد.

[۱۹]. ابوحاتم مظفر، اهل ا سفزار (حوالی هرات)، ریا ضی‌دان دوره‌ی سلجوقی می‌با شد. که معا صر با خیام بوده و در هیئت، مکانیک و ریا ضی، متبحر بوده و کتب بسیاری در زمینه‌ی ریاضیات نوشته است.

[۲۰]. در گذشته، محاسبات و هندسه چندان پراهمیت بود که فقط معماران طراز اول و مقنی‌های دانشمند و نامی را مهندس می‌خواندند. (رضازاده اردبیلی، ۱۳۹۲:۲۹؛ ابوالقاسمی، ۱۳۸۵: ۳۵۹)

استفاده کرد». منظور او از آراستن صور فلکی، این است که دوازده وجه پنج ضلعی، به دوازده برج منطقه البروج و کل کیهان ارتباط دارد که نسبت زرین آن، بر شکل پنج ضلعی حاکم است.

در نتیجه، علم اعداد بر طبیعت حکم فرماست. هر عدد جدای از ظاهر خود، باطنی نیز دارد. که به واسطه‌ی آن، از دیگر اعداد متمایز می‌شود. در حوزه‌ی باورها و اعتقادات، برخی از اعداد همچون ۱، ۲، ۴، ۵، ۷، ۱۲، ۲۴، ۳۰، ۷۲ و ... علاوه بر ارزش کمی و حضور در مباحث ریاضی و فیزیک، دارای ویژگی‌های کیفی نیز بوده و جزو اعداد مقدس نیز به شمار می‌روند. در هندسه مقدس نیز، اعداد هرکدام دارای معنا و اعتبار خاصی می‌باشند. یکی از این اعداد مقدس که نماد زندگی و طبیعت می‌باشد، عدد پنج است.

برخی بر این معتقدند که پنج، نمادیست از بی کرانگی وجود و نمادهای قدرت، که کمال دایره را نیز شامل می‌شود. در ضمن، نشان دهندی چهار جهت اصلی، به اضافه مرکز نیز می‌باشد. همچنین پنج، عدد وصلت الهی است و به تعبیر شوان، حقایق و زیبایی‌ها، با نظریه وصال، به ملکوت متجلی شده و موجب خداگونگی می‌گردند (شوان، ۱۳۸۴). عدد پنج را به منزله‌ی شکوفایی یا جوهر حیات می‌شناسند. پنج در طبیعت نیز نقش حیات بخش دارد. مثلاً گل داوودی و گل سرخ مانند همه‌ی گیاهانی که میوه‌ی خوراکی دارند، پنج گلبرگی است. از این رو عدد پنج، نشانه‌هایی از غذای کامل را نزد انسان تداعی می‌کند. پنج ضلعی به منزله‌ی نماد زندگی، خاصه‌ی زندگی انسان است (لولر، ۱۳۶۸: ۱۲۲).

به کمک دانش کافی از هندسه در تناسبات، اعداد ویژه‌ای در طراحی بسیاری از بناها و یا نقوش تزیینی روی سطوحشان به کار رفته است. برای مثال در مورد کاربرد عدد پنج در معماری داریم:

تکیه تعزیه خوانی زاغرم فم تفرش[۲۱]، دارای دو شاه نشین ۵ ضلعی می‌باشد (عبدلی آشتیانی، ۱۳۸۹: ۱۸۷). در پایه‌ی گنبد مسجد گوهرشاد مشهد، یک ردیف سطوح پنج ضلعی مزین به گل و بته و نقطه‌ها در روی ستاره‌ی شکل‌های مزبور، قرار گرفته است (زمانی، ۱۳۵۲: ۵۲). در وسط اضلاع شمالی و جنوبی گنبد کاروانسرای مادر شاه، دو برج پنج ضلعی وجود دارد (احمدی، ۱۳۸۵: ۸۶). بخش اندرونی (حرم سرا) کاخ ناصرالدین شاه (ساختمان دیوان‌خانه)[۲۲]، دارای حیاط پنج ضلعی می‌باشد (قربانی، ۱۳۸۸: ۵۵). تقسیمات عرضی محور چهارباغ، بر عدد پنج مبتنی بوده است (بختیار نصرآبادی و همکاران،۱۳۹۴: ۴۷). همچنین تکیه بابا رکن الدین در اصفهان نیز، دارای پلان پنج ضلعی می‌باشد.

روش ترسیم پنج ضلعی منتظم از دیدگاه افراد مختلف

ابوالوفا بوزجانی، ابوسهل بیژن بن رستم کوهی[۲۳]، لئوناردو داوینچی، ادگال شریوتر و آلبرش دورر، هر یک روشی را برای

---

[۲۱]. محلی برای تعزیه خوانی می‌باشد. بعد از تکیه دولت تهران، دومین تکیه‌ای است که برای تعزیه خوانی توسط سید کاظم -از مستوفیان عهد ناصری- در سال ۱۲۷۴ هجری ساخته شده است. و همچنین تنها تکیه تعزیه خوانی در ایران می‌باشد که به شکل اولیه و دست نخورده باقی مانده است.

[۲۲]. این عمارت، که در دهستان شهرستانک از توابع شهر کرج و دسترسی آن از طریق جاده چالوس می‌باشد، در دوره‌ی حکمرانی ناصرالدین شاه و به دستور وی، ساخته شد. که پس از سقوط سلسله قاجار و عدم توجه و رسیدگی به آن، به منظور جلوگیری از ویرانی، در سال ۱۳۴۸ فدراسیون کوهنوردی از این مکان به عنوان جانپناه برای استقرار موقت کوهنوردان بهره برداری کرد. که نهایتاً در سال ۱۳۷۷، این بنا در آثار ملی ایران ثبت شد.

[۲۳]. Abū Sahl Wayjan ibn Rustam al-Qūhī (Abu sahl Bijan-e ibn Rustam Koohi)

ترسیم پنج ضلعی منتظم ارائه نموده‌اند. که در این بین تنها، ترسیم بوزجانی و شریوتر، شامل ترسیم پنج ضلعی منتظم با اضلاع و زوایای برابر می‌باشد.

داوینچی، نقاش و هنرمند برجسته‌ی ایتالیایی، رساله‌ای در مورد هندسه دارد. که در آن، به نحوه‌ی ترسیم پنج ضلعی منتظم، اشاره می‌کند[۲۴]. اما با توجه به اثبات آقای آقایانی چاوشی (آقایانی چاوشی، ۱۳۸۵: ۲۵)، ترسیم داوینچی، ترسیم دقیق یک پنج ضلعی منتظم نیست. تصویری از ترسیم وی را می توان در تصویر ۱ مشاهده کرد.

ترسیم دیگر (تصویر ۲)، متعلق است به دورِر. نقاش آلمانی، که وی نیز کتابی درباره‌ی ترسیمات هندسی نوشته است[۲۵]. که در آن، به بررسی و ترسیم پنج ضلعی منتظم نیز اشاره کرده است[۲۶]. اما پنج ضلعی حاصل از ترسیم آلبرش دورر نیز، پنج ضلعی منتظم نبوده. چرا که زوایای ترسیم وی، دارای عددهای مخالف ۱۰۸ درجه می‌باشد[۲۷].

ترسیم دیگر (تصویر ۳)، متعلق به ابوسهل کوهی می‌باشد. وی، سعی در محاط کردن پنج ضلعی منتظم در داخل مربع را داشته است. پنج ضلعی ترسیم شده‌ی وی نیز، پنج ضلعی منتظم نمی‌باشد. چرا که جدای از اینکه دارای زوایای نابرابر می‌باشد، اضلاع آن نیز به طور دقیق با یکدیگر برابر نیستند[۲۸].

اما از ترسیمات صحیح پنج ضلعی منتظم، می‌توان به ترسیمات مختلف (با راه حل‌های متفاوت) از بوزجانی و ریاضیدان آلمانی، "ادگال شریوتر"[۲۹] اشاره کرد. بوزجانی در کتاب "النجاره" با شش روش مختلف، پنج ضلعی منتظم را رسم می‌نماید. که در تمامی حالات، اضلاع و زوایا، با یکدیگر برابرند.[۳۰] در جدول ۱، برخی از انواع ترسیم‌های مختلفی از پنج ضلعی منتظم که توسط افراد مختلف ترسیم شده است را می‌توان مشاهده کرد.

---

[۲۴]. چنین بیان می‌کند: " هرگاه خط ab مفروض با شد، مثلث مت ساوی الا ضلاع abd را ر سم کن. c و سط ab را به d و صل نما و آن را به پنج ق سمت مساوی تقسیم کن، یک شاخه پرگار را روی e یعنی چهارمین قسمت dc قرار بده و با شاخه دیگر دایره‌ای ترسیم کن، به طوری که دو انتهای خط ab را دربربگیرد. مشاهده خواهی کرد که این خط ضلع پنج ضلعی خواهد بود" (Henry, 1884: 118-119).

[۲۵]. Albrecht Durrer, 1525, Underweysung der Messung mitdem Zirckel und Richtscheyt, Nurnberg

[۲۶]. طبق ترسیم دورر، داریم: "به شعاع مفروض r و به مراکز A,B,D سه دایره رسم می‌کنیم (D یکی از نقاط تلاقی دو دایره به مراکز A و B می‌باشد.) محل تلاقی وتر مشترک دو دایره A وB را E می‌نامیم. مطابق شکل EF و GE را رسم می‌کنیم تا دایره‌های A و B را به ترتیب در H و I قطع کنند. A و B و I و H چهار رأس پنج ضلعی هستند که رأس پنجم آن یعنی J نیز، به آسانی به دست خواهد آمد" (جذبی، ۱۳۸۹: ۶) & (Fourrey, 1924: 88) (Durer, 1995: 207-208).

[۲۷]. جهت احتساب اعداد دقیق، بازتر سیم با نرم افزار اتوکد، تو سط نگارندگان صورت گرفت. که این اعداد مشاهده شد: دو زاویه با درجه ۱۰۷,۰۳۸ و دو زاویه با درجه ۱۰۸,۳۶۶ و یک زاویه ۱۰۹,۱۹۲ درجه.

[۲۸]. جهت احتساب اعداد دقیق، بازتر سیم با نرم افزار اتوکد، تو سط نگارندگان صورت گرفت. که این اعداد مشاهده شد: دو ضلع با اندازه ۱۰,۰۰۰۷ و دو ضلع با اندازه ۹,۹۹۴۱ و یک ضلع ۱۰.

[۲۹]. وی نیز با فرض داشتن "شعاع معلوم از دایره مبنا" دو ترسیم برای پنج ضلعی منتظم ارائه می‌کند که البته تنها یکی، صحیح می‌باشد.

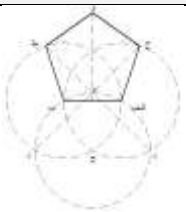
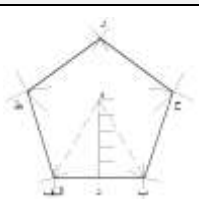
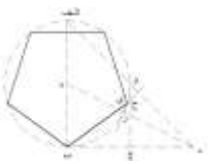
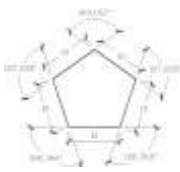
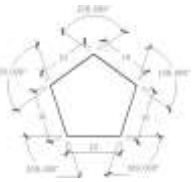
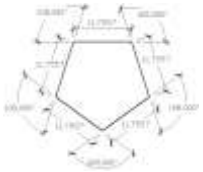
[۳۰]. رجوع شود به کتاب "النجاره" نو شته بوزجانی، ۱۳۶۹: ۳۵ الی ۷۲ که با طرق مختلف از جمله دو ترسیم با "داشتن طول پنج ضلعی"، سه ترسیم با "شعاع معلوم"، و همچنین "ترسیم پنج ضلعی در داخل مربع" می‌پردازد.

تصـــویر ۱: روش ترســـیم پنج ضـــلعی منتظم، توسط لئوناردو داوینچی (Url 1)

تصویر ۲: روش ترسیم پنج ضلعی منتظم، توسط آلبرش دورر (Fourrey, 1924: 88 & Durer, 1995: 207-208)

تصـــویر ۳: روش ترســـیم پنج ضـــلعی منتظم، توسط ابو سهل کوهی (کوهی، قرن ۴)

جدول ۱: انواع ترسیمات پنج ضلعی (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶)

طراح	آلبرشت دورر	لئوناردو داوینچی	ابوسهل کوهی	ابوالوفا بوزجانی	ادگال شریوتر
باز ترسیم					
اندازه گذاری					
ارزیابی	پنج ضلعی منتظم نمی‌باشد	پنج ضلعی منتظم نمی‌باشد	پنج ضلعی منتظم نمی‌باشد	پنج ضلعی منتظم می‌باشد	پنج ضلعی منتظم می‌باشد

گره

هنر ایرانی منطبق بر تزیین بوده و هنرمندان گذشته، نقش‌هایی را که کنایه و نشانه‌ای از اشکال و امور خارجی بوده‌اند را به تصویر کشده‌اند (پوپ، ۱۳۸۰: ۱). به طور کلی، نقوش تزیینی را می‌توان به سه گروه اصلی: نقوش حیوانی، نقوش

انسانی و نقوش هندسی (گره‌ها) تقسیم بندی کرد. "نقوش هندسی ترسیمی، ریشه در ریاضیات دارند و سازندگان و ترسیم کنندگان آنها به طور کامل با هندسه آشنا بوده‌اند" (Kaplan, 2004: 98). که بخش قابل توجهی از آن، به کارگیری استادانه‌ی نقوش هندسی بر روی سطوح آجری و کاشی می‌باشد (Rogers, 2008: 8). برنارد اوکین[۳۱]، تزیینات وابسته به معماری را در چهار گروه دسته بندی کرده است. که یکی از آنها، تزیینات هندسی می‌باشد (اوکین، ۱۳۸۴: ۱۵۰). این تقسیم بندی، جایگاه هندسه در میان هنرهای تزیینات را آشکار می‌سازد. "چنانکه گره چینی را نیز هنر تقسیم بندی هندسی فضا می‌دانند" (حصوری، ۱۳۸۵: ۱۳۳).

تزیینات وابسته به معماری دوران اسلامی، دربرگیرنده نقوش هندسی و غیرهندسی می‌باشد. بعد از ظهور اسلام، بناهای ساخته شده، بناهایی ساده و بدون تزیین بودند. از قرن دوم هجری، تزیینات به تدریج و به صورت محدود وارد بناها شدند. اولین تزیینات وارد شده با چرخش ساده‌ی آجرها و گاها کتیبه‌های آجری و استفاده از آجر در شکل‌های مختلف (همچون مقبره امیراسماعیل سامانی و گنبد قابوس)، همراه بود ولی از نقوش و گره‌های هندسی، اثری نبود. تا اینکه در دوره سلجوقی، در نماهای درونی و بیرونی بناهای مختلف، شاهد حضور گره‌های هندسی آجری بی رنگ و لعاب بودیم. گره سازی در معماری، ابتدا در آجرکاری سپس در گچ بری، کاشی، سنگ و نهایتاً بر روی آینه ظاهر شد. شاید بتوان قدیمی‌ترین بناهایی که دارای گره‌های آجری می‌باشند را، دو بنای برج خرقان (۱۰۸۰/۴۵۹) نام برد که در آنها، گره‌های آجری ساده اولیه به کار رفته و تا امروز نیز باقی مانده است. نفیس‌ترین نوع گره سازی گچی را در محراب مسجد جامع فریمود در قرن ۶ می‌توان مشاهده کرد. بیشترین کاربرد گره‌ها در کاشی می‌باشد که در برخی از بناها شاهد تلفیق آجر و کاشی در راستای تشکیل گره‌ها می‌باشیم. که برای نمونه می‌توان به سردر مسجد جامع ورامین اشاره کرد. این اتفاق در قرن ۷ معمول شد. گره سازی در سنگ، بیشتر به صورت بازوبندی جهت حاشیه متن، مانند سنگ فرش رواق دارالضیافه ورودی صحن حضرت رضا (ع)؛ یا در مواردی، طراحی پنجره‌هایی چون پنجره‌های سنگی صفه های صاحب و درویش مسجد جمعه اصفهان می‌باشد. گره سازی در آینه نیز بعد از دوره صفویه در ایران ظاهر شد که شاید بتوان اولین ظهور گره سازی در آینه را، در کاخ هشت بهشت اصفهان دانست.

بسیاری از سازندگان الگوهای جدید، از شیوه‌های سنتی بر اساس شبکه چندضلعی‌های منتظم و به نام گره چینی، نقوش مولد و کاشی کاری برجسته استفاده می‌کنند (Webster, 2013: 88). هنر گره سازی از دامنه بسیار وسیعی برخوردار است که استادان این هنر، در ممالک مختلف اسلامی، هر یک آن را با سلیقه قومی خود آمیخته‌اند.

گره، مجموعه‌ای از اشکال مختلف هندسی است که به طور هماهنگ و با نظمی خاص در زمینه‌ای مشخص در کنار هم به کار رفته است (سامانیان، ۱۳۸۷: ۷). کادر گره مرکب از تعدادی زمینه گره است که در داخل کادر تکرار شده است (زمرشیدی، ۱۳۶۵: ۵۵). هر زمینه‌ی گره، شامل مجموعه‌ای از اشکال هندسی و به تعبیری، ابزاری برای آفریدن اثر، می‌باشد. که به هر یک از آنها آلت می گویند. آلت‌ها بر اساس قواعد منظم، خطوط راست و بر پایه اشکال هندسی پدید آمده‌اند که از کنار هم قرار گرفتن آنها، نقوش هندسی گره شکل می‌گیرد. "این نقوش هندسی، برای قرن‌ها به عنوان

---

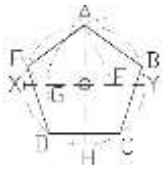
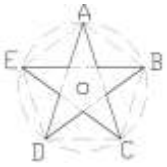
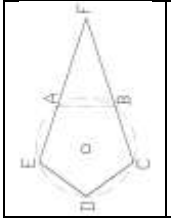
۳۱. Bernard O'Kane.

نقوش تزیینی بر دیوارها، سقف‌ها، بازشوها، گنبدها و مناره‌ها استفاده می‌شده‌اند" (Embi & Abdullahi, 2012: 27). یکی از آلت‌های پرکاربرد در هندسه نقوش ایرانی، آلت پنج کند یا همان پنج ضلعی منتظم می‌باشد.

گره چینی ایرانی[۳۲] یکی از رشته‌ها و حِرَف سنتی است که به نقوش هندسی تکیه دارد و بیننده در اولین برخورد با این هنر، تحت تأثیر نظم آن قرار می‌گیرد. بنابراین ویژگی آن، همان نظم هندسی و تعادل آن است. علت استفاده از اشکال هندسی خاص در گره چینی، این است که رموز خاص را در اشکال هندسی خاص دانستند (کیانمهر و خزایی، ۱۳۸۵: ۲۶-۳۸). گره، بسیار پردامنه است و به شطرنج معماران، معروف گشته که انواع بنایی آن که مورد نظر معماران می‌باشد، بعضاً با انواع گره‌های نجاری متفاوت است (رئیس زاده و مفید، ۱۳۹۱: ۱۴۱). گره‌ها انواع بسیاری دارند و با توجه به خاصیت زایشی آنها، توانایی ایجاد گره در داخل گره‌ای دیگر نیز، وجود خواهد داشت.

بسیاری از نقوش هندسی با استفاده از شیوه‌های ترسیمی چند ضلعی ایجاد شده‌اند (Bronner, 2012: 593). سه، چهار، شش و هشت ضلعی منتظم، از جمله اشکالی هستند که با قرار دادن آنها در کنار یکدیگر (صرفاً خود چندضلعی)، قابلیت پوشانندگی سطحی خاص را دارند. در حالیکه پنج ضلعی منتظم از این قاعده پیروی نمی‌کند. چرا که با قرار دادن آنها (صرفاً پنج ضلعی) در کنار یکدیگر، فضا و حفره‌ای خالی در بین اشکال پنج ضلعی، قرار می‌گیرد. اما نکته‌ای که در پنج ضلعی منتظم مورد توجه قرار می‌گیرد، تناسبات طلایی موجود در آن است که آن را نسبت به سایر اشکال متمایزتر می‌کند. در جدول ۲، انواع مختلف آلت در نقوش هندسی اسلامی، که از عدد ۵ می‌توانند منتج شوند، آمده‌است.

جدول ۲: آلات منتج شده از عدد پنج (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶)

نام آلت	حالت ایستا		حالت پویا			
	پنج ضلعی منتظم (پنج کند)	سلی	پنج پری تند	ترقه / سه پری / قمی	عروسک / موریانه	ترنج تند
تصویر						

با توجه به تعداد زیاد آلت‌ها، و با توجه به محدودیت و محور پژوهش، که حول پنج ضلعی منتظم می‌چرخد، بنابراین پژوهش حاضر به بررسی گره‌هایی که از پنج ضلعی منتظم تشکیل شده‌اند، می‌پردازد.

بدین منظور، ابتدا تمامی گره‌های مطرح شده توسط اساتید لرزاده، زمرشیدی، شعرباف[۳۳] و ماهرانقش، مورد بررسی قرار

---

[۳۲]. راجر پنرز اولین فردی ا ست که تواند ست الگوی تزیین‌های ا سلامی را تو ضیح دهد. وی دریافت که با ا ستفاده از زیر مجموعه‌ای از کا شی‌هایی که با اصول مشابهی تولید شده‌اند و مونتاژ آنها بر اساس مجموعه‌ای از قواعد هماهنگ سازی از پیش تعریف شده می‌توان کاشی کاری‌های نامتناوب از سطح، یعنی الگوهایی تنها با تقارن مو ضعی ایجاد نمود که امکان بـ سط و گـ سترش نامحدود آنها بدون تکرار وجود دارد. (بلیلان ا صل و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۶ به نقل از Henry, 2007: 8)

[۳۳]. گره‌های موجود در کتاب "شعرباف و آثارش" نوشته حسین پورنادری، ۱۳۷۹، از صفحه ۷۰-۲۰۵.

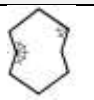
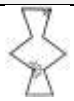
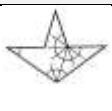
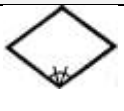
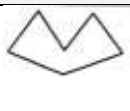
گرفته و از بین آنها، گره‌هایی که دارای آلت پنج ضلعی منتظم (پنج کند) می‌باشند، انتخاب و در جدول ۳، دسته بندی شده است. همانطور که در جدول شماره ۴، قابل مشاهده می‌باشد، گره‌های کند: سرمه‌دان چهارشمسه، سرمه‌دان، دو پنج (ام الگره)، طبل قناس، طبل سرمه‌دان، سرمه‌دان قناس بزرگ و سرمه‌دان قناس کوچک از دسته "گره‌های کند"؛ گره آلات لغت کند قمی از دسته "گره‌های کند و شل" و گره تند و کند گیوه (موریانه) و ده پیلی، از دسته "گره‌های تند و کند و شل"، به دلیل داشتن آلت پنج ضلعی منتظم انتخاب شده‌اند. که در جدول ۳، آلت‌های هر یک از گره‌ها، به تفکیک آمده است.

جدول ۳: گره‌های دارای آلت پنج ضلعی منتظم (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶)

نوع گره	نام گره	انواع آلت[۳۴]														
		پنج کند	شمسه کند ۱۰	ترنج کند	طبل	سرمه‌دان	گیوه	شش بند	شمسه تند ۱۰	شش شل	ترنج تند	موریانه	شش دواتی	ترقه	دو لنگه	تخمه
کند	سرمه‌دان چهارشمسه	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	سرمه‌دان	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	دو پنج (ام الگره)	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	طبل قناس	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	طبل سرمه‌دان	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	سرمه‌دان قناس بزرگ	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	سرمه‌دان قناس کوچک	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
کند و شل	آلات لغت کند قمی	+	+	+	–	+	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–
تند و کند و شل	تند و کند گیوه (موریانه)	+	+	+	–	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–
	ده پیلی	+	–	–	+	–	+	+	+	–	+	–	–	+	+	+

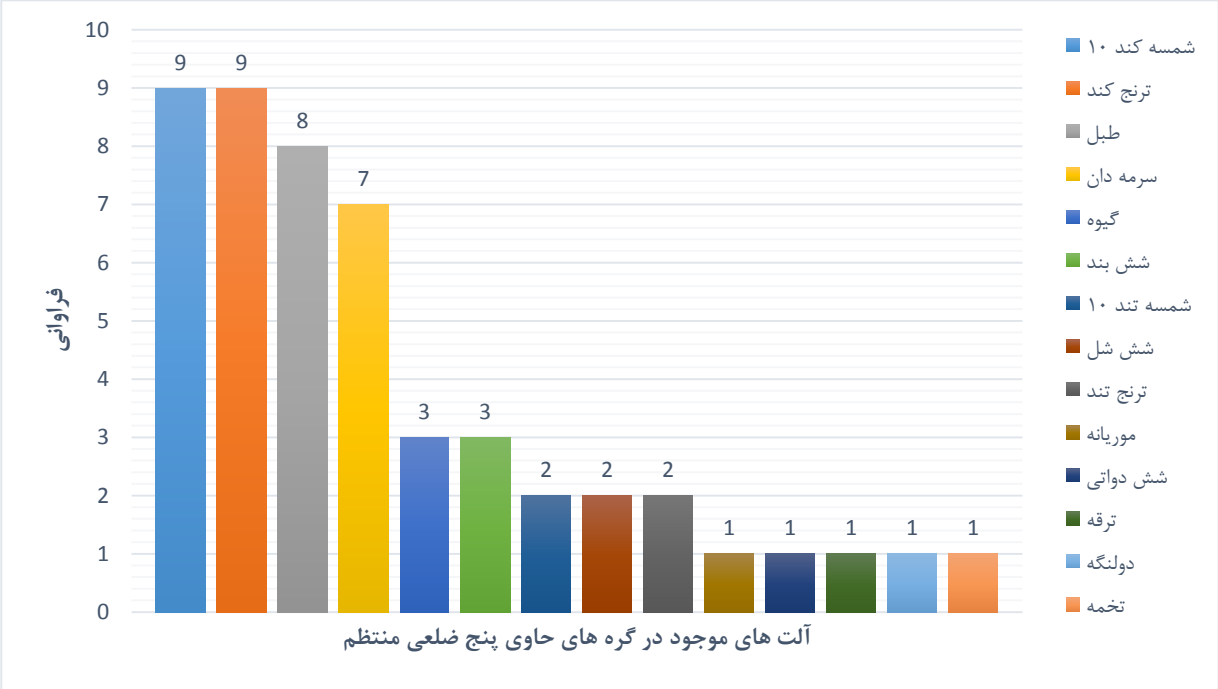
[۳۴]. گره‌های هندسی، بر اساس زوایای داخلی‌شان به پنج گروه، "گره کند"، "گره تند"، "گره شل"، "گره کند و شل" و "گره تند و شل" تقسیم بندی می‌گردد که ناشی از زوایای هریک از آلت‌ها وکنار هم نشتن آن‌ها می‌باشد. در جدول زیر، تصویر آلات مختلفی که در نقوش هندسی مختلف، همراه آلت پنج ضلعی منتظم (پنج کند) می‌آیند، قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۴: معرفی آلات مختلفی که در گره‌های دارای پنج ضلعی منتظم قرار دارند (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶)

انواع آلت	آلات گره کند					آلات گره شل			
	پنج کند	شمسه کند ۱۰	ترنج کند	طبل	سرمه‌دان	شش شل	گیوه	موریانه	شش دواتی
تصویر									
انواع آلت	آلات گره تند								
	شمسه تند	ترنج تند	شش بند	ترقه	تخمه	دو لنگه			
تصویر									

جدول ۵: جمع بندی میزان فراوانی حضور آلات مختلف در گره‌های دارای پنج ضلعی منتظم (پنج کند) (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶)

	انواع آلت													
	شمسه کند ۱۰	ترنج (کند)	طبل	سرمه‌دان	گیوه	شش بند	شمسه تند ۱۰	شش شل	ترنج تند	موریانه	شش دواتی	ترقه	دو لنگه	تخمه
فراوانی آلات مختلف درگره های جدول ۲	۹	۹	۸	۷	۲	۳	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱



نمودار ۱: میزان حضور هر یک از آلات در گره‌های جدول شماره ۳ (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶)

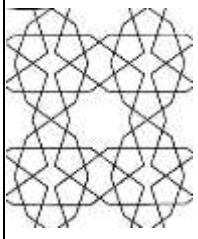
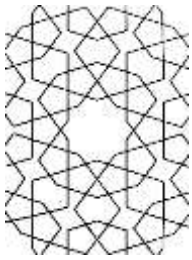
همانطور که در جدول شماره ۵ و نمودار شماره ۱، میزان فراوانی آلات مختلف در گره‌های حاوی پنج ضلعی منتظم را می‌بینیم، به ترتیب شمسه کند (۱۰)، ترنج کند و طبل بیشترین میزان فراوانی را در بین آلات در اختیار دارند. با بررسی‌های صورت گرفته ابتدایی بر روی انواع گره‌های موجود در ۵ دسته کند، تند، شل، تند و شل، و کند و شل، شاهد عدم حضور آلت پنج ضلعی منتظم در گره‌های دسته‌ی تند بودیم. که این موضوع، به واسطه‌ی زوایای تند گره‌های تند می‌باشد که قابلیت جانمایی در کنار آلت کند پنج ضلعی منتظم را ندارد.

شمسه، یکی از آلات اصلی در ساخت گره‌ها می‌باشد. که آلت‌های دیگر به واسطه زوایا و هندسه خاص خود، در اطراف

آن قرار می‌گیرند. در سری گره‌های دارای پنج ضلعی منتظم، به واسطه زوایای کند آلت مذکور، شاهد حضور غالب شمسه کند می‌باشیم. اما تنها در دو حالت، شاهد حضور شمسه تند در بین گره‌های دارای پنج ضلعی منتظم می‌باشیم. یکی در گره "تند و کند گیوه (موریانه)" و دیگری در گره "ده پیلی". نکته دیگر اینکه، در هر یک از گره‌ها، تنها یک شمسه با حالت کند یا تند قرار دارد اما در گره "تند و کند گیوه (موریانه)"، شاهد حضور هر دو نوع شمسه تند و کند در یک گره و در یک زمینه می‌باشیم. که با توجه به عدم هماهنگی زوایای داخلی این دو با هم، اما بسیار ماهرانه و زیبا به واسطه حضور آلات شش دواتی، موریانه و گیوه در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند.

ترنج و شمسه، متناسب با تند و کند بودن زوایای خود، لازم و ملزوم یکدیگرند چرا که ترنج به منظور پوشش فضا، همواره در اطراف شمسه قرار می‌گیرد. لذا در شمسه های تند، شاهد حضور ترنج تند و در شمسه های کند، شاهد حضور ترنج کند می‌باشیم. به جز در گره دو پنج (ام الگره)، – که به نحوی پایه‌ی گره‌های کند محسوب شده، و شمسه، ترنج و طبل، سه عنصر اصلی گره‌های پنج ضلعی منتظم را تشکیل می‌دهد – آلت سرمه‌دان، همواره در گره‌های کند حضور داشته است. به عبارتی؛ هرجا که شمسه کند وجود دارد، آلت سرمه‌دان نیز وجود دارد و در صورت وجود شمسه تند در گره‌ای، آلت سرمه‌دان به دلیل عدم هماهنگی زوایا، در داخل آن گره جای نمی‌گیرد. آلت طبل تنها در گره‌های دسته‌ی کند وجود دارد. و علت دیده شدن این آلت در گره‌های تند و کند و شل، به واسطه‌ی ارتباط دو واگیره[۳۵] با یکدیگر می‌باشد. چنانکه در شکل جدول ۶ نیز قابل مشاهده است، تنها در اتصال دو واگیره به یکدیگر نقش داشته و جز اصلی سازنده گره به حساب نمی‌آید. آلات گیوه، شش شل و شش بند در گره‌های شل، و گره تند و کند و شل دیده می‌شود. آلات شش دواتی و موریانه تنها در گره تند و کند گیوه (موریانه)، و آلات دولنگه و تخمه، تنها در گره ده پیلی حضور دارد. در گره تند و کند گیوه (موریانه)، سه آلت پنج کند، موریانه و ترقه که از عدد پنج منتج می‌شوند، در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. در جدول ۶، انواع گره‌های حاوی پنج ضلعی منتظم، همراه با نمونه‌های موردی برای هریک را، می‌توانیم مشاهده کنیم.

جدول ۶: نمود گره‌های هندسی دارای پنج ضلعی منتظم (پنج کند) در نمونه‌های موردی (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶)

نوع گره	گره		نمونه موردی		گره		نمونه موردی	
	گره	شکل هندسی	بنا	تصویر	گره	شکل هندسی	بنا	تصویر
کند	سرمه دان چهارشمسه		گنبد سبز – مشهد		سرمه دان		ایوان طلای ناصری بارگاه امام رضا	

[۳۵]. کوچک‌ترین جز قابل تکرار هر گره می‌باشد. به نحوی که با تکرار آن، زمینه گره حاصل می‌شود.

	دو پنج (ام الگره)		مدرسه چهار باغ اصفهان		طبل قناس		مسجد سپهسالار-تهران	
	سرمه‌دان قناس بزرگ		ایوان اتابکی حرم حضرت		سرمه‌دان قناس کوچک		گنبد سلطانیه-زنجان	
تند و کند و شل	تند و کند گیوه (موریانه)		بقعه سید نصرالدین-تهران		ده پیلی		گنبد سلطانیه-زنجان	
کند و شل	آلات لغت کند قمی		مقبره شیخ احمد جام-					

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، گره‌ها بافت‌های گوناگونی از شکل‌های منظم هندسی می‌باشند که بر اساس هماهنگی و تعادل نقش یافته‌اند (نوایی، حاجی قاسمی، ۱۳۹۰: ۱۷۶). ارزش این ترسیمات زمانی دوچندان می‌شود که بدانیم، ریاضیدانان به کمک خط کش[۳۶] (عموماً بدون اندازه[۳۷]) و پرگار[۳۸] به ترسیم می‌پرداختند. در مقیاس‌های بزرگ

[۳۶]. به آن مسطر می‌گفتند و منظور خط راستی است که در آن هیچ کجی نباشد، و از کلمه "سطر" گرفته شده است. چنانکه در دیوان ناصر خسرو آمده است: "گهی در علم اشکال مجسطی*که چون رانم بر او پرگار و مسطر" (خسرو، ۱۳۸۴: ۵۳۵).

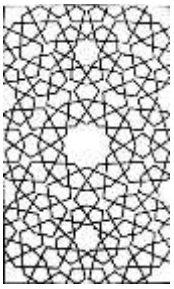
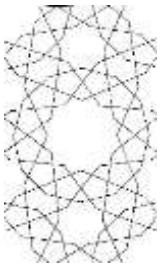
[۳۷]. به آن ستاره نیز می‌گفتند.

[۳۸]. که مراد از آن، ترسیم کردن دایره‌ها و قسمت کردن خطوط به قسمت‌های مساوی است. چنانکه در دیوان حافظ آمده است: "آن که بر نقش زد این دایره مینایی*کس ندانست که در گردش پرگار چه کرد" (حافظ، ۱۳۲۰: ۹۵). ریاضی دان ایرانی، ابوسهل کوهی، پرگاری را تحت عنوان "پرگار تام" اختراع کرد که به کمک آن، می‌توان خطوط قیاسی، مانند خطوط راست، دایره، بیضی، هذلولی و سهمی را با حرکات اتصالی ترسیم کرد (منتظر و سلطان زاده، ۱۳۹۶).

نیز از ریسمان کمک می‌گرفتند. چنانکه در مصر باستان، در راستای وضع تناسبات و ترسیم‌های معماری، از طناب و یا ریسمان به جای پرگار استفاده می‌کردند.

گره‌های اصلی‌ای که دارای آلت پنج ضلعی منتظم می‌باشند، در جدول ۳ دسته بندی گشته‌اند، که همگی دارای شمسه ۱۰ می‌باشند، در حالیکه برخی از این گره‌ها، با شمسه ۱۲ و ۹ نیز قابلیت ترسیم دارند. برای مثال گره کند ۹ و ۱۲ طبل قناس و گره کند ۹ و ۱۲ سرمه‌دان. همانطور که در شکل‌های زیر مشاهده می‌شود، در گره ۹ و ۱۲ سرمه‌دان، آلت‌های موجود در گره، همان آلت‌های موجود درگره کند ۱۰ سرمه‌دان می‌باشد، با این تفاوت که شمسه ۹ و ۱۲ به جای شمسه ۱۰ موجود می‌باشد. اما در گره کند ۹ و ۱۲ طبل قناس، جدای از اینکه شمسه ۱۰، حذف و شمسه ۹ و ۱۲ جایگزین گشته است، آلت سرمه‌دان نیز در آن موجود نمی‌باشد.

جدول ۷: گره‌های دارای شمسه‌ی ۹ و ۱۲ (ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶)

نوع گره	گره		نمونه موردی		گره		نمونه موردی	
	گره	شکل هندسی	بنا	تصویر	گره	شکل هندسی	بنا	تصویر
کند	۹ و ۱۲ سرمه‌دان		سقاخانه امامزاده یحیی، تهران		۹ و ۱۲ طبل قناس		مدرسه سپهسالار (شهید مطهری)- تهران	

نتیجه گیری

هدف از مقاله‌ی حاضر، شناخت مفهوم هندسه، ارتباط آن با ریاضیات و اعداد، بررسی نقش عدد پنج در معماری، تبیین نحوه‌ی تجلی و بازتاب پنج ضلعی منتظم در هندسه‌ی نقوش اسلامی (گره‌ها)، نحوه‌ی قرارگیری آلت‌های تزیینی در کنار یکدیگر و تعیین میزان فراوانی هر یک از آنها، در گره‌های دارای پنج ضلعی منتظم می‌باشد. که نهایتاً، نمونه‌های موردی از گره‌های ذکر شده، از بناهای اسلامی ایران قرار داده شده است.

با توجه به پژوهش صورت گرفته و مطالعه‌ی آرای متفکران و دانشمندان، می‌توان چنین استنباط کرد که، هندسه چه به صورت نظری و چه به صورت عملی، همواره جزئی از علوم مقدس دسته بندی شده و جایگاه والایی در تفکر اقوام مختلف و فرهنگ‌های گوناگون داشته است. پرداختن به این علم به صورت عملی، به گونه‌ای بازتابی از نظم موجود در عالم هستی تلقی می‌شود. به نحوی که ترسیم نقوش تزیینی هندسی بدون آن، امکان ناپذیر خواهد بود. جنبه‌های کمی هندسه - در ترسیم نقوش هندسی (گره‌ها) - در رعایت اعداد و اندازه‌ها و جنبه های کیفی آن، در رعایت تناسبات و

وحدت میان عناصر، خودنمایی می‌کند که این خود نشان از ارتباط علم هندسه، ریاضیات و اعداد می‌باشد.

نتایج حاصل از پژوهش، شمسه را به عنوان عامل اصلی وحدت بخش در تشکیل گره‌های دارای پنج ضلعی منتظم می‌داند که در تمامی گره‌های شناسایی شده (۱۰ عدد)، وجود دارد. در ۸ گره، شمسه‌ی کند و در یک گره، شمسه‌ی تند و در یک گره، شاهد حضور هم زمان شمسه‌ی تند و کند هستیم. آلت‌های شش دواتی، موریانه و گیوه، عامل اتصال دهنده‌ی اصلی، میان شمسه‌ی کند و تند در گره "تند و کند گیوه (موریانه)" به حساب می‌آیند. بر گرد شمسه، همواره ترنج قرار می‌گیرد که متناسب با زوایای شمسه، نوع ترنج نیز تغییر خواهد کرد. آلت سرمه‌دان، فقط در گره‌های کند حضور داشته و در مواردی که شاهد حضور شمسه‌ی تند ۱۰ بودیم، آلت سرمه‌دان در آن گره وجود نداشت که این موضوع، به خاطر زوایای متفاوت آلت‌ها می‌باشد. آلت طبل نیز از اجزای اصلی گره‌های "کند" می‌باشد. این آلت، به عنوان عامل ارتباط دهنده‌ی میان واگیره های گره ده پیلی نیز، حضور دارد ولی جزِ اصلیِ سازنده‌ی گره ده پیلی، محسوب نمی‌شود. برخی آلات نیز اختصاصی برای برخی گره‌ها به شمار می‌روند (در گره‌های دارای پنج ضلعی کند). که از آن بین می‌توانیم به حضور آلت دو لنگه و تخمه در "گره ده پیلی" و آلت شش دواتی و موریانه در "گره تند و کند گیوه (موریانه)" اشاره کرد. بنابراین پنج عدد مقدسی است که در هندسه‌ی مقدس اسلامی، در نقوش تزیینی هندسی، در راستای پوشش سطوح، در قالب نقوش هندسی اسلامی (گره‌ها)، به وفور کاربرد داشته است که از نمونه‌های آن می‌توان به موارد اشاره شده در جدول ۶ اشاره کرد. که در این بین، با مطالعات صورت گرفته در راستای یافت مصادیق، به نظر می‌رسد "گره کند دو پنج" و "گره چهارشمسه سرمه‌دان" بیشترین کاربرد و "گره ده پیلی" و "گره آلات لغت کند قمی" کمترین کاربرد را در تزیینات هندسی بناهای اسلامی ایران، به عهده داشته‌اند.

منابع

کتاب‌های فارسی

- ابن خلدون، ۱۳۷۵، مقدمه، ترجمه محمد پروین گنابادی، انتشارات علمی فرهنگی، تهران.
- ابن سینا، ۱۹۸۶، تسع رسائل فی الحکمه و الطبیعیات، تحقیق و تقدیم از حسن عاصی، بیروت، دار قابس
- ابوالقاسمی، لطیف، ۱۳۸۵، هنجار شکل یابی در معماری اسلامی ایران، به کوشش محمد یوسف کیانی، انتشارات سمت، تهران.
- افلاطون، ۱۳۶۷، دوره آثار افلاطون، ج ۲، جمهوری، ترجمه محمد حسن لطفی، چاپ دوم، انتشارات گلشن، تهران.
- افلاطون، ۱۳۶۷، دوره آثار افلاطون، ج ۳، تیمائوس، ترجمه محمد حسن لطفی، چاپ دوم، انتشارات گلشن، تهران.
- افندی، جعفر، ۱۳۷۶، رساله معماریه: متنی از سده یازدهم هجری، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، شرکت توسعه فضاهای فرهنگی.
- اوکین، برنارد، ۱۳۸۴، معماری تیموری در خراسان، ترجمه علی آخشینی، بنیاد پژوهش‌های اسلامی، تهران.
- بروک، اریک، ۱۳۸۷، نقوش هندسی در هنر اسلامی، ترجمه بهروز ذبیحیان، انتشارات مازیار، تهران.
- بوزجانی، ابوالوفا، ۱۳۶۹، النجاره، اننتشارات سروش، تهران.
- بوزجانی، ابوالوفا، ۱۳۸۹، هندسه ایرانی کاربرد هندسه در عمل، ترجمه سید علیرضا جذبی، انتشارات سروش، تهران.

- بیرونی، ابوریحان، ۱۳۵۲، التفهیم، به اهتمام جمال الدین همایی، مروی، تهران.
- پوپ، آرتور اپهام، ۱۳۸۰، شاهکارهای هنر ایران، ترجمه: پرویز ناتل خانلری، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.
- پورنادری، حسین، ۱۳۷۹، شعرباف و آثارش، انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، تهران.
- تهانوی، محمد علی، ۱۳۷۸، کشاف اصطلاحات العلوم و الفنون، جلد ۲، تقدیم از رفیق العجم، فاطمی، تهران.
- حصوری، علی، ۱۳۸۵، مبانی طراحی سنتی در ایران، انتشارات چشمه، تهران.
- خوارزمی، محمد بن موسی، ۱۹۶۸، جبر و مقابله، تقدیم و تعلیق از دکتر علی مصطفی مشرفه و محمد موسی احمد، دارالکتب العربی، مصر، قاهره.
- رازی، فخرالدین، ۱۳۸۲، جامع العلوم ستینی، تدوین توسط سید علی آل داوود، تهران: بنیاد موقوفات دکتر محمود افشار.
- رئیس زاده، مهناز، مفید، حسین؛ ۱۳۹۱، مبانی معماری سنتی در ایران به روایت استاد حسین لرزاده، انتشارات مولی، تهران.
- زمرشیدی، حسین، ۱۳۶۵، گره چینی در معماری اسلامی و هنرهای دستی، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- سامانیان، صمد، ۱۳۸۷، هندسه نقوش اسلامی و آموزش‌های فنی و حرفه‌ای رسمی، موسسه فرهنگی هنری شقایق روستا، تهران.
- سعید، عصام؛ پارمان، عایشه، ۱۳۸۷، نقش‌های هندسی در هنر اسلامی، ترجمه مسعود رجب نیا، انتشارات سروش، تهران.
- شمیل، آنه ماری، ۱۳۸۸، راز اعداد، ترجمه فاطمه توفیقی، قم: دانشگاه ایران و مذهب.
- شوان، فریتیوف، ۱۳۸۴، عقل و عقلِ عقل، ترجمه بابک علیخانی، انتشارات هرمس.
- فارابی، محمد بن محمد، ۱۳۸۱، احصا العلوم، ترجمه حسین خدیو جم، تهران: انتشارات بنیاد فرهنگ ایران.
- قرآن کریم.
- فره وشی، بهرام، ۱۳۵۲، فرهنگ پهلوی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- قربانی، ابوالقاسم؛ شیخان، محمد علی، ۱۳۷۱، بوزجانی نامه، تهران: انتشارات علمی فرهنگی.
- کاشانی، غیاث الدین جمشید بن مسعود، ۱۳۶۶، رساله طاق و ازج، ترجمه علیرضا جذبی، انتشارات سروش، تهران.
- کلینی رازی، محمد بن یعقوب، ۱۳۶۵، اصول کافی، نشر دارالکتب اسلامیه، قم.
- کوهی، ابوسهل بیژن بن رستم کوهی، رساله فی عمل مخمس متساوی الاضلاع فی مربع المعلوم. (رساله-قرن ۴)
- کیانمهر، قباد؛ خزایی، محمد، ۱۳۸۵، مفاهیم و بیان عددی در هنر گره چینی صفوی، کتاب ماه هنر، فروردین و اردیبهشت.
- لولر، رابرت، ۱۳۶۸، هندسه مقدس: فلسفه و تمرین، ترجمه هایده معیری، انتشارات علمی و فرهنگی، تهران.
- ماهرالنقش، محمود؛ ماهرالنقش، حسن، ۱۳۸۶، نگاهی به کاشی کاری ایرانی، تهران: کانون پرورشی فکری کودکان و نوجوانان

- نجیب اوغلو، گلرو، ۱۳۷۹، هندسه و تزیین در معماری اسلامی: طومار و توپقاپی، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، تهران :انتشارات روزنه.
- نوایی، کامبیز؛ حاجی قاسمی، کامبیز، ۱۳۹۰، خشت و خیال، تهران: انتشارات سروش.
- نورآقایی، آرش، ۱۳۸۷، عدد، نماد، اسطوره، انتشارات نقد افکار، تهران.

مقاله‌های فارسی

- آقایانی چاوشی، جعفر، ۱۳۸۴، مقایسه روش‌های ابوالوفا بوزجانی، لئوناردو داوینچی، آلبرش دورر در ترسیم پنج ضلعی منتظم، آینه میراث، دوره جدید سال سوم، صص ۱-۲۸.
- احمدی، عباسعلی، ۱۳۸۵، بررسی کاروانسراهای ناحیه شمال اصفهان- از صفویه تا قاجار، فصلنامه علمی فنی هنری اثر، شماره ۴۰ و ۴۱، صص ۸۱-۹۵.
- بختیار نصرآبادی، آمنه؛ پورجعفر، محمدرضا؛ تقوایی، علی اکبر، ۱۳۹۴، تحلیلی بر نقش زیباشناسانه هندسه در شکل گیری فضای شهری چهار باغ عباسی، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات شهری، شماره ۱۷، صص ۴۱-۵۳.
- بلیلان اصل، لیدا؛ ستارزاده، داریوش؛ خورشیدیان، ساناز؛ نوری، مریم؛ ۱۳۹۰، بررسی ویژگی‌های هندسی گره‌ها در تزیین‌های اسلامی از دیدگاه هندسه فراکتال، فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، شماره ششم، صص ۸۳-۹۵.
- حجت، عیسی؛ ملکی، مهدی، ۱۳۹۱، هم گرایی سه گونه بنیادین هندسی و پیدایش هندسه ایرانی، نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، دوره ۱۷، شماره ۴، صص ۵-۱۶.
- رضازاده اردبیلی، مجتبی؛ ثابت فرد، مجتبی، ۱۳۹۲، بازشناسی کاربرد اصول هندسی در معماری سنتی-مطالعه موردی: قصر خورشید و هندسه پنهان آن، نشریه هنرهای زیبا، دوره ۱۸، شماره ۱، ص ۲۹-۴۴.
- زمانی، عباس، ۱۳۵۲، گنبد دوپوش تزیینی در آثار تاریخی اسلامی ایران، هنر مردم، شماره ۱۳۱، صص ۴۳-۵۳.
- سلطان زاده، حسین، ۱۳۹۴، برخی علل اهمیت یافتن صورت‌های هندسی و بازتاب آن در معماری و شهرسازی تاریخی، نامه معماری و شهرسازی، شماره ۱۴، صص ۱۵۷-۱۷۳.
- عبدلی آشتیانی، اسدالله، ۱۳۸۹، امامزادگان و تکیه زاغرم تفرش، جاویدان میراث وقف، شماره ۷۱، صص ۱۷۸-۱۹۱.
- قربانی، نعیمه، ۱۳۸۸، شهرستانک، رشد آموزش تاریخ، دوره دهم، شماره ۴، صص ۵۴-۵۵.
- منتظر، بهناز؛ سلطان زاده، حسین، ۱۳۹۶، بازتاب ترسیمات هندسی ریاضیدان ایرانی، ابوسهل بیژن بن رستم کوهی در نقوش هندسی معماری، چهارمین کنفرانس ملی معماری و شهرسازی-پایداری و تاب آوری، از آرمان تا واقعیت، صص ۱-۱۱.
- مهدی زاده سراج، فاطمه؛ تهرانی، فرهاد؛ ولی بیگ، نیما، ۱۳۹۰، به کارگیری مثلث‌های هنجار در محاسبات ریاضی و پیاده سازی هندسه در ساخت و اجرای معماری سنتی ایران، نشریه مرمت آثار و بافت‌های تاریخی و فرهنگی، شماره اول، صص ۱۵-۲۶.
- ولی بیگ، نیما؛ توکلی، شفق؛ خدادای، نفیسه، ۱۳۹۵، بررسی ویژگی‌های حسابی و هندسی در ساختار اجرایی

کاشی‌های مسجد خیاط‌ها و نیم آورد اصفهان با نگاه به بهینه سازی مصالح مصرفی، مجله باغ نظر، شماره ۳۸، سال سیزدهم، صص ۲۶-۱۳.

کتاب‌های لاتین

- Akkach, S. (2005), Cosmology and Architecture in Premodern Islam, State University of New York Press, New York.
- Durrer, A. (1525), Underweysung der Messung mitdem Zirckel und Richtscheyt, Nurnberg
- Eves, H. (1990), An Introduction to the History of Mathematics, Sixth edition, Brooks Cole, New York.
- Fourrey, E. (1924), Procedes originaur de constructions geometriques, Paris
- Rasental, F. (1970), Eilhard Wiedeman, Aufsatze Zur Arabischen Wissenschaft Geschichte, Vol. 1, New York, G. Qlms.
- Rogers, E. (2008), Islamic Mathematics. Urbana, IL: University of Illinois at Urbana Champaign.
- Rose, N. (2014), the Golden Mean and Fibonacci Numbers.
- Vitruvius. (2006), the Ten Books on Architecture. Edited by Morris Hicky Morgan. London: Harvard University Press.

مقاله‌های لاتین

- Bonner, J. (2012), Creating Non-Systematic Islamic Geometric Patterns with Complex Combinations of Star Forms. Available from:
- http://bridgesmathart.org/2012/cdrom/proceedings/80/paper_80.pdf.
- Embi, M. R. Abdullahi, Y. (2012), Evolution of Islamic Geometrical Patterns. GJAT, (2): 27-38.
- Gharib, B. (1380), The Importance of the Numbers in Manichaean, Name-ye Iran-e Bastan, vol. 1, No. 2.
- Henry, Ch. (1884), Les manuscrits de Leonard de Vinci ET son enseignement geometriqu, Revve de L'enseignement secondaire ET de L'enseignement superieur, No. 3, 118-119.
- Henry, R. (2007), Pattern, Cognition and Contemplation: Exploring the Geometric, Art of Iran, Public lecture at the Middle East Association on 27 April. Published in the Journal of the Iran Society.
- Kaplan, C. S. H Salesin, D. H. (2004), Islamic Star Patterns in Absolute Geometry. ACM Transaactions on Graphics, 23 (2): 97-119.
- Webster, Ph. (2013). Fractal Islamic Geometric Patterns Based on Arrangements of {n/2} Stars. Proceedings of Bridges; Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture. 15th Annual Bridges Conference at Towson University Towson, Maryland, USA, 2012.

سایت اینترنتی

- Url1: http://www.gettyimages.com, 2017.4.30, 4 pm.

Persian Books (به ترتیب منابع فارسی)

- Ebn-e Khaldoon. (1375/1996) Moghaddame [Introduction] (M. Parvin Gonabadi, Trans). Tehran, Iran: Entesharat-e Elmi Farhangi.
- Ebn-e Sina. (1365/1986) Ta's-e Resae'l-e fi Al-Hakame va Al-Tabie'yat [Nine Letters in Governance and Nature], (Tahghigh: H, Asi). Beyroot: Dar-e ghabes.
- Abolghasemi, L. (1385/2006) Hanjar-e Shekl yabi dar Memari-ye Eslami-ye Iran [The Norm of Formation in Islamic Architecture of Iran]. Tehran, Iran: Entesharat-e samt.
- Aflatoon. (1376/1997) Dore-ye Asar-e Aflatoon, Jeld-e 2, Jomhoori [Periodicals Plato, C 2, Republic], (M. H. Lotfi, Trans) (2th Edition). Tehran, Iran: Entesharat-e Golshan.
- Aflatoon. (1376/1997) Dore-ye Asar-e Aflatoon, Jeld-e 3, Timaoos [Periodicals Plato, C 3, Timaeus] (M. H. Lotfi, Trans) (2th Edition). Tehran, Iran: Entesharat-e Golshan.
- Afandi, J. (1376/1997) Resale-ye Memari-ye: Matni az Sade-ye Yazdahom-e Hejri [Architectural Message: A Text from the Eleventh Century] (M. Ghayoomi Bidhendi, Trans). Sherkat-e Tose'e-ye Fazaha-ye Farhangi.
- Bernard, O. (1384/2005) Memari-ye Teymoori dar Khorasan [Timurid Architecture in Khorasan] (A. Akhshini, Trans). Tehran, Iran: Bonyad-e Pazhoohesh ha-ye Eslami.
- Eric, B. (1387/2008) Noghoosh-e Hendesi dar Honar-e Eslami [Geometric Patterns in Islamic Art] (B. Zabihiyan, Trans). Tehran, Iran: Entesharat-e Maziyar.
- Boozjani, A. (1369/1990) Al-Najjare [Carpentry]. Tehran, Iran: Entesharat-e Soroosh.
- Boozjani, A. (1389/2010) Hendese-ye Irani Karbord-e Hendese dar Amal [Iranian Geometry Utilizes Geometry in Practice] (A. Jazbi, Trans). Tehran, Iran: Entesharat-e Soroosh.
- Birooni, A. (1352/1973) Al-Tafhim [Understanding]. Be Komake J. A. Homaee, Tehran, Iran: Mervi.
- Pop, A. (1380/2001) Shahkarha-ye Honar-e Iran [Masterpieces of Iranian Art] (P, Natel Khanleri). Tehran, Iran: Sherkat-e Enteshart-e Elmi Farhangi.
- Poornaderi, H. (1379/2000) She'rbaf va Asarash [She'rbof and His Works]. Tehran, Iran: Enteshart-e Miras-e Farhanigi-ye Keshvar.
- Tahanavi, M. A. (1378/1999) Keshaf-e Estelahat-e Al-oloom va Al-fonoon [Extensions and Terms]. Jeld-e 2, Taghdim az R. Al-Ajam. Tehran, Iran: Entesharat e Fatemi.
- Hosoori, A. (1385/2006) Mabani-ye Tarahi-ye Sonnati dar Iran [Basics of Traditional Design in Iran]. Tehran, Iran: Entesharat e Cheshme.
- Kharazmi, M. A. M. (1347/1968) Jabr va Moghabele [Algebra], Taghdim az A. M. Moshrafe va M. M. Ahmad. Ghahere, Mesr: Darolketab-e Al-Arabi.
- Razi, F. (1382/2003) Jame Al-Oloom-e Setini [University of Science]. Tadvin: A. A'al-e Davood. Tehran, Iran: Bonyad-e Moghoofat-e Dr Mahmood Afshar.
- Raeeszade, M. Mofid, H. (1391/2012) Mabani-ye Memari-ye Sonnati dar Iran be Revayate Ostad Hossein Lorzade [Basics of Traditional Architecture in Iran by Professor Hossein Lorzadeh]. Tehran, Iran: Entesharat e Movalli.
- Zomorshidi, H. (1365/1986) Gerehchini dar Memari-ye Eslami va Honarha-ye Dasti [Girihs in Islamic Architecture and Handicrafts]. Tehran, Iran: Markaz-e Nashr-e Daneshgahi.

- Samaniyan, S. (1387/2008) Hendese-ye Noghoosh-e Eslami va Amoozeshha-ye Fanni va Herfe'ee-ye Rasmi [Islamic Geometry and Official Technical Education]. Tehran, Iran: Moasse-seye Farhangi Honari-ye Shaghayegh-e Roosta.
- Saeed, E. Parman, A. (1387/2008) Naghshha-ye Hendesi dar Honar-e Eslami [Geometric Roles in Islamic Art] (M. Rajabniya, Trans). Tehran, Iran: Entesharat e Soroosh.
- Shemil, A. M. (1388/2009) Raz-e Adad [The Secret of Numbers] (F. Tofighi). Ghom, Iran: Entesharat e Iran va Mazhab.
- Shovan, F. (1384/2005) Aghl va Aghl-e Aghl [Wisdom and Wisdom of Wisdom] (B. Alikhani, Trans). Tehran, Iran: Entesharat e Hermes.
- Farabi, M. B. M. (1381/2002) Ahsa Al-Oloom [Science Statistics] (H. Khadiv Jam, Trans). Tehran, Iran: Entesharat-e Bonyad-e Farhang-e Iran.
- Ghora'n-e Karim [Holy Quran].
- Ferehvashi, B. (1352/ 1973) Farhang-e Pahlavi [Pahlavi Culture]. Tehran, Iran: Entesharat e Daneshgah-e Tehran.
- Ghorbani, A. Sheykhan, M. A. (1371/1992) Boozjani Name [Letter of bouzjani]. Tehran, Iran: Entesharat e Elmi Farhangi.
- Kashani, Gh. J. B. M. (1366/1987) Resale-ye Tagh va Azj [Treatise of Arc] (A. Jazbi, Trans). Tehran, Iran: Entesharat e Soroosh.
- Koleyni-ye Razi, M. B. Y. (1365/1986) Osool-e Kafi [Usul al-Kafi]. Ghom, Iran: Entesharat e Dar Al-Kotob-e Eslami-ye.
- Koohi, A. B. R. Resale fi Amal Makhmas Motasavi Al-Azla fi Morabba' Al-Ma'loom [The treatise on the action of an Equal Five-Sided in the Square].
- Kiyanmehr, Gh. Khazayii, M. (1385/2006) Mafahim va Bonyan-e A'dadi dar Honar-e Gereh chini-ye Safavi [Concepts and Numerical Expressions in the Art of the Safavid Girihs]. Ketab-e Mah va Honar.
- Looler, R. (1368/1989) Hendese-ye Moghaddas: Falsafe va Tamrin [Sacred Geometry: Philosophy and Practice] (H. Moa'yyeri). Tehran, Iran: Entesharat e Elmi va Farhangi.
- Maher Al-Naghsh, M. Maher Al-Naghsh, H. (1386/2007) Negahi be KashiKari-ye IRani [Take a look at the Iranian Tile]. Tehran, Iran: Kanoon Parvareshi-ye Fekri-ye Koodakan va Nojavanan.
- Najib Oghloo, G. (1379/2000) Hendese va Tazeen dar Memari-ye Eslami: Toomar va Toopghapi [Geometry and Decoration in Islamic Architecture: Scroll and Topkapi] (M. Ghayoomi Bidhendi). Tehran, Iran: Entesharat e Rozane.
- Navayi, K. Hajighasemi, K. (1390/2011). Khesht va Khiyal [Clay and Fiction]. Tehran, Iran: Entesharat e Soroosh.
- Noor Aghayi, A. (1387/2008). A'dad, Nemad, Ostoore [Number, symbol, myth]. Tehran, Iran: Entesharat e Naghd-e Afkar.

Persian Articles

- Aghayani Chavoshi, J. (1384/2005) Moghayese-ye Ravesh ha-ye Abolvafa Boozjani, Leonardo Da Vinci, Albrecht Durer Dar Tarsim-e Panj Zel'ee-ye Montazam [Comparison

of the methods of Abolvafa Boozjani, Leonardo da Vinci, Albrecht Durer in the drawing of a regular pentagon]. Journal of Ayne-ye Miras, (3), 1-28.

- Ahmadi, A. (1385/2006) Barrasi-ye Karvansaraha-ye Nahiye-ye Shomal-e Esfahan-Az Safaviyye ta Ghajar [Study of the Caravansaries in the north of Isfahan - from Safavid to Qajar]. Journal of Asar, (40&41), 81-95.
- Bakhtiyar NasrAbadi, A. PoorJafar, M. R. Taghvayi, A. A. (1394/2015) Tahlili bar Naghsh-e zibashenasane-ye Hendese dar Sheklgiri-ye Faza-ye Shahri-ye Chaharbagh-e Abbasi [An Analysis of the Aesthetic Role of Geometry in the Formation of Urban Space Four Abbasid Gardens]. Journal of Motalea't-e Shahri, (17), 41-53.
- Balilan Asl, L. Sattarzade, D. Khorshidiyan, S. Noori, M. (1390/2011) Barrasi-ye Vizhegi ha-ye Hendesi-ye Gereh ha dar Tazeen ha-ye Eslami Az Didgah-e Hendese-ye Feractal [Studying the Geometric Properties of Girihs in Islamic Decoration in Terms of Fractal Geometry]. Journal of Motalea't-e Shahr'e Irani Eslami, (6), 83-95.
- Hojjat, I. Maleki, M. (1391/2012) Hamgerayi-e Se goone Bonyadin-e Hendesi va Peydayesh-e Hendese-ye Irani [The Convergence of Three Fundamental Geometric Forms and the Emergence of Iranian Geometry]. Journal of Honarha-ye Ziba-Memari va Shahrsazi, 17(4), 5-16.
- Rezazade Ardabili, M. Sabet Fard, M. (1392/2013) Bazshenasi-ye Karbord-e Osool-e Hendesi dar Memari-ye Sonnati-Motale'e ye Moredi: Ghasr-e Khorshid va Hendese-ye Penhan-e an [Recognition of the Application of Geometric Principles in Traditional Architecture - Case Study: Ghasr-e Khorshid and its Hidden Geometry]. Journal of Honarha-ye Ziba, 18(1), 29-44
- Zamani, A. (1352/1973) Gonbad-e Do Poosh-e Tazeeni Dar Asar-e Tarikhi-ye Eslami-ye Iran [Decorative Dome Decorated in Islamic Historical Monuments of Iran]. Journal of Honar-e Mardom, (131), 43-53.
- Soltanzade, H. (1394/2015) Barkhi Elal-e Ahammiyyat Yaftan-e Sooratha-ye Hendesi va Baztab an dar Memari va Shahrsazi-ye Tarikhi [Some Causes of the Importance of Geometric Shapes and Their Reflection in Historical Architecture and Urban Planning]. Journal of Nameye Memari va Shahrsazi, (14), 157-173.
- Abdoli Ashtiyani, A. (1389/2010) Emamzadeghan va Tekye-ye Zagharam-e Tafresh [Emamzadeghan and Tekye in Zagharam of Tafresh]. Journal of Javidan Miras-e Vaghf, (71), 178-191.
- Ghorbani, N. (1388/2009) Shahrestanak [Township]. Journal of Roshd-e Amoozesh-e Tarikh, 10(4), 54-55.
- Montazer, B. Soltanzade, H. (1396/2017) Baztab-e Tarsimat-e Hendesi-ye Riyazidan-e Irani, ABoo Sahl Bizhan Ben Rostam Koohi dar Noghoosh-e Hendesi-ye Memari [Reflecting the Geometric Drawings of the Iranian Mathematician, Abu Sahl Bizhan Ben Rostam Koohi in Architectural Geometric Patterns]. Chaharomin Conference-e Melli-ye Memari va Shahrsazi-Paydari va Tab Avari, Az Arman ta Vaghe'iyat, 1-11.
- Mehdizade Seraj, F. Tehrani, F. Vali Beyg, N. (1390/2011) Be Kargiri-ye Mosallasha-ye Hanjar dar Mohasebat-e Riyazi va Piyade Sazi-ye Hendese dar Sakht va Ejra-ye Memari-ye Sonnati-ye Iran [Usage of Normal Triangles in Mathematical Calculations and Geometry

Implementation in the Construction and Implementation of the Traditional Iranian Architecture]. Journal of Marammat-e Asar va Baftha-ye Tarikhi va Farhangi, (1), 15-26.

- Vali Beyg, N. Tavakkoli, Sh. Khodadadi, N. (1395/2016) Barrasi-ye Vizhegi ha-ye Hesabi va Hendesi dar Sakhtare Ejra-ee Kashiha-ye Masjed-e Khayyatha va Nim Avard-e Esfahan ba Negah be Behine Sazi-ye Masaleh-e Masrafi [Investigating the Arithmetic and Geometric Properties in the Construction Structure of the Masjed-e Khayyatha va Nim Avard of Esfahan by Looking at the optimization of consumer goods]. Journal of Bagh Nazar, 38(13), 13-26.

Reflecting the Regular Pentagon Role in Geometric Patterns of Islamic Architecture of Iran

Behnaz Montazer
Hossein Soltanzadeh

Abstract

One of the fundamental pillars of architecture and Islamic period decorations is using geometric patterns in the form of decorative surfaces named “Geometric decoration” (girih) In order to cover and spacing the Islamic monuments through different ages That without paying attention to geometry science, numbers and mathematics, drawing such girihs is not possible. One of these holy numbers, which is a symbol of flourishing and life, and also due to its concept and geometry, has played a significant role in the construction of girihs, is the number five. Hence, the present paper seeks to study the concept of geometry and its application, its relation to numbers and mathematics. Upon examining the Holy Number five, it identifies girih that can be drawn through a regular pentagon, and find the positioning and presence rate of other decorative motifs in these girihs. Finally, by studying the works in the Islamic monuments of Iran, it tried to find successful examples of those girihs. Therefore, in view of the final goal, this paper, by means of library studies and with the help of various sources and the study of lineal-historical documents, has descriptive-historical, analytical methods trying to reflect geometry and number five in Islamic geometric designs. The results of the research show that there are at least 10 types of girihs with a regular pentagonal motif. Due to its slow angles, it is not present in any of the "sharp girih". Contrary to the slow pentagonal angles, we see the presence of the “sharp Shamse 10” motif in two girih, along with the regular pentagon and in the "slow and sharp girih of the Giveh (Mooryaneh)", the sharp and slow Shamse motif are placed simultaneously in the same context, in spite of the discordance of the inner angles.

Purpose:

- Specify the reflecting of the number five and the regular pentagonal motif in Islamic geometry patterns (girih)
- Specify the positioning and placement of geometric decorative motifs in geometric patterns with regular pentagonal motif and determination of the frequency of other decorative motifs in the girihs with a regular pentagonal motif

Questions:

- How is the manifestation and reflection of the number five, and especially the regular pentagon in Islamic geometry patterns?
- How is the placement and abundance of other decorative motifs in girihs that have regular pentagonal motif, and what are its examples in the geometric patterns of Islamic designs of Iran?

Keywords: Geometry, Number five, Regular pentagon, Geometric patterns, Girih.