

نظریه‌ای درباره‌ی انتظام‌های هندسی معماری ایران^۱

صاحب محمدیان منصور^I، هادی ندیمی^{II}، زهره تفضلی^{III}

شناسه‌ی دیجیتال (DOI): 10.22084/nbsh.2019.16813.1780
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۲
(از ص ۲۲۷ تا ۲۴۹)

چکیده

مطالعات انجام‌شده در حوزه‌ی هندسه در معماری ایرانی بسیار دامنه‌دار و متفاوت است. در این مطالعات، «هندسه» به معانی گوناگون مورد نظر قرار گرفته، و تبعاً انواع مختلفی از -انتظام هندسی در معماری ایران- قابل شناسایی است. هر کدام از این انتظام‌های هندسی به طور منفرد در پیشینه‌ی پژوهش در معماری ایران مورد مطالعه فراوان قرار گرفته‌اند. اهمیت تبیین این انتظام‌های هندسی در نسبت با یکدیگر بسیار مهم و قابل توجه است و می‌تواند از بسیاری از خلط‌های رخ داده جلوگیری نماید. با توجه به توضیحات ارائه شده، مسئله‌ی اصلی این پژوهش آن است که، در آراء محققان معماری ایران، چه انواعی از انتظام هندسی را می‌توان شناسایی کرد؟ و فرضیه‌ی این پژوهش آن است که انتظام‌های هندسی در معماری ایران، دارای اقسام و مراتب مختلفی است که تاکنون به صورت واضح و روشنی در کنار هم تبیین نشده‌اند. در این تحقیق با روش تحلیل محتوای کیفی، آراء محققان در حوزه‌ی هندسه مورد بررسی قرار گرفته است. انتخاب متون در این پژوهش، براساس انتخاب هدفمند از میان متونی که به شبکه‌ی مفاهیم پیوسته با هندسه (مقولات اولیه)، در معماری ایران مرتبط هستند، انتخاب و کدگذاری اولیه شده است؛ سپس متون انتخابی براساس مشابهت‌های موضوعی طبقه‌بندی و نام‌گذاری شدند (مقولات محوری) و مجدداً همین مقولات محوری نیز در اساس مشابهت‌های موضوعی طبقه‌بندی و کدگذاری ثانویه شده‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که انتظام‌های هندسی موجود در معماری ایران عبارتند از: انتظام هندسی ابعاد انسانی، انتظام هندسی اقلیمی، انتظام هندسی نیارش، انتظام هندسی زیبایی‌شناسی فرمی و انتظام هندسی زیبایی‌شناسی آرایه‌ها. لازم به ذکر است که در نهایت، این انتظام‌های هندسی در یک منظومه‌ی درهم‌تنیده و غیرقابل انفکاک به نام «هندسه معماری ایرانی» تبلور می‌یابند و لذا هدف اصلی از تبیین آن‌ها کسب شناخت نسبت به هر کدام به صورت مجزا است که باعث تنویر ذهن و فهم سازوکار آن‌ها می‌شود.

کلیدواژگان: هندسه، انتظام هندسی، تحلیل محتوای کیفی، معماری ایرانی.

I. دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری دانشکده‌ی معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.
II. استاد گروه معماری، دانشکده‌ی معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران (نویسنده‌ی مسئول).
H_nadimi@sbu.ac.ir
III. استادیار گروه معماری، دانشکده‌ی معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۱. این مقاله برگرفته از رساله‌ی دکتری رشته‌ی معماری با عنوان: «برهمکنش انتظام‌های هندسی در معماری ایرانی»، صاحب محمدیان منصور است که به راهنمایی: هادی ندیمی و زهره تفضلی انجام شده است.

مقدمه

با این‌که «هندسه» مفهومی آشناست و تقریباً اغلب محققان از توجه به هندسه در معماری ایران سخن می‌گویند؛ اما طیف متفاوت آراء محققان نشان می‌دهد، زمانی‌که موضوع هندسه در معماری ایران مطرح می‌شود دقیقاً مشخص نیست که منظور از هندسه، کدامیک از مباحث ذیل می‌باشد؟

- مباحثی مانند پیمون، نظام مدولاسیون و اندازه‌گیری؛
- جهت‌گیری اقلیمی، ابعاد و نسبت سطح به حجم و...؛
- هندسه‌ی سازه‌های ایرانی؛
- مباحثی پیرامون تقارن، تناسب، توازن و...؛
- هندسه‌ی گره‌چینی‌ها و نقوش اسلیمی.

مسالیه اصلی در این تحقیق این است که، انواع انتظام‌های هندسی در معماری ایرانی چیست؟ در واقع باید گفت هرکدام از انتظام‌های هندسی به‌طور منفرد در ادبیات پژوهشی معماری ایرانی-اسلامی مورد بررسی و مطالعه‌ی فراوان قرار گرفته‌اند، اما بررسی صرفاً مجزای هر کدام از مباحث باعث شکل‌گیری خلط‌های فراوانی در درک و فهم و به‌کارگیری درست این انتظام‌های هندسی شده است. فرضیه‌ی حاکم بر این پژوهش این است که، انتظام‌های هندسی در معماری ایران، دارای اقسام و مراتب مختلفی هستند که تاکنون همه‌ی آن‌ها در کنار هم و با هم تبیین نشده‌اند و عدم پرداخت به همه‌ی انتظام‌های هندسی در کنار هم، باعث عدم درک جایگاه واقعی هر انتظام هندسی شده است.

پرسش‌های پژوهش: مهم‌ترین پرسش‌های این پژوهش عبارتند از: ۱. معنای هندسه چیست و در آراء محققان چه مفاهیمی با هندسه دارای ارتباط معنایی مشابه هستند؟ ۲. در آراء محققان معماری ایران، چه انواعی از انتظام‌های هندسی را می‌توان شناسایی کرد؟

روش پژوهش: از آنجا که بنیان این پژوهش براساس رجوع به آراء محققان و متون حاصل از پژوهش‌های انجام شده است، روش تحلیل محتوای متون می‌تواند بسیار راهگشا و مفید واقع شود و از آنجا که در این تحقیق، صرف محتوای ظاهری پیام مورد نظر نیست و محتوای پنهان پیام نیز مورد توصیف و تفسیر قرار می‌گیرد روش تحلیل محتوای کیفی انتخاب شده است.

روش تحلیل محتوای کیفی براساس رویکرد «مایرینگ» به استقرایی و قیاسی تقسیم می‌شود (عادل‌مهربان، ۱۳۹۴: ۴۱). در روش استقرایی، محققان خودشان را به امواج داده‌ها می‌سپارند تا شناختی بدیع برایشان حاصل شود؛ این حالت را مایرینگ، «مقوله‌ی استقرایی» نامیده است (ایمان & نوشادی، ۱۳۹۱: ۲۲). در این تحقیق در مرحله‌ی اولیه برای انتخاب متون از روش قیاسی، و پس از انتخاب متون از روش استقرایی استفاده شده است.

انتخاب متون در این پژوهش، براساس اصول تحلیل محتوای کیفی، براساس انتخاب هدفمند از میان متونی که به شبکه‌ی مفاهیم پیوسته با هندسه (مقولات اولیه)، در معماری ایران مرتبط هستند، انتخاب و کدگذاری اولیه شده است. سپس

متون انتخابی براساس مشابهت‌های موضوعی طبقه‌بندی و نام‌گذاری شدند (مقولات محوری) و مجدداً همین مقولات محوری نیز در اساس مشابهت‌های موضوعی طبقه‌بندی و کدگذاری ثانویه شده‌اند. هر کدام از این طبقات نیز به‌عنوان یک انتظام هندسی شناسایی و نام‌گذاری شده‌اند.

پیشینه‌ی پژوهش

بررسی پیشینه‌ی مطالعات انجام‌شده درخصوص - هندسه در معماری ایران - نشان می‌دهد که تاکنون طبقه‌بندی جامعی در این حوزه انجام نشده است و مطالعات انجام‌شده غالباً به‌صورت موردی و پراکنده است؛ و از آنجا که بنیان این تحقیق براساس رجوع به آراء محققان است، لذا کلیت پژوهش انجام‌شده به‌نوعی بررسی و تحلیل آثار پژوهشی محققان است که در متن پژوهش به این مطالعات پراکنده به‌صورت جدی پرداخته شده است. اما در بخش پیشینه‌ی تحقیق سعی شده است به پژوهش‌هایی که به‌طور جامع‌تر به موضوع هندسه و انواع آن پرداخته‌اند، اشاراتی انجام شود.

«محمدکریم پیرنیا» درخصوص هندسه مطالب فراوانی نگاشته است و در غالب آن‌ها رویکردی اساساً توصیفی دارد. در مقاله‌ی «چفدها و طاق‌ها» و هم‌چنین مقاله‌ی «گنبد در معماری ایران» (پیرنیا، ۱۳۹۰: ۲۲۳-۲۷۷) هندسه‌ی بسیاری از سازه‌های ایرانی را مورد بررسی قرار داده است؛ هم‌چنین در کتاب آشنایی با معماری اسلامی ایران (پیرنیا، ۱۳۷۸: ۱۵۸) که «غلامحسین معاریان» آن را تدوین نموده است، درخصوص نظام مدولاسیون پیمون مواردی را مطرح نموده است. درخصوص سایر مباحث هندسی مطرح‌شده در این مقاله هم به‌صورت بسیار پراکنده و گسسته مطالبی عنوان نموده است، اما به‌صورت جامع و سامان‌یافته به همه‌ی انواع انتظام‌های هندسی مطرح‌شده در این مقاله پرداخته است.

«گلو نجیب‌اوغلو» در کتاب هندسه و تزئین در معماری اسلامی (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۳-۷۳) نیز به‌صورت جامعی به مباحث هندسی پرداخته است و رویکردی اساساً تاریخی دارد. نجیب‌اوغلو در این کتاب، بیشتر به هندسه‌ی تزئینات پرداخته است، اما اشاراتی هم به شبکه‌های زیرساختی و بعضی آرایه‌ها و سازه‌ها نیز دارد؛ هم‌چنین به مباحث ریاضیاتی، زیبایی‌شناسی، وجوه جغرافیایی و ریشه‌شناسی تاریخی هندسه پرداخته است. در این کتاب نیز با همه‌ی جامعیتی که در حوزه‌ی هندسه دارد، اما به‌گونه‌شناسی اقسام انتظام‌های هندسی پرداخته و حتی در حوزه‌ی بعضی انتظام‌های هندسی پرداخته شده در این مقاله نظیر «انتظام‌های هندسی متأثر از اقلیم و سازه» اصلاً پرداخته نشده است.

«عبدالحمید نقره‌کار» نیز در کتاب درآمدی بر هویت اسلامی معماری و شهرسازی (نقره‌کار، ۱۳۸۷: ۴۰۶-۴۲۳) در مبحث هندسه و تناسبات به مباحث مختلفی در حوزه‌ی هندسه پرداخته است؛ رویکرد حاکم بر این پژوهش، بیشتر رویکردی تفسیری است و به جایگاه هندسه در نظام عالم می‌پردازد. نقره‌کار در این کتاب به انتظام هندسی پیمون، تناسبات، تناسبات طلایی و قوانین هندسی پرداخته است

و هم‌چنین به ارائه‌ی نظام‌های طبقه‌بندی تفسیری نظیر «هندسه‌ی خود بنیاد و انسانی» پرداخته است. در این کتاب نیز هیچ اشاره‌ای به انتظام‌های هندسی متأثر از اقلیم یا سازه نشده است و می‌توان گفت که در حوزه‌ی طبقه‌بندی اقسام انتظام‌های هندسی جامعیت لازم را ندارد.

«کامبیز نوایی» و «کامبیز حاجی قاسمی» در کتاب خشت و خیال (نوایی و حاجی قاسمی، ۱۳۹۰: ۴۰-۲۷۵) به بررسی نسبتاً کاملی درخصوص -هندسه در معماری ایرانی- پرداخته‌اند. در این کتاب در مبحث نظم بلورین، درخصوص تقارن، مرکز، محور، جهت، در مبحث گوهری در درون، درخصوص هندسه‌ی سازه‌ها و آرایه‌ها و در مبحث تاروپود پنهان، درخصوص نظام هندسی پنهان حاکم بر پلان و در مبحث نقش عجب نیز درخصوص هندسه‌ی گره‌ها به‌طور مفصل مطالبی مطرح شده است. اولین نکته درخصوص این کتاب این است که، به‌صورت روشن و واضحی به طبقه‌بندی اقسام انتظام‌های هندسی نپرداخته است و دومین مطلب نیز عدم اشاره به انتظام هندسی متأثر از ابعاد انسانی (که در معماری ایرانی به‌صورت نظامی از پیمون جلوه‌گر می‌شود) و انتظام هندسی منبعث از اقلیم است.

تعریف انتظام هندسی و شناسایی شبکه‌ی مفاهیم پیوسته با هندسه

انتظام هندسی، متشکل از دو واژه است که ابتدا به تعریف هرکدام به‌طور مجزا می‌پردازیم. برای انتظام، نظم یا نظام در ادبیات پژوهشی چنین تعریفی موجود است. «نظم: کلام موزون، مقابل نثر/ مروارید به رشته کشیده/ ترتیب، آراستگی، سامان، پیوستگی، انتظام، به سامانی/ نظام» (دهخدا، ۱۳۷۷: ۲۲۵۶۳). «نظام: رشته مروارید و جزء آن/ واسطه نظم و آراستگی/ اسلوب، قاعده، ترتیب» (دهخدا، ۱۳۷۷: ۲۲۵۶۳).

«انتظام: در کشیده و راست گردیدن مروارید/ در رشته کشیدن چیزی به ترتیب نیکو، سامان گرفتن، منظم شدن، پیوستگی به سامانی آراستگی» (دهخدا، ۱۳۷۷: ۳۴۵۴).

لغت‌نامه آکسفورد «نظم» (Order) را این‌چنین تعریف می‌کند: «ترتیب صوری یا هماهنگ، قاعده‌مند و منظم اشیاء در یک فضا یا محوطه‌ی خاص؛ ترکیب دسته یا گروهی خاص؛ و بلاخره شرایطی که هر شیئی در جای مناسب خود قرار می‌گیرد و نقش یا وظیفه خاص خود را ایفا می‌نماید» (نصر، ۱۳۸۴: ۶۰). «نظم، همکاری و هماهنگی میان اجزاء و عناصر و اندام‌های یک مجموعه برای دستیابی به یک هدف می‌باشد» (نقره‌کار، ۱۳۸۷: ۳۵۹).

با بررسی تعاریف فوق به نظر می‌رسد چهار واژه: «آرایش»، «مجموعه»، «قاعده» و «هدف» در تعاریف به‌صورت تلویحی قابل شناسایی است؛ بنابراین در این نوشتار منظور از واژه‌ی «انتظام» آرایش اجزای یک مجموعه براساس اصول و قواعد در راستای تأمین یک هدف است. با توجه به تعریف ارائه شده از انتظام، می‌توانیم یک غزل را یک انتظام بنامیم؛ چرا که شعر، آرایش کلمات یک زبان براساس اصول و قواعد شعری در راستای بیان یک هدف خاص است.

اما مباحث انجام شده درخصوص معنای واژه‌ی «هندسه» در ادبیات پژوهشی، جدول ۱. طبقه‌بندی تعاریف هندسه در آراء دامنه‌ی بسیار وسیعی دارد که در جدول ۱ تعاریف طبقه‌بندی شده است. محققان (نگارندگان، ۱۳۹۸). ▼

نام	تعریف
علی اکبر دهخدا	به معنی اندازه و شکل باشد (برهان). علمی است که در آن از احوال مقادیرها و اندازه‌ها بحث شود (از کشف اصطلاحات الفنون). دانستن اندازه‌ها و خاصیت صورت‌ها و شکل‌ها (بیرونی، ۳). مطالعه در فضا و اشکال و اجسام قابل تصور در این فضا (دهخدا، ۱۳۷۷: ۲۳۵۶۳).
حسن انوری	اندازه‌گیری و نسبت‌های میان خطوط و زوایا و سطوح و حجم‌ها (بهشتی و قیومی، ۱۳۸۸: ۲۸۲).
بهرام فره‌وشی	هندسه در زبان پهلوی (هنداچک Handacak)، به معنی اندازه و شبیه و مانند (توسلی، ۱۳۸۳: ۵۰).
محمد معین	اندازه، مقدار، اندازه گرفتن، تقدیر، اندازه‌گیری (بهشتی و قیومی، ۱۳۸۸: ۲۸۲).
اخوان صفا	هندسه به دو بخش حسی و عقلی تقسیم شده است. هندسه‌ی حسی از دیدگاه اخوان شناخت مقادیر (اندازه‌ها) و معانی‌ای است که از این اندازه‌ها حاصل می‌شود (بلخاری، ۱۳۸۸: ۱۱۲).
هادی ندیمی	هندسه معرب اندازه است. هر آنچه به عین خارجی تحقق می‌یابد مسبوق به اندازه است و به قدر و اندازه‌ی معینی ایجاد می‌گردد (ندیمی، ۱۳۷۸: ۳۶۷-۳۷۸).
اخوان صفا	هندسه مبنای مشترک همه‌ی فنون است، هیچ فنی نمی‌تواند بدون اتکا بر علم نسبت‌ها و تناسبات به کمال لایق خود برسد (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۲۵۶).
حسن انوری	اندازه‌گیری و نسبت‌های میان خطوط و زوایا و سطوح و حجم‌ها (بهشتی و قیومی، ۱۳۸۸: ۲۸۲).
بهرام فره‌وشی	هندسه در زبان پهلوی (هنداچ Handac)، به معنی اندازه و مقدار و تناسب و نسبت نیز است (توسلی، ۱۳۸۳: ۵۰).
ابن هیثم	چون اجزاء با شکل و اندازه‌ی کلی صورت متناسب باشد، آن خود، حسن کامل است. گاه تناسب به تنهایی حسن می‌آفریند (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۲۵۶).
مانلیوس بُتیوس	جمال را به مفهوم ریاضی تناسب مرتبط می‌دانست؛ زیرا نفس نیز خود تابع همان قوانین تناسب است (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۲۶۳).
کیت کریچلو	وظیفه‌ی هندسه حسی هدایت کردن به سوی هندسه‌ی عقلی و وظیفه‌ی هندسه عقلی راهبری به ریشه‌ی همه‌ی علوم - تجربه وحدت - است (کریچلو، ۱۳۸۹: ۱۱۸).
جلال‌الدین دوانی	نفس فطرتاً دوستار هر تناسب موافقی است. تناسب نیکو هر جا که یافت شود خود سبب جذب و اهتزاز روح است (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۲۶۲).
اخوان صفا	نقش تزکیه‌دهنده‌ی هندسه در ارتقای ذهن تا مرتبه‌ی نظاره صور برتر ادراکی، هدف غایی هندسه خلاصی از این عالم مادی و نیل به عالم ارواح و حیات جاوید (بلخاری، ۱۳۸۸: ۱۱۲).
هادی ندیمی	- هستی در مراتب سه گانه‌ی عالم عقول، عالم خیال مطلق و عالم ماده متجلی می‌گردد. - هندسه در عالم عقول به حدود ذوات عقلیه، در مرتبه خیال مطلق به ظهور صور مثالیه تعلق دارد، و در عالم ماده در ماده‌ی کمیّت پذیر عینیت می‌یابد. - هندسه‌ی حضوری طولی در تمامی مراتب هستی دارد، از طریق هندسه‌ی حیات بخش همه‌ی مراتب عالم به هم پیوند می‌خورند و عالم مثال اشارتی عقلانی و عالم ماده‌ی اشارتی مثالی می‌یابد (ندیمی، ۱۳۷۸: ۳۶۷-۳۷۸).

همان‌طور که از تعاریف برمی‌آیند، هندسه دارای مراتب متعددی از کمی صرف تا کاملاً کیفی است که این مسأله نشان از قابلیت‌های موضوع هندسه به عنوان الفبای عام زبان معماری دارد.

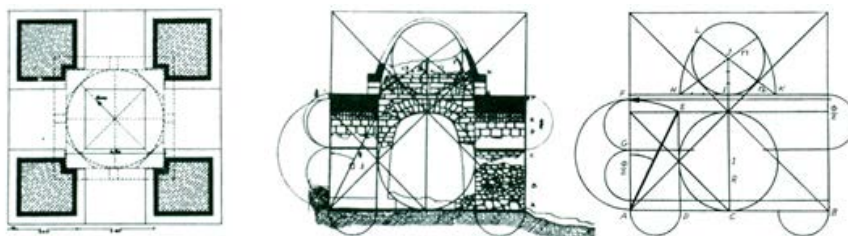
در مرحله‌ی اول این پژوهش، در پاسخ به این پرسش که محققان در مطالعات خود چه مفاهیمی را با هندسه دارای ارتباط معنایی دانسته‌اند، به بررسی تعاریف هندسه پرداخته شد و مقولات ذیل به عنوان شبکه‌ی مفاهیم پیوسته با هندسه به صورت اولیه شناسایی و تحت عنوان «مقولات اولیه» استخراج شد.

- اندازه، قدر، مقدار و حدود ذوات عقلیه (اندازه‌ی کمی - اندازه‌ی کیفی)؛
- شکل، نقش، صورت، جهت، صور مثالیه (اشکال مادی - اشکال مثالی)؛
- قواعد حاکم بر اندازه‌ها و اشکال (تناسب، توازن، تقارن و...)
- مفاهیم معنایی (زیبایی، تعالی و...).

در نهایت با جمع‌بندی دو کلمه‌ی «انتظام» و «هندسه»، عبارت «انتظام هندسی» در این پژوهش را چنین تعریف می‌کنیم: انتظام هندسی، آرایش اجزای یک مجموعه براساس اصول و قواعد هندسی در راستای تأمین یک هدف است. انتظام هندسی، مختص معماری نیست و می‌تواند در فرش، تذهیب، و سایر هنرها و حتی ساختار یک ماشین نیز مصداق داشته باشد.

انتخاب متون براساس شبکه‌ی مفاهیم پیوسته با هندسه (مقولات اولیه) و کدگذاری اولیه

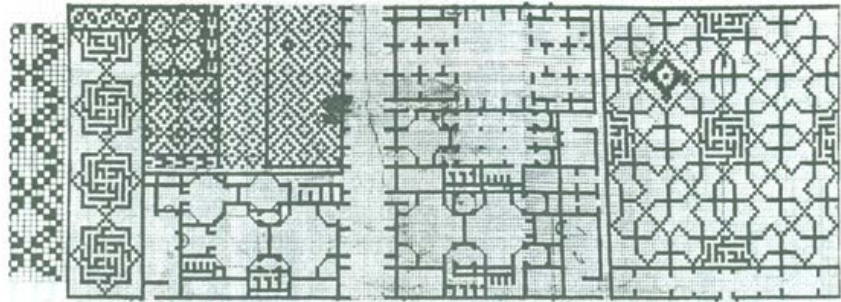
در مرحله‌ی دوم از این پژوهش، براساس شبکه‌ی مفاهیم پیوسته با هندسه شامل: اندازه، شکل، قواعد هندسی و مفاهیم معنایی (مقولات اولیه) به بررسی و مطالعه‌ی متون و آراء محققان معماری ایرانی-اسلامی پرداخته شد و بخش‌هایی از این مطالعات که به «مقولات اولیه» پرداخته بودند از درون مطالعات استخراج شد (متون انتخابی) و پس از آن، روی «متون انتخابی» به صورت باز کدگذاری اولیه صورت پذیرفت؛ در ادامه، چند مورد از متون انتخابی جهت نمونه ارائه شده است. **کد ۲۳:** «هاردی» نیز روی تناسبات هندسی چهارطاقی نیاسر مطالعه نموده است. در این مطالعه، هاردی مدولی به اندازه‌ی ϕ و $\phi/2$ را برای بنا پیشنهاد می‌کند (توسلی، ۱۳۸۳: ۵۵-۵۸).



تصویر ۱. بررسی تناسبات هندسی و تطبیق عدد طلایی به عنوان مدول حاکم بر تناسبات بنا (توسلی، ۱۳۸۳: ۵۷). ◀

کد ۱۲: در «طومار میرزا اکبر» نیز مانند «طومار تاشکند» قطعاتی از پلان‌های ترسیم شده بر شبکه‌ی شطرنجی وجود دارد؛ این طومار امروزه در موزه‌ی ویکتوریا آلبرت نگهداری می‌شود و به معمار حکومت قاجار (مهندس الدوله میرزا اکبر) منسوب است.

► تصویر ۲. بخشی از طومار حاوی نقش هندسی، کتیبه و پلان ترسیم شده بر شبکه‌ی شطرنجی، از مجموعه نقشه‌ای که زمانی به میرزااکبر معماری دربار قاجار تعلق داشته است (لندن، موزه ویکتوریا آلبرت).



طبقه‌بندی متون انتخابی براساس مشابهت‌های موضوعی (مقولات محوری)

در مرحله‌ی دوم از این پژوهش، متون انتخابی به واسطه‌ی مشابهت‌های ظاهری یا مفهومی، زیرمجموعه‌ی شبکه‌ی مفاهیم پیوسته با هندسه (مقولات اولیه) که از تعاریف هندسه استخراج شده بودند، طبقه‌بندی شدند. در مرحله‌ی سوم از پژوهش، براساس بسامد تکرار مباحث در متون انتخابی هر کدام از مقولات اولیه خود به چندین شاخه توسعه پیدا کرد. شاخه‌های توسعه‌یافته از مقولات اولیه در این پژوهش «مقولات محوری» نام‌گذاری شدند و در ستون شماره‌ی ۳ جدول ۲ درج شده‌اند.

طبقه‌بندی مقولات محوری براساس مشابهت‌های موضوعی و کدگذاری ثانویه

در مرحله‌ی چهارم از این پژوهش، بعد از بررسی و مطالعه روی مقولات محوری مشخص شد که این مقولات امکان طبقه‌بندی براساس مشابهت‌های موضوعی را نیز دارا هستند. مقولات محوری از طرفی، به «مقولات اولیه»، که دقیقاً برگرفته از تعاریف هندسه هستند، ارتباط دارند و از طرفی دیگر نیز براساس مشابهت‌های موضوعی به منظرهای مطالعاتی: ابعاد انسانی، اقلیم، نیارش، زیبایی‌شناسی فرمی و زیبایی‌شناسی آرایه‌ها، ارتباط دارند؛ در نهایت متون انتخابی زیرمجموعه‌ی «مقولات محوری» قرار گرفتند و در این ساختار کدگذاری ثانویه شدند.

در ادامه، در قالب پنج جدول مجزا، که هر جدول به ارائه‌ی یک طبقه و «مقولات محوری» زیرمجموعه آن می‌پردازد، فرآیند کدگذاری ارائه شده است. سازوکار کدگذاری انجام شده بدین ترتیب است که هر «متن انتخابی» شامل سه کد متوالی است که کد اول از سمت راست مربوط به «نوع انتظام هندسی»، کد دوم مربوط به «مقولات محوری» و کد سمت چپ نیز مربوط به «متن انتخابی» است.

مطالعات انجام‌شده درباره‌ی رابطه‌ی هندسه با ابعاد انسانی

یکی از انواع متون هندسی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، مطالعاتی است که غالباً بر روی هندسه‌ی پلان انجام شده است در باب این‌گونه از انتظام هندسی در معماری ایرانی، محققان فراوانی اظهار نظر کرده‌اند؛ و همان‌طور که گفته شد، چهار مقوله‌ی محوری در این مطالعات شناسایی شد که عبارتند از: تأثیر ابعاد

جدول ۲. جدول مراحل چهارگانه‌ی پژوهش (نگارندگان، ۱۳۹۸).

۴		۳		۲		۱	
شناسایی انتظام‌های هندسی	طبقه‌بندی مقولات محوری بر اساس مشابهت‌های موضوعی و کدگذاری ثانویه مقولات محوری	طبقه‌بندی متون انتخابی بر اساس مشابهت‌های موضوعی (مقولات محوری)	استخراج متون انتخابی بر اساس مقولات اولیه و کدگذاری اولیه	تعریف هندسه و شناسایی شبکه‌ی مفاهیم مشابه با هندسه (مقولات اولیه)			
ابعاد انسانی	تأثیر ابعاد بدن انسان بر سیستم اندازه‌گیری	تأثیر ابعاد بدن انسان بر سیستم اندازه‌گیری	۱، ۱۵، ۱۳، ...	اندازه			
	تأثیر ابعاد بدن انسان بر اندازه‌های مصالح	تأثیر ابعاد بدن انسان بر اندازه‌های مصالح					
	تأثیر ابعاد بدن انسان بر شکل شبکه	تأثیر اندازه‌های اجزا بر انطباق با اقلیم					
اقلیم	تأثیر ابعاد بدن انسان بر نظام مدولاسیون	تأثیر ابعاد بدن انسان بر شکل شبکه	۴، ۸، ۴۵، ...	شکل			
	تأثیر اندازه‌های اجزا بر انطباق با اقلیم	تأثیر اشکال پوشش بر انطباق با اقلیم					
	تأثیر اشکال پوشش بر انطباق با اقلیم	تأثیر اشکال هندسی بر سازه					
	تأثیر جهت‌گیری بر انطباق با اقلیم	تأثیر شکل مصالح بر سازه					
نیارش	تأثیر نسبت سطح به حجم بر انطباق با اقلیم	تأثیر جهت‌گیری بر انطباق با اقلیم					
	تأثیر اشکال هندسی بر سازه	تأثیر ابعاد بدن انسان بر نظام مدولاسیون	۳، ۱۱، ۳۶، ...	قواعد هندسی			
	تأثیر شکل مصالح بر سازه	تأثیر نسبت سطح به حجم بر انطباق با اقلیم					
زیبایی‌شناسی فرمی	تأثیر قوانین هندسی بر زیبایی‌شناسی فرمی	تأثیر قوانین هندسی بر زیبایی‌شناسی فرمی					
	مشابهت قوانین هندسی در طبیعت و معماری	مشابهت قوانین هندسی در طبیعت و معماری					
	ماهیت معنایی قوانین هندسی در معماری	تأثیر قوانین هندسی بر زیبایی‌شناسی آرایه‌ها					
زیبایی‌شناسی آرایه‌ها	تأثیر قوانین هندسی بر زیبایی‌شناسی آرایه‌ها	مشابهت قوانین هندسی در طبیعت و معماری					
	مشابهت قوانین هندسی در طبیعت و معماری	ماهیت معنایی قوانین هندسی در معماری	۷، ۱۲، ۵۲، ...	مفاهیم معنایی			
	ماهیت معنایی آرایه‌ها	ماهیت معنایی آرایه‌ها					

بدن انسان بر سیستم اندازه‌گیری، تأثیر ابعاد بدن انسان بر اندازه‌های مصالح، تأثیر ابعاد بدن انسان بر شکل شبکه‌های زیرساختی، تأثیر ابعاد بدن انسان بر نظام مدولاسیون (پیمون). در ادامه به ارائه‌ی کدگذاری، متون انتخابی و مقولات محوری در قالب جدول ۳ پرداخته می‌شود.

نکته‌ی بسیار مهم در این‌گونه از مطالعات این است که، چهار مقوله‌ی محوری تأثیر ابعاد بدن انسان بر سیستم اندازه‌گیری، تأثیر ابعاد بدن انسان بر اندازه‌های مصالح، تأثیر ابعاد بدن انسان بر شکل شبکه‌های زیرساختی، تأثیر ابعاد بدن انسان بر نظام مدولاسیون (پیمون)، همگی بر اساس مقوله‌ی بسیار مهم ابعاد انسانی تنظیم و ساماندهی شده‌اند؛ در واقع در این انتظام، صحبت بر این است که هندسه در یک تجلی و نمود خود در معماری ایرانی در راستای هماهنگ‌سازی معماری با ابعاد انسانی تنظیم نقش ایفا نموده است.

جدول ۳. جدول کدگذاری مطالعات انجام شده روی رابطه‌ی هندسه با تناسبات انسانی (نگارندگان، ۱۳۹۸).

مقولات محوری	جملات کلیدی متون انتخابی	کد
۱- تأثیر ابعاد بدن انسان بر سیستم اندازه‌گیری	ارائه‌ی مقادیر مشخص برای ذراع، پا، کف دست و انگشت شاهی (سیستم اندازه‌گیری بر اساس ابعاد بدن انسان) در کاخ تچر، تخت جمشید (Roaf, 1978: 69).	الف-۱-۱
	ارائه‌ی سیستم اندازه‌گیری ارش شاهی در تخت جمشید (کرفتر، ۱۳۸۸: ۲۹)	الف-۱-۲
	در دوره‌ی اسلامی سیستم اندازه‌گیری توسعه یافت و کالبد آدمی، انگشت، کف، پا، ذراع (آزش) جنبه‌ی واحدهای اصلی قیاس را به خود گرفت. قد آدمی شش پا، فاصله آرنج تا سر انگشت هایش به یک ارش یا شش کف، پهنای یک کف به چهار انگشت و انگشت به شش گندم، پا به چهار کف یا ۱۶ انگشت (اردلان و بختیار، ۱۳۷۹: ۲۵).	الف-۱-۳
	بررسی سیستم اندازه‌گیری گز و گره (۶ گره برابر یک ارش، زرع، از آرنج تا نوک انگشت) در خانه‌های دوره‌ی اسلامی (ابوالقاسمی، ۱۳۹۰: ۳۸۲-۳۸۷).	الف-۱-۴
	مطالعه‌ی پیرامون مقدار سیستم اندازه‌گیری گز در دوره‌ی اسلامی، ایلخانی (ویلبر، ۱۳۹۳: ۴۸).	الف-۱-۵
۲- تأثیر ابعاد بدن انسان بر اندازه‌های مصالح	بررسی نظام مدولار بر اساس ابعاد خشت در پلان در محوطه‌های مادی (ملازاده و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۹-۹۳)	الف-۲-۱
	بررسی نظام مدولار بر اساس ابعاد خشت در پلان در محوطه، ای سگیل بابل جدید (George, 1995: 173-197)	الف-۲-۲
	بررسی نظام مدولار در تخت جمشید بر اساس ابعاد خشت در پلان، وجود دیوارهایی در بخش جنوبی حرم سرا، با ضخامتی به اندازه‌ی ۴ و ۴٫۵ خشت استاندارد هخامنشی (کرفتر، ۱۳۸۸: ۱۱۹).	الف-۲-۳
	بررسی رابطه‌ی ابعاد خشت و آجر با پیمون و ارتباط پیمون با ابعاد انسانی در دوره‌ی اسلامی (پارسی، ۱۳۹۱: ۷۲).	الف-۲-۴
	انطباق نظام شبکه‌ی مربعی با ابعاد خشت و آجر در دوره‌ی قاجار (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۲۰-۳۰).	الف-۲-۵
۳- تأثیر ابعاد بدن انسان بر شکل شبکه‌های زیرساختی	بررسی نظام شبکه‌ی مربعی در طراحی پلان در دوره‌ی اسلامی (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۱۱-۱۳).	الف-۳-۱
	بررسی نظام شبکه‌ی مربعی در پلان و انطباق آن با ابعاد خشت و آجر در دوره‌ی قاجار (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۲۰-۳۰).	الف-۳-۲
	بررسی نظام شبکه‌ی مربعی در پلان و ارتباط این نظام با پیمون و ابعاد انسانی در دوره‌ی قاجار (پارسی، ۱۳۹۱: ۷۲).	الف-۳-۳
	بررسی نظام شبکه‌ی مربعی در پلان در دوره‌ی اسلامی (نجیب‌اوغلو، ۱۳۸۷: ۱۳).	الف-۳-۴
	بررسی نظام شبکه‌ی مربعی در پلان در دوره‌ی قاجار (بهپور، ۱۳۸۴: ۹۹-۱۰۲).	الف-۳-۵
	وجود نسبت‌های حسابی ساده در پلان در خانه‌های یزد، دوره‌ی قاجار (پوراحمدی، ۱۳۹۰: ۶۹).	الف-۳-۶
۴- تأثیر ابعاد بدن انسان بر نظام مدولاسیون (پیمون)	بررسی رابطه‌ی ابعاد انسانی با پیمون در دوره‌ی ماد (ملازاده و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۹-۹۳).	الف-۴-۱
	بررسی نظام مدولار پیمون بر اساس ابعاد انسانی در کاخ تچر، تخت جمشید (Roaf, 1978: 69).	الف-۴-۲
	محاسبه و ارائه‌ی دو واحد پیمون برای معماری دوره‌ی پیش و پس از داریوش اول (کرفتر، ۱۳۸۸: ۲۹).	الف-۴-۳
	رابطه‌ی ابعاد انسانی با پیمون در خانه‌های قاجاری (ابوالقاسمی، ۱۳۹۰: ۳۸۲-۳۸۷).	الف-۴-۴
	پیمون به عنوان سیستمی برای تنظیم اندازه‌های خانه‌ها در دوره‌ی اسلامی (ابوالقاسمی، ۱۳۹۰: ۳۸۲-۳۸۷).	الف-۴-۵
	اندازه‌های خانه‌های دوره‌ی اسلامی، مضرّی از گز و گره می‌باشد (ابوالقاسمی، ۱۳۹۰: ۳۸۷-۳۸۲).	الف-۴-۶
	در خانه‌های دوره‌ی اسلامی ارتفاع در، مضرّی از گز، گره و پیمون می‌باشد (ابوالقاسمی، ۱۳۹۰: ۳۸۷-۳۸۲).	الف-۴-۷
	بررسی رابطه‌ی پیمون با ابعاد گوناگون ساختمان و خشت و آجر در دوره‌ی اسلامی (پارسی، ۱۳۹۱: ۷۲).	الف-۴-۸

اگر مجدداً به تعریف انتظام هندسی مراجعه شود، انتظام هندسی عبارتست از: آرایش اجزای یک مجموعه بر اساس اصول و قواعد هندسی در راستای تأمین یک هدف.

براساس این تعریف در مطالعات ارائه شده در جدول فوق، اجزای یک مجموعه، همان دیوار و درب و پنجره و اجزای معماری ست؛ اصول و قواعد هندسی، همان اندازه‌ها و اشکال برگرفته شده از ابعاد بدن انسان است و هدف نیز، هماهنگ‌سازی معماری با ابعاد انسانی و آسایش فیزیکی است. بر همین اساس، به دلیل نقش کلیدی ابعاد انسانی در این نوع انتظام هندسی، این انتظام را «انتظام هندسی ابعاد انسانی» نام‌گذاری شده و بر این اساس انتظام هندسی ابعاد انسانی را این‌گونه تعریف می‌شود: آرایش اجزای معماری براساس اندازه‌ها و اشکال برگرفته شده از ابعاد بدن انسان در راستای هماهنگ‌سازی معماری با ابعاد انسانی و آسایش فیزیکی است.

مطالعات انجام شده درباره‌ی رابطه‌ی هندسه با اقلیم

بخش دیگری از مطالعاتی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به مباحث هندسی می‌پردازد و پژوهشگران زیادی بدان پرداخته‌اند، هندسه‌ای است که به‌سبب هماهنگی معماری با شرایط اقلیمی شکل گرفته است و پیشینه‌ی پژوهشی مفصلی در این حوزه وجود دارد؛ و همان‌طور که گفته شد، چهار مقوله‌ی محوری در این مطالعات شناسایی شد که عبارتند از: تأثیر اشکال پوشش بر انطباق با اقلیم، تأثیر اندازه‌های اجزا (فضاها، بازشوها، ارتفاع کف فضا) بر انطباق با اقلیم، تأثیر جهت‌گیری بر انطباق با اقلیم و تأثیر نسبت سطح به حجم بر انطباق با اقلیم. در ادامه به ارائه‌ی کدگذاری، متون انتخابی و مقولات محوری در قالب جدول ۴ ارائه می‌شود.

نکته‌ی بسیار مهم در این انتظام هندسی این است که؛ چهار مقوله‌ی محوری، تأثیر اشکال پوشش بر انطباق با اقلیم، تأثیر اندازه‌های اجزا (فضاها، بازشوها، ارتفاع کف فضا) بر انطباق با اقلیم، تأثیر جهت‌گیری بر انطباق با اقلیم و تأثیر نسبت سطح به حجم بر انطباق با اقلیم، همگی براساس مقوله‌ی بسیار مهم اقلیم تنظیم و ساماندهی شده‌اند. در واقع در این انتظام، صحبت بر این است که هندسه در تجلی و نمود دیگری در معماری ایرانی در راستای هماهنگ‌سازی معماری با اقلیم نقش ایفا نموده است.

همان‌طور که اشاره شد، انتظام هندسی عبارت‌ست از: آرایش اجزای یک مجموعه براساس اصول و قواعد هندسی در راستای تأمین یک هدف. براساس این تعریف، در مطالعات ارائه شده در جدول فوق، اجزای یک مجموعه، همان دیوار، درب، پنجره، کف، سقف و اجزای معماری ست، اصول و قواعد هندسی، انطباق اندازه‌ها، اشکال و جهت‌گیری‌ها با اقلیم است و هدف نیز، آسایش فیزیکی و حداکثر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است؛ بر همین اساس به دلیل نقش کلیدی تطبیق با اقلیم در این نوع انتظام هندسی، این انتظام را «انتظام هندسی اقلیمی» نام‌گذاری نموده و بر این اساس انتظام هندسی اقلیمی این‌گونه تعریف می‌شوند: آرایش اجزای معماری براساس انطباق اندازه‌ها، اشکال و جهت‌گیری‌ها با اقلیم در راستای آسایش فیزیکی و حداکثر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است.

جدول ۴. جدول کدگذاری مطالعات انجام شده روی رابطه‌ی هندسه با اقلیم (نگارندگان، ۱۳۹۸).

مقولات محوری	جملات کلیدی متون انتخابی	کد
۱- تأثیر اشکال پوشش بر انطباق با اقلیم	سقف شیبدار در کرانه‌ی جنوبی دریای خزر (قبادیان، ۱۳۷۷: ۴۲-۱۲۸).	ب-۱-۱
	طاق‌های غالباً مسطح در کرانه‌ی شمالی خلیج فارس (قبادیان، ۱۳۷۷: ۴۲-۱۲۸).	ب-۱-۲
	طاق‌ها غالباً قوسی و گنبدی در دشت‌های فلات (قبادیان، ۱۳۷۷: ۴۲-۱۲۸).	ب-۱-۳
	استفاده از بام‌های با شیب تند در مناطق معتدل و مرطوب (کسمایی، ۱۳۸۲: ۸۵-۹۴).	ب-۱-۴
	استفاده از بام‌های مسطح در مناطق سرد (کسمایی، ۱۳۸۲: ۸۵-۹۴).	ب-۱-۵
	سقف‌های شیبدار خانه‌های حاشیه‌ی جنوبی دریای خزر موجب تخلیه‌ی سریع آب باران می‌شود (طاهباز، ۱۳۹۲: ۲۳).	ب-۱-۶
	در حاشیه‌ی دریای خزر سقف شیبدار تا نزدیک زمین ادامه می‌یابد تا از کج باران محافظت شود (طاهباز، ۱۳۹۲: ۲۳).	ب-۱-۷
	در مناطق کوهستانی سقف‌ها اکثراً صاف هستند (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۲۸).	ب-۱-۸
	در مناطق گرم و خشک سقف‌ها گنبدی هستند، شدت تابش روی سقف‌های گنبدی یکسان نیست و همیشه بخشی از سقف در سایه قرار می‌گیرد (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۳۷).	ب-۱-۹
۲- تأثیر اندازه‌های اجزا (فضاها، بازشوها، ارتفاع کف فضا) بر انطباق با اقلیم	ارتفاع زیاد اتاق و پنجره‌ها در کرانه‌ی شمالی خلیج فارس (قبادیان، ۱۳۷۷: ۴۲-۱۲۸).	ب-۲-۱
	ارتفاع اتاق‌ها کم در نواحی کوهستانی و مرتفع فلات (قبادیان، ۱۳۷۷: ۴۲-۱۲۸).	ب-۲-۲
	بازشوها کوچک در نواحی کوهستانی و مرتفع فلات (قبادیان، ۱۳۷۷: ۴۲-۱۲۸).	ب-۲-۳
	پلان‌هایی با شکل هندسی طولیل در مناطق معتدل و مرطوب (کسمایی، ۱۳۸۲: ۸۵-۹۴).	ب-۲-۴
	ایوان‌های عریض و سرپوشیده جهت جلوگیری از نفوذ باران و ایجاد سایه در مناطق گرم و مرطوب (کسمایی، ۱۳۸۲: ۸۵-۹۴).	ب-۲-۵
	در مناطق سرد کوهستانی عمق بالکن زیاد نیست، زیرا موجب ایجاد سایه‌ی نامطلوب در طبقه‌ی زیرین می‌شود (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۳۰).	ب-۲-۶
	سطح پنجره‌ها خصوصاً در اتاق‌های زمستان‌های نشین در حداقل ممکن است (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۳۰).	ب-۲-۷
	در مناطق سرد کوهستانی از طبقه‌ی بالا که سقف بلندتر و بازشوه‌های بیشتری دارد و امکان تهویه‌ی عرضی برای آن فراهم است، به عنوان تابستان نشین استفاده می‌شود (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۳۱).	ب-۲-۸
	در مناطق سرد کوهستانی از زیرزمین‌ها به عنوان فضای زمستان نشین استفاده می‌شود و این فضاها ارتفاع کمتری دارد و سریع‌تر گرم می‌شود (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۳۳).	ب-۲-۹
	در مناطق گرم و مرطوب حیاط‌ها کوچک و معابر باریک و پرسایه‌اند، اما فضاها نیمه‌باز سطح وسیعی را به خود اختصاص می‌دهند و ایوان‌ها به صورت سایه‌بان‌های بزرگ عمل می‌کنند (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۴۸).	ب-۲-۱۰
	دره‌های بلند که به منظور عبور و مرور ساخته نشده‌اند جریان هوا را در سطح زمین برای فرد نشسته یا در حال استراحت فراهم می‌کنند (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۵۰).	ب-۲-۱۱
	در خانه‌های بوشهر، حیاط نسبت به مساحت فضاهای اطراف آن کوچک است و به عنوان یک هواکش طبیعی برای جریان هوایی که از روزن‌ها وارد خانه می‌شود، عمل می‌کند (معماریان، ۱۳۸۵: ۹۳).	ب-۲-۱۲
	ایجاد ساختمان بر روی کرسی در کرانه‌ی جنوبی دریای خزر (قبادیان، ۱۳۷۷: ۴۲-۱۲۸).	ب-۲-۱۳
	در مناطق سرد و کوهستانی بخشی از فضای زندگی که پیرامون حیاط قرار دارد در خاک فرو می‌رود تا تبادل حرارت کمتری با هوای خارج داشته باشد (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۳۱).	ب-۲-۱۴
	در مناطق گرم و خشک حیاط‌ها پایین‌تر از سطح کوچه است و گودال باغچه نامیده می‌شود (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۳۸).	ب-۲-۱۵
در مناطق گرم و نیمه‌مرطوب نظیر شوشتر و دزفول در طبقات مختلف زیرزمین‌هایی به نام شبستان (یک طبقه زیرزمین) و شوادان (دو طبقه زیرزمین) و کله قرمز (سه طبقه زیرزمین) وجود دارد (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۴۵).	ب-۲-۱۶	
در اقلیم‌های گرم و مرطوب بالا بردن ساختمان از سطح زمین (ایجاد فضایی به ارتفاع حداقل که در اصطلاح گربه‌رو نامیده می‌شود) بسیار مفید خواهد بود (پوردیهیمی، ۱۳۹۰: ۸۸).	ب-۲-۱۷	
۳- تأثیر جهت‌گیری بر انطباق با اقلیم	جهت‌گیری خانه‌های دوره‌ی قاجار در همدان در زاویه‌ی ۹ تا ۳۳ درجه از سمت جنوب به سمت شرق (زارعی و همکاران، ۱۳۹۶: ۳۵).	ب-۳-۱
	در مناطق کوهستانی خانه‌ها عموماً پشت به کوه و رو به آفتاب و در شیب گرم ساخته شده است تا بهترین استفاده را از گرمای خورشید ببرند (طاهباز، ۱۳۹۲: ۱۲۸).	ب-۳-۲

ب-۳-۳	در مناطق سرد کوهستانی بخش اصلی ساختمان رو به آفتاب قرار گرفته تا بهترین استفاده را از گرمای آفتاب ببرد (طاهباز، ۱۳۹۲:۱۳۱).
ب-۳-۴	جهت اصلی خانه‌های بندرلنگه به طرف ساحل بوده و به وسیله‌ی بادگیرهای چهارطرفه، باد مناسب شمال، بادرو دریایی و باد قوس به داخل خانه جریان پیدا می‌کرده است (معماریان، ۱۳۸۵:۷۷).
ب-۳-۵	بافت عمومی شهر شیراز دارای یک چرخش ۳۰ درجه به سمت غرب است. این چرخش خود عاملی تعیین‌کننده در جهت و میزان ورود تابش خورشید به داخل بنا و همچنین محدوده‌ی ایجاد سایه در فضای خارجی است (زارعی و همکاران، ۱۳۹۶:۲۳۲).
ب-۴-۱	کم کردن سطح خارجی نسبت به حجم در مناطق گرم و خشک (کسمایی، ۱۳۸۲:۸۵-۹۴).
ب-۴-۲	در روستاهای مناطق جنوبی دریای خزر بافت خانه‌ها دانه‌دانه است (طاهباز، ۱۳۹۲:۱۲۲).
ب-۴-۳	مجموعه‌های واقع در مناطق کوهستانی بافت بسیار فشرده‌ای دارند تا کمترین تبادل حرارت را با فضاهای باز داشته باشند (طاهباز، ۱۳۹۲:۱۲۸).
ب-۴-۴	در مناطق گرم و خشک بافت نسبتاً فشرده است (طاهباز، ۱۳۹۲:۱۳۷).
ب-۴-۵	در مناطق گرم و نیمه‌مرطوب بافت معماری فشرده و پرسیایه است، حیاط‌ها نیز کوچک و عمیق و پرسیایه است (طاهباز، ۱۳۹۲:۱۴۳).
ب-۴-۶	در مناطق کویری اغلب واحدهای بیابانی بسیار نزدیک به هم قرار می‌گیرند تا حداکثر سایه را پدید آورند (پوردیهیمی، ۱۳۹۰:۸۵).

مطالعات انجام شده درباره‌ی رابطه‌ی هندسه با نیارش

مطالعات دیگری نیز در حوزه‌ی نظم و هندسه در پیشینه‌ی پژوهشی وجود دارد که نشان می‌دهد برخی از ساختارها و فرم‌های موجود در معماری به دلیل خصوصیات بارپذیری، استاتیکی و مقاومت مصالح و غلبه بر نیروهای حاکم بر طبیعت شکل گرفته‌اند. مباحثی که در باب علل شکل‌گیری طاق‌ها و گنبد‌ها و سقف‌های شبیدار به دلایل سازه‌ای و مقاومت مصالح بحث می‌کند، همه در حوزه‌ی این گونه از انتظام هندسی قرار می‌گیرند.

همان‌طور که گفته شد، دو مقوله‌ی محوری در این مطالعات شناسایی شد که عبارتند از: تأثیر اشکال هندسی بر سازه و تأثیر شکل مصالح بر سازه؛ در ادامه به ارائه‌ی کدگذاری، متون انتخابی و مقولات محوری در قالب جدول ۵ پرداخته شده است.

موضوع بسیار مهم در این انتظام هندسی این است که؛ دو مقوله‌ی محوری تأثیر اشکال هندسی بر سازه و تأثیر شکل مصالح بر سازه، بر اساس مسأله‌ی بسیار مهم سازه تنظیم و ساماندهی شده‌اند؛ در واقع در این انتظام، صحبت بر این است که هندسه در تجلی و نمود دیگری در معماری ایرانی در راستای هماهنگ‌سازی معماری با سازه نقش ایفا نموده است.

با رجوع به تعریف انتظام هندسی که عبارتست از: آرایش اجزای یک مجموعه بر اساس اصول و قواعد هندسی در راستای تأمین یک هدف. می‌توان انتظام هندسی ارائه شده در جدول فوق را تعریف نمود. بر اساس این تعریف در این بخش از مطالعات، اجزای یک مجموعه، همان دیوار، جرز، سقف، پوشش، مصالح و اجزای معماری است؛ و اصول و قواعد هندسی، همان اندازه‌ها و اشکال بهینه‌ی برگرفته شده از قوانین نیارشی است و هدف نیز، ایجاد امنیت و آسایش فیزیکی در معماری است. بر همین اساس به دلیل نقش کلیدی نیارش در این نوع انتظام هندسی، این

جدول ۵. جدول کدگذاری مطالعات انجام‌شده روی رابطه‌ی هندسه با نیارش (نگارندگان، ۱۳۹۸).

کد	جملات کلیدی متون انتخابی	مقولات محوری
ج-۱-۱	مقاومت در برابر تغییر شکل تاق با یک شکل هندسی ویژه ممکن می‌گردد، شکلی که از دیدگاه مکانیکی با نیروهایی سازگار است که تاق می‌باید تحمل کند (بزئوال، ۱۳۷۹:۳۷).	۱- مقاومت اشکال هندسی
ج-۱-۲	شکل مطلوب یک قوس ساده که قادر باشد مجموعه‌ای از بارهای وارده را به‌گونه‌ای فشاری تحمل کند، معکوس منحنی پولیگون برآیندی است (بزئوال، ۱۳۷۹:۴۵).	
ج-۱-۳	نبود الزامی دیگر جز نیروی فشاری در ساخت تاق، امکان می‌دهد تا ضخامت مواد ساختمانی تا حد ضخامت یک آجر کاهش یابد (بزئوال، ۱۳۷۹:۵۲).	
ج-۱-۴	ویژگی مهم در تاق گهواره‌ای سطح انتقال آن است که مقاومت شکل آن جز از طریق یک منحنی قابل تحقق نیست (بزئوال، ۱۳۷۹:۷۰).	
ج-۱-۵	صلبیت سطوح کروی ناشی از مقاومتی است که در مقابل تغییر شکل به خرج می‌دهند (بزئوال، ۱۳۷۹:۷۹).	
ج-۱-۶	همه‌ی صلبیت یک سقف کروی خشتی از شکل هندسی آن ناشی می‌شود (بزئوال، ۱۳۷۹:۸۰).	
ج-۱-۷	ویژگی‌های مکانیکی گنبد مدور، خواص ویژه‌ای در آن به‌وجود آورده است که برای پوشش سطوح بزرگ مربعی شکل به‌کاررفته است (بزئوال، ۱۳۷۹:۸۱).	
ج-۱-۸	رازبزرگان به قوس‌های تخم‌مرغی (بیضی) به دلیل تحمل‌پذیری بسیار آن در مقابل بارهای وارده تمایل فراوان داشتند (پیرنیا، ۱۳۹۰:۲۵).	
ج-۱-۹	چون در ایران برای زدن طاق از قالب باربر استفاده نمی‌شود، لذا شکل نیم‌دایره از لحاظ ایستایی مناسب برای چفد یا طاق نیست و در صورت استفاده در نقاط شکرگاه و ایوارگاه می‌شکند (پیرنیا، ۱۳۹۰:۲۶).	
ج-۱-۱۰	چفد مازه‌ای تیزی بستو چون قابلیت باربری در دهانه‌های وسیع را دارد، معمولاً در پوسته‌ی داخلی گنبدهایی که دهانه‌ی بزرگ دارند و فشار زیادی بر آن‌ها وارد می‌آید، به‌کار می‌رود (پیرنیا، ۱۳۹۰:۳۱).	
ج-۱-۱۱	بررسی رابطه‌ی هندسه و فرم کاربندی بر روی میزان باربری آن به کمک نرم‌افزار آباکوس (فرامرزی، ۱۳۹۵:۱۱۴-۱۲۸).	
ج-۲-۱	شکل سازه با طبیعت نیروهایی که ماده‌ی ساختمانی می‌تواند تحمل کند باید سازگار باشد، شکلی سازگار با نیروهای فشاری (بزئوال، ۱۳۷۹:۳۷)	۲- تأثیر اندازه و شکل مصالح بر سازه
ج-۲-۲	مصالح مورد استفاده در ساخت یک طاق، خاک و یا سنگ، عمدتاً مصالحی هستند که مقاومت عالی یا خوبی در مقابل فشار دارند، ولی مقاومت رانشی، برشی و یا خمشی ضعیف و یا ناچیزی دارند (بزئوال، ۱۳۷۹:۴۴).	
ج-۲-۳	در تاق‌های آهنگ با تکنیک ضربی مایل بزرگ‌ترین سطح ماده‌ی ساختمانی به‌عنوان سطح چسبندگی استفاده می‌شود و بدین‌ترتیب نیروهای برشی ناشی از وزن مواد ساختمانی را بر روی سطحی وسیع‌تر توزیع می‌کند. در این حالت نیروی سایشی افزایش یافته و مقاومت در برابر برش بالا می‌رود (بزئوال، ۱۳۷۹:۵۸).	
ج-۲-۴	طاق‌های آهنگ با تکنیک ضربی زمانی مجاز است که از ملاتی با گیرایی سریع و چسبندگی بسیار بالا استفاده شود (بزئوال، ۱۳۷۹:۶۰).	
ج-۲-۵	همواره ارتباط متقابل و گفت‌وگوی دو جانبه‌ای میان شکل و ماده در هر جزء طرح وجود دارد (نوابی، حاج قاسمی، ۱۳۹۰:۱۴۹-۱۶۴).	
ج-۲-۶	یکی از انگیزه‌های بنیادی در ساخت آسمانه‌ی خمیده‌ی تاقی و گنبدی این بوده که چوب مناسب در همه‌جا یافت نمی‌شده است، اما فرآوردن خشت و آجر ساده بود. معماران هم‌دست به نوآوری‌هایی زدند که با خشت و آجر بتوان دهانه‌های بزرگ را پوشاند (پیرنیا، معماریان، ۱۳۸۶:۳۳).	

انتظام را «انتظام هندسی نیارش» نام‌گذاری شده است، و بر این اساس انتظام هندسی نیارش را این‌گونه تعریف می‌شود: آرایش اجزای معماری براساس اندازه‌ها و اشکال بهینه برگرفته شده از قوانین نیارشی در راستای ایجاد امنیت و آسایش فیزیکی در معماری است.

مطالعات انجام شده درباره‌ی رابطه‌ی هندسه با زیبایی‌شناسی فرمی

نوع دیگری از مطالعات هندسی نیز در پیشینه‌ی پژوهشی وجود دارد و عموماً با واژگانی، مانند: تناسب، تقارن، ریتم، تضاد، سلسله‌مراتب، وحدت، کثرت، فضای خالی و... همراه است؛ این نوع از نظم هندسی را محققان فراوانی مورد بررسی قرار داده‌اند و با نام‌های مختلفی نیز نام‌گذاری نموده‌اند.

لازم به ذکر است که، محققان داخلی کمتر به صورت منسجم و همه‌جانبه به این نوع از هندسه و نظم پرداخته‌اند و اشاراتشان محدود است؛ به همین دلیل، در کدگذاری با مطالعات انجام شده درباره‌ی این نوع از نظم به بعضی از منابع غیرفارسی که به طور عام و بدون بازه یا حوزه‌ی جغرافیایی به صورت عمیق‌تر با این نوع از نظم برخورد کرده‌اند نیز پرداخته شده است.

همان‌طور که گفته شد، سه مقوله‌ی محوری در این مطالعات شناسایی شد که عبارتند از: تأثیر قوانین هندسی و ریاضی (مراکز، سلسله‌مراتب، ریتم و تکرار، تقارن، تناسب و...) بر زیبایی‌شناسی فرمی، مشابهت قوانین هندسی و ریاضی موجود در طبیعت و معماری و ماهیت معنایی قوانین هندسی و ریاضی موجود در معماری؛ در ادامه به ارائه‌ی کدگذاری، متون انتخابی و مقولات محوری در قالب جدول ۶ پرداخته شده است.

همان‌طور که از جدول مذکور برمی‌آید، درخصوص قوانین هندسی و ریاضی (مراکز، سلسله‌مراتب، ریتم و تکرار، تقارن، تناسب و...) و نام‌های ذکر شده برای آن‌ها توسط محققان مختلف، اظهار نظرهای فراوانی شده است که مشابهت صددرصدی با یکدیگر ندارند، اما این اظهار نظرها ثابت می‌کنند که مواردی از این جنس، اساساً در ادبیات معماری سابقه‌ای طولانی دارند و در منابع مختلف تحت عناوین متفاوت نام‌گذاری شده‌اند.

موضوع بسیار مهم در این انتظام هندسی این است که؛ سه مقوله‌ی محوری تأثیر قوانین هندسی و ریاضی (مراکز، سلسله‌مراتب، ریتم و تکرار، تقارن، تناسب و...) بر زیبایی‌شناسی فرمی، مشابهت قوانین هندسی و ریاضی موجود در طبیعت و معماری و ماهیت معنایی قوانین هندسی و ریاضی موجود در معماری، براساس مسأله‌ی بسیار مهم زیبایی‌شناسی فرم تنظیم و ساماندهی شده‌اند؛ در واقع در این انتظام، صحبت بر این است که هندسه در تجلی و نمود دیگری در معماری ایرانی در راستای هماهنگ‌سازی معماری با زیبایی‌شناسی فرم نقش ایفا نموده است.

با توجه به تعریف ارائه شده از انتظام هندسی که عبارتست از: آرایش اجزای یک مجموعه براساس اصول و قواعد هندسی در راستای تأمین یک هدف، در مطالعات ارائه شده در جدول فوق، اجزای یک مجموعه، همان دیوار،

جدول شماره ۶- جدول کد گذاری مطالعات انجام شده روی رابطه هندسه با زیبایی‌شناسی فرمی (نگارندگان، ۱۳۹۸).

کد	جملات کلیدی متون انتخابی	مقولات محوری
د-۱-۱	گره‌گاه‌های شهری یا هسته‌گاه‌های قابل‌تذکار اصفهان، زاده از اغنای معماری نقاط تلاقی است. نقاط ثانویه‌ی مواجهه متناوباً در چارسوهای بازار رخ می‌نمایند (مرکز) (اردلان، بختیار، ۱۳۷۹: ۱۰۲).	۱- تأثیر قوانین هندسی و ریاضی (مراکز، سلسله مراتب، ریتم و تکرار، تقارن، تناسب و...) بر زیبایی‌شناسی فرمی
د-۱-۲	مراکز نقش بسیار اساسی در ساختارهای زنده ایفا می‌کند. این واقعیت که ما گنبد را به‌عنوان یک مرکز مشاهده و درک می‌کنیم نه فقط به دلیل شکل ظاهری‌اش بلکه به خاطر محل قرارگیری و نقش هندسی است که در مجموعه ساختمان به‌عنوان یک کلیت ایفا می‌کند (مرکز)، (الکساندر، ۱۳۹۰: ۱۱۸-۱۲۰).	
د-۱-۳	آنچه که در نوشته‌ی اصطخری درباره‌ی شهر اردشیرخوره حائز اهمیت است، اشاره به بنای مرکزی شهر است که به گفته‌ی وی از نواحی اطراف قابل‌رؤیت است و این ویژگی اهمیت مرکزیت و جنبه‌ی نمادین آن را می‌رساند (مرکز) (توسلی، ۱۳۸۳: ۶۲).	
د-۱-۴	ازجمله مراکز در باغ ایرانی می‌توان به کوشک مرکزی، محورهای آب و... اشاره کرد (مرکز) (هاتفی شجاع، ۱۳۹۴: ۴۴).	
د-۱-۵	از مهم‌ترین اصول در ترکیب شکل‌ها و فضاها در معماری ایرانی، حضور یک هسته، مرکز و قلب مشخص در مجموعه است. وجود مرکز در اولین نمود خود با حضور حیاط در بنا تحقق می‌یابد. این مرکزگرایی در طراحی را می‌توان همچنین در جایگیری یک کوشک در مرکز یک باغ مشاهده کرد (مرکز) (نوابی، حاج قاسمی، ۱۳۹۰: ۵۶).	
د-۱-۶	منطقه‌ای مهم که هم به مرکز و هم به اطرافش تعلق دارد و باز هم موجب می‌شود که تفکیک این دو از یکدیگر دشوار شود. فضای راهرو یا دالان همزمان هم به ساختمان و هم به فضای بیرون تعلق دارد؛ بنابراین ایجاد ترکیبی از هر دو می‌شود (سلسله مراتب) (الکساندر، ۱۳۹۰: ۱۶۲-۱۶۴).	
د-۱-۷	ابهام وانسجام در باغ ایرانی از طریق فضاهای نیمه‌باز در سلسله‌مراتب تالار، ایوان، جلوخان، حوض و مسیر آب شکل می‌گیرد (سلسله مراتب)، (هاتفی شجاع، ۱۳۹۴: ۴۶).	
د-۱-۸	سلسله مراتب عملکردی از سردر ورودی یا گاهی میدان و آبنمایی در بیرون با آغاز می‌شود و با گذشتن از هشتی و محور اصلی به محور اصلی و کوشک باغ می‌رسد (سلسله مراتب) (هاتفی شجاع، ۱۳۹۴: ۴۷).	
د-۱-۹	بعد از عبور از سردر ورودی و هشتی در قسمت پشتی، یکی از سه ایوان اصلی قرار می‌گیریم، اما ورود به داخل ایوان توسط یک فخر و مدین و پاچنگ به جهت جلوگیری از جلوگیری از ورود مستقیم مسدود می‌باشد؛ اما در گذر از حیاط به ایوان جنوبی و ورود به گنبدخانه دقیقاً از محور اصلی وارد فضا می‌شویم. این تفاوت در نحوه ورود به دو فضا را سلسله مراتب محرمیت نامیدیم (سلسله مراتب) (محمدیان منصور، ۱۳۸۶: ۶۶-۶۳).	
د-۱-۱۰	نواخت یا ریتم ردیفی در تکرار غرفه‌های یک اندازه‌ی بازار کاشان. ضرب (تمپو) و سرشت موسیقایی (فضایی) توسط نواخت‌های ردیفی و مدور جمعی در راسته بازار کاشان (ریتم و تکرار) (اردلان، بختیار، ۱۳۷۹: ۹۵).	
د-۱-۱۱	آهنگ تکرار متناوب در باغ ایرانی را می‌توان در تکرار کرت‌ها و پله‌ها مشاهده کرد (ریتم و تکرار) (هاتفی شجاع، ۱۳۹۴: ۴۵).	
د-۱-۱۲	گاهی جز تکرار شونده با اندازه‌های مختلف در بنا ظاهر می‌شود. در معماری اسلامی قوس به صورت شگفت‌انگیزی در کل و جز بنا در اندازه‌های مختلف تکرار می‌شود (ریتم و تکرار) (نوابی و حاج قاسمی، ۱۳۹۰: ۷۷).	
د-۱-۱۳	در معماری سنتی با تکرار متقارن صورت‌ها به‌ترتیبی مسلسل یا مدور، معماری پرتحرکی خلق می‌شود. صور مسلسل یا دو جزئی در تناسبی حسابی که در تقارن یا قرینگی فضاهای وابسته راستای بازار دیده می‌شود، توازن یافته و پیاپی جانشین یکدیگر می‌گردند (تقارن) (اردلان، بختیار، ۱۳۷۹: ۹۵).	
د-۱-۱۴	معماران سنتی اجزای طرح و تک‌تک فضاها یعنی حیاط‌ها، گنبد خانه‌ها، ایوان‌ها، اتاق‌ها، ورودی‌ها و دیگر اجزا را با تقارن کامل طراحی می‌کنند. در اغلب بناها این مسئله کاملاً احساس می‌شود که معمار در حفظ تقارن اجزای طرح کوشش بسیار می‌کند، اما در ترکیب کلی بنا چنین اصراری به خرج نمی‌دهد (تقارن) (نوابی، حاج قاسمی، ۱۳۹۰: ۷۴).	

	۱۵-۱-د	بررسی تناسب هندسی نما با استفاده از اشکال پنج ضلعی و هشت ضلعی در امامزاده فارسجین (تناسبات) (کریچلو، ۱۳۸۹: ۱۱۸).
	۱۶-۱-د	مطالعه‌ی هاردی روی تناسب هندسی نمای چهارطاقی نیاسر و ارائه مدولی به اندازه‌ی Φ و $\Phi/2$ برای تناسب بنا (تناسبات) (توسلی، ۱۳۸۳: ۵۵-۵۸).
	۱۷-۱-د	بررسی تناسب هندسی و ترکیب خلاقانه‌ی گنبد قابوس (تناسبات) (توسلی، ۱۳۸۳: ۶۵-۶۹).
	۱۸-۱-د	بررسی رابطه‌ی تناسب هندسی نما در مقبره‌ی سامانیان توسط آرتور پوپ، رونالد لوگگ و مدخت بولاتف (تناسبات) (توسلی، ۱۳۸۳: ۷۰).
۲- مشابهت قوانین هندسی و ریاضی موجود در طبیعت و معماری	۱-۲-د	در فیزیک با این واقعیت مواجه‌ایم که الکتریسیته، مغناطیس، گرانش و انرژی هسته‌ای متکی بر میدان‌هایی با تقارن فضایی سه‌بعدی هستند و در نتیجه، بیشتر ساختارهایی با تقارن مرکزی و دو طرفه ایجاد می‌کنند (مراکز) (الکساندر، ۱۳۹۰: ۲۱۷).
	۲-۲-د	هم‌بندی یک فضا با فضای دیگر به‌طور اجتناب‌ناپذیری از الگوی اصلی اتصال، انتقال و وصول پیروی می‌کند. این صور ما را یاد الگوهای مشهود در حیات گیاهی می‌اندازد و به این ترتیب از طریق قوانین تمثیل (شباهت صور) با طبیعت به هماهنگی می‌رسد (سلسله مراتب) (اردلان، بختیار، ۱۳۷۹: ۱۷).
	۳-۲-د	اندازه‌های شاخه‌ی درخت به شیوه‌ای درجه‌مند، هرچه از سمت تنه درخت به سمت سرشاخه‌ها پیش‌برویم تغییر می‌کند. ایده‌ی متغیرهای درجه‌بندی شده کاملاً بر مبنای محاسبات مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری است. واقعیت این است که این ابزارهای ریاضیاتی در بسیاری از پدیده‌های طبیعی، بازتاب می‌یابند (الکساندر، ۱۳۹۰: ۲۳۷).
	۴-۲-د	وجود تقارن موضعی در طبیعت منطبق با وجود اصل حداقل انرژی و کم‌ترین فعالیت است. یک آتشفشان حول مرکز خود متقارن است. درخت‌ها حول تنه‌هایشان متقارن‌اند، بدن انسان در محورهای اصلی دو جانبه‌ی خود متقارن است (تقارن) (الکساندر، ۱۳۹۰: ۲۳۰-۲۳۱).
	۵-۲-د	مطالعات تجربی نشان داده است که اغلب اشیاء طبیعی نمایانگر یک سلسله‌مراتب طبیعی از مقیاس‌ها هستند. این سلسله‌مراتب از بزرگ‌ترین اندازه‌ی شروع شده و با نسبت ۲٫۷ تا به کوچک‌ترین تمایزهای قابل‌درک ادامه می‌یابند (تناسب، سلسله‌مراتب) (سالینگروس، ۱۳۸۷: ۷۵).
	۱-۳-د	در معماری اسلامی فضا حسی منفی دارد؛ فضا نه با شیء مثبت، بلکه با عدم حضور جسمانیت و مادیت تعریف می‌شود. اهمیت مثبت فضای خالی در هنر اسلامی در نقشی که فضا در معماری و شهرسازی دارد نیز متجلی می‌شود (مرکز) (نصر، ۱۳۸۹: ۲۰۰).
۳- ماهیت معنایی قوانین هندسی و ریاضی موجود در معماری	۲-۳-د	فضای خالی در هنر اسلامی که به‌واسطه‌ی کیفیت ایستا و ناشناخته‌ی آن ایجاد می‌شود، انسان را قادر می‌سازد تا کاملاً خودش باشد و در مرکز وجودی اش قرار گیرد (مرکز) (بورکه‌هارت، ۱۳۸۶: ۱۱۵).
	۳-۳-د	کیفیت فاعلی فضای مثبت به گندوکاو اتصال فضایی می‌پردازد. با استفاده از هندسه و ریاضیات، یک فضای مثبت زنده‌وار، سلسله‌مراتبی از حجم‌های هندسی منفی را تقر می‌کند (مرکز) (اردلان، بختیار، ۱۳۷۹: ۱۷).
	۴-۳-د	فضای معین قائم به ذات خود است و پس مانده‌ای از شکل و اندام مجاور نیست. هر ذره از فضا که تعیین یافته باشد مرکزی نسبتاً نیرومند است (مرکز) (الکساندر، ۱۳۹۰: ۱۴۱).
	۵-۳-د	سلسله‌مراتبی از هم‌بندی‌های فضایی، نظام یا ترتیبی ارائه می‌دهد که ثبات و تغییر، هردو را پذیراست. هم‌بندی یک فضا به فضای دیگر ناگزیر از الگوی بنیادی اتصال، انتقال، و وصول پیروی می‌کند (سلسله مراتب) (اردلان، بختیار، ۱۳۷۹: ۱۷).
	۶-۳-د	تقریباً هر چیزی که دارای حیات واقعی است دارای ملایمت معین و مشخصی است. کیفیت‌ها به تدریج، به آرامی و با ظرافت از کرانه‌ای به کرانه‌ی دیگر در یک طیف، تغییر می‌کند (سلسله مراتب) (الکساندر، ۱۳۹۰: ۱۶۹).
	۷-۳-د	تقارن، یکی از اصول زیبایی‌شناسی است که در باغ ایرانی در کرت‌ها، ساختمان و مسیرها به‌صورت موضعی کاملاً مشهود می‌باشد (تقارن) (هاتفی شجاع، ۱۳۹۴: ۴۱-۵۲).
	۸-۳-د	از دید اخوان نسبت عددی و هندسی ازلی و مقدس‌اند و بنا به همین ازلیت و قداست، قطعاً صحیح و

	کاملند. خداوند از این نسبت در خلق عالم بهره گرفته است، لاجرم صناعات بشری نیز که در طول نظام الهی قرار دارند باید از این نسبت بهره ببرند (تناسب) (بلخاری، ۱۳۸۸: ۱۶۳).
د-۳-۹	انتظام و تناسب به منزله‌ی قوانین کیهانی اند و بر عهده‌ی آدمی است تا فرآیند ایشان را از راه حساب، هندسه و هماهنگی دریابد (تناسب) (اردلان، بختیار، ۱۳۷۹: ۲۱).

کف، سقف و سایر اجزای معماری ست؛ و اصول و قواعد هندسی، همان مراکز، سلسله‌مراتب، ریتم و تکرار، تقارن، تناسب و... است و هدف نیز، ایجاد زیبایی‌شناسی در مقیاس فرم و پاسخ‌گویی به نیازهای معنایی در معماری است. بر همین اساس، به دلیل نقش کلیدی زیبایی‌شناسی فرم در این نوع انتظام هندسی، این انتظام را «انتظام هندسی زیبایی‌شناسی فرمی» نام‌گذاری شده؛ و بر این اساس، انتظام هندسی زیبایی‌شناسی فرمی این‌گونه تعریف می‌شود: آرایش اجزای معماری بر اساس اصول و قواعد هندسی (مراکز، سلسله‌مراتب، ریتم و تکرار، تقارن، تناسب و...) در راستای ایجاد زیبایی در مقیاس فرم و پاسخ‌گویی به نیازهای معنایی در معماری است.

مطالعات انجام‌شده درباره‌ی رابطه‌ی هندسه با زیبایی‌شناسی آرایه‌ها

گونه‌ی دیگری از مطالعات هندسی نیز وجود دارد که در پیشینه‌ی پژوهشی معماری ایرانی-اسلامی، اتفاقاً بسیار پر دامنه نیز هستند. موضوع این گونه از مطالعات هندسی، ساختارهای هندسی ناب و نسبتاً پیچیده‌ای است که در آرایه‌ها، نقوش و سازه‌های معماری ایرانی اسلامی به چشم می‌خورد.

همان‌طور که گفته شد، سه مقوله‌ی محوری در این مطالعات شناسایی شد که عبارتند از: تأثیر قوانین هندسی و ریاضی (هندسه‌ی فراکتالی، هندسه‌ی تناوبی و شبه تناوبی و...) بر زیبایی‌شناسی آرایه‌ها، مشابهت قوانین هندسی و ریاضی موجود در طبیعت و معماری و ماهیت معنایی آرایه‌ها؛ در ادامه به ارائه‌ی کدگذاری، متون انتخابی و مقولات محوری در قالب جدول ۷ پرداخته شده است. بررسی متون این طبقه از مطالعات نشان می‌دهد که اساساً این گونه از انتظام هندسی زیبایی‌شناسی، مقیاس خرد دارد و روی نقوش، تزئینات و حتی ساختار بعضی سازه‌ها ظهور می‌نماید.

موضوع بسیار مهم در این انتظام هندسی این است که؛ سه مقوله‌ی محوری تأثیر قوانین هندسی و ریاضی (هندسه‌ی فراکتالی، هندسه‌ی تناوبی و شبه تناوبی و...) بر زیبایی‌شناسی آرایه‌ها، مشابهت قوانین هندسی و ریاضی موجود در طبیعت و معماری و ماهیت معنایی آرایه‌ها، بر اساس مسأله‌ی بسیار مهم زیبایی‌شناسی آرایه‌ها تنظیم و ساماندهی شده‌اند؛ در واقع در این انتظام، صحبت بر این است که هندسه در تجلی و نمود دیگری در معماری ایرانی در راستای هماهنگ‌سازی معماری با زیبایی‌شناسی آرایه‌ها نقش ایفا نموده است.

چنان‌چه تعریف ارائه شده از انتظام هندسی، که عبارت است از: آرایش اجزای یک مجموعه بر اساس اصول و قواعد هندسی در راستای تأمین یک هدف؛ مبنای تعریف انتظام هندسی ارائه شده در جدول فوق قرار گیرد، اجزای یک مجموعه،

جدول ۷. جدول کدگذاری مطالعات انجام شده روی رابطه‌ی هندسه با زیبایی‌شناسی آرایه‌ها (نگارندگان، ۱۳۹۸).

مقولات محوری	جملات کلیدی متون انتخابی	کد
۱- تأثیر قوانین هندسی و ریاضی (هندسه فراکتالی، هندسه‌ی تناوبی و شبه تناوبی و...) بر زیبایی‌شناسی آرایه‌ها	قوانین تناسب در نظام سنت میتنی بر تقسیم دایره توسط اشکال منتظمی است که در داخل آن رسم شده‌اند (بورکهارت، ۱۳۸۶: ۱۰۵).	۱-۱-۵
	دایره، خاستگاه چندضلعی‌هاست که هم دربردارنده و هم زیرساخت هم آن‌ها به‌شمار می‌رود (کریچلو، ۱۳۸۹: ۱۷-۱۹).	۲-۱-۵
	ارائه‌ی روش «شبه‌ی زیرساختی» (Tiling based) در ترسیم گره‌های هندسی (Kaplan, 2002: 48).	۳-۱-۵
	گره چینی متشکل از یک «شبه‌ی زیرساختی» و خطوطی است که از مرکز خطوط شبکه‌ی زیرساختی عبور می‌کنند (Kaplan, 2002: 48).	۴-۱-۵
	ترسیم گره روی سطوح کروی براساس اصول حاکم بر چندوجهی‌های منتظم (Kaplan, 2002: 48).	۵-۱-۵
	وجود نظم شبه‌تناوبی و انطباق روش رشد تراسی خود متشابه در کاشیکاری‌های درب امام اصفهان (Lu & Steinhardt, 2007: 1112).	۶-۱-۵
	استفاده از اصول ریاضی و هندسی در چپیره‌سازی (گوشه‌سازی، یعنی تبدیل شکل چهارگوشه به ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ گوشه و دایره)، (پیرنیا، ۱۳۹۰: ۲۲۲-۲۷۴).	۷-۱-۵
	کاربندی سازه، نوعی پوشش است متشکل از لنگه‌طاق‌هایی با قوس معین که تحت قواعدی هندسی همدیگر را قطع می‌کنند (بزرگمهری، ۱۳۸۵: ۱).	۸-۱-۵
	بررسی ساختار رشد خرد شدن (ترادیمی خود متشابه) گره در گره و شاه گره (رئیس زاده، مفید، ۱۳۷۴: ۱۵۵-۱۶۴).	۹-۱-۵
	چنانچه کاربردی هشت ضلعی، و فواصل اتصال یک باشد کاربردی حاصل از آن، طاق‌بندی، کاربردی، ۸ یک به یک یا گوشه‌سازی سکنج می‌تواند نام‌گذاری شود (محمدیان منصور، فرامرزی، ۱۳۹۰: ۹۹).	۱۰-۱-۵
قسمت انتهایی بشن، مربع و گاهی مستطیل است، با چپیره کردن آن را تبدیل به دایره می‌کنند، بعد گنبد روی آن سوار می‌شود (پیرنیا، ۱۳۹۰: ۲۲۲-۲۷۴).	۱۱-۱-۵	
تقسیم محیط دایره و اتصال نقاط براساس اندازه‌ی فواصل اتصال (محمدیان منصور و فرامرزی، ۱۳۹۰: ۹۹).	۱۲-۱-۵	
۲- مشابهت قوانین هندسی و ریاضی موجود در طبیعت و معماری	تمامی آفریده‌های انسان و طبیعت (از قبیل دانه‌های برف) به مثابه صوری هستند، پذیرای قوانین ریاضی تشابه، تقارن و هندسه (اردلان و بختیار، ۱۳۷۹: ۲۱).	۱-۲-۵
	اثبات انطباق الگوهای سنتی با عناصر طبیعت در فیزیک جدید (کریچلو، ۱۳۸۹: ۱۷-۱۹).	۲-۲-۵
	هنر عرب با مینای استوار هندسی، نظیر بلور کانی‌هاست (Kaplan, 2002: 47).	۳-۲-۵
	اثبات تشابه میان گره‌چینی و شبه بلورها (Lu & Steinhardt, 2007: 1112).	۴-۲-۵
	انطباق هندسه‌ی مقرنس (پتکانه) با ساختارهای هندسی و طبیعی شبه تناوبی (محمدیان منصور و فرامرزی، ۱۳۹۲: ۵۰-۵۳).	۵-۲-۵
	انطباق هندسه‌ی گره‌های تند و کند ده با شبه بلورها (محمدیان منصور، فرامرزی، ۱۳۹۱: ۷۷).	۶-۲-۵
	انطباق نظم حاکم بر شاه گره‌ها با ساختار سلیکون (محمدیان منصور و فرامرزی، ۱۳۹۱: ۷۸).	۷-۲-۵
	اسلیمی‌ها اصولاً باز آفریننده‌ی فرآیندهای کیهانی آفریدگار از طریق طبیعت هستند. ساقه‌های مارپیچ که چون درخت‌های کیهانی متقارناً نمو می‌گیرند، تجلی طرح تصویری روضه رضوان هستند (اردلان و، بختیار، ۱۳۷۹: ۴۲).	۸-۲-۵
	کاربندی نوعی شکنج است و بدون این که ارتفاع گنبد زیاد شود، تبدیل چهارگوش بشن به دایره میسر می‌شود (پیرنیا، ۱۳۹۰: ۲۲۲-۲۷۴).	۹-۲-۵
	تمام ابعاد بنا از دایره به‌عنوان رمز وحدت وجود به‌دست می‌آیند (بورکهارت، ۱۳۸۶: ۱۰۵).	۱-۳-۵
۳- ماهیت معنایی آرایه‌ها	جهان صور محض (کریچلو، ۱۳۸۹: ۱۷-۱۹).	۲-۳-۵
	دایره به‌عنوان رمز ابدیت نه آغازی دارد و نه انجامی (کریچلو، ۱۳۸۹: ۱۷-۱۹).	۳-۳-۵
	نقوش هندسی انتزاع و تجسد بلورین عالم هستی هستند (کریچلو، ۱۳۸۹: ۱۷-۱۹).	۴-۳-۵
	ساختارهای مقرنس بازتابی از نمونه‌های مثالی آسمانی، نزول ماوای آسمانی به‌سوی زمین و تبلور جوهر آسمانی یا اثر در قالب‌های زمینی است (نصر، ۱۳۸۹: ۶۲).	۵-۳-۵
	ریاضیات و هندسه‌ی بلورین و متعالی هنر اسلامی تنها وسیله‌ی ارائه مقام منزه و متعالی عالم ملکوت است (Kaplan, 2002: 48).	۶-۳-۵
	آفرینش شکل‌ها، صور ظلیه‌ی اعیان ثابت را که در عالم مثال جای دارند، به یاد می‌آورند؛ پس ریاضیات که از عالم محسوس به عالم معقول راه می‌برد، زبان عقل به‌شمار می‌رود که خود وسیله‌ای برای تأویل است (اردلان، بختیار، ۱۳۷۹: ۲۱).	۷-۳-۵

همان اجزای يك آرایه‌ی معماری نظیر: آلات يك گره‌چینی یا کاربندی، مقرنس و یزدی‌بندی و اجزای سایر آرایه‌های معماری‌ست؛ اصول و قواعد هندسی، همان اصول و قواعدی نظیر: هندسه‌ی فراکتالی، تناوبی، شبه تناوبی و... است و هدف نیز، ایجاد زیبایی‌شناسی در مقیاس خرد و آرایه‌ها و پاسخ‌گویی به نیازهای معنایی در معماری است. بر همین اساس به دلیل نقش کلیدی زیبایی‌شناسی آرایه‌ها در این نوع انتظام هندسی، این انتظام را «انتظام هندسی زیبایی‌شناسی آرایه‌ها» نام‌گذاری شده و بر این اساس انتظام هندسی زیبایی‌شناسی آرایه‌ها را این‌گونه تعریف می‌شوند: آرایش اجزای آرایه‌های معماری بر اساس اصول و قواعد هندسه‌ی فراکتالی، تناوبی، شبه تناوبی و... در راستای ایجاد زیبایی در مقیاس آرایه‌ها و پاسخ‌گویی به نیازهای معنایی در معماری است.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بازشناسی انتظام‌های هندسی در معماری ایران انجام شده است و در پاسخ به پرسش‌های پژوهش نتایج ذیل حاصل شده است. در پاسخ به پرسش اول پژوهش که به دنبال ارائه‌ی تعریف هندسه و شناخت مفاهیمی با اشتراک معانی مشابه با هندسه در معماری ایران است؛ مشخص شد که، مقولات ذیل به عنوان شبکه‌ی مفاهیم پیوسته با هندسه در مراتب و سطوح متفاوت کمی صرف تا کاملاً کیفی طبقه می‌شوند که عبارتند از:

- اندازه، قدر، مقدار و حدود ذوات عقلیه (اندازه‌ی کمی - اندازه‌ی کیفی)؛
- شکل، نقش، صورت، جهت، صور مثالیه (اشکال مادی - اشکال مثالی)؛
- قواعد حاکم بر اندازه‌ها و اشکال (تناسب، توازن، تقارن و...).
- مفاهیم معنایی (زیبایی، تعالی و...).

در راستای پاسخ‌گویی به پرسش دوم و اصلی این پژوهش که، چه انواعی از انتظام هندسی در آراء محققان معماری ایران، می‌توان شناسایی کرد؛ باید گفت که بر اساس تحلیل‌های انجام شده در این پژوهش، پنج انتظام هندسی ذیل در آراء محققان معماری ایران قابل تشخیص می‌باشد:

- انتظام هندسی ابعاد انسانی؛
- انتظام هندسی اقلیمی؛
- انتظام هندسی نیارش؛
- انتظام هندسی زیبایی‌شناسی فرمی؛
- انتظام هندسی زیبایی‌شناسی آرایه‌ها.

مقایسه‌ی نتایج استخراج شده در دو حوزه‌ی شبکه‌ی مفاهیم مشترک با هندسه و اقسام انتظام‌های هندسی در معماری (مصادیق هندسه) نشان می‌دهد که، هندسه هم در حوزه‌ی مفاهیم و هم حوزه‌ی مصادیق در مراتب و شئون مختلفی ظهور و بروز دارد و این مسأله نشان از قابلیت‌های ذاتی هندسه دارد.

انسان و عالم هستی، هر دو دارای ماهیتی ذومراتب و سلسله‌مراتبی هستند و به تبع آن، سلسله نیازهای انسانی نیز مراتبی کمی و کیفی دارد. معماری نیز

به‌عنوان واسطه‌ی میان انسان و عالم طبیعت، چنان‌چه بخواهد با انسان و هستی ذومراتب در تعامل باشد و پیوندی عمیق برقرار نماید، باید سلسله‌مراتبی متناظر با نیازها و مراتب انسانی داشته باشد. هندسه به‌عنوان -الفبای عام زبان معماری-، این قابلیت را به معماری داده است که معماری بتواند قابلیت پاسخ‌گویی به تمام نیازهای انسانی را داشته باشد. وجود انتظام‌های هندسی بازشناسی شده در این پژوهش، با سطوح مراتبی متفاوت، مهم‌ترین دلیل برای اثبات این ادعاست. هم‌چنین نکته‌ی دیگری که باید در خصوص این انتظام‌ها اضافه کرد این‌ست که، راهبرد انجام تحقیقات نیز مشابه ماهیت خود انتظام‌های هندسی با هم متفاوت است. برخی محققان نگاه اکتشافی دارند، و به کشف قواعد هندسی پنهان در آثار معماری می‌پردازند؛ نمونه‌هایی از تحقیقات با این‌گونه نگاه اکتشافی را در هر پنج انتظام هندسی می‌توان دید. برخی از آن‌ها رویکرد توصیفی دارند، و فقط به توصیف چگونگی‌ها می‌پردازند. برخی رویکرد تحلیلی دارند، و با تجزیه و تحلیل، نسبت میان اندازه‌ها و اشکال را بررسی می‌کنند. برخی به جایگاه هندسه در نظام عالم می‌پردازند که نوعی نگاه تفسیری است. و برخی نگاه علی دارند، یعنی از علت‌های شکل‌گیری صورت‌های هندسی پرسش می‌کنند.

مسأله‌ی مهم دیگری که می‌تواند در پژوهش‌های آتی بدان پرداخته شود این‌ست که، نحوه‌ی کنش و کنش متقابل این انتظام‌های متفاوت چگونه است؟ و چگونه این دامنه‌ی وسیع در یکدیگر تنیده می‌شوند و به وحدت می‌رسند؟

کتابنامه

- ابوالقاسمی، لطیف، ۱۳۹۰، «هنجار شکل‌یابی معماری اسلامی ایران». معماری ایران دوره اسلامی، محمدیوسف کیانی، تهران: انتشارات سمت، صص: ۳۷۹-۳۹۴.
- اردلان، نادر؛ و بختیار، لاله، ۱۳۷۹، حس وحدت: سنت عرفانی در معماری ایرانی. ترجمه‌ی حمید شاهرخ، اصفهان: نشر خاک.
- ایمان، محمد تقی؛ و نوشادی، محمودرضا، ۱۳۹۱، «تحلیل محتوای کیفی». پژوهش، سال ۳، شماره‌ی ۲، صص: ۱۵-۴۴.
- بزرگمهری، زهره، ۱۳۸۵، هندسه در معماری. تهران: سبحان نور، سازمان میراث‌فرهنگی کشور.
- بزنووال، رولان، ۱۳۷۹، فن‌آوری طاق در خاور کهن. ترجمه‌ی سید محسن حبیبی، تهران: انتشارات سازمان میراث‌فرهنگی.
- بلخاری، حسن، ۱۳۸۸، هندسه خیال و زیبایی، پژوهشی در آرای اخوان الصفا درباره حکمت هنر و زیبایی. تهران: مؤسسه‌ی تألیف، ترجمه و نشر آثار هنری متن.
- بیرونی، ابوریحان (ابوریحان بیرونی)، محمد بن احمد، ۳۶۲- (۴۴۰ق.)، ۱۳۶۲، التفهیم لاوائل صناعه التنجیم. با تجدیدنظر و تعلیقات و مقدمه تازه بخامه جلال‌الدین همایی، تهران: بابک،
- بورکهارت، تیتوس، ۱۳۸۶، مبانی هنر اسلامی. ترجمه و تدوین: امیر نصری، تهران: انتشارات حقیقت.

- بهپور، باوند، ۱۳۸۴، «الگوهای مورد استفاده در طراحی معماری و تزئینات دوره قاجار». مجله‌ی معمار، شماره‌ی ۳۰، فروردین و اردیبهشت، صص: ۹۸-۱۰۷.
- بهشتی، محمد؛ و قیومی‌بیدهندی، مهرداد، ۱۳۸۸، فرهنگ نامه معماری ایران در مراجع فارسی. جلد ۱، اصطلاحات و مفاهیم، تهران: انتشارات تألیف، ترجمه و نشر آثار هنری متن.
- پارسی، فرامرز، ۱۳۹۱، «روش طراحی در معماری تاریخی ایران». مجله‌ی معمار، شماره‌ی ۷۲، فروردین و اردیبهشت، صص: ۷۰-۷۶.
- پوردیهیمی، شهرام، ۱۳۹۰، زبان اقلیمی در طراحی محیطی پایدار. تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- پوراحمدی، مجتبی، ۱۳۹۰، «نسبت طول به عرض حیاط و اتاق‌ها در خانه‌های سنتی یزد». مجله‌ی هنرهای زیبا، شماره‌ی ۴۷، پاییز، صص: ۶۹-۷۷.
- پیرنیا، محمدکریم، ۱۳۹۰، بازچاپ اثر ۲۴ و ۲۰، «چفدها و طاق‌ها و گنبد در معماری ایران». تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی.
- پیرنیا، محمدکریم؛ و معاریان، غلامحسین، ۱۳۸۶، سبک‌شناسی معماری ایرانی. تهران: نشر سروش دانش.
- پیرنیا، محمدکریم، ۱۳۷۸، آشنایی با معماری اسلامی ایران. تدوین: غلامحسین معاریان، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
- توسلی، محمود، ۱۳۸۳، هنر هندسه، پویایی اشکال، احجام کروی ابوالوفای بوزجانی. تهران: انتشارات پیام.
- حجازی، مهرداد؛ و مهدی‌زاده، سراج، ۱۳۸۸، مرمت گوشه‌سازی‌های گنبد‌های ایرانی نقطه تبلور حضور هم‌زمان معماران و مهندسیین سازه. شیراز: هشتمین گنگره بین‌المللی مهندسی عمران.
- راسل، برتراند، ۱۳۴۰، تاریخ فلسفه غرب. ترجمه‌ی نجف دریابندری، تهران: انتشارات آوند دانش.
- رئیس‌زاده، مهناز؛ و مفید، حسین، ۱۳۷۴، احیای هنرهای از یاد رفته. تهران: انتشارات مولی.
- زارعی، محمدابراهیم؛ حاتمی‌مجد، فائزه؛ و محمدیان‌منصور، صاحب، ۱۳۹۶، خانه‌های قدیمی همدان. از مجموعه کتب دانش‌نامه‌ی استان همدان، همدان: انتشارات حوزه هنری استان همدان.
- زارعی، هانی؛ رازانی، مهدی؛ و قزلباش، ابراهیم، ۱۳۹۶، «بازشناسی الگوی طراحی خانه‌های تاریخی شیراز در دوره قاجاریه با رویکرد اقلیمی». مجله‌ی پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره‌ی ۱۳، تابستان، صص: ۲۲۵-۲۴۲.
- سالی‌نگروس، نیکوس ای، ۱۳۸۷، یک نظریه معماری. ترجمه‌ی سعید زرین‌مهر و زهیر متکی، تهران: مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری.
- شعرباف، اصغر، ۱۳۸۵، گره و کاربندی. تهران: انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، سبحان نور.
- طاهباز، منصوره، ۱۳۹۲، دانش اقلیمی طراحی معماری. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

- عادل مهربان، مرضیه، ۱۳۹۴، مروری بر تحلیل محتوای کیفی و کاربرد آن در پژوهش. اصفهان: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان اصفهان.
- فرامرزی، سینا، ۱۳۹۵، «مداقه‌ای در هندسه و سازه‌ی کاربردی». پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد معماری، استاد راهنما: محمد رضا بمانیان، تهران: دانشگاه تربیت مدرس (منتشر نشده).
- قبادیان، وحید، ۱۳۷۷، بررسی اقلیمی ابنیه سنتی ایران. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- کرفتر، فردریش، ۱۳۸۸، طرح‌های بازسازی تخت جمشید. ترجمه‌ی فرانک بحرالعلومی، تهران: بنیاد پژوهشی پارسه، پاسارگاد.
- کریچلو، کیت، ۱۳۸۹، تحلیل مضامین جهان‌شناختی نقوش اسلامی. ترجمه‌ی سید حسن آذرکار، تهران: انتشارات حکمت.
- الکساندر، کریستوفر، ۱۳۹۰، سرشت نظم، گزیده جلد اول، ساختارهای زنده در معماری. ترجمه‌ی رضا سیروس صبری و علی اکبری، تهران: پرهام نقش.
- کسمایی، مرتضی، ۱۳۸۲، اقلیم و معماری. اصفهان: نشرخاک.
- محمدیان منصور، صاحب، ۱۳۸۶، «سلسله‌مراتب محرمیت در مساجد ایرانی». مجله هنرهای زیبا، شماره‌ی ۲۹، بهار، صص: ۵۹-۶۸.
- محمدیان منصور، صاحب؛ و فرامرزی، سینا، ۱۳۹۰، «گونه‌شناسی و تدوین ساختار هندسی کاربردی در معماری ایران». مجله‌ی هنرهای زیبا، شماره‌ی ۴۸، زمستان، صص: ۹۷-۱۰۹.
- محمدیان منصور، صاحب؛ و فرامرزی، سینا، ۱۳۹۱، «مقایسه نظم شبه تناوبی شاه‌گره با ساختار شبه بلوری سیلیکون». مجله‌ی تجسمی هنرهای زیبا، شماره‌ی ۵۰، تابستان، صص: ۶۹-۸۰.
- محمدیان منصور، صاحب؛ و فرامرزی، سینا، ۱۳۹۲، «بررسی وجود نظم شبه تناوبی در ساختار پتکانه». مجله تجسمی هنرهای زیبا، دوره‌ی ۱۸، شماره‌ی ۲، تابستان، صص: ۴۳-۵۴.
- معماریان، غلامحسین، ۱۳۸۵، آشنایی با معماری مسکونی ایرانی، گونه‌شناسی درونگرا. تهران: انتشارات سروش دانش.
- معماریان، غلامحسین؛ و صفایی‌پور، هادی، ۱۳۹۱، معماری ایرانی، نیارش. تهران: نغمه نو اندیش.
- ملازاده، کاظم؛ محمدیان منصور، صاحب؛ جوانمردی، فاطمه؛ و خدابنده، مریم، ۱۳۹۵، «بررسی تناسبات و نظام پیمون در معماری دوره‌ی ماد: مطالعه موردی محوطه‌ی نوشیجان». نشریه جستارهای باستان‌شناسی ایران پیش از اسلام. جلد ۱، شماره‌ی ۲، پایپ ۲، پاییز و زمستان، صص: ۷۹-۹۳.
- نجیب‌اوغلو، گلرو، ۱۳۸۷، هندسه و تزئین در معماری اسلامی. ترجمه‌ی مهرداد قیومی‌بیدهندی، تهران: انتشارات روزنه.
- ندیمی، هادی، ۱۳۷۸، «حقیقت نقش». مجموعه مقالات دومین کنگره

تاریخ معماری و شهرسازی ایران، جلد دوم. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور (پژوهشگاه).

- نصر، سید حسین، ۱۳۸۴، دین و نظام طبیعت. ترجمه‌ی محمدحسن فغفوری، تهران: انتشارات حکمت.

- نصر، سید حسین، ۱۳۸۹، هنر و معنویت اسلامی. ترجمه‌ی رحیم قاسمیان، تهران: حکمت.

- نقره‌کار، عبدالحمید، ۱۳۸۷، درآمدی بر هنر اسلامی در معماری و شهرسازی. تهران: وزارت مسکن و شهرسازی.

- نوایی، کامبیز؛ و حاجی قاسمی، کامبیز، ۱۳۹۰، خشت و خیال. تهران: سروش.

- ویلیز، دونالد نیوتن، ۱۳۹۳، معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.

- هاتفی‌شجاع، سمیه، ۱۳۹۴، «میزان تعمیم‌پذیری نظریه‌ی ساختار زنده کریستوفر الکساندر، مطالعه‌ی موردی: چهارباغ و باغ‌های اصفهان». باغ نظر، سال ۱۲، شماره‌ی ۳۶، آذر و دی، صص: ۴۱-۵۲.

- Roaf, M., 1978, "Persepolitan Metrology". *London*, No. 16, Pp. 67-78.
- Alexander, C., 2002, *The Nature of Order an Essay on the Art of Building and the Nature of the Universe: Book I - The Phenomenon of Life*. Berkeley, CA: The Center for Environmental Structure.
- George, A. R., 1995, "The bricks of E-Sagil". *Iraq*, No. 57, Pp. 173-197.
- Kaplan, C., 2002, "Computer Graphics and Geometric Ornamental Design, for the degree of Doctor of Philosophy". Ph.D. Thesis, University of Washington.
- Peter J. L. & Paul J. S., 2007, "Decagonal and Quasi-crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture". *Science*, NO. 31, Pp. 1106-1110.