Cult Islam Archit Urban, 2026; 11 (1): 183-206

Tabriz Islamic Art University 1999

CULTURE OF ISLAMIC ARCHITECTURE AND URBANISM

DOI : http://dx.doi.org/10.66224/ciauj.11.1.687

The Culture of Islamic Architecture & Urbanism

Original Paper **Open Access**

Geometric Thinking as a Cognitive Framework in Architectural Design: Conceptualizing Key Attributes Based on Grounded Theory and Expert Perspectives

Hosein Naseri[1], Mehdi Mahmoudi Kamelabad[2*], Enrico De Angelis[3]

1. Ph. D Candidate, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Design, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Design, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran
3. Professor, Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering, Politecnico di Milano, Milan, Italy

Received: 2025/12/22 Accepted: 2026/04/28

Abstract

In architecture, design emerges from complex cognitive processes integrating perception, imagination, reasoning, and decision-making. Among the various forms of knowledge influencing architectural thinking, geometry occupies a central position. It functions not only as a technical tool for measurement, drawing, and construction but also as a conceptual framework through which ideas are transformed into coherent spatial and formal structures. Mastery of geometric knowledge enables architects to organize space, establish proportions, and generate architectural forms with clarity and intelligibility. This study aims to identify and conceptualize geometric thinking in architectural design and develop a grounded model explaining its role in enhancing architects' cognitive skills. A qualitative research approach based on grounded theory was employed, using a purposive review of theoretical texts and scholarly works related to architecture, geometry, and thinking. Data collection and analysis were conducted simultaneously through open, axial, and selective coding using MAXQDA software and continued until theoretical saturation was achieved. The findings indicate that geometric thinking is shaped by interrelated causal, contextual, and intervening factors. Causal factors include the rigor of geometric reasoning and the recognition of geometry as a foundational system of architectural knowledge. Contextual factors involve the distinction between sensory and intellectual geometry, as well as theoretical and practical dimensions. Intervening factors encompass measures, proportions, and rules regulating order and harmony in architectural space. The identified strategies—such as valuing geometric principles through logical reasoning and discovering geometric rules through systematic analysis—enable structured and rational approaches to design, leading to improved understanding, precision, and mental clarity in the design process. In conclusion, the proposed conceptual model highlights the cognitive, epistemological, and practical significance of geometry in architectural design. Cultivating geometric thinking enhances design coherence, quality, and rationality, offering valuable insights for both architectural education and professional practice.

Keywords:

Design Epistemology, Design Thinking, Geometric Reasoning in Architecture, Grounded Theory, Spatial Cognition

* Corresponding Author: m.mahmoudi@aui.ac.ir

©2026 by the Authors.This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

Introduction

Throughout history, thinking has played a fundamental role in the formation and organization of human knowledge. It enables individuals to interpret reality, structure experience, and generate meaning. In architecture, design extends beyond technical execution or artistic expression and constitutes a complex cognitive process involving perception, imagination, reasoning, decision-making, and problem-solving. Consequently, the quality, coherence, and intelligibility of architectural outcomes are deeply rooted in the cognitive mechanisms underlying the design process, making the study of architectural thinking essential to both theory and practice. Among the various forms of knowledge shaping architectural thinking, geometry has historically occupied a central position. From ancient architectural traditions to contemporary design methodologies, geometry has functioned not only as a tool for representation, measurement, and construction but also as a conceptual language for understanding and organizing space. As a cognitive system, geometry mediates between abstract ideas and their spatial realization, enabling architects to establish order, proportion, hierarchy, and coherence within architectural form. Analyses of geometric relationships in architectural works indicate that geometry actively guides designers' thinking and decision-making processes, operating as an ordering principle throughout the design continuum—from conceptualization to realization. Despite its significance, existing research has largely addressed geometry as a formal, structural, or decorative component of architecture, whereas its role as a mode of thinking that shapes design cognition has received limited attention. This gap underscores the need for a conceptual investigation of geometry as a cognitive framework in architectural design. In response, the present study aims to identify, analyze, and conceptualize geometric thinking in architectural design. The primary objective is to develop a grounded conceptual model explaining how geometric knowledge contributes to structuring and enhancing architects' cognitive processes and design capabilities. By emphasizing geometry as a cognitive framework rather than merely a technical skill, the study seeks to clarify its role in supporting rationality, creativity, and coherence in architectural design.

Materials and Methods

This research adopts a qualitative approach based on the principles of grounded theory (GTM), selected for its suitability in exploring complex, abstract, and insufficiently theorized phenomena such as cognitive processes in architectural design. Grounded theory enables theory development directly from data, allowing conceptual frameworks to emerge inductively rather than being imposed a priori. In this study, GTM provides a systematic yet flexible structure for uncovering the components and relationships underlying geometric thinking in architectural design. Data were collected through a purposive review of library-based sources, including theoretical texts, academic books, and peer-reviewed articles related to thinking, geometry, and architecture. Sources were selected based on their explicit or implicit engagement with geometry's role in architectural cognition and design processes. The dataset encompassed classical philosophical writings, historical analyses of architectural practice, studies in architectural education, and contemporary research on design cognition. In accordance with grounded theory methodology, data collection and analysis were conducted concurrently. As preliminary concepts emerged, additional sources were incorporated to elaborate and refine the developing theoretical structure. This iterative process continued until theoretical saturation was achieved, at which point further analysis yielded no new concepts or categories. Data analysis was conducted using MAXQDA software and followed three stages: open coding, axial coding, and selective coding. Open coding involved identifying and labeling key concepts related to geometric thinking. Axial coding focused on establishing relationships among concepts and organizing them into broader categories. Selective coding integrated these categories around a core phenomenon, resulting in a coherent conceptual model of geometric thinking in architectural design.

Results

The analysis revealed that geometric thinking in architectural design is shaped by a network of interrelated factors categorized as causal, contextual, and intervening. Causal factors establish geometry as a reliable and foundational component of architectural knowledge, emphasizing the rigor, stability, and precision of geometric reasoning, as well as its recognition as a fundamental basis for design decisions. Geometry thus provides a logically consistent framework that supports rational judgment and coherence throughout the design process. Contextual factors define the conditions under which geometric thinking operates. These include the distinction and interaction between sensory and intellectual geometry, as well as between theoretical and practical dimensions. Sensory geometry relates to visual perception, experiential understanding, and intuitive recognition of spatial patterns, whereas intellectual geometry facilitates abstraction, conceptual reasoning, and analytical exploration. Theoretical geometry provides structural principles and logical systems, while practical geometry enables their application in drawing, measurement, and construction. The interaction of these dimensions creates a dynamic context for geometric thinking in architectural design. Intervening factors regulate the application of geometric thinking and include measures, proportions, ratios, and qualitative and quantitative rules. These elements mediate between abstract geometric concepts and practical design strategies, governing scale, order, and harmony in architectural space and enabling the effective translation of geometric reasoning into built form.

Discussion

The findings demonstrate that geometry operates simultaneously as a cognitive and practical framework within architectural design. By integrating causal, contextual, and intervening factors, geometric thinking facilitates systematic reasoning, supports mental clarity, and enables coherent spatial organization. The interaction between sensory and intellectual geometry, as well as theoretical and practical dimensions, highlights geometry's role as a mediator between perception and reasoning in the design process. This perspective aligns with contemporary research in architectural design cognition, which conceptualizes design as an iterative process involving abstraction, representation, and structured reasoning. The present study contributes to this body of knowledge by articulating geometry as a foundational cognitive framework rather than a supplementary technical tool, thereby extending current theoretical understandings of design thinking in architecture.

Conclusion

The grounded conceptual model developed in this study positions geometric thinking as a core cognitive strategy in architectural design, emphasizing its role in enhancing rationality, creativity, and decision-making. Beyond its technical applications, geometric thinking enables architects to systematically explore spatial relationships, evaluate design alternatives, and anticipate design outcomes before physical realization, thereby reducing uncertainty in the design process. From an educational perspective, the model provides a theoretical foundation for integrating geometric reasoning into architectural pedagogy as a cognitive skill. Such integration can strengthen students' problem-solving abilities, critical thinking, and capacity for reflective decision-making. In professional practice, the model offers insights into managing complex design challenges by clarifying the role of measures, proportions, and relational structures in aligning conceptual intentions with practical constraints. Ultimately, the study establishes geometric thinking as a fundamental cognitive framework that enhances both the intellectual rigor and practical effectiveness of architectural design.

This page is intentionally rendered without text

این صفحه آگاهانه بدون متن ارائه شده است

فرهنگ معماری و شهرسازی اسلامی، ۱۴۰۵؛ ۱۱ (۱) :۲۰۶-۱۸۳

فرهنگ معماری و شهرسازی اسلامی

DOI : http://dx.doi.org/10.66224/ciauj.11.1.687

مقاله پژوهشی

دسترسی آزاد

تفکر هندسی به‌مثابه چارچوبی شناختی در طراحی معماری: تبیین شاخصه‌های مفهومی بر پایهٔ نظریهٔ زمینه‌ای با اتکا بر دیدگاه برخی صاحب‌نظران

حسین ناصری[۱]، مهدی محمودی کامل‌آباد[۲]*، انریکو دی آنجلیس[۳]

۱. پژوهشگر دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران
۲. استادیار، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران
۳. استاد، گروه معماری، محیط ساخته شده و مهندسی ساخت، دانشگاه پلی تکنیک میلان، میلان، ایتالیا

دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱ پذیرش: ۱۴۰۵/۲/۸

چکیده

در طول تاریخ‌دانش بشر، توجه گسترده‌ای به پرورش و بهره‌گیری مؤثر از قدرت تفکر معطوف شده است. در طراحی معماری، فرآیند طراحی ریشه در توانمندی‌های شناختی طراح دارد و دانش هندسه نقشی محوری در شکل‌گیری تفکر معماری ایفا می‌کند. شناسایی جایگاه دانش هندسه در تفکر طراحی معماری، مسئلهٔ اصلی این پژوهش است. هدف این مطالعه، ارائهٔ مدلی مفهومی از تفکر هندسی در طراحی معماری به‌منظور شناخت و بهره‌گیری از دانش هندسه در ارتقای مهارت‌های شناختی و طراحی معماران است که بر پایهٔ دیدگاه‌های نظری و با استفاده از رویکرد نظریهٔ زمینه‌ای انجام شده است. پژوهش با بررسی منابع کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان صورت‌گرفته و تحلیل داده‌ها بر اساس چارچوب نظریهٔ زمینه‌ای اشتراوس و کوربین و از طریق سه مرحلهٔ کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی، با بهره‌گیری از نرم‌افزار مکس‌کیودا انجام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد تفکر هندسی در معماری تحت‌تأثیر عوامل علی، از جمله استواری و صحت استدلال‌های هندسی و ریاضی و نقش هندسه به‌عنوان پایه و اساس دانش معماری؛ عوامل زمینه‌ای، شامل تمایز میان هندسهٔ حسی و هندسهٔ عقلی و نیز هندسهٔ عملی و نظری؛ و عوامل مداخله‌گر، شامل اندازه‌ها، کمیت‌ها و قوانین هندسهٔ کمی و کیفی قرار دارد. این عوامل، زمینهٔ اعمال راهبردهایی همچون ارزشمندی قضایای هندسی بر پایهٔ استدلال منطقی و کشف قوانین هندسی از طریق استدلال قیاسی و مطالعهٔ نظام‌مند را فراهم می‌کنند. پیامدهای به‌کارگیری این راهبردها شامل توانایی اندازه‌گیری، درک، ترسیم و پیاده‌سازی اشکال معماری با بهره‌گیری از دانش هندسه، افزایش وضوح و سازمان‌یافتگی ذهنی و نقش مثبت هندسه در شفافیت تفکر است. این مدل مفهومی، چارچوبی نظری برای درک و ارتقای فرآیند تفکر و طراحی معماری فراهم می‌آورد.

واژگان کلیدی

استدلال هندسی در معماری، تفکر طراحی، شناخت فضایی، معرفت‌شناسی طراحی، نظریهٔ زمینه‌ای

* مسئول مکاتبات: m.mahmoudi@aui.ac.ir

©2026 by the Authors.This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

۱. مقدمه

مطابق با تقسیم‌بندی فارابی هندسه یکی از زیر شاخه‌های علم تعالیم (ریاضیات) است که در کنار علوم دیگر مانند حساب، مناظر، نجوم، موسیقی، اثقال و حیل مطرح می‌شود (فارابی، ۱۳۸۲، ص. ۴۹). معمارانی همانند لویی کان به هندسه به‌عنوان نظامی از ساختار، نظم و ریتم برای سازماندهی بناهایشان می‌نگریستند و یا همچون سانتیاگو کالاتراوا هندسه را شالوده و مبنای ادراک معماری می‌دانستند که به‌وسیله آن اثر معماری تجلی می‌یابد. راب کریر معتقد است هندسه در معماری، کنترل‌کننده بنا از جهت کمی است که بدون آن اثر معماری نامفهوم باقی می‌ماند و به‌نحوی مبهم تعریف می‌شد (آنتونیادس، ۱۳۸۹؛ زندیه وکیلی، ۱۳۹۷، ص. ۱۸). معماری ادوار گذشتهٔ ایران همواره ملهم از به‌کارگیری هندسه و شیوه‌های ترسیم غنی و دقیق بود، تاحدی‌که آگاهی از قواعد ریاضی و ترسیم و به‌کارگیری انواع خاص آن وظیفهٔ هر معماری بوده و وجه تمایز معماران و رقابت آنان با یکدیگر نیز، بر همین محور استوار بوده است (مولوی، ۱۳۸۱، ص. ۹؛ سیلوایه و همکاران، ۱۳۹۲، ص. ۵۶؛ نوحی بزنجانی و قاسمی، ۱۳۹۹، ص. ۱۶۶). داشتن نظم هندسی مشخص باعث انسجام اجزاء بنا با کل بنا می‌گردد. با رعایت هندسه‌ای منطقی در نقشهٔ بنا، می‌توان هیئت و حجم کلی بنا را بهتر درک کرد. این هندسه همواره شبکه‌ای ملموس و قابل‌رؤیت نبوده؛ بلکه نظامی است که وظیفهٔ تنظیم و کنترل فضاهای مختلف را در یک دستگاه واحد دارد (عمومی، ۱۳۷۶، ص. ۶۵). در واقع نظم هندسی لازمهٔ هر مجموعهٔ پویا و سامان‌مندی است. به‌طوری که در یک بنای معماری، همهٔ ابعاد، هم در تمامیت آن و هم در اجزاء آن، به‌هم‌پیوسته و جدای از هندسه نیستند (جوادی نوده و همکاران، ۱۴۰۱، ص. ۳۸؛ نصر، ۱۳۷۹، ص. ۱۱۸-۱۱۴).

هندسه از وادی عقل قابل‌شناخت است و دارای شناخت مادی و معنوی می‌باشد که از طریق تفکر و به‌کارگیری عقل به دست می‌آید (اخوان‌الصفاء، ۱۹۵۷، ص. ۱۴۶؛ نژاد ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۰، ص. ۲۸۴). بسیاری از پژوهش‌های جهان، هندسه را باعث تقویت قوهٔ تفکر، تجسم و ادراک فضایی و افزایش توانایی مهارت استدلال و حل مسئله می‌دانند که این خود بر اهمیت هندسه دلالت دارد (ارم، ۱۴۰۰، ص. ۱). هندسه دستمایهٔ اصلی همهٔ معماران در خلق آثار معماری است (نوری مکرم و همکاران، ۱۴۰۲، ص. ۳۷؛ ندیمی، ۱۳۷۸). اشراف معمار به علم هندسه و استفاده خلاق از آن برای تبدیل ایده و مفهوم به فضا و فرم ضروری است و ساختار فرآیند طراحی و ساخت را تعریف می‌کند، زیرا هندسه ابزاری برای شکل‌دادن به ایده و آفرینش آن به‌صورت موجودیتی قابل‌لمس است (فیض‌اله بیگی و همکاران، ۱۳۹۸، ص. ۳۹). تحلیل روابط هندسی در بناهای ارزشمند روش تفکر و تصمیمات معمار را در برخورد با مسئله و یافتن راه‌حل مناسب می‌نمایاند و قابلیت تفکر هندسی را در نظم‌بخشیدن به فرآیند طراحی معماری آشکار می‌سازد (دهار و علیپور، ۱۳۹۲، ص. ۳۴). هندسه برای فهم و تعبیر پدیده‌های گوناگون توسعه پیدا کرده است. به این جهت، لازم است که تفکر موردنیاز برای فهم این پدیده‌ها بررسی شود (عالم زاده، ۱۳۷۸؛ مهدیان و همکاران، ۱۳۹۶، ص. ۴۶).

از طرفی برجسته‌ترین ویژگی انسان نسبت به کل موجودات عالم قدرت تفکر است. همهٔ اکتشافات، اختراعات، و توسعه‌های علمی و صنعتی شگرف در جهان و از آغاز تاکنون مرهون به‌کاربردن نیروی تفکر از سوی انسان است و در اصل می‌توان گفت که تفکر پایهٔ علم و فعالیت‌های علمی است (فکوری حاجیار و همکاران، ۱۳۸۶، ص. ۹۸؛ کاروان، ۱۴۰۰، ص. ۲۶). تفکر یک فرآیند شناختی است که گاه به سمت رفتار می‌رود و منجر به آن می‌شود و گاه به دنبال یافتن راه‌حلی است تا مسئله یا مشکلی را حل کند. به تعبیری، تفکر جریانی است که طی آن معلومات به نحو مناسبی در کنار هم قرار داده شود تا نتیجه‌ای جدید حاصل گردد؛ به بیان دیگر، تفکر سازمان و تجدید سازمان در یادگیری‌های گذشته

برای استفاده در موقعیت فعلی است (سولسو، ۱۳۸۸). تفکر طراحی به طور گسترده به تمام فعالیت‌های شناختی اشاره دارد که طراحان در اجرای فرآیند طراحی برای تولید ایده، حل مسائل و تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند (Ghonim, 2016).

لذا بر اساس مطالب ذکر شده و باتوجه‌به اهمیت دانش هندسه، ارائهٔ مدل مفهومی تفکر هندسی در طراحی معماری به‌عنوان یک خلاء دانش، موردتوجه نویسندگان پژوهش حاضر قرار گرفته که در این پژوهش به موضوع مذکور پرداخته شده است.

۲. پیشینه پژوهش / چارچوب نظری

در زمینهٔ تفکر، کتاب‌ها و پژوهش‌های متعددی نگاشته شده است. گروهی از نویسندگان و پژوهشگران همچون جورج بولدن، ریچارد پل، لیندا الدر، رابرت فیشر، چت مایرز، رابرت سولسو، شعاری‌نژاد و قاسمی‌فر و افرادی دیگر به تألیف پژوهش‌ها و کتاب‌هایی دررابطه‌با تفکر و انواع آن پرداخته‌اند. از جمله موضوعاتی که در این منابع بحث‌وبررسی شده است می‌توان به موضوعاتی همچون مکانیسم تفکر، تفکر انتقادی، تفکر خلاق، تفکر منطقی و آموزش تفکر اشاره داشت؛ جان دیوئی برای تفکر انواع مختلفی قائل بوده و خود بر تفکر منطقی تأکید دارد. گیلفورد فکر را شامل تفکر واگرا و تفکر همگرا می‌داند (بولدن، ۱۳۸۵، ص. ۹-۸). ویتاکر انواع تفکر را در دو دستهٔ کلی استدلال و تخیل قرار داده است (سیف، ۱۳۹۶، ص. ۳۵۷). رابرت انیس و لیپمن در زمینهٔ تفکر انتقادی مطالعه کرده و تعاریفی برای تفکر انتقادی مطرح کرده‌اند (فیشر، ۱۳۸۵، ص. ۲؛ لیپمن، ۱۳۸۳، ص. ۲۹). گیل هولی روان‌شناس معاصر نیز تفکر را از دیدگاه خود مورد نقد و بررسی قرارداده و تعریف تفکر را از دیدگاه خود مطرح کرده است (Anderson, 1995; Gilhooly, 1996). کالدول و ادوارد سطوح مختلف تفکر را معرفی کردهاند (Caldwell, 2004; Edwards, 1992). استرنبرگ سبک‌های فکرکردن را بر اساس درون‌گرا یا برون‌گرا بودن اشخاص، تقسیم‌بندی کرده است (Strenberg, 1997).

به طور خاص در زمینهٔ تفکر طراحی در معماری، پژوهش‌ها و کتب متعددی نگاشته شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به مقاله‌ای تحت عنوان «تفکر در طراحی» اشاره داشت. در این پژوهش، به معرفی انواع حالات فکرکردن در طراحی پرداخته شده و در انتها، الگوی تعاملی در آموزش طراحی معماری معرفی شده است (محمودی، ۱۳۸۳، ص. ۴۶۵). در پژوهش دیگری تحت عنوان «تفکر طراحی در فرآیند طراحی معماری»، به بررسی طرز تفکر و تولید ایده و همچنین نقش تفکر طراح در طراحی آثار معماری پرداخته شده است (فیضی و خاک زند، ۱۳۸۴، ص. ۲۱). گرجی مهلبانی در مقاله‌ای، دیدگاه محققان و صاحب‌نظران مختلف در زمینهٔ تفکر طراحی را مورد بررسی و مطالعه قرار داده و نهایتاً الگوها و نظریات مختلف را مورد نقد و بررسی قرار داده است (گرجی مهلبانی، ۱۳۸۶، ص. ۱۰۶). شریف، خلاصهٔ رسالهٔ دکتری خود را در قالب مقاله‌ای تحت عنوان «تفکر نقاد و ارزیابی ایده طراحی معماری» آورده، در این مقاله، تفکر نقاد و اهمیت و ضرورت آن در فرآیند طراحی معماری، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است (شریف، ۱۳۹۰، ص. ۵۳). طیاح و همکاران در مقاله‌ای با استفاده از روش استعاره‌ای زالتمن، به بررسی شناخت تداعیات ذهنی نوآموزان معماری در فرآیند طراحی معماری پرداخته‌اند (طیاح و همکاران، ۱۳۹۹، ص. ۶۵). در پژوهش دیگری تحت عنوان «نسبت تفکر طراحی معماری با طرح‌واره‌های ناسازگار» با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی، موضوع مذکور، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است (محمودآبادی و میرجانی، ۱۴۰۱، ص. ۱). مظفر و کیان ارثی، در مقاله‌ای با استفاده از استدلال استنباطی و بررسی و تحلیل، چگونگی ارتباط تفکر طراحی و آموزش طراحی معماری را موردمطالعه و بررسی قرار داده‌اند (مظفر و کیان ارثی، ۱۳۹۸، ص. ۱). کاروان در پژوهشی با استفاده از پرسش‌نامه‌های مقیاس سه‌بعدی خرد

آردلت، سبک‌های خلاقیت کرتون، تفکر طراحی دوسی و سنجش خود راهبری یادگیری فیشر به جمع‌آوری داده‌ها پرداخته و نهایتاً با استفاده از معادلات ساختاری، به تدوین مدل ساختاری تفکر طراحی بر اساس خرد و سبک‌های خلاقیت با میانجی‌گری یادگیری خود راهبر در دانشجویان، پرداخته است (کاروان، ۱۴۰۲، ص. ۱۱۱).

در پژوهش‌های خارجی نیز در مقاله‌ای، با استفاده از روش تحلیلی و استنباطی و روش کمی و مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته با خبرگان، به بررسی نقش تفکر طراحی در آموزش معماری پرداخته شده است (Ghonim, 2016, p. ۱). علاوه بر این در کتابی تحت عنوان «تفکر طراحی محاسباتی» به بررسی و مطالعه پیرامون شناخت نقش اعداد و محاسبات عددی در تفکر طراحی معماری پرداخته شده است. (Menges and Ahquist, 2011). در پژوهش دیگری السید و همکاران، با تحت‌نظر گرفتن روند طراحی معماران در دو گروه مجزا، نحوه طراحی آن‌ها را موردمطالعه و بررسی قرار داده‌اند (Al-sayed et al., 2010, p. 211).

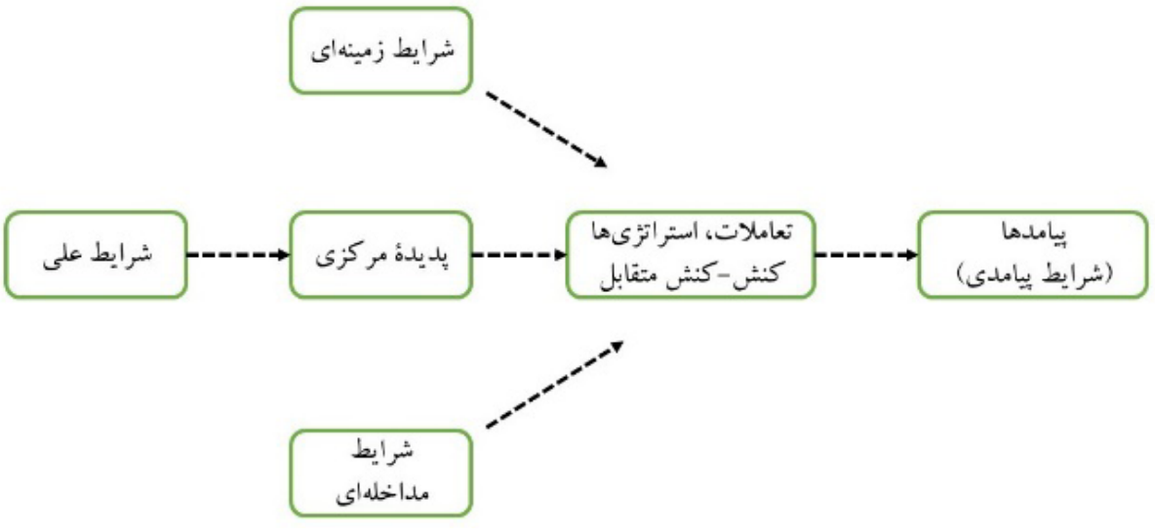
در ادبیات بین‌المللی معاصر، مطالعات متعددی به بررسی فرآیندهای شناختی در طراحی معماری پرداخته‌اند که طراحی را نه صرفاً یک فعالیت فرمی، بلکه فرآیندی ذهنی، تحلیلی و ساختاریافته تلقی می‌کنند. پژوهش‌هایی در حوزهٔ شناخت طراحی معماری نشان می‌دهند که طراحان از چارچوب‌های مفهومی، الگوهای ذهنی و نظام‌های انتزاعی برای سازمان‌دهی ایده‌ها و تصمیم‌گیری‌های فضایی استفاده می‌کنند (Lawson, 2006; Cross, 2011). در این میان، نقش ساختارهای هندسی، تناسبات و روابط فضایی به‌عنوان ابزارهای شناختی برای کاهش پیچیدگی و افزایش وضوح ذهنی موردتوجه قرار گرفته است (Oxman, 2004; Goldschmidt, 2014).

همچنین، مطالعات مرتبط با تفکر طراحی و طراحی محاسباتی نشان می‌دهند که هندسه و منطق فضایی، به‌عنوان بسترهای مفهومی، نقش مهمی در شکل‌گیری استدلال طراحی، پیش‌بینی پیامدهای فرمی و کنترل فرآیند تصمیم‌گیری دارند (Menges & Ahlquist, 2011; Kotnik, 2010). این پژوهش‌ها، هرچند اغلب با رویکردهای فناورانه یا شناختی انجام شده‌اند، اما به‌صورت ضمنی بر جایگاه هندسه به‌عنوان یک چارچوب فکری در طراحی معماری تأکید دارند. پژوهش حاضر باتکیه‌بر روش نظریه زمینه‌ای و تمرکز بر مبانی نظری، می‌کوشد این جایگاه را به‌صورت مفهومی و نظام‌مند تبیین کند.

بر اساس مطالب ذکر شده، در زمینهٔ تفکر طراحی در معماری، پژوهش‌های متعددی صورت‌گرفته، اما موضوع پژوهش حاضر باتوجه‌به اهمیت و جایگاه دانش هندسه در طراحی معماری، موردتوجه نگارندگان قرار گرفته و براین‌اساس انتظار می‌رود از نتایج پژوهش حاضر و پژوهش‌هایی که در آینده در این زمینه صورت خواهد گرفت، در جهت ارتقا و بهبود توانایی و مهارت تفکر طراحان معماری، بهره گرفته شود.

۳. روش پژوهش/ مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از حیث روش، کیفی است که بر اساس رویکرد گراندد تئوری یا نظریهٔ زمینه‌ای و با استفاده از روش جی‌اتی ام سیستماتیک (مدل اشتراوس و کوربین) و با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA انجام شده است (شکل ۱).

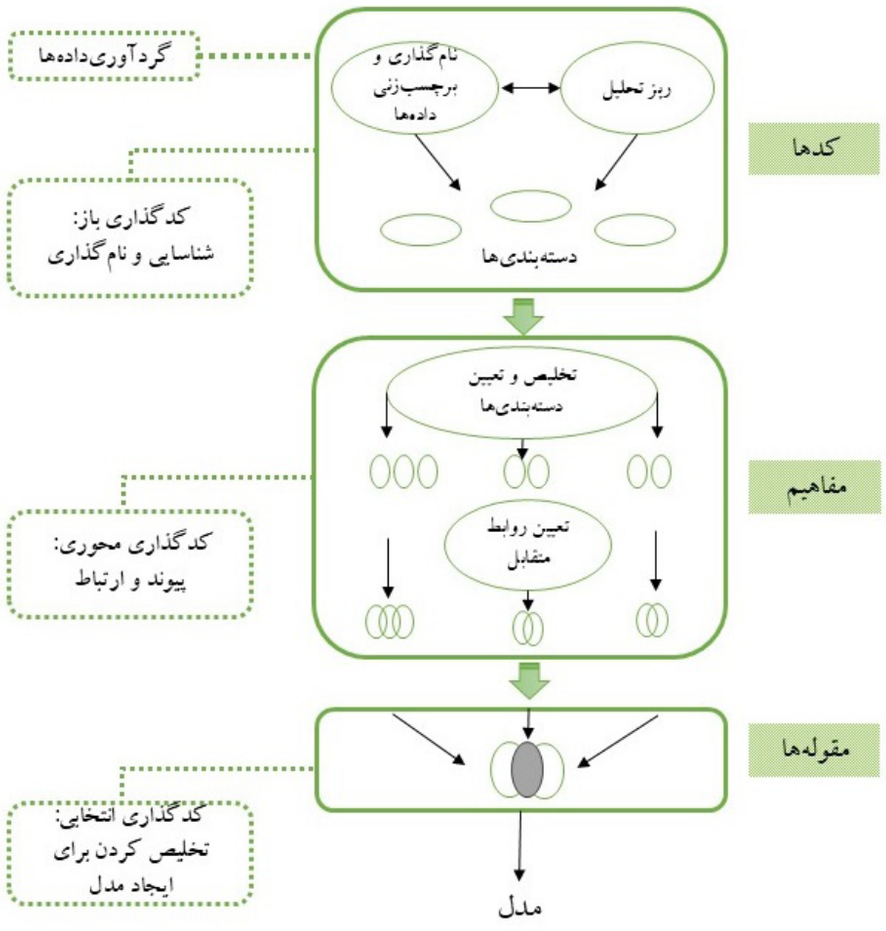


شکل ۱. مدل اشتراوس و کوربین (فراستخواه، ۱۳۸۸، ص ۱۰۱)

Figure 1. Strauss and Corbin Model (Farasatkhah, 2009, p. 101)

برای گردآوری داده‌ها در این پژوهش، بیش از ۵۰ منبع علمی شامل کتب نظری، مقالات پژوهشی معتبر داخلی و خارجی، و متون کلاسیک مرتبط با هندسه، تفکر و معماری به‌صورت هدفمند بررسی شد. از میان این مجموعه گسترده، داده‌ها و مفاهیم ارزشمند مرتبط با موضوع پژوهش، از منابع مشخص و منتخب استخراج گردید و جهت دستیابی به مدل نهایی، در سه مرحلهٔ کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی، مورد تحلیل قرار گرفته است (شکل ۲). معیار انتخاب منابع، ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم آن‌ها با جایگاه هندسه در فرآیند تفکر و طراحی معماری، اعتبار علمی منبع، و غنای مفهومی متون در تبیین مبانی نظری پژوهش بوده است. علاوه بر منابع مکتوب، از نظرات چند نفر از صاحب‌نظران و متخصصان حوزهٔ معماری و مبانی نظری آن به‌منظور غنای مفهومی، بازبینی و تطبیق کدها و مفاهیم استخراج‌شده با ادبیات نظری حوزه استفاده شد. معیار انتخاب این افراد، سابقه پژوهشی و آموزشی در حوزهٔ معماری، طراحی معماری و مباحث نظری مرتبط با هندسه و تفکر طراحی بوده است.

فرآیند گردآوری و تحلیل داده‌ها به‌صورت هم‌زمان و در چارچوب رویکرد نظریه زمینه‌ای انجام شد و مطالعه منابع تا مرحله‌ای ادامه یافت که مفاهیم و مقوله‌های استخراج‌شده به حالت تکرار مفهومی و ثبات نظری رسیدند. در این مرحله، افزودن منابع جدید منجر به ظهور کد یا مفهوم تازه‌ای نشد و روابط میان مقولات تثبیت گردید که این وضعیت به‌عنوان اشباع نظری در نظر گرفته شد.



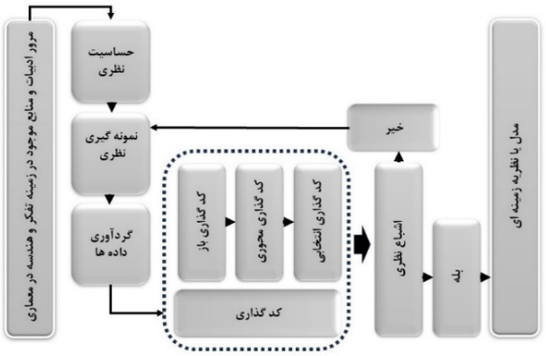
شکل ۲. فرآیند کدگذاری داده‌ها در روش پژوهش

Figure 2. Data Coding Process in the Research Methodology

در مرحلهٔ کدگذاری باز، در ابتدا به مطالعهٔ نظریات معتبر در زمینهٔ تفکر و هندسه در معماری پرداخته شده، داده‌های موردنیاز گردآوری شده و نکات کلیدی استخراج شده است. مطابق رویکردهای معمول در روش نظریه زمینه‌ای، داده‌های موردنیاز از طریق مطالعهٔ منابع، تا رسیدن به نقطه اشباع، جمع‌آوری شده است؛ به‌عبارت‌دیگر مطالعهٔ منابع، تا جایی ادامه پیدا کرد که پژوهشگران به این باور رسیدند که مطالب پیرامون موضوع و هدف پژوهش به حالتی یکنواخت و تکراری رسیده و جست‌وجوی بیشتر به یافتن داده‌های جدید منجر نمی‌شود که در اصطلاح در تحقیق‌های کیفی به آن سنجهٔ نظری اشباع گفته می‌شود. لازم به ذکر است در پژوهش حاضر، انتخاب متون به‌صورت هدفمند از میان متونی که با موضوع تفکر و جایگاه هندسه در معماری مرتبط هستند صورت‌گرفته است. در ادامه، به‌منظور تمایز بین نکات کلیدی، به هرکدام از این نکات کلیدی، یک شناسهٔ متشکل از حروف لاتین و اعداد، اختصاص‌داده‌شده و از محتوای نکات کلیدی، بخش‌های مهم و مرتبط با موضوع به‌عنوان کدها، استخراج شده است.

در مرحلهٔ بعد (کدگذاری محوری)، کدهای استخراج شده پس از تجزیه‌وتحلیل، بر اساس محتوا

گروه‌بندی‌شده و در قالب مفاهیم ارائه شده است که هرکدام از این مفاهیم، نمایندهٔ چندین کد با محتوای مشترک است. در واقع می‌توان چنین گفت که مفاهیم بر اساس اشتراک محتوایی کدها شکل‌گرفته است. در مرحلهٔ انتهایی (کدگذاری انتخابی)، با مقایسهٔ مفاهیم مختلف، زمینه‌های مشترک بین آن‌ها کشف و در قالب مقوله‌ها و چهارچوب مفهومی (عوامل علی، عوامل زمینه‌ای، پدیده‌محوری، عوامل مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها) ارائه شده است (شکل ۳).



شکل ۳. طرح شماتیک فرآیند پژوهش
Figure 3. Schematic Diagram of the Research Process

٤. ادبیات تحقیق

٤-١. تفکر طراحی

تفکر را کنش اصلی مغز می‌دانند. تفکر عبارت است از به کار انداختن نیروی عقل در امور برای دستیابی به شناخت آن‌ها. فکر به‌طورکلی به پدیده‌های ذهنی اطلاق میگردد و مترادف تأمل عقلی است و مستلزم تجارب اکتسابی است و مقابل شهود گذاشته می‌شود (قاسمی‌فر، ۱۳۸۳، ص. ۲۳). دکارت می‌گوید: فکر عبارت از چیزی است که شک کند، بفهمد، درک کند، اثبات نماید، اراده کند یا اراده نکند، تحلیل نماید و احساس به او دست دهد (صلیبا، ۱۳۷۰). سبزواری می‌گوید: فکر عبارت است از حرکت عقل از معلوم به مجهول (الفکر حرکت الی المبادی و من المبادی الی الامراد) مقصود از مبادی معلومات و مقصود از مراد مجهول است. همچنین وود ورث روان‌شناس معاصر میگوید: انسان اندیشمند و متفکر است و فکر را مترادف حل مسئله به معنی عام به کار می‌برد (قاسمی‌فر، ۱۳۸۳، ص. ۲۶).

تعاریف دیگری نیز برای تفکر مطرح شده است: تفکر رفتار ضمنی، رمزی و ذهنی است. فرآیند شناختی است که فعالیت‌های ذهنی و حل مسئله را با شکلی خاص که شخص با آن برخورد می‌کند رهبری و توجیه می‌نماید (شعاری‌نژاد، ۱۳۷۰). در تعریفی دیگر، شعبانی تفکر را فعالیت جهت‌دار ذهن برای حل مسئله دانسته است (شعبانی، ۱۳۷۲). جان دیوئی (فیلسوف و اندیشمند علم تعلیم‌وتربیت)، فکر را درک روابط می‌داند و برای تفکر انواع مختلفی قائل بود (بولدن، ۱۳۸۵، ص. ۹-۸). گیل هولی روان‌شناس معاصر عمل فکرکردن را به‌عنوان گروهی از فرآیندهای ذهنی انسان تعریف کرده است که انسان آن‌ها را به کار گرفته و الگوهای درونی را توسط آن مرور می‌نماید (Anderson, 1995; Gilhooly, 1996).

دانش در زمینه تفکر تا حد زیادی از دو حوزهٔ متمایز فلسفه و روان‌شناسی ناشی می‌شود فلاسفه مدت‌ها ذهن انسان را جایگاه عقل دانسته‌اند (فیشر، ۱۳۸۵، ص. ۲۷) و روان‌شناسان روی ساختار کار ذهن مطالعه کرده‌اند. در طول قرن بیستم بسیاری از روان‌شناسان برجسته، از جمله وونت جیمز، ثورندایک، دیویی واتسون و ورتایمر به موضوع تفکر توجه کردند (سولسو، ۱۳۸۱، ص. ۵۲۰).

لاوسون در مقایسه بین مهندس با یک معمار می‌گوید، علی‌رغم اینکه هر دو از فرآیند طراحی متفاوتی استفاده می‌کنند؛ ولی تفاوت مهم‌تر آن‌ها متأثر از درک متفاوت از مواد و ملزومات پروژه است. در فرآیند طراحی، فهم از تکنولوژی‌های ضروری در رشته خاص به طور یقین می‌تواند به طراح کمک کند، اما این شرط کافی نیست؛ زیرا در کنار آگاهی از تکنولوژی، طراحان نیاز به تجربه زیباشناسی نیز دارند که مشابه زیبایی در هنر است، بنابراین باید از تجربهٔ استفاده‌کنندگان آگاه باشند. علاوه‌برآن طراحان باید قادر به ایجاد رابطه بین آن‌ها در

فرآیند طراحی باشند؛ در این صورت فعالیت‌های طراحی یک فرآیند ذهنی سازمان‌یافتهٔ درست است که ناشی از اطلاعات پایه‌ای در زمینهٔ هنر، جامعه و تکنولوژی در یک مجموعهٔ همسان است که نشان‌دهندهٔ نوع تفکر طراح است (لاوسون، ۱۳۹۲). همچنین، دکتر ادوارد دی بونو (از نویسندگان تراز اول و متخصص در زمینهٔ خلاقیت و تفکر)، معتقد است طراحی، به‌واقع در روش تفکر ریشه دارد که وی آن را تفکر طراحی می‌نامد. (فیضی و خاکزند، ۱۳۸۴، ص. ۱۵). در یک دسته‌بندی که توسط محققان انجام شده، تفکر طراحی به انواع ذیل (جدول ۱) تقسیم شده است:

جدول ۱. انواع تفکر طراحی (کاروان، ۱۴۰۰، ص. ۲۷؛ محمودی، ۱۳۸۳، ص. ۳۲)

Table 1. Types of Design Thinking (Karvan, 2021, p. 27; Mahmoudi, 2004, p. 32)

تفکر بر اساس نگرش کلی و حسی	تفکر بر اساس تحلیل و منطق
تفکر واگرا: تفکر افقی- تعدد گزینه‌ها و ایده‌ها- بررسی ایده‌های گوناگون در کنار یکدیگر	تفکر همگرا: تفکر عمودی- تصمیم‌ها و ایده‌ها بر اساس سلسله‌مراتب- رسیدن به پاسخ بر اساس فرآیند سعی و خطا
تفکر آنی: توجه کمتر به جزئیات- تصمیم‌گیری کلی و در مقیاس کلان	تفکر تأملی: خطای کمتر- انتقادپذیری بیشتر- یادگیری بیشتر
تفکر غیروابسته به زمینه: تأثیر زمینهٔ موضوع جهت پاسخ به مسئله	تفکر وابسته به زمینه: تأثیر اندک و یا عدم تأثیر زمینهٔ موضوع جهت پاسخ به مسئله
تفکر یکجا: به‌صورت یکجا و هم‌زمان	تفکر مرحله‌ای: بر اساس نوبت و برنامه زمانی و تکمیل‌شدن فعالیت‌ها

در یک دسته‌بندی دیگر، تفکر طراحی را می‌توان شامل دو فعالیت ذهنی، تفکر خلاق و تفکر نقاد دانست. تفکر خلاق یعنی آمادگی و تقویت ذهن برای تشخیص و تبیین مسئله و به‌منظور ایجاد طرح‌وارهٔ ذهنی و رسیدن به ایدهٔ طرح است. تفکر نقاد، به معنای پیش‌بینی اجرا و ارزیابی و انتخاب مطلوب‌ترین راه‌حل مسئله که باهدف پردازش ایده و تکمیل آن به‌عنوان طرح قابل‌قبول و مورد پذیرش انجام می‌شود (شریف، ۱۳۸۸، ص. ۳۷) .

٤-۲. هندسه و معماری

[هَ دَ / هِ دِ سَ / سِ] (معرب، ا) و در عربی به فتح اول به معنی اندازه و شکل باشد. (برهان). از اصول علوم ریاضی است و علمی است که در آن از احوال مقدارها و اندازه‌ها بحث شود (از کشاف اصطلاحات الفنون). دانستن اندازه‌ها است و چندی یک از دیگر و خاصیت صورت‌ها و شکل‌ها که اندر جسم موجود است (بیرونی خوارزمی، ۱۳۵۲، ص. ۳). هندسه آن رشته از ریاضیات است که در فضا و اشکال و اجسام قابل‌تصور در این فضا را مطالعه می‌نماید (دهخدا، ۱۳۹۹). هندسه ایدهای شکل‌دهنده در معماری است که در تعیین پلان و شکل سه‌بعدی بنا مورداستفاده قرار می‌گیرد. هندسه علم اندازه‌ها و شکل‌ها، روابط هندسی بین شکل‌ها و حجم‌ها است (سیدصدر، ۱۳۸۳، ص. ۵۹۰). هندسه شاخه‌ای از ریاضیات مربوط به خواص و اندازه‌گیری و نسبت‌های میان خطوط و زوایا و سطوح و حجم‌ها که در آن روش‌های اقلیدس به کار میرفته است. این روش‌ها مبتنی بر عده‌ای تعریف، پنج اصل موضوع و نه بدیهی کلی بوده است. تعریف‌ها که بدون اثبات پذیرفته می‌شده، گزاره‌هایی درباره نقطه و خط و حجم و قضیه و فرض و غیره بوده است. بدیهیات نیز بدون

اثبات ذکر می‌شد (مصاحب، ۱۳۸۳، ص. ۳۲۹۴). هندسه پایهٔ تربیت هر معمار بوده و احتمالاً هم ازاین‌رو، معمار بسیار ماهر و استاد را مهندس می‌گفتند که به معنای هندسه‌دان است (نژادابراهیمی و یعقوبلو، ۱۳۹۸، ص. ۲۷).

دو جنبهٔ کمیت و کیفیت در ریاضیات و هندسه، این علوم را مانند نردبانی میان عوالم محسوسات و معقولات قرار داده است (گاتری، ۱۳۷۵، ص. ۶). هندسهٔ کمی به اندازه‌ها و کمیت‌های عناصر و ارکان و هندسهٔ کیفی از طریق قوانین تشابه، تقارن، تناسب، تناظر، توازن، تعادل و هماهنگی به وجود وحدت مستتر در نظام طراحی فضاها، اشکال، نقش‌مایه‌ها، نور، رنگ و ماده دلالت دارد (پوپ و آکرمن، ۱۳۸۷، ص. ۳۱۴۷). دانش هندسه در احصاءالعلوم فارابی به دو بخش نظری و عملی تقسیم‌بندی شده است (نژاد ابراهیمی و توران‌پور، ۱۴۰۰، ص. ۱۰۴). باید میان آنچه از دانش هندسه در ذهن معمار شکل می‌گیرد (هندسه نظری) و آنچه باید بر مصالح پیاده کرد (هندسه عملی)، هماهنگی پدید آورد (مهدی‌زاده سراج و همکاران، ۱۳۹۹، ص. ۱۸؛ ولی‌بیگ و همکاران، ۱۳۹۶، ص. ۱۴۸). هندسهٔ بناهای معماری را می‌توان متأثر از برهم‌کنش عوامل درونی همچون موضوع طراحی، بستر طراحی، تفکر معمار و عوامل بیرونی همچون تصمیمات نهاد قدرت قلمداد نمود (وثیق و همکاران، ۱۴۰۱).

هندسه دستمایهٔ اصلی همهٔ معماران در خلق آثار معماری است. عالم بر اساس هندسه آفریده شده، هندسه شکوهمند هستی کثرت را از دل وحدت می‌زایاند. همهٔ پدیده‌های شکوهمند در نظمی، هماهنگ غوطه‌ور می‌گردند (ندیمی، ۱۳۷۸). کاربرد هندسه در ابنیه، تنها وسیله‌ای برای رسیدن به هدف نیست؛ بلکه هندسه خود هدف است (روزنفلد، ۱۳۵۸، ص. ۱۵؛ نژاد ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۰، ص. ۲۸۷). هندسه پایهٔ تربیت هر معمار بوده و احتمالاً هم ازاین‌رو، معمار بسیار ماهر و استاد را مهندس می‌گفتند که به معنای هندسه‌دان است (نژادابراهیمی و یعقوبلو، ۱۳۹۸، ص. ۲۷؛ منکوفسکایا، ۱۳۷۹؛ نجیب اوغلو، ۱۳۷۹؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۸، ص. ۸۷). در معماری، داشتن نظم هندسی مشخص، باعث انسجام اجزاء بنا با کل بنا می‌گردد. با رعایت هندسه‌ای منطقی در نقشه بنا، می‌توان هیأت و حجم کلی بنا را بهتر درک کرد. این هندسه همیشه شبکه‌ای ملموس و قابل‌رؤیت نبوده؛ بلکه نظامی است که وظیفه تنظیم و کنترل فضاهای مختلف را در یک دستگاه واحد دارد (عمومی، ۱۳۷۶، ص. ۶۵). هنر معماری ادوار گذشتهٔ ایران همواره ملهم از به‌کارگیری هندسه و شیوه‌های ترسیم فنی و دقیق بود، تا بدان حد که آگاهی از قواعد ریاضی و ترسیم و به‌کارگرفتن انواع خاص آن وظیفهٔ هر معمار هنرمندی بوده است و فراتر از آن، دانش مهندسی با معرفت‌ها و بینش هندسی معنی می‌یافته و وجه تمایز معماران و رقابت آنان با یکدیگر نیز بر همین محور استوار بوده است (مولوی، ۱۳۸۱، ص. ۹)؛ لذا معماران ایرانی در طول تاریخ همواره از اشکال، اعداد و نسبت‌های هندسی برای ایجاد تنوع فضایی در بنا و همچنین ایجاد وحدت و یکپارچگی میان اجزای بنا استفاده کرده‌اند (Nabavi & Ahmad, 2016)؛ لذا فقدان چنین ابزاری، موجب ایجاد ابهام و درک ناقص از معماری بنا می‌شود (Josephine, 2017).

۵. یافته‌ها و بحث

در مرحلهٔ نخست فرآیند پژوهش حاضر که مرحلهٔ کدگذاری باز است، مطالب مرتبط با موضوع، از دیدگاه اندیشمندان و صاحب‌نظران برجسته، به طور هدفمند انتخاب شده و موردمطالعه، تحلیل و بررسی قرار گرفته و در قالب کدهایی ارائه شده است (جدول ۲). در این مرحله، به کوچک‌ترین واحدهای معنادار از محتوای متنی هدف، کدهای مفهومی نسبت‌داده‌شده و با کاستن از پراکندگی داده‌ها، به آن‌ها، قوت معنایی داده شده است.

جدول ۲. نکات کلیدی دانش هندسه از دیدگاه اندیشمندان و صاحب‌نظران (کدگذاری باز)

Table 2. Key Aspects of Geometric Knowledge from the Perspective of Scholars and Experts (Open Coding)

شناسه	نکات کلیدی	کد
Fx_1	روش، قواعد و استدلال‌های هندسی و ریاضی استوارترین ابزارهای شناخت‌اند. تنها استدلال ریاضی محض خدشه‌ناپذیر است، اما همین که استدلال بر فرض غیر ریاضی متکی شود، دقتی لازم دارد تا بتواند از هرگونه چون‌وچرا در امان بماند (اعوانی، ۱۳۹۶، ص. ۱۳۰)	استوا ترین ابزارهای شناخت قواعد و استدلال‌های ریاضی و هندسی خدشه‌ناپذیری استدلال ریاضی
Fx_2	هندسهٔ کمی به اندازه‌ها و کمیت‌های عناصر و ارکان و هندسهٔ کیفی از طریق قوانین تشابه، تقارن، تناسب، تناظر، توازن، تعادل و هماهنگی به وجود وحدت مستتر در نظام طراحی فضاها، اشکال، نقش‌مایه‌ها، نور، رنگ و ماده دلالت دارد (پوپ و آکرمن، ۱۳۸۷، ص. ۳۱۴۷).	هندسه کمی از طریق اندازه و کمیت عناصر هندسه کیفی از طریق قوانین هندسی
Fx_3	علم هندسه دو وجهه کمّی و کیفی دارد؛ گسترهٔ هندسهٔ حسی محدود به کارایی فنّی و ابزاری است، ولی گسترهٔ هندسهٔ عقلی نامحدود و به‌اندازه عقل است (اخوان الاصفاء، ۱۹۵۷، ص. ۷۸).	گسترهٔ محدود کارایی فنی و ابزاری هندسهٔ حسی گسترهٔ نامحدود عقلی هندسهٔ عقلی
Fx_4	کاشانی در رساله مفتاح الحساب، از اینکه بنایان چگونه آلت‌های مقرنس را عملاً بر اساس روش‌های هندسی و نه حسابی می‌ساخته‌اند شناخت کم‌نظیری به دست می‌دهد. در تشریح طاق‌ها نخست آن‌ها را با خط کش و پرگار بر اساس فرمول‌های متداول هندسی ترسیم کرده و سپس به عدد درآورده است. به‌عبارت‌دیگر مقادیر عددی تقریبی کاشانی از شکل‌های معمارانه به‌دست‌آمده که بنایان بر طبق شیوهای هندسی عملی ترسیم می‌کردهاند، نه روش دیگری (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹، ص. ۲۱۵).	ساخت مقرنس بر مبنای روش‌های هندسی
Fx_5	ارزش قضایای هندسهٔ مقدماتی را نباید با محتوای آن‌ها سنجید؛ بلکه با این دید که اعتبار آن‌ها، به‌جای شهود و تجربه، به استدلال منطقی آن‌ها است (ویتلی ایوز، ۱۳۹۳، ص. ۸).	ارزش قضایای هندسی به استدلال منطقی آن‌ها است
Fx_6	پروفسور دوناتو، معماری و شهرسازی اسلامی را بر خلاف ظاهر ارگانیک آن، دارای مبانی دقیق هندسی می‌داند (Donato, ۱۹۹۰, p. ۱۱۲).	معماری و شهرسازی اسلامی بر مبنای هندسه
Fx_7	یونانیان به این نکته سخت پایبند بودند که حقایق هندسی نه با شیوه‌های تجربی بلکه با استدلال قیاسی باید اثبات شوند؛ به حقایق هندسی باید در اتاق مطالعه دست‌یافت نه در آزمایشگاه (ویتلی ایوز، ۱۳۹۳، ص. ۸).	اثبات قضایای هندسی از طریق استدلال قیاسی کشف حقایق هندسی از طریق مطالعه
Fx_8	هندسه شناختی مادّی دارد و شناختی معنوی که از طریق تفکر و به‌کارگیری عقل به دست می‌آید. بر این مبنا، اخوان الصفاء هندسه را به دو دستهٔ عقلی و حسّی تقسیم کرده است. اساس هندسهٔ حسّی شناخت مقادیر است و ابزار آن هم ابزارهای حسی، نظیر دیدن از طریق چشم و درک‌کردن از طریق لمس؛ اما ابزار هندسهٔ عقلی غیرحسّی است. هندسهٔ عقلی عبارت است از شناخت معنا، مفهوم و نسبت‌ها که از طریق عقل درک می‌شود (اخوان الصفاء، ۱۹۵۷، ص. ۷۸).	اساس هندسهٔ حسی شناخت مقادیر و از طریق ابزارهای حسی اساس هندسهٔ عقلی شناخت معنا و مفاهیم و از طریق عقل
Fx_9	مصداق عینی نظم در عالم، هندسهٔ کمّی است؛ مصداق نظم در فلسفه، حکمت و قرآن نیز هندسهٔ کیفی و برابر با حق است (ابن عربی، ۱۳۸۶، ص. ۳۳).	هندسهٔ کمی مصداق نظم در عالم هندسهٔ کیفی مصداق نظم در فلسفه و حکمت و قرآن
Fx_{10}	اعمال الهندسهٔ بوزجانی مقدمه‌ای دارد که رونوشتی با اندک تصرف از کتاب منصوب به فارابی است. در این مقدمه، روش ترسیم اشکال منتظم هندسی (چه مسطحه و چه فضایی) و تقسیم آن‌ها به قسمت‌های مساوی، محیط یا محاط کردن آن‌ها بر و در یکدیگر با استفاده از این ابزارهای اصلی را به زبان ساده تعلیم می‌دهد، بی‌آنکه هیچ از حساب یا سنجش عددی استفاده کند (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹، ص. ۱۸۲).	ترسیم اشکال مسطحه و فضایی و تقسیم‌بندی دقیق آن‌ها با استفاده از هندسه
Fx_{11}	غزالی نیز به هندسه توجه کرده و معتقد است که هندسه ذهن را روشن و فکر را مستقیم می‌کند. بعید است به استدلال هندسی خطا راه یابد. فکری که پیوسته خود را به هندسه وا می‌دارد بعید است که به خطا در افتد (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹، ص. ۱۸۲).	هندسه ذهن را روشن و فکر را مستقیم می‌کند خطاناپذیری استدلال و تفکر هندسی

شناسه	نکات کلیدی	کد
Fx_{12}	زبان هندسه اغلب خیلی ساده‌تر و دقیق‌تر از زبان جبر و آنالیز است (ویتلی ایوز، ۱۳۹۳، ص. ۸).	سادگی و دقیق بودن زبان هندسه
Fx_{13}	هندسه امکان درک و ترسیم دقیق اشکال متصور هندسی را فراهم می‌کند. شکل‌ها و خطوط ساده به کمک ابزار هندسی بدون نیاز به معادلات ریاضی بسیار راحت ترسیم می‌شوند و حتی می‌توان آن‌ها را بادقت زیادی روی زمین پیاده کرد (آنتونیادس، ۱۳۸۱، ص. ۳۲۹).	امکان درک اشکال از طریق هندسه امکان ترسیم دقیق اشکال از طریق هندسه امکان پیاده‌سازی اشکال بر روی زمین از طریق هندسه
Fx_{14}	اسفزاری ریاضیدان و منجم، علم هندسه را مبنا و اساس معماری و معمار و آجرچین را ملزم به تبعیت از آن می‌دانسته است (نیستانی، ۱۳۸۴، ص. ۴۶).	هندسه مبنا و اساس معماری
Fx_{15}	ترسیم تمامی مسائل ترسیمی اقلیدس به‌وسیله پرگار (هندسه پرگاری) (ویتلی ایوز، ۱۳۹۳، ص. ۴۲-۴۱).	ترسیم تمام مسائل اقلیدس با پرگار (هندسه پرگاری)
Fx_{16}	دو جنبهٔ کمیت و کیفیت در ریاضیات و هندسه، این علوم را مانند نردبانی میان عوالم محسوسات و معقولات قرار داده است (گاتری، ۱۳۷۵، ص. ۶).	کمیت و کیفیت در ریاضیات و هندسه همچون نردبانی میان عالم محسوسات و معقولات
Fx_{17}	در قرون‌وسطی اسلوب گره بر اساس تناسباتی رشد کرد که به طریق هندسی به دست می‌آمد و فاقد استدلال‌های رقومی و حسابی بود (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹، ص. ۲۳۴).	رشد اسلوب گره از طریق هندسه
Fx_{18}	یافتن مکان دقیق نقاط از طریق ترسیم قوس‌ها با پرگار و محل تقاطع قوس‌ها (ویتلی ایوز، ۱۳۹۳، ص. ۴۲-۴۱).	یافتن مکان نقاط به‌وسیلهٔ پرگار و ترسیم قوس
Fx_{19}	فیلسوف خراسانی ابوالحسن عامری درارتباط‌با کاربرد هندسه می‌گوید: هندسه در قدر و منزلت تالی حساب است. فهمش سهل‌تر است؛ زیرا با صور محسوس متعلق است و حدود آن فراخ‌تر است، زیرا بی معاونت آن، حاسب بر استخراج جذور اصم قادر نباشد و مساح تعیین شکل زمین نتواند، و عقل بشر حساب سطح بحار و بلندی جبال نیارد. وانگهی هندسه جملهٔ معماران و نجاران و حجاران و زرگران را سودمند است (نجیب اوغلو، ۱۳۷۹، ص. ۱۸۱).	فهم آسان هندسه از طریق صور محسوس نقش هندسه در اندازه‌گیری زمین و محاسبات بناها
Fx_{20}	دقت و درستی ابزارهای هندسی همیشه از انتزاع اعداد و معادلات اطمینان‌بخش‌تر بوده است (آنتونیادس، ۱۳۸۱، ص. ۳۲۹).	اطمینان‌بخش بودن ابزارهای هندسی
Fx_{21}	استفاده از پرگار با فرجه ثابت و خط‌کش برای ترسیم چند ضلعی‌های منتظم که برای صنعتگران در تزئینات و معماری مفید بوده‌اند (ویتلی ایوز، ۱۳۹۳، ص. ۴۳).	ترسیم چند ضلعی‌های منتظم با پرگار و خط‌کش
Fx_{22}	معمارانی همانند لویی کان به هندسه به‌عنوان نظامی از ساختار، نظم و ریتم برای سازماندهی بناهایشان می‌نگریستند و یا همچون سانتیاگو کالاتراوا هندسه را شالوده و مبنای ادراک معماری می‌دانستند که به‌وسیله آن اثر معماری تجلی می‌یابد. راب کریر معتقد است هندسه در معماری کنترل‌کننده بنا از جهت کمی است که بدون آن، اثر معماری نامفهوم مانده و به‌نحوی مبهم تعریف می‌شد (آنتونیادس، ۱۳۸۱، ص. ۳۲۹).	هندسه به‌عنوان نظامی برای سازماندهی بناها هندسه شالوده و مبنای ادراک معماری تجلی اثر معماری به‌وسیلهٔ هندسه هندسه کنترل‌کننده بنا به لحاظ کمی بدون هندسه اثر معماری نامفهوم و مبهم است
Fx_{23}	هندسه ابزاری بصری است که از طریق آن ذهن انسان می‌تواند نظم و هارمونی ذاتی مخلوقات را درک کند. هندسه نمایش بصری الگوهای ریاضی است (Donato, ۱۹۹۰).	درک نظم و هارمونی مخلوقات از طریق هندسه هندسه نمایش بصری الگوهای ریاضی
Fx_{24}	در معماری ایرانی، پیمون وسیله تنظیم ابعاد و اندازه‌هاست و هندسه راهنمای معمار در تأمین تناسبات و هماهنگی اصولی (ابوالقاسمی، ۱۳۸۵).	هندسه راهنمای معمار در تأمین تناسبات و هماهنگی اصولی

شناسه	نکات کلیدی	کد
Fx_{25}	اخوان الصفاء هندسهٔ محسوس را مدخلی بر صناعت و آفرینش عملی و هندسهٔ معقول را مقوّم فکر و آفریننده علم، و نیز هر دو را بابی برای ورود به درک گوهر حکمت و جوهر نفس دانسته‌اند و در جای دیگر هندسه را راهی به‌سوی قوت فکر و خیال برای ادراک جوهر نفس و ذات اشیاء منظور داشته‌اند (بلخاری قهی، ۱۳۹۵، ص. ۱۱۶-۱۱۱).	هندسه محسوس مدخلی بر آفرینش عملی هندسه معقول مقوم فکر و آفریننده علم هندسه راهی به‌سوی قوت فکر
Fx_{26}	هندسه نیز دارای دوشاخه اصلی نظری و عملی می‌باشد. هندسهٔ نظری به بررسی خطوط و سطوح و احجام می‌پردازد و همان دانش هندسه بر روی کاغذ است. هندسهٔ عملی درباره دانش هندسه روی چوب و فلز و آجر و دیگر محسوسات سخن می‌گوید (فارابی، ۱۳۸۲).	هندسهٔ نظری به بررسی خطوط و سطوح و احجام بر روی کاغذ می‌پردازد هندسهٔ عملی دانش هندسه در عمل است

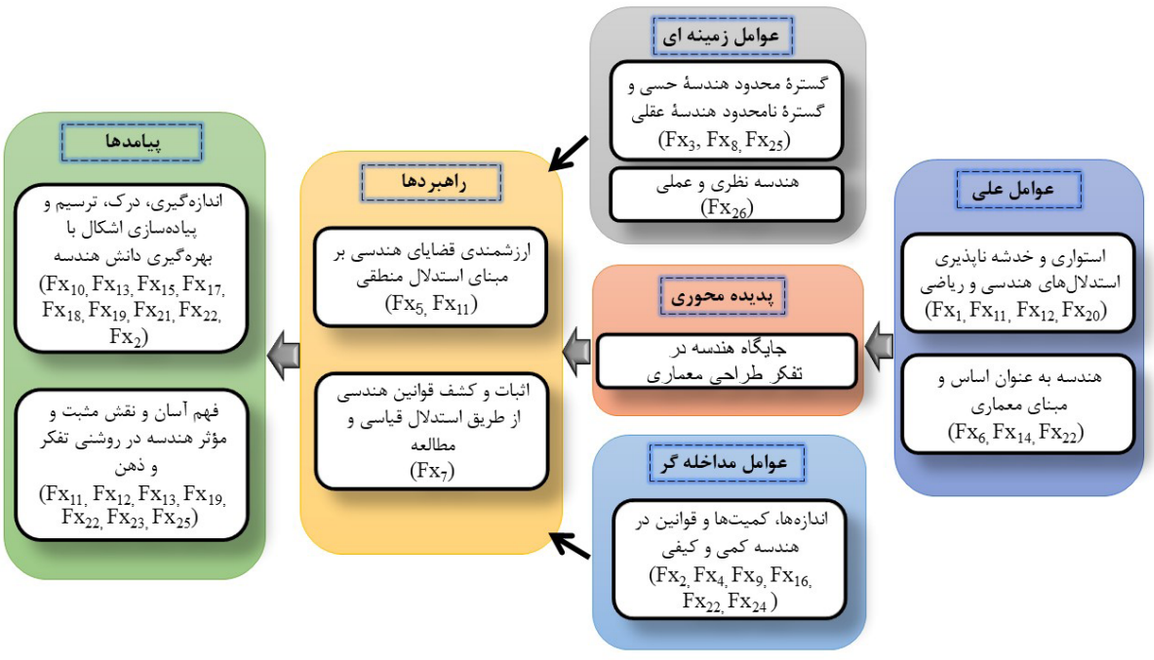
در مرحلهٔ کدگذاری محوری، مقولات به‌دست‌آمده از مرحلهٔ قبل، با یکدیگر مقایسه، ترکیب، ادغام، تقلیل و تخلیص شده و مقولات به‌دست‌آمده، بر حسب ارتباطی که با هم دارند، در چند محور اصلی یا ربط نظری، در قالب مفاهیم، مرتب و دسته‌بندی شده است. نتیجه این مرحله در قالب جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. طبقه‌بندی کدها و استخراج مفاهیم (کدگذاری محوری)

Table 3. Classification of Codes and Concept Extraction (Axial Coding)

مفاهیم	شناسه کدها
استواری و خدشه‌ناپذیری استدلال‌های هندسی و ریاضی	$Fx_{1,}\ Fx_{11,}\ Fx_{12,}\ Fx_{20}$
اندازه‌ها، کمیت‌ها و قوانین در هندسه کمی و کیفی	$Fx_{2,}\ Fx_{4,}\ Fx_{9,}\ Fx_{16,}\ Fx_{22,}\ Fx_{24}$
گسترهٔ محدود هندسهٔ حسی و گسترهٔ نامحدود هندسهٔ عقلی	$Fx_{3,}\ Fx_{8,}\ Fx_{25}$
ارزشمندی قضایای هندسی بر مبنای استدلال منطقی	$Fx_{5,}\ Fx_{11}$
اثبات و کشف قوانین هندسی از طریق استدلال قیاسی و مطالعه	Fx_{7}
اندازه‌گیری، درک، ترسیم و پیاده‌سازی اشکال با بهره‌گیری دانش هندسه	$Fx_{10,}\ Fx_{13,}\ Fx_{15,}\ Fx_{17,}\ Fx_{18,}\ Fx_{19,}\ Fx_{21,}\ Fx_{22,}\ Fx_{23}$
فهم آسان و نقش مثبت و مؤثر هندسه در روشنی تفکر و ذهن	$Fx_{11,}\ Fx_{12,}\ Fx_{13,}\ Fx_{19,}\ Fx_{22,}\ Fx_{23,}\ Fx_{25}$
هندسه به‌عنوان اساس و مبنای معماری	$Fx_{6,}\ Fx_{14,}\ Fx_{22}$
هندسهٔ عملی و نظری	Fx_{26}

در انتها، پابه‌پای مفهوم‌سازی و مقوله‌ای کردن و با تشکیل خوشه‌های مقوله‌ای و با کشف پدیدهٔ اصلی، مفصل‌های مدل نهایی پدیدار شده و با تکمیل داده‌ها به طور تجمعی و تحولی، ارتباط بین مفصل‌ها، معین شده است. در این مرحله، پژوهشگران بر اساس داده‌ها، کدها و مفاهیم به‌دست‌آمده، مدل مفهومی جایگاه هندسه در تفکر طراحی معماری را ارائه داده‌اند (شکل ۴).



شکل ٤. مدل مفهومی جایگاه هندسه در تفکر طراحی معماری

Figure 4. Conceptual Model of the Role of Geometry in Architectural Design Thinking

یافته‌های حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که هندسه در تفکر طراحی معماری، صرفاً به‌عنوان ابزاری برای تولید فرم یا سامان‌دهی کمی فضاها عمل نمی‌کند، بلکه واجد نقشی بنیادین در ساختاردهی فرآیندهای شناختی طراح است. مفاهیمی همچون استواری استدلال‌های هندسی، پیوند میان هندسه حسی و عقلی، و نقش هندسه در روشن‌سازی تفکر و ادراک، بیانگر آن است که هندسه می‌تواند به‌مثابه یک چارچوب شناختی در فرآیند طراحی معماری تلقی شود.

این نتایج با پژوهش‌های معاصر در حوزهٔ شناخت طراحی معماری هم‌راستا است. برای مثال، کراس (Cross, 2011) و لاوسون (Lawson, 2006) طراحی معماری را فرآیندی مبتنی بر استدلال، سازمان‌دهی ذهنی و کاهش پیچیدگی شناختی می‌دانند که در آن، طراح از ساختارهای انتزاعی برای هدایت تصمیم‌گیری‌های فضایی بهره می‌گیرد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که هندسه، یکی از مهم‌ترین این ساختارهای انتزاعی است که امکان نظم‌دهی، پیش‌بینی و کنترل فرآیند طراحی را فراهم می‌کند.

ازسوی‌دیگر، تأکید مدل مفهومی پژوهش حاضر بر دوگانهٔ هندسهٔ کمی و کیفی و پیوند آن با ساحت‌های حسی و عقلی، با دیدگاه‌های گلدشمیت (Goldschmidt, 2014) و آکسمن (Oxman, 2004; 2017) هم‌خوانی دارد که طراحی را فرآیندی مبتنی بر تعامل میان بازنمایی‌های بصری، الگوهای ذهنی و ساختارهای منطقی می‌دانند. در این چارچوب، هندسه نه‌تنها ابزار بازنمایی، بلکه زبان تفکر طراحی و واسطی میان ادراک حسی و استدلال مفهومی محسوب می‌شود.

همچنین، پژوهش‌های اخیر در حوزهٔ طراحی محاسباتی و تفکر الگوریتمی نشان می‌دهند که ساختارهای هندسی و روابط ریاضی، نقش مهمی در شکل‌گیری استدلال طراحی و توسعه تفکر سیستماتیک در معماری دارند (Menges & Ahlquist, 2011; Kotnik, 2010; Oxman, 2017). اگرچه این مطالعات

عمدتاً بـر جنبه‌های فناورانـه و دیجیتال تمرکـز دارند، اما یافته‌هـای پژوهـش حاضر نشـان می‌دهد که ریشـهٔ این اسـتدلال‌های محاسـباتی را می‌توان در بنیان‌های معرفتی و شـناختی هندسه جسـت‌وجو کرد.

سـهم نظـری پژوهـش حاضـر در توسـعهٔ دانش معمـاری شـناختی را می‌تـوان در ارائـه مـدلی مفهومی دانسـت که هندسـه را به‌عنوان یک زیرسـاخت شـناختی در تفکر طـراحی معماری تبیین می‌کنـد. برخلاف بسیاری از پژوهش‌هـای پیشیـن که هندسـه را یا در سـطح فرم و تناسـبات بررسی کرده‌انـد یا آن را به ابزارهای محاسـباتی فروکاسـته‌اند، مدل پیشـنهادی این پژوهش نشان می‌دهد که هندسـه در سـطوح مختلف ادراک، اسـتدلال، تخیل و تصمیم‌گیـری طراحی حضـور فعال دارد و نقـش آن فراتر از یـک ابزار فـنی، به‌عنـوان سـامان‌دهندهٔ تفکـر طراح قابل‌تحلیل اسـت.

براین‌اسـاس، می‌توان گفت مدل مفهومی ارائه‌شـده در ایـن پژوهـش، با پیوند میـان مبانی نظـری کلاسیک و رویکردهـای معاصـر شـناخت طـراحی، گامی در جهت غنی‌سـازی چارچوب‌هـای نظـری معمـاری شـناختی برداشـته و زمینـه را بـرای پژوهش‌هـای آتی در حـوزهٔ آموزش طـراحی معمـاری و ارتقای توانایی‌های شـناختی طراحان فراهم می‌سـازد.

٦.نتیجه‌گیری

دانـش هندسـه و تفکر طـراحی همـواره موردتوجه پژوهشـگران حـوزهٔ معمـاری و مطالعات میان‌رشـته‌ای بـوده اسـت؛ بااین‌حـال، اغلـب پژوهش‌هـا یـا بـر جنبه‌هـای کاربـردی و فرمی هندسـه تمرکز داشـته‌اند و یـا فرآیند تفکر طراحی را مسـتقل از بنیان‌هـای معرفتی و سـاختارهای شـناختی آن بررسی کرده‌انـد. پژوهش حاضر باهـدف ایجاد پیونـدی مفهـومی میان دانش هندسـه و تفکر طـراحی در معماری، کوشیده اسـت جایگاه هندسـه را نـه صرفـاً به‌عنوان ابـزاری فـنی، بلکـه به‌مثابه یک چارچـوب شـناختی در فرآیند طراحی معمـاری تبیین کند.

یافته‌های پژوهـش که در قالب مـدل مفهومی تفکر هنـدسی در طراحی معماری ارائه شـده‌اند، نشـان می‌دهند که جایگاه هندسـه در تفکـر طراحی، حاصـل تعامل میان مجموعـه‌ای از عوامل عـلی، زمینه‌ای و مداخله‌گر اسـت کـه از طریـق راهبردهای مبتـنی بر اسـتدلال منطقی و قیـاسی، بـه پیامدهـایی در سـطوح ادراک، درک، ترسیم، تصمیم‌گیـری و سـامان‌دهی فضایی منجر می‌شـوند. این نتایـج بیانگر آن اسـت که هندسـه، علاوه بـر نقش کمی و اندازه محـور، واجد بعدی کیفی، ادراکی و عقلانی اسـت کـه می‌تواند بـه روشن‌سـازی تفکـر و انسـجام فرآیند طراحی کمـک کند.

از منظـر نظـری، سـهم اصـلی پژوهـش حاضر را می‌تـوان در ارائهٔ مدلی دانسـت کـه هندسـه را به‌عنوان یـکی از زیرسـاخت‌های شـناختی تفکر طـراحی معماری معـرفی می‌کنـد. ایـن مدل، بـا تلفیـق مبـانی نظری کلاسیـک و تحلیل مفهـومی داده‌ها در چارچـوب نظریهٔ زمینه‌ای، امـکان بازاندیشی در نقش هندسـه در آموزش و فرآیند طـراحی معمـاری را فراهم می‌سـازد و می‌تواند به غنـای ادبیـات معماری شـناختی یاری رسـاند.

باتوجه‌بـه این‌که فضـای معماری به‌عنـوان مقیاسی بنیادیـن و پایه‌ای‌تـر از فضای شـهری قابل تلقی اسـت، تقویـت تفکـر هنـدسی در طـراحی معمـاری می‌توانـد پیامدهـایی فراتـر از مقیاس بنا داشـته باشـد و در ارتقای خوانایی، نظم، انسـجام فضایی و کیفیـت ادراک محیط در مقیاس‌هـای بالاتـر، از جمله طـراحی شـهری، نیز مؤثر واقع شـود. از این منظـر، مدل مفهومی ارائه‌شـده می‌تواند به‌عنـوان چارچـوبی نظری برای تحلیل، آمـوزش و ارتقای کیفیـت طراحی در سـطوح مختلف معماری و شهرسـازی مورداسـتفاده قرار گیرد و زمینه‌سـاز پژوهش‌هـای آتی در این حوزه باشـد.

مشـــارکت نویســـندگان: بـا توجـه بـه اینکـه ایـن مقالـه برگرفتـه از رسـاله دکتـری نویسـنده اول اسـت، نویسـنده اول مسـئول طـراحی پژوهـش، گـردآوری داده هـا، تحلیـل و تفسیـر نتایـج و نـگارش نسـخه اولیـه مقالـه بـوده اسـت. نویسـنده دوم (اسـتاد راهنما) در مفهـوم پردازی پژوهـش، هدایـت علـمی، نظـارت بـر اجـرای مطالعـه و بازبیـنی انتقـادی مقالـه مشـارکت داشـته اسـت. نویسـنده سـوم (اسـتاد مشـاور) در توسـعه چارچـوب نظـری، ارائـه پیشـنهادهای علـمی و بازبیـنی و اصلاح مقالـه مشـارکت داشـته اسـت. تمـامی نویسـندگان نسـخه نهـایی مقالـه را مطالعـه و تأییـد کـرده انـد.

تأمین مـــالی: این پژوهـــش هیچ بودجـــه خارجی دریافت نکرده اســـت.

تضـــاد منافع: نویســـندگان هیچ‌گونه تضـــاد منافع را اعلام نمی‌کننـــد.

دســـترسی به داده‌ها و مـــواد: تمـــام داده‌های تولید شـــده یـــا تحلیل شـــده در طول این پژوهـــش در این مقالـــه منتشـــر شـــده و فایل‌هـــای اطلاعـــات تکمیلی آن گنجانده شـــده‌اند

منابع References

Aalamzadeh, A. A. (1999). Fundamentals of geometry. Elmi va Fanni [in Persian].

Abbasi, N., Ghasemi Sichani, M., Valibeig, N., & Saedavandi, M. (2019). Evaluation of the viewpoints of muslim mathematicians (2-11 Centuries AH) about the concept of geometry in architecture. Andisheh-ye Me'mari, 3(5), 84–105 [in Persian]. https://doi.org/10.30479/at.2019.10296.1141

Abolghasemi, L. The Norm of Formation in Islamic Architecture of Iran. Tehran: Samt, 2006 [in Persian].

Al-Bīrūnī, A. R. Muhammad ibn Ahmad. (1973). Al-Tafhīm li-awā'il ṣinā'at al-tanjīm (J. Homāyī, Ed.). Anjoman-e Asar-e Melli [in Persian].

Al-Safa, A. (1957). The Treatises of Ikhwan Al-Safa and Khalan Al-Wafa. Beirut: Aldar-Islamiah.

Al-Sayed, K., Dalton, R. C., & Hölscher, C. (2010). Discursive design thinking: The role of explicit knowledge in creative architectural design reasoning. AI EDAM, 24(2), 211-230.

Anderson, J. R. (1995). Cognitive psychology and its implications. Macmillan.

Antoniades, A. C. (2010). Poetics of architecture (Vol. 2; A. Ay, Trans.). Soroush Publications [in Persian].

Avani, Shahin. (2017). Ravesh-e Dekarti: Riyāzi yā hendesi? Falsafeh va Elāhiyāt, 22(3), 129–156 [in Persian].

Balkhārī Qahī, H. (2016). Philosophy of geometry and architecture. University of Tehran Press [in Persian].

Bolden, G. (2006). Creative thinking (S. A. Mirzaei, Trans.). Sargol [in Persian].

Caldwell, B., Dake, D., Safly, M., & Ulch, L. (2004). Integrated Hots Thinking Model. Ames, IA: Department of Art and Design, Iowa State University.

Cross, N. (2011). Design thinking: Understanding how designers think and work. Berg.

Dahar, A., & Alipour, R. (2013). Geometric analysis of Sheikh Lotfollah Mosque architecture to determine the geometric relationship between the prayer hall and entrance forecourt. Bagh-e Nazar, 10(26), 33–40 [in Persian].

Dehkhoda, A. A. (1998). Dehkhoda dictionary (Digital edition). Dehkhoda Dictionary Institute, University of Tehran [in Persian].

Donato, S. (1990). Iran: la ricostruzione delle aree distrutte dalla guerra: dalla politica dell'emergenza alla pianificazione culturale del recupero e della riqualificazione urbana. (No Title).

Edwards, B. (1992). Drawing on the Right Side of the Brain. In CHI'97 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (pp. 188-189).

Eram, S. (2021). The application of geometric thinking in mathematics (Master's thesis). Shahid Chamran University of Ahvaz [in Persian].

Fakouri Hajiar, H., Naderi, E., Shari'atmadari, A., & Seif-Naraghi, M. (2007). Content analysis of elementary science textbooks based on thinking foundations. Educational Research, 3(12), 97–122 [in Persian].

Josephine, E. E. C. (2017). The study of geometric forms, proportion and scale of heritage buildings due to architectural theory. IPTEK Journal of Proceedings Series 3(3): 263-272.

Karvan, F. (2021). Design process from idea to presentation based on reflective thinking and learning styles in architecture students. Soffeh, 31(2), 23–38 [in Persian]. https://doi.org/10.52547/sofeh.31.2.23

Karvan, F. (2023). Developing a design thinking model of architectural education based on wisdom and creativity styles mediated with self-directed learning. Armanshahr, 54(44), 111–124 [in Persian]. http://doi.org/10.22034/AAUD.2023.344408.2675

Kotnik, T. (2010). Algorithmic architecture: Computational design thinking. Architectural Design, 80(2), 52–59. https://doi.org/10.1002/ad.1063

Lawson, B. (2006). How designers think (4th ed.). Elsevier.

Lawson, B. (2013). How designers think: Demystifying the design process (H. Nadimi, Trans.). Shahid Beheshti University Press [in Persian].

Lipman, M. (2004). Philosophy and children (Interview with Saeed Naji). Ketab-e Mah-e Adabiat va Falsafeh, 75–76, 26–31 [in Persian].

Mahmoodabadi, A., & Mirjany, H. (2022). The ratio of architectural design thinking to incompatible schemas. Andisheh-ye Me'mari, 6(12), 1–16 [in Persian]. https://doi.org/10.30479/at.2022.16531.1830

Mahmoudi, A. S. (2004). Thinking in design: Introducing an interactive thinking model in design education. Honarhaye Ziba, (20), 27–36 [in Persian].

Masahheb, G. H. (2004). Persian encyclopedia. Amir Kabir [in Persian].

Mehdian, M., Liaqatdar, M. J., & Arizi, H. R. (2017). Model for Geometric growth thinking: the impact of visual memory on the Geometric thinking through Geometrey scientific epistemology. Journal of Educational Sciences, 24(1), 45–69 [in Persian]. https://doi.org/10.22055/edu.2017.17661.1784

Farabi, A. N. (2003). What should be learned before philosophy (H. Mirrokni, Trans.). Fallat [in Persian].

Farasatkhah, M. (2009). Evaluation of the quality of higher education in Iran: An application of grounded theory. Institute for Research and Planning in Higher Education [in Persian].

Feizi, M., & Khakzand, M. (2005). Design thinking in the architectural design process. Bagh-e Nazar, 2(4), 13–23 [in Persian].

Feizollah Beigi, A., Golabchi, M., & RezaZadeh Ardebili, M. (2019). Analysis of theoretical and practical geometry of Abbasi jame Mosque's discontinuous double shell dome. Honarhaye Ziba: Architecture and Urbanism, 24(4), 35–48 [in Persian]. https://doi.org/10.22059/jfaup.2020.279322.672253

Fisher, R. (2006). Teaching thinking to children (M. Safaei Moghaddam & A. Najarian, Trans.). Reshesh [in Persian].

Ghasemi-Far, N. (2004). Mechanisms of thinking. Qasideh Sara [in Persian].

Ghonim, M. (2016). Design thinking in architecture education: issues, limitations, and suggestions. In Proceedings of the 3rd International Architectural Design Conference on Design and Nature ARCHDESIGN (Vol. 16, pp. 553-561). Istanbul: Dakam Publishing.

Gilhooly, K. J. (1996). Thinking: Directed, undirected and creative. Academic Press.

Goldschmidt, G. (2014). Linkography: Unfolding the design process. MIT Press.

Gorji Mahlabani, Y. (2007). Design thinking and its process patterns. Soffeh, 16(2), 106–123 [in Persian].

Guthrie, W. K. C. (1996). A history of Greek philosophy: Pythagoras and the Pythagoreans (M. Ghavam Safari, Trans.). Fekr-e Rooz [in Persian].

Ibn ʿArabī, M. al-D. M. ibn ʿAlī. (2007). Fuṣūṣ al-ḥikam (M. A. Movahhed Abtahi & S. Movahhed, Trans.). Karnameh.

Javadi Nodeh, M., Shahcheraghi, A., & Andalib, A. (2022). An Investigation of the Golden Proportions and Geometric Principles Derived from Nature in the Structural Components of the Traditional Houses (Case Study: Qajar Houses in Ardabil). Bagh-e Nazar, 19(110), 35–48 [in Persian]. https://doi.org/10.22034/bagh.2022.295674.4973

Nejad Ebrahimi, A., & Ya'ghoubloo, M. (2019). An introduction to theoretical geometry in architecture. Research in Art and Humanities, 4(5), 19–34 [in Persian].

Nejad Ebrahimi, A., Gharabaghlou, M., & Farshchian, A. (2021). The status of theoretical wisdom in architectural geometry by Islamic mathematicians. Contemporary Wisdom, 12(1), 271–305 [in Persian].

Neyestani, J. (2005). History of map drawing and the application of geometry and arithmetic in Islamic architecture. Peyk-e Noor, 3(5), 42–49 [in Persian].

Noori Mokaram, A., Janipour, B., & Taghvaei, V. (2023). Examining the Components of Architectural Concept Formationin Teaching Architectural Design With A Background-Based Approach. Bagh-e Nazar, 20(120), 29–42 [in Persian]. https://doi.org/10.22034/bagh.2022.332886.5186

Nouhi Bezanjani, M., & Ghasemi, M. (2020). Analysis of the concept of geometry in traditional Iranian architecture and its application in contemporary architecture. Architectural Studies, 3(17), 165–175 [in Persian].

Omoumi, M. (1997). Architecture, pattern, and order. Khak [in Persian].

Oxman, R. (2004). Think-maps: Teaching design thinking in design education. Design Studies, 25(1), 63–91. https://doi.org/10.1016/S0142-694X(03)00036-2

Pope, A. U., & Ackerman, P. (1999). A survey of Persian art (N. Daryabandari, Trans.). Scientific and Cultural Publications [in Persian].

Rosenfeld, B. (1979). Ghiyath al-Din Jamshid Kashani (P. Shahriari, Trans.). Elmi va Farhangi [in Persian].

Saliba, J. (1991). Dictionary of philosophy and social sciences (K. Bargnisi & S. Sajjadi, Trans.). Modiran [in Persian].

Seif, A. A. (2017). Modern educational psychology: Psychology of learning and instruction. Doran [in Persian].

Seyyed Sadr, S. A. (2002). Encyclopedia of architecture and urbanism. Azadeh [in Persian].

Shabani, H. (1993). Educational and training skills. SAMT [in Persian].

Sharif, H. R. (2009). Architectural design process and critical thinking (Doctoral dissertation). Shahid Beheshti University [in Persian].

Mehdizadeh Seraj, F., Tehrani, F., & Valibeyg, N. (2012). Applying the Hanjar Triangles in the Mathematical Calculation, Implementation and Enforcement of Traditional Iranian Architecture. Iranian Restoration and Architecture, 1(1), 15–26 [in Persian]. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23453850.1390.1.1.1.9

Menges, A., & Ahlquist, S. (2011). Computational design thinking: computation design thinking. John Wiley & Sons.

Minkovskaya, E. L. (2000). Toward the study of architectural forms in Central Asia at the end of the 14th century (Mausoleum of Khoja Ahmad Yasavi). Asar, 30–31, 260–288 [in Persian]. http://journal.richt.ir/athar/article-1-193-fa.html

Molavi, B. (2002). A study of the application of geometry in Iran's past architecture. Ministry of Housing and Urban Development [in Persian].

Mozaffar, F., & Kianersi, M. (2019). The Main Factors of Promoting Designerly Thinking (Conventional and Situation-based Thinking) in Teaching the Basics of Architectural Designing. Iranian Restoration and Architecture, 9(18), 1–18 [in Persian]. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23453850.1398.9.18.2.0

Nabavi, F. and Y. Ahmad. (2016). Is there any geometrical golden ratio in traditional Iranian courtyard houses? ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research 10(1): 143-154. https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v10i1.744?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle

Nadimi, H. (1999). The truth of ornament. Farhangestan-e Olum, (14–15), 19–34 [in Persian].

Najiboglu, G. (2000). Geometry and ornament in Islamic architecture (M. Ghiomi Bidhendi, Trans.). Rowzaneh [in Persian].

Nasr, S. H. (2000). The need for a sacred science. Tahā Cultural Institute [in Persian].

Nejad Ebrahimi, A., & Tooranpoor, M. (2021). Investigating Geometry used in Khargerd Ghiasiyyah School with Emphasis on Practical Geometry of Abolafa Bozjani. Nameh-ye Architecture and Urbanism, 13(31), 101–116 [in Persian]. https://doi.org/10.30480/aup.2021.2627.1517

ابن عربی، محمد ابن علی. (۱۳۸۶). فصوص الحکم، ترجمه محمد علی موحد ابطحی و صمد موحد. تهران: کارنامه.
ابوالقاسمی، لطیف. (۱۳۸۵). هنجار شکل‌یابی معماری اسلامی ایران: معماری ایرانی دوره اسلامی، به کوشش محمد یوسف کیانی. تهران: سمت.
اخوان الصفاء . (۱۹۵۷). رسایل اخوان الصفاء و خلال الوفاء. بیروت: الدار الاسلامیهٔ.
ارم، شهریار. (۱۴۰۰). پایان‌نامه کارشناسیارشد تحت عنوان: کاربرد تفکر هندسی در ریاضیات. دانشکده علوم ریاضی و کامپیوتر. دانشگاه شهید چمران اهواز.
اعوانی، شهین. (۱۳۹۶). روش دکارت ریاضی یا هندسی. فصلنامه فلسفه و الاهیات ۲۲(۳): ۱۲۹-۱۵۶.
آنتونیادس، آنتونی سی. (۱۳۸۱، ۱۳۸۹). بوطیقای معماری. جلد دوم به ترجمه احمدرضا آی. تهران: انتشارات سروش.
بلخاری قهی، حسن. (۱۳۹۵). فلسفه هندسه و معماری. تهران: دانشگاه تهران.
بولدن، جورج. (۱۳۸۵). تفکر خلاق. ترجمهٔ سعید علی میرزایی. تهران: سارگل.
بیرونی خوارزمی، ابوریحان محمد ابن احمد. (۱۳۵۲). التَّفهیم (التَّفهیم لِأَوائلِ صناعهٔ التَّنجیم). تدوین توسط جلال الدین همایی. تهران: انجمن آثار ملی.
پوپ، آرتور آپهام و آکرمن، فیلیپس. (۱۳۷۸). سیری در هنر ایران. ترجمه نجف دریا بندری. تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
جوادی‌نوده، مهسا؛ شاهچراغی، آزاده؛ عندلیب، علیرضا. (۱۴۰۱). تناسبات طلایی و اصول هندسی برگرفته از طبیعت در اجزای کالبدی خانه‌های تاریخی (مطالعه موردی: خانه‌های قاجاری اردبیل). باغ نظر ۱۹(۱۱۰): ۳۵-۴۸.
دهار، علی و علیپور، رضا. (۱۳۹۲). تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان جهت تعیین ارتباط هندسی نمازخانه با جلوخان ورودی بنا، باغ نظر ۱۰(۲۶): ۳۳-۴۰.
دهخدا، علی‌اکبر. (۱۳۷۷). لغت‌نامه دهخدا (نسخه دیجیتال https://dehkhoda.ut.ac.ir) بر اساس نسخه فیزیکی ۱۵ جلدی انتشار سال ۱۳۷۷. مؤسسه لغت‌نامهٔ دهخدا و مرکز بین‌المللی آموزش زبان فارسی دانشگاه تهران، ۱۳۹۹.
روزنفلد، بوریس. (۱۳۵۸). غیاث‌الدین جمشید کاشانی به ترجمهٔ پرویز شهریاری. تهران: علمی و فرهنگی.
Sharif, H. R. (2011). Critical thinking and evaluation of architectural design ideas. Soffeh, 21(2), 53–64 [in Persian].
Shoari-Nejad, A. A. (1991). Logical thinking. SAMT [in Persian].
Silvayeh, S., Daneshjoo, K., & Farmahin Farahani, S. (2013). Geometry in pre-Islamic Iranian architecture and its manifestation in contemporary Iranian architecture. Naqsh-e Jahan, 3(1), 55–66 [in Persian]. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23224991.1392.3.1.3.0
Solso, R. (2009). Cognitive psychology. Roshd Publications [in Persian].
Sternberg, R. J. (1997). Thinking styles. Cambridge university press.
Tayah, S., Mehdizadeh Seraj, F., & Mahmoudi Zarandi, M. (2020). Revisiting Nature-inspired Thinking Process in Architectural Designs Using Zaltman's Metaphor Method (ZMET). Bagh-e Nazar, 17(91), 65–80 [in Persian]. https://doi.org/10.22034/bagh.2020.218157.4449
Valibeig, N., Nasekhian, S., & Nazariyeh, N. (2017). An Analysis of the Impact of Shading Wall Geometry on Formation of the Ice Houses in Southeast of Iran (Case Study: Kerman). Nameh-ye Architecture and Urbanism, 9(18), 147–166 [in Persian]. https://doi.org/10.30480/aup.2017.517
Vasiq, B., Naseri, H., & Bakhtiari, S. (2022). Investigating axis concepts in Yazd mosques. Urban Identity, 16(49), 5–16 [in Persian]. https://doi.org/10.30495/hoviatshahr.2022.53200.11960
Whitley Eves, H. (2014). History of geometry (M. H. Shafieeha, Trans.). Elmi va Farhangi [in Persian].
Yaftian, N., & Safabakhsh Chekousari, A. (2019). Teaching and learning geometry: Introducing the Van Hiele theory. Mathematics and Society, 4(3), 9–22 [in Persian]. https://doi.org/10.22108/msci.2020.118021.1329
Zandieh Vakili, M. (2018). Feasibility of applying geometry used in Islamic architectural experiences to contemporary Iranian architecture toward form–structure interaction (Doctoral dissertation). University of Art, Isfahan [in Persian].

زندیه وکیلی، مریم. (۱۳۹۷). پایان‌نامه دکتری تخصصی تحت عنوان: امکان‌سنجی کاربست هندسهٔ به‌کاررفته در تجارب معماری اسلامی در معماری امروز ایران در جهت تعامل فرم و سازه. گروه معماری. دانشکده معماری و شهرسازی. دانشگاه هنر اصفهان.

سولسو، رابرت. (۱۳۸۸). روان‌شناسی شناختی. تهران: انتشارات رشد.

سیدصدر، سید ابوالقاسم. (۱۳۸۱). دایره المعارف معماری و شهرسازی. تهران: آزاده.

سیف، علی اکبر. (۱۳۹۶). روانشناسی پرورشی نوین: روانشناسی یادگیری و آموزش. تهران: دوران.

سیلوایه، سونیا؛ دانشجو، خسرو و فرمهین فراهانی، سعید. (۱۳۹۲). هندسه در معماری ایرانی پیش از اسلام و تجلی آن در معماری معاصر ایران. نقش‌جهان ۳(۱): ۵۵-۶۶.

شریف، حمیدرضا. (۱۳۸۸). فرآیند طراحی معماری و تفکر نقاد (تعامل تفکر نقاد با تفکر خلاق). پایان‌نامه دکتری تخصصی. دانشگاه شهید بهشتی تهران.

شریف، حمیدرضا. (۱۳۹۰). تفکر نقاد و ارزیابی ایدهٔ طراحی معماری. صفه ۲۱(۲): ۵۳-۶۴.

شعاری‌نژاد، علی‌اکبر (۱۳۷۰). تفکر منطقی. تهران: سمت.

شعبانی، حسن. (۱۳۷۲). مهارت‌های آموزشی و پرورشی. تهران: سمت.

صلیبا، جمیل. (۱۳۷۰). واژه‌نامه فلسفه و علوم اجتماعی. مترجم کاظم برگ نیسی و صادق سجادی. تهران: نشر مدیران.

طیاح، ساویز؛ مهدی‌زاده سراج، فاطمه و محمودی زرندی، مهناز. (۱۳۹۹). تبیین فرآیند تفکر طراحیِ معماری مبتنی بر الهام‌گیری از الگوهای طبیعت با استفاده از روش استعاره‌ای زالتمن (زیمت). باغ نظر ۱۷(۹۱): ۶۵-۸۰.

عالم‌زاده، علی اکبر. (۱۳۷۸). مبانی هندسه. تهران: انتشارات علمی و فنی.

عباسی، نوشین؛ قاسمی سیچانی، مریم؛ ولی بیگ، نیما و سعدوندی، مهدی. (۱۳۹۸). ارزیابی آراء ریاضیدانان مسلمان (سده دو تا یازدهم هجری قمری) در باب ماهیّت هندسه در معماری. اندیشه معماری ۳(۵): ۸۴-۱۰۵.

عمومی، محمد. (۱۳۷۶). معماری، الگو و نظم. تهران: نشر خاک.

فارابی. ابونصر. (۱۳۸۲). آنچه شایسته است قبل از فلسفه فراگرفته شود (ما ینبغی ان تعلم قبل الفلسفه). ترجمه حمیدرضا میر رکنی. تهران: انتشارات فلات.

فراستخواه، مقصود. (۱۳۸۸). ارزیابی کیفیت آموزش عالی ایران، کاربردی از نظریهٔ GT. تهران: مؤسسهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی.

فکوری حاجیار، حسین؛ نادری، عزت الله؛ شریعتمداری، علی و سیف نراقی، مریم. (۱۳۸۶). بررسی محتوای کتاب‌های علوم‌تجربی دورهٔ ابتدایی بر اساس مبانی تفکر. پژوهش‌های تربیتی ۳(۱۲): ۹۷-۱۲۲.

فیشر، رابرت. (۱۳۸۵). آموزش تفکر به کودکان. ترجمه مسعود صفایی مقدم و افسانه نجاریان. اهواز: رسش.

فیض‌اله بیگی، آرزو؛ گلابچی، محمود و رضازاده اردبیلی، مجتبی. (۱۳۹۸). تحلیل هندسه نظری و عملی و تناسبات گنبد دوپوسته گسسته مسجد جامع عباسی اصفهان. نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی ۲۴ (۴): ۳۵-۴۸.

فیضی، محسن و خاک زند، مهدی. (۱۳۸۴). تفکر طراحی در فرآیند طراحی معماری. باغ نظر ۲(۴): ۱۳-۲۳.

قاسمیفر، نصرت الله. (۱۳۸۳). مکانیسم تفکر. تهران: قصیده سرا.

کاروان، فرهاد. (۱۴۰۰). فرآیند طراحی: از ایده تا عرضه بر اساس تفکر تأملی و سبک‌های یادگیری در هنرجویان معماری. صفه ۳۱(۲): ۲۳-۳۸.

کاروان، فرهاد. (۱۴۰۲). تدوین مدل تفکر طراحی در آموزش معماری بر اساس خرد و سبک‌های خلاقیت با نقش واسطه‌ای یادگیری خود راهبر. معماری و شهرسازی آرمانشهر ۵۴(۴۴): ۱۱۱-۱۲۴.

گاتری، دبلیو. کی. سی. (۱۳۷۵). تاریخ فلسفه یونان (فیثاغورث و فیثاغورثیان). ترجمه مهدی قوام صفری. تهران: انتشارات فکر روز.

گرجی مهلبانی، یوسف. (۱۳۸۶). تفکر طراحی و الگوهای فرآیندی آن. صفه ۱۶(۲): ۱۰۶-۱۲۳.

لاوسون، برایان. (۱۳۹۲). طراحان چگونه میاندیشند؟ ابهامزدایی از فرآیند طراحی. مترجم حمید ندیمی. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

لیپمن، ماتیو. (۱۳۸۳). فلسفه و کودکان (گفت‌وگوی سعید ناجی با ماتیو لیپمن). کتاب ماه ادبیات و فلسفه. ۷۵-۷۶: ۲۶-۳۱.

محمودآبادی، علیرضا و میرجانی، حمید. (۱۴۰۱). نسبت تفکر طراحی معماری با طرحواره‌های ناسازگار. اندیشه معماری ۶(۱۲): ۱-۱۶.

محمودی، امیر سعید. (۱۳۸۳). تفکر در طراحی: معرفی الگوی تفکر تعاملی در آموزش طراحی. نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی (۲۰): ۲۷-۳۶.

مصاحب، غلامحسین. (۱۳۸۳). دایره المعارف فارسی. تهران: امیرکبیر.
مظفر، فرهنگ و کیان ارثی، منصوره. (۱۳۹۸). مؤلفه‌های اصلی پرورش تفکر طراحانه (تفکر عرف و موقعیت‌محور) در آموزش مقدمات طراحی معماری. مرمت و معماری ایران ۹(۱۸): ۱-۱۸.
منکوفسکایا، ال لو. (۱۳۷۹). به‌سوی مطالعهٔ اشکال معماری در آسیای میانه در پایان قرن چهاردهم/ هشتم ه.ق مقبره خواجه احمد یسوی. تدوین توسط ا بحرالعلومی و ب شیرازی. اثر ۳۰-۳۱: ۲۶۰-۲۸۸.
مولوی، بهزاد. (۱۳۸۱). بررسی کاربرد هندسه در معماری گذشتهٔ ایران. تهران: وزارت مسکن و شهرسازی- معاونت معماری و شهرسازی.
مهدیان، مصطفی؛ لیاقتدار، محمدجواد و عریضی، حمیدرضا. (۱۳۹۶). ارائه مدلی جهت رشد تفکر هندسی: تأثیر حافظهٔ تصویری بر رشد تفکر هندسی از طریق معرفت‌شناسی علمی هندسه. علوم تربیتی دانشگاه شهید چمران اهواز ۲۴(۱): ۴۵-۶۹.
مهدی‌زاده سراج، فاطمه؛ تهرانی، فرهاد و ولی بیگ، نیما. (۱۳۹۱). به‌کارگیری مثلث‌های هنجار در محاسبات ریاضی و پیاده‌سازی هندسه در ساخت و اجرای معماری سنتی ایران. مرمت و معماری ایران ۱(۱): ۱۵-۲۶.
نجیب اوغلو، گلرو. (۱۳۷۹). هندسه و تزئین در معماری اسلامی.ترجمه‌مهردادقیومی‌بیدهندی.تهران:روزنه.
ندیمی، هادی. (۱۳۷۸). حقیقت نقش. فرهنگستان علوم، شماره ۱۴ و ۱۵: ۱۹-۳۴.
نژاد ابراهیمی، احد و توران‌پور، محیا. (۱۴۰۰). واکاوی هندسه به‌کاررفته در مدرسه غیاثیه خرگرد با تأکید بر هندسه عملی ابوالوفا بوزجانی. نامه معماری و شهرسازی ۱۳(۳۱): ۱۰۱-۱۱۶.
نژاد ابراهیمی، احد؛ قرهبگلو. مینو و فرشچیان، امیرحسین. (۱۴۰۰). جایگاه حکمت نظری در کاربست هندسهٔ معماری از جانب ریاضیدانان اسلامی دورهٔ مورد بررسی قرون چهارم الی یازدهم هجری. حکمت معاصر پژوهشگاه علوم‌انسانی و مطالعات فرهنگی ۱۲(۱): ۲۷۱-۳۰۵.
نژادابراهیمی، احد و یعقوبلو، محمد. (۱۳۹۸). درآمدی بر هندسه نظری در معماری، پژوهش در هنر و علوم‌انسانی ۴(۵): ۱۹-۳۴.
نصر، حسین. (۱۳۷۹). نیاز به علم مقدس. تهران: مؤسسهٔ فرهنگی طه.
نوحی بزنجانی، محجوبه و قاسمی، محسن. (۱۳۹۹). واکاوی مفهوم هندسه در معماری سنتی ایران و کاربرد آن در معماری معاصر (نمونه موردی: خانه داروغه شهر مشهد). معماری شناسی ۳(۱۷): ۱۶۵-۱۷۵.
نوری مکرم، امیر؛ جانی‌پور، بهروز و تقوایی ویدا. (۱۴۰۲). بررسی مؤلفه‌های شکل‌گیری کانسپت (طرح مایه) در آموزش طراحی معماری با رویکرد پیشینه محور. باغ نظر ۲۰(۱۲۰): ۲۹-۴۲.
نیستانی، جواد. (۱۳۸۴). سابقه ترسیم نقشه و کاربرد هندسه و حساب در معماری اسلامی. پیک نور ۳(۵): ۴۲-۴۹.
وثیق، بهزاد؛ ناصری، حسین و بختیاری، صادق. (۱۴۰۱). بررسی مفاهیم محوربندی در مساجد یزد. هویت شهر ۱۶(۴۹): ۵-۱۶.
ولی بیگ، نیما؛ ناسخیان، شهریار و نظریه، نوشین. (۱۳۹۶). تحلیل اثر هندسه دیوار سایه‌انداز در شکل‌گیری یخچال‌های جنوب شرقی ایران؛ بررسی موردی: استان کرمان. نامه معماری و شهرسازی ۹(۱۸): ۱۴۷-۱۶۶.
ویتلی ایوز، هوارد. (۱۳۹۳). تاریخ هندسه. ترجمه محمد هادی شفیعی‌ها. تهران: علمی فرهنگی.
یافتیان، نرگس و صفابخش چکوسری، اشرف. (۱۳۹۸). آموزش و یادگیری هندسه: معرفی نظریهٔ فن هیلی. ریاضی و جامعه ۴(۳): ۲۲-۹.