Print ISSN: 3060-7914

Journal of
Studies of Behavior and Environment in Architecture
https://sanad.iau.ir/journal/sbea

Islamic Azad University
Urmia Branch

The place of geometric thinking in improving the capabilities of architecture students in basic undergraduate courses (Case example: Introduction to architectural design course 2)

Furugh Mirzaalipour 1*

[1] Ph.D.in Architecture, Department of Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. furugh.mirzaalipuor@mail.um.ac.ir

Received: 12 December 2024
Revised:29 December 2024
Accepted: 19 January 2025
Available Online: 1 February2025

Article type: Research Paper
DOI:

ABSTRACT

Architecture education, as one of the influential branches needs innovative development. Teaching the basics of design in the field of architecture is one of the most important parts of education .The purpose of this research is to investigate the principles of the optimal teaching of design in the field of architecture in basic courses to students in order to improve the quality of all education. In order to carry out this research in the introductory course of architecture 2, in Urmia University, in the semester of 2018-2019, two groups of 25 people were selected as the experimental group and the control group. In the test group, lessons were taught in the traditional way, and in the experimental group, the design method based on geometric thinking was taught. In the qualitative part, data collection was done with the in-depth interview tool. In the quantitative part, the scores of both groups were analyzed by 4 expert professors of the university. The results showed that geometric thinking are concepts in architecture that imply the proper relationship between components with each other and with the whole effect, and these concepts are due to the creation of visual beauty and familiar concepts (connection with past geometry and architecture) and It is important to convey transcendental concepts in connection with human beings in architecture and viability.
The results show the effect of geometry on students' thinking and creativity, from the initial stages of design (idea) to the final stages and even the presentation of the design.

KEYWORDS

Architectural education, Geometrical thinking, Architectural basics, Geometry, Proportion.

* Corresponding author.
E-mail address: furugh.mirzaalipuor@mail.um.ac.ir

نشریه
مطالعات رفتار و محیط در معماری
شاپا چاپی: ۷۹۱۴-۳۰۶۰

جایگاه تفکر هندسی در ارتقای قابلیت‌های دانشجویان معماری در دروس پایه در مقطع کارشناسی (نمونه موردی: درس مقدمات طراحی معماری ۲)

فروغ میرزاعلی پور [1*]

[1]دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده عمران، هنر و معماری، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۹/۲۲

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۱۰/۰۹

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۰/۳۰

تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۱۱/۱۳

مقاله علمی پژوهشی

چکیده

آموزش معماری، به‌عنوان یکی از شاخه‌های تأثیرگذار در معماری و شهرسازی می‌باشد. آموزش درس مقدمات طراحی در رشته معماری، یکی از مهم‌ترین قسمت‌های آموزش در دوران تحصیلی به شمار می‌آید. هدف از این پژوهش، بررسی اصول آموزش مطلوب طراحی در رشته معماری در دروس پایه به دانشجویان در جهت ارتقای کیفیت هرچه بیشتر آموزش هست.این پژوهش با روش کمی- کیفی انجام‌شده است .برای انجام این پژوهش در درس مقدمات معماری۲، در دانشگاه ارومیه، در نیمسال۹۸-۹۷، دو گروه ۲۵ نفرِ به‌عنوان گروه آزمایش و گواه انتخاب گردید. در هر دو گروه موضوع طراحی، محدودیت‌ها و شرایط و سایت یکسان بودند. در گروه گواه تدریس درس به شیوه متداول و در گروه آزمایش شیوه طراحی مبتنی بر تفکر هندسی، آموزش داده شد. در بخش کیفی، گردآوری اطلاعات با ابزار مصاحبه عمیق انجام شد. در بخش کمی، نمرات هر دو گروه توسط ۴ استاد خبره دانشگاه تحلیل گردید.نتایج نشان داد، آموزش مبتنی بر هندسه، بر ارتباط مناسب میان اجزاء با یکدیگر و با کل اثر دلالت داشته و این مفاهیم به دلیل ایجاد زیبایی بصری و مفاهیم آشنا (ارتباط با هندسه و معماری گذشته) و انتقال مفاهیم متعالی در ارتباط با انسان در معماری حائز اهمیت می‌باشد.
نتایج نشان‌دهنده تأثیر هندسه بر تفکر و خلاقیت دانشجویان از مراحل ابتدایی طراحی (ایده) تا مراحل پایانی و حتی پرزانته طرح می‌باشد. همچنین با توجه به مطالعه گسترده در رابطه با موضوعات هندسی و طریقه ترسیم هندسی و آثار هندسی باعث تسلط کامل بر هندسه و ارتباط آن با موضوع قابل طراحی می‌شود.

واژگان کلیدی

آموزش معماری، تفکر هندسی، مقدمات معماری، هندسه، تناسب.

* نویسنده مسئول: furugh.mirzaalipuor@mail.um.ac.ir

مقدمه

به‌عنوان یکی از شاخه‌های ویژه‌ی آموزش، آموزش معماری می‌باشد که به گسترش توانایی ابتکاری نیاز دارد. دغدغه‌ی اصلی دانشجویان معماری به وجود آوردن فضا و فرم سه‌بعدی متناسب یا عملکردهای انسانی با حفظ و انتقال ارزش‌های حرفه و جامعه در آن فضاست. درواقع آموزش معماری نیازمند به‌کارگیری روش‌های کارآمدی است تا در پاسخگویی به نیازهای کمی و کیفی برگرفته از توسعه اجتماعی – اقتصادی نوین کار آیی خود را به نمایش بگذارد . آموزش درس مقدمات طراحی در رشته معماری، یکی از مهم‌ترین قسمت‌های آموزش در دوران تحصیلی برای دانشجویان معماری به شمار می‌آید .هدف از این پژوهش، بررسی اصول آموزش مطلوب طراحی در رشته معماری در دروس پایه به دانشجویان در جهت ارتقای کیفیت هرچه بیشتر آموزش می‌باشد. ازجمله این اصول می‌توان به علم هندسه اشاره نمود که از دیرباز در معماری تأثیرات شگرفی داشته است. درگذشته‌ها معماران هندسه دان بودند و با کمک ابزارهای هندسی یک بنا را طراحی و با نظارت خود آن بنا را اجرا می‌کردند. به‌عبارت‌دیگر هندسه در دنیای معماری نقش اصلی را ایفا می‌نمود. گذشت زمان و به وجود آمدن نرم‌افزارهای و پیشرفت فنّاوری، بر دیدگاه‌ها و خواستگاه‌های طراحان معماری، سرمایه‌گذاران و کاربران تأثیرات شگرفی گذاشته است، به همین جهت نقش هندسه و تفکر هندسی به‌صورت گذشته در طراحی بنا کمرنگ گردیده است. حال در مقطع زمانی کنونی و نتایج مثبتی که از طراحی‌های گذشته به‌دست‌آمده است نقش هندسه و هندسه دان در طراحی بیش از بیش حائز اهمیت گردیده است. هدف این پژوهش به‌کارگیری شیوه تدریس تفکر هندسی در کلاس برای دانشجویان معماری در درس مقدمات طراحی می‌باشد. هندسه یکی از شاخه‌های علم است که در توانایی افراد جهت موفقیت، تحلیل موقعیت‌ها در شغل، اداره زندگی مؤثر بوده و بدین‌جهت است که در مقاطع مختلف تحصیلی بر روی آن تأکید می‌شود، حتی تا جایی که یک‌رشته مخصوص در ، آموزش‌وپرورش را به خود اختصاص داده است(ضیایی و همکاران، ۱۴۰۳) . از این منظر می‌توان هندسه را یک نوع نیاز ضروری به‌حساب آورد. ماهیت تفکر هندسی، بحث پیرامون نظم است و موضوع آن توصیف و درک نظمی است که در وضعیت‌های ظاهراً پیچیده نهفته است. ابزارهای اصولی این علم، مفاهیمی هستند که ما را قادر می‌سازند تا این نظم را توصیف کند (شهریاری و همکاران، ۱۴۰۰). درواقع هندسه فهم و درک مسئله است که از آن طریق می‌توان جواب منطقی به مسئله داد. بنابراین می‌توان گفت هندسه؛ علم حل مسئله و بررسی اعداد، اشکال، ، اشیاء و نسبت‌های موردنیاز در همه علوم است که در تمامی جنبه‌های زندگی اجتماعی از قبیل تصمیم‌گیری نیز تأثیرگذار بوده است (Reyna & Brainerd,2007).

تحقیق حاضر درصدد پاسخ به این **سؤال** است که کاربرد تفکر هندسی در ایده پردازی راه‌حل مسئله طراحی، به چه میزان می‌تواند بر ارتقای کیفیت محصول طراحی دانشجویان تأثیر بگذارد؟ برای پاسخگویی به سؤال تحقیق این **فرضیه** را می‌توان مطرح نمود که: کاربرد تفکر هندسی در آموزش طراحی می‌تواند به کسب و بسط هر چه مؤثرتر و غنی‌تر طوفان‌های ذهنی طراحی بیانجامد که موجب پردازش ساختاریافته تفکر هندسی در ذهن دانشجویان و افزایش خلق ایده‌های نوین و خلاقانه در مراحل اولیه فرایند طراحی بالأخص در دانشجویان دروس مقدمات گردد.

پیشینه پژوهش

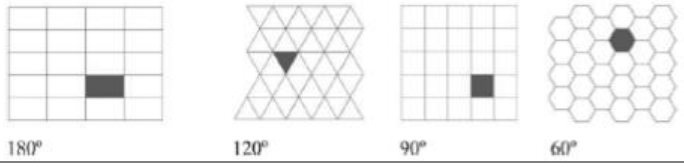
در پژوهشی بنام هندسه در معماری ایرانی پیش از اسلام و تجلی آن در معماری معاصر ایران که توسط، سیلوایه، دانشجو و فراهانی (۱۳۹۱) صورت گرفته است، معتقدند، استفاده از نظم مهندسی در پلان با بهره‌گیری از هندسه پنهان و ایجاد درک هندسی با استفاده از احساس ایستایی در معماری معاصر دارای اهمیت بی‌شماری است. دستاوردهای پژوهش نشان‌دهنده آن هستند که استفاده از نظم هندسی در پلان همراه یا بهره‌گیری از هندسه پنهان و ایجاد درک هندسی با استفاده از احساس ایستایی بیش از سایر مفاهیم هندسی معماری سنتی، در معماری معاصر موردتوجه قرارگرفته است (سیلوایه و همکاران، ۱۳۹۱). در پژوهشی دیگر که توسط ممتحن و ناری قمی(۱۳۹۷) صورت گرفته است در مقاله‌ای بنام معیار ارزش برای تربیت هندسی معمار :بررسی رویکردهای رایج و نگرش اسلامی به نتایجی دست‌یافته‌اند: در این پژوهش پنج گونه پایه‌ی هندسی بر اساس نحوه‌ی ظهور ارزش‌ها بازشناسی شد .1 : هندسه خنثی، .2 هندسه به‌منزله تصویر امر استعلایی، .3 هندسه به‌منزله‌ی ظهور سرشت فردی، .4 هندسه به‌منزله‌ی ظهور طبیعت مادّی، و .5 هندسه به‌منزله‌ی سرشت واحد عالم .هر یک از این انواع هندسه دارای تداعیات مشخصی در آموزش معماری در دوره‌های تاریخی و معاصر بوده است .بررسی نسبت تربیت اسلامی با هندسه، نشان‌دهنده‌ی آن است که امکان بازتعریف برخی از گونه‌های پنج‌گانه در بالا به سود موضع‌گیری‌های انسانی‌تر و درنهایت اسلامی‌تر وجود دارد (ممتحن و ناری قمی، ۱۳۹۷). در پژوهشی توسط نویسندگان،کلانتری، اعتصام و حبیب(۱۳۹۴)، مقاله‌ای بنام بررسی هندسه و تناسبات طلائی در معماری ایران (نمونه مطالعاتی :خانه‌های سنتی شهر تبریز) نتایج حاکی از آن است که، اشراف معمار به علم هندسه و استفاده خلاقانه از آن تبدیل مفهوم به فضا و فرم را در فرآیند طراحی تسهیل می‌کند و فرسایش مفهوم را در این روند به حداقل می‌رساند .حاصل چنین فرآیندی، نوعی معماری است که به‌دوراز برداشت‌های سلیقه‌ای، به لحاظ نظم و تناسبات قابل‌درک است .طراحی معماری در قالب هندسه نمود می‌یابد .تحلیل روابط هندسی در بناهای ارزشمند روش تفکر و تصمیمات معمار را در برخورد با مسئله و یافتن راه‌حل مناسب برای پاسخ‌گویی به آن می‌نمایاند و قابلیت تفکر هندسی را در نظم بخشیدن به فرآیند طراحی معماری آشکار می‌سازد. هندسه و تناسبات، جزء گسست ناپذیر معماری محسوب می‌شوند .یکی از جالب‌ترین ویژگی‌های هندسی بسیاری از بناهای تاریخی، وجود تناسبات طلایی در آن‌ها است (کلانتری و همکاران، ۱۳۹۴). در پژوهشی که توسط موسویان(۱۳۹۶) بنام جایگاه هندسه مقدس در بازشناسی هویت معماری سنتی ایران صورت گرفته است نشان‌دهنده، همخوانی هندسه مقدس با هویت انسانی موجب تداوم ارتباط میان انسان و مکان می‌شود. مکانی که هویتش یا هویت مکانی انسان سازگار است. بطوریکه شاخص‌های کالبدی و عملکردی و معنایی هندسه مقدس حامل پیام و معنایی می‌شود که به هویت معماری سنتی معنا می‌بخشد (موسویان، ۱۳۹۶). در پژوهشی توسط جاوید مهر و هاشم‌پور(۱۳۹۴)، بنام بازنمود تأثیر هندسه بر حیات پذیری فضاهای معماری، مورد مطالعاتی :فرهنگسراها نتایج حاکی از آن است که ، ازآنجای یکه هندسه می‌تواند بر کیفیت و چگونگی درک معنا و مفهوم بنا تأثیرگذار باشد، هدف از تحقیق ، بررسی معیارهای تأثیرگذار هندسی معماری جهت ارتقاء مفهوم حیات پذیری و انتقال حس سرزندگی به کاربران است(جاوید مهر و هاشم‌پور، ۱۳۹۴). نتایج تحقیق، حاکی از تأثیرگذاری هندسه معقول و محسوس (هندسه حیات‌بخش) بر القای حس حیات در بنای فرهنگ‌سراهای موردبررسی است .در پژوهشی که توسط جانسون و براون (۱۹۹۴)، بنام مجموعه روش‌های مختلف

برای محاسبه پارامترهای مشخصه توپوگرافی مبتنی بر فراکتال صورت گرفته است، نتایج حاصل از استفاده از روش‌های فرکتالی در مورد بخش‌هایی نشان‌دهنده استفاده از الگوهای فرکتال در داخل شهر بیان‌شده است (Johnsen et al., 1994). در پژوهشی که توسط توماس، لورنزو و فرانک (۲۰۰۳) ؛ استفاده از ابعاد فراکتال برای توصیف تنوع درون‌شهری: نمونه‌ای از بروکسل، تغییرات فضایی را با استفاده از متغیرهای جغرافیایی و اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری تحلیل کرده است(Laurence et al, 2003) . در یک پژوهش دیگر بنام، کاربرد اصول هندسه فرکتالی در پایگاه اطلاعاتی مکانی به ارزیابی مؤلفه‌های خود متشابه در تعامل باهم بررسی گردیده است که توسط مهر نیا (۱۳۸۶) صورت گرفته است.

چارچوب نظری پژوهش

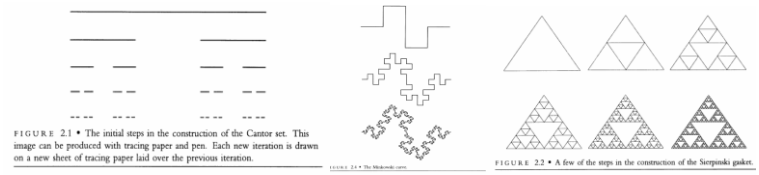
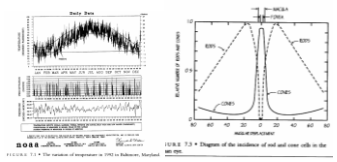
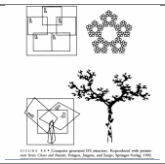
علم هندسه معماری: اشکال هندسی و تفکر هندسی به‌عنوان دانش بنیادین در ترکیب و خلق آثار معماری استفاده می‌شود و این ترکیب در معماری توسط ارتباط اجزا هندسی و در همکنش آن‌ها رخ می‌دهد. هندسه به‌تنهایی قادر است از طریق اشکال و برگه‌های هندسی به‌عنوان اجزا و همچنین تناسبات و زوایا، تحولات بنیادینی را در ترکیب معماری ایجاد نماید. ماکس از طریق پژوهشی به رابطه ساختارها و هنر دست‌یافت. به نظر وی نظم موزون به‌عنوان کنش خلاقانه هنرمند ، یک اثر هنری را آغاز می‌کند که از یک ساختار کلی شروع می‌شود. در طول تاریخ هندسه و معماری بر اساس برخی قوانین در هندسه که پایه و اساس ترکیب معماری را تشکیل داده است ایجاد می‌شود. در ادامه به بررسی نقش تفکر هندسی در ترکیبات معماری پرداخته خواهد شد(Leopold, 2006) . تفکر هندسی در معماری یک حوزه تحقیقاتی می‌باشد، به‌طوری‌که هندسه کاربردی و معماری را با نگاهی بر فرایندهای طراحی، تحلیل و ساخت ترکیب می‌نماید .این علم با تکیه‌بر هسته طراحی معماری و فعالیت‌های معاصر، معماری را به‌شدت به چالش کشیده، چیزی که از آن به معماری عصر دیجیتال یاد می‌شود .زمینه‌های تخصصی نظیر هندسه محاسباتی هندسه دیفرانسیل، توپولوژی، هندسه فرکتال، توماتای سلولی و هندسه معماری را تحت تأثیر قرار داده است. هندسه در معماری را می‌توان در حالت کلی به هندسه اقلیدسی و نا اقلیدسی (شامل فرکتال، شبه-فرکتال)تقسیم نمود(مهر نیا،۱۳۸۶). اشکال فرکتال با فرایندهای پویا تولید می‌شوند .فرایندهای پویا فرایندهایی هستند که دارای حافظه‌اند و رفتار آن‌ها به گذشته بستگی دارد .درحالی‌که هندسه اقلیدسی با استفاده از توابع ایستا تولید می‌شود. هندسه فرکتال دارای ساختارهایی با ظرفیت بالا است درحالی‌که هندسه اقلیدسی بسیار محدود و حاوی اطلاعات تکراری است (Pottmann et. al, 2007). هندسه فراکتال مطالعه اشکال ریاضی است که یک‌قسمتی از آن‌ها از قبیل جزئیات پایان‌ناپذیر، خود متشابهی، پیچ‌وخم را نمایش می‌دهد. بعد فراکتال یک معیار ریاضی برای میزان پیچ‌وخم است از بافت نمایش داده‌شده اشکال و ریتم‌های طبیعی ، مانند برگ ، درخت انشعاب ، پشته کوه‌ها گرفته تا ، سطح طغیان رودخانه ، الگوهای موج و عصب تکانه‌ها را شامل می‌شود، که این پیشرفت فرم مشابه خود را نشان می‌دهد. مفاهیم فراکتال در بسیاری از زمینه‌ها از فیزیک تا ترکیب موسیقی استفاده می‌شود. ویژگی‌های فرکتال عبارت‌اند از:

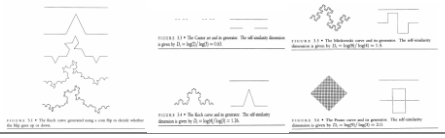
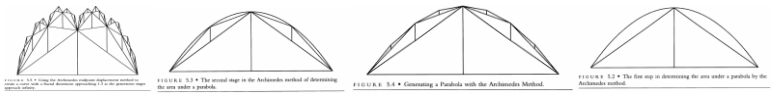
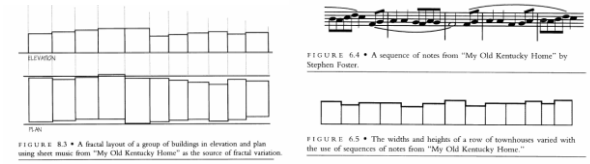
جدول ۱-ویژگی‌های فرکتال

تکرار عناصر و اجزا در مقیاس‌های مختلف	هر شکل از قطعات کوچک‌تر، مشابه قطعات اولیه جزییات خود مانندی دارند ولی دقیقاً طرح یکسان ندارند شکل‌گیری توسط فرایند تکرارشوندگی اجزا
خرد مقیاس	فرکتالها در هر مقیاسی یکسان به نظر می‌رسند و از زیرمجموعه‌هایی تشکیل‌شده‌اند که خود شامل مجموعه‌های بزرگ‌تری هستند .این ویژگی را خرد مقیاسی می‌نامیم(بلیلان،۱۳۹۰). به دلیل مقیاس بندی و تقارنی که در فرکتال تا به وجود دارد مغز انسان مجبور نیست تمامی مقیاس‌های مشخص در این ساختارهای پیچیده را تفسیر کند (سالینگاروس، ۱۳۹۴).
ابعاد منحصربه‌فرد تعریف‌شده با ریاضی	بُعدفرکتال یک معیار ریاضی در تعیین درجه پیچیدگی بافت در حال نمایش است که این ویژگی را بعد اعشار می‌نامیم (بلیلان،۱۳۹۰). فرکتالی، سنجش و اندازه‌گیری میزان پیچیدگی یک ساختار را ممکن می‌سازد و سنجه ترکیب نظم و بی‌نظمی در یک ساختار است(بوویل، ۲۰۰۰) 

ویژگی‌های فرکتال از طریق مجموعه قوانین و قواعدی حاصل می‌شود که به‌طور خلاصه در جدول زیر تشریح گردیده است:

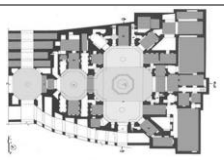
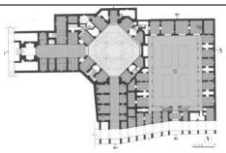
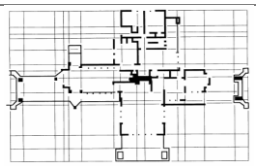
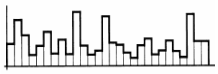
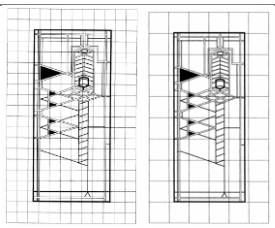
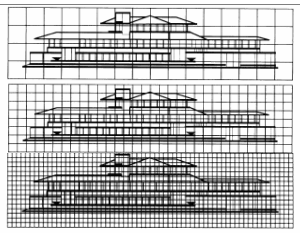
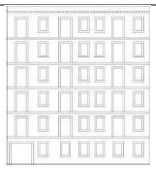
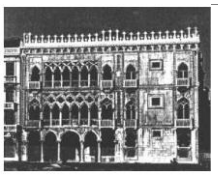
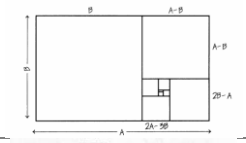
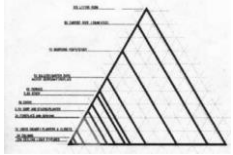
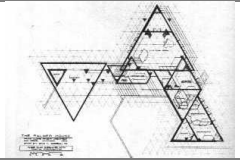
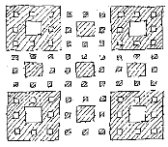
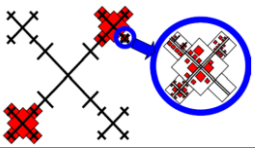
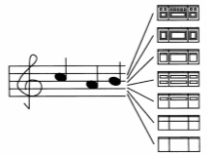
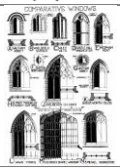
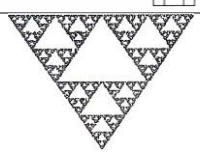
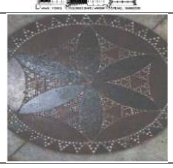
جدول ۲-دستیابی به ویژگی‌های فرکتال(source: Bovil,1996)

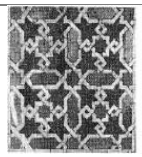
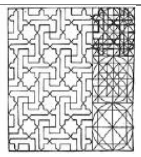
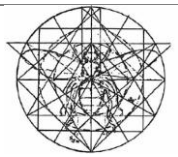
مجموعه تئوری کانتور	جورج کانتور (۱۸۴۸-۱۹۱۴) یک ریاضیدان آلمانی که مبنای کار وی تئوری مجموعه کانتور بود. مجموعه کانتور همراه با سایر فراکتالهای موردبحث در این قسمت، توسط مندلبرت به‌عنوان هیولاهای ریاضی نامیده می‌شود. ویژگی‌های مبهم آن‌ها مجموعه کانتور با شروع با یک واحد تولید می‌شود ویژگی واضح مجموعه تئوری کانتورکه ساختار فراکتال در ساختار طبیعی باشد: ۱- شباهت به خود از مقیاس بزرگ به مقیاس کوچک ۲-خوشه‌بندی نقاط.سیستم‌های طبیعی از ستاره تا در آسمان شب به گل‌کلم یک خوشه در طرح آن‌ها به‌جای یک توزیع یکنواخت یا کاملاً تصادفی نمایش داده می‌شود  FIGURE 2.1 • The initial steps in the construction of the Cantor set. This image can be produced with tracing paper and pen. Each new iteration is drawn on a new sheet of tracing paper laid over the previous iteration. FIGURE 2.2 • A few of the steps in the construction of the Sierpinski gasket.
درک بصری و محدوده فراکتال	در طبیعت اشکال فراوانی وجود دارد که ازنظر آماری شبیه به هم هستند. ازجمله این ساختارهای می‌توان به امتداد یک خط ساحلی ، یا نوسانات هوا در طول زمان اشاره کرد . این ساختارهای در سازمان‌های ساخته‌شده توسط بشر می‌تواند شباهت آماری را نشان دهد. برای مثال شاخص بورس داو جونز نوسان ساعتی یک روز است مشابه نوسانات روزانه در طول یک ماه و نوسانات ماهانه در طول سال‌هاست 
درک تئوری تقسیمان و توپوگرافی زمین	مناطق سنتی شهرهای قدیمی ما مانند آناپولیس ، مریلند و دیسپیا دارای یک ساختار پیچیده ریتمیک مشابهی هستند. در آناپولیس ، این ساختار نتیجه تقسیمات زمین می‌باشد.
تئوری IFS	در این روند طراحی برای کشف تصاویری که از آن استفاده می‌شود ، رایانه ضروری است شکل مقابل درختچه‌ای را که مایکل بامسلی ریاضیدان به‌عنوان بخشی از کار او با نظریه IFS تولید کرده است نشان می‌دهد. بامسلی نشان داد 

	که فرم تا را می‌توان به اهمان نوعی که طبیعی است به ریاضی تبدیل کرد.
فراکتالهای تصادفی	می‌توان تصادفی را در فرآیند تولید فراکتال تا وارد کرد این تصادف از طریق استفاده از پرتاب سکه ، تاس یا اعداد تصادفی. منحنی کوچ مثال خوبی از چگونگی عملکرد این فرآیند را ارائه می‌دهد. منحنی Koch خواستار لغزش مثلثی به مرکز است بخشی از هر بخش خط مستقیم در هر مرحله از تولید منحنی. می‌توان از یک سکه استفاده کرد تا به‌صورت تصادفی تصمیم بگیرد که آیا بلیپ باید ادامه یابد یا خیر بالا یا پایین هر بار که یکی اضافه می‌شود. 
منحنی‌های فراکتال توسط نقطه میانی	منحنی‌هایی ترسیم می‌گردد بعد با انتخاب نقاط میانی و اتصال نقاط به گوشه‌های منحنی این روند ادامه میابد تا شکلی حاصل شود 
Curdling	کوردلینگ نامی است که ماندلبروت به فرایندی که باعث تولید گردوغبار فراکتال می‌شود ، داد. گردوغبار فراکتال مجموعه‌ای از نقاط جداشده است که دارای یک ویژگی خوشه‌ای است. شکل ، نمونه‌ای از گردوغبار فراکتال است که در آن تصادفی است. مثل ستارگان در آسمان شب. فرآیند ترسیم بسیار ساده است. با یک شبکه کشیده شده روی یک قطعه روی کاغذ شروع می‌شود. سپس ، با استفاده از یک سکه ، یک قالب ، یا یک مولد اعداد تصادفی ، تصمیمی برای نگهداری یا دور انداختن هر یک از مربع‌های شبکه گرفته می‌شود. مفهوم این است که انبوه مواد پخش‌شده بر روی خمیرهای اولیه منطقه بر روی مربع‌هایی که با فرایند تصادفی انتخاب می‌شوند تا در مرحله بعدی باقی بمانند
تولید ریتم‌های فراکتال با نت موسیقی	نت موسیقی منبع آماده‌ای برای توزیع فراکتال بدون توسل به دست‌کاری‌های ریاضی یا رایانه‌ای را برای طراح فراهم می‌کند. توزیع موزیکال مقیاس برای تغییر برخی از ویژگی‌های یک طرح داده به‌راحتی قابل‌استفاده است. به‌عنوان‌مثال ، می‌توان با انتخاب پایه‌یک ردیف از خانه‌های شهر را تغییر داد، می‌توان از توالی نت تا در نت موسیقی برای ایجاد تنوع استفاده کرد  FIGURE 8.3 • A fractal layout of a group of buildings in elevation and plan using sheet music from "My Old Kentucky Home" as the source of fractal variation. FIGURE 6.4 • A sequence of notes from "My Old Kentucky Home" by Stephen Foster. FIGURE 6.5 • The widths and heights of a row of townhouses varied with the use of sequences of notes from "My Old Kentucky Home." . بدین ترتیب، نت موسیقی توزیع فراکتال را فراهم می‌کند که به‌راحتی به دست می‌آید و استفاده کنید. شکل یک خط نت موسیقی از "My Old Kentucky Home" است. برای طراحی یک ردیف از ساختمان‌ها مانند خانه‌های شهر یا فروشگاه‌های یک خیابان تجاری دارای تنوع مشابه طبیعت ، با اندازه اولیه و مقدار مدو لار که اندازه می‌تواند تغییر کند شروع می‌شود.

ویژگی‌های فرکتال در معماری را می‌توان این‌گونه بیان کرد، تغییر مقیاس، انسجام ترکیب‌بندی، مقیاس انسانی پایدار . به‌طورقطع معماری نمی‌تواند عیناً همانند نمونه‌های طبیعی دقیقه فرکتال باشد .ویژگی‌های فرکتال برای معماری که صرفاً شامل استفاده از تعداد محدودی مقیاس، تغییر در جزییات و تشابهات بین جز و کل می‌تواند باشد، مناسب نیست .می‌توان گفت که در معماری، ساختارها بیشتر شبه-فرکتالی هستند، همان‌طور که طبیعت واقعاً فرکتال نیست بلکه شبه فرکتال است (علوی زاده و همکاران، ۱۳۹۷)(سالینگاروس، نیکوس آنجلوس،۱۳۹۰). نمونه‌های شبه-فرکتال در معماری و شهرسازی در جدول شماره ۳ گردآوری‌شده است.

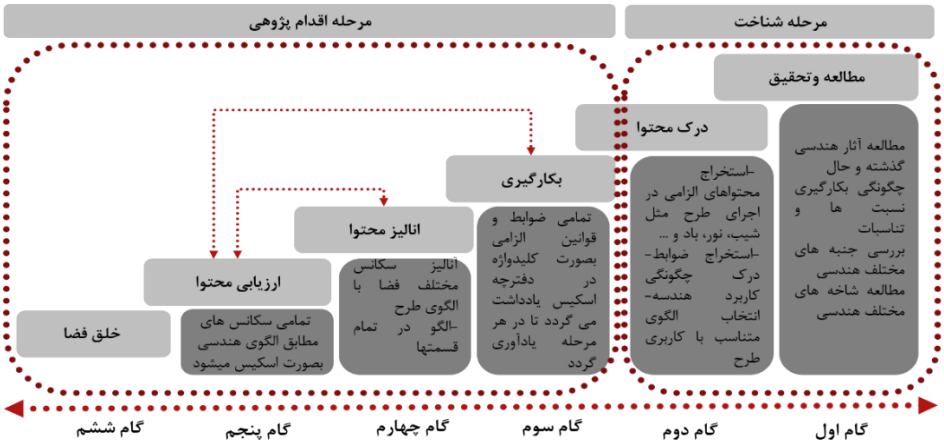
جدول ۳- ویژگی‌های فرکتال و شبه فرکتال در معماری و شهرسازی

فضا	نام فضاها	آنالیز اجزا متشابه و تکرارشونده در مقیاس میانه	آنالیز اجزا متشابه و تکرارشونده در مقیاس خرد
بازار سنتی	بازار کاشان :تیمچه امین‌الدوله علوی زاده و همکاران، ۱۳۹۷)		
	بازار تبریز تیمچه حاج محمدقلی علوی زاده و همکاران، ۱۳۹۷)		
فضاهای تک عملکردی	خانه ویلیتز فرانک لوید رایت (Bovill,1996)	 	
	خانه روبی اثر فرانک لوید رایت (Bovill,1996)		
	ساختمان فراکتال در ونیز Lu, X., Clements-Croome, D., & Viljanen, M. (2012)		
	میدان فدراسیون ، ملبورن (استودیوی معماری آزمایشگاه). تصویر: استیون کانر(Joye,2007)		
	نقشه خانه پالمر (الف) مثلث مشابه درون خانه پالمر (sala,2000)		
شهرسازی	طرح برنامه‌ریزی شهری چند فرکتال استراتژیک (میرکتولی و همکاران، ۲۰۱۴)		
جزییات	دیتیل درب و پنجره (بر اساس نوت موسیقی) (Bovill,1996)		
	کف کلیسای جامع آناگنی در ایتالیا Lu, X., Clements-Croome, D., & Viljanen, M. (2012)		

کف‌پوش موزاییک اسلامی
(نسبت رادیکال۲ در طرح و در شکل و تناسبات کندوی زنبورعسل)(خاک زند، احمدی، ۲۰۰۷)

بر اساس دغدغه‌ی بهبود تفکر طراحی متناسب با فنّاوری و گذشت زمان و باهدف بررسی عملی نقش هندسه در پیشبرد طراحی برم بنای توجه به پیشرفت فنّاوری، توجه به زندگی و خلق روابط معنادار میان فضا و ساکنین، پژوهشی مبتنی بر پیمایش میدانی در کارگاه مقدمات معماری دوره کارشناسی دانشگاه ارومیه انجام شد که در آن، تأکید بر روابط هندسی و شبه فرکتالی بود؛ در شیوه آموزش مبتنی بر تفکر هندسی دانشجویان چندین مرحله را باید با همکاری استاد درس انجام می‌دادند، از قبیل:



رسم توضیحی 2-مراحل انجام طراحی

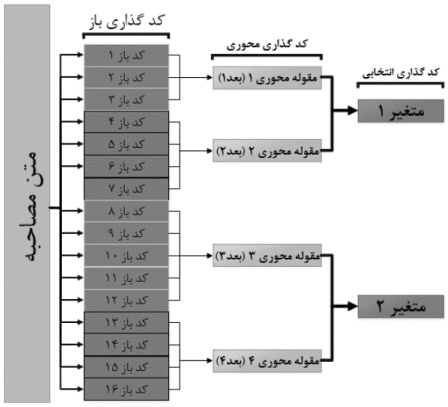
با توجه به هدف اساتید سوق دادن فرآیند طراحی در جهت توجه به کیفیت زندگی ، توجه به معماری گذشته و سنتی و تطابق با الگوهای انسانی می‌باشد، که در این راستا تمرین‌هایی با محوریت اسکیس دنبال شدند، که هدف از این اسکیس های مبتنی بر روابط هندسی تا دستیابی به جنبه‌های مختلف نقش‌آفرین و سکانس‌های مختلف طراحی می‌باشد. این تمرین تا به دانشجویان در انتخاب زاویه دید، تمرکز بر نکات پراهمیت و کم‌اهمیت، تجسم بهتر فضای کاربردی، تقویت حافظه و تجسم آینده طرح کمک می‌نماید. دانشجویان ناخودآگاه در این تمرین تمام نواقصات و معایب فضاهای مذکور را بهبود می‌بخشیدند و به دلیل درک بهتر فضا به دنبال حل مشکل از تمام جوانب می‌باشند.

روش‌شناسی پژوهش

برای انجام این پژوهش از دو روش کمی کیفی به‌صورت ترکیبی استفاده‌شده است. راهبرد کیفی پژوهش حاضر، مبتنی بر روش گرندد تئوری و راهبرد بخش کمی، داده‌های به‌دست‌آمده از جامعه موردمطالعه واکاوی می‌شود. برای انجام پژوهش در ورودی دانشجویان سال ۹۷ که دارای ۵۰ دانشجو هستند، باید به دو گروه گواه و آزمایش تقسیم شوند. در ابتدا جهت ارزیابی همگنی داده‌های دو گروه، در ابتدا یک پیش‌آزمون طراحی با عنوان «آتلیه رؤیایی من » اسکیسی در شیت های ۵۰ در ۷۰ برگزار می‌شود. نتایج اسکیس ها توسط اساتید هیئت‌علمی دانشگاه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده همگنی و یکسان بودن وضعیت طراحی و تحصیلی دانشجویان می‌باشد. در گام بعد

به‌صورت تصادفی دانشجویان به دو گروه ۲۵ نفرِ طبق لیست تقسیم می‌شوند. در گروه گواه آموزش درس مقدمات به‌صورت روال قبلی آموزش شامل بررسی نمونه‌ها، ایده پردازی، اسکیس و ... انجام می‌شود. اما در گروه آزمایش دانشجویان تمام مراحل را بر مبنای تفکر هندسی پیش می‌برند و ایده‌ها و کانسپت ها بر مبنای تفکرات هندسی و تناسبات اصولی می‌باشد. در قسمت کمی از اساتید خواسته شد تا به تحلیل دقیق نتایج و ارائه نمرات بپردازند. جامعه آماری اساتید شامل اعضای هیئت‌علمی دانشگاه بوده‌اند که با استفاده از روش نمونه‌گیری نظری انتخاب‌شده‌اند .منظور از نمونه‌گیری نظری، نوعی نمونه‌گیری هدفمند است که تمرکز آن بر تدوین نظریه است .در این روش پژوهشگر افراد مطلع را انتخاب می‌کند تا بتواند در فرایند گردآوری، داده‌های موردنیاز را غنی کند و امکان ساختن نظریه فراهم شود. ادامه مصاحبه‌ها بر اساس فن گلوله برفی ادامه یافت، بدین‌صورت که هر مصاحبه‌شونده افراد بعدی را معرفی می‌کرد. مصاحبه‌ها تا رسیدن به اشباع نظری ادامه پیداکرده است و چون دیگر مفاهیم جدیدی یافت نمی‌شد با ۹ نفر به پایان رسید .همچنین معیار انتخاب مصاحبه‌شوندگان افراد با حداقل ۱۰ سال سابقه تدریس دروس پایه معماری در مقطع کارشناسی بوده است. ابزار گردآوری داده‌ها در بخش کیفی مصاحبه‌هایِ نیمه ساختاریافته بوده که درنهایت مفهوم‌پردازی موضوع مدنظر با استفاده از کدگذاری‌های باز، محوری و انتخابی و با استفاده از نرم‌افزار مکس کیوددا صورت گرفته است. در این پژوهش برای انجام فرایندهای سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی از نرم‌افزار مکس کیودا استفاده‌شده است. همچنین به‌منظور انجام معادلات ساختاری از نرم‌افزار واریانس محورِ اسمارت پی ال اس (Variance Base. SmartPLS19) استفاده‌شده است.

برای گردآوری و تفسیر داده‌ها ، ابتدا مصاحبه‌ها بدون هیچ تغییری به‌صورت متن تایپ‌شده و وارد نرم‌افزار مکس کیودا شدند .بنابراین انبوهی از کدهای باز شناسایی شدند که با خواندن و تأمل در کدهای اولیه، کدهایی که به لحاظ مفهومی ارتباط نزدیکی داشتند باهم ترکیب‌شده و مفاهیم مشابهی (کدهای محوری) را تشکیل دادند و کدهای محوری نیز کدهای انتخابی را تشکیل دادند. شکل ۱ مسیری از انجام کار را نشان می‌دهد.



رسم توضیحی ۱-روند کار استخراج کدها (خمش آیا و همکاران، ۱۳۹۸).

روش انجام کار

در این تحقیق به‌طور هم‌زمان از روش کیفی و کمی با تأکید بر کیفیت فرآورده‌های طراحی به‌صورت موردی به بررسی جایگاه تفکر هندسی در آموزش معماری و فرایند طراحی پرداخته‌شده است .در این جهت با استفاده از روش شبه آزمایشی و اثربخشی و انتخاب گروه گواه و آزمون، از طریق مداخله در برنامه درسی و تمرینات دانشجویان کارگاه

مقدمات طراحی معماری ۲ از طریق مباحث روابط هندسی شبه فرکتال در تمرینات مربوطه، میزان اثرگذاری این تمرینات بر ارتقای کیفیت طراحی آن‌ها سنجیده شد .دریافت اطلاعات بر اساس مطالعات بخش‌های مختلف کار به‌صورت کتابخانه‌ای و در حوزه میدانی انجام می‌گیرد و به‌صورت پیمایشی بررسی می‌گردد .همچنین درروش کمی داده‌های به‌دست‌آمده از جامعه موردمطالعه واکاوی می‌شود. آزمودنی‌های این پژوهش، دانشجویان کارشناسی مهندسی معماری دانشگاه ارومیه در ورودی سال تحصیلی ۹۶-۹۷ بودند .تعداد دانشجویان درس مقدمات طراحی ۵۰ نفر بود که به دو گروه ۲۵ نفری توسط دانشگاه تقسیم گردیده بود و دخل و تصرفی در گروه تا صورت نگرفت. یک گروه به‌عنوان گروه آزمایش و یک گروه به‌عنوان گروه گواه انتخاب گردید.

سنجش توانایی پیش آزمودنی‌ها

توانایی پیشین آزمودنی تا را می‌توان با ارزیابی نمرات دانشجویان در دروس پایه در سال گذشته تحصیلی توانایی پیشین آن‌ها را سنجید .سپس با اتخاذ روش تحقیق شبه آزمایشی پیش‌آزمون -پس‌آزمون با شرکت گروه گواه، در قالب برگزاری یک پیش‌آزمون، از همسان بودن توانایی پیش آزمودنی‌های دو گروه قبل از اعمال متغیر آزمایشی اطمینان حاصل کرد . آزمودنی‌های دو گروه قبل از قرارگیری در این آزمایش یعنی در سال گذشته تحصیلی‌شان دروس پایه‌ای به شرح ذیل را گذرانده‌اند : مقدمات۱ (شامل: هندسه کاربردی، درک و بیان محیط، کارگاه مصالح و ساخت)، بیان معماری ۱، هندسه مناظر و مرایا و دروس پایه ریاضی شامل ریاضیات پیش‌دانشگاهی و ریاضیات و آمار .با ارزیابی و مقایسه نمرات اخذشده توسط آزمودنی‌ها در دروس پایه و با آزمون تی، مشخص شد که میانگین نمرات آزمودنی‌های گروه آزمون با میانگین نمرات آزمودنی‌های گروه گواه در تمامی دروس پایه تفاوت معناداری نداشت. به بیان ساده‌تر، سطح آزمون‌های دو گروه ازنظر توانایی در دروس پایه تا حدودی دارای سطح توانایی یکسانی می‌باشند. پس از سنجش تفاوت توانایی پیشین آزمودنی تا در دروس پایه، جهت اطمینان از همسانی دو گروه، قبل از اجرای متغیر آزمایش یک پیش‌آزمون از آزمودنی‌های دو گروه نیز انجام شد.

پیش‌آزمون عبارت بود از یک تکلیف طراحی برای هر کارگاه که به مدت دو هفته اجرا شد. تکلیف کارگاه مقدمات طراحی ۱، طراحی یک کمپوزیسیون دوبعدی برمبنای تفکر هندسی بود. میانگین نمرات آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت که عملکرد بهتر آزمودنی‌ها پس از اعمال روش آموزشی و کنترل سایر متغیرهای مستقل، درنتیجه تأثیر متغیر آزمایش بوده باشد و نه توانایی پیشین آزمودنی‌ها.

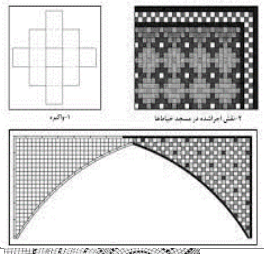
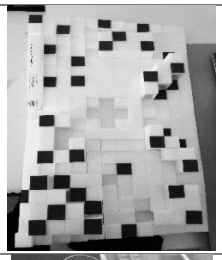
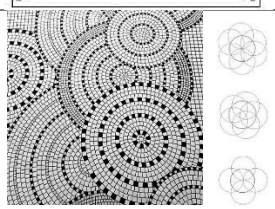
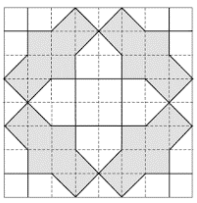
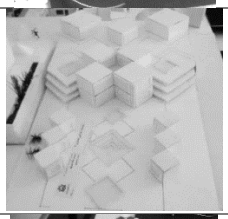
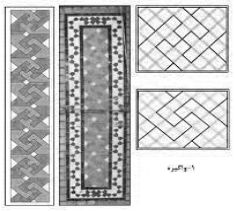
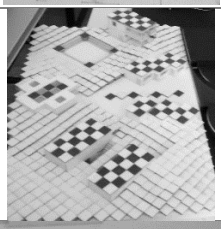
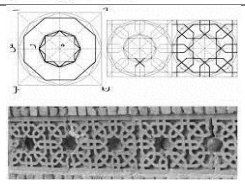
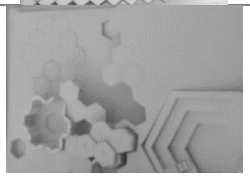
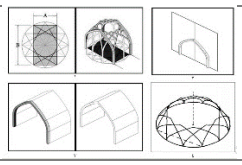
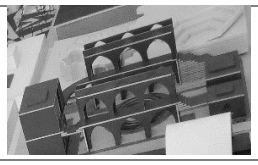
تکلیف طراحی مبتنی بر تفکر هندسی طی دو جلسه در هفته در نیمسال ۹۸-۹۷ انجام شد. قبل از شروع به طراحی سمینارهای جداگانه‌ای با موضوع کاربرد هندسه در معماری، دستیابی به پلان هندسی و اجزا معماری برای گروه آزمون برگزار شد. در توسعه برنامه آموزشی تلفیقی تفکر هندسی و طراحی معماری پرداخته شد.در این طراحی تا اصولی در هر دو گروه رعایت گردید، در گروه گواه دانشجویان برای تعریف موارد زیر آزاد بودند اما در گروه آزمون تمامی پاسخ تا باید بر مبنای تفکر هندسی باشد؛ ازجمله این موارد انتخاب ایده اصلی، روند طراحی، فضاسازی بر مبنای کانسپت و ... اشاره کرد. در انتخاب ایده اصلی طرح، هدف اصلی شناخت زمینه‌های کاربردی تفکر هندسی و کاربست آن‌ها در فرایند طراحی است. پژوهشگر با در نظر گرفتن هر پروژه طراحی به‌عنوان یک مسئله طراحی که باید به راه‌حلی هندسی منتج شود، به تشریح مسئله می‌پردازد. با تکیه‌بر این اصول و توجه به تحلیل‌های هندسی جهت حل مشکل برمی‌آیند. که

انتخاب ایده اصلی در گروه گواه آزادانه و برم بنای خواسته دانشجویان بود. در هر دو کلاس درس موضوع طراحی فضای چند عملکردی هنری همراه پلازای جمعی مطرح گردید که دارای ضوابط یکسان از قبیل محدودیت ارتفاع و سطح اشغال بودند. در طرح‌ها کلیدواژه‌های پل، پلازا و فضای جمعی به‌صورت مفهومی باید حتماً لحاظ می‌گردید.

یافته‌های پژوهش

مستندات حاکی از آن است که بعضی از دانشجویان، وجهی از طرح خود نظیر سلسله‌مراتب و برنامه کالبدی و عملکردی و فضایی آن و یا حتی کانسپت اولیه را از طریق تفکر مبتنی بر هندسه پیدا می‌کنند و طرح خود را به‌صورت هندسی درمی‌آورند. تعدادی از آثار دانشجویان که با روش فوق طراحی نمودند در جدول ۴ نشان داده‌شده است:

جدول ۴-آثار دانشجویان

	روند طراحی	تصاویر هندسی	تصاویراثار دانشجویان
۱	دانشجو از طریق شکل هندسی مربع، کلیت طراحی را با تقسیم‌بندی مدو لار به مربع‌های تبدیل کرده است. سپس کمپوزیسیون دوبعدی مربع را طبق برنامه فیزیکی، طرح و خواسته تا بعد داده است. که باعث ایجاد مکعب‌هایی در ارتفاع‌های مختلف گردیده است که خط آسمانی متناسب با تفکر هندسی اولیه دارد.		
۲	دانشجو طبق اندیشه هندسی طرحی متناسب با ایده خود انتخاب می‌نماید که از دایره‌هایی تشکیل می‌شود. دانشجو سایت را به سه زون تقسیم می‌نماید که با پله‌هایی به هم وصل می‌شوند. در هر قسمت دایره‌هایی به‌عنوان غرفه‌های نمایشی قرار داده‌شده است.		
۳	دانشجو از طریق شکل هندسی تقسیم‌بندی مربع سایت را به مربع‌هایی تقسیم می‌کند، سپس با ترسیم قطر مربع تا باعث چرخش مربع تا می‌شود، سپس با بعد دادن به کمپوزیسیون دوبعدی، آن را به احجامی طبق خواسته طرح و برنامه فیزیکی تبدیل می‌نماید.		
۴	دانشجو از طریق شبکه‌بندی مورب هندسی (گره چینی) در کمپوزیسیون دوبعدی طرح خود را مطابق ایده هندسی پیش می‌برد.در این طرح خود مربع تا مانند پله عمل می‌کنند و غرفه تا زیرزمین قرار دارند.		
۵	دانشجو از طریق شکل هندسی بر پایه ۸ ضلعی، که در ارسی استفاده می‌شود، سایت را قطعات ۸ ضلعی تقسیم می‌نماید. و با پر و خالی کردن این ۸ ضلعی تا باعث فضاسازی می‌شود. و ترکیب تعدادی از این ۸ ضلعی تا فضاهای غرفه تا را ایجاد می‌کند.		
۶	دانشجو از طریق طاق‌های ایجادشده باعث ایجاد رواق تا و فضاسازی می‌شود		

در این پژوهش، بر اساس داده‌های کیفی که از طریق مصاحبه با اساتید هیئت‌علمی در رشته معماری در دانشکده معماری شهرسازی و هنر دانشگاه ارومیه و بررسی آثار دانشجویان معماری در درس مقدمات طراحی معماری۲ در دانشکده معماری شهرسازی و هنر دانشگاه ارومیه مبتنی بر نظریه‌های حاصل از مرور منابع کتابخانه‌ای حاصل گردید، با استفاده ازنظریِ زمینه‌ای و با اجرای مراحل کدگذاری باز، محوری و گزینشی، به ترتیب ۱۲ مفهوم اولیه، ۷ مقوله عمده و ۵ مقوله نهایی استخراج شدند که در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵-کدگذاری باز، محوری و منتخب

	کدگذاری باز	کدگذاری محوری	کدگذاری منتخب
معیارهای ارزشیابی معماری ازنظر اساتید	وجود یک جز اصلی برای اتحاد اجزا (چه منفی چه مثبت) تبعیت اجزا از جز مرکزی	عامل مبنا (تعادلی پویا بین فضای مثبت و منفی)	**فرم بنا**
	وجود تنوعی از مقیاس تا در طرح با هماهنگی یکدیگر وجود سلسله‌مراتب در نما-مقطع پلان و ...	رعایت سلسله‌مراتب (انطباق با نوعی بی‌نظمی)	
	استفاده از اشکال و فرم‌های همخوان با سایت که در کلیت فرم خاصی ارائه شود استفاده بهینه از سایت طراحی و فکر به‌کارگیری از فضای باز برای کاربری‌های مختلف	همخوانی فرم تا و زمینه	**بستر طراحی**
	استفاده از الگوی طرحی هندسی در مراحل مختلف طراحی از کانسپت تا ارائه طرح ارائه کلی طرح از بابت پرزانته و انسجام احجام	ارائه طرح از جز به‌کل	**ارائه طرح**
	وجود شباهت درونی میان اجزا و ارتباط آن‌ها استفاده از کلیت منسجم- انسجام اجزا باهم و با مرکز و با کل طوری که اگر جزئی جدا شود ترکیب به هم بخورد توجه به الگوی اولیه در تمام سکانس تا و صحنه تا	الگوسازی (زایش متشابهات) تکرار الگو در تمام سکانس تا	**الگو**
	حیات‌بخشی، هماهنگی و تعادل در تمام مقاطع نامنظمی‌های اجرا در برخی مواقع باعث کاهش سکون و افزایش حرکت و پویایی مجموعه شود	انطباق با حرکت. پویایی خلاقیت در کانسپت اولیه	**خلاقیت**

نتایج حاصل از کدگذاری تا در جدول ۲ ،معیارهایی برای بررسی آثار دانشجویان می‌باشد که اساتید از طریق این فاکتورها برای هر دانشجو در ۵ کد منتخب نمره لحاظ گردیدند که میانگین این نمرات، نمره نهایی دانشجو را تعیین نمود. نمرات دانشجویان در دو گروه به شرح زیر می‌باشد.

جدول ۶- نمرات گروه آزمایش و گواه

شیوه آموزش	دانشجو	بررسی فاکتورهای کدگذاری منتخب					نمره نهایی
		فرم بنا	بستر طراحی	ارائه طرح	الگو	خلاقیت	
طراحی مبتنی بر تفکر هندسی	دانشجو ۱	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
	دانشجو ۲	۱۸.۴۳	۱۸.۱۲	۱۹.۲۳	۲۰	۲۰	۱۹.۱۵۶
	دانشجو ۳	۱۹.۵	۲۰	۱۹.۵	۲۰	۲۰	۱۹.۸
	دانشجو ۴	۲۰	۱۹.۱۱	۲۰	۲۰	۱۸.۷۸	۱۹.۵۷۸
	دانشجو ۵	۱۸.۴۶	۱۸	۱۶.۲۳	۱۸.۳۳	۱۷.۱۲	۱۷.۶۲۸
	دانشجو ۶	۲۰	۱۸.۲۵	۱۶.۸۷	۱۹.۵	۱۸.۱۵	۱۸.۵۵۴
	دانشجو ۷	۲۰	۱۷.۷۵	۱۶	۱۹.۵	۲۰	۱۸.۶۵

	دانشجو ۸	۱۷.۸۶	۲۰	۱۷.۱۱	۲۰	۱۹.۶۵	۱۸.۹۲۴
	دانشجو ۹	۱۸.۲۳	۱۷	۱۷.۲۳	۱۸.۸۸	۱۸.۹۸	۱۸.۰۶۴
	دانشجو ۱۰	۲۰	۱۹.۲۸	۱۶.۲۳	۱۹.۷۵	۲۰	۱۹.۰۵۲
	دانشجو ۱۱	۲۰	۱۹.۵۰	۱۹.۱۷	۱۷.۲۵	۲۰	۱۹.۱۸۴
	دانشجو ۱۲	۱۹.۵	۲۰	۱۶.۲۳	۲۰	۲۰	۱۹.۱۴۶
	دانشجو ۱۳	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
	دانشجو ۱۴	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷.۲۴	۱۹	۱۸.۶۴۸
	دانشجو ۱۵	۲۰	۱۶.۳۱	۱۶.۲۳	۱۸.۲۳	۲۰	۱۸.۱۵۴
	دانشجو ۱۶	۲۰	۱۶.۴۳	۱۹.۲۵	۱۷.۹۸	۲۰	۱۸.۷۳۲
	دانشجو ۱۷	۲۰	۱۹.۷۵	۲۰	۱۹.۵	۱۸.۸۷	۱۹.۶۲۴
	دانشجو ۱۸	۱۹.۵	۲۰	۱۶.۲۳	۲۰	۲۰	۱۹.۱۴۶
	دانشجو ۱۹	۱۸.۸۷	۱۹.۷۵	۲۰	۲۰	۱۹.۵	۱۹.۶۲۴
	دانشجو ۲۰	۲۰	۱۹	۱۹.۲۵	۱۹.۷۵	۱۹.۷۵	۱۹.۵۵
	دانشجو ۲۱	۱۹.۱۱	۱۹	۱۹.۵۰	۱۹.۷۵	۲۰	۱۹.۴۷۲
	دانشجو ۲۲	۲۰	۱۹.۵۰	۱۶.۲۳	۱۹.۷۵	۲۰	۱۹.۰۹۶
	دانشجو ۲۳	۱۸.۷۷	۲۰	۱۷.۱۱	۲۰	۲۰	۱۹.۱۷۶
	دانشجو ۲۴	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
	دانشجو ۲۵	۱۹	۲۰	۱۶.۲۳	۲۰	۲۰	۱۹.۰۴۶
آموزش سنتی مقدمات طراحی	دانشجو ۱	۱۴	۱۴.۲۵	۱۴.۲۵	۱۱.۲۵	۱۴.۲۵	۱۳.۶
	دانشجو ۲	۱۳.۵۴	۱۳.۵۴	۱۶.۵۴	۱۳.۳۴	۱۳.۵۴	۱۴.۱
	دانشجو ۳	۱۵.۳۳	۱۱.۵۳	۱۶.۵۳	۱۱.۳۳	۱۱.۵۳	۱۳.۲۵
	دانشجو ۴	۱۶.۱۲	۱۴.۵۲	۱۴.۵۲	۱۳.۵۲	۱۴.۵۲	۱۴.۶۴
	دانشجو ۵	۱۱.۴۵	۱۵.۴۵	۱۶.۴۵	۱۲.۳۵	۱۵.۴۵	۱۴.۲۳
	دانشجو ۶	۱۵.۵۸	۱۴.۵۲	۱۴.۵۲	۱۴.۳۲	۱۴.۵۲	۱۴.۶۹۲
	دانشجو ۷	۱۶.۳۳	۱۶.۳۳	۱۶.۳۳	۱۴.۳۳	۱۶.۳۳	۱۵.۹۳
	دانشجو ۸	۱۲.۱۱	۱۱.۵۵	۱۳.۵۵	۱۱.۵۳	۱۱.۵۵	۱۲.۰۵۸
	دانشجو ۹	۱۲.۲۶	۱۲.۵۶	۱۵.۵۶	۱۲.۵۳	۱۲.۵۶	۱۳.۰۹۴
	دانشجو ۱۰	۱۶.۱۱	۱۴.۶۶	۱۵.۱۱	۱۳.۳۱	۱۴.۱۱	۱۴.۶۶
	دانشجو ۱۱	۱۳.۳۴	۱۳.۳۵	۱۳.۳۵	۱۳.۳۵	۱۳.۳۵	۱۳.۳۴۸
	دانشجو ۱۲	۱۲.۶۷	۱۱.۶۷	۱۶.۶۷	۱۱.۳۷	۱۱.۶۷	۱۲.۸۱
	دانشجو ۱۳	۱۷.۱۱	۱۷.۶۵	۱۷.۶۵	۱۴.۶۵	۱۷.۶۵	۱۶.۹۴۲
	دانشجو ۱۴	۱۳	۱۳.۱۱	۱۵.۱۱	۱۳.۱۳	۱۳.۱۱	۱۳.۴۹۲
	دانشجو ۱۵	۱۲.۱۱	۱۶.۵۱	۱۶.۵۱	۱۴.۵۱	۱۶.۵۱	۱۵.۲۳
	دانشجو ۱۶	۱۵.۵۵	۱۲.۵۵	۱۲.۴۳	۱۲.۳۵	۱۲.۵۴	۱۳.۰۸۴
	دانشجو ۱۷	۱۴	۱۱.۵۱	۱۶.۵۱	۱۳.۵۵	۱۱.۵۶	۱۳.۴۲۶
	دانشجو ۱۸	۱۶.۱۲	۱۵.۱۵	۱۵.۱۵	۱۵.۳۵	۱۵.۱۵	۱۵.۳۸۴
	دانشجو ۱۹	۱۷	۱۶	۱۶	۱۳	۱۶	۱۵.۶
	دانشجو ۲۰	۱۵.۲۲	۱۲.۲۵	۱۲.۲۵	۱۳.۲۵	۱۲.۲۵	۱۳.۰۴۴
	دانشجو ۲۱	۱۲.۱۲	۱۲.۱۲	۱۵.۱۲	۱۲.۱۲	۱۲.۱۲	۱۲.۷۲
	دانشجو ۲۲	۱۴	۱۳.۲۵	۱۳.۲۵	۱۳.۲۵	۱۳.۲۵	۱۳.۴
	دانشجو ۲۳	۱۴.۱۲	۱۱.۱۲	۱۱.۱۲	۱۳.۱۲	۱۱.۱۲	۱۲.۱۲
	دانشجو ۲۴	۱۲	۱۲.۵۸	۱۵.۵۸	۱۲.۳۸	۱۲.۵۸	۱۳.۰۲۴
	دانشجو ۲۵	۱۷.۱۱	۱۴.۱۵	۱۴.۱۵	۱۲.۱۵	۱۴.۱۵	۱۴.۳۴۲

میانگین نمرات هر بخش به‌صورت مجزا در جدول ۷ نشان داده‌شده است.

جدول ۷- میانگین نمرات

شیوه آموزش	میانگین کدگذاری منتخب					میانگین
	فرم بنا	بستر طراحی	ارائه طرح	الگو	خلاقیت	
طراحی مبتنی بر تفکر هندسی	19.4892	19.03	18.0732	19.4164	19.592	19.12016
طراحی سنتی مقدمات طراحی	14.332	13.6752	14.9684	13.0136	13.6548	13.9288

یافته‌های تحقیق

H۰: بین نمرات گروه آموزش مبتنی بر تفکر هندسی و گروه آموزش سنتی مقدمات طراحی در دانشجویان تفاوت معناداری وجود ندارد.

H۱: بین نمرات گروه آموزش مبتنی بر تفکر هندسی و گروه آموزش سنتی مقدمات طراحی در دانشجویان تفاوت معناداری وجود دارد.

برای آزمون فرضیه در صورت نرمال بودن متغیرها از آزمون T مستقل استفاده می‌شود. برای نرمال بودن داده تا با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنو و شاپیرو ویلک موردبررسی قرار گرفت:

جدول ۸-بررسی نرمال بودن داده تا در دو گروه

gruop		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
آموزش مبتنی بر هندسه	فرم بنا	.331	25	.062	.760	25	.071
	بستر طراحی	.210	25	.060	.812	25	.052
	ارائه طرح	.230	25	.059	.812	25	.059
	الگو	.298	25	.050	.698	25	.063
	خلاقیت	.352	25	.051	.641	25	.055
	نمره نهایی	.132	25	.200*	.952	25	.277
آموزش سنتی مقدمات طراحی	فرم بنا	.126	25	.200*	.926	25	.072
	بستر طراحی	.129	25	.200*	.952	25	.284
	ارائه طرح	.135	25	.200*	.949	25	.239
	الگو	.112	25	.200*	.962	25	.466
	خلاقیت	.126	25	.200*	.951	25	.265
	نمره نهایی	.166	25	.073	.950	25	.250

در این دو آزمون فرض صفر: نرمال بودن توزیع نمرات و فرض مقابل نرمال نبودن توزیع نمرات می‌باشد.با توجه به این‌که سطح معناداری برای تمامی مؤلفه‌ها بیشتر از ۰.۰۵ می‌باشد می‌توان بیان کرد که توزیع داده تا در به شکل

نرمال می‌باشد (p>۰.۰۵) درنتیجه می‌توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده نمود. برای مقایسه‌ی دو گروه آموزش مبتنی بر تفکر هندسی و گروه آموزش سنتی مقدمات طراحی از آزمون T مستقل استفاده‌شده است. یکی از مهم‌ترین پیش‌فرض‌ها برای مقایسه‌ی میانگین تا، پیش‌فرض همگنی واریانس‌های نمرات است ، در ادامه این پیش‌فرض موردبررسی قرارگرفته است:

جدول ۹-بررسی همگنی واریانس تا

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
فرم بنا	31.476	1	48	.000
بستر طراحی	6.264	1	48	.016
ارائه طرح	1.063	1	48	.308
الگو	1.081	1	48	.304
خلاقیت	18.851	1	48	.000
نمره نهایی	12.251	1	48	.001

در آزمون لون برابری واریانس تا فرض صفر و فرض مقابل آن نابرابری واریانس تا می‌باشد. با توجه به این‌که برای دو متغیر سطح معناداری بیشتر از ۰.۰۵ می‌باشد می‌توان بیان کرد که واریانس متغیرهای موردبررسی همگن می‌باشند و درنتیجه می‌توان از آزمون T تست و آزمون‌های پارامتریک استفاده کرد (p>۰.۰۵).

جدول ۱۰- آزمون مقایسه میانگین و تحلیل واریانس

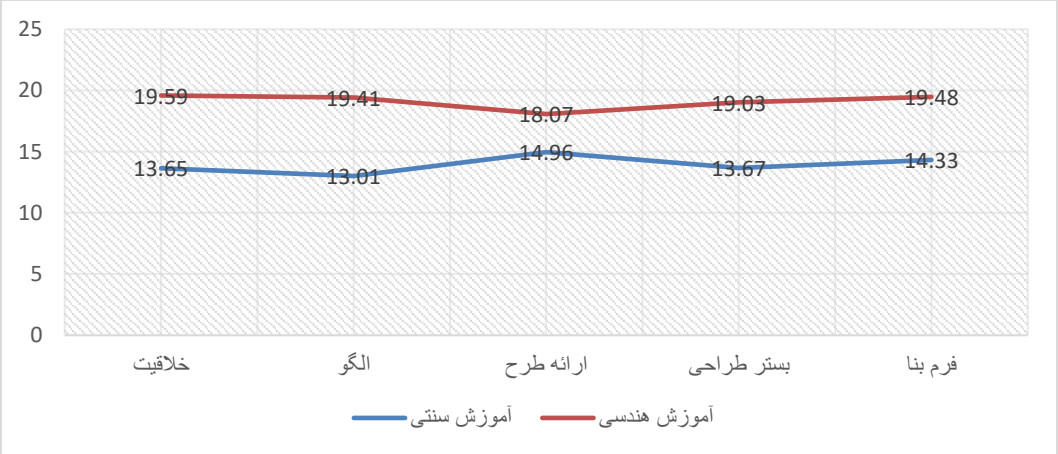
	آزمون مقایسه میانگین تا				آزمون تحلیل واریانس	
متغیرهای پژوهش	t	df	سطح معناداری	تفاوت میانگین	مقدار F	سطح معناداری
فرم بنا	13.198	48	.000	5.15720	174.192	.000
بستر طراحی	12.498	48	.000	5.35480	156.206	.000
ارائه طرح	6.742	48	.000	3.10480	45.451	.000
الگو	22.724	48	.000	6.40280	516.390	.000
خلاقیت	15.371	48	.000	5.93720	236.265	.000
نمره نهایی	19.001	48	.000	5.19136	361.039	.000

هدف از انجام پژوهش بررسی تفاوت نمرات دانشجویان در گروه آموزش مبتنی بر تفکر هندسی و گروه آموزش سنتی مقدمات طراحی بود.داده‌های پژوهش با استفاده از دو روش آماری مقایسه‌ی میانگین تا در دو گروه (T-Test) و تحلیل واریانس موردبررسی قرار گرفت.یافته تا نشان می‌دهد که در دو گروه دانشجویان گروه آموزش مبتنی بر تفکر هندسی و گروه آموزش سنتی مقدمات طراحی تفاوت معناداری ازنظر آماری وجود دارد (p<۰.۰۵).بررسی تا نشان می‌دهد که آموزش مبتنی بر تفکر هندسی از کیفیت آموزشی بالاتری برخوردار بوده است و دانشجویانی که به این شیوه آموزش‌دیده‌اند نمرات بهتری داشته‌اند و عملکرد بهتری را از خود نشان داده‌اند.

جدول ۱۱-جدول توصیفات آماری به تفکیک گروه تا

gruop		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
آموزش مبتنی بر تفکر هندسی	فرم بنا	25	17.86	20.00	19.4892	.68793
	بستر طراحی	25	16.31	20.00	19.0300	1.16249
	ارائه طرح	25	16.00	20.00	18.0732	1.62989
	الگو	25	17.24	20.00	19.4164	.88793
	خلاقیت	25	17.12	20.00	19.5920	.73018
	نمره نهایی	25	17.63	20.00	19.1202	.61441
	Valid N (listwise)	25				
آموزش سنتی مقدمات طراحی	فرم بنا	25	11.45	17.11	14.3320	1.82864
	بستر طراحی	25	11.12	17.65	13.6752	1.79937
	ارائه طرح	25	11.12	17.65	14.9684	1.62656
	الگو	25	11.25	15.35	13.0136	1.09376
	خلاقیت	25	11.12	17.65	13.6548	1.78796
	نمره نهایی	25	12.06	16.94	13.9288	1.22010
	Valid N (listwise)	25				

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان بیان کرد که در گروه آموزش مبتنی بر تفکر هندسی میانگین تا بیش از گروه آموزش سنتی مقدمات طراحی می‌باشد. یافته تا نشان می‌دهد که میانگین تا در گروه آموزش مبتنی بر تفکر هندسی به‌صورت فرم بنا (۱۹.۴۸) بستر طراحی (۱۹.۰۳) ارائه طرح (۱۸.۰۷) الگو (۱۹.۴۱) خلاقیت (۱۹.۵۹) نمره نهایی (۱۹.۱۲) می‌باشد و در گروه آموزش سنتی مقدمات طراحی میانگین تا به‌صورت فرم بنا (۱۴.۳۳) بستر طراحی (۱۳.۶۷) ارائه طرح (۱۴.۹۶) الگو (۱۳.۰۱) خلاقیت (۱۳.۶۵) نمره نهایی (۱۳.۹۲) می‌باشد . به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که آموزش مبتنی بر تفکر هندسی از کیفیت آموزشی بالاتری برخوردار بوده است و دانشجویانی که به این شیوه آموزش‌دیده‌اند نمرات بهتری داشته‌اند و عملکرد بهتری را از خود نشان داده‌اند در نمودار زیر این تفاوت در میانگین هرکدام از مؤلفه تا مشهود است:



شکل1 -مقایسه شیوه‌های آموزش در درس مقدمات

نتیجه‌گیری

تفکر هندسی و آموزش مبتنی بر هندسه، مفاهیمی در معماری می‌باشند که بر ارتباط مناسب میان اجزاء با یکدیگر و با کل اثر دلالت داشته و این مفاهیم به دلیل ایجاد زیبایی بصری و مفاهیم آشنا (ارتباط با هندسه و معماری گذشته) و انتقال مفاهیم متعالی در ارتباط با انسان در معماری و حیات پذیری حائز اهمیت می‌باشد. ازجمله مفاهیمی که امروز به‌عنوان یک دغدغه در معماری مطرح می‌شود، ارتباط بنا با هندسه و سرزندگی مجموعه است که از گذشته تا با ایجاد فضاهای تجمعی و ارتباطی این فضاها ایجاد می‌گردید. اصول هندسی بکار گرفته‌شده در معماری سنتی، اگر در بناهای معماری معاصر به‌صورت اصولی و با تناسبات و متناسب با زمینه بکار گرفته شود سبب افزایش کار آیی بنا، آسایش و آرامش کاربران، حس تعلق و سرزندگی بنا، تعادل و هویت را نیز تا حدودی بهبود می‌بخشد. ازاین‌رو تأثیر هندسه در طراحی بنا و همچنین برقراری ارتباط مابین کاربران با بنا امری انکارناپذیر بالأخص برای دانشجویان دروس پایه در ابتدای طراحی می‌باشد. به همین جهت در این تحقیق با استفاده از روش تحقیق کمی-کیفی به بررسی تأثیر آموزش تفکر هندسی بر طراحی دانشجویان معماری پرداخته‌شده است .در این راستا مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌های مرتبط با مفهوم هندسی و ویژگی‌های بنا مبتنی بر تئوری گرندد با مصاحبه از اساتید معماری، استخراج گردید و سپس مبنای ارزیابی و تحلیل نظر اساتید گردید. ویژگی‌های هندسی ارزیابی‌شده عبارت‌اند از: فرم بنا، بستر طراحی، ارائه طرح، الگو، خلاقیت.

با توجه به نتایج کسب‌شده از ارزیابی معیارهای تفکر هندسی در طراحی دانشجویان معماری؛ نشان‌دهنده تأثیر هندسه بر تفکر و خلاقیت دانشجویان از مراحل ابتدایی طراحی (ایده) تا مراحل پایانی و حتی پرزانته طرح نیز شامل می‌شود. همچنین با توجه به، مطالعه گسترده در رابطه با موضوعات هندسی و طریقه ترسیم هندسی و آثار هندسی می‌باشد، که این مطالعات باعث تسلط کامل بر هندسه و ارتباط آن با موضوع قابل طراحی می‌شود.

منابع

- بلیلان اصل، لیدا. (۱۳۹۳). بررسی تحول ساختار فضائی شهر تبریز در دورهٔ قاجار با استناد به نقشه‌های تاریخی. *فصلنامه تاریخ نامه ایران بعد از اسلام، ۵(۸): ۳۳-۵۵.*
- جاویدمهر، هاشم‌پور. (۱۳۹۴). بازنمود تأثیر هندسه بر حیات پذیری فضاهای معماری، مورد مطالعاتی: فرهنگ‌سراها. *معماری و شهرسازی آرمان‌شهر*، ۱۱(۲۵): ۱۳-۲۶.
- خاک زند، مهدی و احمدی، امیراحمد. (۱۳۹۳). نگاهی اجمالی به رویکرد میان طبیعت و معماری. *باغ نظر*، ۴(۸)، ۳۵-۴۷.
- سالینگاروس، نیکوس آنجلوس.(۱۳۹۰). تئوری شبکه ای و شهر فراکتال. ترجمه کوروش سرورزاده. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی جهرم.
- سیلوایه، سونیا، دانشجو، فرمهین فراهانی. (۱۳۹۹). هندسه در معماری ایـرانی پیش از اسلام و تجلی آن در معماری معاصر ایران. *نقش جهان-مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی*، ۳(۱): ۵۵-۶۶.
- شهریاری، خانکه، شهریاری، بهیه. (۱۴۰۰). بازآفرینی نقش مایه های هندسی معماری ایرانی-اسلامی در طراحی الگوریتمیک مبتنی بر آراء سنتگرایان. *رهپویه هنرهای صناعی، ۲(۲): ۳۵-۵۰.*

- ضیایی قوچان عتیق, استاجی, کامیابی گل ,عطیه. (1403). بررسی اثربخشی آموزش مهارت آگاهی واجی بر عملکرد حیطه کاربرد ریاضی *نشریه پژوهش های زبان شناسی، ۱۷(۱): ۶۱-۸۰.*
- علوی زاده، سیده الهام، اسلامی، سید غلامرضا و حبیب، فرح.(۱۳۹۷). تبیین الگوی شبه-فرکتال در ساختار زمینه محور بازارهای سنتی ایرانی. نشریه علمی -پژوهشی مطالعات هنر اسلامی، سال 1397 ، شماره 29 فصل بهار، ۱۴(۲۹), ۲۸-۵۷.
- کلانتری، نسیم، اعتصام و حبیب، فرح. (۱۳۹۴). بررسی هندسه و تناسبات طلائی در معماری ایران (نمونه مطالعاتی: خانه‌های سنتی شهر تبریز). *مدیریت شهری و روستایی, ۱۶* (۴۶), ۴۷۷-۴۹۱.
- ممتحن, ناری قمی, مسعود. (۱۴۰۰). معیار ارزش برای تربیت هندسی معمار: بررسی رویکردهای رایج و نگرش اسلامی. *مجله پژوهش‌های معماری اسلامی, ۶*(۴), ۶۳-۸۴.
- مهر نیا، سیدرضا .(۱۳۸۶) تأملات فرکتالی در تعامل با سامانه‌های اطلاعات مکانی، همای ژئوماتیک.
- موسویان، سمیه.(۱۳۹۶). جایگاه هندسه مقدس در بازشناسی هویت معماری سنتی ایران.
- مولوی، بهزاد. (۱۳۸۱) .بررسی کاربرد هندسه در معماری گذشته ایران دوران اسلامی. تهران :مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- میرکتولی, جعفر, بارگاهی, عقیلی, سیده زهرا. (۲۰۱۴). تبیین ابعاد استفاده از هندسه فرکتال در تحلیل های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*, ۴ (۱۴), ۵۵-۸۲.
- Bovill, C., & Bovill, C. (1996). Fractal geometry in architecture and design. (1996): 37-49.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. Science, 284(5416), 970-974
- Johnsen, W., and Brown, C. (1994). Com arison of Several Methods for Calculating Fractal-based Topographic Characterization Parameters. Aactals 2(3).
- Joye, Y. (2007). Fractal architecture could be good for you. *Nexus Network Journal*, *9*(2), 311-320
- Laurence M., Frankhauser P., and Thomas I. (2003). Using Fractal Dimensions forCharacterizing Intra-urban Diversity: The Example of Brussels. Paper presented at the ERSA 2003 Congres September 2003 in Jyvaskyla, Finland.
- Leopold, C. (2006). Geometry concepts in architectural design. In *12th International Conference on Geometry and Graphics* (Vol. 35, pp. 1-9).
- Lu, X., Clements-Croome, D., & Viljanen, M. (2012). Fractal geometry and architecture design: case study review. *Chaotic Modeling and Simulation (CMSIM)*, *2*, 311-322.
- Mirkatouli, J. F., Bargahi, R., & Aghili, S. Z. (2014). Explanation of Fractal Geometry in Geography and Urban Planning. *Geographical Planning of Space*, *4*(14), 55-82.
- Pottmann, H. A. Asperl, M. Hofer and A. Kilian, (2007), *Architectural Geometry* Bentley Institute Press ,724 pages, 2200 figures in color, ISBN 978-1-934493-04-5. Preprint submitted to Computers and Graphics, November 18, 2014.
- Reyna, V. F., & Brainerd, C. J. (2007). The importance of mathematics in health and human judgment: Numeracy, risk communication, and medical decision making. Learning and Individual Differences, 17(2), 147-159.
- Sala, N. (2000). Fractal models in architecture: a case of study. In *Proceedings International Conference on Mathematics for Living* (pp. 266-272). *Structures*, ISSN 0020-7926, 2008 Osterr. Math. Gesellschaft, Internat. Math. Nachrichten Nr.