Archive of SID

Tech. Edu. J. 14(3): 615-628, Summer 2020

Technology of Education Journal
(TEJ)
Homepage: jte.sru.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

The role of mathematical thought in improvement of architecture students' abilities on logical aspects of design

E. Mohammadzadeh Chianeh, H. Soltanzadeh*, M. Dehbashi Sharif, Gh. Keramati

Department of Architecture, Architecture and Urban Design Faculty, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran

Received: 10 July 2019
Reviewed: 5 August 2019
Revised: 4 January 2020
Accepted: 14 January 2020

KEYWORDS:
Architecture Design Education
Design Process
Lawson Educational Model
Mathematical Applied Concepts
Design Ability

* Corresponding author
Hos.soltanzadeh@iauctb.ac.ir
(+98912) 2093203

ABSTRACT

Background and Objectives: Architectural education as a challengeable subject is dependent on multiple variables. Since formation of an architect character and learning design abilities are related to this subject, it is so sensitive. Historically, the role of mathematics and application of its different aspects in architectural design is indisputable. While recent decades have witnessed a high level of interaction between mathematics and architecture in the world, mathematics in architectural education in Iran is still being taught as a basic course through the lecture method. A great concern in learning architectural design is how to apply the basic courses in design process.

Methods: According to the necessity of revising the role of mathematics in education of architectural design, and developing new approaches to apply mathematical thought in logical process of design, the present study aims to test an educational model in an environment consisting of test and control groups in the Basic Design 1 & 2 courses, using the proposed model of Lawson as well as quasi-experimental research method. The research subjects are selected among BA students of Islamic Azad University of Urmia (n=52). They provided logical solutions for design problems, using algebraic, arithmetic, geometric and symbolic aspects of mathematics. The subjects' design abilities were evaluated by the performance measurement method based on verdict criteria. The researchers determined two groups of mathematical and architectural design measurement criteria. For design, the criteria included design conceptual quality, spatial and functional arrangement, form combination, presentation quality, creativity and final grade.

Findings: The final grades of four research projects executed in two studios were respectively for design 62.57,66.29, 71.30, 75.31 and for mathematics 64.99, 69.27, 71.72 and 74.9. The correlation between design and mathematics evaluation scores for project 1 of the studio 1 (p=0.594) and project 2 of the studio 2 (p=0.604) is independently obvious which indicates the strong combination between mathematics and design aspects in these projects. For the project 2 of the studio 1, the correlation was low (p= 0.166). The possible explanation could be based on the lack of real materials application and the experiment of altering theoretical analysis to practical analysis. The correlation between design evaluation scores and mathematics application (p=0.384) reveals a positive role for mathematical thought in developing logical solutions and general quality of design.

Conclusion: Findings of this study directly refers to the correspondence between research assumptions and the verdict criteria. The findings indicate that students' performance in the experimental group is better than the students in control group in all criteria except the presentation. The best performance by subjects of the experimental group means that their ability in creating solution concept has improved more as compared with the control group as a result of manipulating the independent variable which is the education method in this study. This improvement could not be related to other unrelated independent variables, because these variables have been either controlled or their effect has been studied through the pre-test. Stated on the findings in analyzing the general quality of design, students provided complicated geometric patterns in their design as logical, creative and efficient solutions through realizing their mathematical principles. Acquiring and developing the design schema based on design problems in the Basic design studios results in the improvement of the students' ability in logical aspects of design.

NUMBER OF REFERENCES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF TABLES
30	6	8

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی

نقش تفکر ریاضی در ارتقای توانایی دانشجویان معماری در جنبه‌های منطقی طراحی

الهام محمدزاده‌چیانه، حسین سلطان‌زاده*، مزین دهباشی‌شریف، غزال کرامتی

گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: آموزش طراحی معماری امری چالش برانگیز است که وابسته به متغیرهای متعددی می باشد. از آنجا که شکل‌گیری شخصیت یک طراح و فراگیری مهارت‌های طراحی وابسته به این مقوله است، از حساسیت زیادی برخوردار می باشد. نقش دانش ریاضی و کاربرد ابعاد مختلف آن در طراحی معماری در طول تاریخ غیرقابل انکار است. در دهه‌های اخیر شاهد افزایش تعامل بین ریاضی و معماری در جهان بوده‌ایم؛ درحالی‌که ریاضی در آموزش معماری در ایران همچنان در قالب دروس مقدماتی به شیوه سخنرانی تدریس می‌شود. یکی از دغدغه‌های مهم در یادگیری طراحی معماری بهره‌گیری از دروس مقدماتی است.

روش‌ها: با توجه به ضرورت بازبینی جایگاه دانش ریاضی در آموزش طراحی معماری و در راستای توسعه راهکارهای به کارگیری تفکر ریاضی در فرایند منطقی طراحی، تحقیق حاضر با بهره‌گیری از الگوی پیشنهادی لاوسون و با استفاده از روش تحقیق شبه‌آزمایشی اقدام به آزمون مدل آموزشی در محیطی متشکل از دو گروه آزمون و گواه در دروس مقدمات طراحی ۱و۲ نموده است. آزمودنی‌های تحقیق پنجاه‌ودو نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی دانشگاه آزاد واحد ارومیه هستند. دانشجویان با بهره‌گیری از جنبه‌های جبری، حساب، هندسی و نمادین در ریاضی به ارائه راهکارهای منطقی برای مسأله‌های طراحی پرداختند و توانایی طراحی آزمودنی‌ها توسط روش سنجش عملکردی بر اساس ملاک‌های داوری سنجیده شد. پژوهشگران معیارهای سنجش را در دو زمینه ریاضی و طراحی معماری در نظر گرفتند. در زمینه طراحی معماری معیارها کیفیت ایده طراحی ، سازماندهی فضایی، عملکردی، ترکیب بندی صوری ، کیفیت ارائه ، خلاقیت و نمره کلی تعیین شدند.

یافته‌ها: نمرات نهایی چهار پروژه تحقیق اجرا شده در دو کارگاه به ترتیب ۶۲/۵۷، ۶۶/۲۹، ۷۱/۳۷ و ۷۵/۳۱ و در ریاضیات۶۴/۹۹، ۶۹/۲۷، ۷۱/۷۲ و ۷۴/۹۰ می‌باشد. همبستگی بین طراحی و نمرات ریاضی به طور مستقل در پروژه ۱ کارگاه ۱ (p=۰/۵۹)و پروژه ۲ کارگاه ۲(p= ۰/۶۰۴) دیده شد که ترکیب قوی جنبه های طراحی و ریاضی را در این پروژه ها نشان می دهد. در پروژه ۲ کارگاه ۱ همبستگی بین نمرات پایین تر بود(p= ۰/۱۶۶). توضیح ممکن می تواند مبتنی بر عدم استفاده از متریال های واقعی و تجربه تبدیل تجزیه و تحلیل های نظری به عملی در تمرین باشد. هم‌بستگی نزدیک بین نمرات ارزشیابی طراحی و کاربرد ریاضی (p=۰/۳۸۴) نشانگر تأثیر مثبت تفکر ریاضی در شکل‌گیری ایده‌های منطقی حل مسأله و کیفیت کلی طراحی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: یافته های تحقیق به طور مستقیم به فرضیات پژوهشی متناظر با ملاک های داوری اشاره دارند. یافته ها نشان می دهند که عملکرد دانشجویان گروه آزمون در تمامی ملاک ها به غیر از ملاک ارائه از دانشجویان گروه گواه بهتر است. عملکرد بهتر آزمودنی های گروه آزمون به معنای آن است که توانایی تولید ایده راه حل در ایشان نسبت به گروه گواه در نتیجه دستکاری در متغیر مستقل ، یعنی روش آموزشی ، رشد بیشتری داشته است. این رشد را نمی توان به سایر متغیرهای مستقل نا مربوط منتسب کرد. زیرا این متغیرها یا کنترل شده اند و یا اثر آنها از طریق پیش آزمون مطالعه شده است. بر اساس یافته‌ها در سنجش کیفیت کلی طراحی، دانشجویان شکل‌های هندسی پیچیده را از طریق درک مبنای ریاضی آنها به عنوان راهکارهای منطقی، خلاق و کارآمد در طراحی معماری به‌کار بستند. کسب و بسط طرحواره های طراحی بر اساس مسائل طراحی در استودیوهای طراحی پایه موجب ارتقاء توانایی دانشجویان در جنبه های منطقی طراحی می شود.

تاریخ دریافت: ۱۹ تیر ۱۳۹۸
تاریخ داوری: ۱۴ مرداد ۱۳۹۸
تاریخ اصلاح: ۱۴ دی ۱۳۹۸
تاریخ پذیرش: ۲۴ دی ۱۳۹۸

واژگان کلیدی:
آموزش طراحی معماری
فرایند طراحی
مدل آموزشی لاوسون
مفاهیم کاربردی ریاضی
توانایی طراحی

* نویسنده مسئول
Hos.soltanzadeh@iauctb.ac.ir
۰۹۱۲- ۲۰۹۳۲۰۳

مقدّمه

آموزش معماری از دیدگاه علم آموزش، بر اساس روش‌شناسی سازنده‌گرا با تکیه بر یادگیری به‌عنوان یک فرایند فعال، که یادگیرنده دانش خود را از طریق تمرین و تعامل با محیط می‌سازد، پایه‌ریزی شده است. تیمور (۱۹۹۶) به صراحت با تأکیـد بر نیاز به آموزش دانشـجویان معماری در مسیر خودراهبری، جامعیت و استدلال عمیق و بازتابی از محیط به این مسأله اشاره دارد [۱]. از نظر بانرجی و دگراف (۱۹۹۶) برنامه آموزش معماری از دو بخش اصلی تشکیل شده است؛ بخش دروس مقدماتی و بخش دروس ترکیبی مسأله‌محور. دروس مقدماتی و پایه به‌طور سنتی به شیوه سخنرانی تدریس می‌شوند؛ درحالی‌که دروس ترکیبی به شیوه

www.SID.ir

Archive of SID

آموزش پروژه‌محور در استودیو طراحی معماری ارائه می‌گردند [۲]. در این تحقیق بر دوره‌های پایه تأکید شده و مشکلات دانشجویان در فهم مفاهیم ریاضی در بخش دروس پایه و مقدماتی مورد بحث قرار می‌گیرد. این مشکلات باعث کاهش توانایی آنها در کاربرد این مفاهیم در پروژه‌های طراحی می‌گردد. ریاضیات یکی از دروس پایه است. که از گذشته تا حال به شیوه سخنرانی تدریس شده است. اساتید و مربیان معماری به مشکلات دانشجویان در فهم مفاهیم ریاضی و حل مسائل طراحی سازه اشاره می‌کنند و بر نیاز به تحول در این امر تأکید دارند.

این پژوهش به دنبال آزمایش روش‌هایی برای پرکردن شکاف بین دو بلوک سرفصل آموزشی تا بر عدم هماهنگی بین یادگیری در کلاس‌های نظری و استودیو طراحی غلبه کند. از طریق درگیری با حل مسائل ریاضی مربوط به سازه‌های معماری و پروژه‌های طراحی هندسی، دانشجویان قادر به ساخت تفکر ریاضی و توسعه توانایی خود در استفاده از آن در طراحی معماری خواهند بود.

دهه‌های اخیر شاهد افزایش تحقیقات و بحث‌ها حول تعامل بین معماری و ریاضی بوده است. درحالی‌که اطلاعات بسیار محدودی در مورد جنبه‌های آموزشی این تعامل موجود است. نیاز جدی برای یک جستجوی جامع و مطالعات تجربی در مورد برنامه درسی ریاضیات برای آموزش معماری وجود دارد. در این راستا نگارندگان در پژوهشی به ارزیابی تطبیقی جایگاه ریاضی در آموزش معماری دانشگاه‌های خارج و داخل کشور پرداختند و نتیجه این پژوهش، ضرورت توجه به نقش ریاضی در سیستم آموزش معماری ایران را در قالب دروس ترکیبی مورد تأکید قرار می‌دهد [۳]. این مطالعات به کاهش شکاف بین ایده‌های موافق و مخالف آموزش ریاضیات در حل مسأله طراحی معماری کمک خواهد کرد.

تحقیق حاضر درصدد پاسخ به این سؤال است که کاربرد دانش ریاضی در ایده‌پردازی راه‌حل مسأله طراحی، به چه میزان می‌تواند بر ارتقای کیفیت محصول طراحی دانشجویان تأثیر بگذارد؟ برای پاسخگویی به سؤال تحقیق می‌توان این فرضیه را مطرح کرد که: «کاربرد دانش ریاضی در آموزش طراحی می‌تواند به کسب و بسط هر چه مؤثرتر و غنی‌تر طرحواره‌های طراحی بیانجامد که موجب پردازش ساختاریافته دانش ریاضی در ذهن دانشجویان و افزایش خلق ایده‌های راه‌حل در مراحل اولیه فرایند طراحی در آنها می‌گردد».

اگر طراحی، نوعی مسأله‌گشایی خلاق فرض گردد؛ پاسخ به آن مستلزم طی مراحلی است که هر فرایند حل مسأله با آن روبه‌روست. مدل‌های مختلفی به‌منظور حل مسأله طراحی و درواقع برای تبیین فرایند طراحی ارائه شده‌اند [۴]. اولواوغلو (۲۰۰۰) معتقد است مشکلات آموزش طراحی از دو زمینه اصلی ناشی می‌شود یکی اینکه اجماعی در محتوای دانش طراحی برای تدریس در مدرسه‌های معماری در سطوح مختلف وجود ندارد. این مشکل طوفانی از مشکلات درجه دوم را ایجاد می‌کند که مربوط به پیشرفت متدها و ابزارهایی برای تدریس طراحی می‌باشد. آن‌طور که به نظر می‌رسد این بخش از مشکلات مربوط به آموزش طراحی معماری در شکل کلی بسیار پیچیده هستند [۵].

نوعی از اندیشیدن وجود دارد که می‌توانیم «تفکر استدلالی» بخوانیم. این نوع تفکر، خودآگاهانه و با تلاشی ارادی برای هدایت اندیشه در جهت حاصلی معین و با غلبه بر موانعی چند انجام می‌گیرد. این نوع تفکر، اندیشه تأملی و مسأله‌گشایی است. کنترل و آمیختن اندیشه منطقی و خیال‌پردازانه یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های طراح است [۶].

در ادبیات طراحی‌پژوهی اصطلاح توانایی طراحی معرف مجموعه‌ای از مهارت‌هاست که طراحان را قادر می‌سازد از عهده فعالیت‌های طراحی برآیند[۷]. لاوسون (۲۰۱۳) مجموعه مهارت‌های مذکور را به پنج رده مهارت‌های اصلی که متناظر با فعالیت‌های اصلی طراحان در پیشبرد فرایند طراحی است، طبقه‌بندی نموده است. این پنج رده عبارتند از: ۱) فرموله کردن مسأله طراحی؛ ۲) تحلیل؛ ۳) بازنمایی کردن؛ ۴) پیشنهاد راه‌حل؛ ۵) ارزیابی و تأمل. طراحان با داشتن این پنج دسته از مهارت‌ها فرایند طراحی را به پیش می‌برند [۶]. مرحله اول مستلزم کوشش آگاهانه زیادی در جست‌وجوی راه‌حل مسأله در مرحله دوم است که با کمک تفکر استدلالی انجام می‌شود و هدف این پژوهش کاربرد تفکر ریاضی در این مرحله است که می‌تواند در مرحله سوم منجر به خلاقیت گردد. تفکر ریاضی مستلزم کسب مهارت و توانایی کاربرد دانش ریاضی در جستجوی راهکارهای حل مسأله طراحی است.

هایدگر ریاضی را پیش‌فرض اساسی از دانش چیزها معرفی می‌کند. ریاضیات مطالعه عناوینی مانند کمّیت، ساختار، فضا، الگوها، روابط و تغییرات است. در این تحقیق منظور دانش ریاضی است و نه علم ریاضی. دانش امری آموختنی است که با اطلاعات نظری و انتقال آنها پیوند دارد. تعریف اجمالی از دانش، آن را صورت ذهنی ایده‌ها، واقعیت، مفاهیم، داده‌ها و تکنیک‌های ثبت شده در حافظه انسان می‌داند. در این تحقیق برای کنترل متغیرها دانش ریاضی بر پایه مفاهیم اکتسابی از سرفصل درس ریاضیات دانشگاهی، پیش‌دانشگاهی و پایه در نظر گرفته شده است.

در راستای توسعه راهکارهای به‌کارگیری دانش ریاضی در فرایند طراحی معماری برای رشد توانایی طراحان، تحقیق حاضر با بهره‌گیری از الگوی پیشنهادی لاوسون برای فرایند طراحی و همچنین اتخاذ رویکردی سازنده‌گرا در طراحی آموزشی اقدام به طراحی، کاربست و آزمون یک محیط یادگیری ترکیبی از دانش ریاضی و دروس پایه طراحی برای ارتقای توانایی طراحی معماران مبتدی کرده است.

نوآوری تحقیق حاضر از دو جنبه مهم است؛ تحقیقات بسیاری در ارتباط با ارتقای سیستم‌های آموزشی در معماری جهان و ایران صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به مباحث خلاقیت در طراحی معماری اشاره کرد. پرداختن به تفکر ریاضی و بهره‌گیری از مدل‌های برگرفته از آن در مهارت‌های طراحی، موضوعی است که در سیستم‌های آموزش معماری ایران به آن پرداخته نشده است. از طرف دیگر آنچه در تحقیقات مشابه به چشم می‌خورد طراحی برنامه دروس کاربردی ریاضیات برای معماری می‌باشد. ویژگی تحقیق حاضر تأکید بر وارد کردن دانش ریاضیات در

www.SID.ir

Archive of SID

فرایند طراحی و تأثیرگذاری آن بر فرایند طراحی است.

پیشینه پژوهش

ابعاد مختلف کاربرد ریاضی در معماری با مطالعه دانش‌نامه‌های علوم اسلامی و متون ریاضیات قابل بررسی است. مطالعات نشان می‌دهد پیشینیان با دست‌یابی به علوم قدما، افزون‌بر «رویکرد غالباً انتزاعی یونانیان به ریاضیات» [۸]، به ریاضیات عملی توجه ویژه نشان داده‌اند. پس از نخستین کوشش‌ها برای طبقه‌بندی علوم، ابونصر فارابی (وفات:۹۵۰ میلادی) در «احصاء العلوم»، یکی از نافذترین طبقه‌بندی‌های علوم دوره اسلامی را ارائه کرد [۹]. فارابی در شرح فنون هندسی از حرفه «ریاسه البنا» نام برده و به کاربرد فنون هندسی در ابنیه و نجاری اشاره می‌کند. از آنجا که علم هندسه سهم عمده‌ای در شکل‌گیری هنر معماری دارد، برای عملی کردن اصولی این علم به ترفندهایی (حیل=حیله‌ها) نیاز است. به گفته فارابی «حیل» است که روش‌های شناخت ترفندها و شیوه‌های دقیق عملی کردن مفاهیم ریاضی را به‌وسیله هنر مشخص می‌سازد و روشن می‌کند که چگونه می‌توان مفاهیم عقلی ریاضی را در اجسام طبیعی آشکار نمود [۱۰].

بنابر دسته‌بندی طاهری (۲۰۱۵)، دانش ریاضیات در متون، حول چهار محور در فرایند تکوین معماری دوره اسلامی نقش داشته است: دانش هندسه عملی، حساب ابنیه و عمارات، نجوم و احکام نجوم و چهارم، بخش دیگری که در متون علم‌الحیل قابل بررسی است؛ شاملِ فنون اجرایی (مهندسی ساخت) و ابزارهای ترسیمی، مساحی (نقشه‌برداری)، ترازیابی و قبله‌یابی است [۹].

ارتباط نزدیک و سنتی بین معماری و ریاضیات در قرن بیستم تغییر می‌یابد. دانشجویان معماری نیاز چندانی به پیش‌زمینه ریاضی احساس نمی‌کنند. معلمان ریاضیات در افسوس برای این واقعیت که تمایل به یادگیری ریاضی هر روز کمتر و کمتر می‌شود شاهد کاهش ظرفیت یادگیری ریاضی در دانش‌آموختگان می‌باشند و این در تضاد شدید با افزایش پیشرفت‌های فناورانه در زمان حال است [۱۱].

عوامل مختلفی در پدید آمدن این مشکل نقش دارند. آموزش آکادمیک معماری با ظهور مدرنیسم در دنیای غرب و به‌تبع آن در ایران شکل گرفته است. جنبش مدرن به سرکوب الگو در معماری می‌پردازد و این موضوع تبعات عمیقی برای جوامع انسانی به ارمغان آورده است. ریاضیات، علمی از الگوها می‌باشد و حضور یا عدم حضور الگوها در محیط اطراف ما بر توانایی یک فرد در درک مفاهیم متکی‌بر الگوها تأثیرگذار است. حذف الگوها در معماری قرن بیستم، ظرفیت ما را برای فرایند طراحی فکری و تفسیر ذهنی الگوها متأثر ساخته است [۱۱]. جایگاه ریاضی در معماری مدرن با توجه به تغییرات اساسی که در نقش ریاضیات و فهم آن در علم مدرن اتفاق افتاد و تحولاتی که درنتیجه نظریات دکارت در تعریف فضای کارتزین و هندسه تحلیلی صورت پذیرفت، شکلی نو به خود گرفت [۱۲].

امروزه کاربرد علوم ریاضی در معماری به‌طورکلی در زمینه‌های برنامه‌ریزی، شکل‌دهی مفاهیم، طراحی معماری، بهره‌برداری و طراحی سازه دسته‌بندی می‌شود [۱۳].

ریاضی در آموزش معماری

آموزش معماری فرایندی است که از طریق برنامه و نظامی مدون، افرادی را به‌عنوان کارشناس معماری تربیت می‌کند. در مقدمه «مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس رشته مهندسی معماری» دوره کارشناسی معماری دوره‌ای حرفه‌ای تعریف شده است که پرورش استعداد خلاقانه انتقال دانش‌ها و مهارت‌های عمومی حرفه‌ای معماری و حصول کارآیی عمومی در این رشته را هدف قرار می‌دهد [۱۴]. فرایند آموزش طراحی معماری از نظر محتوا و صورت بسیار پیچیده است؛ چرا که نیازمند آموزش بسیاری از اطلاعات نظری و عملی در محدوده‌های گوناگون هنری، علمی، روانشناسی و مهندسی در کنار پرورش و رشد خلاقیت‌های ذهنی دانشجویان است [۱۵].

آموزش معماری به‌منظور توانمند نمودن دانشجویان جهت خلق فضاهایی سه‌بُعدی برای فعالیت‌های بشری یا فراهم‌آوری محیطی بهتر برای جوامع بشری است. مقالات و نوشته‌های متعددی را می‌توان در ارتباط با آموزش طراحی معماری ملاحظه نمود که برخی مرتبط با فرایند طراحی [۱۶] و برخی نیز مرتبط با بازنگری در روند آموزشی می‌باشند [۱۷]. برخی از این مطالعات به تحلیل نوع تأکید بر روند آموزشی ازجمله روش آموزش ترکیبی و فرم‌محور می‌پردازند و برخی چالش‌های مطرح را به‌طورکلی به تصویر می‌کشند [۱۸] و دیگرانی نیز بر مؤلفه‌های مؤثر بر فهم مسأله طراحی تأکید نموده‌اند [۴]. رویکردهای فرایندمحور در جستجوی بیان‌پذیر کردن بخشی از مدل هستند که در خارج جاده دانش تجربی و در حوزه مولد دانش ضمنی قرار گرفته‌اند و می‌کوشند تا با ترغیب دانشجویان یا به‌عبارتی «فروش فرایند» به آنان [۱۹]، فرایندمحوری را جایگزین محصول‌محوری در آموزش معماری نمایند؛ درحالی‌که رویکردهای محصول‌محور، به توسیع جاده دانش تجربی در مدل به روش‌های گوناگون پرداخته‌اند؛ مانند: روش ویلیام رابینسون در «بحث کلاسی» به موازات کارگاه طراحی و به‌صورت مستقل از آن [۲۰] یا استفاده از روش مسأله‌محور در آموزش موضوعات و دروس نظری معماری [۲۱].

ناتالی (۲۰۰۵) در «روش‌هایی برای ارزیابی ریاضی برای معماری و طراحی» به مداخله در بخش‌های اساسی سرفصل‌های درس ریاضی در مدارس معماری و طراحی با ریاضی که از طریق متدلوژی‌های مربوط به زمینه‌های مفهومی یا منطقی ارائه می‌شوند -توپولوژیکی و نموداری- و ارزیابی‌هایی که واقعیت ریاضی در معماری را عینیت می‌بخشند، اشاره می‌کند [۲۲].

مائر و ورنر (۲۰۰۶)، پژوهش خود را برای آزمودن راهی برای بستن شکاف بین دو بلوک آموزشی و غلبه‌بر ضعف موجود در رابطه بین یادگیری در کلاس‌های نظری و آتلیه‌های عملی طراحی انجام می‌دهند [۲۳]. مائر و ورنر در مقاله‌ای دیگر (۲۰۰۷) به دو رویکرد مهم در آموزش ریاضیات با کاربرد در زمینه‌های مختلف توجه می‌کنند. آموزش

www.SID.ir

Archive of SID

واقع‌گرای ریاضیات (آر-ام-ای) و ریاضی به‌عنوان یک علم کمکی (ام-اس-اس) از دیدگاه شناختی هر دو رویکرد برپایه روش‌شناسی ساختارگرا می‌باشند. با پرداختن به حل مسائل ریاضی مربوط به سازه‌های معماری و در پروژه‌های طراحی هندسی، دانشجویان به‌تدریج دانش ریاضی خود را پایه‌ریزی کرده و توانایی خود را در استفاده از آن در طراحی معماری توسعه می‌دهند. با دید استعاره‌ای، نقش آموزش در حمایت از این روش یادگیری ساختارگرایانه مشابه عملکرد داربستی است که به‌عنوان یک چهارچوب موقت، پایداری و کارآیی را در طول ساخت ساختمان تأمین می‌کند. آنها رویکرد آر-ام-ای را در واحد درسی حساب دیفرانسیل و انتگرال مقدماتی به اجرا درآوردند؛ که در آن یادگیری مفاهیم ریاضیات به‌وسیله حل مسائل مربوط به مطالعات معماری مورد تجربه قرار می‌گیرد. در مورد دوره دوم و پیشرفته، جنبه‌های ریاضی در طراحی معماری رویکرد ام-اس-اس را در پیش‌رو می‌گیرند. درحالی‌که بر توسعه توانایی در کاربرد روش‌های ریاضی در انجام تکالیف طراحی معماری تأکید دارند [۲۴].

در ایران علی‌رغم تحقیقات فراوانی که در حوزه آموزش معماری صورت گرفته است (مانند محمودی (۲۰۰۳) [۲۵]، دانشگرمقدم (۲۰۱۰) [۴]، قدمی (۲۰۱۲) [۲۶]، مهدی‌زاده‌سراج و فارسی‌محمدپور (۲۰۱۳) [۱۵]، کریمی‌مشاور (۲۰۱۳) [۲۷]، کاربرد ریاضیات و نقش آن در کیفیت محصول طراحی کمتر مورد توجه قرارگرفته است. در این زمینه تنها می‌توان به مقالات طاهری (۲۰۱۵) با عنوان «مناسبات معماری با علوم دقیقه در متون علمی دوره اسلامی» [۹]، نژادابراهیمی و علی‌آبادی (۲۰۱۵) [۲۸] با عنوان «نقش ریاضیات و هندسه در شکل‌گیری معماری ایرانی» و همچنین رضازاده اردبیلی و ثابت‌فرد (۲۰۱۴) [۲۹] با عنوان «بازشناسی اصول هندسی در معماری سنتی» اشاره کرد که در این مقالات به بررسی جایگاه ریاضیات در معماری دوره اسلامی پرداخته شده است.

روش تحقیق

در این تحقیق با روش کیفی و کمّی توأماً با تأکید بر کیفیت فرآورده‌های طراحی به‌صورت موردی به بررسی جایگاه ریاضی در آموزش معماری و فرایند طراحی پرداخته شده است. در این جهت با استفاده از روش شبه‌آزمایشی و اثربخشی و انتخاب گروه گواه و آزمون، از طریق مداخله در برنامه درسی و تمرینات دانشجویان کارگاه مقدمات طراحی ۱ و ۲ با وارد کردن مباحث ریاضی در تمرینات مربوطه، میزان تأثیر این تمرینات بر ارتقای کیفیت طراحی آنها سنجیده شد. دریافت اطلاعات براساس مطالعات بخش‌های مختلف کار به‌صورت کتابخانه‌ای و در حوزه میدانی انجام می‌گیرد و به‌صورت پیمایشی بررسی می‌گردد. همچنین در روش کمی داده‌های به‌دست آمده از جامعه مورد مطالعه واکاوی می‌شود. آزمودنی‌های این پژوهش، دانشجویان کارشناسی مهندسی معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه در ورودی سال تحصیلی ۲۰۱۸-۲۰۱۷ بودند. تعداد دانشجویان متقاضی اخذ درس مقدمات طراحی ۱ تعداد بیست‌وپنج نفر بود که از این تعداد هفده نفر پسر و هفت نفر دختر بودند. تعداد دانشجویان متقاضی اخذ درس مقدمات طراحی ۲ بیست‌وهشت نفر بودند که از این تعداد هفده نفر پسر و یازده نفر دختر بودند. زوج بودن تعداد کل دانشجویان، بستر مناسبی را برای تقسیم کردن آنها از سوی پژوهشگر به دو گروه مساوی فراهم کرد. از این رو پژوهشگر با مساعدت گروه آموزشی معماری آن واحد دانشگاهی، دانشجویان را به دو گروه مساوی آزمون و گواه تقسیم کرد. به دلیل مقررات آموزشی و همچنین نزدیک کردن شرایط آزمایش به شرایط واقعی و حقیقی محیط آموزشی، انتساب تصادفی آزمودنی‌ها به گروه‌های آزمایش ممکن نبود؛ بنابراین، دانشجویان با انتخاب و علاقه خود به دو گروه تقسیم شدند. در گروه آزمون مقدمات طراحی ۱، ده پسر و سه دختر و در گروه گواه هشت پسر و پنج دختر و در گروه آزمون مقدمات طراحی ۲، هشت پسر و شش دختر و در گروه گواه نه پسر و پنج دختر قرار گرفتند. جدول۲ توزیع جنسیت و میانگین سن آزمودنی‌های آزمایش را به تفکیک دو گروه در دو کارگاه نشان می‌دهد.

سنجش توانایی پیش‌آزمودنی‌ها

توانایی پیشین آزمودنی‌ها را می‌توان در دو سطح متفاوت سنجید. ابتدا می‌توان با ارزیابی نمرات دانشجویان در دروس پایه در سال گذشته تحصیلی توانایی پیشین آنها را سنجید. سپس با اتخاذ روش تحقیق شبه‌آزمایشی پیش‌آزمون-پس‌آزمون با شرکت گروه گواه، در قالب برگزاری یک پیش‌آزمون، از همسان بودن توانایی پیش‌آزمودنی‌های دو گروه قبل از اعمال متغیر آزمایشی اطمینان حاصل کرد.

جدول۱: معرفی جامعه آماری

Table 1: Statistical population

Groups	Subjects	Gender				Age	
		Female		Male			
		Frequency %	Frequency	Frequency %	Frequency	SD	Mean
Basic design workshop 1	Experiment group	25%	3	75%	9	1.21	19.75
	Experiment group	42%	5	58%	7	0.66	19.58
Basic design workshop 2	Experiment group	43%	6	57%	8	1.06	19.62
	Experiment group	36%	5	64%	9	1.35	19.75

www.SID.ir

Archive of SID

آزمودنی‌های دو گروه قبل از قرارگیری در این آزمایش یعنی در سال گذشته تحصیلی‌شان دروس پایه‌ای به شرح ذیل را گذرانده‌اند: 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 همکاری معاونت آموزشی دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه داده‌های مربوط به نمرات دانشجویان در دروس پایه گردآوری و با آزمون آماری t معناداری تفاوت میانگین گروه‌های آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت.

با ارزیابی و مقایسه نمرات اخذ شده توسط آزمودنی‌ها در دروس پایه، مشخص شد که میانگین نمرات آزمودنی‌های گروه آزمون از میانگین نمرات آزمودنی‌های گروه گواه در تمامی دروس پایه بیشتر است. البته با برگزاری آزمون t مشخص شد تمام این تفاوت‌ها به‌جز در درس کارگاه مصالح و ساخت معنی‌دار نیستند. به بیان ساده‌تر، تنها در درس کارگاه مصالح و ساخت تفاوت میانگین دو گروه آزمودنی‌ها معنی‌دار است و مبین عملکرد بهتر آزمودنی‌های گروه آزمون و به‌تبع آن می‌تواند نشان‌گر توانایی بالاتر آنها در مهارت‌های مرتبط با این درس باشد. در درس کارگاه مصالح و ساخت مقدار t برابر ۲/۲۹- به‌دست آمد که در سطح $p < ۰/۰۵$ معنی‌دار است؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت که آزمون‌های دو گروه از نظر توانایی در دروس پایه دارای سطح توانایی کم‌وبیش یکسانی هستند (جدول۲).

در ضمن نمرات اکتسابی دانشجویان در درس ریاضیات در کنکور ورودی مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه بیانگر هم سطح بودن پایه دانش ریاضیات دو گروه آزمون و گواه بود. البته قابل ذکر است با توجه به اینکه دانش ریاضیات به‌عنوان متغیر مستقل فقط در گروه آزمون مورد توجه است؛ سطح توانایی دو گروه در ریاضی تأثیری در بررسی نتیجه آزمایش نخواهد داشت؛ بلکه سطح توانایی گروه آزمون در ریاضیات در مقایسه عملکرد دو گروه و اثبات فرضیه تأثیرگذار است؛ بنابراین با بررسی نمرات دانشجویان گروه آزمون سطح مورد نیاز برای اجرای آزمایش مورد تأیید قرار گرفت.

پس از سنجش تفاوت توانایی پیشین آزمودنی‌ها 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 و تکلیف کارگاه مقدمات طراحی ۲، طراحی نیمکت بود. آزمون مان-ویتنی نشان داد که میانگین نمرات آزمودنی‌های دو گروه هر دو کارگاه در پیش‌آزمون تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت علی‌رغم بیشتر بودن میانگین آزمودنی‌های گروه آزمون نمی‌توان استنباط کرد که آزمودنی‌های دو گروه دارای توانایی‌های متفاوتی قبل از اعلام متغیر آزمایشی هستند و می‌توان انتظار داشت که عملکرد بهتر آزمودنی‌ها پس از اعمال روش آموزشی و کنترل سایر متغیرهای مستقل، در نتیجه تأثیر متغیر آزمایش بوده باشد و نه توانایی پیشین آزمودنی‌ها (جدول۳).

رویه آزمایش

تکلیف طراحی طی دو جلسه در هفته ۱۳ ساعت در هفته- در نیم‌سال دوم سال تحصیلی ۹۶-۹۵ انجام شد. سمینارهای جداگانه‌ای برای معرفی تکلیف و نحوه انجام آن برای دو گروه گواه و آزمون برگزار شد. در توسعه برنامه آموزشی تلفیقی دانش ریاضی و طراحی معماری، ما به طراحی و اجرای مدل برنامه‌ریزی و ارزشیابی برای یک برنامه آموزشی پروژه‌محور در معماری با استفاده از الگوی پیشنهادی تیمور (۱۹۹۲) [۱] پرداختیم. به‌علاوه، اصول آموزشی، تمرین‌ها، نتایج و ارزشیابی بر اساس فعالیت‌های طراحی زیر شکل گرفت:

الف) تعریف کانسپت (پاسخ به سؤال چرا)؛

ب) طراحی تکلیف پروژه‌ای (پاسخ به سؤال چه چیزی)؛

د) ایجاد یک محیط یادگیری (پاسخ به سؤال چگونه و کجا)؛

ج) برنامه‌ریزی چهارچوب دوره و روش‌های مدیریتی (پاسخ به سؤال چگونه و چه زمان)؛

جدول ۲: آزمون معنی‌داری توانایی پیشین آزمودنی‌ها در دروس پایه به تفکیک

Table 2: Significance test for ability of subjects in basic courses

Courses	Groups	t	Significance level	Mean difference
Applied geometry	Control/experiment	-1.93	0.06	-1.59
Environmental expression	Experiment/control	-1.07	0.1	-1.1
Materials and construction workshop	Experiment/control	-1.33	0.19	-0.79
Architectural expression 1	Experiment/control	-2.29	0.03	-0.95
Perspective geometry	Experiment/control	-1.33	0.29	-1.89
Mathematics and statistics	Experiment/control	-1.85	0.05	-1.60
Basic mathematics	Experiment/control	-1.32	0.26	-1.72

جدول ۳: نمرات آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون به تفکیک دو گروه در کارگاه مقدمات طراحی ۱ و۲

Table 3: Subjects' scores in pretest in 2 groups of basic design workshop 1 & 2

	Training group	Groups	Number	Mean	SD	Standard mean error
Pretest	Basic design workshop 1	Control	12	15.95	1.10	0.31
		Experiment	12	16.56	1.12	0.32
	Basic design workshop 2	Control	14	17.12	0.95	0.29
		Experiment	14	18.85	1.05	0.30

www.SID.ir

Archive of SID

در طراحی کانسپت این دوره، سؤال اصلی شناخت زمینه‌های کاربردی دانش ریاضی و کاربست آنها در فرایند طراحی است. ما در این پژوهش با توجه به ماهیت مسائل طراحی و بهره‌گیری از الگوی برایان لاوسون برای مسائل طراحی مدل زیر را به‌عنوان الگوی پیشنهادی تحقیق در نظر گرفتیم. پژوهشگر با در نظر گرفتن هر پروژه طراحی به‌عنوان یک مسأله طراحی که باید به راه‌حلی منتهی شود (تفکر ریاضی)، از الگوی مسائل طراحی برایان لاوسون که یکی از کامل‌ترین الگوهای موجود در تشریح مسائل طراحی است، استفاده کرد (شکل۱و۲).

با تکیه بر این اصول و توجه به دانش ریاضی اکتسابی دانشجویان در دروس ریاضی دانشگاهی و پایه، این تحقیق با کمک چهار جنبه از دانش ریاضی به ترکیب این مفاهیم با فرایند طراحی در دوره‌های پایه طراحی می‌پردازد. این چهار جنبه با کمک دو نفر از اساتید ریاضی باتجربه و بررسی ارتباط دانش ریاضی دانشجویان با مسأله‌های مطرح در دوره‌های مقدمات طراحی که بر پایه شناخت فرم، عملکرد و فضا می‌باشد و همین‌طور جنبه‌های دانش ریاضی شامل حساب و جبر، هندسه و مفاهیم نمادین نتیجه‌گیری شدند و سپس ایده فعالیت‌های طراحی در چهار پروژه در زمینه آموزش طراحی و ضروریات ریاضی در طراحی مورد استخراج قرار گرفت.

در ارتباط با ادبیات طراحی معماری و آموزش ریاضی متدهای تدریس مرتبط با استفاده از محتوا، تجسم، کشف، استدلال شهودی، تحلیل الگوریتمیک و تأمل انتخاب شدند (جدول۴). از طریق ترکیب آنها با ایده‌های ارائه شده توسط استادان ریاضی مفاهیم اصلی فعالیت‌های یادگیری در این دوره‌ها به‌صورت چهار تمرین شکل گرفت:

جدول ۴: روش‌ها و مواد آموزشی ارائه شده به دانشجویان بر مبنای مفاهیم ریاضی
Table 4: Didactical methods and instructional objectives presented to students based on mathematical concept

Didactical methods	Instructional objectives
Student seminars in mathematical analysis of structures, guided by the teacher	1. Acquiring mathematical concepts and linking them to architecture design concepts 2. Understanding the connection between architecture design and technology 3. Formal defining of mathematical concepts 4. Identifying mathematical concepts in architectural objects
Geometrical problem solving	1. Acquiring competences of applying geometrical concepts and methods 2. Geometrical analysis of physical models 3.Interpreting geometrical objects in the architecture context 4.Acquring skills of building physical models
Project design and analysis	1. Training of divergent thinking through developing design alternatives. 2. Identifying, solving, and applying mathematical problems related to designing the product. 3. Gaining experience of creating and presenting the product
Peer and self-evaluation of the project	1.Developing evaluation criteria 2.Evaluation and self- evaluation practice

۱) طراحی شکل‌های منظم برای پوشش یک سطح (موزاییک‌بندی): در این برنامه طراحی موزاییک‌بندی به کمک شکل‌های هندسی با تأکید بر تناسبات و تقارن انجام می‌شود. کاربرد اعداد فیبوناچی و تناسبات طلایی در این برنامه مورد تأکید است (شکل ۳).

۲) بهره‌گیری از هندسه دوبعدی برای خلق فضا (با استناد به هندسه نظری و عملی رسمی‌بندی و کاربندی در معماری ایرانی و بهره‌گیری از مفاهیم هندسی): آشنایی با عناصر کالبدی معماری از جمله دیوار، سقف، پله و...، از اهداف درس مقدمات طراحی معماری ۱ می‌باشد. در این تمرین دانشجویان با یکی از روش‌های پوشش فضا که در معماری ایرانی نیز سابقه طولانی داشته آشنا می‌شوند:

- آشنایی دانشجو با شیوه‌های طراحی و ساخت سقف با توجه به فاکتور ایستایی و زیبایی؛
- آشنایی دانشجو با مفاهیم ریاضی در طراحی و ساخت سقف کاربندی یکی از الگوهای اصیل و کهن در معماری ایران، حاصل شناخت معماران ایرانی نسبت به علم هندسه و ریاضیات پیشرفته (شکل۴).
- ترکیب احجام در خلق فرم معماری مفهومی با بهره‌گیری از مفاهیم نمادین شکل‌ها، احجام هندسی و اعداد در تاریخ معماری، فرهنگ و تمدن‌های مختلف: از اهداف این تمرین در کارگاه مقدمات طراحی ۲ آشنایی با عرصه‌های مفهومی (ارزشی) معماری و تجزیه‌وتحلیل رابطه فرم و فضا در معماری می‌باشد (مفاهیمی چون تأثیر نور در بیان معماری و ارزش‌های هنری مصالح، بافت، سایه روشن و ... در معماری).

دانشجو در این برنامه برای تأمین عرصه مفهومی موضوع و کالبد دادن به آن به شناخت مفهوم نمادین فرم‌ها خواهد پرداخت و استفاده از عوامل مختلف همچون نور، مصالح، بافت، سایه روشن و ... را برای تقویت مفهوم موردنظر تجربه خواهد کرد [۳۰].

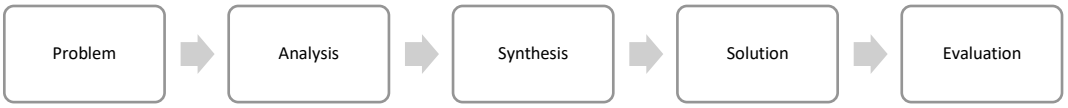
- استفاده از خطوط و سطوح خمیده و منحنی (تغییر شکل) برای ایجاد سقف با بهره‌گیری از مفاهیم ریاضی رویه‌های جبری: این تمرین با هدف آشنایی دانشجویان با رویه‌ها در معماری و استفاده از راه‌حل‌های ریاضی (رویه‌های منحنی و جبری) در طراحی پوشش فضا طراحی شد. موضوع برنامه، طراحی پلان و پوشش سقف برای یک جایگاه سوخت بود که دانشجویان با شروع از یک پلان همکف شامل مسیر دسترسی، پارکینگ، پمپ‌ها، کافی‌شاپ و یک ساختمان اداری به طراحی پرداختند. پوششی برای حوزه پمپ‌ها یا سقف برای کافی‌شاپ و بخش اداری مورد نیاز بود که با دست‌یابی به یک راه‌حل طراحی که معیارهای ایستایی، عملکرد، ساخت بهینه، پیچیدگی و زیبایی را تأمین نماید مورد طراحی قرار گرفت (شکل۵و۶).

نتایج و بحث

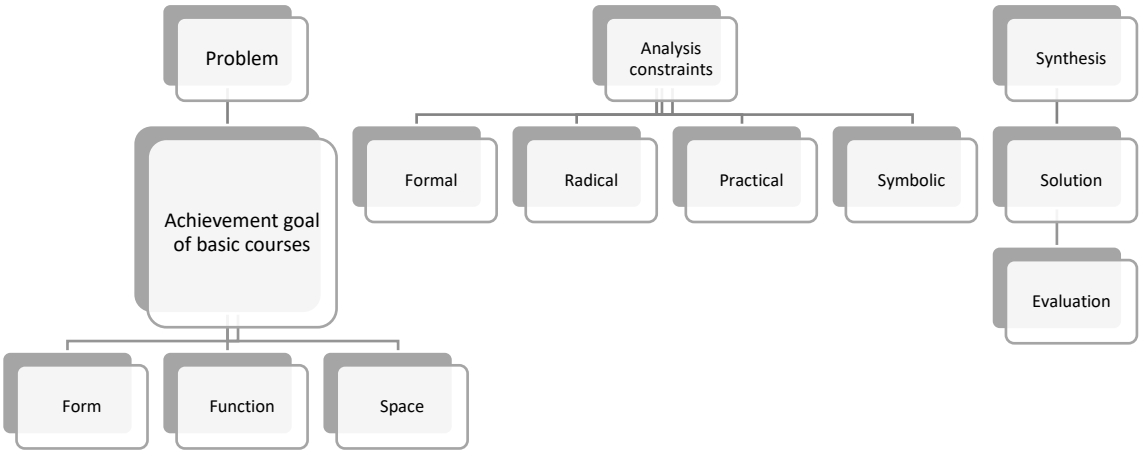
برای سنجش عملکرد آزمودنی‌ها، مجموعه فرآورده‌های طراحی دانشجویان توسط پنج داور مجرب خارجی که سابقه تدریس در دوره مقدماتی آموزش معماری را داشتند، صورت گرفت. پژوهشگر معیارهای سنجش را در دو زمینه ریاضی و طراحی معماری در نظر گرفت، در زمینه ریاضی با مشورتی که با اساتید ریاضی انجام شد معیارهای هفتگانه متناسب با نوع پروژه و مفاهیم ریاضی کاربردی در آن انتخاب شدند و در زمینه طراحی معماری معیارهای کیفیت ایده طراحی، سازمان‌دهی فضایی، عملکردی، ترکیب‌بندی صوری، کیفیت ارائه، خلاقیت و نمره کلی مورد توجه قرار گرفت.

www.SID.ir

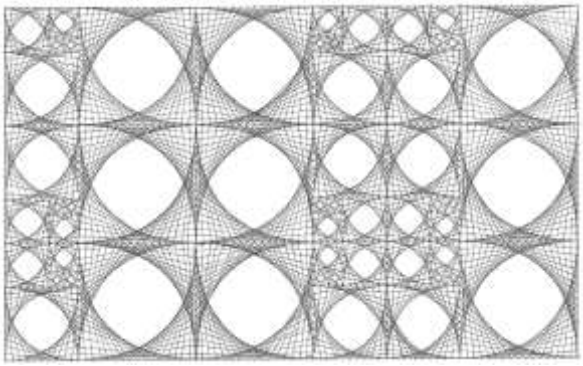
Archive of SID



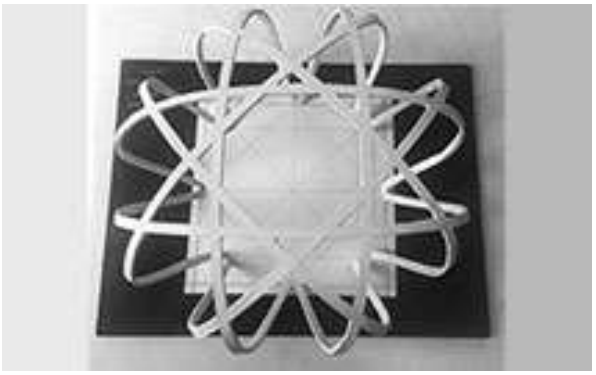
شکل ۱: نمودار عمومی فرایند طراحی [۶]
Fig. 1: General design process [6]



شکل ۲: فاز اول الگوی پیشنهادی برای توسعه برنامه آموزشی دروس پایه
Fig.2: First phase of proposed model for developing the curriculum of basic courses



شکل ۳: نمونه‌ای از فرآورده طراحی آزمودنی‌ها در تمرین ۱ کارگاه مقدمات طراحی ۱
Fig. 3: An example of subjects' design process in training 1 at basic design workshop (1)

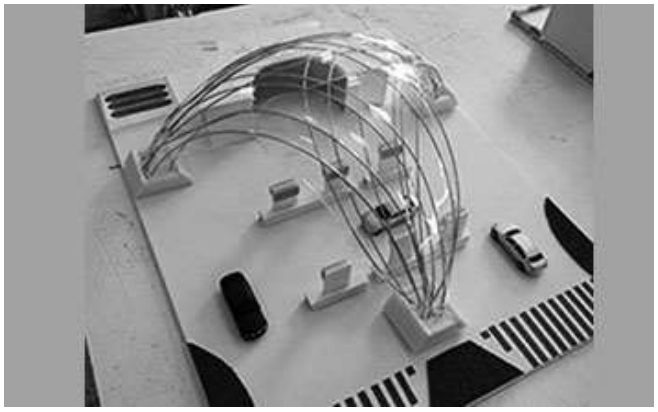


شکل ۴: نمونه‌ای از فرآورده طراحی آزمودنی‌ها در تمرین ۲ کارگاه مقدمات طراحی ۱
Fig. 4: An example of subjects' design process in training 2 at basic design workshop (1)

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۵: نمونه‌ای از فرآورده طراحی آزمودنی‌ها در تمرین ۲ کارگاه مقدمات طراحی ۲
Fig. 5: An example of subjects' design process in training 2 at basic design workshop (2)



شکل ۶: نمونه‌ای از فرآورده طراحی آزمودنی‌ها در تمرین ۲ کارگاه مقدمات طراحی ۲
Fig. 6: An example of subjects' design process in training 2 at basic design workshop (2)

نحوه داوری تمرینات

ابتدا تمامی فرآورده‌های طراحی دانشجویان کدگذاری شدند. سپس هر یک از داوران به تنهایی فرآورده‌های طراحی دانشجویان را مورد سنجش قرار دادند. داوران به هر یک از معیارهای هفت‌گانه کیفیت فرآورده‌های طراحی در زمینه کاربرد مفاهیم ریاضی و چهارگانه در کیفیت طراحی از مقیاس یک تا صد نمره دادند. پس از اتمام این مرحله، میانگین نمرات داوران در هر یک از معیارها در یک جدول تنظیم شد. سپس پژوهشگر داده‌های حاصل را توسط نرم‌افزار اکسل به رتبه تغییر داد. فرآورده‌ها در هر یک از ملاک‌های داوری، بر اساس همانندی و نزدیکی رتبه‌های فرآورده‌ها به چهار تا پنج طبقه تقسیم شدند.

در مرحله بعد، داوری مجدد فرآورده‌ها با نظارت و هدایت پژوهشگران، طی جلسات مشترک هیأت داوران برای تعیین رتبه دقیق فرآورده‌ها ادامه یافت. هیأت داوران طی هفت نشست و در هر نشست بر اساس یکی از ملاک‌های داوری، فرآورده‌ها را در هر یک از طبقات، مطالعه و بررسی نمودند. در این بازبینی‌ها بر اساس رتبه‌های کسب شده پیشین و نیز بحث و بررسی مشترک داوران، بالاترین رتبه و پایین‌ترین رتبه فرآورده‌ها در هر طبقه تعیین شد. سپس بالاترین و پایین‌ترین فرآورده‌های هر طبقه با طبقات مجاور مقایسه شد و در صورت لزوم رتبه فرآورده‌ها تعدیل گردیدند؛ یعنی درصورتی‌که کیفیت بالاترین فرآورده بهتر از کیفیت پایین‌ترین فرآورده طبقه بالایی به نظر می‌رسید، جایگاه فرآورده‌ها یا به‌عبارت‌دیگر رتبه آنها، جابه‌جا شد.

پس از اتمام این مرحله، مواضع حدی طبقات معلوم شدند؛ یعنی در هر طبقه بالاترین و پایین‌ترین فرآورده از لحاظ کیفیت موردنظر در ملاک‌های داوری تعیین شدند. پس از این، سایر فرآورده‌های هر طبقه با توجه به مواضع حدی طبقات از نو مورد بررسی و بحث قرار گرفتند و مواضع نسبی آنها در طبقات مذکور (رتبه آنها) مرتب گردیدند. در نتیجه، ارزش‌های منتسب به فرآورده‌ها در هر یک از ملاک‌های داوری، با دقت و تمایز بیشتری تعیین شدند و رتبه‌بندی نهایی فرآورده‌ها در معیارهای هفتگانه داوری را به عنوان داده‌های نهایی آزمون فراهم آوردند. جدول شماره ۵، داده‌های نهایی پژوهش را که از داوری کیفیت فرآورده‌های دانشجویان در نمره‌های ریاضی و طراحی به‌دست‌آمده نشان می‌دهد.

بررسی یافته‌های حاصل، حاکی از آن است که میانگین رتبه‌های کیفیت کلی فرآورده‌های دانشجویان گروه گواه در کارگاه ۱ برابر با «۱۵/۶۷» و گروه آزمون همان کارگاه برابر با «۹/۳۳» می‌باشد (جدول۷). چنان‌که مشاهده می‌شود اختلاف میانگین رتبه‌ها محسوس است. به‌نحوی‌که مقدار آزمون Z برابر با "۲/۱۹۴-" است و سطح معناداری برابر «۰/۰۲۸» برآورد شد. بنابراین سطح معناداری برآورد شده در حد $p< ۰/۰۵$ سطح مطلوبی دارد. نتایج آزمون نشان از رد فرضیه آماری دارد و می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد دانشجویان گروه گواه و آزمون در کیفیت کلی فرآورده‌ها متفاوت است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: تحلیل آماری نمرات ریاضی پروژه۱ و۲، کارگاه ۱ و۲

Table 5: Design assessment grades for project 1&2, studio 1&2

Project 1 Studio 1	Parametric solutions	Drawings precision	Proportion harmony	Modularity application	Calculus application	Problems Perception	Math evaluation criterion
	12	12	12	12	12	12	N
	52.3750	75.4167	72.5833	70.5417	52.6667	66.3750	Mean
Project 2 Studio 1	Geometrical forms	Drawings precision	Symbolic volumes application	Modularity application	Symbolic numbers application	Problems Perception	math evaluation criterion
	12	12	12	12	12	12	N
	64.7083	81.0417	81.1250	64.2917	65.2083	73.9583	Mean
Project 1 Studio 2	Geometrical complexity	Form analysis	Model precision	Drawings precision	Use of parameters	Dimensions calculation	math evaluation criterion
	14	14	14	14	14	14	N
	80.2917	71.5000	78.5417	77.4167	60.9583	60.1667	Mean
Project 2 Studio 2	Geometrical complexity	Form analysis	Model precision	Drawings precision	Use of parameters	Dimensions calculation	math evaluation criterion
	14	14	14	14	14	14	N
	83.5000	77.5417	78.7917	77.4167	50.5417	61.9167	Mean

جدول ۶: آزمون معناداری ملاک‌های داوری

Table 6: Significance test of evaluation criteria

Criteria	Group	Number of subjects	Mean of scores	U	Z	Significance level
Motif	Control	12	18.17	4	-3.926	0
	Experiment	12	6.83			
Function	Control	12	17.21	15.5	-3.263	0.001
	Experiment	12	7.79			
Form	Control	12	17.23	14	-3.342	0.001
	Experiment	12	7.67			
Ground	Control	12	15	42	-1.732	0.083
	Experiment	12	10			
Present	Control	12	15.5	36	-2.078	0.038
	Experiment	12	9.5			
Creativity	Control	12	19.96	18.5	-3.092	0.002
	Experiment	12	8.04			
Total score	Control	12	17.42	13	-3.046	0.001
	Experiment	12	7.58			

جدول ۷: نتایج آزمون U مان – ویتنی برای کیفیت کلی طرح در کارگاه ۱ و ۲

Table 7: Results of Mann-Whitney U test for general quality of design in workshop 1 & 2

	Group	Number	Mean of score	Total of scores	Z	S
	Control	12	15.67	188	-2.194	0.028
Workshop 1	Experiment	12	9.33	112		
	Total	24	-	-	-	p <0.05
	Control	14	16.83	202	-3.002	0.003
Workshop 2	Experiment	14	8.17	98		
	Total	28	-	-	-	p <0.01

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین رتبه‌های کیفیت کلی فرآورده‌های دانشجویان گروه گواه در کارگاه ۲ برابر با «۱۶/۸۳» و گروه آزمون همان کارگاه برابر با «۸/۱۷» می‌باشد (جدول۷). همان‌طور که مشاهده می‌شود اختلاف میانگین رتبه‌ها محسوس است. به نحوی‌که مقدار آزمون Z برابر با «۳/۰۰۲-» است و سطح معناداری برابر «۰/۰۰۳» برآورد شد؛ بنابراین سطح معناداری برآورد شده در حد ۰/۰۱ >p سطح مطلوبی دارد. نتایج آزمون نشان از رد فرضیه آماری دارد و می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد دانشجویان گروه آزمون و گواه در کیفیت کلی فرآورده‌ها متفاوت است.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش نشانگر آن است که:

- عملکرد آزمودنی‌های گروه آزمون در تمامی ملاک‌های داوری به غیر از ملاک‌های بستر و ارائه در هر دو کارگاه و ملاک سازماندهی فضایی-عملکردی در کارگاه ۱، تفاوت معنی‌داری با آزمودنی‌های گروه گواه دارد. یافته‌ها نشان‌دهنده تأثیر کاربرد مفاهیم ریاضی در کیفیت فرآورده طراحی می‌باشد.
- نمرات نهایی چهار پروژه در طراحی به ترتیب «۶۲/۵۷»، «۶۶/۲۹»، «۷۱/۳۷» و «۷۵/۳۱» و در ریاضیات «۶۴/۹۹»، «۶۹/۲۷»، «۷۱/۷۲» و «۷۴/۹» می‌باشد. نمرات کیفیت کلی طراحی در پروژه ۱ کارگاه ۱ به‌طورجزئی پایین‌تر از پروژه‌های دیگر بود. دلیل منطقی برای آن را به‌این‌صورت می‌توان مطرح کرد که در این پروژه دانشجویان برای اولین بار با مسأله طراحی درگیر می‌شدند.

جدول۸: نتایج آزمون U مان – ویتنی برای فرض پژوهشی شماره ۷ در کارگاه ۲: کیفیت کلی طرح

Table 8: Results of Mann-Whitney U test for hypothesis 7 in workshop 2: general quality of design

		Experimental group of design	Math scores
Experimental group of design	Pearson correlation	1	.384**
	Sig. (2-tailed)		.007
	N	48	48
Math scores	Pearson correlation	.384**	1
	Sig. (2-tailed)	.007	
	N	48	48

- نمرات نهایی برای استفاده از پارامترها در چهار پروژه پایین‌تر از دیگر معیارهای ریاضی بود. این تفاوت ناشی از دانش پایه دانشجویان قابل تحلیل است.
- هم‌بستگی زیاد بین طراحی و نمرات ریاضی به‌طور مستقل در پروژه ۱ کارگاه ۱ (p= ۰/۵۹۴) و پروژه ۲ کارگاه ۲ (p=۰/۶۰۴) دیده شد. نتیجه، ترکیب قوی جنبه‌های طراحی و ریاضی را در این پروژه‌ها نشان می‌دهد. در پروژه ۲ کارگاه ۱ هم‌بستگی بین نمرات پایین‌تر بود (p=۰/۱۶۶). توضیح ممکن می‌تواند مبتنی‌بر عدم استفاده از مواد واقعی و تجربه تبدیل تجزیه و تحلیل‌های نظری به عملی در تمرین باشد.
- بالاترین نمرات میانگین در بین فاکتورهای ریاضی در راهکارهای پیچیدگی هندسی «۸۱/۸۹» به‌دست آمد. دانشجویان ازآنجاکه به‌طور ذاتی برای کسب تجربه در طراحی شکل‌های پیچیده هندسی اشتیاق داشتند؛ به‌خوبی راهکارهای ترکیبی پیچیده هندسی را توسعه دادند.
- میانگین نمره ملاک مربوط به مدل فیزیکی از نمره ملاک ترسیمی بالاتر بود «۷۸/۶۶ » و «۷۸/۱». منطق ممکن برای توجیه مسأله می‌تواند مزایای آموزشی ساخت مدل‌های فیزیکی واقعی باشد که در ادبیات آموزشی بیشتر مورد تأکید قرار می‌گیرد.
- هم‌بستگی نزدیک بین طراحی و نمرات ریاضی دیده می‌شود (p=۰/۳۸۴) که نتیجه نشانگر ترکیب قوی بین طراحی و جنبه‌های ریاضی در پروژه‌های دوره می‌باشد.

نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف انگاره‌پردازی و آزمون کاربست مدل تجویزی برای رشد توانایی طراحی دانشجویان معماری انجام گرفت. مدل تجویزی برآیند دلالت‌های آموزشی الگوی مسائل طراحی و نیز مدل برنامه‌ریزی و ارزشیابی برای یک برنامه آموزشی پروژه‌محور در معماری است. مدل توصیفی ارتقای توانایی طراحی، به‌طور اساسی مبتنی‌بر الگوی مسائل طراحی لاوسون است و مدل برنامه‌ریزی آموزشی نیز بر اساس الگوی پیشنهادی تیمور (۱۹۹۲) انگاره‌پردازی شده است. برمبنای مدل توصیفی، برای دانشجویان معماری در استودیوهای طراحی پایه، ارتقای توانایی حاصل کسب و بسط طرحواره‌های طراحی براساس فرایند عمومی طراحی و شناخت مسائل طراحی به‌صورت مستقل و ترکیبی می‌باشد.

طبق مدل تجویزی، فرضیه تحقیق این است که کاربرد مفاهیم ریاضی در آموزش طراحی می‌تواند به کسب و بسط هر چه مؤثرتر و غنی‌تر طرحواره‌های طراحی بیانجامد که موجب پردازش ساختاریافته دانش ریاضی در ذهن دانشجویان و افزایش خلق ایده‌های راه‌حل در مراحل اولیه فرایند طراحی در آنها می‌گردد.

در این راستا برای اثبات فرضیه اصلی تحقیق، به بررسی تأثیر کاربرد مفاهیم ریاضی به صورت عملی بر دانشجویان کارگاه مقدمات طراحی معماری ۱ و ۲ در دانشگاه آزاد ارومیه پرداختیم. آزمودنی‌های تحقیق به دو گروه گواه و آزمون منتسب شدند. در گروه گواه روش آموزشی پیشنهاد شده توسط شورای‌عالی برنامه‌ریزی و در گروه آزمون روش آموزشی پیشنهادی پژوهش به‌کار گرفته شد. توانایی طراحی معماری آزمودنی‌ها توسط روش سنجش عملکردی سنجیده شد. داده‌های پژوهش از طریق تعیین رتبه‌های فرآورده‌های طراحی دانشجویان، براساس ملاک‌های داوری، انجام گرفت.

با تأکید بر جنبه‌های جبری، حساب، هندسی و نمادین مفاهیم ریاضی در قالب چهار عامل فرایند طراحی لاوسون؛ شکلی، بنیادین، عملی و نمادین؛ چهار تمرین در دو کارگاه مقدمات طراحی برنامه‌ریزی و مورد تجربه قرار گرفت. دانشجویان در این دوره‌ها یاد گرفتند که ریاضیات را به عنوان منبعی از راهکارهای خلاقانه و ابزاری برای پاسخگویی به

www.SID.ir

Archive of SID

معیارهای طراحی، همچون کارایی سازه‌ای، عملکرد، بهینه‌سازی، تنوع فرم، ایستایی و دقت مورد استفاده قرار دهند. هر چهار تمرین در این کارگاه‌ها شامل مطالعه مفاهیم و روش‌های ریاضی در ارتباط با معماری، تمرین در حل مسائل ریاضی و یک پروژه طراحی می‌شد. فعالیت‌های یادگیری ریاضی در پروژه‌ها شامل توضیح تجلیلی سمبل‌های استعاره‌ای و جنبه‌های قیاسی ایده پروژه؛ جستجو برای فرم‌های هندسی مناسب و تجزیه و تحلیل آنها، ترکیب، ارزشیابی، و تجدید نظر راهکارهای هندسی، تحلیل ریاضی معیار زیبایی، تناسبات، کارآیی، مدولاریته و صحت؛ یافتن راه کار بهینه و تحقق آن؛ ساخت مدل‌های فیزیکی و صوری بر اساس ابعاد، مقیاس و عملکرد محاسبه شده بود.

یافته‌های تحقیق مشخص کردند که عملکرد دانشجویان گروه آزمون در تمامی ملاک‌ها از دانشجویان گروه گواه بهتر است. با این‌حال، عملکرد دانشجویان گروه آزمون در هر دو کارگاه در ملاک‌های ارائه کیفیت فرآورده‌های طراحی و ملاحظات بستر و در کارگاه ۱ در ملاک سازماندهی فضایی و عملکردی تفاوت معناداری با گروه گواه ندارد. عملکرد بهتر آزمودنی‌های گروه آزمون در همه ملاک‌های داوری، به‌غیر از ملاک ارائه را می‌توان به توانایی بیشتر ایشان در تولید ایده راه‌حل تفسیر کرد.

در مقایسه سنجش کیفیت کلی طراحی در پروژه‌های مختلف، نتایج ارزشیابی دوره نشانگر این است که دانشجویان شکل‌های هندسی پیچیده را به‌عنوان راهکارهای طراحی خلاق و کارآمد در تکالیف خود به کار بستند و کاربرد مفاهیم ریاضی در کیفیت کلی طراحی دانشجویان و شکل‌گیری ایده راه‌حل تأثیر مثبت داشته است. نمرات کیفیت کلی طراحی در پروژه ۱ کارگاه ۱ به‌طور جزئی پایین‌تر از پروژه‌های دیگر بود. دلیل منطقی برای آن را به این‌صورت می‌توان مطرح کرد که در این پروژه دانشجویان برای اولین بار با مسأله طراحی درگیر می‌شدند.

هم‌بستگی نزدیک بین طراحی و نمرات ریاضی (p=۰/۳۸۴). نتیجه نشانگر ترکیب قوی بین طراحی و جنبه‌های ریاضی در پروژه‌های دوره می‌باشد. هم‌بستگی زیاد بین طراحی و نمرات ریاضی به‌طور مستقل در پروژه ۱ کارگاه ۱ (p=۰/۵۹۴) و پروژه ۲ کارگاه ۲ (p=۰/۶۰۴) دیده می‌شد که نتیجه تأثیر مثبت کاربرد مفاهیم ریاضی در طراحی معماری را در این پروژه‌ها نشان می‌دهد. هم‌بستگی پایین بین نمرات در پروژه ۲ کارگاه ۱ هم‌بستگی (p=۰/۱۶۶) را می‌توان مبتنی‌بر عدم استفاده از مواد واقعی و تجربه تبدیل تجزیه و تحلیل‌های نظری به عملی در تمرین دانست. در تحلیل کلی آزمایش در نتیجه طراحی یک دوره ترکیبی ریاضی و طراحی در آتلیه معماری، تأثیر مثبت کاربرد مفاهیم ریاضی در کیفیت طراحی معماری دانشجویان کاملاً مشهود است و فرضیه پژوهش را اثبات می‌نماید.

مشارکت نویسندگان

الهام محمدزاده چیانه : پژوهشگر دکترا ، ایده اصلی و طراحی پژوهش، گردآوری و آنالیز داده ها، نگارش مقاله

حسین سلطان زاده : استاد راهنما پژوهش

مزین دهباشی شریف: استاد مشاور پژوهش

غزال کرامتی: استاد مشاور پژوهش

تشکر و قدردانی

این مقاله در راستای رساله دکتری الهام محمدزاده چیانه در گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی نگاشته شده است و از تمامی استادان و دانشجویان دانشگاه آزاد اسلاهمی واحد تهران مرکزی و واحد ارومیه که در انجام این تحقیق ما را یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع و مآخذ

[1] Teymur N. *Architectural education: Issues in educational practice and policy*. London: Question Press; 1992.

[2] Banerjee HK, De Graaf E. Problem-based learning in architecture: Problems of integration of technical disciplines. *European Journal of Engineering Education*. 1996; 21(2): 185-196.

[3] Mohammadzadeh Chianeh E, Soltanzadeh H. [A comparative study of mathematics role in architectural education at domestic and foreign Universities]. *Journal of Technology of Education*. 2018; 13(1): 29-40. Persian.

[4] Daneshgar Moghaddam G. [Understanding the design in architectural education: effective elements in understanding the design concepts as a start point for beginners]. *Journal of Honar-ha-ye-ziba, Memari-va-shahrsazi*; 37: 59-68. Persian.

[5] Uluoglu B. Design knowledge communicated in studio critiques. *Design Studies*. 2000; 21 (1): 33–58.

[6] Nadimi H. [Translation of how designers think? The design process demystified]. Lawson B (Author). Tehran: Shahid Beheshti University Publication; 2013. P. 125-220. Persian

[7] Cross N. The nature and nurture of design ability. *Design Studios*. 1999; 11 (3): 127-140.

[8] Danesh M. [Translation of role of mathematics in western culture]. Morris K (Author). Tehran: Elmi farhangi publication; 2009. P. 52-70. Persian.

[9] Taheri J. [Architecture and mathematics in texts of Islamic era. *Journal of Persian Architecture Study*. 2015; 7: 127-150. Persian.

[10] Farabi AM. *Ehsa-Al-Olum* (2nd Ed.). Egypt: Arabic Dar Al Fikr; 1949.

www.SID.ir

Archive of SID

[11] Salingaros NA. Architecture, Patterns and Mathematics. *Nexus Network Journal*. 1999; 1: 75-85.

[12] Ghadami M. [Role of secondary school in improving aesthetics skills of architecture students; Case study: Discrete trainings in high schools and continuous trainings in vocational schools]. *Naghshe Jahan Quarterly*. 2011; 1: 5-20. Persian.

[13] Lilian M, Abedi M, Baghaei P, Bahrami M. *The theories and methods of architectural design*. Tehran: Azadpeima Publication; 2015. Persian

[14] Gharibpur A, Totonchi moghaddam M. [Evaluation of architectural training in BA in Iran in view of culture element]. *Journal of Persian Architecture Studies.* 2016; 10: 141-160. Persian.

[15] Mehdizadeh Seraj F, Farsi Mohammadpur A. [Adjusting the curriculum for teaching the basics of architectural design on the basis of future requirements of students in architectural design studios (Case study: New students of Iran University of Science & Technology in 2004-2006)]. *Journal of Honar-ha-ye-ziba, Memari-va-shahrsazi, College of Fine Arts.* 2012; 17 (4): 61-70. Persian.

[16] Ansari H. *Design problems and educational strategies in solving them*. Papere presented in the 3rd Conference on Architectural education: challenges, and strategies: 2008: 23-52: Tehran University, College of Fine Arts, School of Architecture. Persian.

[17] Noghre kar S. *The guidelines to improve architectural education in Iran* [doctoral dissertation]. Tehran: University of Science & Technology; 2010: 92-105.

[18] Ajdari A. Bahrami Panah A. *Toward a joint strategy in design education*. Paper presented in the 3rd conference on architectural education: Challenges and strategies: 2009: 38-45: Tehran University, College of Fine Arts, School of Architecture. Persian.

[19] Mac Allister K. The design process-making it relevant for student. *Archnet-IJAR, International Journal of Architectural Research*. 2010; 4: 2-3.

[20] Salama A. *New Trends in architectural educational: Designing the esign Studio*. North Carolina USA: Tailored Text, Raleigh; 1995: 88-102.

[21] Nabih HE. Process-based learning: Towards theoretical and lecture-based coursework in studio style. *Archnet-IJAR; International Journal of Architectural Research*. 2010; 4 (2-3): 90-160.

[22] Nottoli, H. Methods for evaluation in mathematics for architecture and eesign. *Nexus Network Journal*. 2005; 7(1): 69-76.

[23] Verner IM, Maor S. Mathematical mode of thought in architecture design education: A case study. *Nexus Network Journal*. 2006; 8(1): 93-107.

[24] Maor S, Verner IM. Mathematical aspects in an architectural design course: The concept, design assignments, and follow-up. *Nexus Network Journal*. 2007; 9(2): 363-377.

[25] Mahmoudi SAS. [Challenges of architectural education in Iran: Opinions of academicians and students]. *Fine Arts*. 2002; 12: 70-79. Persian.

[27] Karimi Moshaver M. [Relationship between learning and performance of students in architectural design workshop]. *Journal of Bagh- e Nazar: The Scientific Journal of Nazar*. 2012; 9(20): 3-11. Persian.

[28] Nejad Ebrahimi A, Aliabadi M. The role of mathematics and geometry in formation of Persian architecture. *Asian Culture and History*. 2015; 7(1): 220-239. Doi: 10.5539/ach. V.7N.1, 220.

[29] Rezazade Ardabili M, Sabetfard M. [Application of geometric principles in traditional architecture, case study: Sun Palace and its hidden architecture]. *Journal of Honar-ha-ye-ziba, Memari-va-shahrsazi.* 2013; 18(1): 29-44. Persian.

[30] Institute of planning in higher education. *General descriptions, curriculum and syllabus in architectural engineering,* Tehran: Ministry of Sciences and Higher Education. 1998; P.12-19.

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

الهام محمدزاده چیانه؛ عضو هیات‌علمی گروه معماری دانشگاه آزاد اسلامی ارومیه، دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد پیوسته معماری از دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۲ می‌باشد. پژوهش حاضر برگرفته از رساله دکتری نویسنده است که در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی موفق به دفاع از آن گردید. پژوهش‌های نویسنده در زمینه ریاضی و معماری، معماری پایدار و تعامل معماری با طبیعت می‌باشد.

Mohammadzadeh Chianeh, E. PhD Student, Architecture, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
elham.chiyaneh@alumni.ut.ac.ir

حسین سلطان‌زاده دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی می‌باشد؛ در حالی که موفق به اخذ مدرک مهندسی معماری از دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران در سال ۱۳۶۶ و اخذ مدرک دکتری تخصصی معماری از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران در ۱۳۸۵ گردیده، بیش از ۱۰۰ کتاب تألیفی، کتاب ترجمه شده، مقالات مختلف در مجلات علمی- پژوهشی و مجلات معتبر خارجی در

www.SID.ir

Archive of SID

رزومه خود دارند. اثر برگزیده وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی در سال ۱۳۷۶ متعلق به ایشان می‌باشد.

Soltanzadeh, H. Associate Professor, Architecture, Architecture, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
Hos.soltanzadeh@iauctb.ac.ir

مزین دهباشی شریف استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی در دانشکده معماری و شهرسازی می‌باشد. ایشان در حوزه‌های معماری معاصر، رابطه فناوری‌های نوین و معماری پایدار و الگوهای معماری مسکونی ایرانی-اسلامی پژوهش و فعالیت دارد.

Dehbashi Sharif, M. Assistant Professor, Architecture, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
Moz.dehbashi_Sharif@iauctb.ac.ir

غزال کرامتی استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده معماری و شهرسازی، دارای مدرک دکترای معماری از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات می‌باشد. ایشان کارشناسی‌ارشد شهرسازی از دانشگاه تهران و معماری از دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی دارند و در حوزه‌های معماری و طراحی شهری دوستدار طبیعت و زمینه‌گرا، هندسه در معماری و شهر ایرانی - اسلامی و روانشناسی محیطی فعالیت می‌کند.

Keramati, Gh. Assistant Prof., Architecture and Urban Design, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
GH. Keramati @iauctb.ac.ir

Citation (Vancoure): Mohammadzadeh Chianeh E, Soltanzadeh H, Dehbashi Sharif M, Keramati Gh . [The Role of mathematical thought in the improvement of architecture students' abilities on logical aspects of design]. *Tech. Edu. J.* 2020; 14(3): 615-628
http://dx.doi.org/10.22061/jte.2019.4809.2121

COPYRIGHTS
©2020 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

www.SID.ir