



Review Paper

## A comparative study of mathematics role in architectural education at domestic and foreign Universities

E. Mohammadzadeh Chianeh, H. Soltanzadeh\*

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

### ABSTRACT

Received: 18 March 2018

Reviewed: 20 June 2017

Revised: 31 May 2018

Accepted: 11 July 2018

#### KEYWORDS:

Architecture education

Mathematics

Architecture design

Curriculum

University

\* Corresponding author

✉ [hos.soltanzadeh@iauctb.ac.ir](mailto:hos.soltanzadeh@iauctb.ac.ir)

☎ (+9821) 66569780

**Background and Objectives:** Architecture training is to enable students to create three-dimensional spaces for human activities or to provide a better environment for human societies. Today, a wide range of different activities in the fields of skills, industry, creativity, knowledge, wisdom, are under the general title of "architectural education" in the schools of architecture. Typically, the curriculum in contemporary architecture schools is a set of basic courses that develop design knowledge, technology courses that develop the scientific formation of architecture; art courses to express architecture and finally design courses, which is a combination of the previous three and is the defining part of design education. The necessity of mathematics education and application of its concepts in architectural design is among major concerns of educational programs in universities and contemporary educational institutions. In architectural education in Iran, mathematics is delivered through traditional methods and independent from design practical courses. Moreover, mathematics is considered as a secondary course or sometimes an intricate problem in education. Professors of architecture always point to difficulties of students in understanding mathematical concepts and their application in structural design process.

**Methods:** Therefore, the present study tries to compare the degree of attention to mathematics in architectural curricula in selected universities abroad and in Iran in order to provide a comprehensive knowledge regarding the place of mathematics in the curricula of these countries and prepare the ground for the development of an appropriate educational program incorporating mathematics in architectural education curriculum in our country.

**Findings:** Comparative analysis of mathematics role in curricula of different universities and its targets via applied analytical-descriptive research method suggests that average mathematical courses provided in US architectural schools during the training course is 3%, in Asian countries 2.2% and in Iran 1.7%. The results emphasize the coordination of mathematical teaching methods with modern developments in design process and show that it entails mathematical knowledge delivered in the format of combined independent courses as preliminary, applied, technological and design.

**Conclusion:** Mathematics courses and their teaching in architecture must be in line with new developments in the design process. This issue requires the definition of new courses in the field of mathematical application in architecture, mathematical history in architecture, as well as combined courses to transfer mathematical knowledge to design workshops. The subject of mathematics courses as independent preparation and basic courses for engineering students with the content of calculus, mathematics or their combination should be revised. This will give a new definition to the nature of the relationship between architecture and mathematics, as the role of mathematics in design was a priority in the Middle Ages. Considering the design workshop as the core of the architecture education program in the first and second academic year with an average of 40-36 credits per year, it is necessary to apply and new meaning of mathematics in introductory design workshops in two analytical-logical and structural concepts. Pay attention.



NUMBER OF REFERENCES

23



NUMBER OF FIGURES

5



NUMBER OF TABLES

3

## مقاله مروری

## ارزیابی و بررسی تطبیقی نقش ریاضیات در آموزش معماری در دانشگاه‌های داخل و خارج از کشور

الهام محمدزاده چیانه، حسین سلطانزاده\*

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

## چکیده

**پیشینه و اهداف:** آموزش معماری به منظور توانمند نمودن دانشجویان جهت خلق فضاهایی سه بعدی برای فعالیت‌های بشری و یا فراهم آوری محیطی بهتر برای جوامع بشری است. امروزه طیف وسیعی از فعالیت‌های گوناگون در عرصه‌های مهارت، صنعت، خلاقیت، دانش، معرفت و حکمت، تحت عنوان کلی «آموزش معماری» در مدرسه‌های معماری جریان دارد. به طور معمول برنامه آموزشی در مدارس معماری معاصر مجموعه‌ای است از دروس پایه که دانش طراحی را بسط می‌دهند، دروس تکنولوژی که شکل‌گیری علمی معماری را توسعه می‌دهند؛ دوره‌های هنری برای بیان معماری و در نهایت دروس طراحی، که ترکیبی از سه مورد قبلی بوده و بخش تعیین‌کننده آموزش طراحی می‌باشد.

ضرورت آموزش ریاضی و کاربرد مؤثر مفاهیم آن در طراحی معماری از دغدغه‌های مهم برنامه‌های آموزشی دانشگاه‌ها و مؤسسات معاصر به‌شمار می‌رود. در نظام آموزشی معماری در ایران ریاضی به شیوه سنتی و مستقل از دوره‌های عملی طراحی و آموزش داده می‌شود و با دانش ریاضی به عنوان یک موضوع فرعی و بعضاً یک معضل در عرصه آموزش برخورد می‌شود. اساتید معماری همواره به مشکلات دانشجویان در درک مفاهیم ریاضیات و کاربرد آن در فرآیند طراحی و سازه اشاره می‌کنند.

**روش‌ها:** در این راستا تحقیق حاضر درصدد است تا میزان توجه به ریاضیات در برنامه آموزش معماری را در برخی دانشگاه‌های منتخب خارجی و ایران مقایسه کند، تا با درکی جامع از چگونگی رویکرد این کشورها به جایگاه دانش ریاضی در برنامه‌های آموزشی خود بتواند به ایجاد زمینه طراحی الگوی آموزشی مناسب برای تلفیق این دانش با برنامه‌های درسی آموزش معماری در کشورمان کمک نماید.

**یافته‌ها:** بررسی و مقایسه تطبیقی جایگاه دروس ریاضی در برنامه آموزشی دانشگاه‌های مختلف و اهداف آن، با روش تحقیق توصیفی تحلیلی و هدف کاربردی نشان می‌دهد، میانگین دروس ریاضی ارائه شده در مدارس معماری ایالت متحده در طول دوره آموزشی ۳٪؛ کشورهای آسیایی ۲/۲٪، و در ایران ۱/۷٪ می‌باشد. بررسی‌های این پژوهش بر لزوم هماهنگی روش‌های آموزش ریاضی با تحولات جدید در فرآیند طراحی تأکید داشته و آن را مستلزم انتقال دانش ریاضی در قالب دوره‌های مستقل و ترکیبی با رویکرد مقدماتی، کاربردی، تکنولوژی و طراحی می‌داند.

**نتیجه‌گیری:** دوره‌های ریاضیات و آموزش آن در معماری باید با تحولات جدید در فرآیند طراحی هماهنگی داشته باشد. این موضوع مستلزم تعریف دوره‌های جدید در زمینه کاربرد ریاضی در معماری، تاریخ ریاضی در معماری و همچنین دوره‌های ترکیبی جهت انتقال دانش ریاضی به کارگاه‌های طراحی می‌باشد. سرفصل دروس ریاضیات به عنوان دروس مستقل آمادگی و پایه دانشجویان مهندسی با محتوای حساب دیفرانسیل و انتگرال، ریاضیات و یا ترکیب آن‌ها بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد. این موضوع تعریف جدیدی برای ذات ارتباط بین معماری و ریاضیات خواهد داشت همانطور که در قرون وسطی نقش ریاضیات در طراحی در اولویت قرار داشت. با در نظر گرفتن کارگاه طراحی به عنوان هسته برنامه آموزشی معماری در سال اول و دوم تحصیلی با میانگین ۴۰-۳۶ واحد درسی در هر سال، لازم است کاربرد و معنای جدید ریاضیات در کارگاه‌های مقدماتی طراحی در دو مفهوم تحلیلی-منطقی و ساختاری مورد توجه قرار گیرد.

تاریخ دریافت: ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶

تاریخ داوری: ۳۰ خرداد ۱۳۹۶

تاریخ اصلاح: ۰۴ تیر ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: ۱۴ تیر ۱۳۹۶

## واژگان کلیدی:

آموزش معماری

ریاضیات

طراحی معماری

برنامه آموزشی

دانشگاه

\* نویسنده مسئول

hos.soltanzadeh@iauctb.ac.ir

۰۲۱-۶۶۵۶۹۷۸۰

## مقدمه

ظرفیت یادگیری ریاضی در دانش آموختگان می‌باشند و این در تضاد شدید با افزایش پیشرفت‌های تکنولوژیکی در زمان حال می‌باشد [۸]. وی بر فقدان علاقه دانشجویان معماری به دانش ریاضی و نقش آن در معماری معاصر تأکید می‌ورزد. عوامل مختلفی در پدید آمدن این مشکل نقش دارند. آموزش دانشگاهی معماری با ظهور مدرنیسم در دنیای غرب و به تبع 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 متکی بر الگوها تأثیرگذار است.

الگوها در معماری قرن بیستم ظرفیت ما را برای فرایند گرایی فکری و تفسیر ذهنی الگوها متأثر ساخته است. اخیراً اثبات شده که چگونه معماری سنتی از قوانین ریاضی تبعیت کرده است. آن قوانین منجر به ساختمان‌هایی شده‌اند که فرم آنها به میزان کم یا زیاد اطلاعات و کیفیت ریاضی گونه را دربر می‌گیرند. از دیرباز، ایرانیان ریاضیات را به عنوان بخشی از دانش ضروری برای تفکر و استدلال منطقی می‌دانستند. معماری اسلامی متأثر از تفکر دو قلمرو کلیدی یونان و ایران، با ریاضیات عجین بود [۹]؛ در حالی که معماری قرن بیستم دقیقاً با حذف این کیفیت‌ها به نوگرایی و قطع رابطه با گذشته دست یافته است [۸].

روانشناسان محیطی می‌دانند که محیط اطراف ما نه تنها بر روش فکر کردن ما تأثیر می‌گذارد بلکه در توسعه فکری ما نیز مؤثر است. این محیط توسط معماران که امروزه در دانشگاه‌ها تحصیل می‌کنند خلق می‌شود و تأثیر آن‌ها غیرقابل انکار می‌باشد. اطلاعات سازمان یافته ریاضی پاسخ‌های احساسی مثبت به وجود می‌آورند. اگر ما در محیطی بزرگ شده‌ایم که به طور ضمنی فاقد ریاضیات می‌باشد، این موضوع تمایل و علاقه به ریاضیات و توانایی ما در دریافت مفاهیم ریاضی را به طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد [۸].

در نقش ساختارهای ریاضی در معماری معاصر، رویکرد معماران به ریاضیات از آنچه که معمولاً در آموزش معماری مطرح است، بسیار متمایز می‌باشد؛ طوری که ریاضی به روشی تدریس می‌شود که به ندرت کسی را علاقه‌مند می‌کند و خارج از فرآیند طراحی خلاقانه می‌باشد. در منطق تاریخی، ناسازگاری رابطه معماری و ریاضیات به دو صورت مورد قضاوت بوده است: ۱- همواره پروژه معماری یک محصول صرفاً هنری دیده شده است که فقط بعد از تولید می‌تواند موضوع بررسی علمی قرارگیرد. ۲- انتزاع و خشکی ریاضی با آزادی معماری همخوان نمی‌باشد [۱۰].

آموزش معماری به منظور توانمند نمودن دانشجویان جهت خلق فضاهایی سه بعدی برای فعالیت‌های بشری و یا فراهم آوری محیطی بهتر برای جوامع بشری است [۱]. امروزه طیف وسیعی از فعالیت‌های گوناگون در عرصه‌های مهارت، صنعت، خلاقیت، دانش، معرفت و حکمت، تحت عنوان کلی «آموزش معماری» در مدرسه‌های معماری جریان دارد [۲]. به طور معمول برنامه آموزشی در مدارس معماری معاصر مجموعه‌ای است از دروس پایه که دانش طراحی را بسط می‌دهند، دروس تکنولوژی که شکل‌گیری علمی معماری را توسعه می‌دهند؛ دوره‌های هنری برای بیان معماری و در نهایت دروس طراحی، که ترکیبی از سه مورد قبلی بوده و بخش تعیین‌کننده آموزش طراحی می‌باشد [۳].

آموزش معماری، از دیدگاه علم آموزش، بر اساس روش‌شناسی سازنده گرا با تکیه بر یادگیری به عنوان یک فرآیند فعال که یادگیرنده دانش خود را از طریق تمرین و تعامل با محیط توسعه می‌دهد، پایه ریزی شده است [۴]. برنامه آموزش معماری شامل دو بخش اصلی آموزش مقدماتی (نظری) و آموزش عملی مسأله-محور می‌باشد. در دانشکده‌های معماری ایران بخش آموزش نظری به شیوه سنتی و به صورت سخنرانی ارائه می‌شود [۵]؛ در حالی که بخش دوم آموزش به روش یادگیری پروژه-محور در آتلیه طراحی معماری انجام می‌گیرد. دهه‌های اخیر شاهد افزایش تحقیقات و بحث‌ها حول تعامل بین معماری و ریاضی بوده، به نحوی که همکاری دو طرفه معماری و تفکر ریاضیات در پژوهش‌های متعددی مورد تأکید قرار گرفته است. تعدادی از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی دوره‌های آموزش ریاضی را براساس رابطه بین ریاضی و معماری آن‌چنان که توسط کاپراف (Kappraff) توضیح داده شده برنامه ریزی کرده‌اند، در حالی که اطلاعات بسیار محدودی در مورد جنبه‌های آموزشی این دوره‌ها موجود است [۶]. نیاز جدی برای یک جستجوی جامع و مطالعات تجربی در مورد برنامه درسی ریاضیات برای آموزش معماری وجود دارد [۷]. این مطالعات به کاهش شکاف بین ایده‌های موافق و مخالف آموزش ریاضیات در معماری کمک خواهد نمود.

از نظر سالینگاروس (Salinargos) ارتباط نزدیک و سنتی بین معماری و ریاضی در قرن بیستم تغییر می‌یابد. دانشجویان معماری نیاز چندانی به پیش‌زمینه ریاضی احساس نمی‌کنند. معلمان ریاضی در افسوس برای این واقعیت که تمایل به یادگیری ریاضی هر روز کمتر و کمتر می‌شود، شاهد کاهش

میزان توجه به دروس ریاضیات در برنامه آموزشی معماری را در برخی از دانشگاه‌های منتخب خارجی و ایران باهم مقایسه کند، تا با درکی جامع از چگونگی رویکرد این کشورها به جایگاه دانش ریاضی در برنامه‌های آموزشی خود، بتواند به ایجاد زمینه‌های طراحی الگوی آموزشی مناسب برای تلفیق بیشتر این دانش با برنامه‌های درسی آموزش معماری کشورمان کمک نماید. به نظر می‌رسد یکی از مسائل مهم پیش رو در بهبود آموزش ریاضی در رشته معماری درک اهمیت آن در فرآیند طراحی و چگونگی گنجاندن آن در برنامه‌های دروس معماری می‌باشد. بنابراین پرسش اصلی تحقیق این چنین مطرح می‌گردد: اهداف آموزش ریاضی در برنامه آموزشی معماری در کشورهای منتخب خارجی و ایران کدام است و میزان توجه به این درس در برنامه آموزش معماری دانشگاه‌های منتخب در این کشورها به چه نحوی می‌باشد؟

مطالعات اولیه این تحقیق می‌تواند دریچه‌ای نو جهت تدوین مدل‌های آموزش ریاضی در فرآیند طراحی با اصول و مفاهیم هدفمند، ساختار و عناصر برنامه مورد نظر در فرآیند طراحی و ارزشیابی آن در برنامه آموزشی مؤسسات معاصر باشد که با تکیه بر دانش ریاضی در طراحی معماری صورت می‌پذیرد.

### روش تحقیق

در راستای دستیابی به هدف نهایی، این پژوهش در دو مرحله انجام گرفته است. در مرحله اول با روش توصیفی-تحلیلی و به صورت نظری با کمک مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، به بررسی مبانی نظری و چارچوب نظری تحقیق پیرامون کشورهای مختلف در حوزه‌ی استفاده از ریاضیات در آموزش معماری پرداخته شده است و در مرحله دوم داده‌ها طبقه بندی و به صورت تطبیقی مقایسه شده‌اند.

برای گردآوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز علاوه بر مراجعه به مقالات و کتب علمی معتبر، منبع دیگری که برای به دست آوردن برنامه آموزشی دانشگاه‌های مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفت، وب سایت‌های مربوط به دانشگاه‌های مذکور بود و در مواردی دانشگاه‌ها برنامه آموزشی خود را در اختیار نگارنده قرار داده‌اند [۱۵-۱۲].

### مبانی نظری

در بررسی کاربرد ریاضیات در معماری معاصر، رویکرد معماران به مبحث ریاضیات بسیار متفاوت است. امروزه مطالعات گسترده‌ای در زمینه ارتباط هنر و ریاضیات در سطح جهان صورت می‌گیرد؛

آموزش معماری، نیازمند به کارگیری روش‌های کارآمدی است تا در پاسخگویی به نیازهای کمی و کیفی برگرفته از توسعه اجتماعی-اقتصادی نوین کارایی خود را به نمایش بگذارد. در این راستا مدارس معماری و مؤسسات مختلف آموزش عالی در جهان و در کشور ما تلاش می‌نمایند تا با تنظیم برنامه و محتوای دروس و ارائه آنها به روش‌های شایسته و مناسب، پاسخ‌های مناسب‌تری برای اهداف آموزشی و چشم اندازهای ترسیم شده آماده سازند. این تلاش‌ها از سویی باید به تولید دانش معماری بیانجامد و از طرف دیگر آموزش این دانش را به صورت رسمی در مؤسسات و محیط‌های آموزشی نهادینه ساز [۱۱]. به همین سبب از گذشته تا حال، مدارس معماری آموزش این رشته را با شیوه‌های گوناگون و بعضاً کاملاً متفاوت دنبال نموده‌اند و در این راستا نقش و ظرفیت آموزش‌های نظری و میزان توجه به تعالیم عملی و حرفه‌ای، از مصادیق بارز نگاه متفاوت به آموزش و از مؤلفه‌های اصلی تمایز دیدگاه‌ها و شیوه‌های آموزشی بوده است. امروزه آموزش معماری، به عنوان یکی از شاخه‌های ویژه آموزش، به گسترش توانایی‌های ابتکاری نیاز دارد.

در نظام آموزشی دانشکده‌های معماری ایران اصول بکارگیری مفاهیم ریاضی در مهارت‌های طراحی دانشجویان نقشی ندارد و آموزش به همان شیوه سنتی از طریق تدریس به طریق سخنرانی ارائه می‌شود. اساتید معماری همواره به مشکلات دانشجویان در درک مفاهیم ریاضی و کاربرد آن در مفاهیم طراحی معماری و سازه اشاره می‌کنند. بدین ترتیب تحولاتی در این زمینه احساس می‌شود.

با این وجود، در کشورهای گوناگون رویکردهای آموزش ریاضی در معماری یکسان نبوده‌است. برخی کشورها طی دهه‌های اخیر پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در این زمینه داشته‌اند و متعاقب آن آموزش ریاضی در آن‌ها رشدی چشمگیر داشته و نتایج آن در محصول معماری آن کشورها مشهود است. بررسی آموزش ریاضی و مرور پیشینه ادبی و تحقیقات انجام گرفته در کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد که روش‌های نوین آموزشی در تلفیق دروس نظری و عملی تأثیرات غیرقابل انکاری در این پیشرفت داشته‌اند. در کشور ما نیز علاوه بر نیاز به اصلاح بسترهای لازم در نظام آموزشی به صورت عام و آموزش ریاضی به صورت خاص، لزوم رویکردی جدید به آموزش ریاضی در برنامه ریزی درسی آتلیه‌های طراحی معماری، بیشتر از هر زمان دیگر مشهود است. رویکردی که دانش ریاضی در آن نقش اساسی بازی می‌کند. در این راستا تحقیق حاضر درصدد است تا

دست دادن توانایی کاربرد مفاهیم در پروژه های آتلیه‌ای آن‌ها می‌گردد. سالینگاروس نیز در مقاله «معماری، الگوها و ریاضی» تأکید می‌کند که فقدان تمرین ریاضیات برای دانشجویان معماری وجود دارد [۸].

با توجه به لمس این مشکل در برنامه آموزشی معماری مائور (Maor) و ورنر (Verner) پژوهش خود را با هدف آزمودن راهی برای پرکردن شکاف بین دو بلوک آموزشی و غالب شدن بر ضعف موجود در رابطه بین یادگیری در کلاس‌های نظری و کارگاه‌های عملی طراحی انجام می‌دهند [۴]. ورنر و مائور در مقاله‌ای به دورویکرد مهم آموزش ریاضیات با کاربرد زمینه‌های مختلف توجه می‌کنند: آموزش واقع‌گرای ریاضیات (آر-ام-ای) (RME) (Realistic Mathematics Education) و ریاضی به عنوان یک علم کمکی (ام-اس-اس) (Mathematics as a Service) (MSS) Subject. از دیدگاه شناختی هر دو رویکرد بر پایه روش‌شناسی سازنده‌گرا می‌باشند. درگیری با حل مسائل ریاضی مربوط به سازه‌های معماری و پروژه‌های طراحی هندسی، به تدریج پایه‌های دانش ریاضی دانشجویان را می‌سازد و توانایی آنان را در استفاده از این دانش در طراحی معماری توسعه می‌دهد. با دید استعاره‌ای، نقش آموزش در حمایت از این روش یادگیری سازنده‌گرایانه مشابه عملکرد داربستی می‌باشد که به عنوان یک چهارچوب موقت، پایداری و کارایی را در طول ساخت ساختمان تأمین می‌کند. آن‌ها رویکرد واقع‌گرا را در واحد درسی حساب دیفرانسیل و انتگرال مقدماتی به اجرا درآوردند، که در آن یادگیری مفاهیم ریاضیات به وسیله حل مسائل مربوط به مطالعات معماری مورد حمایت قرار می‌گیرد. در دوره دوم و پیشرفته، جنبه‌های ریاضی در طراحی معماری (ام-اس-دی) (Mathematical Aspects in Architectural Design)، رویکرد ام-اس-اس را در پیش می‌گیرند. در حالی که تأکید بر روی توسعه توانایی در به کار بردن روش‌های ریاضی در انجام تکالیف طراحی معماری می‌باشد [۴]. در روش (ام-اس-دی) در برنامه درسی دوره، می‌توان ترکیب روش‌هایی از آموزش ریاضیات و طراحی هندسی را نیز مشاهده نمود. آن‌ها از طریق اشاره به پیچیدگی هندسی موضوعات معماری با تأکید بر سه جنبه (موزاییک بندی، سطوح منحنی و تقاطع احجام) دیدگاه فراتری از کاربرد ریاضی در طراحی فرم‌های معماری برای دانشجویان فراهم می‌کنند. دانشجویان در طول این دوره درسی می‌آموزند ریاضیات را به عنوان منبعی از راه حل‌های خلاقانه و به عنوان ابزاری برای پاسخ‌گویی به ضوابط طراحی، همچون کارایی، ساختارگرایی، عملکرد گرایی، بهینه سازی، گونه گونی شکل،

از جمله منابع مهمی که به توسعه پژوهش‌های مرتبط در این زمینه می‌پردازند می‌توان به نشریه تخصصی نکسوس (Nexus Network Journal) با موضوع ارتباط معماری و ریاضیات و انجمن بریج (Bridge Conference) اشاره کرد که با هدف کمک به انجام پژوهش‌های مربوط به ارتباط ریاضیات با هنر، معماری، موسیقی، آموزش و فرهنگ شکل گرفته است.

کلیفورد پیکوور (Clifford Pickover) در کتاب خود در مورد الگوها چنین بحث کرده است که هنر و علم از هم خیلی دور نیستند و بعضی وقت‌ها می‌توانند موضوعات یکسانی را شریک شوند. با رشد گرافیک محاسباتی، فاصله بین دو عرصه کمتر شده است. هم هنرمندان و هم دانشمندان ابزارهای علمی و الگوریتمی را برای نمایش موضوعات هنری و طبیعی به کار می‌برند [۱۶]. ناخودآگاه این سوال پیش می‌آید که میزان تداخل این دو حوزه تا کجا پیش می‌رود. پدمنته (Pedemonte) در پژوهش خود به دنبال پاسخ دادن به سوال کدام و چه مقدار از ریاضی برای معماران به بررسی جایگاه درس ریاضی و محتویات آن در برنامه‌درسی نظام آموزشی اروپا می‌پردازد. در این تحقیق به وجود دروس حساب دیفرانسیل و انتگرال به عنوان دروس مقدماتی و در مراحل بعدی به دروسی با سرفصل تاریخچه ریاضیات و ارتباط آن با معماری در آموزش معماری دانشگاه‌های کشورهای همچون بلژیک و فرانسه اشاره شده است. وی معتقد است در میان اعضای اتحادیه اروپا آموزش معماری (EAAE)، کمترین اهمیت به ریاضیات عمومی با محتوای جبر و مثلثات داده شده است [۱۷].

ناتالی (Nottoli) در «روش‌هایی برای ارزیابی ریاضی برای معماری و طراحی» به مداخله در بخش‌های اساسی سرفصل درس ریاضی در مدارس معماری و طراحی با مفاهیم ریاضی که از طریق روش‌شناسی مربوط به زمینه‌های مفهومی یا منطقی ارائه می‌شوند-توپولوژیکی و نموداری- و ارزیابی‌هایی که واقعیت ریاضی در معماری را عینیت می‌بخشند اشاره می‌کند [۱۸]. زمانی که از برنامه تحصیلی معماری بحث می‌شود، بانرجی (Banerjee) و دگراف (De Graaf) آن را متشکل از دو بخش می‌دانند؛ بخش برنامه‌های آمایشی و بخش برنامه‌های ترکیبی بر مبنای حل مسئله [۱۹]. برنامه‌های آمایشی به طور سنتی با روش سخنرانی تدریس می‌شوند، در حالی که برنامه‌های ترکیبی از طریق پروژه‌هایی که بر اساس یادگیری در آتلیه طراحی معماری پایه‌گذاری شده اند ارائه می‌شوند. در این پژوهش بر برنامه آمایشی تأکید داشته و مشکلات دانشجویان در درک مفاهیم ریاضی به بحث گذاشته می‌شود. این مشکلات باعث از



علمی گروه ریاضی دانشگاه توسون (Towson University) آمریکا و مؤسس انجمن بریج در یک دوره آموزشی کوتاه مدت به بررسی دو رویکرد متفاوت با استفاده از ساختارهای هندسی برای طراحی موزائیک و مقایسه آن دو می پردازد [۲۲].

### یافته‌های پژوهش

به منظور دستیابی به اهداف پژوهشی این تحقیق، برنامه آموزشی تعدادی از دانشگاه‌های برتر دنیا در آمریکا، اروپا و آسیا مورد بررسی قرار گرفته است. انتخاب این دانشگاه‌ها در مورد ایالت متحده آمریکا بر اساس رتبه‌بندی جهانی اعلام شده از سوی نشریه هوش طراحی (Journal of Design Intelligence) در مقطع کارشناسی رشته‌ی معماری صورت پذیرفت. این مدارس منتخب، همچنین عضو انجمن کالج‌های معماری توسعه کیفیت آموزش معماری نیز می‌باشند. در مورد اروپا، دانشگاه‌ها از بین اعضای انجمن مدارس معماری اروپا انتخاب شده‌اند. در آسیا شش دانشگاه که دارای گروه معماری بودند بر اساس منطقه جغرافیایی و رتبه بندی از سوی وبسایت معرفی دانشگاه‌های برتر در سال ۲۰۱۶ مورد انتخاب قرار گرفتند.

آمریکا و اروپا به دلیل اینکه دارای نظام آموزشی پیشرفته‌ای هستند و تحقیقات آموزشی فراوانی در این زمینه‌ها داشته‌اند انتخاب شده‌اند. دلیل انتخاب ژاپن و سنگاپور نیز این بوده که هر دو کشور آسیایی هستند و از لحاظ آموزشی از جایگاهی ویژه برخوردارند و پیشرفت‌های آموزشی آن‌ها در ارزیابی‌های بین المللی مانند تایمز (The New York Times National Assessment of Educational Progress) شایان توجه بوده است.

در بررسی‌های صورت گرفته در برنامه آموزشی دانشگاه‌های عضو انجمن مدارس معماری اروپا در مورد نقش ریاضی در آموزش معماری و اهداف آموزش آن در کشورهای مختلف این نتیجه حاصل شد که دانشگاه‌های مختلف در کشورهای اروپایی با توجه به روش رایج آموزشی در آنها رویکرد متفاوتی نسبت به موضوع دارند.

در بلژیک، یکی از مؤسسات که با تمرکز بیشتری بر طراحی معماری و توجه کمتری به حوزه فنی می‌پردازد، با سایر مدارس بلژیک متفاوت است (و نزدیک‌تر به روش مدارس فرانسوی می‌باشد)، در همه مدارس نیم‌سال اول تحصیلی، درس ریاضیات با محتوای حساب و معادلات دیفرانسیل و انتگرال ارائه می‌گردد. در نیمسال دوم «قوانین هارمونی» شامل تاریخ ریاضی، بیان ارتباط نزدیک معماری و ریاضیات از طریق علم تناسب مورد

پایداری و دقت به کار برند. هر کدام از سه بخش دوره شامل مطالعه مفاهیم ریاضی و روش‌هایی برای ارتباط با معماری، تمرین حل مسائل ریاضی و یک پروژه طراحی می‌باشد. فعالیت‌های یادگیری ریاضی در پروژه شامل: توصیف تحلیلی از جنبه‌های استعاره‌ای، سمبلیک و قیاسی از ایده پروژه، جستجو برای فرم‌های مناسب هندسی و تجزیه و تحلیل آن‌ها، ترکیب، ارزشیابی و تجدید نظر در راه‌حل‌های هندسی، توصیف ریاضی از معیارهای زیبایی‌شناسی، تناسبات، مدولاریته، یافتن راه حل بهینه و اثبات آن، ساختن مدل‌های فیزیکی و صوری برپایه ابعاد جبر محاسباتی و مقیاس‌ها می‌باشد.

از جمله دیگر تلاش‌ها در طراحی برنامه ترکیبی می‌توان به پژوهش ویکتور و لوئیزا کانسیگلیری (Victor & Luisa Consiglieri) اشاره کرد که در تلاش خود برای ایجاد ارتباط بین ریاضیات و معماری معاصر، برنامه پیشنهادی خود را برای دو نیم سال دوره ریاضی به این ترتیب پیشنهاد کرده‌اند: دوره اول: تئوری گراف، سازه‌های هندسی، تئوری تناسبات و دوره دوم: مقدمه، توابع متغیرهای واقعی، در ابعاد ۱ و ۲ و ۳، ترکیب توابع، مفاهیم توپولوژی، تسلسل و دیفرانسیل [۲۰]. در حالی که فرانسیسکو ژاویه (Francisco Javier) و دلگادو سپدا (Delgado Cepeda) در پژوهشی به طراحی مجدد ریاضی برای رشته معماری با استفاده از یادگیری مبتنی بر مسئله می‌پردازند. یک دوره متمرکز حول پنج زمینه ریاضی در نظر گرفته شده که به دانشجویان یک دید باز از ریاضیات در معماری در حوزه طراحی و سازه ساختمان می‌دهد. در این پژوهش پروژه‌های ترکیبی دانشجویان از معماری و ریاضیات و پیامدهای آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته و نتیجه با دوره‌هایی با روش‌های متداول پیشرفته مورد مقایسه قرار می‌گیرد. برای این دوره پنج سناریوی واقعی در روش شناسی مسئله-محور تعریف شده و برای محتوای ترکیبی از هر واحد پایه در مباحث ریاضی انتخاب شده است: بسط پارامتریک فرم در معماری سازه‌ای، طراحی بهینه از بسته‌ها و محاسبات، ارگونومیک و طراحی، سختی و کشیدگی، معماری فراکتال. ریاضیات جدید برای دوره‌های طراحی در نسخه نهایی به طور پیوسته به وسیله گروهی از چهار استاد دانشگاه (هر کدام با گروه متفاوتی از دانشجویان) مورد استفاده قرار گرفت، که در برخی موارد گزینه‌هایی برای این دوره پایه پیشنهاد داده شده است [۲۱].

مطالعه جایگاه ریاضی و هندسه در معماری ایرانی و اسلامی و کاربرد آن در معماری از دیگر زمینه‌های مورد توجه در برنامه آموزشی جاری در دانشگاه‌ها می‌باشد. سرهنگی عضو هیئت

ساخت ساختمان‌ها، تنها مدرک مدرسه فنی درجه دوم ضروری می‌باشد؛ ولیکن کسانی که مدرک دانشگاهی دارند حق استفاده از عنوان معمار را دارند. در هر دو مورد، تحصیل و آمادگی تخصصی معماران بر اساس ای-ای-سی (EEC 384/85) است، بنابراین سوئیس بخشی از اتحادیه اروپا نمی‌باشد و آن‌ها سیستم‌های ساختمانی خود را با استانداردهای آلمان تطبیق داده‌اند.

در کنار مدارس تکنیکی ممتاز در معماری، انستیتوهای پلی تکنیک یا دانشگاه‌ها هم دارای رشته‌های معماری هستند. در همه این مؤسسات، دوره چهارساله تعریف شده است، که به دو بخش دوساله، با یک دوره یکساله کارآموزی اجباری تقسیم می‌شود. در پلی تکنیک زوریخ، دوره یکساله مطالعه مواد درسی پایه وجود دارد. دانشگاه جنوا فقط بخش دوم تحصیلی را ارائه می‌دهد و بخش اول باید در مدرسه پلی تکنیک فد (Ecole Polytechnique Fed) و یا سایر مدارس مشابه گذرانده شود. دانشگاه جنوا در بخش دوم با تمایز در تخصص‌ها به خصوص مهندسی/ فنی در کنار گرایش تاریخ مطرح می‌شود و آموزش ریاضی در هر دو نیم‌سال سال اول و سال دوم با توجه ویژه به هندسه (تحلیلی، مطالعه منحنی‌ها و سطوح، تناسبات، برش طلایی، مدولار و موزاییک بندی) و تئوری گراف انجام می‌گیرد. همچنین در دانشگاه ایتالیایی سوئیس دوره مقدماتی ریاضی در سال اول با دوره‌های پیشرفته ذیل کامل می‌شود: «ارثه فرم‌ها»، «فرم‌های هندسی برای تجسم»، «سازه‌های ریاضی در طراحی معماری»، «ریاضیات در تاریخ معماری»، «اکولوژی»، «سازه»، و غیره. این دروس حوزه‌های مختلفی از یک زمینه هستند که در جهت پرورش فرآیند پیچیده طراحی ارائه می‌گردند.

مطالعات انجام شده پیرامون آموزش ریاضی در سیستم آموزشی کشورهای مختلف اروپایی بر اساس رویکرد آموزشی در جدول شماره ۱ به طور خلاصه آورده شده است. تحقیقی که از انجمن اروپایی مدارس معماری صورت گرفت نشان می‌دهد ۴۸/۲٪ مواد درسی حساب دیفرانسیل و انتگرال، ۵۵/۲٪ هندسه و بقیه ترکیبی از جبر، مثلثات و ریاضیات کاربردی را پوشش می‌دهد.

در مورد ایالات متحده، نمونه‌های مطالعه از بین مدارس معماری با رتبه بندی بالا توسط نشریه هوش طراحی ۲۰۱۶ انتخاب شدند که ضمن عضویت انجمن کالج‌های معماری (ACSA)؛ مرکز تحقیقاتی برای ارتقاء کیفیت آموزش معماری هستند.

توجه قرار می‌گیرد. نیم‌سال اول همچنین شامل دوره‌ای در هندسه تحلیلی و مطالعات صفحات و احجام می‌باشد.

موقعیت فرانسه در مورد آموزش ریاضی حد میانه همه موردهای مطالعه در این تحقیق قرار می‌گیرد. دلیل این را بایستی در ریشه آموزش معماری در این مدارس که به مدرسه بوزار بر می‌گردد و برتری رویه هنرمندانه در دانشجویان که تا همین سال‌های اخیر ادامه داشته، دانست. با این اوصاف تقلیل سطح آموزش حساب دیفرانسیل و انتگرال به حداقل اگر کاملاً حذف نشده باشد، بسیار مشهود است. در حالی که با تمرکز بر هندسه تصویری و تحلیلی، مطالعه سطوح و احجام، توپولوژی و استفاده آنها برای مطالعات مورفولوژیک و به عنوان پایه تئوریک برای مدل‌های ساختمانی جایگزین می‌گردد. دوره‌های ترکیبی در هندسه، علوم کامپیوتری، ساخت مدل در برنامه آموزشی این کشور وجود دارند که شاید به این واقعیت که مطالعه ارتباط بین معماری و علوم کامپیوتری از مسائل قابل توجه در برخی مراکز تحقیقاتی فرانسه هستند اشاره داشته‌باشد. ولیکن به منظور حفظ طراحی معماری به عنوان درس پایه و مهم، لازم است که مطالعات «دانش» و «دانش چگونگی» در آلتیه‌های معماری ترکیب شوند و در این مورد ریاضیات نیز جزئی از این موارد ترکیبی خواهد بود.

در اسپانیا، معماران موظف به پیروی از رهنمودهای انجمن اروپا هستند و به همین دلیل برخی دانشگاه‌ها دوره تحصیلی شش ساله را با در نظر گرفتن یک بخش مقدماتی تحصیلی که از نقطه نظر علمی در همان سطح دانشگاه‌های سایر کشورها در مدت زمان مشابه می‌باشد، ارائه می‌دهند. برای ورود به دانشگاه، بعد از فارغ التحصیلی از دبیرستان لازم است متقاضی ورود، یک دوره یکساله با آزمون نهایی را بگذرانند؛ ارزشیابی این دوره در ورود به مدرسه معماری با تعداد دانشجویان محدود، تعیین کننده می‌باشد. در نیم‌سال اول سال سوم درس ریاضیات ارائه می‌گردد. در مدارسی که تأکید کمتری بر ریاضیات وجود دارد، بیشترین توجه بر علوم داده و کاربردی، با فضای وسیع‌تر برای جنبه‌های هندسی کاربردی متمرکز می‌باشد. بحث‌های مطرح شده در نسبت‌های مختلف: حساب بی‌نهایت، حساب انتگرال، معادلات دیفرانسیل، روش‌های عددی، مسائل حد کمینه و بیشینه، عناصر آماری، هندسه، جبر خطی و هندسه تحلیلی می‌باشند. دروس هندسه و جبر گاهی شامل سیستم‌های تناسبی کاربردی در معماری، فضایی و موزاییک بندی می‌باشند.

شرایط در سوئیس منحصر به فرد است: آموزش معماران از زمان‌های گذشته تکنیکی و فنی بوده است. به منظور طراحی و

جدول ۱: بررسی جایگاه ریاضی در آموزش معماری کشورهای اروپایی

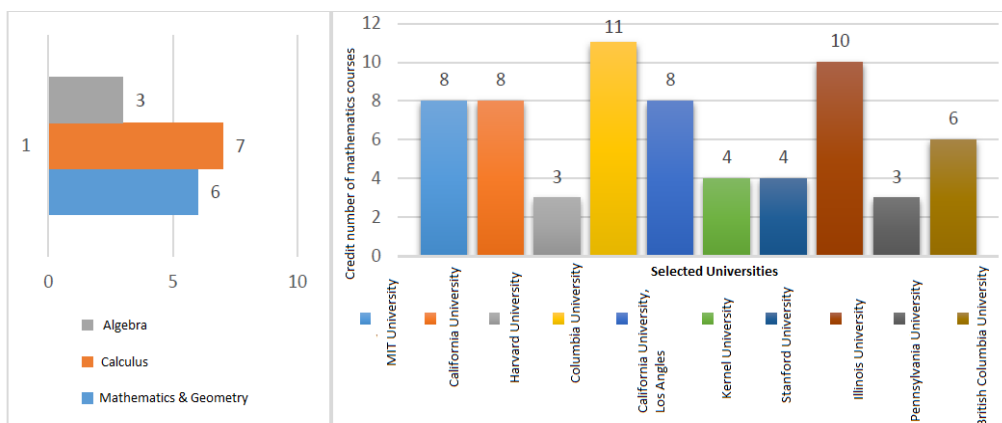
Table 1: Role of mathematics in architectural education of European countries

Studied country	Course duration	Number of courses	Type of course	Assessment role of mathematics in educational system
Belgium (technology – based education)	5 years	Two – year course	Introductory, fundamental subjects	-Presentation of mathematical lessons during the first and second semester -Descriptive and applied geometry with studies of solids and surface -Computer science
		Three – year course	Specialized subjects	-Two courses of computer sciences including design, modelling and facilities of complicated systems
	France (tied to method and type of education of Beaux Arts with emphasis on artistic education)	6 years	First biennial	Interdisciplinary modules and emphasis on relations between architecture and knowledge for architecture
Second biennial				
Third biennial			Specializing on urban design and computer science	
Portugal	5 or 6 years	-	-	-Mathematics, descriptive geometry, history of mathematics in art.
Spain	Five – year	Two – year course	Introductory	-Mathematics course includes: infinitesimal calculus, integral calculus, differential equations, numerical methods,... -Emphasis on geometry
		Three – year course	Specialized	
Switzerland (technology-based education)	4&6 year (university of Switzerland d- Italian)	Two-year introductory	-	-Introductory mathematics in the first year -Representation of forms, Geometric forms for visualization, Mathematic structures in architectural design, Mathematics in the history of architecture
		Two – year specialized	-	

European countries under study

انتگرال، معادلات دیفرانسیل، جبر خطی، مثلثات و همه دروسی که حساب دیفرانسیل پیش نیاز آنهاست، می باشد. تحلیل ده مورد از این مدارس معماری نشان می دهد که از متوسط ۱۷۱/۷ کل واحدهای درسی، دروس ریاضیات میانگین ۵/۵ واحد در سال اول یا ۳٪ از کل را شامل می شوند. توزیع واحدها در دو نیمسال تحصیلی در سه گروه قابل دسته بندی می باشد: ریاضیات و هندسه، حساب دیفرانسیل، انتگرال و جبر. برخی مدارس همچون دانشگاه کورنل ریاضیات را نه به عنوان ماده درسی اجباری بلکه اختیاری یا پیش نیاز ورود به برنامه آموزشی سال اول معماری تنظیم کرده اند [۲۳].

با توجه به گزارش مؤسسه ملی استاندارد آموزشی (۲۰۱۶-۲۰۱۵)، حداقل ۴۰٪ از مجموع حداقل ۱۶۰ ساعت در نیمسال تحصیلی، به آموزش عمومی اختصاص دارد، که شامل زبان انگلیسی، علوم انسانی، ریاضیات، علوم طبیعی و اجتماعی می باشد. ریاضیات در آموزش معماری به عنوان مطالعه منطقی کمیت، فرم، سازماندهی تعریف می شود که شامل روش های کاربرد دقیق سمبل های خود سازگار برای آشکار کردن خواص و روابط دقیق کمیت ها، چه به صورت انتزاعی و چه در واقعیت عملی می باشد. بدین ترتیب دروس مورد مطالعه زیر مجموعه ریاضیات شامل جبر، هندسه تحلیلی، حساب دیفرانسیل و



نمودار ۱ و ۲: نمایش میانگین کاربرد دروس ریاضی در آموزش معماری ایالت متحده (۲۰۱۶)  
Fig. 1 & 2: Application of mathematics in architectural education in the United States (2016)



واحد از ۱۴۴/۶ واحد درسی به دروس ریاضی در سطح سال اول اختصاص دارد و این حجم دروس ریاضی به لحاظ محتوایی شامل ۶۲٪ ریاضیات و هندسه، ۲۴٪ حساب دیفرانسیل و انتگرال، ۹٪ آمار، ۵٪ جبر خطی می‌باشد. نمودار ۳ و ۴، میانگین کاربرد دروس ریاضی را در سیستم آموزشی دانشگاه های آسیا نشان می‌دهد.

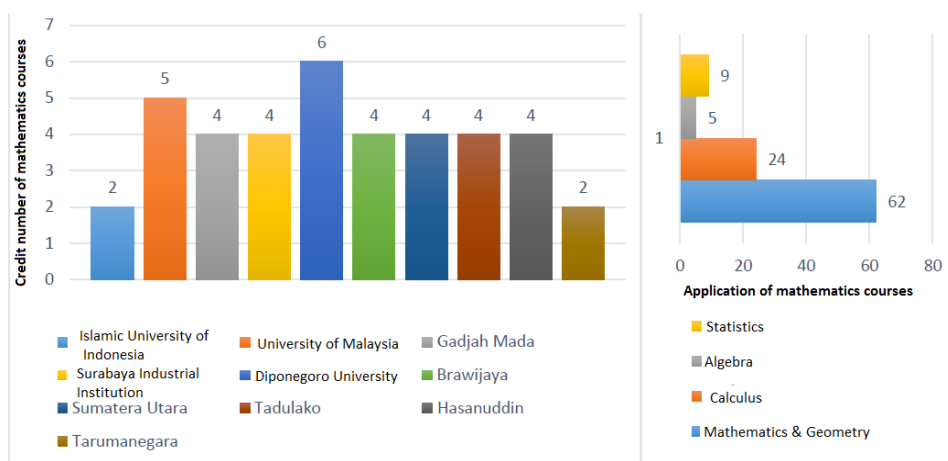
برنامه آموزشی دوره کارشناسی پیوسته ایران در مجموع ۱۴۶ واحد درسی در پنج گروه عمومی، پایه، اصلی، تخصصی و اختیاری را شامل می‌شود. مواد درسی دوره به چهار حوزه تقسیم شده که آن چهار حوزه عبارتند از: حوزه طراحی معماری به عنوان تنه اصلی یا ستون فقرات دوره، حوزه دروس علوم پایه مقدماتی، حوزه فنون ساختمان، حوزه تاریخ معماری. در سرفصل دروس مقطع کارشناسی معماری مصوب وزارت علوم که در همه دانشگاه‌های ایران تدریس می‌شود، دروس ریاضیات و هندسه در حوزه علوم پایه مقدماتی قرار می‌گیرند. از بین ۳۱ واحد درس پایه که در سال‌های نخست برنامه تحصیلی قرار می‌گیرند، محتوای ۸ واحد درسی به طور مستقیم با ریاضیات مرتبط است. همچون سایر رشته های فنی و مهندسی درس ریاضیات و آمار در قالب ۳ واحد درسی به عنوان درس مقدماتی تعریف شده است؛ معادل ۳ ساعت در هفته، ۳ واحد هندسه کاربردی معادل ۷ ساعت در هفته و ۲ واحد هندسه مناظر و مریا؛ معادل ۳ ساعت در هفته نیز از این گروه در حوزه دروس پایه قرار می‌گیرند.

دسته بندی دروس آموزش معماری در دوره کارشناسی معماری به لحاظ محتوایی در ارتباط با نیاز به دانش ریاضی و توانایی تصور و تجسم فضایی در جدول ۲ ارائه شده است.

که نمودار ۱ و ۲، میانگین کاربرد دروس ریاضی در آموزش معماری دانشگاه‌های ایالت متحده را نشان می‌دهد.

در آسیا، شش مدرسه معماری، دانشگاه سینگ هوا، هنگ کنگ، دانشگاه ملی سنگاپور، دانشگاه ملی هنر کره، دانشگاه کینگ مونگو (King Mongkut University)، توهوکو ژاپن (Tohoku University) مورد مطالعه قرار گرفتند. لازم به ذکر است که از بین این دانشگاه‌ها تنها دانشگاه کینگ مونگو دروس ریاضیات را در گروه معماری ارائه می‌دهد، در دانشگاه سینگ هوا (Tsinghua University) ریاضیات با سایر مواد درسی علوم پایه همچون علوم طبیعی و در دانشگاه ملی سنگاپور با دروس فنی و علوم ادغام شده است. دانشگاه هنگ کنگ، توهوکو و ملی هنر کره صراحتاً هیچ درس علوم پایه در سرفصل دروس خود ارائه نمی‌دهند. در سال اول گروه معماری دانشگاه هنگ کنگ، طراحی معماری ۴۴٪ از کل ۵۴ واحد درسی، تاریخ، تئوری و فلسفه ۲۲٪ و بقیه شامل مبانی سواد بصری و صنایع خلاقیت هستند. در دانشگاه ملی سنگاپور، طراحی معماری ۴۵٪ از کل ۴۴ واحد در سال اول، فلسفه، تئوری و تاریخ ۹٪، آموزش عمومی شامل علوم طبیعی و اجتماعی ۱۸٪ و تکنولوژی ساختمان و محیط ۲۷٪ را شامل می‌شود.

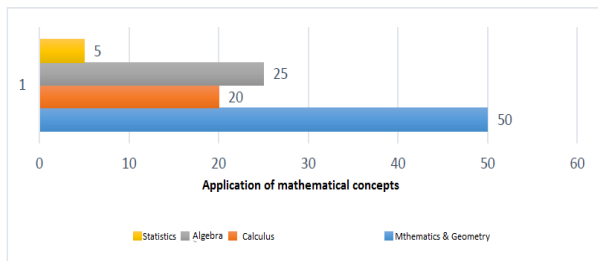
موسسه اندونزی به عنوان چارچوب حرفه‌ای تمرین معماری در اندونزی و عضوی از اتحادیه بین المللی معماران است و بنابراین محتوای آموزشی می‌بایست مطابق منشور اتحادیه جهانی معماران (UIA-International Union of Architects) برای آموزش معماری باشد. بر اساس این منشور آموزش معماری شامل دستیابی به قابلیت‌هایی جهت طراحی، دانش و مهارت طبقه‌بندی می‌شوند. تجزیه و تحلیل این مدارس نشان داد که برای اخذ مدرک کارشناسی مهندسی معماری در ۸ ترم ۳/۱۹



نمودار ۳ و ۴: نمایش کاربرد ریاضیات در سیستم آموزش دانشگاه های آسیا (۲۰۱۶)

Fig. 3 & 4: Application of mathematics in Asian educational system (2016)

کاربرد دروس ریاضی در ارتباط با دروس معماری را در سیستم دانشگاه های ایران نشان می دهد.



نمودار ۵: کاربرد دروس ریاضی در ارتباط با دروس معماری در سیستم آموزش دانشگاه های ایران

Fig. 5: Application of mathematics courses in connection with architecture curriculum in Iranian universities

بر اساس نتیجه حاصله از مطالعات صورت گرفته در دانشگاه های آمریکایی، اروپایی و آسیایی، آموزش ریاضیات در آموزش معماری را بر اساس رویکرد خاص هر دانشگاه می توان در گروه های درسی ذیل دسته بندی کرد:

دوره ریاضی مقدماتی: مسائل پایه مهندسی را تعریف کرده و به حل آن می پردازد. این دوره درصدد ایجاد پایه های علمی در سال های اولیه تحصیل در کنار سایر دروس علوم پایه مانند فیزیک و شیمی می باشد. محتوای این دوره شامل موضوعات عمومی مربوط به همه گروه های مهندسی بوده و این دوره ها برای افزایش توانایی دانشجویان برای حل مسائل مهندسی طراحی شده اند. آن ها با سرفصلی همچون حساب دیفرانسیل و انتگرال، جبر خطی، مثلثات و هندسه تحلیلی تهیه شده اند.

دوره ریاضی کاربردی: هدف اصلی این دوره آماده کردن دانشجویان برای تجزیه و تحلیل و فعالیت های عملی می باشد. این دوره ها دارای واحدهای عملی بوده و دانشجویان با روش های استفاده از ریاضی در معماری آشنا می شود. ریاضی کاربردی به عنوان بخش لازم سال های نخستین به حساب می آید، که شامل مطالعات مربوط به ساخت و تجزیه و تحلیل های محیطی و سازه های می باشد. این دوره دارای ساعات آزمایشگاهی بوده و به دیگر درس های برنامه معماری نیز مربوط می باشد.

ریاضی در جهت طراحی: ایده ریاضیات به عنوان هنر، چالش های بسیاری را برمی انگیزد. دانشجویان معماری در کنار ریاضی مقدماتی و کاربردی نیاز به یادگیری تفکر ریاضی به عنوان یک هنرمند را دارند. پیشرفت در این مورد بار اول در آکادمی رویال فرانسه شروع شده و در مدرسه هنر های بوزار ادامه یافت، جایی که تجزیه و تحلیل هندسی ساختمان های کلاسیک یونان باستان، روم، رنسانس و باروک در استودیوهای طراحی مورد

جدول ۲: دسته بندی رابطه محتوایی دروس با ریاضی در آموزش معماری در دانشگاه های ایران

Table 2: Classification of curriculum content in connection with mathematics in architectural education of Iranian universities

Symbol	Architectural courses	Contents
A	The courses whose content is directly related to mathematics and geometry	Applied geometry, perspective geometry, mathematics and statistics, surveying, statics, and courses related to building technology
B	The courses whose content is related to ability of spatial visualization	Applied geometry, perspective geometry, perception and presentation of environment, architectural communication 1&2, architectural basic design 1&2, architectural designs
C	The courses whose content is indirectly influenced by mathematics	Perception and presentation of environment, architectural communication 1&2, architectural basic design 1&2, architectural designs

در حوزه دروس الف که محتوای آنها رابطه مستقیم با مفاهیم پایه ریاضی دارد، به طور بدیهی توانایی و مهارت ریاضی عامل مؤثر در پیشرفت تحصیلی دانشجویان در این دروس خواهد بود. مفاهیم مطرح در این دروس را می توان به شرح ذیل با مفاهیم ریاضی مرتبط دانست:

۱- هندسه کاربردی

مفاهیم جبر همچون اعداد، فضاهای برداری، دستگاه معادلات جبری خطی در ترسیمات دو بعدی: شناخت و تصویر نمودن خطوط، سطوح و احجام، یافتن و تصویر گسترده احجام، تقسیم خطوط و...؛ مفاهیم مثلثاتی در اندازه گیری و ترسیم سطوح شیبدار و مورب و قوس ها و هذلولی ها در ترسیمات دو بعدی و سه بعدی: ترسیم مناظر مایل از احجام و اشکال؛ مفاهیم هندسی: ترسیم خطوط موازی، شبکه، دایره و خطوط مماس، ترسیم منحنی ها، عمود منصف و زوایا؛ مفاهیم حساب دیفرانسیل و انتگرال.

۲- هندسه مناظر و مرایا

مفاهیم هندسی: پرسپکتیو موازی، صفحات زاویه دار، روش های ترسیم پرسپکتیو، ترسیم سایه ها.

۳- ریاضیات و آمار

مفاهیم جبر، مفاهیم حساب دیفرانسیل و انتگرال، مفاهیم آمار و احتمال

۴- دروس حوزه فن ساختمان، ایستایی، متره و برآورد و...

مفاهیم جبر عددی و توابع: شناخت انواع بارها، استفاده از معادلات تعادل، مفاهیم دیفرانسیل و انتگرال در ادامه، نمودار ۵،

این چالش‌ها تنها به دلیل پیچیدگی دانش جدید که بایستی در یک دوره فشرده تحصیل گنجانده شود نمی‌باشد، بلکه به خاطر هویت جدیدی که هم پتانسیل و هم پیچیدگی خاص خود را دارد، می‌باشد. کامپیوتر و توانایی محاسبه بخش مهمی در اهداف آموزش دانشگاهی و حرفه‌ای به خود اختصاص می‌دهد. به منظور غالب شدن بر اوضاع لازم است که ریشه چگونگی کارهای محاسباتی و تغییر شکل راهی که طراحان در بررسی مسائل، تجزیه و تحلیل راهکارهای ممکن و استراتژی اجرایی طرح با استفاده از روش‌های جدید پیش می‌گیرند، مورد بررسی قرار گیرد. نتیجه، نه تنها شامل توانایی ترکیب راهکارهای سخت و فیزیکی می‌شود، بلکه بر توانایی مدیریت اطلاعات در شکل‌های مختلف آن با استفاده از تفکرات تجزیه و تحلیلی و واقعی که ناشی از پیشرفت در ریاضیات است، نیز تأکید دارد.

استفاده قرار می‌گرفتند. هندسه تحلیلی در زمینه ارائه معماری، با سرفصل‌هایی چون تناسب، تعادل، تقارن و قوانین هارمونی لازم به تدریس می‌باشد. در این روش، روابط قوی میان تاریخ معماری، ریاضیات و طراحی حاصل می‌شود. ریاضی در جهت تکنولوژی: تطبیق دوره‌های ریاضی برای توسعه تکنولوژی دیجیتال دغدغه اساسی دیگری است که آموزش معماری را در این کشورها به خود مشغول کرده است. مقایسه تطبیقی دروس مرتبط ریاضی در آموزش معماری در ایران با سایر دانشگاه‌های خارج از کشور بر اساس دسته‌بندی فوق در جدول ۳ آمده است. آموزش معماری امروزه در ایران با چالش‌های جدیدی روبرو می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه تطبیقی سرفصل دروس معماری در دانشگاه‌های ایران در ارتباط با مفاهیم ریاضی مورد نیاز در مقایسه با سایر کشورها  
Table 3: Comparison of mathematics related courses in architectural education of Iran and other countries

Types of mathematics in architectural education (based of syllabus of universities abroad)	Relevant courses in architectural education in Iran	Curriculum Content	Required mathematics content	Comparative analysis
Introductory mathematics	Pre-university mathematics- mathematics and statistics	Linear algebra and multiple calculus, numerical analysis, descriptive geometry and probabilities	Linear algebra and multiple calculus, numerical analysis, descriptive geometry and probabilities	Need to revise the curriculum content
Applied mathematics	Perspective geometry, applied geometry, perception and presentation of architecture	Perspective, environmental design, and building drawing	Proportions, symmetry, harmony, geometry and algebra	Need to revise the integrated curriculum and define new courses
Design – based mathematics	Architectural basic design and architectural design courses	Enhancing abilities of visualization, imagination and reasoning, enhancing ability of analysis and making familiar with architectural design	Mathematics and geometry, algebra, graph theory, parametric principles, computer programs	Need to revise and develop integrated curriculum
Mathematics in technology	Courses in technology and statistics area	Forces and materials behavior, as well as reaction of materials in response to the forces	Calculus, algebra	Need to define new courses or new contents

## بحث و نتیجه گیری

این تحقیق به دنبال ارزیابی کاربرد مفاهیم ریاضی در آموزش معماری و تعریف مفاهیم جدید ریاضیات طراحی-محور و یا ریاضیات برای معماری به عنوان یک استراتژی جدید با توجه به علم تعلیم و تربیتی جدید طراحی مبتنی بر تکنولوژی داده در جهان می باشد.

تحقیقات اخیر در ایران بر دو موضوع تأکید دارد: اول، عدم استفاده صحیح از دانش و علوم مختلف در معماری احساس نیاز به هماهنگی بیشتر بین آموزش معماری و سایر علوم را ایجاد می کند. به نظر مهم ترین استراتژی جهت ارتقاء دانشجویان در زمینه مهارت های طراحی تکیه بر دوره های تمرین-محور می باشد و موضوع دوم اینکه بین دوره های ریاضیات و استودیوهای ریاضی هیچ ارتباطی دیده نمی شود و دوره های ریاضی به عنوان دوره های مستقل ارائه می گردند، که فقدان توانایی استفاده از دانش ریاضی در فرآیند طراحی را باعث گردیده است. این ارتباط و انتقال دانش، نه تنها نیاز به مهارت های تکنیکی دارد، بلکه به مهارت ذهنی نیز نیازمند است.

بر اساس دو واقعیت فوق، روشن است که دوره های منطق تجزیه و تحلیل بایستی در جهت ایجاد پایه های علمی کافی برای فرآیند طراحی دانش-محور توسعه یابند. مسئولیت ریاضیات برای ایجاد پل بین ابزارهای جدید طراحی و طراحی معماری کاملاً مشهود است. ارتباط بین کلاس های نظری و عملی عامل مهمی در هماهنگی دانش، مهارت و پیشرفت توانایی های ذهنی می باشد همانطور که می دانیم دو چالش متفاوت در مورد دوره های ریاضیات در آموزش معماری وجود دارد: نخست، توجه به ساختار فرم با استفاده از ابزارهای دیجیتال، دوم، توجه به تفکر منطقی در راستای فرآیند تولید سیستم آموزش معماری در ایران مشابه دوره های پایه در رشته های مهندسی به انتقال مستقل دانش ریاضی به دانشجویان از طریق ریاضی عمومی می پردازد، در حالی که بیشترین خلاقیت و نوآوری از طریق فهم عمیق و کاربرد ریاضی، به ویژه هندسه در فرآیند طراحی خواهد بود. ریاضیات به عنوان نیاز عمومی برای مهندسی و معماری محسوب می شود در حالی که بایستی با همان هدف فرصت ارتقاء مهارت های ذهنی را در فرآیند طراحی فراهم نماید. بنابراین آموزش معماری باید آموزش ریاضی را هم به عنوان ابزاری برای تفکر منطقی و هم برای تفکر اجرایی مورد استفاده قرار دهد و این موضوع از طریق طراحی برنامه های ترکیبی میسر خواهد شد.

دوره های ریاضیات و آموزش آن در معماری باید با تحولات جدید در فرآیند طراحی هماهنگی داشته باشد. این موضوع مستلزم تعریف دوره های جدید در زمینه کاربرد ریاضی در معماری، تاریخ ریاضی در معماری و همچنین دوره های ترکیبی جهت انتقال دانش ریاضی به کارگاه های طراحی می باشد.

سرفصل دروس ریاضیات به عنوان دروس مستقل آمادگی و پایه دانشجویان مهندسی با محتوای حساب دیفرانسیل و انتگرال، ریاضیات و یا ترکیب آن ها بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرد. این موضوع تعریف جدیدی برای ذات ارتباط بین معماری و ریاضیات خواهد داشت همانطور که در قرون وسطی نقش ریاضیات در طراحی در اولویت قرار داشت.

با در نظر گرفتن کارگاه طراحی به عنوان هسته برنامه آموزشی معماری در سال اول و دوم تحصیلی با میانگین ۴۰-۳۶ واحد درسی در هر سال، لازم است کاربرد و معنای جدید ریاضیات در کارگاه های مقدماتی طراحی در دو مفهوم تحلیلی-منطقی و ساختاری مورد توجه قرار گیرد.

## مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان به نسبت سهم برابر در این پژوهش مشارکت داشتند.

## تشکر و قدردانی

از تمام کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند تشکر و قدردانی داریم.

## تعارض و منافع

«هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

## منابع و مأخذ

- [1] Mehdi zadeh Seraj F, Farsi Mohammadipour A. Investigating micro syllabus of architectural basic design compatible with needs of students in architectural design courses. *Fine Arts & Urbanization*. 2012; 17(4): 61-70. Persian.
- [2] Hojjat I. Creative education – experience. *Fine Arts*. 2004; 18: 25-36. Persian.
- [3] Demirbas OO, Demirkan H. Focus on architectural design process through learning styles. *Design Studies*. 2003; 24(5): 437-456.

- [14] Education Standard, National Council of Architectural Registration Boards Education Standard, (pp.7-8).
- [15] UNESCO/UIA, Charter for Architectural Education, Revised Version 2005.
- [16] Pickover CA. *The pattern book: Fractals, art and nature*. US: World Scientific Publishing Company, Inc; 2005.
- [17] Pedemonte O. Mathematics for architecture: Some European experiences. *Nexus Network Journal*. 2001; 3(1), 129- 135.
- [18] Nottoli H. Methods for evaluation in mathematics for architecture and design. *Nexus Network Journal*. 2005; 7(1): 69- 75.
- [19] Banerjee HK, De Graaf E. Problem-based learning in architecture: Problems of integration of technical disciplines. *European Journal of Engineering Education*. 1995; 21(2): 185-196.
- [20] Consiglieri L, Consiglieri V. A proposed two-semester program for mathematics in the architecture curriculum. *Nexus Network Journal*. 2003; 5(1): 127-134.
- [21] Javier F, Cepeda D. Designing a Problem-based learning course of mathematics for architects. *Nexus Network Journal*. 2005; 7(1): 42-47.
- [22] Sarhangi R. A workshop in geometric construction of mosaic designs bridges. *Mathematics, Art, Architecture, Culture*. 2010; 24-28: 531-538.
- [23] <http://www.aap.cornell.edu/arch/programs/ugcurriculum.cfm>
- [4] Verner IM, Maor S. Mathematical aspects in an architectural design course: The concept, design assignments, and follow-up. *Nexus Network Journal*. 2007; 9(2): 363-374.
- [5] Cikiş S. A critical evaluation of mathematics courses in architectural education and Practice. Mathematics courses in architectural education and practice. *International Journal of Technology & Design Education*. 2010; 20(1): 95-107.
- [6] Kappraff J. *Connections: The geometric bridge between art and science*. New York: McGraw; 1991.
- [7] Verner IM, Maor S. Mathematical mode of thought in architecture design education: A case study. *Nexus Network Journal*. 2006; 8(1): 93-107.
- [8] Salingaros NA. Architecture, patterns and mathematics. *Nexus Network Journal*. 1999; 1(1-2): 75-85
- [9] Sarhangi R. Persian architecture and mathematics: An overview. *Nexus Network Journal*. 2012; 14(2): 197-201.
- [10] Connor J, Edmund R. *Mathematics and architecture*. University of St Andrews; 2002.
- [11] Hojjat I. A word of time: A new approach in methods of architectural education in Iran. *Fine Arts*. 2002; 12: 50-58. Persian.
- [12] Boston Architectural College Web Site.
- [13] Directorate General of Higher Education, List of Indonesian Universities.

**Citation:** (Vancoure): Mohammadzadeh Chianeh E, Soltanzadeh H. [A comparative study of mathematics role in architectural education at domestic and foreign Universities]. *Tech. Edu. J.* 2018; 12(4): 289-301

 <http://dx.doi.org/10.22061/jte.2018.2994.1762>



Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to SRTTU Press. The content of this article is subject to the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-NC 4.0) License. For more information, please visit <https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>.