ISSN: 2538-2594; Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2021;11(3):93-108

Improving Performance and Creativity of Students Focusing on BIM; Case Study Building Technical Design Course

ARTICLE INFO

Article Type
Analytic Study

Authors
Azadeh Maarefi[1]
Katayoun Taghizadeh*[2]
Qader Bayzidi[3]
Soheila Hossainpour[4]

How to cite this article

Maarefi A, Taghizadeh K, Bayzidi Q, Hossainpour S. Improving Performance and Creativity of Students Focusing on BIM; Case Study Technical Design Course. *Naqshejahan*. 2021 Nov 10; 11(3):93-108.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.3.3.0

1. PhD Candidate in Architecture, Department of Architecture, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.
2. Ph.D., Associate Professor, Department of Architectural Technology, Faculty of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Ph.D., Assistant Professor, Department of Architecture, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.
4. Ph.D., Assistant Professor, Department of Educational Science, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

**Correspondence*
Address: Department of Architectural Technology, Faculty of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.
Phone: +21-66409696

Article History
Received: 21 Jan 2021
Accepted: 24 Jul 2021
ePublished: 10 Nov 2021

ABSTRACT

Aims: Building information modeling (BIM) is a process based on three-dimensional model that has provided tools to change the educational and professional approach. The purpose of this study is to test an active and constructive educational structure with a focus on the BIM approach and the application of this method in promoting the performance and creativity of architecture students in building technology courses.

Materials & Methods: The research test was performed by quasi-experimental method with experimental and control groups using pretest and posttest. Pre-test was performed by Torrance creativity test and two design tasks and Mann-Whitney U test was used for post-test.

Findings: The findings of the analysis of pre-test results did not show a significant difference between the two groups. But by conducting a post-test, the experimental group in the indicators of concept technicality, coordination of executive issues, site technical plan, quantity and quality of phase two plans, executive details, presentation of design and overall score had a significant advantage over the control group.

Conclusion: The results show that the use of the proposed educational method was effective in improving the overall performance of students in the experimental group and had a significant advantage over the performance of the control group. Regarding the promotion of students' creativity, no significant difference and superiority was observed between the two groups, but the average ranks of students in the experimental group were significantly better than the control group. Therefore, the research results confirm the increase in students' learning using this educational approach.

Keywords: Technology, Sustainability, Architecture, Building Technology, Inteligent System, Building Information Modeling (BIM).

CITATIONLINKS

[1] The Creation of an Architectural Work within the Creation… [2] An Analytical Approach toward the Effects… [3] The Role of High-School Education in Promoting… [4] Designerly Approach to Energy Efficiency in High-Performance… [5] The Impact Assessment of Climate Change… [6] Dilemma of green and pseudo green architecture… [7] Generating Synthetic Space Allocation Probability Layouts… [8] Improving the suitability of selected thermal… [9] Agent-Based Modeling; a Paradigm to Deal with Complexity… [10] Bibliometric analysis and review of Building Information… [11] Discourse of High-Performance Architecture… [12] High-Performance Architecture: Search for Future… [13] Localization pattern for assessment of energy… [14] Multi-objective optimisation framework for designing office… [15] Conceptual approach in Persian architecture. [16] A study on terraced apartments and their natural ventilation… [17] Determining optimal courtyard pattern in Dezful traditional… [18] Testing the Application of "Justified Plan Graph"(JPG)… [19] Thermal and energy performance of algae bioreactive façades… [20] Probable cause of damage to the panel of microalgae… [21] Impacts of urban morphology on reducing… [22] Impacts of High-Rise Buildings Form on Climatic Comfort with… [23] State-of-the-art review of solar design tools… [24] An integrated school and schoolyard design method… [25] A novel design-based optimization framework for enhancing the energy… [26] A mixed review of the adoption of Building Information Modelling… [27] A review of currently applied building information… [28] Explaining and analyzing how to make smart cities in the context… [29] BIM in architecture curriculum: a case study. [30] Building Information Modeling (BIM); a model for improving the design process. [31] Building information modeling: why? What? How? [32] Introduction of building information modeling in industrial… [33] An integrated design, material, and fabrication platform… [34] Introducing an Innovative Variable Building Layers… [35] Introducing an Innovative Variable Building Layers… [36] A framework for Building Information… [37] A review on research and application of the BIM technology. [38] A review for presenting building information… [39] A framework for Building Information… [40] BIM-based collaborative design and socio-technical analytics… [41] Effects of windward and leeward wind directions… [42] Seasonal differences of subjective thermal sensation… [43] Data Mining of the Spatial Structure of Qajar… [44] Reading the Hidden Geometry in the Historic City… [45] Prioritizing for Healthy Urban Planning: Interaction… [46] The Relationship between Entrepreneurship and Creativity… [47] A review on Form a visual test of Torrance creativity… [48] Torrance Test of Creative Thinking: The question… [49] The convergent validity of the Torrance Tests…

Copyright© 2021, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

ارتقای عملکرد و خلاقیت دانشجویان با استفاده از مدل‌سازی داده‌ای ساخت (BIM)؛ مطالعه موردی: درس طراحی فنی ساختمان

آزاده معارفی[۱]، کتایون تقی‌زاده*[۲]، قادر بایزیدی[۳]، سهیلا حسین‌پور[۴]

۱. دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.
۲. دکتری معماری، دانشیار دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران.(نویسنده مسئول)
۳. دکتری معماری، استادیار گروه معماری، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.
۴. دکتری معماری، استادیار گروه علوم تربیتی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

چکیده

اهداف: مدل سازی داده‌ای ساخت یک فرآیند مبتنی بر مدل سه بعدی است که بینش و ابزارهایی را جهت تغییر رویکرد آموزشی مهیا نموده است. هدف از این تحقیق، آزمونِ یک ساختار آموزشی فعال و سازنده گرا با محوریت رویکرد مدل سازی داده ای ساخت و کاربرد این شیوه در ارتقای خلاقیت دانشجویان معماری در دروس فن ساختمان است.

روش‌ها : آزمون تحقیق به شیوه شبه آزمایشی با گروه های آزمایشی و کنترل، و با استفاده از پیش آزمون و پس آزمون انجام گرفت. پیش آزمون با انجام آزمون خلاقیت تورنس و انجام دو تکلیف طراحی، و برای پس آزمون از آزمون آماری یو من-ویتنی استفاده شد.

یافته‌ها: یافته ها تفاوت معناداری بین دو گروه نشان نداد و این دو گروه از نظر خلاقیت و عملکرد با هم مشابهت داشتند. اما با انجام پس آزمون، گروه آزمایشی در شاخص های فنی بودن کانسپت، هماهنگی عملکردها و مسائل اجرایی، طرح فنی سایت، کمیت و کیفیت و صحت نقشه های فاز دو، مصالح و جزییات اجرایی، ارائه نقشه ها و نمره کلی، برتری معناداری نسبت به گروه کنترل داشت.

نتیجه‌گیری: به کارگیری روش آموزشی پیشنهادی با محوریت مدل سازی داده ای ساخت، در ارتقای عملکرد کلی دانشجویان گروه آزمایشی تاثیرگذار بوده و برتری معناداری داشت. در خصوص ارتقای خلاقیت دانشجویان تفاوت و برتری معناداری بین دو گروه مشاهده نشد، اما میانگین رتبه های دانشجویان گروه آزمایشی به شکل محسوسی بهتر از گروه کنترل بود. لذا نتایج تحقیق موید افزایش میزان یادگیری دانشجویان با استفاده از این رویکرد آموزشی می باشد.

کلمات کلیدی: فناوری، پایداری، معماری، فن ساختمان، سامانه های هوشمند، مدل سازی داده‌ای ساخت (BIM)

مقدمه

آفرینش اثر معماری و خلاقیت بخشی مهم از ارزش های اثر معماری است و علوم، هنر و تکنیک یا فن سه بخش اصلی سازنده معماری هستند. و در حوزه عمل، فراگیری مهارت-های تولید معماری مانند به‌کارگیری روش‌ها و تکنیک‌های مختلف اجرایی از ارکان مهم آموزش معماری می‌باشد. [۱-۲] امروزه اهمیت آموزش طراحی محور و نقش آن در موفقیت‌های علمی هنرجویان معماری [۳] بیش از هر زمان دیگر مورد توجه قرار گرفته است. دانشکده‌ها و آتلیه‌های طراحی اساس معماری آینده کشور هستند [۴]. از طرفی در شرایط معاصر در کشور ما بیش از هر زمان دیگری ضرورت و اهمیت استفاده از فناوری‌های نوین ساخت احساس می-شود [۵-۶]. خلاقیت و نگاه خلاقانه به کاربرد فناوری‌های پیشرفته معماری، بخش مهمی از معماری امروز محسوب می‌شود. [۷-۹] اما در حوزه آموزش مهندسی معماری، فارغ-التحصیلان این رشته در عمل و در محیط حرفه‌ای از موفقیت‌های چندانی برخوردار نبوده‌اند. علت اصلی این مشکل را می‌توان در عامل سوم یعنی توانایی‌های فنی و تکنیکی دانست که مربوط به حوزه دروس فن ساختمان است [۱۰]. طراحی یکپارچه و یکپارچه‌سازی فرآیند طراحی معماری [۱۱-۱۵] یکی از چالش‌های مهم محسوب می‌شود. تحلیل حضور فناوری‌های نوین معماری و تاثیر آن بر کیفیت طراحی معماری [۱۶-۲۵] نشان‌دهنده چالش‌های جدی به خصوص در آموزش دروس فن ساختمان است.

بیان مساله پژوهش ریشه در دروس حوزه فن ساختمان در مقطع کارشناسی معماری دارد. آن گونه که در اهداف برنامه درسی آن عنوان شده، این دروس در نهایت باید به امر طراحی معماری و افزایش مهارت دانشجویان در کاربست روش‌های اجرایی و فنی طرح‌های معماری کمک نمایند. لذا با توجه به مسائل گفته شده و اهداف مدنظر در این تحقیق درس طراحی فنی جهت مطالعه موردی در این پژوهش انتخاب گردید.

درس طراحی فنی به جزییات اجرایی و روش‌های ساخت یک ساختمان پرداخته، به‌گونه‌ای که فراگیران ملزم به کاربست دانش پیشین درخصوص هماهنگ نمودن بخش‌های معماری، سازه و تاسیسات در طراحی خواهند بود. اما معضلی که برای کاربست آموزه‌های دروس متنوع پیشین وجود دارد و در اکثر منابع حوزه آموزش به آن اشاره گردیده، در انسجام‌بخشی به دانش کسب شده از دروس پیشین مانند ساختمان ۱و۲، تاسیسات الکتریکی و تاسیسات مکانیکی با امر طراحی معماری می‌باشد. لذا دانشجو در عمل در کاربست دانش مربوطه در طراحی فنی ساختمان با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد شد. لذا برای حل این معضل، در این پژوهش یک مدل آموزشی طراحی گردیده است که شامل روش مدل‌سازی داده‌ای ساخت و استفاده از بازدید علمی بوده که در آن برای دوری از شیوه آموزشی معلم‌محور و درگیر نمودن فراگیران با مسائل واقعی و فنی در طراحی از روش پروژه و حل مسئله در مدل‌سازی داده‌ای ساخت استفاده شده است که پیش‌بینی می‌شود این مدل بتواند بسیاری از مشکلات موجود در ارائه درس طراحی فنی را مرتفع سازد و در عملکرد و خلاقیت دانشجویان در امر طراحی فنی معماری تاثیر به‌سزایی داشته باشد. انتظار می‌رود که مدل‌سازی داده‌ای ساخت [۲۶-۳۵] راه‌حل‌های قابل قبولی برای یکپارچه‌سازی ایجاد نماید. از میان چند نرم‌افزارهای موجود، نرم‌افزار اتودسک رِویت یکی از شناخته‌شده‌ترین و پرکاربردترین ابزارها، به‌ویژه در ایران، می‌باشد. این نرم‌افزار جامع، در واقع همان مدل‌سازی داده‌ای ساخت است که در انواع معماری، سازه، تاسیسات و در یک نرم‌افزار واحد وجود دارد. در نرم‌افزار رِویت ساختارهای تاسیساتی و سازه‌ای در هماهنگی با ساختار معماری به شیوه‌ی اجرایی همراه با اطلاعات مختلف مربوط به هر جزء، مدل‌سازی‌های مفهومی، تعریف انواع مصالح و استانداردهای ساخت، تحلیل‌های سازه‌ای، مطالعات اقلیمی و تجزیه و تحلیل پایداری و نور و انرژی، تولید نقشه‌های فاز دو و جزییات اجرایی همه بخش‌ها، محاسبات متره و برآورد ساختمان، مدیریت پروژه و مدیریت مالی ساختمان انجام می‌گیرد. [۳۶-۴۰] در نهایت امر مساله باقی‌مانده، نقش و کاربرد مدل‌سازی داده‌ای ساخت در بهبود آموزش دروس فن ساختمان است. لذا سوال تحقیق این است که چگونه می‌توان با محوریت استفاده از مدل‌سازی داده‌ای ساخت، عملکرد و خلاقیت دانشجویان معماری را در دروس فن ساختمان به‌خصوص درس طراحی فنی ساختمان ارتقا داد؟

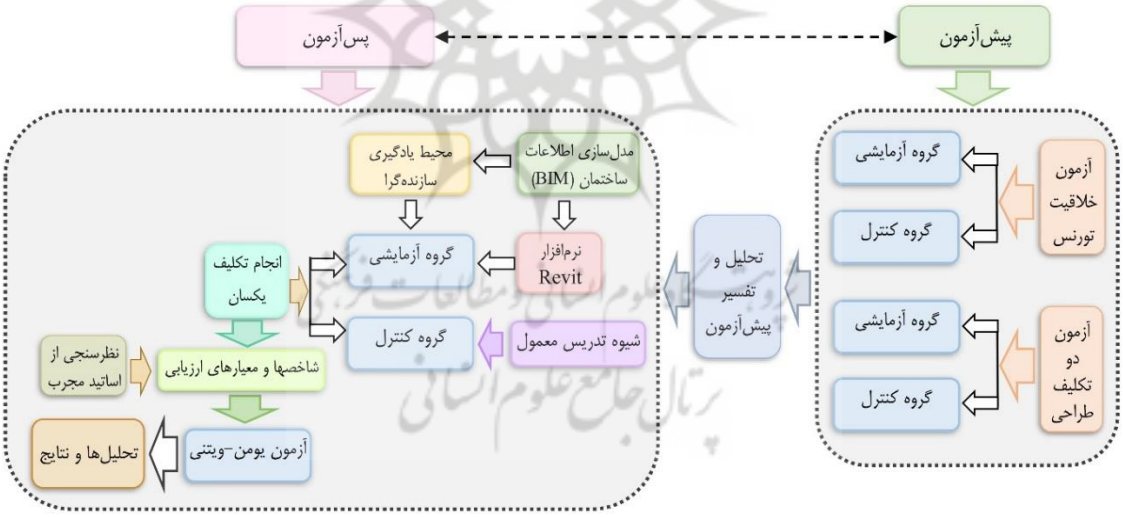
مواد و روش‌ها

بر اساس روش‌شناسی مورد تایید در پژوهش‌های حوزه فناوری معماری [۴۱-۴۵] و تجربیات مختلف در زمینه تدریس دروس فن ساختمان، در کنار مصاحبه با استادان متخصص در این حوزه، فرایند آموزش این دروس، مستلزم درگیر نمودن دانشجویان با نحوه اجرای جزییات مختلف ساختمان و آشنایی ایشان با مسائل مختلف فنی و اجرایی ساختمان می‌باشد، به گونه‌ای که این توانایی را پیدا نمایند که این مسائل را در تکالیف طراحی معماری لحاظ نمایند. لذا با ایجاد یک محیط یادگیری سازنده‌گرا و اتخاذ روش آموزش پویا و فعال، امکان بیشترین انتقال مفاهیم مربوط در این زمینه را برای دانشجویان می‌توان فراهم نمود. در تحقیق حاضر جهت ایجاد این محیط یادگیری سازنده‌گرا از آموزش مدل‌سازی داده‌ای ساخت و نرم‌افزار رِویت توسط یک مدرس خبره در این زمینه و بازدید علمی (در حد دو بار) بهره گرفته شد که به یک کلاس از دو کلاس درس طراحی فنی ارائه گردید. همچنین جهت دوری از آموزش معلم‌محور و درگیر نمودن دانشجویان با مسائل واقعی فنی در طراحی، از روش پروژه و حل مسئله (PPS) در مدل‌سازی داده ای ساخت و بخش‌های مختلف فرایند طراحی فنی ساختمان بهره گرفته شد. روش تحقیق در این پژوهش طرح تحقیق شبه آزمایشی با گروه‌های آزمایشی و کنترل و با استفاده از پیش‌آزمون و پس‌آزمون است (جدول ۱).

جدول ۱) طرح تحقیق شبه‌آزمایشی با دو گروه مستقل آزمایشی و کنترل.

گروه	متغیر مستقل	متغیر وابسته	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
گروه آزمایشی	بسته آموزشی پیشنهادی	میزان خلاقیت و عملکرد در تکالیف	– عملکرد آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون – آزمون خلاقیت تورنس	– عملکرد آزمودنی‌ها در طراحی – میزان خلاقیت در طراحی
گروه کنترل	روش آموزشی معمول	میزان خلاقیت و عملکرد در تکالیف	– عملکرد آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون – آزمون خلاقیت تورنس	– عملکرد آزمودنی‌ها در طراحی – میزان خلاقیت در طراحی

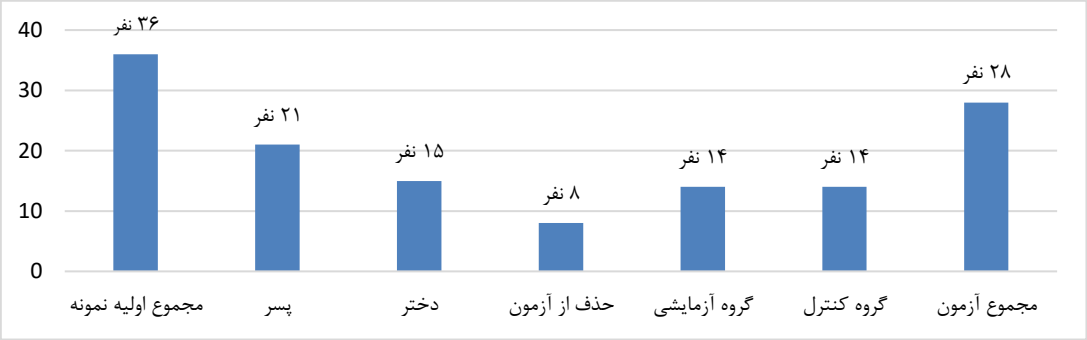
از آنجا که در این طرح آزمودنی‌ها با انتصاب تصادفی به گروه‌ها منتسب نمی‌شوند، پژوهش‌گر باید اطمینان حاصل کند که گروه‌ها قبل از آغاز آزمایش معادل می‌باشند، یعنی از نظر پارامترهای مورد مطالعه همسان هستند. در غیر این‌صورت اعتبار درونی تحقیق سوال‌برانگیز بوده و اثرهای متغیر مستقل بر متغیر وابسته را نمی‌توان توجیه کرد. بخش مطالعات و چهارچوب نظری تحقیق عمدتاً به شیوه کتابخانه‌ای و استفاده از منابع مکتوبِ مختلف صورت پذیرفت. همچنین در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS از آمار توصیفی که شامل جدول، میانگین و... و آمار استنباطی که شامل آزمون t در مرحله پیش‌آزمون و آزمون یو من–ویتنی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو نمونه مستقل و ضریب همبستگی استفاده شد. (شکل ۱



شکل ۱) نمودار روش انجام تحقیق

آزمودنی‌ها از بین کلیه دانشجویان سال آخر کارشناسی مهندسی معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج انتخاب شدند. آزمایش تحقیق در نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۸–۱۳۹۷ در کارگاه درس طراحی فنی اجرا گردید. تعداد دانشجویان این درس ۳۶ نفر بودند که از این تعداد ۲۱ نفر پسر و ۱۵ نفر دختر بودند. از این تعداد ۸ نفر به دلیل تعداد غیبت‌های غیرموجه زیاد و عدم انجام تکالیف محوله از فرایند تحقیق خارج شدند. لذا در نهایت تعداد دانشجویانی که در این تحقیق شرکت داده شدند ۲۸ نفر بوده که در هر دو گروه آزمایشی و کنترل مساوی و هر کدام به تعداد ۱۴ نفر بودند.

تعداد آزمودنی‌ها در این تحقیق یعنی ۲۸ نفر مناسب درنظر گرفته شده است. (نمودار ۱)



نمودار ۱) نمودار مشخصات نمونه آماری

با عنایت به روش شبه‌آزمایشی، در رویه آزمایش این تحقیق، در ابتدای نیمسال تحصیلی درخصوص هر دو گروه آزمایشی و کنترل، پیش‌آزمون مورد اجرا واقع گردیده و سپس از پس‌آزمون استفاده گردید که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود. در هر دو مرحله از تکالیف طراحی مشابه برای هر دو گروه استفاده گردید.

پیش‌آزمون جهت اجرای طرح آزمایش لازم بود که میزان خلاقیت و عملکرد در هر دو گروه سنجیده شود و تفاوت آن در تحلیل یافته‌های تحقیق لحاظ گردد. شیوه‌های مختلفی برای آزمایش میزان خلاقیت وجود دارند. برای انجام این مهم، از دو شیوه استفاده گردید. شیوه اول انجام آزمون خلاقیت تورنس (Torrance) بر روی هر دو گروه بود. شیوه دوم از طریق انجام دو تکلیف طراحی اجرا شد.

داده‌های معتبر و روایی در مورد آزمون خلاقیت تورنس در بیش از ۱۵۰۰ مطالعه به‌دست آمده است. جهت اجرای آزمون خلاقیت از ابزار پرسشنامه استاندارد خلاقیت تورنس استفاده گردید. این پرسشنامه در سال ۱۹۹۲ توسط گروه استادان دانشگاه کالیفرنیا ساخته شد و دارای ۶۰ سوال سه گزینه‌ای است که گزینه های آن خلاقیت را در سه سطح پایین، متوسط و بالا می‌سنجد [۴۶]. این پرسشنامه خلاقیت را در چهار بعد سیالی، انعطاف‌پذیری، اصالت یا ابتکار و بسطِ جزئیات سنجیده و مجموع نمرات کسب شده در این چهار بعد، نمرات کلی خلاقیت فرد را نشان می‌دهد که پایین‌ترین نمره ۰ و بالاترین نمره ۱۲۰ می‌باشد. پایایی این پرسشنامه توسط رضایی و منوچهری بر روی نمونه‌ای با حجم ۴۸۳ نفر مورد آزمون قرار گرفته و ضریب کلی آلفای کرونباخ آن برابر با ۰/۸۷۱ به دست آمد. روایی پرسشنامه نیز با روش تحلیل عاملی توسط ایشان مورد تایید قرار گرفت. در پژوهش‌های متعددی [۴۷-۴۹] کارایی آزمون تورنس و شیوه استاندارد کنترل آن مورد تایید قرار گرفته است. نتایج آزمون آماری t دو نمونه‌ای (t =۱/۳۸۵ و Sig. =۰/۱۷۸) نشان داد که میانگین نمرات خلاقیت آزمودنی‌های گروه کنترل (نمره ۷۶/۷۹ از ۱۲۰) و گروه آزمایشی (نمره ۷۱/۳۶ از ۱۲۰) در مرحله پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و این دو گروه با سطح اطمینان ۹۵ درصد در میانگین نمره خلاقیت با هم مشابه هستند. (جدول های ۲ و ۳)

جدول ۲) آمار توصیفی دو گروه کنترل و آزمایشی در آزمون خلاقیت تورنس

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
خلاقیت	گروه کنترل	14	76.79	11.742	3.138
	گروه آزمایشی	14	71.36	8.793	2.350

جدول ۳) آمار استنباطی دو گروه کنترل و آزمایشی در آزمون خلاقیت تورنس

		Levene's Test		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95%Confidence Interval of the D.	
									Lower	Upper
خلاقیت	Equal variances assumed	.382	.542	1.385	26	.178	5.429	3.921	-2.630	13.488

در بخش دوم پیش‌آزمون دو تکلیف طراحی اجرا گردید. تکالیف طراحی عبارت بودند از: طراحی یک میز غذاخوری با جزییات اجرایی آن و طراحی یک واحد مسکونی تیپ در چهار طبقه و پیلوت و انجام ستون‌گذاری آن. هیئتی از داوران متشکل از مربیان کارگاه طراحی فنی و استادان گروه معماری، عملکرد آزمودنی‌ها را از طریق ارزیابی کیفیت فراورده‌های طراحی و میزان خلاقیت به‌کار رفته در آن‌ها مورد سنجش قرار دادند. داده‌های این پیش‌آزمون در جداول ۴ و ۵ آمده است. در تفسیر نتایج آزمون آماری یو من–ویتنی با استناد به مقدار آزمون Z (۰/۹۲۱-) در سطح خطای (۰/۳۵۷) که بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است، باید گفت که با اطمینان ۹۵ درصد، عملکرد و خلاقیت آزمودنی‌های دو گروه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و می‌توان استنباط نمود که آزمونی‌های دو گروه دارای توانایی طراحی یکسانی قبل از کاربست بسته آموزشی پیشنهادی و انجام پس‌آزمون بودند. (جدول‌های ۴ و ۵)

جدول ۴) نمرات دو گروه کنترل و آزمایشی در پیش‌آزمون طراحی

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
پیش‌آزمون طراحی	گروه کنترل	14	14.73	1.696	.453
	گروه آزمایشی	14	13.96	2.286	.611

جدول ۵) نتایج آزمون یو من–ویتنی دو گروه کنترل و آزمایشی در پیش‌آزمون طراحی

	Group گروه	N تعداد	Mean Rank میانگین رتبه‌ها	Sum of Ranks مجموع رتبه‌ها	Mann-Whitney U یو من–ویتنی	Z آماره z	Sig. معنی‌داری

پیش‌آزمون طراحی	گروه کنترل	14	13.07	183.00	78.00	-.921	.357
	گروه آزمایشی	14	15.93	223.00			
	Total	28					

پس‌آزمون برای تحلیل تاثیر برنامه طراحی فنی جهت تعیین عملکرد و خلاقیت دو گروه طراحی شد. در این مرحله برنامه فیزیکی یکسانی جهت طراحی توسط هر دو گروه، برای ایشان تعریف گردید. این برنامه شامل طراحی دو بلوک آپارتمانی مسکونی یکی هفت‌طبقه و پیلوت و زیرزمین و دیگری چهارطبقه و پیلوت و زیرزمین بود. سایت پروژه در زمینی به مساحت حدود ۵۵۰۰ مترمربع در شهرک سعدی شهر سنندج واقع شده بود. از آزمودنی‌های هر دو گروه خواسته شد تا تمامی نقشه‌های مورد نیاز این دو بلوک آپارتمانی را به صورت فاز دو از جمله سایت پلان، پلان طبقات، پلان بام، پلان آکس‌بندی و ستون‌گذاری، پلان تیرریزی، نماها، مقاطع، بزرگ‌نمایی‌ها، جزییات اجرایی، پرسپکتیوها، مصالح مورد نظر و... را طراحی نمایند. همچنین از آن‌ها خواسته شد در زمین پیشنهادی یک مرکز خرید کوچک برای تهیه مایحتاج روزانه ساکنین آپارتمان‌ها، یک مهدکودک را در حد جانمایی معین کنند و فضاهای بازی کودکان، فضای سبز، پارکینگ روباز خودروهای مهمانان، مسیرهای سواره و پیاده در طراحی سایت درنظر گرفته شوند. در اجرای طرح آزمایش، نحوه تدریس برای گروه کنترل به روش آموزشی معمول صورت گرفته که طی آن مطابق با سرفصل دروس مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم عمل گردید. مراحل انجام طراحی در گروه کنترل شامل آشنایی گروه با مسئله و برنامه طراحی، گردآوری اطلاعات در زمینه موضوع طراحی، تجزیه و تحلیل نمونه‌های مشابه، شروع طراحی و ایده‌پردازی‌های اولیه، نهایی کردن ایده و طرح اولیه، شروع فاز دو کردن نقشه‌ها و نهایتاً ارائه فراورده نهایی طراحی فنی بود.

اما در همین راستا، نحوه تدریس برای گروه آزمایشی مطابق با مدل آموزشی پیشنهادی این تحقیق بود. در جلسه اول برگزاری کلاس برای گروه آزمایشی، توضیحات مبسوطی راجع به محیط یادگیری فعال و سازنده‌گرا و نقش فعال دانشجویان در این زمینه داده شد. از جلسه دوم از رویکرد آموزش مدل‌سازی داده ای ساخت و نرم‌افزار رِویت توسط یک مدرس خبره در این نرم‌افزار بهره گرفته شد. به همین منظور در جلسات هفتگی درس طراحی فنی ساختمان که مطابق با سرفصل مصوب، هر هفته ۶ ساعت و در یک جلسه برگزار می‌گردد، ۲ ساعت از ۶ ساعت به امر آموزش مدل‌سازی داده ای ساخت (BIM) و نرم‌افزار رِویت برای گروه آزمایشی اختصاص داده شد (شکل های ۲ و ۳).

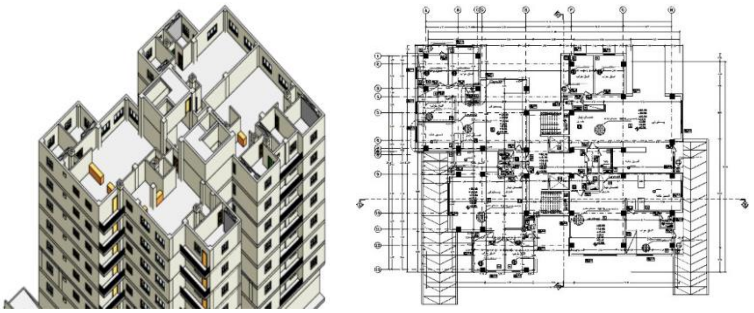
شکل های ۲ و ۳) محیط آموزش مدل‌سازی داده‌ای ساخت و نرم‌افزار رِویت برای گروه آزمایشی

همچنین برای گروه آزمایشی در دو جلسه از جلسات آموزشی هر کدام به مدت ۳ ساعت، بازدید علمی برگزار گردید و دانشجویان برای قرار گفتن در یک محیط واقعی کارگاه ساختمانی و روبرو شدن با جزییات اجرایی ساختمان از نزدیک و ایجاد پرسش‌های مختلف در ذهن آنان از این بازدیدها استفاده گردید. توضیحات و راهنمایی‌ها و پاسخ-گویی به سوالات دانشجویان توسط مدرس درس، سرپرست کارگاه ساختمانی و یک نفر مهندس با سابقه صورت گرفت. (شکل های ۴ و ۵

شکل‌های ۴ و ۵) بازدید علمی دانشجویان گروه آزمایشی از محیط واقعی کارگاه ساختمانی و روبرو شدن با جزییات اجرایی

در طول جلسات آموزشی گروه آزمایشی، جهت دوری از آموزش معلم‌محور و درگیر نمودن دانشجویان با مسائل واقعی فنی در طراحی، از روش پروژه و حل مسئله در مدل-سازی داده‌ای ساخت و بخش‌های مختلف فرایند طراحی فنی ساختمان بهره گرفته شد، تا در این حالت دانشجویان ضمن یادگیری کاربردهای نرم‌افزار مربوطه، به شکلی واقعی درگیر حل مسائل فنی در تکالیف طراحی خود شوند.

جهت ارزیابی پروژه‌های دانشجویان دو گروه که در "پس-آزمون" تعریف شده بود، شاخص‌ها و معیارهایی از طریق نظرخواهی از اساتید مجرب در این درس و همچنین مهندسین خبره در این حوزه تعیین گردیدند. این شاخص‌ها عبارت بودند از: فنی بودن کانسپت و ایده طرح، هماهنگی عملکردها و مسائل اجرایی، ترکیب فرم، طرح فنی بستر و سایت، کمیت و کیفیت و صحت نقشه‌های فاز دو، مصالح و جزییات اجرایی، ارائه نقشه‌ها، خلاقیت، نمره کلی. برای ارزیابی پروژه‌ها بر اساس این شاخص‌ها، از هیئتی پنج نفره از داوران مجرب متشکل از اعضای هیئت علمی و مدرسین گروه معماری استفاده گردید. به طور معمول در فرایند ارزیابی پروژه‌های دانشجویان، داور یا داوران فراورده طراحی هر دانشجو را به تنهایی ارزیابی نموده و نمره می‌دهند و این فراورده با فراورده‌های دیگر دانشجویان مقایسه و رتبه‌بندی نمی‌گردد که این مسئله می‌تواند میزان خطا در ارزیابی‌ها را بالا ببرد. اما در این تحقیق، پروژه‌های دانشجویان بر اساس مقایسه و رتبه‌بندی از بالاترین تا پایین‌ترین رتبه و بازبینی بعدی ارزیابی گردیدند و در این حالت امکان خطا در ارزیابی بسیار پایین می‌آید. (شکل های ۶ و ۷)



شکل های ۶ و ۷) نمونه‌هایی از فراورده‌های آزمودنی‌های گروه آزمایشی در بخش پس‌آزمون

یافته‌ها

با ارزیابی آثار دانشجویان هر دو گروه توسط هیئت داوران، رتبه‌بندی این آثار مطابق با شاخص‌های تعیین شده از قبل، به‌دست آمدند. از آنجا که برخی از کارها در یک رتبه و هم‌تراز ارزیابی گردیدند، لذا ترتیب رتبه‌ها به تعداد ۲۸ نفر یعنی از ۱ تا ۲۸ نیست بلکه از ۱ تا عددی بین ۱۴ الی ۱۹ شده است (جدول ۶). عدد ۱ بالاترین رتبه در هر دو گروه بوده و عدد ۱۹ پایین‌ترین رتبه را در دو گروه اخذ نموده است. میانگین رتبه‌ها نیز از حدود ۱۱ الی حدود ۱۸ به دست آمده است. لازم به توضیح است که نرم‌افزار میانگین رتبه‌ها را به نسبت ۲۸ نفر لحاظ می‌نماید لذا در بعضی از شاخص‌ها مانند شاخص‌های شماره ۱، ۲ و ۷ برای گروه کنترل، پایین‌ترین رتبه از میانگین رتبه‌ها کمتر شده است.

جدول ۶) شاخص‌های ارزیابی و رتبه‌بندی آثار دانشجویان دو گروه کنترل و آزمایشی در پس‌آزمون

ردیف	شاخص‌ها	Group گروه	Max. Rank بهترین رتبه	Min. Rank بدترین رتبه	Mean Rank میانگین رتبه‌ها	Sum of Rank مجموع رتبه‌ها
۱.	فنی بودن کانسپت و ایده طرح	Control	4	16	18.04	252.50
		Experimental	1	14	10.96	153.50
۲.	خلاقیت	Control	1	15	16.39	229.50
		Experimental	2	14	12.61	176.50
۳.	هماهنگی عملکردها و مسائل اجرایی	Control	4	18	17.79	249
		Experimental	1	17	11.21	157
۴.	ترکیب فرم	Control	2	19	15.96	223.50
		Experimental	1	18	13.04	182.50
۵.	طرح فنی بستر و سایت	Control	3	19	17.61	246.5
		Experimental	1	18	11.39	159.5
۶.	کمیت و کیفیت و صحت نقشه‌های فاز دو	Control	4	19	18.29	256.00
		Experimental	1	17	10.71	150.00
۷.	مصالح و جزییات اجرایی	Control	4	18	18.14	254.00
		Experimental	1	17	10.86	152.00
۸.	ارائه نقشه‌ها	Control	5	19	17.57	246.00
		Experimental	1	17	11.43	160.00
	نمره کل	Control	4	19	17.75	248.50
		Experimental	1	17	11.25	157.50

در این تحقیق فرض بر این بوده است که دانشجویان در یک محیط یادگیری فعال و سازنده‌گرا تحت فرایند آزمایش با به‌کارگیری بسته آموزشی پیشنهادی با محوریت استفاده از مدل‌سازی داده‌ای ساخت، خلاقیت و عملکرد بهتری در درس طراحی فنی از خود نشان خواهند داد. برای مقایسه خلاقیت و عملکرد دانشجویان دو گروه آزمایشی و کنترل در پس‌آزمون، از آزمون آماری یو من–ویتنی استفاده شد. دلیل استفاده از این آزمون آماری این است که ارزیابی آثار دانشجویان به شیوه رتبه‌بندی صورت گرفت که در این حالت از این نوع آزمون استفاده می‌گردد. داده‌های به‌دست آمده درخصوص خلاقیت ($U=71.50,\ P=0.221>0.05$) نشان می‌دهد که خلاقیت آزمودنی‌های دو گروه تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر نداشتند (جدول ۷). اما داده‌های به‌دست آمده درخصوص عملکرد کلی دانشجویان ($U=52.50,\ P=0.036<0.05$) نشان می‌دهد که عملکرد آزمودنی‌های دو گروه تفاوت معنی‌دار با یک‌دیگر دارند. یعنی میزان تاثیر فعالیت‌ها در عملکرد گروه آزمایشی بیشتر از گروه کنترل بوده است و گروه آزمایشی به طور معنادار موفق‌تر عمل کرده‌اند. در نتیجه بسته پیشنهادی آموزشی که حول محور مدل‌سازی داده‌ای ساخت (BIM) و استفاده از نرم‌افزار (Revit) بوده، بر میزان یادگیری و موفقیت دانشجویان تاثیر مستقیم داشته است و نشانگر ارتقای توانایی دانشجویان در انجام تکالیف طراحی فنی می‌باشد.

جدول ۷) آزمون یو من–ویتنی جهت ارزیابی معناداری شاخص‌های ارزیابی آثار دانشجویان در پس‌آزمون

	Criteria	Group	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	Z	Sig.
پس‌آزمون	فنی بودن کانسپت و ایده طرح	Control	14	18.04	252.50	48.50	-2.281	.023*
		Experimental	14	10.96	153.50			
	خلاقیت	Control	14	16.39	229.50	71.50	-1.224	.221
		Experimental	14	12.61	176.50			
	هماهنگی عملکردها و مسائل اجرایی	Control	14	17.79	249.00	52.00	-2.119	.034*
		Experimental	14	11.21	157.00			
	ترکیب فرم	Control	14	15.96	223.50	77.50	-.945	.344
		Experimental	14	13.04	182.50			
	طرح فنی بستر و سایت	Control	14	17.61	246.50	54.5	-2.004	.045*
		Experimental	14	11.39	159.50			
	کمیت و کیفیت و صحت نقشه‌های‌فاز دو	Control	14	18.29	256.00	45.00	-2.440	.015*
		Experimental	14	10.71	150.00			

	مصالح و جزییات اجرایی	Control	14	18.14	254.00	47.00	-2.350	.019*
		Experimental	14	10.86	152.00			
	ارائه نقشه‌ها	Control	14	17.57	246.00	55.00	-1.981	.048*
		Experimental	14	11.43	160.00			
	عملکرد دانشجویان (نمره کل)	Control	14	17.75	248.50	52.50	-2.098	.036*
		Experimental	14	11.25	157.50			
		Total	28					

*P<0.05 **P<0.01

در تفسیر نتایج آزمون یو من-ویتنی درخصوص معناداری شاخص‌های ارزیابی آثار دانشجویان، در شاخصِ فنی بودن کانسپت و ایده طرح (U=48.50, P=0.023<0.05) با توجه به کمتر بودن P از عدد 0.05، عملکرد آزمودنی‌های گروه آزمایشی تفاوت و برتری معنادار نسبت به گروه کنترل دارد. با بررسی شاخصِ هماهنگی عملکردها و مسائل اجرایی (U=52.00, P=0.034<0.05) نیز عملکرد آزمودنی‌های گروه آزمایشی تفاوت و برتری معنادار نسبت به گروه کنترل دارد. همچنین در شاخصِ طرح فنی بستر و سایت (U=54.50, P=0.045<0.05) نشان داد که عملکرد آزمودنی‌های گروه آزمایشی، تفاوت و برتری معنادار نسبت به گروه کنترل دارد. در خصوص شاخصِ کمیت و کیفیت و صحت نقشه‌های‌فاز دو (U=45.00, P=0.015<0.05) نیز عملکرد آزمودنی‌های گروه آزمایشی تفاوت و برتری معنادار نسبت به گروه کنترل دارد. مشابه با این موارد، شاخص‌های مصالح و جزییات اجرایی (U=47.00, P=0.019<0.05) و ارائه نقشه‌ها (U=55.00, P=0.048<0.05) نیز نشان دادند که عملکرد آزمودنی‌های گروه آزمایشی تفاوت و برتری معنادار نسبت به گروه کنترل در این شاخص‌ها دارد. اما در دو شاخص خلاقیت (U=71.50, P=0.221>0.05) و ترکیب فرم (U=77.50, P=0.344>0.05) این تفاوت و برتری معنادار نیست، این در حالی است که میانگین رتبه‌های گروه آزمایشی نسبت به گروه کنترل بهتر بوده و نشانگر این است که رویکرد آموزشی تحقیق در این دو شاخص نیز بی‌تاثیر نبوده است. از آن‌جا که در ارزیابی فراورده‌های طراحی فنی، یک کیفیت کلی و ارزیابی نهایی برای هر فراورده درنظر گرفته شد، لذا تاثیر رویکرد آموزشی تحقیق بر این دو شاخص نیز دور از انتظار نبود. در نهایت باید گفت که در خصوص شاخص‌های: فنی بودن کانسپت و ایده طرح، هماهنگی عملکردها و مسائل اجرایی، طرح فنی بستر و سایت، کمیت و کیفیت و صحت نقشه‌های‌فاز دو، مصالح و جزییات اجرایی و ارائه نقشه‌ها، از آنجا که مدل‌سازی داده‌ای ساخت در بستر نرم‌افزار (Revit) ابتدا به ساکن به شکل سه‌بعدی، جامع و ملموس صورت می‌گیرد و این نرم‌افزار امکانات متنوعی در جهت فنی‌تر و اجرایی کردن نقشه‌های ساختمان در اختیار دانشجویان قرار می‌دهد، این رویه موجب ارتقای توانایی دانشجویان گروه آزمایشی در شاخص‌های مذکور شده و عملکرد ایشان در این شاخص‌ها برتری معنا-داری نسبت به گروه کنترل نشان داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیرگذاری یک محیط یادگیری فعال و سازنده‌گرا تحت یک روش آموزشی پیشنهادی با محوریت مدل‌سازی داده‌ای ساخت بر روی عملکرد و خلاقیت دانشجویان در دروس فنی معماری و مهم‌ترین آن‌ها یعنی

درس طراحی فنی بررسی گردید. پیش از اجرای طرح آزمایش لازم بود که میزان خلاقیت و عملکرد در دو گروه آزمایشی و کنترل سنجیده شود و تفاوت آن‌ها در تحلیل یافته‌های تحقیق لحاظ گردد. لذا پیش‌آزمون‌هایی با انجام آزمون خلاقیت تورنس و انجام دو تکلیف طراحی اجرا شد. یافته‌های حاصل از تحلیل نتایج پیش‌آزمون‌ها تفاوت معنی‌داری بین دو گروه نشان نداده و این دو گروه از نظر خلاقیت و عملکرد با هم مشابهت داشتند. اما با انجام پس‌آزمون، یافته‌های تحقیق نشان دادند که به‌کارگیری روش آموزشی پیشنهادی با محوریت مدل‌سازی داده‌ای ساخت در ارتقای عملکرد کلی دانشجویان گروه آزمایشی تاثیرگذار بوده و برتری معناداری نسبت به عملکرد گروه کنترل داشت. در خصوص ارتقای خلاقیت دانشجویان در انجام تکلیف طراحی فنی، تفاوت و برتری معناداری بین دو گروه مشاهده نشد، اما میانگین رتبه‌های دانشجویان گروه آزمایشی به شکل محسوسی بهتر از گروه کنترل بود. همچنین نتایج یافته‌های تحقیق در بقیه شاخص‌های عملکرد دانشجویان به جز ترکیب فرم، نشان داد که عملکرد آزمودنی‌های دو گروه تفاوت معنی‌دار با یک‌دیگر داشته و میزان تاثیر این روش در عملکرد گروه آزمایشی بیشتر از گروه کنترل بوده است و گروه آزمایشی به طور معنادار موفق‌تر عمل کرده‌اند. در نهایت باید گفت که مطابق با اهداف آموزش عالی، آموزش دانشجویان مقطع کارشناسی معماری باید بتواند دانش و توان کافی جهت حضور در عرصه‌های حرفه‌ای و عملی در اختیار ایشان قرار دهد. با توجه به نتایج یافته‌های این تحقیق، توفیق روش پیشنهادی در محیط یادگیری فعال و سازنده‌گرا با محوریت مدل‌سازی داده‌ای ساخت به افزایش میزان توانایی دانشجویان در دیدن مسائل اجرایی و فنی طرح‌های معماری کمک می‌نماید و در رشد ایشان برای مواجهه با موقعیت‌های واقعی طراحی تاثیرگذار می‌باشد.

تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تاییدیه‌های اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: هیچگونه تعارض منافعی وجود نداشته است.

سهم نویسندگان در مقاله: آزاده معارفی (نویسنده اول) پژوهشگر اصلی/نگارنده مقدمه/روش‌شناس/تحلیلگر آماری/نگارنده بحث و نتیجه‌گیری (۳۵٪)؛ کتایون تقی‌زاده (نویسنده دوم و مسئول) پژوهشگر کمکی/روش‌شناس/تحلیلگر آماری (۳۰٪)؛ قادر بایزیدی (نویسنده سوم) پژوهشگر کمکی/روش‌شناس/تحلیلگر آماری (۲۵٪)؛ سهیلا حسین‌پور (نویسنده چهارم) پژوهشگر کمکی/روش‌شناس/تحلیلگر آماری (۱۰٪).

منابع مالی/حمایت‌ها: این مقاله برگرفته از مطالعات رساله دکتری نگارنده اول با عنوان «ارتقای خلاقیت، اشتیاق شخصی و انگیزه تحصیلی دانشجویان معماری در دروس فن ساختمان با محوریت استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM)» که با راهنمایی نگارندگان دوم و سوم و مشاوره نگارنده چهارم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج در حال انجام است.

منابع

1. Latifi M, Daneshjoo K. The Creation of an Architectural Work within the Creation of the Universe Regarding the Holy Quran. *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2016 Sep 10; 6(2): 5-15. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1395.6.2.3.3

2. Pourjafar M, Yeganeh M, Farahani M. An Analytical Approach toward the Effects of Thoughts in Architecture and Urban Design (Comparative Analysis of Philosophical and Wisdom Thoughts). *Armanshahr Architecture & Urban Development*. 2017 Mar 14;9(17):173-83.[Persian] Available from: http://www.armanshahrjournal.com/article_44616_en.html?lang=en

3. Ghadami M. The Role of High-School Education in Promoting Aesthetic Skills of Architecture Students (Case Study: Discontinuous Trainings of Theoretical Branch in High Schools and Practical Continuous Trainings in Technical Schools). *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2011 Oct 10;1(1):5-20. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1390.1.1.3.6

4. Mahdavinejad M. Designerly Approach to Energy Efficiency in High-Performance Architecture Theory. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2020 Sep 10;10(2):75-83. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1399.10.2.7.5

5. Bazazzadeh H, Pilechiha P, Nadolny A, Mahdavinejad M, Hashemi Safaei SS. The Impact Assessment of Climate Change on Building Energy Consumption in Poland. *Energies* 2021 July 06;14(14):4084. http://dx.doi.org/10.3390/en14144084

6. Mahdavinejad M, Zia A, Larki AN, Ghanavati S, Elmi N. Dilemma of green and pseudo green architecture based on LEED norms in case of developing countries. *International journal of sustainable built environment*, 2014 Dec 1;3(2):235-46. https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.06.003

7. Rahbar M, Mahdavinejad M, Bemanian M, Davaie Markazi AH, Hovestadt L. Generating Synthetic Space Allocation Probability Layouts Based on Trained Conditional-GANs. *Applied Artificial Intelligence*. 2019 Jul 3;33(8):689-705. https://doi.org/10.1080/08839514.2019.1592919

8. Haghshenas M, Hadianpour M, Matzarakis A, Mahdavinejad M, Ansari M. Improving the suitability of selected thermal indices for predicting outdoor thermal sensation in Tehran. *Sustainable Cities and Society*. 2021 Jul 27:103205. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103205

9. Mardomi K, Moodi A. Agent-Based Modeling; a Paradigm to Deal with Complexity and Uncertainty in Architectural and Environmental Problems. *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2019 Sep 10;9(2):145-55. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1398.9.2.1.2

10. Santos R, Costa AA, Grilo A. Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. *Automation in Construction*. 2017 Aug 1;80:118-36. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.005

11. Mahdavinejad M. Discourse of High-Performance Architecture: A Method to Understand Contemporary Architecture. *Hoviatshahr*, 2017; 11(2) 53-67. [Persian] Available from: http://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_10930_79f91b76bac9a77aba9d4aff60465705.pdf

12. Mahdavinejad M. High-Performance Architecture: Search for Future Legacy in Contemporary Iranian Architecture. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 2017; 9(17):129-138. [Persian] Available from: http://www.armanshahrjournal.com/article_44611_955a20b5cfd1f32308e627ddc8528b91.pdf

13. Noroozian N. Localization pattern for assessment of energy efficiency in buildings in Tehran. *Naqshejahan -Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2016 Nov 10;6(3):63-74. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1395.6.3.7.9

cooling load and increasing ventilation potential in hot-arid climate. *Applied Energy*. 2018; 231: 714-46. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.116

22. Yousefian S, Pourjafar M, Ahmadpour Kalahrodi N. Impacts of High-Rise Buildings Form on Climatic Comfort with Emphasis on Airflow through ENVI-met Software. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2017 Jul 10;7(2):1-10. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1396.7.2.2.9

23. Jakica N. State-of-the-art review of solar design tools and methods for assessing daylighting and solar potential for building-integrated photovoltaics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018 Jan 1;81:1296-328. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.080

24. Zhang A, Bokel R, van den Dobbelsteen A, Sun Y, Huang Q, Zhang Q. An integrated school and schoolyard design method for summer thermal comfort and energy efficiency in Northern China. *Building and Environment.* 2017 Nov 1;124:369-87. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.08.024

25. Javanroodi K, Nik VM, Mahdavinejad M. A novel design-based optimization framework for enhancing the energy efficiency of high-rise office buildings in urban areas. *Sustainable Cities and Society*. 2019; 49:101597. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101597

26. Chong HY, Lee CY, Wang X. A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability. *Journal of Cleaner Production*. 2017 Jan 20;142:4114-26. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.222

27. Li J, Li N, Peng J, Cui H, Wu Z. A review of currently applied building information modeling tools of constructions in China. *Journal of Cleaner Production*. 2018 Nov 10;201:358-68. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.037

28. Moulaii M, Shahhoseini G, Dabaghchi S. Explaining and analyzing how to make smart cities in the context of the influencing components and key factors. *Naqshejahan* -

14. Pilechiha P, Mahdavinejad M, Rahimian FP, Carnemolla P, Seyedzadeh S. Multi-objective optimisation framework for designing office windows: quality of view, daylight and energy efficiency. Applied Energy. 2020 Mar 1; 261: 114356. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114356

15. Pourjafar M, Akbarian R, Ansari M, Pourmand H. Conceptual approach in Persian architecture. *SOFFEH*. 2008;16(3-4):90-105. [Persian] Available from: http://sofeh.sbu.ac.ir/article/view/30876

16. Saadatjoo P, Mahdavinejad M, Zhang G. A study on terraced apartments and their natural ventilation performance in hot and humid regions. *Building Simulation*. 2018 Apr 1;11(2):359-372. https://doi.org/10.1007/s12273-017-0407-7

17. Taban M, Pourjafar M, Bemanian M, Heidari S. Determining optimal courtyard pattern in Dezful traditional houses by relying on Shadow analysis. *The Monthly Scientific Journal of Bagh- E Nazar*, 2014;10(27):39-48. [Persian] Available from: http://www.bagh-sj.com/article_3966_2e59e42a03a9d2c16e39b2ddb134e6d5.pdf

18. Siadatian S, Pourjafar M. Testing the Application of "Justified Plan Graph"(JPG) in Iranian-Islamic Architecture Case Studies: Rasoolian House in Yazd and a House in Masooleh *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2015;4(3):27-39. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1393.4.3.4.2

19. Talaei M, Mahdavinejad M, Azari R. Thermal and energy performance of algae bioreactive façades: A review. *Journal of Building Engineering*. 2020 Mar 1;28:101011. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101011

20. Talaei M, Mahdavinejad M. Probable cause of damage to the panel of microalgae bioreactor building façade: Hypothetical evaluation. *Engineering Failure Analysis*. 2019 Jul 1;101:9-21. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.02.060

21. Javanroodi K, Mahdavinejad M, Nik VM. Impacts of urban morphology on reducing

10;5(2):55-64. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1394.5.2.5.8

36. Boton C, Forgues D, Halin G. A framework for Building Information Modeling implementation in engineering education. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2018;45(10):866-877. https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0047.

37. Zheng H, Liu Y, Li Y. A review on research and application of the BIM technology. *Journal of Structural Engineers*. 2015:31. https://doi.org/10.15935/j.cnki.jggcs.2015.04.033.

38. Li J, Afsari K, Li N, Peng J, Wu Z, Cui H. A review for presenting building information modeling education and research in China. *Journal of Cleaner Production*. 2020:259(120885). https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120885.

39. Boton C, Forgues D, Halin G. A framework for Building Information Modeling implementation in engineering education. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2018;45(10):866-877. https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0047.

40. El-Diraby T, Krijnen T, Papagelis M. BIM-based collaborative design and socio-technical analytics of green buildings. *Automation in Construction*. 2017 Oct 1;82:59-74. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.004

41. Hadianpour M, Mahdavinejad M, Bemanian M, Haghshenas M, Kordjamshidi M. Effects of windward and leeward wind directions on outdoor thermal and wind sensation in Tehran, *Building and Environment*. 2019 Mar 1;150:164-180. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.053

42. Hadianpour M, Mahdavinejad M, Bemanian M, Nasrollahi F. Seasonal differences of subjective thermal sensation and neutral temperature in an outdoor shaded space in Tehran, Iran. *Sustainable Cities and Society*, 2018 May 1; 39: 751-64. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.003

43. Latifi M, Diba D. Data Mining of the Spatial Structure of Qajar Native Housing; Case Study: Jangjouyan House of Isfahan. *Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2016 Nov 10;6(3):75-93. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1396.7.3.3.2

29. Abdelhameed W. BIM in architecture curriculum: a case study. *Architectural Science Review*. 2018 Nov 2;61(6):480-91. https://doi.org/10.1080/00038628.2018.1483888

30. Zandieh M, Mahmoodzadeh Kani I, Hessari P. Building Information Modeling (BIM); a model for improving the design process. *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2017 Jul 10;7(2):71-78. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1396.7.2.7.4

31. Borrmann A, König M, Koch C, Beetz J. Building information modeling: why? What? How?. *InBuilding information modeling* 2018 (pp. 1-24). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_1

32. Sánchez A, Gonzalez-Gaya C, Zulueta P, Sampaio Z. Introduction of building information modeling in industrial engineering education: Students' perception. *Applied sciences*. 2019 Jan;9(16):3287. https://doi.org/10.3390/app9163287

33. Bas O, D'Angella D, Baldwin JG, Castro NJ, Wunner FM, Saidy NT, Kollmannsberger S, Reali A, Rank E, De-Juan-Pardo EM, Hutmacher DW. An integrated design, material, and fabrication platform for engineering biomechanically and biologically functional soft tissues. *ACS applied materials & interfaces*. 2017 Sep 6;9(35):29430-7. https://doi.org/10.1021/acsami.7b08617

34. Abasi M, Tahbaz M, Vafaee R. Introducing an Innovative Variable Building Layers System (V.B.L.S). *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2015 Jun 10;5(2):43-54. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1394.5.2.1.4

35. Taraz M, Taghizade K, Azizi Ghohroudi M. Introducing an Innovative Variable Building Layers System (V.B.L.S). *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2015 Jun

Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2020 Oct 10;10(3):163-71. [Persian] Available from: http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-43890-en.html

44. Pourzargar M, Abedini H. Reading the Hidden Geometry in the Historic City and the Impact of Modern Evolution on It; Case Study: Sabzeh-Meydan, Tehran. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2020 Oct 10;10(3):231-238. [Persian] Available from: http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-43327-en.html

45. Rasoolzadeh M, Moshari M. Prioritizing for Healthy Urban Planning: Interaction of Modern Chemistry and Green Material-based Computation. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2021 May 10;11(1):94-105. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.7.0

46. Shamsniya SA, Ahmadi E, Afshar M. The Relationship between Entrepreneurship and Creativity with the Level of Education in Employees of Science and Technology Parks in Shiraz. *The Journal of Modern Thoughts in Education*. 2011 Oct 23;6(4):173-60. [Persian] Available from: https://jmte.riau.ac.ir/article_790_bdc1171aafab287ef753c793585b2388.pdf?lang=en

47. Shakiba A, Delqandi B. A review on Form a visual test of Torrance creativity test in Iran. *Journal of Social Sciences and Humanities Research*. 2018;6(03):34–46. https://doi.org/10.24200/jsshr.vol6iss03pp%25p

48. Almeida LS, Prieto LP, Ferrando M, Oliveira E, Ferrándiz C. Torrance Test of Creative Thinking: The question of its construct validity. *Thinking skills and creativity*. 2008 Apr 1;3(1):53-8. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2008.03.003

49. Clapham MM. The convergent validity of the Torrance Tests of Creative Thinking and creativity interest inventories. *Educational and Psychological Measurement*. 2004 Oct;64(5):828-41. https://doi.org/10.1177/0013164404263883

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی