

The Effectiveness of Higher Order Thinking Skills Training (HOTS) on Cognitive Processes and Design Product

Farhad Karvan^{1*}, Jamal-e-Din. Mahdinejad²

Received: 2025/05/18

Revised: 2025/12/16

Accepted: 2026/01/02

Published: 2026/08/21

Highlights

- Teaching higher- Order thinking as a cognitive educational strategy has been able to influence students' design achievement by teaching them the dimensions and components of critical and metacognitive thinking.
- The method of teaching higher- Order thinking can, by providing an appropriate educational context, enable the enhancement of students' cognitive processes with metacognitive techniques and critical thinking skills.
- Given that higher- Order thinking training emphasizes most of the cognitive outcomes of student learning, it is best for professors to use a higher- Order thinking -based training program as one of the effective teaching-learning strategies for designing and drawing architectural plans.

Extended Abstract

Introduction

Despite various research in the field of architectural education, the minds of architectural education experts are always occupied with the question of how education can be effective? And can creative people and successful designers be created by using appropriate methods? This research aims to find out how to achieve problem solving, decision making, innovation and creative production, especially in the design process of architecture students, by using thinking skills as mental activities. In other words, the present research seeks to investigate the effect of higher- Order thinking training methods on visual intelligence, creativity, and design achievement of architecture students.

Theoretical Framework

Developing learners' intellectual and mental skills has always been considered one of the most important educational goals in educational circles around the world. Cognitive processes training is one of the newest and most efficient educational approaches that emphasizes the use of teaching-learning strategies with the aim of developing and strengthening systematic processes of understanding and perception, thinking, learning, and problem solving. Higher-order thinking includes the skills of thinking strategies, critical thinking, scientific reasoning, research, problem-based learning, and problem solving. Higher-order thinking is a style of thinking about any subject, content, or form that allows the thinker to improve the quality of their thinking by analyzing, evaluating, and renovating. A level of thinking that is perfect for shaping the 21st century generation, along with intelligence, creativity, and innovation.

Methodology

The research method is a quasi-experimental type with a pretest-posttest design with a control group According to the research objective, the statistical population in this study included all architecture students at Hamadan Azad University. The entry criteria for students in this project were:

- Students who received low scores (less than 12) in the introductory architectural design course 3.
- Students who received low scores in the design test and the intelligence and creativity test.

Based on the above criteria, 30 people were selected and randomly assigned to two control and experimental groups (15 people in the experimental group and 15 people in the control group).

Results & Discussion

¹ *Assistant Professor, Department of Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran; Corresponding Author, Email: f.karvan@iau.ac.ir

² Professor, Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

In the case of design, the F value obtained is 31.61 and the significance level is lower than 0.01, which indicates that the difference in the mean design scores between the control and experimental groups is significant. With these results, it can be said that the effect of teaching higher- Order thinking strategies on students' design achievement is significant, and according to the eta square, the extent of this effect is 55 percent.

Conclusion

The present study was conducted to investigate the effect of higher- Order thinking training on the level of visual intelligence and creativity in design of students. Based on the results, it can be said that higher- Order thinking training can lead to an increase in students' creativity and visual intelligence and also help to improve the quality of architectural students' design ability. Higher- Order thinking training has been effective on student creativity, meaning that the training has been able to be effective in the fluidity dimension (ideation, presentation of ideas and concepts, expansion of the scope of knowledge and diversification in understanding concepts and content, increase divergent thinking and expansion of knowledge), in the flexibility dimension of creativity (production of ideas, diverse and unusual thoughts and different solutions to a problem), in the originality dimension (presentation of unique and new solutions in design, expression of new ideas, breadth of opinion, approach and use and application), and in the development and application of ideas in situations in an unusual way. The findings also showed that training in higher- Order thinking influences students' visual intelligence. Since visual intelligence deals with adapting to new problems, understanding new relationships, and deducing inductive arguments, by training critical thinking skills, especially evaluation and logical reasoning skills, it is possible to increase students' information processing power in terms of their ability to recognize relationships between visual stimuli, their speed of analyzing information, and their ability to work memory. Teaching higher- Order thinking as a cognitive educational strategy has been able to influence students' design achievement by teaching them the dimensions and components of critical and metacognitive thinking.

Keywords

Architecture Education, Higher Order Thinking Skills, Cognitive Factors, Creativity, Design Product.

Author Contributions: All authors contributed to the work, reviewed the manuscript, approved the final version, and agreed to be accountable for its content.

Conflict of Interest: The authors declare that there are no financial, professional, personal, or organizational conflicts of interest that could have influenced the results or interpretation of this study.

Funding: The authors declare that this research and the preparation of this manuscript received no financial support, research grant, or any other source of funding.

Data Availability Statement: The data supporting the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

AI Use Statement: The authors declare that no generative artificial intelligence (AI) tools or AI-based technologies were used at any stage of the preparation, writing, editing, analysis, translation, or preparation of this manuscript.

Citation:

Karvan, F., Mahdinejad, J (2026). The effectiveness of Higher Order Thinking Skills Training (HOTS) on cognitive processes and design Product. *Journal of Urban Sustainable Development*, 7(23), 51-68.



DOI: <https://doi.org/10.22034/usd.2026.2061007.1359>



DOR: <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.27170128.1405.7.23.4.4>

URL: https://usdjournal.daneshpajoohan.ac.ir/article_736329.html?lang=en



Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by Daneshpajoohan Pishro Higher Education Institute. This article is an open access article licensed under the [Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

اثربخشی آموزش تفکر سطح بالا (HOTS) بر فرایند شناختی و فرایافت طراحی

فرهاد کاروان^{۱*}، جمال‌الدین مهدی‌نژاد^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۲ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۵/۳۰

چکیده:

در هر نظام آموزشی، توجه به روش‌ها و شیوه‌های آموزشی، از اهمیت زیادی برخوردار است. متخصصان آموزشی از دیرباز به بررسی تأثیر عوامل شناختی بر آموزش و عملکرد یادگیرنده پرداخته‌اند. آموزش راهبردهای تفکر سطح بالا، یک رویکرد شناختی مبتنی بر فراشناخت و تفکر نقادانه است. این روش آموزشی به مهارت‌های اساسی شناختی می‌پردازد و به بهزیستی ذهنی کمک می‌کند. از آنجایی که، هدف پژوهش، بررسی میزان تأثیر آموزش راهبردهای تفکر سطح بالا بر فرایافت طراحی با خلاقیت و هوش تجسمی دانشجویان بود و پاسخگویی به سوال اصلی پژوهش مبنی بر این که آموزش راهبردهای تفکر سطح بالا تا چه میزان می‌تواند بر فرایافت طراحی، خلاقیت و هوش تجسمی دانشجویان تأثیر داشته باشد؟ روش پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. با توجه به هدف پژوهش، جامعه آماری در این پژوهش شامل کلیه دانشجویان معماری دانشگاه آزاد همدان سال تحصیلی (۱۴۰۱-۱۴۰۰) بود. براساس ملاک‌های ورودی نمونه انتخابی ۳۰ نفر بصورت در دسترس انتخاب و بطور تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایشی جایگزین شدند. گروه آزمایشی تحت آموزش ۱۰ جلسه‌ای قرار گرفت ولی گروه کنترل هیچ آموزشی دریافت نکرد. جهت جمع‌آوری داده‌ها، از پرسشنامه‌های هوش تجسمی کتل، خلاقیت تورانس و مقیاس ارزش‌گذاری فرایافت طراحی استفاده شد. با توجه به نتایج تحلیل کواریانس و مقدار F بدست آمده در هوش تجسمی (۵/۰۳) می‌توان گفت که تأثیر آموزش راهبرد تفکر سطح بالا بر هوش تجسمی دانشجویان (با مجذور اتا - تأثیر ۱۶ درصد) معنادار بود. آموزش در خلاقیت با مقدار F بدست آمده (۱۸/۹۱) و میزان تأثیر (۴۲ درصد) معنادار بود. همچنین مقدار F بدست آمده در فرایافت طراحی (۳۱/۶۱) با میزان تأثیر (۵۵ درصد) معنادار بود. از یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت، شیوه آموزشی می‌تواند با فراهم آوردن زمینه آموزشی مناسب، امکان ارتقاء آنان را فراهم آورد.

واژگان کلیدی: آموزش معماری، تفکر سطح بالا، خلاقیت، فرایند شناختی، فرایافت طراحی.

نحوه ارجاع به مقاله:

کاروان، فرهاد، و مهدی‌نژاد، جمال‌الدین. (۱۴۰۵). اثربخشی آموزش تفکر سطح بالا (HOTS) بر فرایند شناختی و فرایافت طراحی. توسعه پایدار شهری، ۷(۲۳)، ۶۸-۵۱.

^{۱*} استادیار، گروه معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران.

Email: f.karvan@iau.ac.ir

^۲ استاد، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شهید رجایی، تهران، ایران.

۱- مقدمه و بیان مسئله

امروزه در تمام نظام‌های آموزشی، محور اصلی برنامه‌های درسی و آموزشی تحقق امر یادگیری در فراگیران است این امر سبب وادار کردن متخصصان آموزشی به بررسی عوامل تسهیل، تداوم و پایداری عوامل مرتبط با آن است. در حرفه‌ی معماری و خصوصاً در آموزش فرایند طراحی، لازم است، به شناختی صحیح از نحوه‌ی فکر کردن و مراجعه به این استعدادها، توجه نمود. و از آنجایی که، روش‌های آموزشی مبتنی بر فرایندهای شناختی می‌توانند باعث تولید خلاق و عملکرد اجرایی بهتری نسبت به آموزش‌های مبتنی بر مفاهیم نظری آموزش شوند، لذا در چند دهه‌ی اخیر، تلاش‌های خوبی به جهت تقویت کیفیت آموزش در نظریات شناختی طراحی شده و عوامل و فرایندهای شناختی مانند هوش و خلاقیت در کنار آن مطرح شده‌است. دوره‌های خلاقیت و طراحی مهم‌ترین قسمت‌های آموزش معماری هستند. در هر آموزشی، علاوه بر انتخاب دانشجو باید به عواملی مانند نظام آموزشی، محیط آموزشی، و شیوه‌های آموزشی نیز توجه نمود. از اینرو، روش‌شناسی آموزشی مناسب در معماری به افرادی خلاق و آموزش خلاق متکی خواهد بود (Mahmoudi, 2005).

هوش و خلاقیت از عوامل و سازه‌های مهم فرایندهای شناختی هستند، لذا توجه به آموزش آنها بسیار با اهمیت است. پرداختن به هوش تجسمی با مهارت‌های اساسی پردازش اطلاعات، توانایی تشخیص دادن روابط بین محرک‌های دیداری، سرعت تحلیل کردن اطلاعات، و توانایی حافظه فعال از مباحث مهم و مورد توجه در آموزش معماری است. همچنین توسعه مهارت‌های تفکر خلاق می‌تواند توانایی تصمیم‌گیری آگاهانه را بالا ببرد (Chang et al., 2015).

سیالی، انعطاف‌پذیری، اصالت و بسط از مؤلفه‌هایی است که در سنجش و آموزش خلاقیت مدنظر قرار می‌گیرند. بنابراین، راهبردهای مرتبط با تفکر خلاق از جمله روش‌هایی هستند که

می‌توان از آن‌ها جهت بهبود سطح بهزیستی ذهنی بهره گرفت (Sternberg, 2015).

رشد و پرورش مهارت‌های فکری دانشجویان (معماری) همواره مسئله پیچیده‌ای در آموزش بوده و کارشناسان آموزشی اتفاق نظر دارند که رشد تفکر سطح بالا وظیفه اصلی مراکز آموزشی بوده و باید به آموزش آن توجه نمود (Mobasheri et al., 2017). به عبارتی مهارت‌های تفکر سطح بالا^۱ (HOTS) را مریبان با آموزش و یادگیری برای تقویت تفکر فراگیران و بهبود یادگیری کلاس بکار می‌برند. و از آنجایی که، راهبردهای آموزشی HOTS مبتنی بر فراشناخت و تفکر انتقادی جهت ایجاد توانایی به کارگیری دانش و مهارت از طریق استدلال و تفکر است (Punnithann, 2018)؛ لذا بررسی نقش این آموزش ضروری است. با وجود اثبات قطعی تأثیر مستقیم آموزش بر میزان قدرت خلاقیت و طراحی، اما در سال‌های اخیر مشاهده می‌شود برخی روش‌های تدریس، در افزایش مهارت‌ها، مؤثر نیستند. برخی دلیل این ناکارآمدی را وجود روش‌های نامناسب آموزشی دانسته‌اند که امکان فهم از طریق تجزیه و تحلیل را برای دانشجویان فراهم نمی‌کند و برخی دیگر با رشد استفاده از رایانه در طراحی (Kara, 2015) و جایگزینی آن با روش‌های طراحی دستی که موجب کاهش توانایی فضایی و تجسمی می‌شود، دانسته‌اند (Leopold, 2005).

با وجود پژوهش‌های مختلف در زمینه آموزش معماری، ولی ذهن متخصصان آموزش معماری همواره درگیر این سؤال است که آموزش به چه شیوه‌ای می‌تواند مؤثر باشد؟ و آیا با بکارگیری مناسب روش‌ها می‌توان افرادی خلاق و طراحانی موفق داشت؟ این پژوهش، به دنبال این هدف است که چگونه می‌توان به حل مسائل، تصمیم‌گیری، نوآوری و تولید خلاق به ویژه در فرایند طراحی دانشجویان معماری با استفاده از مهارت‌های تفکر به‌عنوان فعالیت‌های ذهنی دست یافت. به عبارت دیگر، پژوهش حاضر بدنبال بررسی تأثیر روش

آموزش تفکر سطح بالا بر هوش تجسمی، خلاقیت و فرایافت طراحی دانشجویان معماری است.

نظام آموزشی که طراحان طی می کنند، توجیه می کند (Lawson, 2013, 192).

۲- پیشینه و مبانی نظری پژوهش

با توجه به هدف پژوهش مبنی بر بررسی میزان تأثیر روش آموزشی تفکر سطح بالا بر میزان خلاقیت، هوش تجسمی و فرایافت طراحی دانشجویان معماری، لذا به پژوهش های مرتبط با این موضوع اشاره می شود. بات و همکاران (Bott et al., 2014) در پژوهش خود نشان دادند آموزش خلاقیت توجه هدف گرا و پردازش اطلاعات را افزایش می دهد. به عبارتی آموزش معماری مبتنی بر خلاقیت به دانشجویان کمک می کند از لحاظ شناختی پیشرفت کنند و به آنها این قابلیت را بدهد تا از این پیشرفت های شناختی در یک فرایند خلاقانه استفاده کنند. بنابراین با آموزش می توان خلاقیت فرد را در مؤلفه ی بسط افزایش داد (Karvan et al., 2023).

با توجه به اینکه تولید خلاق شامل همبستگی افکار و ایده ها، انعطاف پذیری ایده ها، عمق ایده ها و اصالت ایده ها می باشد؛ لذا تمرین دادن خلاقیت باعث افزایش رشد آن می شود چون رابطه مثبتی بین تولید خلاق، خودکارآمدی و عملکرد اجرایی با خلاقیت وجود دارد (Perry & Karpova, 2017). همچنین نتایج پژوهش آموزش مهارت های تفکر بر خلاقیت نشان می دهد که آموزش مهارت های تفکر بر افزایش خلاقیت مؤثر است (Swanson, 1990). به عبارتی فرد می تواند خلاقیت خود را بهبود ببخشد و همین موضوع توجه دقیق دست اندرکاران آموزشی را به

تحقیقات دیگر نشان داده است که هوش برای مشاغل حرفه ای قابل آموزش است (Deary, 2014). لذا علیرغم اینکه عده ای توانایی های هوشی فضایی را یک موهبت ذاتی می دانند، اما مطالعات زیادی نشان داده اند که توانایی هوشی از طریق آموزش قابل توسعه است؛ لذا برای اینکه طرح واره های مناسب و درستی در ذهن یادگیرنده شکل گیرد، کتاب های درسی و تدریس در کلاس باید مبتنی بر فعالیت هایی باشند که آن را تقویت می کنند (Reyhani et al., 2013). از آنجایی که توانایی های فضایی تغییرناپذیر نیستند و می توان آنها را بهبود بخشید (Terlecki et al., 2008)؛ پس آموزش می تواند مفید باشد.

پژوهش آکسین فا و همکاران (Xinfa et al., 2015) نشان داده، آموزش مهارت های تفکر بر خلاقیت هنری تأثیر دارد. با بررسی ها و تحلیل های به عمل آمده در زمینه ی روش های آموزشی می توان نشان داد که روش های مبتنی بر حفظ کردن، تمرین و تکرار بدون تولید، اساساً مانع از پرورش استعداد و قدرت طراحی دانشجوی می شود (Pressman, 2012: 101).

با توجه به هدف پژوهش مبنی بر بررسی تأثیر روش آموزشی تفکر سطح بالا بر میزان خلاقیت، هوش تجسمی و فرایافت طراحی دانشجویان، لذا به بعضی از سوابق پژوهشی مرتبط با این موضوع در (جدول شماره ۱) اشاره می شود.

جدول ۱. خلاصه سوابق پژوهشی مرتبط

عنوان	پژوهشگر و سال	یافته پژوهش
مراحل خلاقیت در طراحی: حس مسئله، تحلیل، تولید، آزمون و پاسخ	(Mattingly, 2011)	مدل خلاقیت در طراحی معماران، شامل پنج مرحله ی: حس مسئله، تحلیل، تولید، آزمون و پاسخ
اهمیت نقش آموزش خلاقیت در کلاس با هدف افزایش قدرت طراحی	(Calaviaa et al., 2021)	اهمیت نقش آموزش خلاقیت در کلاس با هدف افزایش قدرت طراحی
ارائه مدل دانش-بینش: پایه و اساس شناخت و تفکر	(Chen et al., 2020)	ارائه مدل دانش بینش: پایه و اساس شناخت و تفکر
استفاده از روش های مبتنی بر تفکر جهت آموزش طراحی معماران	(Pressman, 2012)	استفاده از روش های مبتنی بر تفکر جهت آموزش طراحی معماران

عنوان	پژوهشگر و سال	یافته پژوهش
تأثیر آموزش مهارت های تفکر و خلاقیت مدل سازی بر تفکر واگرا و خلاقیت هنری	(Xinfa et al., 2015)	تأثیر آموزش مهارت های تفکر و خلاقیت مدل سازی بر تفکر واگرا و خلاقیت هنری
آموزش هوش برای مشاغل حرفه ای	(Deary, 2014)	آموزش هوش برای مشاغل حرفه ای
بهبود توانایی های فضایی-طراحی با آموزش	(Terlecki et al., 2008)	بهبود توانایی های فضایی-طراحی با آموزش
تمرین دادن خلاقیت باعث افزایش رشد آن و در نتیجه تولید خلاق، خودکارآمدی و عملکرد اجرایی	(Perry & Karpova, 2017)	تمرین دادن خلاقیت باعث افزایش رشد آن و در نتیجه تولید خلاق، خودکارآمدی و عملکرد اجرایی
آموزش خلاقیت افزایش توجه هدف گرا و پردازش اطلاعات	(Bott et al., 2014)	آموزش خلاقیت افزایش توجه هدف گرا و پردازش اطلاعات
تأثیر آموزش مهارت های تفکر بر خلاقیت	(Swanson, 1990)	تأثیر آموزش مهارت های تفکر بر خلاقیت
تأثیر آموزش بر بهبود خلاقیت و نظام آموزش طراحی	(Lawson, 2013)	تأثیر آموزش بر بهبود خلاقیت و نظام آموزش طراحی

بررسی و پژوهش های جدید در زمینه ی موضوعات آموزشی، همواره مورد توجه متخصصان مرتبط بوده است. برای این منظور ابتدا متغیرهای پژوهشی مورد بررسی قرار می گیرند.

۱-۲- آموزش تفکر

پرورش مهارت های فکری و ذهنی فراگیران همواره به عنوان یکی از مهم ترین هدف های آموزشی در محافل آموزشی جهان مدنظر قرار گرفته است (Fathi Azar et al., 2013). آموزش فرایندهای شناختی یکی از جدیدترین و کارآمدترین رویکردهای آموزشی است که تأکید بر بکارگیری راهبرد یاددهی-یادگیری با هدف رشد و تقویت فرایندهای نظام مند درک و دریافت، تفکر، یادگیری و حل مسئله دارد (Slavin, 2006; 240). تفکر بعنوان مهم ترین فرایند شناختی، در ارتباط با روش های یادگیری است (Zhou, 2021). پژوهش ها نشان داده، فراگیرانی که در یادگیری از رویکرد تفکر استفاده می کنند، مهارت های نوآوری و خلاقیت آنها در مقایسه با کسانی که از رویکرد تفکر استفاده نمی کنند، به طور معنی دار افزایش می یابد (Sokol et al., 2006). همچنین افزایش دانش در مورد تفکر، راهبردها و محتوای آن منجر به تقویت توانایی های شناختی و فراشناختی فراگیران می گردد. آموزش تفکر را

می توان در قالب فرایندهای شناختی زیر مورد بررسی قرارداد: مفهوم سازی: توانایی طبقه بندی کردن همه ابعاد در یک مفهوم؛ حل مسئله: توانایی کسب دانش و مهارت های تازه در برخورد با مسئله و تفکر سطح بالا: (HOTS) تفکر انتقادی و فراشناخت.

۲-۲- راهبرد تفکر سطح بالا (HOTS)

تفکر سطح بالا شامل مهارت های راهبردهای تفکر، تفکر انتقادی، استدلال علمی، پژوهش، یادگیری مسئله محور و حل مسئله می باشد (Zohar, 2013). تفکر سطح بالا سبکی از فکر کردن در مورد هر موضوع، محتوا یا شکل است که فرد متفکر کیفیت فکر کردن خود را با تحلیل کردن، ارزیابی و نوسازی بالا می برد (Jones, 2017). سطح تفکری که برای شکل دادن به نسل قرن بیست و یکم، در کنار هوش، خلاقیت و نوآوری کامل می شود (Jamian et al., 2016). فراشناخت^۱: فراشناخت به دانش یا کنش شناختی تعریف می شود که موضوع آن شناخت یا تنظیم شناخت است (Flavell, 1979). فراشناخت یکی از مؤثرترین مؤلفه های پیش بینی کننده در انجام تکالیف پیچیده به شمار می رود (Van Der Stel & Veenman, 2010). فراشناخت به عنوان درک پدیده های شناختی و آگاهی از خود در فرایند تفکر تعریف می شود (Flavell, 1979). به عبارتی

^۱ - Metacognition

سرعت مناسب مطالعه، تحلیل چگونگی برخورد با موضوع یادگیری و انتخاب راهبردهای یادگیری مفید است.

-راهبرد کنترل و نظارت: منظور از کنترل و نظارت، ارزیابی یادگیرنده از کار خود برای آگاهی یافتن از چگونگی پیشرفت خود و زیر نظر گرفتن و هدایت آن است.

-راهبرد نظم‌دهی: راهبردهای نظم‌دهی، انعطاف‌پذیری در رفتار یادگیرنده را موجب می‌شوند و به او کمک می‌کنند تا هر زمان که ضرورت داشته‌باشد، روش و سبک یادگیری خود را تغییر دهد (Erfani, 2016).

-تفکر انتقادی^۱: تفکر انتقادی تفکری مستدل، منظم، هدفمند، اثرگذار، منطقی است. ویلسون (Wilson, 2017; 45) تفکر انتقادی را یک فعالیت شناختی می‌داند که به چگونگی استفاده از ذهن مربوط می‌شود و ابزاری را در اختیار می‌گذارد که با استفاده از شک و تردید سازنده، بتوان به تحلیل مطالب پرداخت که در نتیجه به تصمیم‌گیری بهتر و حل مسئله سازگارانه‌تر منجر می‌شود. انیس (Ennis, 2018) معتقد است که در فرایند تفکر انتقادی، فرد موقعیت را به وضوح ترسیم می‌کند و همه ابعاد آن را بررسی می‌کند، بر شواهد، سؤالات و نتایج تمرکز می‌کند، موقعیت را به صورت کل درک می‌کند.

ترکیب مؤلفه‌هایی مانند تفکر انتقادی و فراشناخت جهت آموزش و یادگیری تأثیرگذار، بهتر است (Hamzah et al., 2022). عناصر تفکر انتقادی، منطق و مهارت‌های فراشناختی که همگی مستقیماً در آموزش تفکر سطح بالا دخیل هستند، موجب می‌شوند فراگیر در مورد تفکر برنامه‌ریزی کند، یادگیری خود را سازماندهی کند و همچنین افکار خود را بررسی کند (Jia et al., 2019).

تفکر انتقادی آمیزه‌ای از دانش، نگرش و عملکرد در هر فرد می‌باشد که در پنج مهارت تقسیم‌بندی می‌شود: تحلیل، تعبیر و تفسیر، ارزشیابی استدلال‌های منطقی، درک و استنباط، توضیح و مهارت خودگردانی. توانایی تفکر انتقادی، دربرگیرنده‌ی پردازش و ارزشیابی اطلاعات قبلی با اطلاعات

فراشناخت راهبردهایی برای افزایش آگاهی از فرایندهای تفکر و یادگیری خود به جهت رشد شناختی و فعالیت ذهنی است (Edwards et al., 2019). یافته‌ها نشان داده که دانستن این‌که چگونه تفکر فراشناختی در عمل و تجربیات طراح منعکس می‌شود، مهم است (Avsec & Jagiello, 2021). Kowalczyk, 2021). فراشناخت زیربنای طیفی از رویکردهای آموزشی مؤثر بر یادگیری دانشجویان است. تمرکز بر فراشناخت به منظور تولید با کیفیت بالا بسیار مهم است. مربیان باید از فراشناخت به عنوان یک چهارچوب یادگیری برای الهام بخشیدن به تفکر استفاده کنند. توجه کردن به فراشناخت در آموزش طراحی توسط تعداد بی-شماری از محققان به خوبی بیان شده است (Butler & Roberto, 2018; Jamal et al., 2021; Martins et al., 2020; Kavousi et al., 2020). و نقش اساسی در تولید و توسعه ایده طراحی، دارد (Avsec & Jagiello, 2021). دانشجویانی که از تفکر فراشناختی در یادگیری برخوردار هستند، در واقع قادر به ارزیابی درک خود از محتوای دوره و نیز تنظیم فرایند یادگیری خود می‌باشند (Anthonysamy, 2021). پروژه‌های طراحی دانشجویان در رشته معماری نیز منعکس کننده تفکر و جهت‌گیری یادگیری آن‌ها است (Martin et al., 2020). دوبونو (DeBono, 1993) به نقل از (Erfani, 2016) معتقد است که دانش فراشناخت به سه چیز اشاره دارد: ۱- دانش مربوط به خود یادگیرنده (مانند آگاهی از رجحان‌ها، علاقه‌ها، نقاط قوت، نقاط ضعف و عادت‌های مطالعه)، ۲- دانش مربوط به تکلیف یادگیری (از جمله اطلاعات مربوط به دشواری تکالیف مختلف و مقدار کوشش مورد نیاز برای انجام تکالیف تحصیلی) و ۳- دانش مربوط به راهبردهای یادگیری و چگونگی استفاده از آنها. راهبردهای فراشناختی عمده را می‌توان به سه دسته زیر تقسیم کرد:

-راهبرد برنامه‌ریزی: راهبردهای برنامه‌ریزی شامل تعیین هدف برای مطالعه، پیش‌بینی زمان لازم برای مطالعه، تعیین

۴-۲-هوش تجسمی

تجسم، درواقع به معنی افکار نیرومند و متمرکزی به شکل تصاویر است. تجسم این امکان را به معماران می‌دهد که شکل یک سازه را در ذهن خود ساخته و پس از تجزیه و تحلیل، آن را به روی نقشه پیاده کنند. خلاقیت تجسمی نقش اساسی در طراحی و معماری دارد (Azizzadeh et al., 2013). خلاقیت تجسمی توانایی شکستن تصاویر و طرح‌ها در ذهن و ساختن الگوهای جدید با اطلاعات آنان است (Souza et al., 2010). عبارتی هوش تجسمی بیشتر به مهارت‌های اساسی پردازش اطلاعات مانند توانایی تشخیص دادن روابط بین محرک‌های دیداری، سرعت تحلیل کردن اطلاعات و توانایی حافظه فعال اطلاق می‌شود. آزمون هوشی تجسم فضایی توانایی‌های سیال را می‌سنجد. هوش توانایی و مهارت شناختی است که با خلاقیت و حافظه کاری در ارتباط است؛ البته پژوهش‌ها نشان دادند قدرت ارتباط بین ظرفیت توانایی شناختی و هوش تجسمی در افراد متفاوت است؛ زیرا افراد از روش‌های مختلفی با توجه به هوش خود استفاده می‌کنند (Li et al., 2022). همچنین در تحلیل روابط بین آگاهی فراشناختی و دقت فراشناختی با میانجی هوش تجسمی نشان داد که توانایی شرکت کنندگان در بهبود شناخت با توجه به هوش تجسمی افزایش می‌یابد (Murphy et al., 2021). شکل ۱ ساختار مفهومی را نشان می‌دهد.

۴-۲-طراحی

طراحی، کوششی برای ابداع راه‌حل‌ها، قبل از اجرای آنهاست. در بیشتر موارد، طراحی فرایندی تحلیلی است، در حالی که به تجزیه و تحلیل، ارزیابی و گزینش نیز نیاز دارد. طراحی در معماری و طراحی شهری، مرحله‌ای است که در آن راه‌حل‌های بالقوه طراحی که در مرحله شناخت در نظر گرفته شده‌اند، ابداع می‌شوند (Lang, 1994, 64). فرایند طراحی معماری اگر فعالیت‌های طراحی انجام شود به مهارت‌هایی اساسی نیاز است. این مهارت‌ها که شاید در تمام رشته‌های طراحی قابل استفاده باشند، عبارتند از:

جدید و پیامد و حاصل تلفیق استدلال قیاسی و استقرایی در فرایند حل مسئله است (Qing et al., 2010).

۳-۲-خلاقیت

خلاقیت یعنی توانایی اندیشیدن دربارهٔ امور به راه‌های تازه و غیر معمول و رسیدن به راه‌حل‌های منحصر به فرد برای مسائل. به عبارتی خلاقیت نوعی حل مسئله است که منجر به تفکر و کسب دانش و اطلاعات می‌شود (Seif, 2016, 420). چن (Chen et al., 2020) خلاقیت را، به معنی ساختن یا تولید کردن تازه و قابل اندازه‌گیری می‌داند. خلاقیت، فرایندی است که در ذهن فرد انجام می‌شود و منجر به ابداع یک فکر بدیع می‌گردد. تحقیقات زیادی در باره‌ی آموزش خلاقیت در ۱۵ خرده مقیاس: مشارکت، تمرین، تازگی، عوامل محیطی، برانگیختگی، تحلیل، سعی، انگیزش درونی، تشریک مساعی، انعطاف‌پذیری، کنجکاوی، زمان، واگرا، خودارزیابی و تولید مفهومی در کلاس و توسط مربی صورت گرفته است؛ که نشان می‌دهد خلاقیت در کلاس قابل افزایش است (Calavia et al., 2021). در سنجش خلاقیت، چهار خرده مقیاس سیالی، ابتکار، انعطاف‌پذیری و بسط مد نظر قرار می‌گیرد.

-سیالی: یعنی تولید تعدادی اندیشه در یک زمان معین. در این مرحله فکر در گیر ارائه عقایدی است که در یک حیطه خاص ذهنی و فکری، شامل تعدادی جواب و عقیده ممکن می‌باشد. بنابراین بیشترین ایده و بیشترین تداعی صرف نظر از صحت آنها مد نظر است.

-انعطاف‌پذیری: یعنی استعداد تولید ایده‌ها و یا روش‌های گوناگون، تولید اندیشه‌های متنوع و غیر معمول و راه‌حل‌های مختلف برای یک مسئله.

-اصلت: استفاده از راه‌حل‌های منحصر به فرد و نو. این ویژگی در برگیرنده، توانایی‌هایی مانند ابراز ایده‌های تازه، وسعت نظر، رهیابی و استفاده از چیزها یا موقعیت‌ها به روش غیر معمول است.

-بسط: تولید جزئیات و تعیین تلویحات و کاربردها (Seif, 2016, 409).

از تمرینات معماری دارد. روش‌های ارزیابی برداشت از دو دیدگاه قابل بحث است:

- رویکرد برداشت ایده خلاق، محصول ایده‌پردازی دارای اهمیت است؛ و در سه وجه بداعت، کیفیت و تنوع در مفهوم ایده ارزیابی می‌شود. کیفیت ایده: ایده باید به مسئله پاسخ گوید، پاسخ مؤثر و قابل پیاده‌سازی باشد. تنوع در مفهوم ایده: توانایی انتقال ذهن بین حوزه‌های مختلف و توانایی تولید ایده متنوع است. بداعت ایده: چه میزان ایده کمیاب، غیرمعمول و غیررایج است.

- رویکرد برداشت ساختاری، شباهت ساختاری بین نمونه و ایده به عنوان صحت برداشت دارای اهمیت است. شباهت بین ایده و نمونه از سطوح شباهت‌های ظاهری و کپی‌برداری فراتر می‌رود و با انتقال ارتباطات بین اجزاء و ساختار اهمیت دارد (Alipour, 2019).

۳- روش تحقیق

روش پژوهش از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل است. محتوای جلسات آموزشی روش تفکر سطح بالا مبتنی بر درس طراحی معماری ۲ در دوره کارشناسی مهندسی معماری به صورت خلاصه در (جدول شماره ۲) آمده است.

جهت کنترل متغیرهای مزاحم در این دوره آموزشی تلاش شد محتوای آموزشی، زمان و تعداد جلسات، مدرس واحد و شرایط اجرای آموزش برای همه شرکت‌کنندگان یکسان انجام شود.

جدول ۲. خلاصه محتوای جلسات آموزش تفکر سطح بالا (HOTS) - طرح آزمایشی در قالب درس طراحی معماری ۲ (کارشناسی مهندسی معماری) (Ibrahim et al., 2020)

جلسات	عناوین جلسات	محتوای آموزشی
اول	آشنایی با دانشجویان و بیان اهداف	معرفی خود و آشنایی با دانشجویان بیان هدف از تشکیل جلسات آموزشی شرح چگونگی انجام تکالیف بررسی مفهوم تفکر سطح بالا در طراحی اجرای آزمون‌های پیش‌آزمون
دوم	معرفی تفکر سطح بالا	آشنایی با تفکر انتقادی و جایگاه آن در طراحی بیان فراشناخت در طراحی

-روانی شکلی، یا تولید واگرای واحدهای شکلی: توانایی ابداع الگوهای بصری بسیار یا تصاویری که ویژگی‌های ساده شکل را نشان می‌دهند.

-روانی تخیل، یا تولید واگرای واحدهای معنایی: توانایی ابداع انگاره‌های کلامی اولیه بسیار، که مناسب نیازهای اولیه هستند.

-انعطاف‌پذیری خود به خودی، یا تولید واگرای درجات معنایی: توانایی خود بخودی دسته‌بندی انگاره‌ها از یک انگاره مفروض.

-انعطاف‌پذیری تطبیقی، یا تولید واگرای دگرگونی‌های شکلی: توانایی ابداع راه‌حل‌های مختلف در پاسخ به یک مسئله خاص.

-ابتکار، یا تولید واگرای دگرگونی‌های معنایی: توانایی خلق انگاره‌های کم ارتباط یا غیر معمول یا انگاره‌های هوشمندانه پاسخگو به مسائل خاص (Lang, 1994, 69). قدرت طراحی و ارائه یک طرح مناسب همواره مورد توجه معماران و طراحان بوده‌است و تحقیقات گسترده‌ای در زمینه‌ی نقش آموزش در قدرت طراحی مورد بحث قرار گرفته‌است. از آنجا که طراحی معماری باید هدف‌دار انجام گردد. لذا توجه برنامه‌ریزان آموزشی به نقش تحقیق و تشویق به تفکر نقادانه در کنار ایجاد زمینه‌های مناسب جهت تقویت تفکر خلاقانه ضروری می‌نماید (Mahmoudi, 2002). از آنجایی که، یادگیری و آموزش طراحی معماری بر بستر تمرینات طراحی مبتنی بر فرایندهای شناختی است (Jonassen, 1991)، لذا نیاز به بررسی و ارزیابی دقیقی

جلسات	عناوین جلسات	محتوای آموزشی
مهارت‌های فراشناخت		
سوم	مهارت برنامه‌ریزی	تعیین هدف طراحی پیش بینی زمان لازم برای طراحی تعیین سرعت طراحی
چهارم	مهارت نظارت و کنترل	ارزشیابی از پیشرفت نظارت بر توجه و طرح سؤال در زمان طراحی
پنجم	مهارت نظم‌دهی	نقش فعال طراح در طی فرایند طراحی
مهارت‌های تفکر انتقادی		
ششم	مهارت تحلیل	تجزیه و تحلیل مباحث طراحی
هفتم	مهارت تعبیر و تفسیر	تفسیر تجربیات و محدودیت‌ها
هشتم	مهارت ارزشیابی استدلال منطقی	نقد و ارزشیابی پروژه‌های طراحی
نهم	مهارت استنباط و درک	ایجاد رابطه منطقی بین اجزاء
دهم	مهارت توضیح و مهارت خودگردانی	ترسیم و ارائه مفهوم در قالب یک کل -ارزشیابی خود
یازدهم	جمع‌بندی	-جمع‌بندی و مرور مطالب مطرح شده در کل جلسات آموزشی -بررسی نظر دانشجویان در ارتباط با کل مهارت‌ها -پس‌آزمون

به ترتیب ۷۲/۵۹، ۸۱/۰ و ۵۷/۰ بدست آمد. روایی سازه نیز از طریق تحلیل عاملی ۱/۸۶ برازش شد (Enayati et al., 2019) در این پژوهش پایایی آزمون ۰/۹۳ بدست آمد.

پرسشنامه خلاقیت: تست تورانس^۱ از قوی‌ترین پیش‌بینی کننده‌ی خلاقیت است. برای گردآوری اطلاعات درباره خلاقیت از پرسش‌نامه خلاقیت عابدی^۲ (۱۹۹۳) استفاده شد که دارای ۶۰ سؤال در طیف ۳ گزینه‌ای (کم، متوسط و زیاد) است. مجموع نمرات کسب شده در هر خرده آزمون، نمایانگر نمره آزمودنی در آن بخش است و مجموع نمرات آزمودنی در چهار خرده آزمون (سیالی، بسط، ابتکار و انعطاف‌پذیری) نمره کلی و خلاقیت او را نشان می‌دهد. دامنه نمره کل خلاقیت هر آزمودنی بین ۶۰ و ۱۸۰ و نقطه برش آن نیز ۱۲۰ است. کسب نمره بالا نشان‌دهنده وجود خلاقیت بالا در بین آزمودنی‌ها است. سؤال‌های ۱ تا ۲۲ به سیالی، ۲۳ تا ۳۳ به بسط، ۳۴ تا ۴۹ به ابتکار و ۵۰ تا ۶۰ به انعطاف‌پذیری مربوط است. عابدی (۱۹۹۳) ضریب پایایی ابزار مذکور را از طریق آزمون مجدد برای مؤلفه سیالی ۰/۸۵، ابتکار ۰/۸۲، انعطاف‌پذیری ۰/۸۴ و بسط ۰/۸۰ محاسبه کرده

با توجه به هدف پژوهش، جامعه آماری در این تحقیق شامل کلیه دانشجویان معماری دانشگاه آزاد همدان بود. ملاک ورودی دانشجویان در این طرح عبارت بود از:

- دانشجویانی که درس مقدمات طراحی معماری ۳ نمرات کمی (پایین‌تر از نمره‌ی ۱۲) گرفته‌اند.

- دانشجویانی که در آزمون طراحی و آزمون هوش و خلاقیت نمرات پایینی گرفتند.

براساس ملاک‌های فوق ۳۰ نفر انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و آزمایشی (۱۵ نفر گروه آزمایش و ۱۵ نفر گروه کنترل) جایگزین شدند.

جهت جمع‌آوری داده‌ها از نمونه‌های پژوهشی، از پرسشنامه‌های زیر استفاده شد. پرسشنامه‌ها عبارتند از:

آزمون هوش تجسمی: جهت سنجش هوش فضایی از آزمون هوش کتل استفاده می‌شود. این آزمون توسط کتل برای اندازه‌گیری هوش کلی مستقل از اثرات فرهنگ ساخته شد. پایایی آزمون با استفاده از آلفای کرونباخ ۰/۸۴ و برای آزمون‌های فرعی زنجیره‌ها، طبقه‌بندی، ماتریس‌ها و شرط‌ها

² Abedi

¹ - Torrance

داور خبره ارزیابی می‌شوند (Alipour, 2019). داوران اسکس‌های دانشجویان را در هر کدام از نظر شاخص بداعت، کیفیت و مفهوم در پنج رتبه بسیار ضعیف تا بسیار خوب و از نظر شاخص نوع شباهت در پنج درجه شباهت مفهومی، شباهت ساختاری، شباهت روشی، شباهت سطحی و بی‌شباهت دسته‌بندی می‌کنند. براساس مقیاس لیکرت نیز از ۱ تا ۵ در هر مقیاس نمره گذاری می‌شوند. به این ترتیب حداقل نمره ۴ و حداکثر نمره ۲۰ است. پایایی محاسبه شده مقیاس ارزیابی ایده در پژوهش کاروان^۲ (۲۰۲۳) با روش آلفای کرونباخ (۰/۷۵) و روایی محتوایی نیز (۰/۸۷) به دست آمده است.

جدول ۳. فرم ارزیابی فرایافت طراحی (Karvan, 2023)

شاخص	گویه	سطح ارزش گذاری			
		بسیار ضعیف (۱)	ضعیف (۲)	متوسط (۳)	خوب (۴)
بداعت ایده					بسیار خوب (۵)
کیفیت ایده					
مفهوم ایده					
شباهت ایده		مفهومی □	ساختاری □	روشی □	سطحی □
جمع کل		۴-حداقل			۲۰-حداکثر

در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل و آزمایش آمده است. شاخص‌های توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار نمرات هوش تجسمی، خلاقیت و نتایج طراحی در (جدول شماره ۴) ارائه شده است.

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار هوش تجسمی، خلاقیت و فرایافت طراحی (Ibrahim et al., 2020)

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون			پس‌آزمون	
		فراوانی	میانگین	انحراف معیار	فراوانی	میانگین
هوش تجسمی	آزمایش	۱۵	۴۰/۷۱	۵/۳۳	۱۵	۴۳/۶۱
	کنترل	۱۵	۳۹/۲۶	۷/۱۶	۱۵	۴۰/۸۹
خلاقیت	آزمایش	۱۵	۱۴۰/۶۷	۱۳/۱۸	۱۵	۱۴۷/۲۴
	کنترل	۱۵	۱۳۹/۴۹	۱۲/۸۵	۱۵	۱۴۰/۵۴
نتایج طراحی	آزمایش	۱۵	۴۸/۰۲	۱۱/۱۴	۱۵	۵۸/۲۴
	کنترل	۱۵	۴۷/۹۸	۱۰/۳۲	۱۵	۴۶/۴۷

است (Omidpoor et al., 2021). هم‌چنین محزون‌زاده-بوشهری^۱ (۲۰۱۷) برای اعتباریابی آزمون خلاقیت از آزمون تفکر خلاق تورنس (۱۹۷۲) استفاده کرده و به ضریب اعتبار ۰/۴۶ دست‌یافته است. پایایی پرسشنامه در این پژوهش ۰/۹۱ به‌دست آمد.

مقیاس ارزش‌گذاری فرایافت طراحی: پروژه طراحی دانشجوی درس طراحی معماری ۲ (کارشناسی مهندسی معماری) با موضوع طراحی خانه مسکونی با توجه به مقیاس‌های ارزیابی ایده سنجیده می‌شوند. چهار شاخص کیفیت ایده، بدعت ایده، نوع شباهت ایده و مفهوم ایده در هر اسکس توسط دو

^۲ Karvan

^۱ Mahzoonzadeh Bushehri

اطلاعات مندرج در (جدول شماره ۴) نشان می‌دهد که میانگین نمرات هوش تجسمی، خلاقیت و نتایج طراحی دانشجویان در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه کنترل و آزمایش تفاوت دارند. نتایج نشان می‌دهد که نمرات پس-آزمون همه متغیرها در گروه آزمایش نسبت به پیش‌آزمون افزایش یافته است ولی در گروه کنترل تفاوت زیادی مشاهده نمی‌شود.

برای بررسی فرضیه پژوهش یعنی تاثیر آموزش راهبرد تفکر سطح بالا بر هوش تجسمی، خلاقیت و فرایافت طراحی دانشجویان از تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد. ابتدا پیش‌فرض‌های آن مورد آزمون قرار گرفت که نتایج این پیش‌فرض‌ها در ادامه ارائه شده است. نرمال بودن توزیع نمرات متغیرهای پژوهش از جمله پیش‌فرض‌های تحلیل‌های پارامتریک است و یکی از روش‌هایی که برای سنجش توزیع نرمال به کار می‌رود، استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنف است. نتایج آزمون کلموگروف در مورد متغیرها نشان داد که دارای توزیع نرمال هستند ($P > 0/05$). آزمون لون نیز برای تعیین همگنی واریانس‌ها اجرا شد که تفاوت معنی‌داری در واریانس نمرات هوش تجسمی، خلاقیت و

طراحی مشاهده نگردید. چرا که در این مورد، سطح معنی‌داری مقدار F بالاتر از $0/05$ بود ($P > 0/05$) بنابراین فرض همگنی واریانس پذیرفته می‌شود. پیش فرض ماتریس کوواریانس نیز با آماره باکس بررسی شد که نتایج آن در (جدول شماره ۵) ارائه شده است.

جدول ۵. آزمون باکس جهت بررسی همگنی ماتریس کوواریانس

آماره باکس	مقدار F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	P
۴۵/۰۹	۳/۲۴	۶	۵۶۸۰/۳۰۲	۰/۱۱۲

مقدار آماره باکس برابر با $45/09$ بدست آمد. مقدار F بدست آمده برای این آماره $3/24$ بود و سطح معنی‌داری مقدار F محاسبه شده بالاتر از $0/001$ بود ($P > 0/001$) بنابراین فرض همگنی ماتریس کوواریانس پذیرفته می‌شود. با توجه به تایید مفروضه‌های تحلیل کوواریانس چند متغیره، برای بررسی فرضیه پژوهش با توجه به حجم برابر گروه‌ها مقدار لامبدای ویلکز مورد توجه قرار می‌گیرد. نتیجه این آزمون در (جدول شماره ۶) آمده است.

جدول ۶. نتایج تحلیل چندمتغیره روی نمرات هوش تجسمی، خلاقیت و فرایافت طراحی دانشجویان

اثرات	ارزش	مقدار F	درجه آزادی فرضیه	خطای درجه آزادی	سطح معنی‌داری	مجذور اتا
اثر پیلایی	۰/۶۴	۱۳/۹۰	۳	۲۳	۰/۰۰۱	۰/۶۴
لامبدای ویلکز	۰/۳۵	۱۳/۹۰	۳	۲۳	۰/۰۰۱	۰/۶۴
اثر هوتلینگ	۱/۸۱	۱۳/۹۰	۳	۲۳	۰/۰۰۱	۰/۶۴
بزرگ‌ترین ریشه روی	۱/۸۱	۱۳/۹۰	۳	۲۳	۰/۰۰۱	۰/۶۴

با توجه به اطلاعات جدول ۶ مشاهده می‌شود که مقدار F بدست آمده در آماره‌های چندمتغیره $13/90$ است که سطح معنی‌داری کمتر از $0/01$ است ($P < 0/01$)، بنابراین در میانگین نمرات ترکیبی هوش تجسمی، خلاقیت و طراحی، بین دو گروه کنترل و آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

در ادامه برای پی بردن به این نکته که تفاوت مربوط به کدام یک از متغیرهای وابسته (هوش تجسمی، خلاقیت و فرایافت طراحی) بین دو گروه است، نتایج تحلیل کوواریانس مورد بررسی گرفت که نتایج آن در (جدول شماره ۷) ارائه شده است.

جدول ۷. نتایج تحلیل کواریانس روی نمرات پس آزمون هوش تجسمی، خلاقیت و فرایافت طراحی با کنترل نمرات پیش آزمون

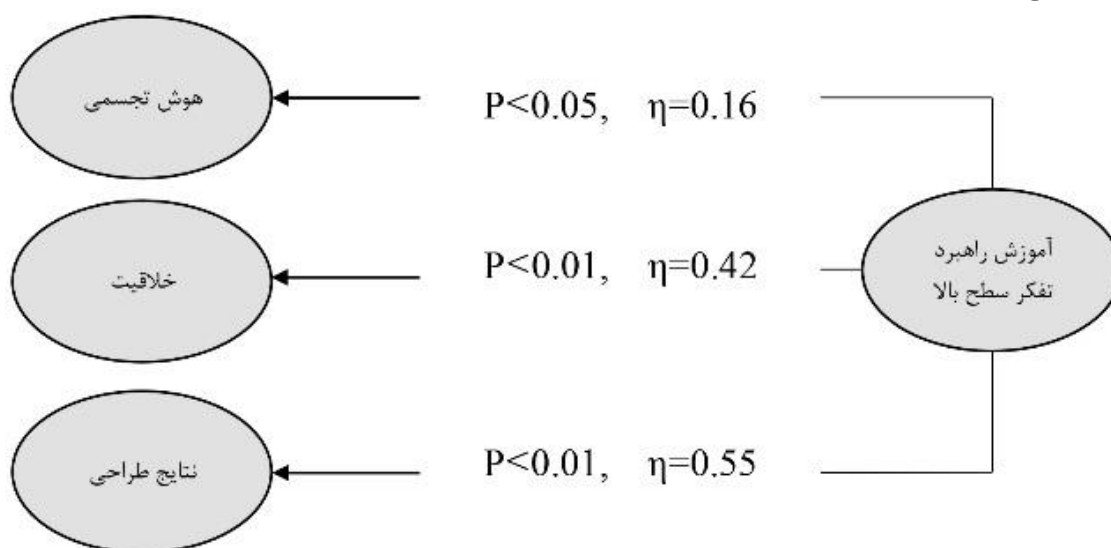
متغیر	عامل	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	مقدار F	سطح معنی داری	مجزور انا
هوش تجسمی	گروه	۴۵/۰۸	۱	۴۵/۰۸	۵/۰۳	۰/۰۳۴	۰/۱۶
	خطا	۲۲۳/۴۶	۲۵	۸/۹۳			
خلاقیت	گروه	۱۸۹/۸۴	۱	۱۸۹/۸۴	۱۸/۹۱	۰/۰۰۱	۰/۴۲
	خطا	۲۵۱/۰۲	۲۵	۱۰/۰۴			
نتایج طراحی	گروه	۲۲۵/۰۶	۱	۲۲۵/۰۶	۳۱/۶۱	۰/۰۰۱	۰/۵۵
	خطا	۱۷۷/۹۹	۲۵	۷/۱۲			

با توجه به نتایج تحلیل کواریانس در (جدول شماره ۷)،

در مورد هوش تجسمی، مقدار F بدست آمده ۵/۰۳ است و سطح معنی داری پایین تر از ۰/۰۵ می باشد. بنابراین تفاوت میانگین نمرات هوش تجسمی بین گروه کنترل و آزمایش معنی دار است با این نتایج می توان گفت که تاثیر آموزش راهبرد تفکر سطح بالا بر هوش سیال دانشجویان معنادار است و با توجه به مجذور انا میزان این تاثیر ۱۶ درصد است. در مورد خلاقیت، مقدار F بدست آمده ۱۸/۹۱ است و سطح معنی داری پایین تر از ۰/۰۱ می باشد که نشان می دهد تفاوت میانگین نمرات خلاقیت بین گروه کنترل و آزمایش معنی دار است با این نتایج می توان گفت که تاثیر آموزش راهبرد تفکر

سطح بالا بر خلاقیت دانشجویان معنادار است و با توجه به مجذور انا میزان این تاثیر ۴۲ درصد است.

در مورد طراحی، مقدار F بدست آمده ۳۱/۶۱ است و سطح معنی داری پایین تر از ۰/۰۱ می باشد که نشان می دهد تفاوت میانگین نمرات طراحی بین گروه کنترل و آزمایش معنی دار است با این نتایج می توان گفت که تاثیر آموزش راهبرد تفکر سطح بالا بر فرایافت طراحی دانشجویان معنادار است و با توجه به مجذور انا میزان این تاثیر ۵۵ درصد است. نتایج در (شکل شماره ۱) آمده است.



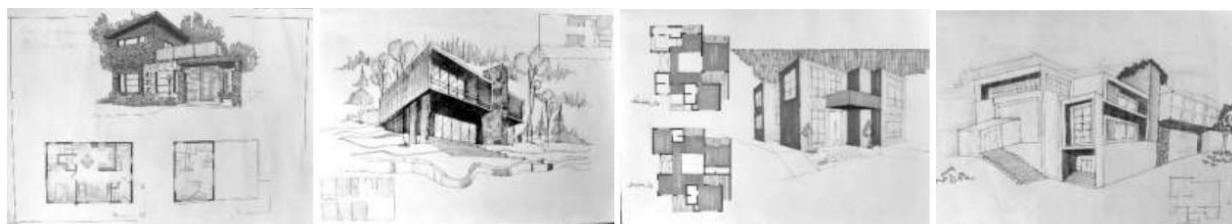
شکل ۱. نمودار نتایج کلی پژوهش

اسکیس های ارائه شده، نشان می دهند که آموزش راهبرد تفکر سطح بالا در طراحی دانشجویان تاثیر گذاشته و توانسته اند نمرات بیشتری دریافت کنند.

با تحلیل طراحی های دانشجویان در بخش یافته های کیفی، نتایج کمی مورد تأیید قرار گرفت. (شکل شماره ۲) نمونه هایی از اسکیس های دانشجویان را نشان می دهد. نمونه

به عبارتی دانشجویان در طی فرایند آموزشی با بهره‌گیری از مهارت‌های تفکر انتقادی به بررسی بیشتر موضوع طراحی پرداختند. تجزیه و تحلیل مباحث طراحی، تفسیر تجربیات و محدودیت‌های طراحی، نقد و ارزشیابی نمونه پروژه‌های طراحی، ایجاد رابطه منطقی بین اجزاء و در نهایت ترسیم ارائه مفهوم در قالب یک کل و ارزیابی خود از محتواهای آموزشی مبتنی بر مهارت تفکر انتقادی بود. با تحلیل نمونه اسکیس‌های دانشجویان نشان می‌دهد که هرچه دانشجویان

بیشتر مهارت تفکر انتقادی را آموختند بهتر توانستند ایده پردازی کنند. از طرف دیگر دانشجویان گروه آزمایشی، مهارت‌های فراشناختی را نیز آموختند. و با موضوعات هدف-گذاری در طراحی، پیش بینی زمان لازم برای طراحی، تعیین سرعت طراحی، چگونگی ارزشیابی از پیشرفت، نظارت بر توجه و طرح سؤال در زمان طراحی و همچنین داشتن نقش فعال در طی فرایند طراحی آشنا شدند. این نوع از مهارت‌ها به دانشجو کمک می‌کند ارائه بهتری در طراحی داشته باشد.



فرایافت (A)

فرایافت (B)

فرایافت (C)

فرایافت (D)

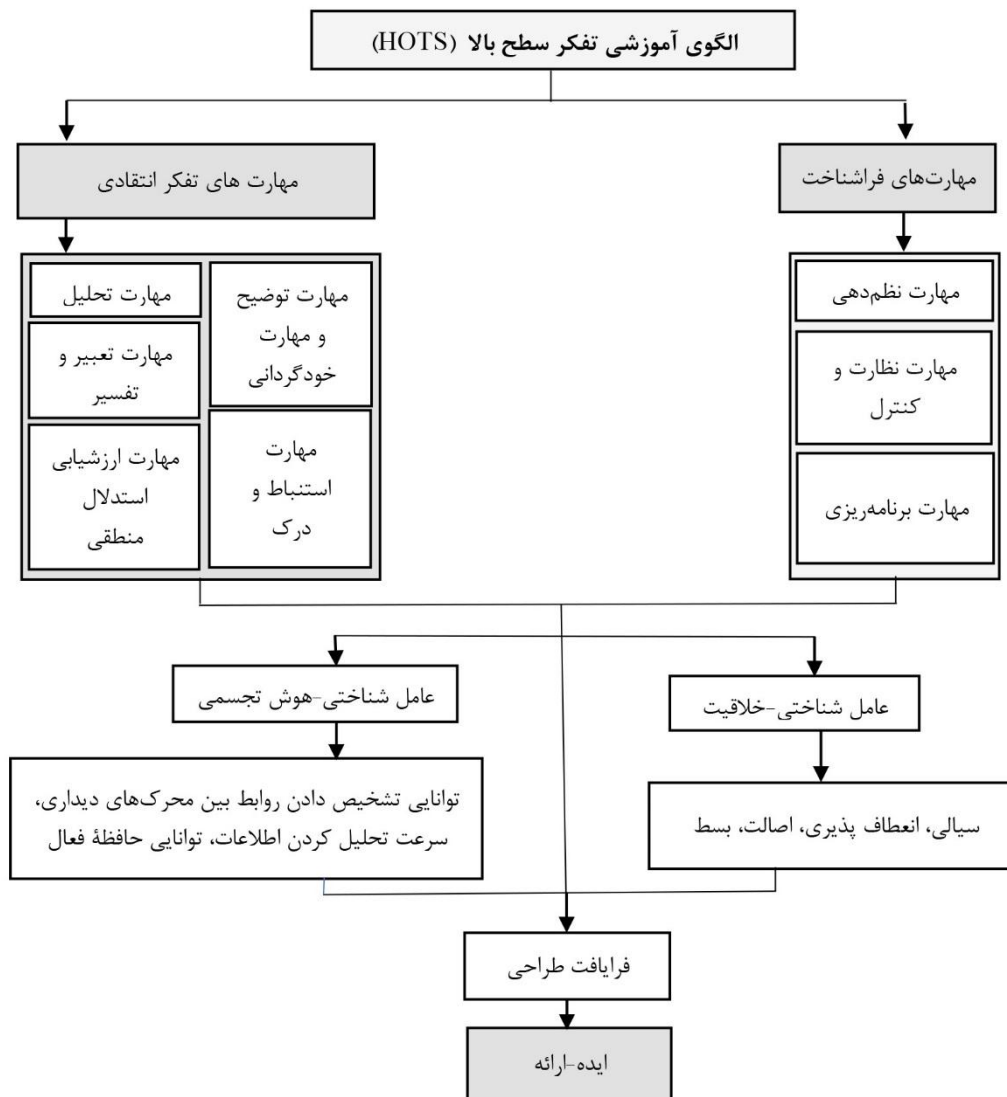
شکل ۲. نمونه هایی از فرایافت های دانشجویان

فرایافت های طراحی دانشجویان با موضوع خانه مسکونی، بر اساس چهار شاخص کیفیت ایده، بدعت ایده، نوع شباهت ایده و مفهوم ایده ارزیابی شدند و همچنین از نظر شاخص نوع شباهت در پنج درجه شباهت مفهومی، شباهت ساختاری، شباهت روشی، شباهت سطحی و بی شباهت دسته‌بندی شدند فرایافت A از لحاظ کیفیت ایده، ساختاری منظم و کارآمد دارد که توانسته با ترکیب ساده پلان و نما، ایده‌ای قابل اجرا و روشن ارائه کند، اما از نظر بدعت ایده به دلیل استفاده از فرم‌های سنتی و ساده، نوآوری چندانی در آن مشاهده نمی‌شود. نوع شباهت ایده در این فرایافت بیشتر به نمونه‌های متداول معماری کلاسیک نزدیک است و مفهوم ایده با تأکید بر خوانایی و کارکرد فضایی تعریف شده است. فرایافت B با بهره‌گیری از پرسپکتیو سه بعدی و ترکیب حجم‌های مدرن و متنوع، از نظر کیفیت ایده قوی‌تر و از نظر بدعت ایده نوآورانه‌تر است و به نوعی از فرم‌ها و فضاها معاصر نزدیک‌تر شده است. نوع شباهت این ایده به معماری مدرن و سبک‌های روز نزدیک است و مفهوم ایده با تأکید بر ارتباط با محیط طبیعی و پویا بودن فرم‌ها بیان شده است. فرایافت C به دلیل ارائه چند نما و پلان با حجم‌های هندسی متفاوت، از لحاظ کیفیت ایده و بدعت در سطح متوسط قرار دارد؛ نوع

شباهت ایده ترکیبی از فرم‌های هندسی کلاسیک و مدرن است و مفهوم ایده بیشتر روی تحلیل فضا و حجم تأکید دارد. فرایافت D با تمرکز بر جزئیات دقیق، بافت نما و سایه‌روشن‌های قوی، از نظر کیفیت ایده و بدعت ایده بالاترین امتیاز را دارد؛ این فرایافت از نظر نوع شباهت نسبت به فرم‌های معاصر و نوآور نزدیک‌تر است و مفهوم ایده آن بر تلفیق هنری حجم و نما و ایجاد تأثیر بصری قوی استوار است. این تحلیل نشان می‌دهد که هر چهار فرایافت، با توازن متفاوتی از نوآوری، کیفیت و مفهوم، روند تکاملی طراحی را به خوبی نمایان کرده‌اند.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر آموزش تفکر سطح بالا بر میزان هوش تجسمی، خلاقیت در طراحی دانشجویان انجام شد. براساس نتایج می‌توان گفت که آموزش تفکر سطح بالا می‌تواند به افزایش خلاقیت و هوش تجسمی دانشجویان بیانجامد و همچنین به ارتقای سطح کیفی دانشجویان معماری در قدرت طراحی کمک کند. با توجه به یافته‌های پژوهشی، می‌توان نتایج پژوهش را در (شکل شماره ۳) نشان داد.



شکل ۳. ساختار مفهومی پژوهش بر اساس یافته‌های پژوهش

تجسمی به سازگاری با مسائل جدید، درک روابط جدید و استنتاج استدلال‌های استقرایی دانشجو می‌پردازد؛ لذا با آموزش مهارت‌های تفکر انتقادی به ویژه مهارت ارزشیابی و استدلال منطقی می‌توان قدرت پردازش اطلاعات دانشجو را در توانایی تشخیص دادن روابط بین محرک‌های دیداری، سرعت تحلیل کردن اطلاعات و توانایی حافظه فعال افزایش داد.

آموزش تفکر سطح بالا به عنوان یک راهبرد آموزشی شناختی توانسته است با آموزش در ابعاد و مؤلفه‌های تفکر انتقادی و فراشناختی بر میزان فرایافت طراحی دانشجویان اثرگذار باشد. از آنجایی که آموزش طراحی معماری بر بستر تمرینات طراحی مبتنی بر فرایندهای شناختی است؛ لذا تفکر

آموزش تفکر سطح بالا بر خلاقیت دانشجو مؤثر بوده به این معنی که آموزش توانسته است، در بُعد سیالی (ایده پردازی)، ارائه ایده و مفهوم، گسترش دامنه شناخت و تنوع بخشی در درک مفاهیم و محتوا، افزایش تفکر واگرا و گسترش شناخت (در بعد انعطاف پذیری خلاقیت) (تولید ایده-ها، اندیشه‌های متنوع و غیرمعمول و راه‌حل‌های مختلف برای یک مسئله)، در بعد اصالت (ارائه راه‌حل‌های منحصر به فرد و نو در طراحی، ابراز ایده‌های تازه، وسعت نظر، رهیابی و استفاده و کاربرد) و بسط و کاربرد ایده در موقعیت‌ها به روش غیرمعمول تأثیرگذار باشد.

همچنین یافته‌ها نشان داد که آموزش تفکر سطح بالا بر هوش تجسمی دانشجویان تأثیر دارد. از آنجایی که هوش

انتقادی یادگیرندگان را قادر می‌سازد تا اندیشه درست را از غلط، واقعی را از غیرواقعی و نظرات عمیق را از سطحی تشخیص و تمایز دهند.

همچنین دانش فراشناخت مربوط به خود یادگیرنده، تکلیف یادگیری، راهبردهای یادگیری و چگونگی استفاده از آنها به دانشجو کمک می‌کند تا پردازش شناختی بهتری داشته باشند. همچنین با راهبردهای فراشناختی برنامه‌ریزی، کنترل، نظارت و نظم دهی، مسائل را از زوایای گوناگون بررسی کنند.

با به کارگیری راهبردهای فراشناختی مناسب، می‌توان به افزایش یادگیری، درک و تمرکز فراگیر کمک کرد، و بدنبال آن موجب بهبود عملکرد شد. راهبردهای فراشناختی یادگیری، راهبردهای ساختاری هستند که به یادگیرنده اجازه استفاده از فراشناخت را در حل مسئله می‌دهند. این راهبردها شامل بررسی آگاهانه یادگیری، طراحی و انتخاب راهبردها، بررسی پیشرفت یادگیری، تصحیح اشتباه‌ها، تحلیل کارایی راهبردهای شناختی یادگیری و تغییر رفتارها در زمان لازم است.

در کل نتایج این پژوهش نشان داد که شیوه‌ی آموزش تفکر سطح بالا می‌تواند با فراهم آوردن زمینه آموزشی مناسب، امکان ارتقاء فرایندهای شناختی دانشجو را با تکنیک‌های فراشناختی و مهارت تفکر انتقادی فراهم آورند. در پایان می‌توان چنین پیشنهاد کرد؛ با توجه به اینکه آموزش تفکر سطح بالا بر بیشتر بازده‌های شناختی یادگیری دانشجو تأکید دارد. لذا بهتر است اساتید از برنامه آموزشی مبتنی بر تفکر سطح بالا به عنوان یکی از راهبردهای یاددهی-یادگیری مؤثر جهت طراحی و ترسیم نقشه‌های معماری استفاده نمایند. همچنین اقدام به برگزاری کارگاه‌های خلاقیت، ایده‌پردازی گروهی و نقد حرفه‌ای با حضور اساتید و متخصصان حوزه معماری ایران نمود.

۶- مشارکت نویسندگان: تمامی نویسندگان در انجام پژوهش مشارکت داشته، مقاله را بازنویسی و نسخه نهایی آن را تأیید کرده‌اند و مسئولیت محتوای آن را پذیرفته‌اند.

-تعارض منافع: نویسندگان اظهار می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافع مالی، شغلی، شخصی یا سازمانی که بتواند بر نتایج یا تفسیر این پژوهش تأثیرگذار باشد، وجود ندارد.

-تأمین مالی: نویسندگان اظهار می‌دارند که این پژوهش و نگارش مقاله هیچ‌گونه حمایت مالی، گرنت پژوهشی یا منبع مالی دیگری دریافت نکرده است.

-بیانیه دسترس پذیری داده ها: داده‌های پشتیبان این پژوهش بنا به درخواست منطقی از نویسنده مسئول قابل دریافت است

-بیانیه استفاده از هوش مصنوعی: نویسندگان اظهار می‌دارند که در هیچ‌یک از مراحل تهیه، نگارش، ویرایش، تحلیل، ترجمه یا آماده‌سازی این مقاله از ابزارهای هوش مصنوعی مولد یا فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده نشده است

۷- منابع

- Abedi, J. (1993). Creativity: A new instrument for its assessment. *Psychological research*, 2 (1,2), 46-54.

<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/43035/>

- Alipour, L. (2019). Improving Precedent-based architectural Design Ideation with Action research Methodology. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, 24(3), 47-60.

https://jfaup.ut.ac.ir/article_73541.html

- Avsec, S., & Jagiello-Kowalczyk, M. (2021). Investigating Possibilities of Developing Self-Directed Learning in Architecture Student. Using Design Thinking. *Sustainability*, 13(8), 4369.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4369>

- Azzadeh, S., Liew, F., & Dandekar, N. (2013). Exploring the neural correlates of visual creativity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(6), 475-480.

<https://academic.oup.com/scan/article/8/4/475/1627373>

- Edwards, P.; Zhang, W.; Belton, B.; & Little, D.C. (2019). Misunderstandings, myths, and mantras in aquaculture: Its contribution to world food supplies has been systematically over reported. *Marine Policy*, 106, 103547.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X19300788>

- Enayati, B., Gholmohammadnejhad Bahrami, G., & mesrabadi, J. (2017). Adaptation and standardization of Cattell Intelligence Test (Form B). *Quarterly of Educational Measurement*, 8(30), 151-164.

https://jem.atu.ac.ir/article_8700.html

- Ennis, R. H. (2018). Critical thinking across the curriculum; A vision. *Topoi*. 37(1):165-184.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11245-016-9401-4>

- Erfani, N. (2016). Developing Measurement Model of Cognitive and Metacognitive Learning Strategies. *Research in School and Virtual Learning*, 3(12), 7-16.

https://etl.journals.pnu.ac.ir/article_2680.html

- Fathi Azar, E., Adib, Y., Hashemi, T., Badri-gargari, R. & Gharibi, H. (2013). Effective of Strategic Training of Thinking on Critical Thinking in Students. *Journal of Modern Psychological Researches*, 8(29), 195-216.

https://psychologyj.tabrizu.ac.ir/article_4281.html

- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Development Inquiry. *Am. Psychol.* 34, 906-911.

<https://psycnet.apa.org/record/1980-09388-001>

- Hamzah, H., Hamzah, M. I., & Zulkifl, H. (2022). Systematic Literature Review on the Elements of Metacognition-Based Higher Order Thinking Skills (HOTS). Teaching and Learning Modules. *Sustainability*, 14(2), 813.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/2/813>

- Ibrahim, N.N., Ayub, A. F., & Yunus, A. S. (2020). Impact of Higher Order Thinking

- Butler, A.G.; & Roberto, M.A. (2018). When cognition interferes with innovation: Overcoming cognitive obstacles to design thinking. *Research Technology Management*. 61, 45-51.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08956308.2018.1471276>

- Bott, N., Quintina, EM. Saggarr, M., Kienitz, E., Royaltyc, A., Wei-Chen Hong, D., Liua, N., hsuan Chiene, Y., Hawthornec, G., & Reiss, A. (2014). Creativity Training enhances goal-directed attention and information processing. *Journal Thinking Skills and creativity*, 13: 120-128.

https://web.stanford.edu/~saggarr/newsite/pubs/Bott_2014_TSC.pdf

- Calaviaa, M. Belény; Blanco, Teresa; Casas, Roberto. (2021). Fostering creativity as a problem-solving competence through design: Think-Create-Learn, a tool for teachers. *Thinking Skills and Creativity*. 39.

<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100761>

- Chang, Y., Bei-DiLi, Chen, H.-C., & Chiu, F.-C. (2015). investigating the synergy of critical thinking and creative thinking in the course of integrated activity in Taiwan, *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 35(3), 341-360.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01443410.2014.920079>

- Chen, Rowland; Dannenberg, Roger B; Raj, Bhiksha; Singh, Rita. (2020). Artificial Creative Intelligence: Breaking the Imitation Barrier. *In Proceedings of the 11th International Conference on Computational Creativity*, Association for Computational Creativity.

<https://computationalcreativity.net/iccc20/papers/026-iccc20.pdf>

- Deary, I. J. (2014). Teaching intelligence. *Intelligence*, 42, 142-147.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160289613000950>

- DeBono, E. (1993). De Bono's Thinking Course. Tehran: Akhtaran.

Role of Learning Strategies. *Karafan Journal*, 19(4), 111-134.

<https://doi.org/10.48301/kssa.2022.327873.1986>

- Karvan, F., Talischi, G., & haghtalab, T. (2020). The effectiveness of semantic – symbolic model on increasing power of visualization and cognitive intelligence of Architecture students. *Journal of Cognitive Strategies in Learning*, 7(13), 233-252.

https://asj.basu.ac.ir/article_3209.html

- Kavousi, S.; Miller, P.A.; & Alexander, P.A. (2020). Modeling metacognition in design thinking and design making. *Int. J. Technol. Des. Educ.* 30, 709–735.

<https://doi.org/10.1007/s10798-019-09521-9>

- Lang, J. (1994). *The Creation of Architectural Theory: The Role of Behavioral Sciences in Environmental Design*. Tehran: University of Tehran.
- Lawson, B. (2013). *How Designers Think: Demystifying the Design Process*. Tehran: Shahid Beheshti University.
- Leopold, C. (2005). Geometry Education for Developing Spatial Visualisation Abilities of Engineering Students, *The Journal of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics*, 15, 39-45.

https://www.researchgate.net/publication/228908412_Geometry_education_for_developing_spatial_visualisation_abilities_of_engineering_students

- Li, Ch.; Ren, X.; Schweizer, K.; & Wang, T. (2022). Fluid intelligence: A combined approach. *Intelligence*. 91, 101627.

<https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101627>

- Mahmoudi, S. A. S. (2002). Challenges of architectural design education in Iran: A study of the views of professors and students. *Fine Arts*, -(12), 70-79.

https://jhz.ut.ac.ir/article_10651_8ef380038ff3d6e82d9259cfc24b4ca2.pdf

- Mahmoudi, S.A.S. (2005). Design thinking the interactive model of thinking and design. *Fine Arts*, -(20), 27-36.

<https://sid.ir/paper/5617/en>

Skills (HOTS) Module on the Cognitive Apprenticeship Model (CAM) on Students Performance. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(7), 246-262.

<https://doi.org/10.26803/ijlter.19.7.14>

- Jamal, T.; Kircher, J.; & Donaldson, J.P. (2021). Re-Visiting Design Thinking for Learning and Practice: Critical Pedagogy, Conative Empathy. *Sustainability*, 13(2), 964.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/964>

- Jamian, A.R.; Othman, S.; Azhar Md Sabil, J.M. (2016). Teacher's Readiness in the Implementation of Thinking Skills towards Non-Malay Students' Essay Writing. *PENDETA J. Malay Lang. Educ. Lit.*; 7, 1–8.

https://www.academia.edu/75288853/Teachers_TeachersReadiness_in_Implementing_Thinking_Skills_in_Essay_Writing_Instruction_for_Non_Malay_Students

- Jia, X.; Li, W.; & Cao, L. (2019). The role of metacognitive components in creative thinking. *Front. Psychol*, 10, 1-11.

<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2019.02404/full>

- Jonassen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educational Technology Research and Development*, 39(3), 5-14.

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02296434>

- Jones T. (2017). Playing Detective to Enhance Critical Thinking. *Teaching and Learning in Nursing*; 12(1):73-76.

<https://doi.org/10.1016/j.teln.2016.09.005>

- Kara, L. (2015). A critical look at the digital technologies in architectural education: when, where, and how? *Ocedia Social and Behavioral Sciences*. 176, 526 – 530.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.506>

- Karvan, F. (2023). Developing a Structural Model for Idea Generation in Architecture Education with Creativity Styles and Metacognitive Skills and the Mediating

- (Punnithann, S. (2018). *Relationship between higher order thinking skills and metacognitive towards hands on teaching among primary science schoolteachers in jempol, Malaysia*. Tesis dikemukakan kepada sekolah pengajian siswazah, Universiti Putra Malaysia Sebagai Memenuhi Keperluan untuk ijazah master sains.
<http://psasir.upm.edu.my/id/eprint/77482/1/FPP%202018%2042%20IR.pdf>
- Pressman, A. (2012). *Designing Architecture: The Elements of Process*. Hoboken: Taylor & Francis, 2012.101-103.
<https://doi.org/10.4324/9780203122174>
- Qing, Z., Jing, G., & Yan, W. (2010). Promoting preservice teachers' critical thinking skills by inquiry-based chemical experiment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2(2) , 4597-603.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.737>
- Reyhani, E., Bakhshalizadeh, Sh., & Nazari, K. (2013). The Effect of Visualization-Based Teaching Approach on Understanding the Concept of Limit and the Spatial Ability Amongst High School Students. *Advances in Cognitive Sciences*, 15 (1), 27-42
<http://icssjournal.ir/article-1-191-fa.html>
- Seif, A.A. (2016). *Modern Educational Psychology; Psychology of Learning and Teaching*. Tehran: Doran.
- Slavin, R, E. (2006). *Educational Psychology: Theory and Practice*. (8th-ed). New York: Pearson.
<https://www.amazon.com/Educational-Psychology-Theory-Practice-8th/dp/020545531X>
- Sokol, A. & ET. Al., Sonntag, M., & Khomenko., N. (2008). The Development of Inventive Thinking Skills in the Upper Secondary Language Classroom. *Journal of thinking skills and creativity*, 3(1), 34-46.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2008.03.001>
- Souza, L., C, Volle, E., Bertoux, M., Czernecki, V., Funkiewiez, A., & Allali, G. (2010). Poor creativity in frontotemporal dementia: a window into the neural bases of
- Mahzoonzadeh Bushehri, F. (2017). The relationship between students' problem-solving skills and creativity mediated by self-efficacy: Modelling structural equations. *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, 6(4), 27-50.
<https://sanad.iau.ir/Journal/ichs/Article/929330>
- Martins, F.; Almeida, M.; Calili, R.; & Oliveira, A. (2020). Design Thinking Applied to Smart Home Projects: A User-Centric and Sustainable.Perspective. *Sustainability*,12(23), 10031.
<https://doi.org/10.3390/su122310031>
- Mattingly, A. (2011). Mind and Method: An Examination of Cognitive Activities in the Design Process (Unpublished master's Thesis). Colorado State University, Fort Collins, CO.
<https://api.mountainscholar.org/server/api/core/bitstreams/39b1dc23-0657-4108-b96c-ccef7c423687/content>
- Mobasheri, F., Manoochehri, M., & Noruzi, F. (2017). Critical Thinking Skills among Bachelor Students at Fasa University of Medical Sciences. *DSME*, 4 (1), 4-15.
<https://dsme.hums.ac.ir/article-1-119-fa.html>
- Murphy, D. H.; Agadzhanyan, K.; Whatley, M. C.; & Castel, A. D. (2021). Metacognition and fluid intelligence in value-directed remembering. *Metacognition Learning*. 16, 685–709.
<https://doi.org/10.1007/s11409-021-09265-9>
- Omidpoor, A., Kabini Moghadam, S., & Miyandehi, H. (2021). Evaluation of the effectiveness of problem-solving training on creativity and cognitive flexibility in teachers of work and technology. *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, 11(2), 101-120.
<https://sanad.iau.ir/fa/Article/930450>
- Perry, A., & Karpova, E. (2017). Efficacy of teaching creative thinking skills: A comparison of multiple creativity assessments. *Thinking Skills and Creativity*, 24(4), 118-126.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.02.017>

decision making and problem solving.
CreateSpace Independent Publishing Platform.

<https://www.amazon.com/Critical-Thinking-Beginners-Decision-Problem/dp/1542966140>

- Xinfu, Y., Jonathan, P., & Guo, J. (2015). Modeling influences on divergent thinking and artistic creativity. *Journal of Thinking Skills and Creativity*, 16. 62-68.

<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.02.002>

- Zhou, Q. (2021). Development of creative thinking skills through aesthetic creativity in middle school educational music course. *Thinking Skills and Creativity*. 40(2):100825

<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100825>

- Zohar, A. (2013). Challenges in wide scale implementation efforts to foster higher order thinking (HOT) in science education across a whole school system. *Thinking Skills and Creativity*, 10,233-249.

<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.06.002>

the creative mind. *Neuropsychologia*, 48(13), 3733-3742.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.010>

- Sternberg, R. J. (2015). Successful intelligence: A model for testing intelligence beyond IQ tests. *European Journal of Education and Psychology*, 8(2), 76-84.

<https://doi.org/10.1016/j.ejeps.2015.09.004>

- Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82(2), 306–314.

<https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.2.306>

- Terlecki, M. S., Newcombe, N. S., & Little, M. (2008). Durable and generalized effects of spatial Experience on mental rotation. *Applied cognitive psychology*, 22(7), 996-1013.

<https://doi.org/10.1002/acp.1420>

- Van Der Stel, M., & Veenman, MV. (2010). Development of metacognitive skillfulness: A longitudinal study. *Learning and Individual Differences*. 20(3):220-224.

<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.11.005>

- Wilson, J. (2017). *Critical thinking; A beginner's guide to critical thinking, better*