Advances in Cognitive Sciences
Vol 22, No. 4, Winter 2021
Research Article
Pages 124-136

# Explaining the role of spatial reasoning in architectural design (Qualitative case study: Design experience in an architectural atelier)

**Nasim Majidizanjani[1], Mostafa Mokhtabad Emraei[2*], Iraj Etesam[3]**

1. PhD Student in Architecture, Department of Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Professor of Art, Department of Art and Architecture, Art Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3. Professor of Architecture, Department of Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Recieved:** 3 Jul. 2020 **Revised:** 14 Oct. 2020 **Accepted:** 19 Oct. 2020

## Abstract

**Introduction:** Although spatial reasoning as a form of cognition is one of the mental factors influencing the creative response of architecture, there are many unresolved educational and cognitive problems regarding its place in architectural design and its stages. Therefore, the present study aimed to explain the position of spatial reasoning in the process of architectural design and its stages.

**Methods:** The method of this research was qualitative, and due to the nature of model explanation and case study, had two main steps. The first step was performed by a descriptive-analytical method using content analysis in two fields of cognitive sciences and architecture. In this step, the effects and interrelationships between theories that explain the mental process in creative thinking and their relationship with the architectural design process were investigated. The current study was conducted to explain the role of spatial reasoning in architectural design. The second step included a qualitative case study of senior architecture students' experience about their design experience and a descriptive analysis of questionnaire data. In this regard, 30 master students in the architectural design atelier, in the process of architectural design during one semester, answered the questionnaire. The questionnaire included 10-items checklist based on architectural abilities related to spatial abilities. Students answered the questionnaire with the control of professors in each stage of the architectural design process and according to how the work progressed.

**Results:** Based on the analytical findings of the first step, the development of spatial reasoning through the development of working memory indirectly plays a role in improving the architectural design process and improving skills such as spatial visualization, reconstruct images, and spatial orientation that require many capabilities. They are the foundation in architecture, directly improving the process of architectural design. The second step's findings indicated that the necessary capabilities related to spatial reasoning are used in all stages of architectural design, especially in the illumination stage. The visualization ability, which is related to the component of image reconstruction, was most commonly used in the design process, which was in the incubation stage. The imagination of embodied space from different angles, which is related to the mental rotation component, was the second most used in the architectural design process. Moreover, the ability of visualization and 3D-2D conversions were used in all stages. In general, the second step's results in this research confirmed the first step's analytical findings.

**Conclusion:** The model, which is explained from the role of spatial reasoning in information processing and its impact on the stages of the creative process of architectural design, indicates that spatial reasoning is a fundamental factor for improving the process of architectural design. The case study results also show that spatial reasoning plays a role in all stages of architectural design. However, its effect on all architectural design stages was not the same, and the amount of interest was different according to the capabilities used in each stage.

**Keywords:** Spatial reasoning, Design process, Cognitive process

***Corresponding author:** Mostafa Mokhtabad Emraei, Professor of Art, Department of Art and Architecture, Art Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
**Email:** Mokhtabm@modares.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.22.4.124

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹
صفحات ۱۳۶-۱۲۴
مقاله پژوهشی

# تبیین جایگاه استدلال فضایی در روند طراحی معماری (مورد پژوهی کیفی: تجربهٔ طراحی در آتلیهٔ معماری)

نسیم مجیدی زنجانی[۱]، مصطفی مختاباد امرئی[۲*]، ایرج اعتصام[۳]

۱. دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. استاد هنر، گروه هنر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. استاد معماری، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

**دریافت:** ۱۳۹۹/۰۴/۱۳
**اصلاح نهایی:** ۱۳۹۹/۰۷/۲۳
**پذیرش:** ۱۳۹۹/۰۷/۲۸

**واژه‌های کلیدی**
استدلال فضایی
روند طراحی
فرآیند شناختی

**نویسنده مسئول**
مصطفی مختاباد امرئی، استاد هنر، گروه هنر، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

**ایمیل:** Mokhtabm@modares.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.22.4.124

## چکیده

**مقدمه:** با این که استدلال فضایی به عنوان نوعی شناخت، از جمله عوامل ذهنی موثر بر پاسخ خلاقانه معماری است، در خصوص جایگاه آن در روند طراحی معماری و مراحلش، مشکلات آموزشی و شناختی حل نشده بسیاری وجود دارد. لذا هدف پژوهش حاضر، تبیین جایگاه استدلال فضایی در روند طراحی معماری و مراحلش بود.

**روش کار:** روش این پژوهش کیفی و نظر به ماهیت تبیین مدل و مورد پژوهی، دارای دو گام اصلی بود. گام نخست، با روش توصیفی_تحلیلی با بهره از تحلیل محتوا در دو حوزه علوم شناختی و معماری انجام گرفت. گام دوم شامل مورد پژوهی کیفی تجربهٔ دانشجویان ارشد معماری پیرامون تجربهٔ طراحی آنها و تحلیل توصیفی داده‌های حاصل از پرسشنامه بود.

**یافته‌ها:** بر اساس یافته‌های تحلیلی گام اول، توسعه استدلال فضایی از طریق توسعه حافظه فعال به طور غیر مستقیم در بهبود روند طراحی معماری نقش دارد و از طریق بهبود توانایی‌هایی همچون تجسم فضایی، بازسازی تصاویر و جهت‌یابی فضایی که لازمهٔ بسیاری از توانش‌های پایه در معماری هستند، به طور مستقیم سبب بهبود روند طراحی معماری است. یافته‌ها در گام دوم حاکی از آن بود که توانش‌های پایه مرتبط با استدلال فضایی در تمامی مراحل طراحی معماری، خصوصا بر مرحلهٔ اشراق مورد استفاده قرار می‌گیرند.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به مدل تبیین شده از جایگاه استدلال فضایی در پردازش اطلاعات و تاثیر آن بر مراحل فرآیند خلاقانه طراحی معماری و نتایج موردپژوهی در این تحقیق، استدلال فضایی بر تمامی مراحل طراحی معماری نقش داشته و استدلالی اساسی برای بهبود روند طراحی معماری به شمار می‌رود.

Citation: Majidizanjani N, Mokhtabad Emraei M, Etesam I. Explaining the role of spatial reasoning in architectural design (Qualitative case study: Design experience in an architectural atelier). Advances in Cognitive Sciences. 2021;22(4):124-136.

## مقدمه

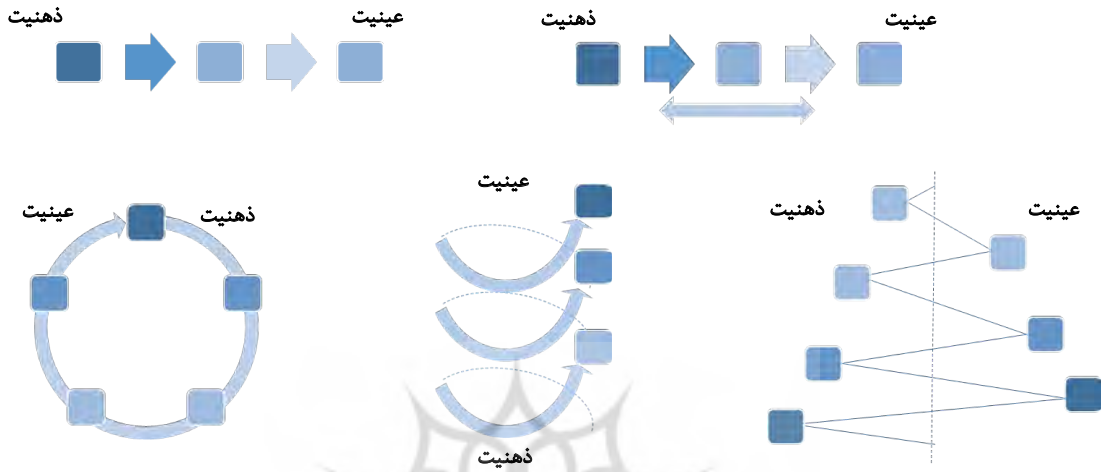
عوامل عدیده‌ای از جمله ساختارهای ذهنی و شناخت طراح بر روند طراحی معماری موثرند. در این میان، نقش استدلال فضایی در این روند، کمتر مورد توجه بوده است، حال آن که استدلال فضایی یکی از روش‌های رایج تفکرات انسانی بوده (۱، ۲)، بر بسیاری از رشته‌ها مؤثر بوده (۳، ۴) و مؤلفه‌ای حیاتی در حل مسئله است (۵). هرچند تحقیقات بسیاری به دلیل نقش بنیادی استدلال فضایی در رشته‌های علمی که در آنها توانایی حل مساله اهمیت دارد، به ارتباط استدلال فضایی با آن رشته‌ها پرداخته‌اند، اما در زمینه نقش و جایگاه آن در فرآیند طراحی معماری خلاء تحقیقاتی وجود دارد. لذا، نظر به اهمیت توانایی حل مسأله در پروسه طراحی معماری و وابستگی آن به استدلال فضایی، مهم است

که در فرآیند طراحی معماری، روشن شود که منظور از آن چیست و در چه مراحلی از روند معماری نقش دارد. در این راستا به نظر می‌رسد که این استدلال با توجه به ارتباط بسیاری از توانش‌های پایه در معماری با توانایی‌های فضایی بر روند طراحی معماری مؤثر باشد. چراکه توانایی درک احجام و فضا و توانایی تجسم فضایی نقش مهمی در انجام طراحی معماری ایفا می‌کند و توانایی فضایی، به عنوان مهارتی ضروری برای معماران در تصویرسازی سه‌بعدی ذهنی شناخته شده است (۶). به علاوه از آنجایی که استدلال فضایی برای حل مشکلات غیر روتین اهمیت دارد (۳)، نقش آن بر پیشبرد روند طراحی معماری به منظور درک بهتری از فرآیند ذهنی طراح و کمک به حل بسیاری از مشکلات آموزشی و شناختی ضروری است. مرور ادبیات نشان می‌دهد که بین مهارت‌های فضایی و پیشبرد روند طراحی معماری همبستگی وجود دارد، اما ماهیت رابطه آنها ناشناخته مانده است. پژوهش‌های اندکی از طریق انجام آزمون و بررسی نمرات نشان داده‌اند که بین یادگیری معماری و سطح تفکر فضایی یک رابطه مثبت دوسویه وجود دارد. علی‌تاجر و سجادی‌هزاوه، با انجام آزمونی تاثیر آموزش درس هندسه کاربردی بر توانایی فضایی دانشجویان معماری را نشان داده‌اند (۶). همچنین Zayed و همکاران نیز، بر توسعه هوش دیداری_فضایی دانشجویان معماری با استفاده از برخی روش‌های آموزشی پرداخته‌اند (۷)؛ با این وجود، هیچ‌کدام به دنبال تعریف جایگاه استدلال فضایی در روند طراحی معماری از طریق بررسی دانش روان‌شناسی شناختی نبوده‌اند. این پژوهش با هدف تعریف این جایگاه و بررسی استدلال فضایی و اهمیت آن در مواجهه با توانایی حل مساله و فرآیند تفکر خلاق در معماری، سعی دارد از طریق تبیین کارکرد آن به این پرسش‌های اساسی پاسخ دهد که «جایگاه فرآیند شناختی استدلال فضایی در روند طراحی معماری کجاست و مهارت‌های شناختی حاصل از آن که بر پیشبرد این روند موثرند، کدامند؟» به این منظور، این پژوهش در بین انواع خوشه‌های شناختی به تفکر دیداری_فضایی می‌پردازد. نظر به تمرکز پژوهش حال حاضر بر موضوعات «استدلال فضایی» و «روند طراحی معماری و تفکر خلاق»، پیشینهٔ تحقیق را می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی کرد:

۱. پیشینهٔ تعریف استدلال فضایی: درباره معنی توانایی‌های فضایی، اجماعی کلی نیست (۶)، و حتی یک تعریف واحد از استدلال فضایی وجود ندارد (۲). برای تعریف این مفهوم از اصطلاحاتی مانند مهارت‌های فضایی، مهارت‌های دیداری_فضایی، شناخت فضایی، هوش فضایی، توانایی فضایی و استدلال فضایی استفاده شده است (۴)، که روابط متقابل آنها اجتناب‌ناپذیر است (۲). به گفته Kahle (۱۹۸۳) به نقل از علی‌تاجر و سجادی‌هزاوه، استدلال فضایی یک مهارت برای دستکاری اشیاء یا طرح‌ها در ذهن است (۶). بنابر نظر Linn و Petersen (۱۹۸۵) به نقل از Araya Ramirez، استدلال فضایی شامل چرخش فضایی (مهارت تبدیل ذهنی خاص برای مقایسه، جهت تشخیص یکسانی)، ادراک فضایی (توانایی تعیین روابط فضایی با اشاره به جهت‌گیری ناظر، با وجود هرگونه حواس‌پرتی) و تجسم فضایی (توانایی تصور و تغییر ذهنی اطلاعات فضایی در دستکاری چند مرحله‌ای داده‌ها یعنی تبدیل دو بعدی به سه‌بعدی یا بالعکس است (۴). استدلال فضایی از نظر Tartre (۱۹۹۰) و نیز McGee (۱۹۹۰) به نقل از علی‌تاجر و سجادی‌هزاوه، شامل جهت‌یابی فضایی (توانایی ذهن برای تغییر نقطه دید، برای شیء ثابت در فضا) و تجسم فضایی (حرکات ذهنی جسم: چرخش ذهنی و تغییر شکل ذهنی) است (۶). Luman (۱۹۹۶) به نقل از Dewar، استدلال فضایی را توانایی تولید، نگه داشتن، بازیابی و تغییر ساختار تصاویر بصری در ذهن می‌داند. (۸) از نظر Newcombe، استدلال فضایی شامل مکان اشیاء، شکل و روابطشان باهم و مسیر حرکت، چرخش ذهنی شکل‌های دو بعدی و اشیاء سه‌بعدی، حرکت بین دو و سه‌بعدی، پیدا کردن اشیاء پنهان، عملکرد مکانیسم‌ها، الگوهای فضایی و نقشه‌های ذهنی محیط است (۱). Pollman (۲۰۱۰) به نقل از Cohrssen و Hedge استدلال فضایی را شامل سواد فضایی و مهارت‌های بازنمایی و استدلال می‌داند (۵). از نظر Clements و Sarama (۲۰۱۴) به نقل از Cohrssen و Hedge، استدلال فضایی شامل جهت‌یابی فضایی (درک موقعیت فرد در فضا و توانایی حرکت در آن و تصویرسازی) و تجسم فضایی است (۵). از نظر Davis و همکاران (۲۰۱۵)، استدلال فضایی شامل فهم ذهنی و تغییر فیزیکی است (۹). Kovacevic، استدلال فضایی را فرایند شکل‌گیری ایده‌ها از طریق رابطه مکانی بین اشیاء می‌داند (۲). با توجه به این تعاریف، استدلال فضایی را می‌توان این چنین تعریف کرد: «مجموعه‌ای از مهارت‌های جهت‌یابی فضایی، تجسم فضایی (چرخش ذهنی و تغییر شکل ذهنی) و بازسازی تصاویر، که از طریق بازنمایی ذهنی برای اشیاء فضایی، روابط و تحولات به کار گرفته می‌شود.».

۲. بررسی روند توسعه مدل‌های فرآیند طراحی: دیدگاه‌ها به فرآیند طراحی در طول تاریخ درحال توسعه بوده است و در ابتدا مراحل به صورت مجزا در نظر گرفته می‌شد. در الگوهای بعدی یعنی مدل Archer (۱۹۶۳) و مدل Jones (۱۹۷۰)، به نقل از محمودی، به ترتیب، امکان بازگشت به مراحل قبلی و سپس بازنگری و ارتباط مطرح شد (۱۰). در مدل مارپیچی Asimow به نقل از شریف، اجازه بازگشت و بازنگری از مرحله به مرحله دیگر هست اما هر بار به نقطه‌ای بالاتر و در مدل مناظره‌ای Kimbell، تاثیر متقابل ذهن و دست و رفت و برگشت بین

ایده‌ها و کارهای ثابت در ذهن و در خارج از ذهن مطرح شده است (۱۱). Lawson نیز به قابلیت تعامل، برگشت و تکرار در فرآیند طراحی به عنوان یک فرآیند ذهنی اشاره می‌کند (۱۲). همچنین، محمودی و باستانی (۱۳۹۷)، فرآیند طراحی را به صورت چرخشی، از کل به جزء و بالعکس و بدون هیچ‌گونه تقدم یا تأخری در مراحل مختلف ارائه می‌دهند (۱۳). در نتیجه با توجه به چگونگی توسعه این مدل‌ها (تصویر ۱)، می‌توان گفت که ارتباط ذهن و عین که در ابتدا به صورت یک ارتباط یک‌سویه ذهن به عین در نظر گرفته می‌شد، در نظریات بعدی، به شکل یک رابطه دوسویه و متقابل رفت و برگشتی در طول کل فرآیند بازبینی شد و در نتیجه فهم فرآیند ذهنی در ارتباط با طراحی اهمیت یافت.




تصویر ۱. رابطه ذهنیت و عینیت در روند توسعه مدل‌های فرآیند طراحی. منبع: نگارندگان.

بنابر مطالعات پیشینه این پژوهش می‌توان گفت که در حالت کلی اکثر مدل‌ها شامل دو مرحله اصلی تحلیل و ترکیب هستند که به مراحل بیشتری بسط داده شده‌اند. با این حال پژوهشگران بسیاری نظیر Lawson بر اهمیت مرحله ترکیب نسبت به تحلیل تاکید داشته‌اند (۱۲). Vernon (۱۹۸۲)، به نقل از رازجویان و شیخ‌طاهری، مراحل ذهنی آفرینش‌گری را بینش، آمادگی، نهفتگی، اشراق و اثبات عنوان می‌کند (۱۴)، که حافظه شناختی در مرحله آماده‌سازی اهمیت دارد و بنا بر نظر Gallager (۱۹۸۵)، به نقل از کیان‌ارثی، عمل فکری اصلی در مرحله نهفتگی و اشراق تفکر واگرا است (۱۵). Moore و Gay به نقل از Lang نیز انجام فعالیت‌های طراحی در فرآیند طراحی معماری را نیازمند مهارت‌های اساسی می‌دانند که جزئی از تولید واگرا هستند و عبارتند از: تولید واگرای واحدهای شکلی (روانی شکلی یا توانایی ابداع الگوهای بصری)، واحدهای معنایی (روانی تخیل)، درجات معنایی (انعطاف‌پذیری خود به خودی) و دگرکونی‌های شکلی (انعطاف‌پذیری تطبیقی) (۱۶). بر اساس پیشینه پژوهش حاضر، فرآیند ذهنی آفرینش‌گری در طراحی نسبت به روش و مراحل عینی آن در طی زمان اهمیت بیشتری یافت و بحث مدل‌های شناختی روند طراحی مورد تاکید قرار گرفت. در نتیجه از دانش علوم‌شناختی و تصویربرداری مغزی برای بررسی عملکردهای ذهنی بهره گرفته شد. مدل‌های شناختی به دنبال پی بردن به فرآیندهای شناختی بنیادین مانند تفکر خلاق هستند (۱۱). لذا در این پژوهش نیز، برای پی بردن به جایگاه استدلال فضایی در روند طراحی معماری بر اساس فرآیند ذهنی، با توجه به مطالب عنوان شده پیرامون روند طراحی و مراحل ذهنی آن (بینش، آمادگی، نهفتگی، اشراق و اثبات) و تعریف استدلال فضایی و توانایی‌های اصلی در آن (جهت‌یابی فضایی، تجسم فضایی و بازسازی تصاویر)، این امر با تبیین مدل‌های شناختی که نحوه‌ی پردازش اطلاعات در ذهن و ارتباط آن با مراحل طراحی را نشان می‌دهند صورت می‌گیرد. در نهایت، پژوهش حاضر به این پرسش‌ها پاسخ می‌دهد که چگونه می‌توان استدلال فضایی را مؤثر بر روند طراحی معماری دانست و نحوهٔ این تأثیر چگونه است؟ و توانایی‌های فضایی بر کدام مراحل از طراحی معماری مؤثر هستند؟ به این منظور، ابتدا نیاز به بررسی تفکر خلاق و مراحل آن و فرآیند شناختی است.

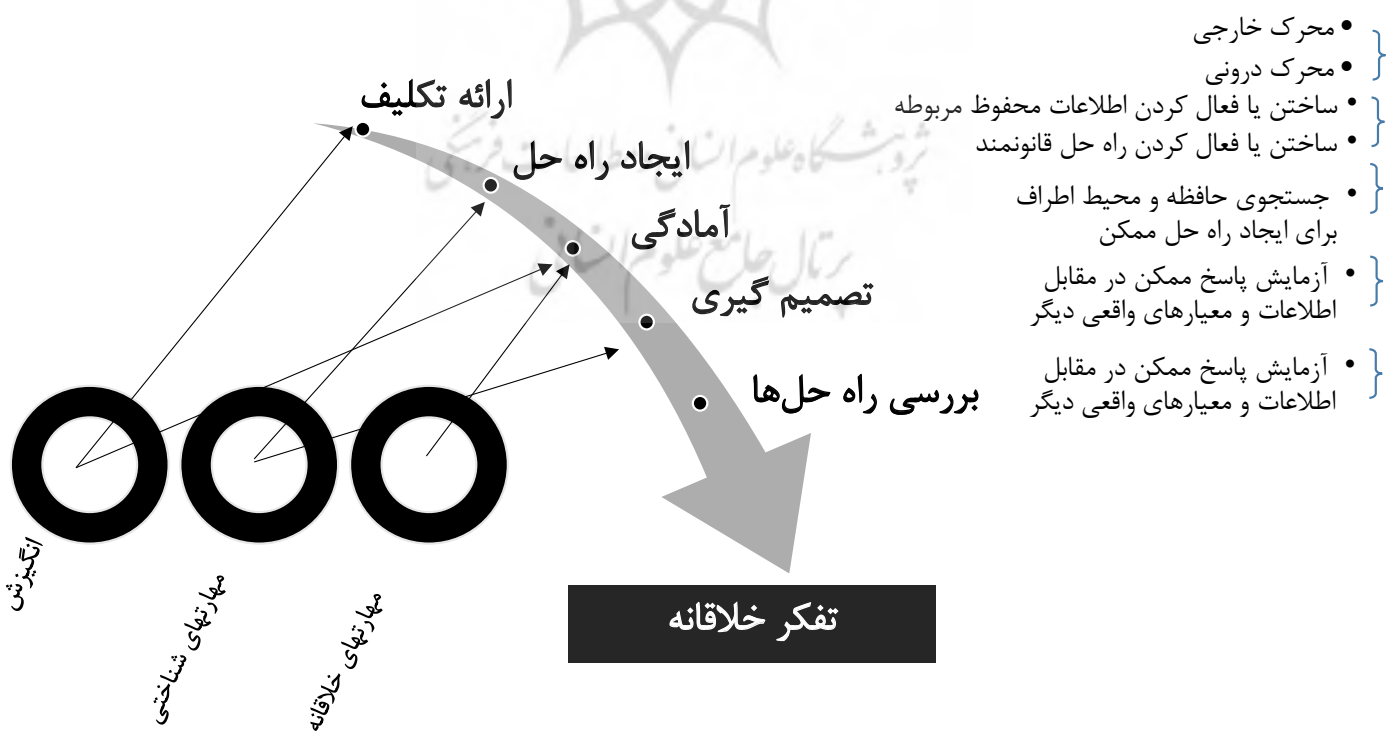
## تفکر خلاق

رسیدن به طرحواره‌های ذهنی و ارزیابی آن دو فعالیت اصلی در فرآیند طراحی هستند که متناظر با دو نوع تفکر می‌باشند: تفکر خلاق که بیشتر مطالعات علمی در زمینه تفکر طراحی بر آن متمرکز است و تفکر نقاد (۱۱). به طور کلی در مسیر تقویت توانایی طراحی، ارائه

طراحی خلاق و بدیع (توان خلاقیت) اهمیت دارد (۱۴). هوش، تفکر همگرا و خلاقیت، تفکر واگرا است (۱۷). Nixon و همکاران، به نقل از افروز، معتقدند که افراد خلاق علاوه بر هوش کلامی و فضایی برجسته از تفکر واگرا برخوردارند (۱۸). همچنین روش‌های طراحی که باعث افزایش تجربیات ذهنی و قدرت خلاقیت هستند، در عمل به کارگیری خصوصیات نیمکره سمت راست مغز را تشویق می‌کند (۱۰). Guilford به نقل از سیف، نیز ویژگی مهم تفکر آفریننده را واگرایی آن می‌داند (۱۷). علاوه بر این از نظر Smith (۲۰۰۷)، به نقل از شریف، آموزش تفکر واگرا اثر مثبتی بر حل مسائل خلاق دارد (۱۱). تصویربرداری عصبی فعال شدن مناطق مجزا مغز را در طی فعالیت‌های مختلف حافظه کاری نشان داده است. (۱۹) نیمکره سمت چپ مغز به عنوان نیمکره کلامی، بیشتر با مباحث زبان، منطق و محاسبات همراه می‌باشد (۱۰)، و اطلاعات را بطور خطی، منطقی و متوالی پردازش می‌کند (۱۷). در مقابل نیمکره راست، به عنوان نیمکره فضایی با مباحث تصورات، احساسات، و فضا سروکار دارد (۱۰). این نیمکره، اطلاعات را به طور غیرخطی، از طریق درک مستقیم (شهودی) و به طور همزمان پردازش می‌کند (۱۷)، و دارای ویژگی تفکر فضایی غیرکلامی و تصویری است که می‌توان در روند طراحی با به کارگیری استعدادهای نهفته برای ایده‌پردازی و تصور فضایی از آن ایده‌ها بهره گرفت (۱۰). حافظه بصری در نیمکره راست قرار داشته (۱۹)، و بر اساس مطالعات عصب‌شناختی بیشتر در این نیمکره بومی‌سازی می‌شود (۲۰). همچنین، ذخیره‌سازی بینایی با عملکرد نیمکره راست همراه است (۱۹). محمودی و باستانی (۱۳۹۷)، به ارتباط بین عرصه شناخت با نیمکره چپ، عرصه ایده‌پردازی با نیمکره راست که مسئولیت تفکر خلاقانه را دارد و نهایتا تعامل دو نیمکره پرداخته‌اند (۱۳). با این که ارتباط نیمکره راست به عنوان نیمکره اصلی برای فرآیند تفکر خلاق با نیمکره چپ، اهمیت دارد (۱۰)، پژوهش‌های بسیاری بر اهمیت بیشتر نیمکره راست در فرآیند خلاقیت تاکید دارند (۲۷-۲۳). همچنین، بر اساس آزمون‌های تفکر خلاق افرادی که در وظایف مغزی نیمکره راست تخصص دارند، تقریباً بدون استثناء از افرادی که شیوه ادغام دو نیمکره را به کار می‌برند، موفق‌ترند (۱۷).

### مراحل تفکر خلاق

Amabile با معرفی مراحل تفکر خلاق، بیان می‌کند مهارت‌های شناختی، مهارت‌های خلاقانه و انگیزش، ابعاد اساسی این تفکر هستند (۲۱، ۲۲). در این مدل (تصویر ۲)، بنابر نظر کیان ارثی، مهارت‌های مربوط به خلاقیت در مرحله جستجوی حافظه و محیط اطراف برای ایجاد راه حل ممکن موثرند (۱۵).




تصویر ۲. ارتباط سه بعد اساسی تفکر خلاقانه با مراحل آن بر اساس مدل Amabile. ترسیم: نگارندگان.

با توجه به مطالب بیان شده، ارتباط معناداری تفکر خلاق، تفکر واگرا و عملکرد نیمکره راست مغز وجود دارد و داشتن مهارت‌ها و توانایی‌ها لازمه تفکر خلاق می‌باشد.

### فرایند شناختی

توانایی‌ها شامل مجموعه‌ای از مهارت‌ها و صلاحیت‌های شناختی است. اگر ذهن یک شبکه پردازش اطلاعات است (۲۳)، استدلال فضایی نوعی شناخت است و فرایند شناخت شامل بازیابی، ذخیره‌سازی، رمزگذاری، مفهوم‌سازی، تصویرسازی ذهنی و نقشه‌های شناختی می‌باشد که از جمله کارکردهای ذهن در جهت رمزگذاری و ذخیره‌سازی اطلاعات هستند (۲۴). مغز در سطوح هشیار و ناهشیار اطلاعات را از محیط دریافت می‌کند و پردازش هشیار بر اساس توجه انتخابی است و این به دلیل محدودیت ظرفیت پردازش اطلاعات و نقش ظرفیت حافظهٔ فعال و توانایی متفاوت افراد در متمرکز کردن توجه انتخابی بر هدف، است. با کنترل ارادی توجه، اطلاعات انتخابی به حافظهٔ فعال می‌رسند که چند ثانیه به طور موقت برای تجزیه و تحلیل جزئی‌تر ذخیره و سپس پردازش می‌شوند (۲۳). سپس، از طریق دریافت یا کسب، کدگذاری اطلاعات موجود در حافظه فعال به منظور ذخیره‌سازی در حافظه بلند مدت انجام می‌شود (۲۵)، اما از آنجایی که علاوه بر ذخیره‌سازی موقتی، دستکاری اطلاعات لازم برای تکالیف شناختی پیچیده مثل یادگیری و استدلال بر عهده حافظه فعال است (۱۹)، برای تحقق عمل یادگیری باید بازسازی اطلاعات و ارتباط اطلاعات جدید در حافظه فعال انجام پذیرد (۲۵).

### حافظه فعال

بر اساس مدل پردازش اطلاعات، در دهه ۱۹۶۰، حافظه فعال یا کاری، مؤلفه اصلی پردازش اطلاعات و بخشی از رویکرد پردازش شناختی برای عملکرد ذهنی است. بنابر مدل حافظه کاری Baddeley (۲۰۰۶)، یکی از سه مؤلفه حافظه فعال، الگوی دیداری_فضایی را ذخیره می‌کند و علاوه بر ذخیره کوتاه‌مدت اطلاعات دیداری_فضایی مانند اشیاء و مکان آنها، تولید و دستکاری تصاویر ذهنی نیز بر عهده طرح دیداری_فضایی است که شامل دو بخش دیداری و فضایی می‌باشد (۲۶). مؤلفه دیداری یک سیستم منفعل است که وظیفه ذخیره اطلاعات بصری (اشکال و رنگ اشیاء) را در قالب بازنمایی بصری ایستا دارد. در مقابل، زیر مجموعه فضایی یک سیستم تمرین فضایی فعال است که وظیفه ذخیره اطلاعات فضایی پویا (جهت، مکان‌ها و حرکات پی در پی) را بر عهده دارد. حافظه کاری دیداری_فضایی در تصویرسازی ذهنی و ساخت مدل‌های ذهنی فضایی نقش دارد. حافظه فعال به طور عمدی اطلاعات را برای بازسازی و رمزگذاری فعال بازیابی می‌کند. با وجود تحقیقات بسیار در مورد تصاویر دیداری، تحقیقات مستقیم در مورد طرح دیداری_فضایی و شکل تمرین تجسمی فضایی حداقل است. جنبه فضایی پردازش بیشتر مربوط به مکان اشیاء، از جمله امکان اسکان یک فیلد و شناسایی پیکربندی می‌باشد. برای یادآوری یا دستکاری آگاهانه اشیاء یا تصاویر ذهنی، حافظه کاری دیداری_فضایی درگیر می‌شود. تحقیقات بیشتری درباره درک بصری و پردازش دیداری انجام شده است تا کارکرد دیداری_فضایی حافظه. با این وجود، رابطه قوی بین این دو وجود دارد. (۱۹) ذهنیات در مورد مکان‌ها، به طور عمده بر اساس تصویر ذهنی و نقشه شناختی شکل می‌گیرد. تصویر ذهنی، تحت‌تأثیر افکار، ارزش‌ها و تجارب فرد از مکان شکل است. نقشه شناختی بخشی از تصویر ذهنی است که به طور خاص بر روابط فضایی تمرکز دارد. نقشه‌های شناختی بازنمودهایی درونی را برای شبیه‌سازی خصوصیات فضایی خاص محیط خارجی ارائه می‌دهند و الگویی انتزاعی را از محیط فراهم می‌کند (۲۴).

## روش کار

با توجه به کاربرد پژوهش‌های کیفی در تحقیقات مرتبط با معماری روش پژوهش حاضر کیفی بود. همچنین نظر به ماهیت تبیین مدل و موردپژوهی، پژوهش حاضر دارای دو گام اصلی است. در این راستا روش این پژوهش در گام اول، توصیفی_تحلیلی بوده و بر فرایند طراحی متمرکز شده است. از آنجایی که در این مقاله عمدتاً طرح یافته‌های نظری پژوهش مورد نظر بوده است، این یافته‌ها از تحلیل و تبیین مجموعه‌ای از اثرگذاری‌ها و روابط متقابل بین نظریه‌هایی که فرآیند ذهنی در تفکر خلاق را توضیح می‌دهند با روند طراحی معماری حاصل شده است. تبیین این روابط جهت روشن شدن جایگاه استدلال فضایی در مراحل این روند انجام گردیده است. در واقع، یافته‌ها که از تحلیل محتوای مفاهیم مرتبط با موضوع در حوزه‌های شناختی و معماری حاصل شده است، با تبیین کارکرد پردازش اطلاعات در ذهن و ارتباط آن با فرآیند طراحی به بحث گذاشته شده است که به تبیین مدل می‌انجامد.

گام دوم، بر اساس مورد پژوهی تجربهٔ دانشجویان ارشد معماری در آتلیهٔ معماری می‌باشد تا تأثیر توانش‌های مرتبط با توانایی‌های فضایی در هر یک از مراحل طراحی به نسبت مشخص گردد. در این راستا، ۳۰ نفر از دانشجویان کارشناسی ارشد در کارگاه طراحی معماری ۲ در دانشگاه اشراق بجنورد، در روند طراحی معماری در طول یک ترم، به پرسشنامه پاسخ دادند. پرسشنامه شامل یک چک لیست با ۱۰ گویه بر اساس توانش‌های معماری مرتبط با توانایی‌های فضایی بود. این پرسشنامه توسط دانشجویان و با کنترل اساتید در هر مرحله از طراحی معماری و با توجه به

چگونگی پیشرفت کار، پاسخ داده شد و مشخص گردید که در هر یک از ۵ مرحله طراحی معماری به ترتیب، کدام گویه‌ها (چند توانش معماری) مورد استفاده قرار گرفته است. لذا جواب‌ها شامل ۰ تا ۱۰ توانش برای هر یک از ۵ مرحلهٔ طراحی معماری شامل بینش، آمادگی، نهفتگی، اشراق و اثبات بود. روش تحلیل داده‌ها نیز به صورت تحلیل توصیفی انجام شد.

## یافته‌ها

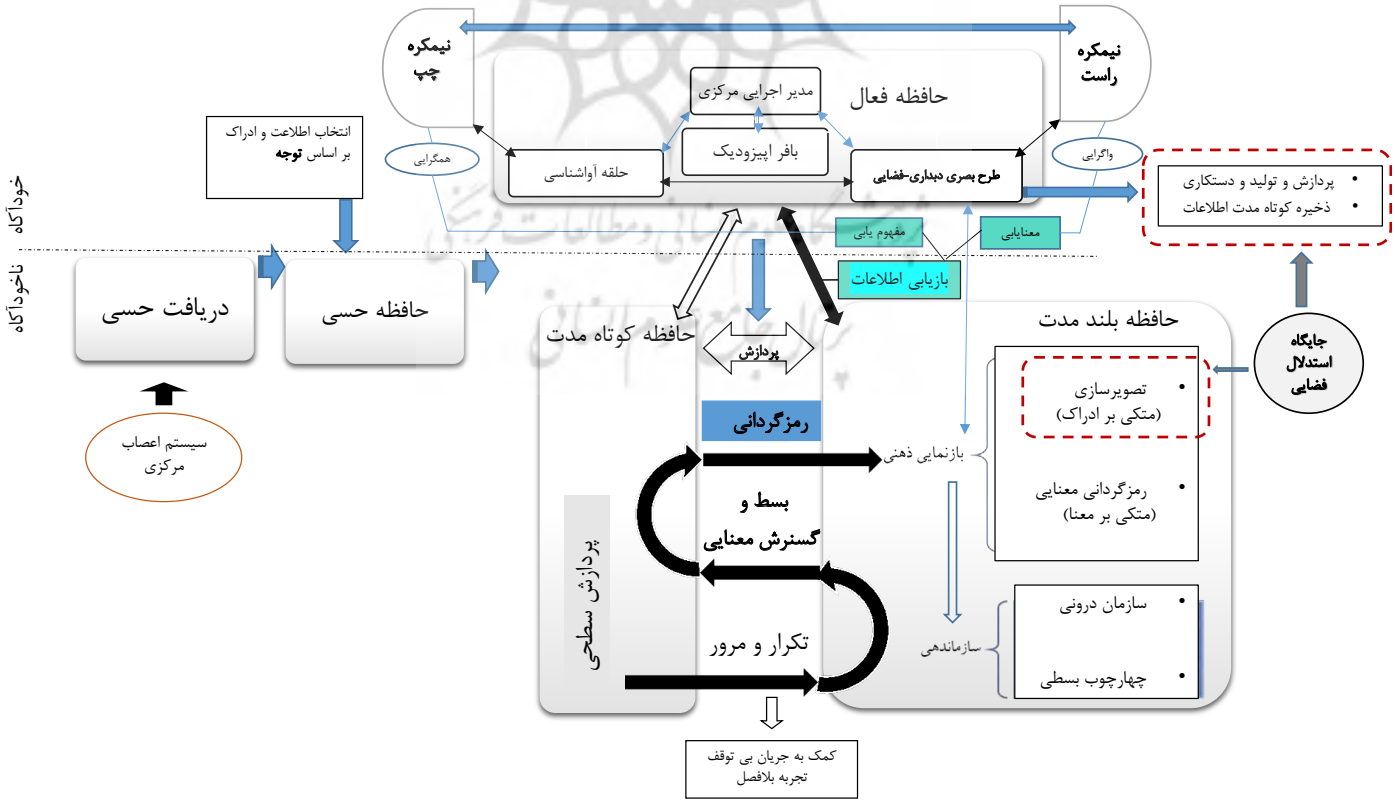
بر اساس تحلیل مطالب بیان شده و بررسی مفاهیم اصلی پژوهش و رابطه آنها در گام اول، استدلال فضایی را می‌توان به دو شیوه مستقیم و غیر مستقیم بر روند طراحی معماری موثر دانست:

۱. تأثیر غیرمستقیم: فرآیندهای مرتبط و دستیابی به مهارت‌ها، در طی رشد، ماهیت عملکرد حافظه فعال را تغییر می‌دهد. همچنین، الزامات کاری و تخصص فرد بر نحوه عملکردهای گوناگون از حافظه فعال تأثیر می‌گذارد. از نظر Pulmer (۲۰۰۰)، به نقل از Araya Ramirez توسعه رمزگشایی دیداری_فضایی ممکن است پیشرفت حافظه کاری اجرایی را منعکس کرده و بدین ترتیب سبب پیشرفت ظرفیت حافظه کاری اجرایی شود. به عنوان مثال، افزایش ظرفیت حافظه کاری دیداری_فضایی از طریق آموزش، بر دستاوردهای ریاضی کودکان اثبات شده است (۴). عملکرد شناختی سطح بالاتر ناشی از تعامل بین حافظه فعال و چندین فرآیند شناختی است که اگر قوی باشند، می‌توانند این حافظه را تقویت کنند. علاوه بر این، رشد و توسعه در سایر فرآیندهای شناختی به گسترش ظرفیت حافظه فعال کمک خواهد کرد. فرآیندهای حافظه فعال برای عملکرد شناختی سطح بالاتر ضروری است و فرایندهای مختلف شناختی از عملیات حافظه فعال پشتیبانی می‌کنند (۱۹). بر این اساس، این امر در خصوص خوشه‌شناختی تفکر دیداری_فضایی نیز صدق می‌کند. در واقع تمرین‌های فضایی به تشخیص مکان، موقعیت و پیکربندی اشیاء نیاز دارد که باید به طور همزمان یا متوالی پردازش شود (۴)، و حل آنها نیاز به استفاده فشرده از حافظه کاری دیداری_فضایی دارد. با توجه به مطالب گفته شده، توسعه استدلال فضایی سبب تقویت حافظه دیداری_فضایی شده، که این امر با توجه به نقش مهم آن در پردازش اطلاعات و فرآیند شناختی ذهن، به طور غیر مستقیم بر بهبود عملکرد طراحی موثر است (تصویر ۳).

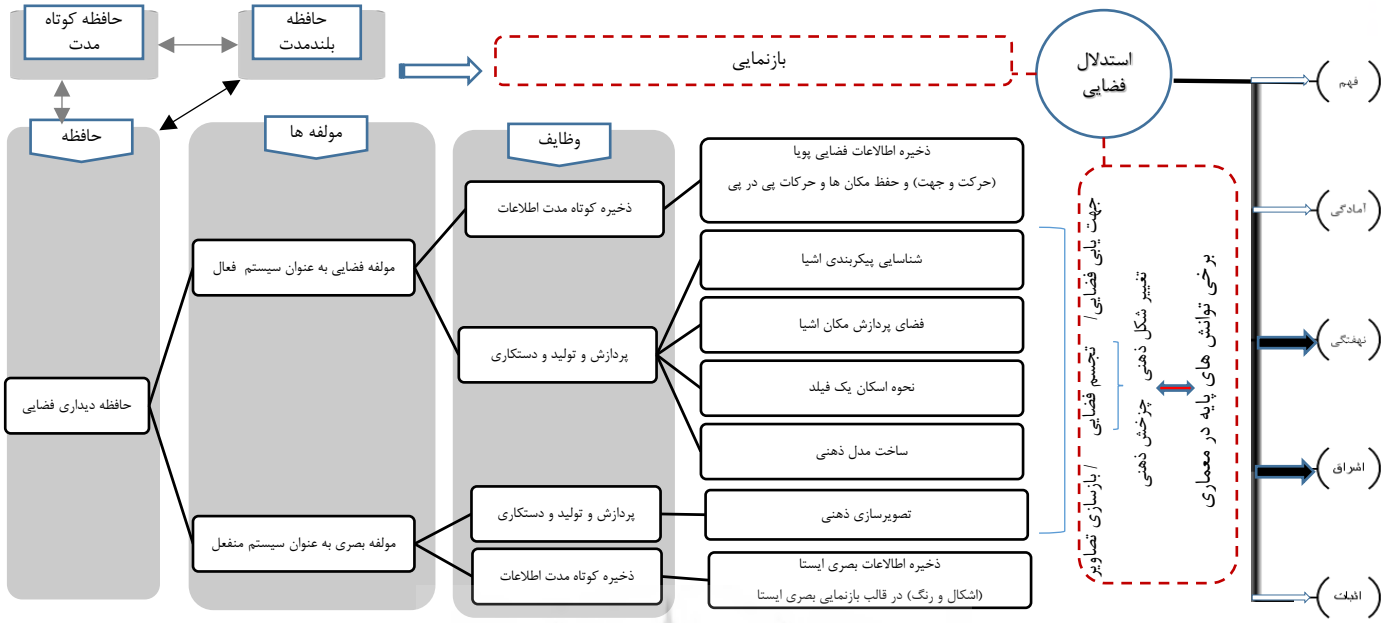
تصویر ۳ . تأثیر غیرمستقیم استدلال فضایی بر روند طراحی. منبع: نگارندگان.

۲. تأثیر مستقیم: با توجه به مطالب بیان شده، هنگام مواجهه با مساله طراحی، ذهن در مرحله فهم مساله شروع به پردازش اطلاعات می‌کند. همچنان که تمامی بخش‌های حافظه در ارتباط با یکدیگر عمل می‌کنند، مولفه‌های دیداری و فضایی در طرح بصری_فضایی در حافظه فعال که بخش بیشتر آن در نیمکره راست قرار دارد، از دو طریق ذخیره کوتاه مدت اطلاعات و نیز پردازش و تولید و دستکاری آنها عمل بازنمایی را انجام می‌دهد. در مراحل بعدی، نظر به اهمیت حافظه شناختی در مرحله آماده‌سازی (۱۵)، طراح از طریق تفکر واگرا در راستای روش‌شناسی طرح به دنبال تفکر فضایی و تجسم فیزیکی، اقدام به بازیابی اطلاعات معنایی می‌کند و تصورات خود را از طریق روش تفکر تصویری شکل می‌بخشد. در نتیجه آن، با توجه به این که مهارت‌های ذهنی فرد چطور توسعه یافته‌اند، این مهارت‌ها جهت ایده‌یابی فرم‌یابی در مرحله نهفتگی و اشراق برای کشف به کمک طراح می‌آیند. در واقع تجسمات فضایی و تجربیات ذهنی برای تحکیم فرم نهایی و معرفی ایده‌های دقیق‌تر مهم است. (۱۰) از آنجایی که فرایند طراحی به صورت دیالوگی بین تصورات ذهنی و بازنمایی‌های بیرونی فرآیند تفکر است (۲۷)، این بازنمایی بیرونی از تصورات طراح از طریق ترسیم و اسکیس، بعد از آنالیز مسئله (مطالعه برنامه کالبدی) و در آغاز ورود به مرحله طراحی مفهومی و هم زمان با ایده‌یابی، فرم‌یابی و شکل‌گیری فرم به عنوان ابزار تفکر در تولید واگرا به طراح کمک می‌کند و طی این مرحله حافظه کوتاه مدت درگیر می گردد (۲۷). در این میان، با فعالیت حافظه دیداری_فضایی، تعاملات استدلال فضایی با بازنمایی و پردازش اطلاعات در خلال تفکر خلاق از طریق مهارت‌های فضایی به ایده‌پردازی در حین ترسیم کمک می‌کند (تصویر ۴ و ۵).

برای رسیدن به پاسخ‌های خلاقانه، نیاز به مهارت‌های بسیاری از جمله مهارت‌های فضایی است و عدم مهارت و تجربه از جمله موانع فردی در رابطه با فرآیند خلاقیت است (۱۵). با توجه به تعاریف مهارت‌های فضایی، این مهارت تا حدود زیادی مهارت‌های پایه در معماری را پوشش می‌دهد؛ چنان که نقشه‌سازی، طراحی حاصل ترکیب مهارت‌های فضایی است (۹). افزایش مهارت توانایی فضایی سبب تجسم سه‌بعدی فضا و تصویرسازی سه‌بعدی از طرح‌های دوبعدی و درک احجام و فضاها است (۶). چنان که Fujita و همکاران (۲۰۲۰)، تجسم فضایی شامل دستکاری ذهنی تصاویر بصری و اشکال (مثل چرخش و افزودن خطوط اضافی) و تحلیل از طریق استدلال فضایی شامل تفسیر ساختار و تجزیه اشیاء را از جمله مهارت‌های استدلال فضایی در خصوص تبدیل اشیاء سه‌بعدی به اشکال دوبعدی برای حل مسأله می‌دانند (۲۸). استدلال Moore و Gay به نقل از Lang، معتقدند که شناخت فرم که مربوط به توانایی تشخیص روابط شکلی می‌باشد، بر اندیشه خلاق معماری موثر است (۱۶). تجسم فضایی در معماری، به عنوان مهارتی پایه، در درک نقشه‌ها و طراحی درست مسیرهای دسترسی اهمیت دارد؛ چرا که توانایی تغییر شکل ذهنی بر درک و تجسم احجام موثر است و توانایی چرخش ذهنی توانایی دخل و تصرف در احجام را به معمار می‌دهد. همچنین، معمار برای مواجهه با فضای تجسم یافته از زوایای مختلف نیاز به توانایی جهت‌یابی فضایی دارد (۶)، که بر فرآیند مسیریابی موثر است. در رابطه با اهمیت توانایی تصویرسازی در معماری باید گفت که نمی‌توان فضایی را بدون داشتن تصاویری از آن خلق کرد و مرور خاطرات در حافظه، درک شباهت‌ها و به استعاره درآوردن تصاویر امری مهم در طراحی معماری است (۲۹). بر این اساس، استدلال فضایی با بازنمایی و مهارت‌های فضایی شامل جهت‌یابی فضایی، تجسم فضایی و بازسازی تصاویر، در روند طراحی معماری نقشی اساسی دارد. همچنین بر اساس موارد ذکر شده، توانش‌های معماری مرتبط با توانایی‌های فضایی را می‌توان شامل ۱۰ توانش دانست: نقشه‌سازی و طراحی؛ درک احجام و فضاها؛ صلاحیت تصور اشیاء دیدگاه‌های مختلف؛ تصور فضای تجسم یافته از زوایای مختلف؛ شناخت فرم و تشخیص روابط شکلی؛ درک نقشه‌ها و طراحی درست مسیرهای دسترسی؛ توانایی دخل و تصرف در احجام؛ توانایی تصویرسازی؛ تبدیل (بازنمایی، ترسیمات، تجسم، تصویرسازی) سه‌بعدی از دوبعدی و تبدیل (بازنمایی، ترسیمات، تجسم، تصویرسازی) دوبعدی از سه‌بعدی.




تصویر ۴. جایگاه استدلال فضایی در پردازش اطلاعات. منبع: نگارندگان.




تصویر ۵. تاثیر استدلال فضایی بر مراحل فرآیند خلاقانه طراحی معماری. منبع: نگارندگان.

بر اساس نتایج مورد پژوهی در گام دوم، مشخص شد که توانش‌های معماری مرتبط با توانایی‌های فضایی، در کل روند طراحی معماری کاربرد داشته‌اند. به عبارت دیگر، در تمامی مراحل از توانش‌های معماری استفاده شده بود. بر اساس جدول ۱ بیشترین تعداد توانش‌های پایهٔ مرتبط با توانایی‌های فضایی در مرحلهٔ چهارم یعنی اشراق و کمترین آن در مرحلهٔ اول یعنی بینش استفاده شده است. همچنین با توجه به این که تعداد دفعات در هر مرحله می‌توانست از ۰ تا ۱۰ باشد و بر اساس بازهٔ به دست آمده که در تمام مرحله‌ها یک توانش یا بیشتر را شامل می‌گردد، می‌توان گفت که توانایی‌های فضایی در تمامی مراحل بینش، آمادگی، نهفتگی، اشراق و اثبات، توسط تمامی دانشجویان به کار گرفته شده است.

جدول ۱. میانگین تعداد توانش‌های پایهٔ مرتبط با توانایی‌های فضایی استفاده شده در مراحل طراحی معماری

| مراحل | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|---|---|---|---|---|---|
| میانگین | ۲/۴ | ۳/۷ | ۸/۲ | ۹/۲ | ۷/۶ |
| بازه | ۱-۵ | ۲-۶ | ۶-۹ | ۸-۱۰ | ۶-۱۰ |

بر اساس یافته‌های پژوهش، مطابق جدول ۲ توانایی تصویرسازی که مرتبط با مؤلفهٔ بازسازی تصاویر می‌باشد، بیشترین کاربرد را در روند طراحی داشت که در مرحلهٔ نهفتگی بود و تصور فضای تجسم‌یافته از زوایای مختلف نیز که مرتبط با مؤلفهٔ چرخش ذهنی که زیرمجموعهٔ تجسم فضایی می‌باشد، دومین جایگاه را در میزان استفاده در روند طراحی معماری داشت. توانایی تصویرسازی، تبدیل سه‌بعدی از دوبعدی، تبدیل دوبعدی از سه‌بعدی، توانش‌هایی بودند که در تمامی مراحل کاربرد داشتند که بیشترین کاربرد تبدیل (بازنمایی، ترسیمات، تجسم، تصویرسازی) دو به سه‌بعدی و برعکس، در مرحلهٔ آخر یعنی اثبات بود.

جدول ۲. تعداد استفاده هر توانش‌های پایهٔ مرتبط با توانایی‌های فضایی در مراحل طراحی معماری

| | تعداد استفاده در هر مرحله | | | | | تعداد در کل روند |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | مرحله ۱ | مرحله ۲ | مرحله ۳ | مرحله ۴ | مرحله ۵ | |
| نقشه‌سازی و طراحی | - | ۴ | - | ۳ | ۴۰ | ۴۷ |
| درک احجام و فضاها | - | - | ۱۱ | ۱۹ | ۷ | ۳۷ |
| صلاحیت تصور اشیاء دیدگاه‌های مختلف | - | - | ۲۲ | ۴۳ | ۸ | ۷۳ |
| تصور فضای تجسم یافته از زوایای مختلف | - | - | ۷۳ | ۸۷ | ۶ | ۱۶۶ |
| شناخت فرم و تشخیص روابط شکلی | ۸ | ۴۳ | ۲ | ۱۲ | ۲ | ۶۷ |
| درک نقشه‌ها و طراحی درست مسیرهای دسترسی | ۶۱ | ۵۶ | - | ۱ | ۱۴ | ۱۳۲ |
| توانایی دخل و تصرف در احجام | - | - | ۱۲ | ۲۳ | ۹ | ۴۴ |
| توانایی تصویرسازی | ۱ | ۵ | ۱۲۴ | ۸۳ | ۲۳ | ۲۳۶ |
| تبدیل سه‌بعدی از دوبعدی | ۱ | ۳ | ۱ | ۲ | ۶۲ | ۶۹ |
| تبدیل دوبعدی از سه‌بعدی | ۱ | ۲ | ۱ | ۳ | ۴۱ | ۴۸ |

## بحث

یافته‌های پژوهش در گام اول، نشان می‌دهد که با این که استدلال فضایی بر تمامی مراحل روند طراحی معماری موثر است، این تاثیر در مرحله نهفتگی و اشراق به دلیل نقش بیشتر تفکر واگرا در این مراحل و استفاده از توانایی‌های فضایی جهت ایده‌یابی و ایده‌پردازی بیشتر است که گام دوم پژوهش، یعنی مورد پژوهش تجربهٔ طراحی دانشجویان نیز آن را تأیید می‌کند. براساس پاسخ دانشجویان، در مرحلهٔ اشراق و نهفتگی، توانایی تصویرسازی و تصور فضای تجسم‌یافته از زوایای مختلف که به ترتیب متناظر با توانایی‌های فضایی بازسازی تصاویر و بعد چرخش ذهنی از تجسم فضایی هستند، بیشترین کاربرد را در میان سایر توانش‌های پایه مرتبط با استدلال فضایی در معماری دارند. در این راستا، نتایج پژوهش، با تحقیقات ادیبی (۲۹) پیرامون نقش فضانگاری بر آموزش معماری همسو می‌باشد. همچنین، این نتایج با تحقیقات هاشمی‌نژاد و همکاران (۲۷)، مطالعات محمودی (۱۰) و نیز پژوهش کیان‌ارثی (۱۵) پیرامون روند طراحی معماری هماهنگ هست. این پژوهش بر عکس پژوهش علی‌تاجر و سجادی‌هزاوه (۶) که تأثیر آموزش معماری و روند طراحی بر توسعهٔ استدلال فضایی دانشجویان را بررسی کرده است، به بررسی سوی دیگر رابطهٔ میان این دو، یعنی نقش استدلال فضایی بر روند طراحی معماری پرداخته است. همچنین، برخلاف نتایج پژوهش علی‌تاجر و سجادی‌هزاوه (۶) که حاکی از عدم ارتباط این دو متغیر به دلیل عدم تأثیر آموزش و روند طراحی بر استدلال فضایی، این پژوهش، این ارتباط را از طریق تبیین جایگاه استدلال فضایی در روند طراحی معماری و نقش آن در مراحل طراحی نشان داده است. هرچند اکثر پژوهش‌ها همانند پژوهش Davis و همکاران (۹) به ارتباط استدلال فضایی با رشته‌هایی غیر از معماری پرداخته‌اند، اما یافته‌های پژوهش در راستای نقش مهم استدلال فضایی در فرآیند حل مسأله (که امری مشترک میان معماری و رشته‌های مسأله محور از جمله ریاضیات است) از یافته‌های این پژوهش‌ها پشتیبانی می‌کند. همچنین، این یافته‌ها وجود ارتباط بین بهبود روند طراحی معماری و توسعه استدلال فضایی را، که در پیشینهٔ تحقیق ذکر شده بود و در پژوهش‌های پیشین از طریق آزمون‌های سنجش هوش فضایی و مقایسه آنها به دست آمده بود، تایید می‌کند.

در این پژوهش، با بررسی روان‌شناسی شناخت‌گرایی و نقش حافظه فعال دیداری_فضایی در پردازش اطلاعات، در راستای اهداف پژوهش، اثرات دور و نزدیک توسعه فضایی در فرآیند ذهنی طراح مشخص گردید. بر این اساس، روشن شد که یکی از زمینه‌های اصلی مکانیسم‌های پیشرفت حل مساله، توسعه مهارت‌های فضایی و شناخت استدلال فضایی طراح می‌باشد. لازم به ذکر است که در تمامی مراحل

طراحی معماری، ارتباطی پیچیده بین فعالیت‌های نیمکره راست، تفکر همگرا و استدلال فضایی با نیمکره چپ، تفکر واگرا و استدلال کلامی وجود دارد. اما دسته اول نقش پررنگتری بر فرآیند تفکرخلاق در روند طراحی معماری دارند. در واقع، فرآیند شناختی استدلال فضایی به طور مستقیم از طریق توانایی‌های جهت‌یابی فضایی، تجسم فضایی و تصویرسازی ذهنی (با توجه به لزوم توانایی‌های فضایی در معماری) و غیرمستقیم از طریق توسعه حافظه فعال به دلیل نقش آن در پردازش و بازنمایی اطلاعات، در فعالیت معماری درگیر است و توسعه آن، علاوه بر شناخت بهتر، سبب بهبود روند طراحی معماری می‌گردد. در واقع این پژوهش نشان داد که مهارت‌های شناختی حاصل از استدلال فضایی به واسطه وظایف مؤلفه‌های دیداری و فضایی برای ذخیره کوتاه مدت اطلاعات بصری ایستا و اطلاعات فضایی پویا و نیز پردازش و تولید و دستکاری آنها جهت بازنمایی، سبب تصویرسازی ذهنی، ساخت مدل ذهنی، پردازش مکان اشیاء، شناسایی پیکربندی اشیاء می‌گردد. موارد ذخیره شده شامل حرکت، جهت، حفظ مکان‌ها و حرکات پی در پی و همچنین شکل و رنگ اشیاء است. تمامی این موارد برای ایده‌یابی و تصور و خلق فرم معماری کاربرد دارند و به واسطه آنها، مهارت‌های پایه‌ای حاصل از مولفه‌های استدلال فضایی در فرایند ذهنی طراح مؤثرند. به طور کلی، نتایج پژوهش از طریق تبیین روابط بین عوامل گوناگون که از مطالعات شناختی و تفکر خلاق حاصل شده است، جایگاه استدلال فضایی در روند طراحی معماری را مشخص کرده است. نتایج این پژوهش علاوه بر روشن‌تر کردن فرآیند پیچیده طراحی معماری و کمک به طراحان و معماران می‌تواند در زمینه آموزش معماری به عنوان مثال در تدوین دروس پایه در معماری نظیر هندسه کاربردی که بر پایه توسعه استدلال فضایی استوار هستند و همچنین برنامه دروس اصلی طرح معماری که فرآیند محور هستند، موثر باشد.

از جمله محدودیت‌های پژوهش می‌توان به تعداد اندک دانشجویان در مورد پژوهی اشاره کرد. نظر به این که روش پژوهش به صورت کیفی و توصیفی بر اساس تحلیل اطلاعات و توصیف داده‌های حاصل از مورد پژوهی جهت تبیین جایگاه استدلال فضایی در روند طراحی معماری است، پیشنهاد می‌گردد که پژوهش‌های آینده، به اثربخشی استدلال فضایی بر روند طراحی معماری به روش کمی و بر روی جامعهٔ آماری بزرگ‌تر بپردازند. علاوه بر آن، با توجه به این که این پژوهش تنها به یکی از عوامل ذهنی موثر بر روند طراحی معماری یعنی استدلال فضایی و تفکر دیداری_فضایی پرداخته است، بررسی نقش سایر عوامل و دیگر خوشه‌های شناختی در خصوص روند طراحی معماری برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود.

## نتیجه گیری

مدل تبیین شده از جایگاه استدلال فضایی در پردازش اطلاعات و تاثیر آن بر مراحل فرآیند خلاقانه طراحی معماری حاکی از آن است که استدلال فضایی، استدلالی اساسی برای بهبود روند طراحی معماری به شمار می‌رود. نتایج حاصل از مورد پژوهی در این تحقیق نیز، نشان می‌دهد که استدلال فضایی بر تمامی مراحل طراحی معماری نقش دارد؛ هرچند، تأثیر آن بر تمامی مراحل طراحی معماری یکسان نبوده و میزان بهره از آن با توجه به توانایی‌های مورد استفاده در هر مرحله متفاوت است.

## تشکر و قدردانی

از اساتید راهنما و مشاور محترم که در انجام مطالعه این مقاله که برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول است، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ملاحظات اخلاقی

این پژوهش، با آگاهی دانشجویان از اهداف پژوهش و رضایت آنها برای پاسخ به پرسشنامه‌ها انجام شد.

## تعارض منافع

در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض احتمالی منافع مثل دریافت وجه در قبال مقاله، یا به دست آوردن موجودی یا سهم در یک سازمان که ممکن است از طریق انتشار مقاله به دست بیاید و یا از دست برود، وجود نداشته است.

## References

1. Newcombe NS. Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*. 2010;34(2):29-35.

2. Kovacevic N. Spatial reasoning in mathematics. In: Kolar-Begovic Z, Kolar-Super R, Jukic Matic L, editors. Mathematics education as a science and a profession. Osijek:Element;2017. pp. 45–65.

3. Tepylo DR. Examining changes in spatialized geometry knowledge for teaching as early years teachers participate in

adapted lesson study [PhD Dissertation]. Toronto:Ontario Institute for Studies in Education University of Toronto;2017.

4. Araya Ramirez C. Spatial reasoning in the classroom: Effects of an intervention on children's spatial and mathematical skill [PhD Dissertation]. Santiago, Chile:The Pontifical Catholic University;2018.

5. Hedge K, Cohrssen C. Between the red and yellow windows: A fine-grained focus on supporting children's spatial thinking during play. *Sage Open*. 2019;9(1):1-11.

6. Alitajer S, Sajadi Hazave SI. Effects of learning descriptive geometry on spatial capacity in architecture colleges. *Journal of Architecture and Urban Planning*. 2017;10(20):129-145. (Persian)

7. Zayed A, Mohamed O, Ibrahim F. Developing visual/spatial intelligence in the field of design teaching using learning styles and innovative techniques. In 5th International Conference of Applied Arts - Factory to Factory. 2018 April 15-19; Helwan, Egypt;2018.

8. Dewar G. Spatial intelligence: What is it, and how can we enhance it?. Retrieved 2018 from https://www.parentingscience.com/spatial-intelligence.html.

9. Davis B, Okamoto Y, Whiteley W. Spatializing mathematics. In Davis B, editor. Spatial reasoning in the early years: Principles, assertions, and speculations. New York:Routledge;2015.

10. Mahmoudi A. Teaching architectural design process. *Honar-Ha-ye-Ziba*. 1999;(4-5):73-81. (Persian)

11. Sharif H. The process of architectural design and critical thinking (interaction of critical thinking with creative thinking) [PhD Dissertation]. Tehran:Shahid Beheshti University;2017. (Persian)

12. Lawson B. How designers think: The design process demystified. New York:Routledge;2006.

13. Mahmoodi SA, Bastani M. Conceptualization methods in the design process of architecture. *Honar-Ha-ye-Ziba Memari-Va-Shahrsazi*. 2018;23(1):5-18. (Persian)

14. Razjooyan M, Sheikh Taheri H. Mental development of students in an architectural studio: A case study. *Soffeh*. 2003;13(36):93-119. (Persian)

15. Kian Ersi M. Cultivate design thinking using self-regulation Learning in basic architecture design training [PhD Dissertation]. Isfahan:Isfahan Art University;2017. (Persian)

16. Lang J. Creating architectural theory: The role of the behavioral sciences in environmental design. New York:Van Nostard Reinhold Company;1987.

17. Seif A. Educational psychology. Tehran:Agah Publisher;2004. (Persian)

18. Afrouz Gh. Discussions on the psychology and education of children and adolescents. Tehran:Parents and Educators Association;2017. (Persian)

19. Dehn MJ. Working memory and academic learning: Assessment and intervention. Hoboken, New Jersey:John Wiley & Sons; 2011.

20. Baddeley A. Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*. 2003;4(10):829-839.

21. Amabile TM. Beyond talent: John Irving and the passionate craft of creativity. *American Psychologist*. 2001;56(4):333-336.

22. Amabile TM. Within you, without you: The social psychology of creativity, and beyond. In Runco MA, Albert RS, editors. Sage focus editions, Vol. 115. Theories of creativity. Boston, MA:Sage Publications, Inc;1990. pp. 61–91.

23. Rezaian S, Kharrazi SK, Jamali E, Naderi A. A conceptual model of cognitive decision making. *Advances in Cognitive Sciences*. 2019;21(1):1-20. (Persian)

24. Pirbabaie M, Ghareh Baglou M, Alinam Z. Place attachment process in urban studies: A cognitive psychology approach. *Advances in Cognitive Sciences*. 2015;17(1):46-59. (Persian)

25. Torabi Nami M, Kharrazi SK. Neuroscience, cognitive studies, and modern medical education methods. *Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences*. 2012;3(2):24-34. (Persian)

26. Baddeley A. Working memory: An overview. In Working memory and education. Cambridge, Massachusetts:Academic Press;2006. pp. 1-31.

27. Hashemnejad H, Ekhlasi A, Saleh Sedghpour B, Shokouhi

Dehkordi K. Evaluation of Sketchup effects on process of architectural sketching. *Bagh-e Nazar*. 2013;10(25):29-38. (Persian)

28. Fujita T, Kondo Y, Kumakura H, Kunimune S, Jones K. Spatial reasoning skills about 2D representations of 3D geometrical shapes in grades 4 to 9. *Mathematics Education Research Journal*. 2020;32:235-255.

29. Adibi A. Spatial studios and their role in architectural education. *Honar-Ha-ye-Ziba*. 2003;15(15):69-76. (Persian)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی