

کاربست رکن ایده آلی نوآوری نظام یافته در طراحی معماری

مهسا جبل عاملی^۱

فرهنگ مظفر^{۲*}

وحید قاسمی^۳

محمود کریمی^۴

چکیده

هدف: پژوهش حاضر باهدف بررسی تأثیر استفاده از رکن ایده آلی نوآوری نظام یافته (تریز) بر عملکرد طراحی معماری دانشجویان انجام شده است.

روش پژوهش: روش پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی با گروه گواه و آزمون و با استفاده از طرح پیش آزمون و پس آزمون است. جامعه آماری شامل دانشجویان سال سوم رشته معماری دانشگاه نجف آباد بود. گروه گواه و آزمون به صورت تصادفی انتخاب شدند و به ترتیب شامل ۲۴ و ۲۳ نفر بودند. در گروه گواه طراحی به صورت معمول انجام گرفت و در گروه آزمون از رکن ایده آلی تریز در طی طراحی استفاده شد. در انتهای ترم طراحی های انجام شده با استفاده از روش ارزیابی عملکردی توسط ۳ استاد ارزیابی و داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS-23 و با آزمون تحلیل کوواریانس تجزیه و تحلیل شد. یافته ها: نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که آموزش و استفاده از رکن ایده آلی تریز باعث بهبود عملکرد طراحی دانشجویان می شود و نمرات ارزیابی آن ها به شکل معناداری بیشتر از نمرات ارزیابی گروه گواه است.

نتیجه گیری: استفاده از تکنیک های خلاقیت به ویژه تئوری تریز که مشوق هر دو نوع تفکر همگرا و واگرا است، در فرایند طراحی معماری ضروری است و آموزش آن در طی دوران تحصیل دانشجویان توصیه می شود.

واژه های کلیدی: نوآوری نظام یافته، تئوری تریز، فرایند طراحی معماری، نوآوری در معماری، تریز در طراحی، تریز در معماری.

۱. دانش آموخته مقطع دکتری دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران S_jabalamei@yahoo.com

۲. دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران (نویسنده مسئول) F.mozaffar @ aui.ac.ir

۳. دانشیار دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران v.ghasemi@ltr.ui.ac.ir

۴. موسسه پیرانو، تهران، ایران mk@piranew.com

پیشگفتار

تحول علوم و انفجار دانش در دنیای مدرن کنونی مسائل متعددی را ایجاد کرده است که افراد دائماً ناگزیر به حل آن‌ها هستند (امرای، قدم پور، شریفی و غضنفری، ۱۳۹۸) و مواجهه با آن‌ها بدون بهره‌گیری از قوه تفکر ممکن نیست (قدم پور، امیریان و خدایی، ۱۳۹۷). به علاوه با توجه به رشد روزافزون علم و تنوع مسائل جامعه کنونی، استفاده از دانش حوزه‌های مختلف امری اجتناب‌ناپذیر است. همین امر موجب شکل‌گیری حوزه‌های میان‌رشته‌ای شده است. یکی از حوزه‌هایی که می‌تواند در ارتباط با کلیه رشته‌ها و علوم جایگاه خاص خود را پیدا کند خلاقیت و نوآوری است. در پژوهش‌های متعدد به مفهوم خلاقیت، نوآوری و ابتکار اشاره شده است (باسادور و باسادور، ۲۰۱۱) (پلاکر، رانکو و هگارتی، ۲۰۱۱) (رانکو، ۲۰۰۷) (قدم پور و همکاران، ۱۳۹۷) (قدم پور، بیرانوند و یوسف‌وند، ۱۳۹۶) (بیدگلی، نوروزی و مقامی، ۱۳۹۷) (فقیه آرام، ۱۳۹۷)؛ هر چند این تعاریف تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند، اما در همگی آن‌ها خلاقیت، «توانایی فرد برای تولید ایده‌ها، نظریه‌ها، بینشها یا پدیده‌های جدید، بدیع‌سازی و بازسازی مجدد در علوم و سایر زمینه‌ها است و از نظر علمی، زیبایی‌شناسی، تکنولوژی و اجتماعی با ارزش تلقی می‌شود» (بیدگلی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین خلاقیت و نوآوری توانایی است که فرد در مواجهه با مسائل مختلف به آن نیاز دارد و می‌تواند از آن برای حل هر چه بهتر مسائل استفاده نماید؛ تا آنجا که برخی آن را مهم‌ترین عامل رشد بشر در زمینه‌های مختلف می‌دانند (سوح، ۲۰۱۷). با توجه به اهمیت خلاقیت و نوآوری آموزش آن در سیستم آموزشی امری حائز اهمیت است (پنگ، چن، ژیا و رانگ، ۲۰۱۷) (جی و شی، ۲۰۱۹) و سرلوحه برنامه‌های آموزشی و درسی مدارس و مراکز آموزش عالی قرار گرفته است (جاهدی، بدری گرگری و محمودی،

1. Basadur & Basadur
2. Plucker, Runco, & Hegarty
3. Runco
4. Soh
5. Peng, chen, xia & Ram
6. Ge & Shi

(۱۳۹۸) (الوندی فر، کدیور و عرب زاده، ۱۳۹۶). این مهم در طراحی و رشته معماری که در ذات خود نیازمند خلاقیت، ابتکار، نوآوری و خلق است، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (خاکی قصر و پورمهدی قائم‌مقامی، ۱۳۹۷).

در حدود ۵۵ سال گذشته مطالعات بسیار کندی در خصوص فهم توانایی طراحی آغاز شد که یکی از اولین پژوهش‌ها و مقالات در این زمینه، پژوهش مارپلز در سال ۱۹۶۰ در خصوص طراحی مهندسین است. نزدیک به یک دهه پس از آن ایستمن نیز نخستین مطالعات بر روی معماران را به انجام رسانید. از آن پس مطالعات مختلفی درباره وجوه مختلف فعل طراحی انجام گرفت و به این ترتیب در دهه ۱۹۷۰ شاهد شروع زمینه جدید و جذابی به نام «طراحی پژوهی»^۱ بودیم که همچنان در حال رشد و توسعه است (کراس^۲، ۱۹۹۹؛ پلیسچی، ۱۳۸۸، ۲). طراحی پژوهی دارای ابعاد بسیار گسترده‌ای است. حوزه‌ها و اهداف مختلف تحقیقات در این حوزه را پدیده‌های هواییان بدین شرح دانست: طراح‌ها، راه‌حل‌های طراحی، فرایندهای طراحی، فن‌ها و متدهای طراحی، کمک‌های رایانه‌ای، آموزش معماری، طراحی به عنوان یک حرفه، چارچوب قوانین، فلسفه روش‌شناسی طراحی، تاریخچه روش‌شناسی طراحی و متدها و تکنیک‌های پژوهش (دورست^۳، ۱۹۹۷، ۱۰). مسئله این پژوهش در حوزه تکنیک‌ها و متدهای طراحی است.

برای طراحی موثر و کارآمد به کار بردن تکنیک‌ها و متدهای مختلف امری حیاتی و مورد نیاز است. تکنیک‌های مورد استفاده در حوزه‌های مختلف شامل دو دسته است: تکنیک‌ها و متدهای مربوط به دانش مستقل که مستقیماً مربوط به هسته طراحی است و می‌تواند به هر محصول و تکنولوژی‌ای مربوط باشد مانند ابزارهایی برای انجام آنالیز، ترکیب، تصمیم‌سازی و مدل‌کردن، و تکنیک‌های مربوط به دانش وابسته به رشته خاص که شامل تکنیک‌ها و دانش تکنولوژیک مانند هیدرولیک، ترمودینامیک و دیگر دانش‌های از

1. Design Research
2. Cross
3. Dorst

این دست، است (پوق^۱، ۱۹۹۱) (اوبوموان، سیوالوگاناتان و جب^۲، ۱۹۹۶). بنابراین در طراحی معماری شاهد ۲ دسته تکنیک و روش هستیم: مواردی که مربوط به دانش معماری است و مواردی که مربوط به دانش مستقل از معماری است. در این پژوهش تلاش شده است با استفاده از تکنیک‌های مستقل از دانش معماری، روش طراحی کارآمدی ارائه شود که بتواند به طراحان کمک کند.

در سال ۱۹۹۰ میلادی پژوهشی بر روی فعالیت‌های انجام‌شده توسط طراحان توسط نایجل کراس انجام گرفت و لیستی از این فعالیت‌ها ارائه شد. به طور خلاصه فعالیت‌های طراحان عبارت‌اند از: ارائه راه‌حل‌های بدیع و غیرمنتظره، تحمل عدم قطعیت و کار با اطلاعات ناقص، اعمال تخیل و پیش‌بینی سازنده در مسائل عملی و استفاده از ترسیمات و دیگر رسانه‌های مدل‌سازی به عنوان ابزار حل مسئله. بر اساس تحقیقات وی توانایی‌های طراحی به طور خلاصه شامل حل مسئله‌های نامعین، اتخاذ استراتژی‌های راه حل محور، به کارگیری تفکر ابداعی و انتزاعی و استفاده از مدل‌سازی‌های غیرکلامی میشود (کراس، ۱۹۹۰). در ادامه تحقیقات کراس، لاوسون با پشتیبانی از تحقیقات وی در کتاب طراحان چگونه می‌اندیشند به معرفی ۵ فعالیت در طراحی پرداخته است. این فعالیت‌ها عبارت‌اند از فرموله کردن، حرکت کردن، بازنمایی کردن، ارزیابی کردن و تفکر کردن (لاوسون^۳، ۲۰۰۵، ۲۹۱-۳۰۱). لاوسون تحقیقات خود را ادامه داد و در کتابی به همراهی دورست تغییرات اندکی در این دسته‌بندی انجام داد و این فعالیت‌ها را این‌گونه معرفی کرد: فرموله کردن، بازنمایی کردن، حرکت کردن، ارزیابی کردن و مدیریت کردن (لاوسون و دورست^۴، ۲۰۱۳، ۴۸-۶۰).

1. Pugh
 2. Evbuomwan, Sivaloganathan, & Jebb
 3. Lawson
 4. Lawson & Dorst

دسته‌بندی‌های مختلف از توانایی‌ها و فعالیت‌های طراحان نشان می‌دهد که یکی از اصلی‌ترین بخش‌های طراحی مربوط به تولید راه حل است. این عمل، که توسط لاوسون توانایی حرکت کردن نامیده شده است، به قدری حائز اهمیت است که گاهی طراحی تنها به این گروه از فعالیت‌ها نسبت داده می‌شود. دغدغه و سؤالی که در طی طراحی و فعالیت حرکت کردن مطرح می‌شود، این است که ایده پردازی و خلاقیت در ارائه ایده‌ها را باید از کجا و چگونه آغاز کرد (باستانی و محمودی، ۱۳۹۷).

تئوری نوآوری نظام‌یافته یا تریز^۱ می‌تواند پاسخی برای این مسئله باشد. با توجه به ماهیت طراحی معماری و تحقیقات مختلف انجام شده در این زمینه، تفکر معماری نیازمند هر ۲ نوع شیوه تفکر همگرا و واگرا است. تئوری تریز با داشتن مفاهیم، ارکان، متدلوژی و ابزارهای گسترده، به عنوان الگو و روشی که دارای الگوی تفکری است که همزمان امکان بهره‌گیری از هر دو نوع تفکر همگرا و واگرا را ممکن می‌سازد، می‌تواند در طراحی معماری بسیار مثمر ثمر واقع شود و پاسخی برای دغدغه مطرح شده باشد. به همین دلیل در این پژوهش تلاش شده تئوری تریز در فعالیت حرکت کردن معماری بکار گرفته شود. برای رسیدن به این هدف ابتدا شرح مختصری از چستی تریز و بخشی از آن که می‌تواند در این فعالیت به طراح کمک کند داده می‌شود.

تریز، سرواژه عبارتی روسی^۲ است. ترجمه این عبارت نظریه‌ی حل مسائل ابتکاری^۳ یا به تعبیر برخی، نوآوری نظام‌یافته^۴ است. این تئوری توسط مطالعات و تلاش‌های گنریش آلتشولر^۵، بر روی اختراعات برتر شکل گرفت. آلتشولر در حدود سال ۱۹۴۸ با مطالعه اختراعات و الگوهای تکرارشونده در آن‌ها به پایه‌ریزی تریز پرداخت. تریز در سال ۱۹۹۵ به عنوان تئوری در مجامع علمی شناخته شد و رشد و توسعه آن همچنان ادامه دارد. تریز به

1. TRIZ
2. Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadach
3. Theory of solving inventive problem
4. Systematic innovation
5. Genrich Altshuller

عنوان یک تئوری دارای مجموعه‌ای پیوسته از فلسفه، اصول، مدل‌ها و ابزارهاست و از این حیث با دیگر تکنیک‌ها و ابزارهای خلاقیت متفاوت است (کاسینی، جانتسچگی، خومینکو، مورااشکوواسکا، سوکول و توماس^۱، ۲۰۰۸). در این میان دانستن اصول و ارکان هر تئوری از جمله تریز برای فهم درست و دقیق آن لازم است؛ اصولی که نه تنها بیان‌کننده اهداف آن تئوری هستند بلکه در تئوری تریز با دانستن آن‌ها می‌توان از آن‌ها به عنوان عمومی‌ترین ابزار استفاده کرد (خمینکو و آشتیانی^۲، ۲۰۰۷). ارکان تئوری تریز که در واقع مواردی هستند که در این تئوری باید همواره مد نظر باشند، عبارت‌اند از تضاد، ایده آلی، کارکردگرایی، منابع و فضا-زمان-تعامل. این ارکان به دلیل پیچیدگی‌های موجود در تریز کلاسیک معرفی شدند و امکان استفاده در طیف گسترده‌ای از مسائل را دارند (من^۳، ۲۰۰۰) (من، ۲۰۰۲).

با رشد تریز در اواخر دهه ۱۹۹۰، جایگاه آن در رشته‌های مختلف از جمله هنر گسترش یافت (کرایگ، هریسون، کریپس و نات^۴، ۲۰۰۸). در این بین، یکی از حوزه‌های نفوذ نوآوری نظام‌یافته، معماری بود. از جمله اولین کسانی که در این زمینه به فعالیت مشغول شدند و پژوهش‌هایی را به انجام رساندند، دارل من و کاتاین هستند که ارائه مثال‌هایی از استفاده از بخش‌های مختلف تریز در معماری و مصداق‌هایی از ۴۰ اصل تریز در معماری، نمونه‌هایی از آن هستند (من و کاتاین^۵، ۲۰۰۱). در ادامه این تحقیقات پژوهش‌های مختلفی در حوزه تریز و معماری انجام شد که می‌توان به این موارد اشاره کرد: به کارگیری تریز در فرایند طراحی معماری توسط تعدادی از دانشجویان کارشناسی ارشد معماری (من و کاتاین، ۲۰۰۵)، حل مسئله آکوستیک یک بنای تاریخی به وسیله تریز (کانکی و اوگوت^۶، ۲۰۰۵)، بکاربردن تریز در بهبود خنک کردن پسیو یک بنا (کرایگ و همکاران، ۲۰۰۸)، تصحیح

1. Cascini, Jantschgi, Khomenko, Murashkovska, Sokol & Tomasi
2. Khomenko & Ashtiani
3. Mann
4. Craig, Harrison, Cripps, & Knott
5. Catháin
6. Kankey & Ogot

دسترسی یک بنای موجود برای معلولین با به‌کارگیری ابزارهای تریز (کیاتاک و پترچ^۱، ۲۰۱۲)، استفاده از تریز برای ارائه روش جدیدی برای بهبود ایزولاسیون گرمایی سقف (چیو و چنگ^۲، ۲۰۱۲)، به‌کارگیری ابزارهای تریز برای افزایش قدرت باد در ساختمان (پادمانابان^۳، ۲۰۱۳)، استفاده از ابزارهای تریز در برنامه دهی یک ساختمان (نجاری، بارس و سونتاک^۴، ۲۰۱۴)، حل مسئله دسترسی یک بنا و تبیین ۵ سطح نوآوری در معماری با استفاده از نحوه تفکر تریزی (نازیدیزجی، تام و ریگاتیرو^۵، ۲۰۱۴a، ۲۰۱۴b)، مقایسه کار آلتشولر و الکساندر با یکدیگر (نجاری، دوبویس، بارس و سونتاج^۶، ۲۰۱۶)، استفاده از جدول تضادهای تریز و ۴۰ اصل ابتکاری تریز به منظور ارائه روشی برای بهبود طراحی فضایی سازه (خدادادی، ۲۰۱۸)، به‌کارگیری ابزارهای رفع تضاد تریز برای ارائه روش طراحی مدولار و تسهیل طراحی به این روش (بای، ژانگ، دینگ و سان^۷، ۲۰۱۸)، استفاده از تریز برای پیشنهاد رویکرد خلاقانه در طراحی مهندسی (لیو، تان، دونگ، کاو و لیو^۸، ۲۰۱۸)، به‌کارگیری تریز برای بهبود ایزولاسیون گرمایی رنگهای مورد استفاده در سقفهای فلزی (لیاو، لین، چیو و یانگ^۹، ۲۰۱۸)، بیان روش طراحی‌ای با استفاده از تریز و الگوریتم ژنتیک و به‌کارگیری آن در چند مورد طراحی (خدادادی، ۲۰۱۹)، ارائه یک روش جدید طراحی محیط بر اساس ابزار سوفیلد^{۱۰} تریز (شن، ناگای و کیم^{۱۱}، ۲۰۱۹)، استفاده از مفهوم تضاد تریز، در فرایند طراحی فرم و سازه و حل تضادهای موجود با استفاده از آن (لی، لی، چو و این کانگ^{۱۲}، ۲۰۱۹) و به‌کارگیری کارکردگرایی تریز در فرایند طراحی معماری (جبل

-
1. Kiatake & Petreche
 2. Chiu & Cheng
 3. Padmanabhan
 4. Najari, Barth, & Sonntag
 5. Nazidizaji, Tomé, & Regateiro
 6. Najari, Dubois, Barth, & Sonntag
 7. Bai, Zhang, Ding & Sun
 8. Liu, Tan, Dong, Cao & Liu
 9. Liao, Lin, Chiu & Yang
 10. Su-Field
 11. Shen, Nagai, & Kim
 12. Lee, Lee, Cho & In Kang

عاملی، مظفر، قاسمی و کریمی، ۱۳۹۷). تحقیقات فوق غالباً به صورت موردی و برای مسئله‌ای خاص به استفاده از تریز پرداخته‌اند و اشاره‌ای به نحوه استفاده از تریز در فرایند طراحی معماری به صورت عام و نیز استفاده از آن در فعالیت حرکت کردن طراحی معماری، به صورت خاص نداشته‌اند. به عبارت دیگر، در اغلب پژوهش‌های فوق، تریز به صورت موردی استفاده شده است.

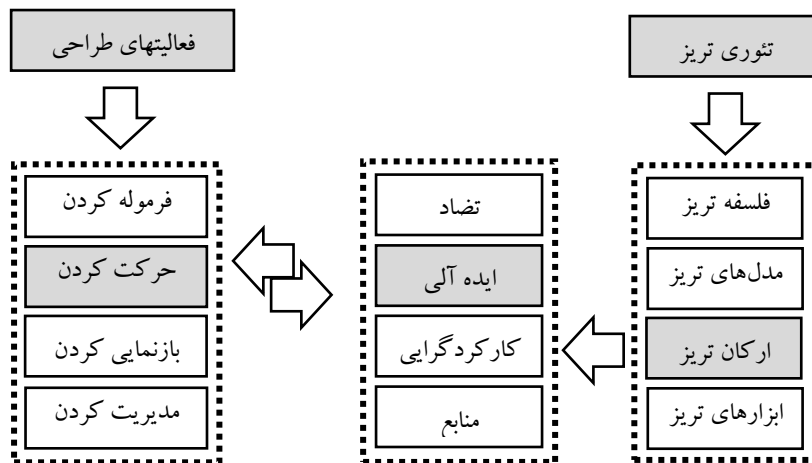
با مطالعه فعالیت‌های طراحی معماری از یک سو و بررسی بخش‌های مختلف تئوری تریز از سوی دیگر نگارندگان به این نتیجه رسیدند که ارکان و اصول تریز، در طراحی معماری می‌تواند کارآمد باشند. هدف این مقاله، استفاده از تریز در فعالیت حرکت کردن طراحی معماری است و با توجه به ارکان تریز، رکن ایده آلی آن می‌تواند در این فعالیت مفید واقع شود. بنابراین در ادامه به شرح این رکن تریز می‌پردازیم.

در یک شرایط و مسئله خاص هدف رسیدن به نتیجه نهایی ایده آل است که در تریز آن را ایده آلی می‌نامند. اینکه یک متد حل مسئله، بتواند فرد را به سوی راه حل مناسب، با کاهش سعی و خطا و حتی با حذف سعی و خطا هدایت کند، مسئله مهمی است (خمینکو و آشتیانی، ۲۰۰۷). همه سیستم‌ها در طی دوره حیات خود به سمت افزایش میزان ایده آلی در حرکت هستند (آلتشولر^۱، ۱۹۸۴، ۲۲۷). سیستم ایده آل به سیستمی اطلاق می‌شود که کارکرد مورد نظر را بدون صرف هیچ هزینه، منبع یا آسیبی (اقتصادی، اجتماعی، محیطی و دیگر جنبه‌ها) به انجام رساند. گفتنی است که راه حل ایده آل اساساً غیرقابل دست یافتن است و یکی از مهم‌ترین کاربردهای آن از میان بردن اینرسی ذهنی است. بدین ترتیب با حرکت به سوی راه حل ایده آل می‌توان در جهت درست حرکت کرد (کاسینی و همکاران، ۲۰۰۸، ۶۷-۷۱).

در سیستم‌های سنتی، بهبود و حل مسئله، از شرایط فعلی مسئله آغاز می‌شود؛ اما تحقیقات مختلف نشان از آن دارد که بیشتر نوآوری‌های اصیل، از خارج از مسئله خود بروز می‌کنند.

1. Altshuller

در سیستم‌های سنتی حل مسئله، فرد از وضعیت فعلی آن شروع به کار می‌کند؛ این در حالی است که در رکن ایده آلی، به عنوان یک استراتژی، در ابتدا توصیه می‌شود که فرد قیود راه‌حل‌های امروزی را حذف کند تا با شرایط راه حل ایده آل^۱ روبرو شود؛ این راه حل هیچ‌گونه اثر منفی از خود در محیط باقی نمی‌گذارد. سپس حل‌کننده مسئله تلاش می‌کند برعکس سیستم‌های سنتی^۲ از سمت راه حل ایده آل، به سمت بهترین راه حل مطلوب^۳ حرکت کند (من و کاتاین، ۲۰۰۱) (من، ۲۰۰۰) (کاسینی و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۱. چارچوب نظری مورد استفاده در پژوهش (رابطه تئوری تریز و فعالیت‌های طراحی در طرح پژوهش)

همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، معماری یکی از حوزه‌هایی است که نیازمند تفکر خلاق و نوآورانه است؛ و تریز به عنوان یکی از به‌روزترین و گسترده‌ترین تکنیک‌های

۱. IFR که سرواژه عبارت Ideal Final Result است.

۲. در سیستم سنتی فرد از شرایط فعلی مسئله شروع میکند و تلاش به حل مسئله مینماید، اما در تریز تلاش می‌شود از سمت راه حل ایده آل به سوی راه حل مسئله حرکت شود.

۳. MDR که سرواژه عبارت Most Desirable Result است.

خلاقیت می‌تواند در طراحی معماری کارآمد باشد. با توجه به فعالیت‌ها و توانایی‌های طراحی و اهمیت فعالیت حرکت کردن در بحث طراحی، این پژوهش تلاش دارد از تریز برای کمک به تسهیل و بهبود این فعالیت یاری جوید. بر اساس مطالعات پژوهشگران، رکن ایده آلی تریز در راستای نیل به این منظور کار آاست (شکل ۱). لذا این پژوهش به دنبال بررسی تأثیر استفاده از رکن ایده آلی تریز بر عملکرد طراحی دانشجویان معماری در حوزه فعالیت حرکت کردن است. به این ترتیب فرضیه اصلی تحقیق بدین ترتیب است که استفاده از رکن ایده آلی تریز در طراحی معماری، باعث بهبود عملکرد طراح، در فعالیت حرکت کردن طراحی می‌شود.

به منظور انجام آزمون فرضیه فوق، از ارزیابی یادگیری استفاده شد. از آنجا که طراحی ترکیبی از هنر، مهارت، دانش و تکنولوژی است و با توجه به پیچیدگی این امر از یک سو و هدف پژوهش از سوی دیگر، از میان روش‌های ارزیابی یادگیری، ارزیابی عملکرد مناسب‌ترین روش برای پژوهش حاضر است. ارزیابی عملکردی بدین معناست که ارزیابی مستقیم عملکرد یادگیرنده در تکالیفی که به زندگی مربوطاند انجام می‌شود. از امتیازهای مهم این روش این است که به کمک آن می‌توان یادگیری‌هایی را ارزیابی کرد که به وسیله آزمون‌های کتبی یا مداد و کاغذی مرسوم قابل سنجش و ارزیابی نیستند. در این روش می‌توان هم فراورده یا محصول یادگیری و هم فرایند آن را ارزیابی کرد. این روش بر نظریه‌های جدید یادگیری، به ویژه نظریه‌های سازنده گرایی استوار است (سیف، ۱۳۹۲، ۶۰۴-۶۲۵).

معیارهای مد نظر در ارزیابی عملکردی این پژوهش، با مطالعه تحقیق‌های مشابه در این حوزه (طلیسیچی، ایزدی، و عینی‌فر، ۱۳۹۱) (ثقفی، مظفر و موسوی، ۱۳۹۴) (کریمی مشاور، ۱۳۹۱) (آنتونی^۱، ۱۹۹۱) (مسعودی نژاد، ۱۳۹۰) (فرهنگ، خاک زند، چنگیز و فرشادفر، ۱۳۸۸) (ندیمی، ۱۳۸۹) (عظیمی، ۱۳۹۲) (خاکی قصر و پورمهدی قائم مقامی، ۱۳۹۷) و با

1. Anthony

توجه به اهداف پژوهش حاضر که در حیطه فعالیت حرکت کردن طراحی است استخراج شد و شامل کیفیت ایده طراحی، داشتن حس خانه در طراحی انجام‌شده، ماندگاری و مانایی طرح (اصالت طرح)، توجه به طراحی جزئیات و انسجام طراحی است.

روش پژوهش

جهت گیری کلی این پژوهش با توجه به هدف آن، از نوع تحقیق و توسعه^۱ است؛ و به دنبال تدوین و تشخیص مناسب بودن روش استفاده از رکن ایده آلی در فرایند طراحی است. بسیاری از تحقیقات آزمایشی انجام‌شده توسط پژوهشگران علوم تربیتی در زمینه تأثیر مواد یا شیوه‌های خاص آموزش بر یادگیری دانش‌آموزان است. بنابراین، نتایج این قبیل آزمایش‌ها می‌تواند تأثیر بسزایی در استفاده از برنامه‌های جدید درسی یا روش‌های جدید تدریس داشته باشد (گال، بورگک و گال، ۱۳۹۰، ۸۰۵). با توجه به این امر و با توجه به هدف پژوهش حاضر، استفاده از روش آزمایشی مناسب است. با توجه به اینکه آزمایش حاضر در محیط دانشگاه انجام می‌شود و امکان انتصاب تصادفی دانشجویان در این محیط وجود ندارد، روش این پژوهش از نوع تحقیق شبه آزمایشی است (سرمد، بازرگان و حجازی، ۱۳۹۶). این نوع تحقیقات انواع گوناگونی دارند که در اینجا با توجه به شرایط و اهداف تحقیق، طرح شبه آزمایشی با گروه گواه انتخاب شده است.

جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه دانشجویان ترم پنج معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد است. این دانشجویان درس آتلیه طراحی ۲ را در این ترم به عنوان درس طراحی پشت سر می‌گذارند. تعداد دانشجویان در جامعه آماری فوق شامل ۱۸۴ نفر است که در ۸ آتلیه طرح ۲، که به طور میانگین هر یک شامل ۲۳ دانشجو است، با استفاده از سیستم بر خط، ثبت‌نام کردند. از جامعه فوق دو گروه به صورت تصادفی به عنوان گروه آزمون و

۱. در این دسته بندی سه دسته تحقیقات بنیادی، کاربردی و تحقیق و توسعه وجود دارد.

گواه انتخاب شدند. در گروه آزمون، نویسنده اول این مقاله، استاد کلاس بود. در گروه گواه یکی از استادی که از لحاظ سابقه تدریس و علاقمندی به همکاری در این پژوهش، دارای شباهت با استاد گروه آزمون بود، به عنوان استاد کلاس انتخاب شد. گروه آزمون شامل ۲۳ دانشجو و گروه گواه شامل ۲۴ دانشجو بود. هیچ یک از افراد نمونه از وجود آزمون اطلاعاتی نداشتند. بعلاوه برای کنترل متغیرها، میزان ساعات کلاسی، روز و نحوه پراکنده‌گی آن‌ها در هفته مشابه بود. متغیر دیگری که باید پیش از انجام آزمون مورد بررسی قرار می‌گرفت، شرایط ابتدایی دو گروه و اطمینان از عدم تفاوت معنادار توانایی طراحی و ایده پردازی آن‌ها پیش از انجام آزمون بود. برای این منظور از نمرات مربوط به دروس مرتبط با طراحی که در ۳ ترم قبل توسط آزمودنی‌ها گذرانده شده بود، کمک گرفته شد. به این ترتیب نمرات آزمودنی‌ها در این دروس، که عبارت‌اند از مقدمات طراحی ۱، مقدمات طراحی ۲ و طرح ۱، به عنوان نمرات پیش آزمون استفاده شد. این نمرات با همکاری مسئولین دانشگاه از سیستم آموزشی دریافت و مورد مقایسه قرار گرفت.

در طی آزمایش، در گروه گواه برای انجام طراحی، روش طراحی خاصی توسط استاد کلاس استفاده نمی‌شد، و روند معمول و سنتی طراحی برقرار بود. در گروه آزمون در روند طراحی و فعالیت حرکت کردن، از رکن ایده آلی‌تریز، استفاده شد. همان‌طور که توضیح داده شد ایده آلی، اینرسی ذهنی را از بین می‌برد و تلاش می‌کند از سمت راه حل ایده آل (که قابل یافتن نیست)، به سمت راه حل مطلوب حرکت کند. برای استفاده از آن، آزمودنی‌ها ابتدا باید به راه حل ایده آل دست یابند و سپس قوطی بلندش با توجه به شرایط مسئله به راه حل مطلوب و عملیاتی مسئله برسند. به این منظور روند طراحی در گروه آزمون به شرح زیر توسط استاد کلاس جهت‌دهی شد: در هر ۴ نیمروز کلاسی (حدود ۱۶ ساعت)، از آزمودنی‌های این گروه خواسته شد که بر طراحی یکی از فضاهای خانه تمرکز نمایند^۱ و

۱. موضوع مصوب وزارت علوم برای این کلاس، طراحی یک واحد مسکونی می‌باشد.

به طراحی آن پردازند. با توجه به محدودیت زمانی، این فضاها شامل سرویس بهداشتی، حمام، آشپزخانه و اتاق خواب بود. روال طراحی بدین شکل بود که دانشجویان بایستی لیستی از نیازهای فضای مد نظر را تهیه کرده و سپس برای هر نیاز راهکارهای طراحی مختلف ارائه نمایند. با توجه به دیدگاه ایده آلی تریز، چند قانون در طراحی تک فضاها به دانشجویان اعلام شد:

طراحی فضاها به صورت مجزا و بدون در نظر گرفتن رابطه آن با فضاهای دیگر.
 نداشتن محدودیت‌های طراحی مانند ابعاد، هندسه و
 عدم نیاز به توجه به اجرایی بودن طراحی انجام شده.
 عدم توجه به بودجه مورد نیاز برای اجرای طراحی انجام شده.



با وضع این قواعد که بر اساس رکن ایده آلی تریز است، علاوه بر کم شدن پیچیدگی صورت مسئله طراحی، اینرسی‌های ذهنی دانشجویان تا حد زیادی کاهش پیدا می‌کند. در ادامه از میان راهکارهای ارائه شده، راهکارهایی که موجب آسیب به برآورده شدن نیازهای دیگر آن فضا نشود و هزینه‌ای به طراحی اعمال نکند، انتخاب شده و طراحی آن فضا انجام می‌شود. به این ترتیب هر دانشجو به طرحی ایده آل برای فضای مد نظر دست خواهد یافت. پس از انجام این کار برای تمامی تک فضاها نامبرده شده از آزمودنی‌ها خواسته شد چشم‌انداز خانه مد نظر خود را در نصف صفحه بنویسند. این کار موجب پیوستگی طراحی در مراحل بعدی طراحی می‌شود. از آزمودنی‌ها خواسته شد چشم‌انداز خود را آرمانی و با فعل حال بنویسند. در نهایت آزمودنی‌ها با حرکت از سمت گزینه‌های ایده آل طراحی شده توسط خودشان به سوی شرایط و محدودیت‌های موجود در مسئله، طرح کاملی از خانه مد نظر را ارائه دادند.

به منظور گردآوری داده‌های مورد نیاز به منظور مقایسه دو گروه گواه و آزمون از ۳ نفر از اساتید دانشگاه که در زمینه تدریس درس فوق از سابقه کافی برخوردار بودند کمک گرفته شد. به این ترتیب که به آن‌ها پرسشنامه‌ای با طیف لیکرت ۵ تایی داده شد و از آن‌ها

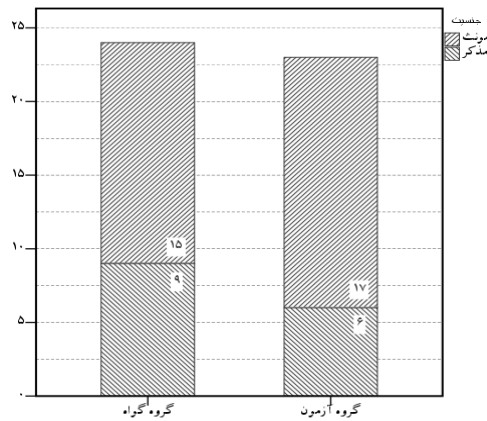
خواسته شد، نتیجه طراحی دانشجویان را بدون مشورت با یکدیگر با توجه به معیارهای معرفی شده (کیفیت ایده طراحی، داشتن حس خانه در طراحی انجام شده، ماندگاری و مانایی طرح، توجه به طراحی جزئیات و انسجام طراحی) ارزیابی نمایند.

باید دقت کرد که هر ابزار اندازه‌گیری باید از لحاظ قابلیت اعتماد اندازه‌گیری که به معنای درستی اندازه‌گیری به وسیله آن است، مورد بررسی قرار گیرد. در این پژوهش با توجه به اینکه ۳ داور به ارزیابی کار طراحی دانشجویان با استفاده از یک پرسشنامه پرداخته‌اند، میزان توافق آن‌ها در نمرات داده شده نشان از درستی اندازه‌گیری و قابل اعتماد بودن ارزیابی انجام شده است. برای این منظور از ضریب پیرسون، اسپیرمن و آلفای کرونباخ استفاده شده است. ضریب پیرسون و اسپیرمن در هر یک از ۵ سؤال به صورت مجزا اندازه‌گیری شد که در بازه بین ۰/۶۸ و ۰/۹۳ قرار داشت. ضریب آلفای کرونباخ نیز برای میانگین کل سؤالات در میان ۳ داور اندازه‌گیری شد که عدد ۰/۹۷ به دست آمد. همه ضرایب نشان‌دهنده‌ی قابلیت اعتماد ارزیابی انجام شده است.

داده‌ها پس از جمع‌آوری در دو سطح توصیفی و استنباطی، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. برای این کار از نرم‌افزار SPSS-23 استفاده شد. آمار توصیفی شامل شاخص‌های درصد، میانگین، فراوانی و جدول‌ها و نمودارهای مربوط به آن است. در نهایت تحلیل استنباطی با استفاده از آزمون کوواریانس انجام شده است.

یافته‌های پژوهش

شرکت‌کنندگان در آزمون ۴۷ نفر بوده که ۲۴ نفر در گروه گواه و ۲۳ نفر آن‌ها در گروه آزمون قرار داشتند. نمودار ۱ و جدول ۱ نشان‌دهنده اطلاعات مربوط به تعداد و جنسیت هر گروه است.



نمودار ۱- نمودار ستونی فراوانی آزمودنیها در گروه گواه و آزمون

همان‌طور که گفته شد برای انجام پیش‌آزمون از نمرات دروس مقدمات ۱، مقدمات ۲ و طرح ۱ کمک گرفته شد. اطلاعات توصیفی مربوط به میانگین این سه نمره در گروه گواه و آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. فراوانی آزمودنی‌ها در گروه گواه و آزمون

گروه	مؤنث	مذکر	مجموع	فراوانی درصد
گروه گواه	۱۵	۹	۲۴	۶۲/۵
گروه آزمون	۱۷	۶	۲۳	۷۳/۹

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی نمرات ۳ درس مقدمات ۱، ۲ و طرح ۱

گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
گروه گواه	۲۴	۱۷/۳۹	۱/۵۱	۱۳/۸۳	۱۹/۶۷
گروه آزمون	۲۳	۱۷/۶۹	۱/۳۹	۱۴/۲۸	۱۹/۵۰

توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لوین ارزیابی شد. هر دو آزمون p بزرگ‌تر از $۰/۰۵$ را نشان داد که تأیید کننده توزیع نرمال داده‌ها و همگن بودن واریانس آن‌هاست. در آزمون مقایسه میانگین نمرات پیش آزمون، ضریب آنوا عددی بزرگ‌تر از $۰/۰۵$ بود و این نشان‌دهنده مشابهت سطح آزمودنی‌ها در دو گروه، پیش از انجام آزمون است.

پس از اطمینان از یکسان بودن شرایط آزمودنی‌ها پیش از انجام آزمایش، در ادامه به بررسی داده‌های جمع‌آوری شده پس از انجام آزمون، می‌پردازیم. نتایج مربوط به ارزیابی انجام‌شده در جدول ۳ نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نمرات به دست آمده توسط گروه گواه در هر ۵ شاخص، مقادیر بیشتری را نسبت به نمرات گروه گواه نشان می‌دهد. برای فهم معناداری این تفاوت از آزمون کوواریانس استفاده شده است.

جدول ۳. نتایج ارزیابی انجام‌شده توسط ۳ داور

گروه‌ها	تعداد	کمینه	بیشینه	میانگین
گروه گواه	۲۲	۲/۳۳	۴/۰۰	۳/۰۶
	۲۲	۲/۰۰	۴/۶۷	۳/۱۰
	۲۲	۲/۰۰	۴/۰۰	۳/۱۵
	۲۲	۲/۰۰	۴/۳۳	۳/۲۱
	۲۲	۲/۰۰	۴/۰۰	۲/۸۳
	۲۲	۲/۲۰	۳/۶۰	۳/۰۷
گروه آزمون	۱۹	۳/۰۰	۵/۰۰	۳/۵۰
	۱۹	۳/۰۰	۵/۰۰	۴/۰۱
	۱۹	۳/۰۰	۵/۰۰	۳/۸۷
	۱۹	۳/۰۰	۵/۰۰	۳/۷۵
	۱۹	۲/۳۳	۴/۶۷	۳/۵۲
	۱۹	۲/۸۷	۴/۵۳	۳/۷۳

به منظور آزمون این فرضیه که تفاوت مشاهده‌شده بین میانگین نمرات ارزیابی آزمودنی‌ها پس از انجام آزمایش با کنترل پیش آزمون از لحاظ آماری معنادار است یا خیر، ابتدا پیش‌فرض‌های آزمون کوواریانس مورد مطالعه قرار گرفتند. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده از آزمون استفاده شد که با توجه به سطوح معناداری بزرگ‌تر از ۰/۰۵، متغیرها دارای توزیع نرمال بودند. همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لوین بررسی شد که سطح معناداری بالای ۰/۰۵ نشان از همگنی واریانس‌های دو گروه داشت. آزمون رابطه خطی نشان داد که رابطه خطی و معناداری میان نمرات ارزیابی و نمرات پیش آزمون وجود دارد. در نهایت برای بررسی همگنی رگرسیونی، شیب رگرسیونی دو گروه با استفاده از آزمون آنالیز واریانس دو راهه و سطح معناداری مربوط به اثر تعاملی گروه و پیش آزمون مورد آزمون قرار گرفت. با توجه به سطح معناداری به دست آمده معادل ۰,۴۷۱ که در سطح ۰,۰۵ معنادار نیست، همگنی رگرسیونی تأیید شد. با توجه به برقرار بودن پیش‌فرض‌های آزمون

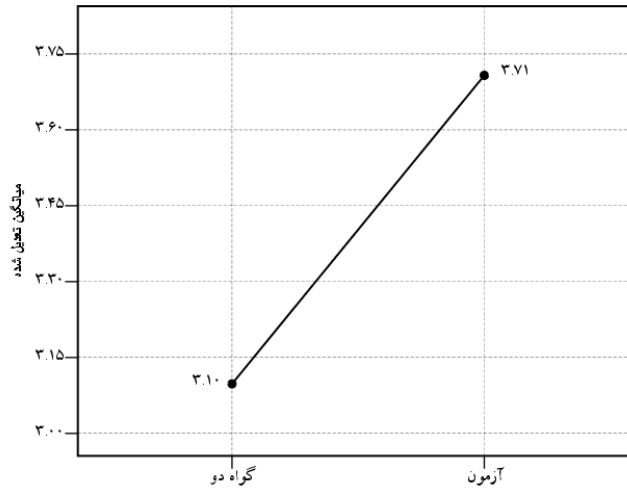
کوواریانس استفاده از آن برای بررسی فرضیه تحقیق بلامانع خواهد بود. نتایج این آزمون در جدول ۴ قابل مشاهده است.

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس

متغیر وابسته	مجموع مجذورات	درجه آزادی	مجدور میانگین	F	سطح معناداری	مجدور اتا
پیش آزمون	نمرات دروس مرتبط قبلی	۱	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۱	۰/۱
کیفیت ایده طراحی	۱/۸۹	۱	۱/۸۹	۶/۶۳	۰/۰۱	۰/۱۴
توجه به طراحی جزئیات	۶/۱۰	۱	۶/۱۰	۱۳/۵۷	۰/۰۱	۰/۲۶
پس آزمون	انسجام طراحی	۱	۴/۴۰	۴/۴۰	۰/۰۱	۰/۲۹
داشتن حس خانه در طراحی	۲/۳۳	۱	۲/۳۳	۵/۱۵	۰/۰۲	۰/۱۲
ماندگاری و مانایی طرح	۴/۳۵	۱	۴/۳۵	۱۰/۴۹	۰/۰۱	۰/۲۱
میانگین کل	۳/۶۷	۱	۳/۶۷	۱۷/۵۳	۰/۰۱	۰/۳۱

همان طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، ضرایب معناداری هر ۵ پارامتر کیفیت ایده طراحی، توجه به طراحی جزئیات، انسجام طراحی، داشتن حس خانه در طراحی و ماندگاری و مانایی طرح، همگی کوچک‌تر از ۰/۰۵ است. به این ترتیب با کنترل نمرات پیش آزمون، بین گروه‌های آزمایش و گواه در نمرات ارزیابی انجام‌شده در مرحله پس آزمون تفاوت معنی‌داری در تمام ۵ پارامتر مشاهده می‌شود. این امر در میانگین کل ارزیابی نیز مشاهده می‌شود. سطح معناداری در میانگین کل ارزیابی معادل ۰/۰۰۱ است که نشان می‌دهد در مجموع استفاده از رکن ایده آلی‌تریز موجب تفاوت معنادار در عملکرد آزمودنی‌های گروه آزمون نسبت به گروه گواه شده است. به عبارتی روش طراحی با استفاده از ایده آلی‌تریز می‌تواند ۳۱/۶٪ از واریانس موجود در نمرات تعدیل‌شده را تبیین کند. نمودار خطی مربوط به آزمون کوواریانس برای میانگین کل ارزیابی انجام‌شده در نمودار ۲

نشان داده شده است. همان طور که در این نمودار نیز مشاهده می‌شود میانگین نمرات تعدیل شده گروه آزمون به شکل معناداری از میانگین مربوطه در گروه گواه بیشتر است.



Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: 17.7290 = میانگین نمرات فنی

نمودار ۲. نمودار خطی میانگین‌های تعدیل شده

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش باهدف بررسی تأثیر استفاده از رکن ایده آلی تریز بر عملکرد طراحی معماری، در فعالیت حرکت کردن طراحی، شکل‌گرفت. برای این کار، پژوهشی شبه آزمایشی، در دانشگاه نجف‌آباد و در میان دانشجویان ترم ۵ که درس آتلیه طراحی ۲ را پشت سر می‌گذارند، طراحی و اجرا شد. مقایسه عملکرد طراحی پیشین آزمودنی‌های گروه آزمون و گواه نشان داد که آن‌ها پیش از انجام آزمون از یک سطح توانایی طراحی برخوردار بوده و در این زمینه دارای تفاوت معناداری نبودند. با این وجود برای آزمون عملکرد طراحی آزمودنی‌ها از آزمون کوواریانس استفاده شد. در این آزمون با کنترل

نمرات پیش آزمون، به بررسی و مقایسه دو گروه گواه و آزمون پرداخته شد. برای ارزیابی خروجی طراحی آزمودنی‌ها از ارزیابی عملکردی استفاده شد؛ به این ترتیب از سه استاد که در زمینه تدریس درس مربوطه دارای تجربه بودند خواسته شد عملکرد دانشجویان حاضر در آزمایش را در ۵ گویه، مورد بررسی قرار داده و با استفاده از طیف لیکرت نمره دهند. ۵ گویه فوق عبارت بودند از کیفیت ایده طراحی، توجه به طراحی جزئیات، انسجام طراحی، داشتن حس خانه در طراحی انجام‌شده، و ماندگاری و مانایی طرح (اصالت طرح).

در آزمون کوواریانس انجام‌شده ضرایب معناداری برای گویه کیفیت ایده طراحی معادل ۰/۰۱۴، برای گویه توجه به طراحی جزئیات معادل ۰/۰۰۱، برای گویه انسجام طراحی معادل ۰/۰۰۱، برای گویه داشتن حس خانه معادل ۰/۰۲۸، و برای گویه ماندگاری و مانایی طرح معادل ۰/۰۰۲ به دست آمد. بعلاوه عملکرد کلی آزمودنی‌ها در فعالیت حرکت کردن، از طریق گرفتن میانگین نمرات آن‌ها در ۵ گویه فوق محاسبه و مورد آزمون قرار گرفت که ضریب معناداری برای آن معادل ۰/۰۰۱ به دست آمد. با توجه به اینکه کلیه ضرایب ۶ گانه فوق مقادیری کمتر از ۰/۰۵ را نشان می‌دهد، میان نمرات به دست آمده توسط اعضای گروه آزمون و گواه، در هر ۶ آیتم تفاوت معناداری وجود دارد. به عبارت دیگر نتایج آزمون کوواریانس نشان می‌دهد که با کنترل توانایی پیشین طراحی آزمودنی‌ها، نمرات ارزیابی گروه آزمون در هر ۵ گویه نه تنها میانگین بالاتری دارد، بلکه این نمرات تفاوت معناداری با نمرات ارزیابی گروه گواه دارند. بدین معنا که استفاده از رکن ایده آلی‌تریز در فرایند آموزش و طراحی آن‌ها، توانسته است به صورت معنادار اثر مطلوبی بر کیفیت ایده طراحی، توجه به طراحی جزئیات، انسجام طراحی، داشتن حس خانه در طراحی انجام‌شده، و ماندگاری و مانایی طرح (اصالت طرح) و نیز میانگین کل این گویه‌ها که نشان‌دهنده عملکرد طراحی‌ها در فعالیت حرکت کردن طراحی است، داشته باشد. در نهایت نتایج ثابت می‌کند که حدود ۳۲ درصد از واریانس میانگین کل ۵ گویه توسط روش طراحی بکار گرفته‌شده در طی ترم تبیین شده بود.

هر چند کلیات نتایج حاصل از این پژوهش با دیگر پژوهش‌های انجام‌شده در این خصوص هم‌راستا است، ولی در برخی جهات نیز دارای تفاوت‌هایی است، که به شرح آن پرداخته می‌شود. دارل من و کاتاین از اولین کسانی هستند که به پژوهش در این زمینه پرداخته‌اند. آن‌ها در یکی از مقاله خود به کاربردی بودن استفاده از ایده آلی تریز در فرایند طراحی معماری اذعان داشته‌اند، این دو در پژوهشی دیگر علاوه بر اشاره به کاربردی بودن رکن ایده آلی برای استفاده از آن دو مثال کاربردی در خصوص طراحی پنجره و صندلی پله پیمان نیز بیان کرده‌اند و از ایده آلی در طراحی آن استفاده کرده و نحوه استفاده خود را شرح داده‌اند (من و کاتاین، ۲۰۰۱). در پژوهشی دیگر که محققان نحوه استفاده از تریز توسط سه دانشجوی کارشناسی ارشد معماری را مورد بررسی قرار داده‌اند، هر سه آزمودنی مفهوم ایده آلی و راه حل ایده آل تریز را بکار گرفتند و توانستند برای انجام طراحی خود از آن استفاده کنند (من و کاتاین، ۲۰۰۵). در دو تحقیق عملیاتی متمایز در یکی به منظور بهبود مشکل آکوستیک یک بنای تاریخی (کانکی و اوگات، ۲۰۰۵) و در دیگری برای حل مشکل دسترسی یک بنا (کیاتاک و پترچ، ۲۰۱۲) از مفهوم ایده آلی و راه حل ایده آل در بخشی از مسیر طراحی استفاده شده است. در سال ۲۰۱۳ نازیدیزجی و همکارانش به قابلیت استفاده از ایده آلی در فرایند طراحی اشاره کردند (نازیدیزجی و همکاران، ۲۰۱۳) و در مقاله‌ای دیگر با توجه به مفهوم ایده آلی، به توصیف یک ساختمان ایده آل پرداخته‌اند (نازیدیزجی و همکاران، ۲۰۱۳). همان طور که در مقالات ذکرشده دیده می‌شود، این پژوهش‌ها نیز به کارآمد بودن تریز در طراحی معماری اذعان دارند.

با وجود هم‌راستا بودن کلی نتایج پژوهش‌های فوق با نتایج حاصل در این پژوهش، پژوهش حاضر از لحاظ روش و رویکرد با پژوهش‌های فوق کاملاً متفاوت است. در هیچ یک از پژوهش‌های نامبرده شده از روش‌های آزمایشی استفاده نشده است و به همین دلیل نتایج حاصل از آن‌ها را نمی‌توان مبنا قرار داد و دارای تعمیم‌پذیری نیستند. این در حالی است

که پژوهش حاضر با توجه به روش انجام آن به صورت شبه آزمایشی و بررسی نتایج با استفاده از آزمون‌های آماری دقیق، از تعمیم‌پذیری برخوردار است.

در تبیین این یافته که آموزش و استفاده از مفهوم ایده آلی باعث بهبود عملکرد طراحی دانشجویان معماری شده است می‌توان به این موارد اشاره کرد که طراحی دامنه بسیار وسیعی از تلاش‌های انسان را شامل می‌شود. طراحی متضمن مسئله یابی، مسئله گشایی، قیاس و استنباط، استقرا و خلق ایده‌های نو، تحلیل و ترکیب و نیز مستلزم داوری کردن و اتخاذ تصمیم‌های متعادل در بستری غالباً اخلاقی و معنوی است (لاوسون، ۱۳۹۲، ۲۹۳). به طور کلی، برخی کلیدواژه‌ها و عبارات در طراحی جایگاه مستحکمی دارند؛ این موارد شامل نیازها، خواست‌ها، راه حل‌ها، معیارها، خلاقیت، اجبارها، اصول علمی، اطلاعات تکنیکی، عملکردها، نقشه برداریها، دگرگونیها، ساخت و اقتصاد هستند. با توجه به این کلیدواژه‌ها طراحی را می‌توان این‌گونه تعریف نمود: پروسه پاسخگویی به خواست‌ها بر پایه نیاز بشر با تبدیل آن‌ها به معیارها و عملکردها که پس از آن، آن‌ها با استفاده از خلاقیت، اصول علمی و دانش تکنیکی به راه حل طراحی تبدیل می‌شوند، که می‌توان به صورت اقتصادی ساخته و تولید شوند (اوبوموان، سیوالوگاناتان و جب، ۱۹۹۶). به عبارتی، طراحی در هر حوزه اساساً گونه‌ای از خلق و ابداع را به همراه دارد. حال ممکن است این ابداع در زمینه تحقق نظامی مفهومی و معنایی باشد و یا در قالب پدیده‌ای عینی و ملموس (ذاکری، ۱۳۹۰، ۲۸-۲۹). بنابراین از میان فعالیت‌های طراحی، فعالیت حرکت کردن که در رابطه مستقیم با ایده پردازی و خلاقیت قرار دارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از سوی دیگر در بحث طراحی معماری در واقع ما با دو مقوله مواجه‌ایم: یکی طراحی کردن و خلق فضا و دیگری که مهم تر است، داشتن تفکر طراحی است؛ زیرا بدون داشتن تفکر فرایندی، دستیابی به محصول معماری بی‌ارزش است (گرچی مهلبانی، ۱۳۸۳). دی بونو معتقد است که به واقع طراحی ریشه در تفکر دارد. وی نظر خود را تفکر طراحی می‌نامد

(دبونو^۱، ۱۹۹۹). شیوه سنتی تفکر بر پایه الگوهای شناختی مانند تحلیل و منطق و داوری استوار است، در حالی که طراحی نوین بر پایه روش‌های جدید و الگوی خلاقیت مبتنی است (گرچی مهلبانی، ۱۳۸۳). در واقع الگوی تفکر طراحی باید قادر باشد فراوانی و تنوع موجود در طراحی را پاسخگو باشد. مهندس خوب در عین داشتن دانش فنی و مهندسی، نیازمند تخیلی شایان است. بنابراین بسیاری از اشکال طراحی با ایده‌هایی دقیق و مبهم، هر دو سر و کار دارند و تفکر نظام‌دار و بی‌نظم را می‌طلبند، و به اندیشه تخیلی و محاسبات مهندسی هر دو نیاز دارند (لاوسون، ۱۳۹۲، ۵).

با توجه به دلایل فوق و رشد روزافزون علم و مسائلی که طراح با آن‌ها دخیل است، لزوم استفاده از تکنیک‌های خلاقیت و تفکر به شدت خود نمایی می‌کند. در این میان تریز که در بطن خود دارای هر دو نوع تفکر همگرا و واگراست برای طراح معماری بسیار مفید خواهد بود. با توجه به اهمیت فعالیت حرکت کردن که مربوط به بخش ایده پردازی طراحی است، رکن ایده آلی تریز بسیار مفید است و علاوه بر کمک به ایده پردازی از اینرسی ذهنی طراح کم کرده و آن را خنثی می‌کند. با توجه به این موضوع و یافته‌های پژوهش حاضر استفاده از ایده آلی تریز در آموزش طراحی معماری و به طور کلی، استفاده از آن توسط طراح معماری می‌تواند کلید گشایشی برای دستیابی به ایده‌های نوین و بهبود عملکرد طراحان باشد.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به این موضوع اشاره نمود که نتایج آن مربوط به دانشجویان دانشگاه آزاد نجف‌آباد اصفهان است و تعمیم نتایج آن به جوامع آماری دیگر باید با احتیاط انجام شود. در این خصوص انجام آزمون‌های مشابه در جوامع آماری دیگر می‌تواند به تعمیم‌پذیری و تحکیم نتایج به دست آمده کمک کند. به علاوه عدم وجود پژوهش‌های آزمایشی مشابه با این پژوهش به منظور مقایسه نتایج به دست آمده از دیگر محدودیت‌های این پژوهش است. زمان بر بودن و وجود متغیرهای مختلف مداخله‌گر مانند

1. De Bono

انگیزه شخصی آزمودنی‌ها و اثر شرایط زندگی شخصی آن‌ها در عملکرد آن‌ها در طی ترم یکی دیگر از محدودیت‌های این پژوهش بود.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از شیوه‌های دیگر جمع‌آوری داده استفاده شود، به عنوان مثال علاوه بر گردآوری داده‌ها از طریق ارزیابی اساتید، از خود ارزیابی آزمودنی‌ها نیز کمک گرفته شود. بعلاوه می‌توان اثر استفاده از ایده آلی در خلاقیت آزمودنی‌ها را، به وسیله پرسشنامه‌های استاندارد خلاقیت، مورد بررسی قرارداد. علاوه بر موارد فوق پیگیری اثر استفاده از رکن ایده آلی تریز در طراحی‌های بعدی آزمودنی‌ها خود می‌تواند نتایج جالب توجهی داشته باشد. در انتها باید گفت، پژوهش حاضر تنها به استفاده از یکی از ارکان تریز بسنده کرده است و دیگر پژوهشگران می‌توانند اثر استفاده از ارکان دیگر تریز یا بخش‌های دیگر آن (مانند ابزارهای تریز) را مورد مطالعه قرار دهند. بعلاوه می‌توان دیگر فعالیت‌های طراحی مانند فرموله کردن و مدیریت کردن را، در تعامل با تریز مورد بررسی و پژوهش قرارداد. مسلم است تکرار آزمایش فوق در جوامع دیگر می‌تواند باعث تحکیم و تعمیم بیشتر نتایج به دست آمده در این پژوهش باشد.

سپاسگزاری: این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری تخصصی، در رشته معماری در دانشگاه هنر اصفهان است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از تمامی عزیزانی که در اجرای این پژوهش ما را یاری رسانده‌اند تشکر و قدردانی نمایند.

منابع و مآخذ

- الوندی فر، سجاد؛ کدیور، پروین؛ و عرب زاده، مهدی (۱۳۹۶). نقش واسطه‌ای خود تفسیری در رابطه بین عزت نفس و خلاقیت. *ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی*، ۷ (۳)، ۱۶۳-۱۹۴.
- امرابی، فروزان؛ قدم پور، عزت اله؛ شریفی، طیبه؛ و غضنفری، احمد (۱۳۹۸). مقایسه تأثیر آموزش مهارت‌های وسعت‌بخشی تفکر و راهبردهای یادگیری خود تنظیمی بر خلاقیت (سیالی، ابتکار، انعطاف‌پذیری، بسط) دانش‌آموزان. *ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی*، ۸ (۴)، ۹۷-۱۲۸.

باستانی، مهیار؛ و محمودی، امیرسعید (۱۳۹۷). روش‌های خلق ایده و کانسپت در فرآیند طراحی معماری. هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی. ۲۳ (۱)، ۵-۱۸.

بیدگلی، زهرا اشرف السادات؛ نوروزی، داریوش؛ و مقامی، حمیدرضا (۱۳۹۷). تأثیر فناوری‌های هوشمند سازی مدارس بر خلاقیت دانش‌آموزان. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، ۷(۴)، ۲۴۱-۲۶۲.

ثقفی، محمودرضا؛ مظفر، فرهنگ؛ و موسوی، سید محسن (۱۳۹۴). بررسی تأثیر روش آموزش مشارکت مستقیم استاد و دانشجو بر فرایند یادگیری در درس مقدمات طراحی معماری (۱). مرمت و معماری ایران (مرمت آثار و بافت‌های تاریخی، فرهنگی)، ۱۰(۵)، ۷۹-۹۰.

جاهدی، رباب؛ بدری گرگری، رحیم؛ و محمودی، فیروز (۱۳۹۸). تأثیر الگوی طراحی آموزشی بایبی بر خلاقیت دانش‌آموزان پایه ششم. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، ۹(۲)، ۱-۲۲.

جیل عاملی، مهسا؛ مظفر، فرهنگ؛ کریمی، محمود؛ و قاسمی، وحید (۱۳۹۷). کاربست رکن کارکردگرایی تریز در فرایند طراحی معماری. هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، ۲۳(۳)، ۸۳-۹۴.

خاکی قصر، آزاده؛ و پورمهدی قائم‌مقامی، حسین (۱۳۹۷). تجربه آموزشی طراحی عناصر معماری با نگاه جزء کل بین (طراحی پنجره در تمرینات مقدماتی طراحی معماری). هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، ۲۳ (۴)، ۸۱-۹۴.

خاکی قصر، آزاده؛ و پورمهدی قائم‌مقامی، حسین (۱۳۹۷). تحلیل یک تجربه آموزشی در درس پایه معماری (مرجعیت طبیعت در تمرین رجوع به گل آفتابگردان). هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، ۲۳(۱)، ۹۳-۱۰۴.

ذاکری، محمدحسین (۱۳۹۰). پیشینه‌ها و خلاقیت در طراحی معماری. پایان‌نامه منتشر نشده دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده معماری، گروه معماری.

سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس؛ و حجازی، الهه (۱۳۹۶). روش‌های تحقیق در علوم رفتاری. تهران: آگه.

سیف، علی اکبر (۱۳۹۲). روانشناسی پرورشی نوین روانشناسی یادگیری و آموزش. تهران: دوران.

- طلیسیچی، غلامرضا (۱۳۸۸). پرورش خبرگی طراحی معماری. پایان‌نامه منتشر نشده دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده معماری، گروه معماری.
- طلیسیچی، غلامرضا؛ ایزدی، عباسعلی؛ و عینی فر، علیرضا (۱۳۹۱). پرورش توانایی طراحی طراحان مبتدی معماری؛ طراحی، کاربست و آزمون یک محیط یادگیری سازنده گرا. هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، ۴(۱۷)، ۱۷-۲۸.
- عظیمی، مریم (۱۳۹۲). روش طراحی معنا، خیال، معماری با بهره‌گیری از تفکر ناخودآگاه. مقاله منتشر نشده دکتری، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده معماری و شهرسازی، گروه معماری. فرهنگ، مظفر؛ خاک زند، مهدی؛ چنگیز، فهمیه؛ و فرشادفر، لایلا (۱۳۸۸). معماری گروهی حلقه مفقوده در آموزش طراحی معماری. فناوری آموزش، ۴، ۳۳۷-۳۴۹.
- فقیه آرام، بتول (۱۳۹۷). رابطه هوش‌های چندگانه با ویژگی شخصیتی کارآفرینی و خلاقیت دانشجویان کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، ۷(۴)، ۱۷۹-۱۹۶.
- قدم پور، عزت‌اله؛ امیریان، لایلا؛ و خدایی، سجاد. (۱۳۹۷). اثربخشی آموزش تفکر انتقادی بر نگرش به خلاقیت و نشاط ذهنی دانشجویان علوم پزشکی. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، ۷(۴)، ۲۱۹-۲۴۰.
- قدم پور، عزت‌اله؛ بیرانوند، زینب؛ و یوسف‌وند، مهدی (۱۳۹۶). مقایسه اثربخشی آموزش به روش‌های ایده‌جویی (اسکمپر)، بارش مغزی و سنتی در تغییر سطح خود‌پنداره خلاق و باز بودن نسبت به تجربه. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، ۷(۱)، ۱۲۵-۱۵۴.
- کریمی مشاور، مهرداد (۱۳۹۱). رابطه سبک‌های یادگیری و عملکرد دانشجویان در کارگاه طراحی معماری. باغ نظر، ۹(۲۰)، ۳-۱۲.
- گال، مردیت؛ بورگ، والتر؛ و گال، جویس (۱۳۹۰). روش‌های تحقیق کمی و کیفی در علوم تربیتی و روانشناسی (ترجمه ن. احمدرضا، ع. حمیدرضا، ا. محمود، ب. خسرو، ع. س. محمدحسین، پ. س. محمدجعفر، د. علی، ک. علیرضا و خ. ن. غلامرضا). تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

گرچی مهلبانی، یوسف؛ و خاک زند، مهدی (۱۳۸۳). تفکر طراحی در معماری. مسکن، ۱۰۸، ۵۲-۶۵.

لاوسون، برایان. (۱۳۹۲). *طراحان چگونه می‌اندیشند- ابهام‌زدایی از فرایند طراحی* (ترجمه حمید ندیمی). تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

مسعودی نژاد، سپیده (۱۳۹۰). مدلی برای ارزیابی کارگاه طرح معماری ۱. *صفه*، ۵۴، ۲۵-۴۲.

ندیمی، حمید. (۱۳۸۹). *نگاهی به ارزیابی طرح‌های معماری*. *صفه*، ۵۰، ۹-۱۹.

Altshuller, Genrikh Saulovich (1984). *Creativity as an exact science*, Gordon and Breach.

Anthony, Kathryn H. (1991). *Design juries on trial: The renaissance of the design studio*. Van Nostrand Reinhold.

Bai, Z. H., Zhang, S., Ding, M., & Sun, J. G. (2018). Research on product innovation design of modularization based on theory of TRIZ and axiomatic design. *Advances in Mechanical Engineering*, 10(12).

Basadur, M., & Basadur, T. (2011). *Attitudes and Creativity*. In M. A. R. R. Pritzker (Ed.), *Encyclopedia of Creativity (Second Edition)* (pp.85-95). San Diego: Academic Press.

Cascini, G, Jantschgi, J, Khomenko, N, Murashkovska, I, Sokol, A, & Tomasi, F. (2008). TETRIS: Teaching TRIZ at School-Meeting the educational requirements of heterogeneous curricula. Paper presented at the Proceedings of the 8th ETRIA TRIZ Future Conference, Twente, The Netherlands, November.

Chiu, Ruey-Sen, & Cheng, Shao-Tsai. (2012). The Improvement of Heat Insulation for Roof Steel Plates By Triz Application. *Journal of Marine Science and Technology*, 20(2), 15-24.

Craig, Salmaan, Harrison, David, Cripps, Andrew, & Knott, Daniel. (2008). BioTRIZ Suggests Radiative Cooling of Buildings Can Be Done Passively by Changing the Structure of Roof Insulation to Let Longwave Infrared Pass. *Journal of Bionic Engineering*, 5(1), 55-66.

Cross, Nigel. (1990). The nature and nurture of design ability. *Design Studies*, 11(3), 127-140.

Cross, Nigel. (1999). Design research: A disciplined conversation. *Design issues*, 15(2), 5-10.

- De Bono, Edward. (1999). *New thinking for the new millennium: Viking Adult.*
- Dorst, Door Kees. (1997). Describing Design-A comparison of paradigms. TU Delft, *Delft University of Technology* .
- Evbuomwan, NFO, Sivaloganathan, S, & Jebb, A. (1996). A survey of design philosophies, models, methods and systems. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: *Journal of Engineering Manufacture*, 210(4), 301-320.
- Ge, Y., & Shi, B. (2019). Training Method of Innovation Ability of "New Engineering" Integrating TRIZ Theory. In 4th International Conference on Contemporary Education, Social Sciences and Humanities (ICCESSH 2019). *Atlantis Press.*
- Kankey, Andrew, & Ogot, Madara. (2005). Improving the acoustics in a historic building using axiomatic design and TRIZ. *The TRIZ Journal* .
- Khodadadi, A. (2018). Synergy of a Genetic Algorithm and TRIZ in Conceptual Design. In Proceedings of IASS Annual Symposia (Vol. 2018, No. 2, pp. 1-8). *International Association for Shell and Spatial Structures (IASS).*
- Khodadadi, A. (2019). Programmatic Design Methods in Architecture (GA+ TRIZ Solution Search Method), Doctoral dissertation, *University of Michigan, Architecture.*
- Khomenko, Nikolai, & Ashtiani, Mansour (۲۰۰۷). Classical TRIZ and OTSM as scientific theoretical background for non-typical problem solving instruments. Frankfurt: *ETRIA Future* .
- Kiatake, Marly, & Petreche, João Roberto Diego. (۲۰۱۲). A case study on the application of the theory of inventive problem solving in architecture. *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), 90-102.
- Lawson, Bryan. (2005). *How Designers Think, The Design Process Demystified* (Elsevier Ed.). Great Britain: *Biddles Ltd.*
- Lawson, Bryan, & Dorst, Kees. (2013). *Design expertise: Routledge.*
- Leea, C., Leeb, D., Choc, H., & Kangd, K. I. (2019). New System Form Design Process Using QFD and TRIZ. In ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction (Vol. 36, pp. 913-920). *IAARC Publications.*

- Liao, S. S., Lin, C. Y., Chiu, R. S., & Yang, C. W. (2018, July). TRIZ Application to the Integrating Construction Techniques of Plate Pain to Improve Heat Resistance of the Steel Deck Roofs. In 2018 1st IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII) (pp. 278-281). *IEEE*.
- Liu, W., Tan, R. H., Dong, Y. F., Cao, G., & Liu, L. (2018, October). A Creative Design Approach Based on TRIZ and Knowledge Fusion. In International TRIZ Future Conference (pp. 167-179). *Springer, Cham*.
- Mann, DL. (2000). The Four Pillars of TRIZ. Paper presented at the invited paper at Engineering Design Conference, *Brunel*.
- Mann, Darrell L, & Catháin, Conall Ó. (2001). Computer-based TRIZ—Systematic Innovation Methods for Architecture Computer Aided Architectural Design Futures 2001 (561-575): *Springer*.
- Mann, Darrell, & Catháin, Conall Ó. (2001). 40 inventive (architecture) principles with examples. *The TRIZ Journal* .
- Mann, Darrell. (2002). Evolving the inventive principles. *The TRIZ Journal*.
- Mann, Darrell, & Catháin, Conall Ó. (2005). Using TRIZ in Architecture: First Steps. Paper presented at the International Design Congress, *National Yunlin University of Science and Technology, Taiwan*.
- Shen, T., Nagai, Y., & Kim, E. (2019). A New Method for Architecture Space Design Based on Substance-Field Analysis. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 233, No. 2, p. 22-27). *IOP Publishing*.
- Najari, Amirabbas, Barth, Marc, & Sonntag, Michel. (2015). A novel approach to Architectural Problem Space Framing using TRIZ-based Contradiction Approach, *Procedia engineering*, 131, 1002-1010.
- Najari, Amirabbas, Dubois, Sebastien, Barth, Marc, & Sonntag, Michel. (2016). From Altshuller to Alexander: Towards a Bridge between Architects and Engineers. *Procedia CIRP*, 39, 119-124.
- Nazidizajia, Sajjad, Tome, Ana, & Regateiroal, Francisco. (2013). Investigation about the feasibility and impediments of TRIZ application in architectural design process, *Procedia engineering*, 131, 651-660.

- Nazidizaji, Sajjad, Tomé, Ana, & Regateiro, Francisco. (2014a). Levels of innovation in architectural design, *Architecture and Education*, 5(11), 519-534.
- Nazidizaji, Sajjad, Tomé, Ana, & Regateiro, Francisco. (2014b). Parameters and Contradictions in Indoor Accessibility Problems. Paper presented at the TRIZ future conference, *Global innovation convention*.
- Padmanabhan, K. K. (2013). Study on increasing wind power in buildings using TRIZ Tool in urban areas. *Energy and Buildings*, 61, 344-348.
- Peng, J., Chen, Y., Xia, Y., & Ran, Y. (2017). Workplace loneliness, leader-member exchange and creativity: The cross-level moderating role of leader compassion. *Personality and Individual Differences*, 104: 510-515.
- Plucker, J. A., Runco, M. A., & Hegarty, C. B. (2011). Enhancement of Creativity. In M. A. R. R. Pritzker (Ed.), *Encyclopedia of Creativity* (Second Edition) (456-460). San Diego: Academic Press.
- Pugh, Stuart. (1991). *Total design .integrated methods for successful product engineering*: Addison-Wesley.
- Runco, Mark A. (2007). *Chapter 11- Conclusion: What creativity is and what is not*. In M. A. Runco (Ed.), *Creativity* (375-412). Burlington: Academic Press.
- Soh, k. (2017). Fostering Student Creativity through teacher behaviors. *Thinking Skills and Creativity*, 23: 58-66.

