صفحات ۸۳ - ۹۴
نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی • دوره ۲۳ • شماره ۳ • پاییز ۱۳۹۷
Archive of SID

کاربست رکن کارکردگرایی تریز در فرایند طراحی معماری*

مهسا جبل عاملی[۱]، فرهنگ مظفر[۲]، **محمود کریمی[۳]، وحید قاسمی[۴]**
[۱]دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.
[۲]دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
[۳]عضو هیئت علمی موسسه آموزش عالی سریرا، تهران، ایران.
[۴]دانشیار گروه علوم اجتماعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
(تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۵/۲۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۷/۷/۲۴)

چکیده

تکنیک‌ها و متدهای مورد استفاده در طراحی معماری را می‌توان به ۲ دسته‌ی مرتبط با دانش معماری و مستقل از آن تقسیم نمود. یکی از قسمت‌های مربوط به دسته‌ی دوم، خلاقیت و نوآوری است. در این حوزه، یکی از به‌روزترین و جامع‌ترین زمینه‌های دانشی، تئوری تریز است. استفاده از تریز در معماری، طی سال‌های اخیر رشد زیادی داشته است، اما نبود روش مشخصی برای استفاده از تریز در طی فرایند معماری، همچنان به چشم می‌خورد. در این پژوهش، در راستای پوشش این خلاء، بر رکن کارکردگرایی تریز در فرایند طراحی معماری تمرکز شده است. هدف از این پژوهش، ارائه روشی برای استفاده از رکن کارکردگرایی تریز در فرایند طراحی معماری و آزمون کارآمدی آن است. کارآمدی این روش، با استفاده از یک طرح تحقیق شبه آزمایشی پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه گواه و آزمون، ارزیابی شد. داده‌های تحقیق با روش سنجش عملکردی و نمره‌دهی هیئت داوران مجرب، گردآوری شد. این داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون تحلیل واریانس یک راهه، مورد آزمون قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان می‌دهد روش طراحی با استفاده از کارکردگرایی تئوری تریز، عملکرد طراحی دانشجویان را در کارکرد بنیادین، به شکل معناداری بهبود می‌دهد. به عبارتی کارکردگرایی تریز با کمک به فعالیت فرموله کردن، موجب بهبود عملکرد آزمودنی‌ها در کارکرد بنیادین طراحی آنها می‌شود.

واژه‌های کلیدی
فرایند طراحی معماری، تئوری تریز، تریز در معماری، ارکان تریز، کارکردگرایی تریز، نوآوری در طراحی معماری.

*مقاله حاضر برگرفته از رساله‌ی دکتری نگارنده اول با عنوان: « تریز در طراحی معماری، ارائه روش طراحی معماری با استفاده از تئوری تریز» به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره سایر نگارندگان است.
**نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۳۳۱۵۱۷۲۷، نمابر: ۰۳۱-۳۲۲۸۶۵۶۶، E-mail: f.mozaffar@aui.ac.ir.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در چند دهه‌ی گذشته، مطالعات بسیار کندی در خصوص فهم توانایی طراحی آغاز شد. 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 انجام داد. از آن پس، مطالعات مختلفی درباره وجوه مختلف فعل طراحی انجام شد و به این ترتیب در دهه ۱۹۷۰، شاهد شروع زمینه جدید و جذابی به نام «طراحی پژوهی»[1] بودیم که همچنان در حال رشد و توسعه است (Cross, 1999؛ طلیسچی، ۱۳۸۸، ۲). طراحی پژوهی، ابعاد بسیار گسترده‌ای دارد. حوزه‌ها و اهداف مختلف تحقیقات در این زمینه بدین شرح معرفی می‌شوند: طراح‌ها، مسئله‌ها و راه‌حل‌های طراحی، فرایندهای طراحی، تکنیک‌ها 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 (Dorst, 1997, 8-10). مسئله پژوهش حاضر، 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 مستقیم مربوط به هسته‌ی 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 تکنولوژیکی مانند آنالیز فشار، هیدرولیک، ترمودینامیک و دیگر دانش‌های از این دست است (Pugh, 1991; Evbuomwan et al., 1996). بنابراین در طراحی معماری، شاهد دو دسته تکنیک و روش هستیم: مواردی که مربوط به دانش معماری است، و مواردی که مربوط به دانش مستقل از معماری می‌شود.

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. این امر در رشته معماری، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. همان‌گونه که تحقیقات مختلف نشان می‌دهد، با توجه به مراحل مختلف موجود در طراحی، تفکر معماری نیازمند هر ۲ نوع شیوه تفکر همگرا و واگرا است. تئوری تریز[2]، به عنوان الگو و روشی که می‌تواند حامی و تسهیل‌کننده فعالیت‌های طراحی باشد و نیز دارای الگوی تفکری است که هم‌زمان امکان بهره‌گیری از هر دو نوع تفکر همگرا و واگرا را ممکن می‌سازد، می‌تواند در طراحی معماری بسیار مثمرثمر واقع شود.

در راستای دستیابی به اهداف مورد نظر از طراحی معماری و تسهیل حرکت به سوی آنها، در مقاله‌ی حاضر، ابتدا به مطالعه حوزه فرایند طراحی معماری و مدل‌های ارائه‌شده برای آن پرداخته شد، و سپس تئوری تریز و پژوهش‌های انجام‌یافته در خصوص استفاده از آن در معماری، مطالعه شد. با توجه به اهمیت بخش تحلیل در فرایند طراحی، که از مطالعات انجام‌شده اهمیت آن به وضوح قابل مشاهده است، استفاده از ارکان تریز در فرایند طراحی، مناسب دیده شد. این پژوهش به طور خاص بر استفاده از رکن کارکردگرایی تریز در فرایند طراحی معماری تمرکز دارد. بر اساس فرضیه این پژوهش، کارکردگرایی تریز می‌تواند موجب ارتقا و بهبود عملکرد طراح در طراحی معماری شود. در انتها برای اثبات فرضیه فوق، یک پژوهش شبه آزمایشی انجام شد.

۱- مبانی نظری

همان طور که اشاره شد و از عنوان مقاله نیز مشخص است، مبانی نظری مربوطه دارای دو حوزه کلی فرایند طراحی و تریز است که در ادامه به این دو مبحث پرداخته شده است.

۱-۱- فرایند طراحی

مدل، انتزاعی از واقعیت است (Van Aken, 2005). مدل‌های طراحی، نمایشی از فلسفه‌ها و استراتژی‌های پیشنهادی برای نشان دادن این موضوع است که طراحی چیست؟، چگونه انجام می‌شود؟ و یا چگونه می‌تواند انجام شود؟ (Evbuomwan et al., 1996). بدیهی است طراحی، پدیده‌ای بسیار پیچیده‌تر از آن است که با یک نمودار ساده بتوان آن را توصیف کرد (لاوسون، ۱۳۹۲، ۳۶۴). افراد بسیاری تلاش کرده‌اند که مدل و نموداری برای مسیر طراحی از ابتدا تا انتها ارائه نمایند (لاوسون، ۱۳۹۲، ۴۵-۹۳؛ Van Aken, 2005؛ محمودی، ۱۳۸۳؛ Dorst, 1997)؛ در جدول۱، به بخشی از این مدل‌ها اشاره شده است؛ همانطور که مشاهده می‌شود، مدل‌های ارائه‌شده، شبیه به یکدیگر نیستند و در رشته‌های مختلف و افراد متفاوت، بسته به طبیعت آنها متفاوت است (لاوسون, ۱۳۹۲, ۴۲).

با مطالعه دقیق مدل‌های فوق، می‌توان حضور سه فعالیت و مرحله اصلی تحلیل، ترکیب و ارزیابی را مشاهده کرد. این سه جزء اصلی فرایند طراحی، با واژگان مختلف، توسط نظریه‌پردازان مورد اشاره قرار گرفته (Evbuomwan et al., 1996؛ لاوسون، ۱۳۹۲، ۴۶). هر سه عملِ فوق، در فرایند طراحی از اهمیت برخوردار هستند؛ با این وجود، بدیهی است که در ابتدایی‌ترین گام، بدون فهم درست مسئله، که در تحلیل اتفاق می‌افتد، نمی‌توان دیگر مراحل را به خوبی سپری کرد. تحلیل، عموماً مربوط به آنالیز مسئله، نیازها و معیارهای طراحی است. این فعالیت، مستلزم کشف رابطه‌ها، جست و جوی نظم و نظام در اطلاعات موجود و دسته‌بندی کردن

www.SID.ir

Archive of SID

اهداف است. تحلیل عبارت است از نظم دادن و ساختار بخشیدن به مسئله. این حوزه را می‌توان در تعامل با فعالیت فرموله‌کردن در طراحی دانست. فعالیت‌های طراحی که شامل فرموله‌کردن، حرکت‌کردن، بازنمایی‌کردن، ارزیابی‌کردن و مدیریت‌کردن است، ابتدا توسط تحقیقات کراس (Cross, 1990) و در پی آن لاوسون (لاوسون، ۱۳۹۲، ۳۶۵-۳۷۶) و دورست (Lawson & Dorst, 2013, 60-50) معرفی شد. این فعالیت‌ها شامل گروه‌هایی از فعالیت‌ها و مهارت‌هایی است که در یک طراحی موفق معمولاً یافت می‌شوند. بنابراین مناسب است تکنیک‌ها و روش‌های طراحی، حامی و تسهیل‌کننده این فعالیت‌ها باشند. به نظر می‌رسد به واسطه‌ی این موارد، طراحان قادر به طی مسیر خود به سوی فهمی مطمئن و رضایت‌بخش از مسئله و راه‌حل هستند و می‌توانند طرحی مناسب به کارفرماها و استفاده‌کنندگان ارائه دهند.

همان طور که شرح داده شد، فرایند طراحی، سلسله‌مراتبی از فعالیت‌هاست؛ با این وجود، عمل تحلیل در فرایند طراحی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در تعامل با فعالیت فرموله‌کردن قرار می‌گیرد. در مورد این امر که طراحان در پیدا کردن و بیان مسئله‌ها و نیز در فهم و بررسی آنها در ابتدای پروژه باید ماهر باشند، در میان همه صاحب‌نظران اجماع وجود دارد و به روشنی آن را یک مهارت مهم و محوری طراحی می‌دانند. در واقع پی بردن خلاقانه به حد و حدود مسئله، یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های طراح است و در اغلب موقعیت‌های طراحی، تعداد معدودی از قیود کاملاً سرنوشت‌ساز و محوری است و کلید موفقیت در تشخیص این عوامل و توجه بیشتر به آنها نهفته

جدول ۱- مدل‌های مختلف طراحی.

نام مدل	توضیحات
ماریل	شامل ۳ اصل تجزیه، ارزیابی و تصمیم‌گیری به صورت نموداری درختی
جونز	شامل ۳ مرحله تحلیل، ترکیب و ارزیابی
آسیمو	شامل ۳ وجه قابلیت‌های مسئله، طراحی مقدماتی و طراحی جزئیات
موسسه سلطنتی معماران بریتانیا	شامل ۴ مرحله جذب، بررسی کلی، گسترش و ارائه
واتس	تاکید بر آنالیز، ترکیب و ارزیابی و دارای چرخه استوانه از انتزاع نامحسوس
الکساندر	شامل تهیه فهرست الزامات، مشخص کردن نوع روابط فی مابین، دادن اطلاعات به رایانه و کار بر اساس خوشه تحویلی رایانه
کریک	شامل ۵ مرحله فرموله‌کردن مسئله، تحلیل مسئله، جستجو، تصمیم‌گیری و بازنمایی
فرنچ	شامل ۴ فعالیت آنالیز مسئله، طراحی کانسپچوال، تجسم جزئیات طرح کلی و مرحله دیتیله کردن
پاول و بیتز	شامل ۴ وجه واضح‌سازی مسئله، طراحی مفهومی، طراحی تجسمی و طراحی جزئیات
جین دارکی	شامل مراحل مولد، حدس و تحلیل
سر آلن هریس	شامل ۵ مرحله تدقیق مسئله، فهم، ارزیابی گزینه‌ها، تصمیم‌گیری و ارزیابی و جزئیات
آرچر	شامل ۶ مرحله برنامه‌دهی، جمع‌آوری اطلاعات، آنالیز، تجزیه، توسعه و ارتباطات
۲۲۲۱VDI	شامل ۷ مرحله واضح‌سازی و تعریف مسئله طراحی، تصمیم‌گیری عملکردهای مورد نیاز، جستجو برای اصول راه‌حل‌ها، دسته‌بندی راه‌حل‌ها، توسعه مدل‌های کلیدی، توسعه جانمایی نهایی و مستندسازی نهایی
نایجل کراس	شامل ۶ مرحله واضح‌سازی مسائل، محرزکردن عملکردها، مشخص‌کردن نیازها، به‌وجودآوردن پیشنهاد، ارزیابی‌کردن گزینه‌ها، بهبود جزئیات.
هوبکا	دارای ۴ جنبه جزئیات مسئله، طراحی کانسپچوال، جانمایی کردن و جزئیات
ماچت	تاکید بر ۵ شیوه تفکر و دستورالعمل پیشنهادی ۷ مرحله‌ای: مطالعه شرایط طراحی، شناخت نیازها، شناخت نیازهای اولیه، جستجویی اصول پاسخگوی نیازهای اولیه، کامل کردن مرز کلی طراحی، بازبینی موثر بودن طراحی، بازبینی در ساخت و تولید
برادبنت	تولید فرم از چهار روش عمل‌گرا، عرفی، قیاسی و قاعده‌مند
مارکوس و می‌ور	شامل مراحل تحلیل، ترکیب، ارزیابی و تصمیم‌گیری
مارچ	شامل ۳ امر مهم خلق یک ترکیب بدیع به وسیله دلایل سودبخش، پیش‌بینی ویژگی‌های عملکردی به وسیله دلایل استنتاجی و تولید کیفیت به وسیله دلایل قیاسی
لاوسون	حرکت از مسئله به راه‌حل با گذر از ۳ مرحله تحلیل، ترکیب و ارزیابی
گرو	طراحی مجموعه‌ای از انتقالات وضعیت طراحی به وضعیت دیگر است.
روزنبرگ و اکلز	شامل ۴ گام اصلی آنالیز، ترکیب، شبیه‌سازی و ارزیابی با احتمال تکرار در گام‌ها
محمودی	سه عرصه شناخت، ایده پردازی و ارائه
آکسمن	وجود ۴ کنش اصلی بازنمایی، تولید، اجرا و ارزیابی
دورست	درون افتادگی، فعالیت مرکزی طراحی، کی چه باید کرد، مسائل طراحی، یکپارچه‌سازی، همسازی و فراگیری طراحی

www.SID.ir

Archive of SID

است (لاوسون، ۱۳۹۲، ۶۷، ۷۱، ۱۴۵، ۲۵۴). بنابراین استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های علمی و به‌روز که بتواند در این امر به طراح کمک کند، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

۱-۲- تریز

واژه تریز، برگرفته از سرواژه‌ی عبارت روسی Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadach است. برگردان این عبارت به انگلیسی معادل The Theory of Solving Inventive Problem است. به این ترتیب می‌توان تریز را، تئوری حل مسئله‌های مبتکرانه (ابداعی) دانست؛ با این وجود، آلتشولر[۳] به عنوان پایه‌گذار این تئوری، تریز را تئوری راه‌حل مسائل ابتکاری معرفی نموده است. از سوی دیگر، برخی تریز را نوآوری نظام‌یافته[۴] می‌نامند. به جز آلتشولر، افراد دیگر نیز به معرفی و تعریف تریز پرداخته‌اند، به عنوان مثال خومنکو، تریز را نظریه‌ای در خصوص خلق ابزارهایی برای حل مسائل غیراستاندارد[۵] (Khomenko, 2010) و کوچاراوی، تریز را حوزه‌ای از دانش می‌داند که سازوکارهای توسعه سیستم‌های تکنیکی را برای گسترش متدهای تحلیلی کاربردی و تکنیک‌های حل مسئله جستجو می‌کند (Kucharavy, 2010). به طور کلی می‌توان گفت، تریز یک تئوری حل مسائل غیراستاندارد است. این تئوری، زمینه‌ای برای خلق و کاربرد ابزارهایی برای حل مسائل پیچیده غیراستاندارد در اختیار قرار می‌دهد. تفاوت این تئوری با دیگر نظریه‌ها، در جامعیت آن و قابلیت به‌کارگیری آن در حوزه‌های مختلف است. این در حالی است که تریز، جانشین دانش خاص و زمینه موجود از علوم پایه یا کاربردی نیست. به علاوه این تئوری، به علت پیشنهاد برای استفاده از قوانین پیوسته‌ای در طی حل مسئله، می‌تواند ابزار نیز به حساب آید (Cascini et al., 2008, 12) تا جایی که آلتشولر، تریز را ابزاری برای تفکر (و نه جایگزین آن) می‌داند (Khomenko & Guio, 2007).

این تئوری، توسط مطالعات و تلاش‌های گنریش آلتشولر، بر روی ۴۰،۰۰۰ اختراع برتر از میان ۲۰۰،۰۰۰ اختراع، پایه‌ریزی شده است. وی توانست الگوهایی را که مکرراً در نوآوری‌های مختلف استفاده می‌شد، شناسایی کند و بر پایه ۲ جزء اصلی آنها یعنی نظم معمول در تکامل طراحی و اصول مورد استفاده در راه‌حل‌های نوآورانه، اولین گام در راستای ارائه تئوری تریز را بردارد. سیر تاریخی تریز از شروع و ارائه آن به عنوان یک تکنیک، از حدود سال ۱۹۴۸ آغاز و در سال ۱۹۹۵ به عنوان یک تئوری در جوامع علمی پذیرفته شد؛ این در حالی است که رشد تئوری تریز به سوی مجموعه‌ای از تئوری‌ها ادامه دارد و همچنان ابزارهای جدیدی بر مبنای آن، برای راحت‌تر و دقیق‌تر کشف و حل کردن مسئله، ساخته و ارائه می‌شود (ترنینکو و همکاران، ۱۳۸۰، ۲۵-۳۲).

اولین و مهم‌ترین نکته در یک تئوری، سؤال یا مشکلی است که آن تئوری به آن پاسخ می‌دهد (Khomenko et al., 2007). در تئوری تریز، ابتدایی‌ترین مسئله‌ای که از نظر آلتشولر به آن پاسخ داده می‌شود، این سؤال است که چگونه زمانی که در حال حل مسئله غیرمعمول خود هستیم، می‌توان حوزه جستجو را تنگ‌تر و از سعی و خطا پرهیز نمود؟ (Khomenko, 2010)؛ بدین منظور، با استفاده از منابع مختلف (روش‌های در دسترس برای حل مسئله نوآورانه، تجربیات مخترعین معاصر و قدیمی و دانشمندان، صدها هزار پتنت و تاریخچه توسعه سیستم‌های تکنیکال)، تئوری تریز شروع به حیات کرد (Kucharavy, 2010).

نکته حائز اهمیتی که باید به آن اشاره نمود این موضوع است که تئوری تریز، پرکننده جایگاه دانش و مهارت‌های خاص رشته‌های مختلف (در اینجا طراحی معماری) نیست، بلکه جهت‌دهی به تفکر و روش برخورد با مسئله را هدف قرار می‌دهد. به علاوه، هر چند تریز را نوآوری نظام‌یافته نیز نامیده‌اند، اما این به معنای نگاه اثبات‌گرایانه نیست، بلکه تریز در برخورد با مسائل مختلف، پاسخی منحصربه‌فرد نمی‌دهد و مشوق تفکر باز و به دور از چارچوب‌های سنتی است (Cascini et al., 2008).

۱-۳- تریز در معماری

در اواخر دهه ۱۹۹۰، با گسترش تریز و نفوذ آن به رشته‌های مختلف، هنر نیز از این امر مستثنا نماند؛ به طوری که سالماتو در کتاب خود، تلاش نمود[۵] سطح نوآوری را در هنر تبیین نماید (Craig et al., 2008, 34-35). در ادامه این گسترش، کارهایی نیز در حوزه ورود و استفاده از تریز در معماری نیز شروع شد. از جمله اولین کارهای انجام‌شده در حوزه تریز در معماری می‌توان به کار دارل من و کنال کاتایین اشاره کرد؛ در این کار تلاش شده بود تا نمونه‌هایی از استفاده از قسمت‌های مختلف تریز در معماری ارائه گردد. این پژوهشگران، در همان سال مقاله‌ای در خصوص ۴۰ اصل تریز و مصداق‌هایی از آن در معماری ارائه نمودند (Mann & Cathain, 2001). رشد تریز در سال‌های اولیه ورود آن به معماری به کندی بوده است، اما به مرور، تحقیقات گسترده‌تری در زمینه تریز در معماری انجام گرفت (Mann & Cathain, 2005) و استفاده از تریز در معماری و تحقیقات این حوزه گسترش یافت (Najari et al., 2015).

تحقیقات انجام‌شده با استفاده از تریز در حوزه معماری را، می‌توان به چندین دسته تقسیم نمود: مطالعات نظری (Mann & Cathain, 2001; Nazidizaji et al., 2013; Nazidizaji et al., 2014a; Najari et al., 2016)؛ استفاده از تریز در مسائل مربوط به فرایند طراحی معماری (Mann & Cathain, 2005; Nazidizaji et al., 2013; Nazidizaji et al., 2014a; Nazidizaji et al., 2015) و استفاده از تریز در یک مسئله موجود و عینی در طراحی معماری (مانند ایزولاسیون، آکوستیک، طراحی در، دسترسی و ....) (Craig et al., 2008; Kitake & Petreche, 2012; Chiu & Cheng, 2012; Padmanabhan, 2013; Nazidizaji et al., 2014b; Najari et al., 2015). با توجه به زیربنایی بودن مفهوم کارکرد، در این پژوهش‌ها شاهد اشارات مختلف به این مفهوم هستیم. این اشارات را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود: اولین دسته به برخورد سطحی با این مفهوم و بررسی ابتدایی و گذرای آن پرداخته‌اند و با سرعت، از این مرحله مهم یعنی تعریف مسئله و توجه به کارکرد اصلی مسئله گذر کرده‌اند. دسته بعدی از ابزارهای معرفی‌شده در تریز مانند Su-Field، برای فهم کارکرد مسئله استفاده کرده‌اند؛ هرچند این برخورد بسیار دقیق و عمیق است اما با توجه به ماهیت این ابزارها که برای استفاده در

www.SID.ir

Archive of SID

مسائل فنی است، کاربرد آنها در معماری، مشکل و پیچیده است و نمی‌توان استفاده از آن را به طراحان توصیه نمود. در این پژوهش تلاش می‌شود، کاستی‌های موجود در این دو رویکرد با تمرکز بر رکن و مفهوم کارکردگرایی تریز مرتفع شود. به علاوه هیچ یک از پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه، از روش آزمایشی استفاده نکرده‌اند و نمی‌توان نتایج حاصله از آنها را برای شرایط مشابه تعمیم داد.

در نهایت باید گفت هرچند استفاده از تریز در معماری در طی سال‌های اخیر رو به رشد است، اما همچنان این سؤال باقی است که چگونه می‌توان در طراحی معماری، از تئوری تریز استفاده نمود. به عبارت دیگر می‌توان گفت عدم وجود روش مشخصی برای استفاده از تریز در طی فرایند معماری، در تحقیقات موجود به چشم می‌خورد. با توجه به این خلأ و اهمیت پوشش آن، در این پژوهش تلاش می‌شود در راستای نیل به روشی برای طراحی معماری به کمک تریز، رکن کارکردگرایی آن در طراحی معماری به کار گرفته شود و اثر آن بر عملکرد طراحی آزمودنی‌ها در کارکرد بنیادین طرح، مورد آزمون و بررسی قرار گیرد.

۱-۴-کارکردگرایی تریز

تریز در شمایل کلاسیک خود، به دلیل تکامل تدریجی و آغاز شکل‌گیری از مفاهیم و اصول و سپس برخی ابزارها و فرایندها و بازآفرینی یا تولید ابزارهای تکمیلی یا بهبودیافته، دارای دشواری‌ها و مشکلاتی برای کاربران بود. از جمله مشکلاتی که می‌توان در این خصوص اشاره کرد، زیاد بودن اصول چهل‌گانه[۶] و مشکل یادآوری و به‌کارگیری آنها، هم‌پوشانی ابزارها و پیچیدگی بعضی از آنهاست. از سوی دیگر، تریز در شکل کلاسیک خود (تریز کلاسیک)، به طور مستقیم قادر به پاسخگویی به بسیاری از مسائل به ویژه در حوزه‌های غیرتکنیکی نیست؛ و بهره گرفتن خوب از آن، نیازمند صرف وقت برای رسیدن به فهم عمیق از مفاهیم و تسلط نسبی بر برخی ابزارها و مهارت‌ورزی در به‌کارگیری آنها داشت. به همین دلیل، نیاز به نگاه متفاوت به تریز و پیرایش و آرایش آن، احساس شد. در این راستا، در توسعه دانش نوآوری نظام‌یافته، تلاش شد بر پایه‌ها و ارکان[۷] اصلی تفکر آن تاکید شود. این ارکان، اصول و مواردی هستند که با توجه به تئوری تریز، باید همواره مد نظر باشند. در واقع دانستن اصول و ارکان هر تئوری از جمله تریز، برای فهم درست و دقیق آن لازم است؛ این اصول نه تنها بیان‌کننده مبانی فکری تئوری تریز هستند، بلکه با دانستن آنها، می‌توان از آنها به عنوان عمومی‌ترین ابزارهای تریز استفاده کرد (Khomenko et al., 2007; Mann, 2000؛ آلتشولر، ۱۳۸۵، ۳۳). در این پژوهش، بر یکی از ریشه‌ای‌ترین مفاهیم و ارکان تریز به نام کارکردگرایی تمرکز شده است. اهمیت این رکن تا آنجاست که مبنای تعریف دیگر ارکان تریز مانند ایده‌آلی نیز فرض می‌شود (Hipple, 2012, 23-27).

علت بیشتر شکست‌ها، حل‌کردن مسئله‌ای اشتباه است تا یافتن پاسخی اشتباه برای یک مسئله درست؛ به همین علت فهم درست مسئله و ریشه آن از اهمیت خاصی برخوردار است؛ تا آنجا که بسیاری از کارشناسان معتقدند، اگر مسئله به درستی تعریف و بیان شود، نیمی از مسیر حل مسئله طی شده است. ردپای این موضوع، یعنی تعریف و شناخت درست مسئله (که برخی آن را فرمول‌بندی مسئله نامیده‌اند) را، می‌توان در متون مختلف حل مسئله، خلاقیت و نوآوری مشاهده نمود. این موضوع، در تریز، تحت عنوان کارکردگرایی مطرح است و بر شناخت حقیقی مسئله متمرکز است (ترنینکو و همکاران، ۱۳۸۰، ۵۶؛ Kucharavy, 2010). کارکردگرایی تریز، نشانه‌های مشابه و همسانی با مهندسی ارزش و QFD دارد[۸]، اما روش مشخص‌کردن و استفاده از کارکردگرایی در تریز، به دلیل تکاملی که مفهوم کارکرد تریز تا به امروز داشته است، با مهندسی ارزش تفاوت دارد. شروع تولد این مفهوم با مفاهیم کارکرد اصلی و کارکرد ثانویه و کارکرد غیرضروری بوده است. آلتشولر، این مفاهیم را در تعامل با مفهوم تضاد تریز به کارکرد مفید[۹] و کارکرد مضر[۱۰]، تغییر داد. مفهوم کارکرد و حرکت از مسئله اولیه[۱۱]، به سمت کارکردهای مفید و مضر در متون مختلف تریز مورد اشاره است. با توجه به اهمیت این موضوع، ابزارهای مختلفی برای بررسی این امر در تریز ایجاد و توسعه داده شد. از این جمله می‌توان به ابزار ISQ، Function Analysis و Function Analysis and Attributes اشاره کرد (ترنینکو و همکاران، ۱۳۸۰، ۵۵-۹۳؛ Ran-tanen & Domb, 2002; Hipple, 2012, 173-175).

تریز نه تنها تکنولوژی‌های حل مسئله، بلکه متدولوژی‌های شناخت و گسترش مسئله را نیز دچار تغییر و تحول نموده است (Rantanen & Domb, 2002, 45-52). تفاوت در نوع نگاه و عمیق شدن تریز به موضوع کارکرد، تغییر جدی در نوع تفکر سنتی غربی به این مفهوم ایجاد کرد. ۳ جنبه ارزشمند این تفاوت عبارتند از: ۱- هر سیستم دارای یک کارکرد مفید اصلی[۱۲] است و همه قسمت‌هایی که در راستای رسیدن به این کارکرد همکاری نمی‌کنند، در نهایت آسیب‌زننده هستند. البته سیستم ممکن است بنا به درخواست مشتری، چندین کارکرد مفید اضافه نیز داشته باشد. ۲- در تصویرگری کارکرد سنتی، تاکید بیشتر بر تشکیل روابط مثبت میان اجزا است. تریز تاکید قابل توجهی بر ترسیم هر دو رابطه مثبت و منفی موجود در سیستم دارد. ۳-کارکردگرایی، مبنایی است تا بر اساس آن، زمینه‌های مشترک طیف متنوع و گسترده‌ای از دانش را یافت و آنها را در کنار هم مشاهده و فهرست کرد (Mann & Cathάin, 2001).

در حوزه رکن کارکردگرایی تریز، کارکرد، کاری است که برای برآوردن نیاز و خواسته‌ای، آن را انجام می‌دهیم و به واسطه انجام آن، پروژه یا محصول مورد نظر ارزش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، کارکرد ویژگی‌ای است که چیزی را کارا می‌سازد یا به فروش می‌رساند. باید به خاطر داشت که کارکرد، هدف از فعالیت و نتیجه‌ای است که باید به دست آید و برای تحقق آن می‌توان ایده‌های مختلف داد (کریمی، ۱۳۸۴، ۶۸-۶۹؛ پارک، ۱۳۸۹، ۹۰-۹۲). برای مثال کارکرد اصلی صندلی، تحمل وزن است که به روش‌های مختلف می‌تواند محقق شود.

همانطور که اشاره شد، تریز ابزارهای مختلفی برای فرموله‌کردن مسئله و فهم کارکرد آن معرفی می‌کند که برخی از آنها، با وجود دقت بالا، پیچیدگی‌هایی دارند که به‌کارگیری آنها در معماری خود می‌تواند مشکل‌ساز و زمان‌بر بوده و نتیجه مطلوبی نداشته باشد. با توجه به ماهیت

www.SID.ir

Archive of SID

طراحی معماری و ابزارهای کشف کارکرد، مدل اسم - فعل[۱۳] برای استفاده در طراحی معماری مناسب است. در این روش، طراح باید با استفاده از یک اسم و یک فعل، کارکرد مورد نظر را بیان کند. اسم، معمولاً معرفی‌کننده محصولی است که قرار است تغییر کند و فعل معرف ماهیت تغییر محصول است (Cascini et al., 2008, 39-41). برای تعریف کارکرد، کافی است از خودمان بپرسیم این وسیله یا محصول چیست و چه کاری باید بکند؟ در این راستا، مهم است که کارکرد به کمک یکی از واحدها مانند حجم، وزن، هزینه، زمان و ... یا معیارهای انتزاعی مانند رضایت‌مندی، مطلوبیت و ... قابل اندازه‌گیری باشد تا بتوان راه‌حل‌های ارائه‌شده برای آن را ارزش‌گذاری کرد (پارک، ۱۳۸۹، ۹۱-۹۴).

استفاده از روش شرح داده‌شده، دارای مزیت‌های مختلفی است. یک تعریف انتزاعی با حذف اطلاعات کم اهمیت و ساده‌کردن مسئله، فرصت بیشتری برای خلاقیت فراهم می‌کند و محدودیت‌های ذهنی را می‌شکند. به علاوه، این کار زبان مشترکی برای انجام کار تیمی و نیز نگاه برون‌گرا به زمینه‌های مختلف دانش فراهم می‌کند و می‌توان از راه‌حل‌های ارائه‌شده در دیگر صنایع یا حوزه‌های دانش استفاده کرد[۱۴]. تاکید تریز بر کارکردگرایی، از حل‌کننده مسئله می‌خواهد که رویکرد انعطاف‌پذیر بیشتری بر شیوه نگاه خود برای حل مسائل مورد نظر، اتخاذ نماید. دوران تخصص‌گرایی محض به پایان خود نزدیک می‌شود و بسیاری از راه‌حل‌های نو، می‌توانند از حوزه‌های میان‌رشته‌ای یافت و زایش شوند (کریمی، ۱۳۸۴، ۷۸؛ پارک، ۱۳۸۹، ۹۳).

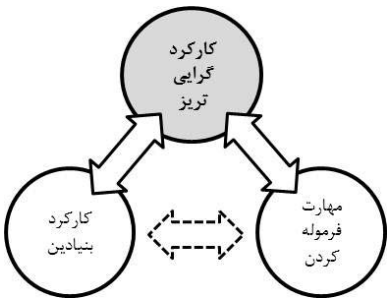
۱-۵-کارکردگرایی تریز در طراحی معماری

هدف هر مسئله طراحی، به روشنی تضمین این امر است که نظام طراحی‌شده، عملکردهای خواسته‌شده از آن را به میزان قابل قبولی تأمین کند. در عرصه معماری، از دیرباز دسته‌بندی‌های مختلفی به منظور تدوین الگویی برای این منظور ارائه شده است. از جمله پژوهشگرانی که در این حوزه کارکرده‌اند، می‌توان به ویتروویوس، هیلییر و لیمن، مارکوس، ادموندز و کندی، شولتز، هیت و لاوسون اشاره کرد (فیضی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Evbuomwan et al., 1996). وجه اشتراک همه این دسته‌بندی‌ها از مقاصد طراحی معماری را می‌توان کارکرد بنیادین دانست. این کارکرد، که با واژگان مختلف مورد توجه قرار گرفته است. شامل قیودی است که با مقاصد اولیه، ریشه‌ای و بنیادین سیستم طراحی‌شده سروکار دارد. این‌گونه کارکردها، دامنه بسیار وسیعی از موضوعات را دربرمی‌گیرند و عموماً از همان آغاز فرایند طراحی، بسیار موثر دانسته می‌شوند. بنابراین استفاده از تکنیک‌ها و روش‌هایی که به فهم این مقاصد و نیازهای ریشه‌ای کمک کند، در فرایند طراحی ضروری و بسیار کارآمد است (لاوسون، ۱۳۹۲، ۱۰۳-۱۳۷).

همانطور که گفته شد، محدودیت یا کارکرد بنیادین، شامل قیودی است که با مقاصد اولیه، ریشه‌ای و بنیادین سیستم طراحی‌شده، سروکار دارد؛ از سوی دیگر، در بحث کارکردگرایی تریز، مهم‌ترین مسئله، فهم درست مسئله و رسیدن به کارکرد اصلی آن است. کارکردگرایی، رویکرد انعطاف‌پذیر به شیوه نگاه به مسئله را ترغیب می‌نماید. این رکن را می‌توان در تعامل با مهارت و فعالیت فرموله‌کردن دانست. مهارت فرموله‌کردن که می‌توان آن را زیربنایی‌ترین مهارت در مجموعه مهارت‌ها و فعالیت‌های طراحی دانست[۱۵]، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و تلاش می‌کند، به شناسایی مسئله طراحی بپردازد (Lawson & Dorst, 2013, 48-51). بنابراین، با توجه به رابطه رکن کارکردگرایی تریز با فعالیت فرموله‌کردن و کارکرد بنیادین مسائل، این رکن در مسیر طراحی معماری می‌تواند بسیار کارآمد باشد. به عبارتی کارکردگرایی تریز، کارکرد بنیادین طراحی و مهارت فرموله کردن، ۳ بخش مختلفی بوده که در رابطه و تعامل با یکدیگر هستند و کارکردگرایی تریز می‌تواند، به عنوان یک ابزار، به تسهیل و بهبود دستیابی به آنها کمک کند (تصویر۱).

در شروع فرایند طراحی، طراح با مسئله اولیه که غالباً توسط کارفرما بیان می‌شود، روبروست. طراح در این مرحله، نیازمند فهم درست و واضح مسئله و دوباره ساختاربخشی به آن است که این عمل، همان تحلیل یا فعالیت فرموله‌کردن نام دارد. با توجه به اینکه کارکردگرایی تریز نیز به دنبال کارکرد اصلی مسئله و فهم درست صورت مسئله است، در این مهارت، رکن کارکردگرایی تریز می‌تواند به طراح کمک کند. مسئله اولیه طراحی که توسط کارفرما عنوان می‌شود، در تریز، مسئله ابتدایی خوانده می‌شود (Cascini et al., 2008, 107; Khomenko & Ashtiani, 2007). بنابراین کارفرما، اولین مولد و منبع برای رکن کارکردگرایی است. در ادامه، این استفاده‌کنندگان هستند که در واقع مهم‌ترین مولدهای تعیین‌کننده مسئله طراحی هستند و نیازها و خواسته‌های آنها، باید در اولویت شناخت و بررسی قرار گیرد، تا به کارکرد مورد نیاز[۱۶] مسئله رسید.

در روش‌های طراحی معمول، غالباً پس از تهیه یک سناریوی ابتدایی از استفاده‌کنندگان و یک مطالعه کلی از ابعاد و استانداردها، طراح دست به طراحی می‌زند. در اغلب موارد نیز بخش مطالعات به فراموشی سپرده می‌شود و اتصال آن با بخش طراحی، به خوبی برقرار نمی‌شود. در روش بکار برده شده در این پژوهش، ابتدا سناریوی کاملی از استفاده‌کنندگان تهیه می‌شود. سناریو باید شامل اطلاعات کاملی از استفاده‌کنندگان شامل سن، جنس، شغل، روحیات و ویژگی‌های اخلاقی، علاقه‌مندی‌ها، فعالیت‌های روزمره و دیگر اطلاعات تکمیلی باشد. به علاوه، سناریو باید ترکیبی از تصویرها و عبارت‌های کوتاه باشد؛ بدین



تصویر۱- تعامل کارکردگرایی تریز، مهارت فرموله‌کردن و کارکرد بنیادین.

www.SID.ir

Archive of SID

ترتیب، سناریو حالت عینی‌تری پیداکرده و علاوه بر کشف بهتر، دقیق‌تر و عمیق‌تر نیازها، این اطلاعات ماندگاری بیشتری در ذهن طراح می‌یابند. سپس با استفاده از سناریوی تهیه‌شده به تفکیک تک فضاها، به تدوین جدول « نیاز- کارکرد» پرداخته می‌شود. در ستون اول این جدول، نیاز استفاده‌کننده و در ستون بعدی، کارکرد مد نظر قرار می‌گیرد. نحوه بیان کارکرد باید با استفاده از روش اسم- فعل که در بالا توضیح داده شد، باشد.

باید توجه داشت که برخی از نیازها و کارکردهای آن، مانند نیاز به بهداشت، در همه انسان‌ها یکسان است؛ و برخی از نیازها در رابطه با اشخاص مختلف، بسته به ویژگی‌های سنی، جنسی، روحی و ... متفاوت است (مانند رنگ یا میزان نور اتاق خواب). تهیه سناریوی تصویری و نوشتاری با جزئیات ذکرشده، برای درک نیازهای اختصاصی استفاده‌کنندگان فضا ضروری و مفید است. در نهایت در ستون آخر جدول نیاز –کارکرد، به راهکارهای طراحی برای هر کارکرد پرداخته می‌شود. این راهکارها ممکن است شامل مواردی باشد که در طراحی‌های دیگر وجود دارند و یا شامل ایده‌های جدید طراح و یا ایده‌های استفاده‌شده در حوزه‌های مختلف دانش شود. به این ترتیب، به جای شروع مستقیم طراحی، ابتدا به کشف نیازها و کارکردهای حقیقی پرداخته، به فلسفه هر بخش طراحی پی برده و سپس به باز طراحی آنها پرداخته می‌شود. این کار موجب می‌شود که طراحی در مسیر درست قرارگرفته و طراحی انجام‌شده، شانس موفقیت بالاتری داشته باشد.

در نهایت طراح می‌بایست از میان راهکارهای معرفی‌شده، با توجه به چند معیار دست به انتخاب زند: ۱- میزان پاسخ به کارکرد اصلی مسئله، ۲- تناسب بیشتر با کارکردهای قسمت‌های مجاور، ۳-پاسخگویی و تناسب با قوانین وضع‌شده توسط قانون‌گذار. نمونه‌ای از جدول شرح داده‌شده برای نیاز به بهداشت در سرویس بهداشتی، در جدول ۲، آورده شده است.

۲- تحقیق تجربی

این بخش، به گزارش تحقیق شبه آزمایشی انجام‌شده برای کاربست روش معرفی‌شده و آزمون فرضیه پژوهش اختصاص دارد.

۲-۱- روش‌شناسی تحقیق

جهت‌گیری کلی این پژوهش، با توجه به هدف آن، از نوع تحقیق و توسعه[17] است. از جمله اهدافی که این‌گونه تحقیقات دنبال می‌کنند، تدوین یا تهیه برنامه‌ها یا طرح‌های ویژه است (McMillan & Schumacher, 1984).

در این پژوهش، پس از انجام مطالعه کتابخانه‌ای و انجام استدلال منطقی، در راستای دستیابی به شیوه استفاده از تریز در طراحی معماری و دستیابی به آن تحت استفاده از رکن کارکردگرایی، به منظور اثبات کارآمدی آن بر عملکرد طراحی، از روش تحقیق آزمایشی استفاده شده است. ۳ ویژگی کلی در این تحقیقات عبارتند از: دست‌کاری متغیرهای مستقل، ثابت نگه‌داشتن و کنترل سایر متغیرها و در نهایت مشاهده تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته (سرمد و همکاران، ۱۳۹۳، ۱۰۴). در تحقیق فوق، به علت عدم امکان انتساب تصادفی آزمودنی‌ها به گروه‌ها، روش مورد استفاده روش تحقیق شبه آزمایشی با گروه گواه است (گال و همکاران، ۱۳۹۰، ۸۷۸-۸۷۹). متغیرهای تحقیق حاضر در جدول ۳ مشخص شده‌اند.

۲-۲-آزمودنی‌ها

هدف اولیه این تحقیق، ارائه مدلی برای همه معماران بود. با توجه به محدودیت‌های تحقیق در خصوص انجام آزمون بر روی معماران حرفه‌ای، تصمیم گرفته شد آزمون تحقیق در دانشگاه و در کلاس طرح ۵ برگزار شود. در آزمون پایلوت، در دو ترم مختلف، این آزمون انجام شد؛ اما با توجه به حجم بالای تکالیف در این درس، فرصت کافی برای هماهنگ شدن دانشجویان با روش مدنظر در اختیار نبود. بنابراین با توجه به ویژگی‌های موضوع کلاس‌های طرح و حداکثر هماهنگی با مدل و روش ارائه‌شده، آتلیه طراحی۲ انتخاب شد. مطابق سرفصل وزارت علوم، موضوع این آتلیه، طراحی واحد مسکونی است. بر این اساس، آزمودنی‌ها از میان دانشجویان سال سوم کارشناسی مهندسی معماری دانشگاه آزاد نجف‌آباد در ترم اول سال تحصیلی ۹۶-۹۷ انتخاب شدند. تعداد دانشجویان در جامعه آماری فوق، ۱۸۴ نفر بود. در مجموع این دانشجویان با استفاده از سامانه بر خط، در ۸ آتلیه طرح ۲ ثبت‌نام کردند که به طور میانگین هر آتلیه شامل ۲۳ دانشجو بود. از میان کلاس‌ها، یکی از آنها با ۲۳ دانشجو به عنوان گروه آزمون و دیگری با تعداد ۲۱ نفر به عنوان گروه گواه در نظر گرفته شدند.

۲-۳- پیش آزمون

به منظور مقایسه میان دو کلاس و بررسی تفاوت عملکرد طراحی افراد در زمینه کارکرد بنیادین طراحی، نیاز به انجام پیش‌آزمون بود. بدین منظور نمرات مربوط به دروس مقدمات۱، مقدمات۲ و طرح۱ آنها، مبنای مقایسه دو گروه قرار گرفت. این نمرات، با آزمون آنوا[18] مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده، تفاوت معنی‌داری در نمرات را نشان نمی‌داد که نشان‌دهنده‌ی عدم تفاوت میان گروه‌ها قبل از انجام این آزمایش بود (جدول ۴).

۲-۴- رویه آزمایش

موضوع طراحی دو کلاس یکسان و طراحی یک واحد

جدول ۲-نمونه جدول نیاز .کارکرد برای نیاز به بهداشت در ریز فضای سرویس بهداشتی.

نیازها	برآورده می‌شود با	کارکرد	راهکار طراحی
بهداشت	نظافت	تمیز ماندن سطح	استفاده از مصالح صیقلی (کاشی، سرامیک، سنگ) استفاده از فناوری نانو
	هوای پاک	دفع بو/ هوای تمیز داشتن	جایابی محل دست‌شویی محل مناسب بازشوی دست‌شویی فن و هواکش بوگیر گیاهان مناسب تصفیه‌کننده هوا

www.SID.ir

Archive of SID

مسکونی بود. برای کنترل متغیرهای ممکن و یکسان‌سازی هر چه بیشتر شرایط گروه آزمون و گواه، سایت‌های معرفی‌شده و محدودیت‌های در نظر گرفته‌شده مانند شرایط اعضای خانه‌ها با مشورت اساتید کلاس‌ها یکسان در نظر گرفته شد. میزان ساعات کلاسی و پراکندگی آنها در هفته، امکانات و مکان کلاس‌ها و تجربه اساتید، از دیگر متغیرهای کنترل شده بودند.

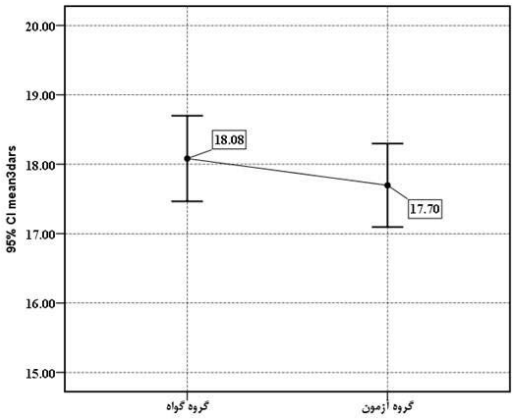
مطابق با طرح آزمایش، گروه گواه به شیوه معمول طراحی کار خود را پیش بردند و گروه آزمون، بر مبنای روش استفاده از کارکردگرایی تریز، که در بخش قبلی توضیح داده شد، به کار طراحی پرداخت. آزمودنی‌ها، از این موضوع که در حال شرکت در آزمون هستند و روش خاصی برای طراحی آنها در نظر گرفته‌شده، بی‌اطلاع بودند.

۲-۵- گردآوری داده‌ها (ارزیابی عملکردی)

برای ارزیابی عملکرد طراحی آزمودنی‌ها، دو گونه روش سنتی و جایگزین وجود دارد. در این تحقیق، از روش ارزیابی عملکردی، از دسته روش‌های ارزیابی جایگزین استفاده شد (سیف، ۱۳۹۲، ۶۰۳-۶۲۱). بر این اساس، ۶ مرحله مربوط به انجام ارزیابی عملکردی، برنامه‌ریزی و انجام شد:

- مشخص کردن خروجی عملکرد: شامل تحویل نقشه‌ها و ماکت در مقیاس مشخص‌شده و پرسپکتیوهای داخلی و خارجی.
- انتخاب کانون توجه ارزیابی: تمرکز بر ارزیابی فراورده طراحی در کارکرد بنیادین.
- انتخاب درجه مناسبی از واقع‌گرایی: انتخاب سایت پروژه در شهر اصفهان، موضوع تمرین ملموس یعنی طراحی واحدی مسکونی و درخواست از دانشجویان برای تهیه سناریوی خود با استفاده از ترکیب افراد حقیقی که می‌شناسند.
- انتخاب موقعیت عملکرد: پروژه تحقیق گسترده.
- انتخاب روش ارزیابی: روش مقیاس درجه‌بندی با استفاده از پرسشنامه بسته پاسخ از نوع ساختاری.
- تعریف نمودن روش مشاهده و ثبت نمره‌گذاری: نمره‌دهی و ارزیابی داوران متخصص با استفاده از طیف لیکرت.

ارزیابی کیفیت فراورده‌ها مستلزم تعیین شاخص‌ها و معیارهای معتبر است. شاخص‌های مختلف استفاده‌شده در تحقیق‌های مختلف (طلیسچی و همکاران، ۱۳۹۱؛ ثقفی و همکاران، ۱۳۹۴؛ کریمی‌مشاور، ۱۳۹۱؛ مسعودی نژاد، ۱۳۹۰؛ ندیمی، ۱۳۸۹؛ مظفر و همکاران، ۱۳۹۶؛ مظفر و همکاران، ۱۳۸۸؛ نازی دیزجی، ۱۳۹۱؛ شکربگی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Anthony, 1991؛ عظیمی، ۱۳۹۲، ۵۹-۶۰)، با توجه به ۴ کارکرد مورد انتظار از طراحی معماری شامل کارکردهای بنیادین، عملی،



نمودار ۱- نمودار ستونی خطا برای نمرات پیش آزمون

جدول ۳- متغیرهای پژوهش.

متغیر مستقل		روش طراحی معماری با استفاده از کارکردگرایی تریز
متغیر وابسته		عملکرد آزمودنی‌ها در کارکرد بنیادین طراحی
متغیر تعدیل‌کننده		جنسیت
متغیر کنترل	کنترل تحقیقی	موضوع طراحی، زمان آتلیه طراحی، محیط آموزشی، سایت پروژه
	کنترل آماری	نمرات قبلی آزمودنی‌ها در دروس مرتبط
متغیر مداخله گر		انگیزه طراح، میزان تلاش و صرف زمان برای طراحی، شخصیت طراح

جدول ۴- خلاصه‌ای از شاخص‌های توصیفی و استنباطی نمرات پیش آزمون در گروه گواه و آزمون

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
				Lower Bound		Upper Bound		
Control group	21	18.08	1.35	29.	17.46	18.69	14.92	20.00
Experimental group	23	17.69	1.39	29.	17.09	18.29	14.28	19.50
Total	44	17.88	1.37	20.	17.46	18.29	14.28	20.00

Test of Homogeneity of Variances		Test of Homogeneity of Means (ANOVA)	
Levene Statistic	Sig.	F	Sig.
.005	.944	.864	.358

www.SID.ir

Archive of SID

شکلی و نمادین (لاوسون، ۱۳۹۲، ۱۲۷-۱۳۱) دسته‌بندی شدند. سپس با توجه به آنها و هدف تحقیق حاضر، یعنی بررسی تأثیر استفاده از رکن کارکردگرایی تریز در عملکرد طراحی افراد مورد آزمون، معیارهای ارزیابی دسته کارکرد بنیادین، مورد توجه قرار گرفت. این معیارها، توسط ۳ نفر از اساتید این حوزه بررسی و تأیید شد. ۳ استاد درس طراحی در یک روز، فراورده طراحی همگی دانشجویان را با توجه به معیارهای فوق و با استفاده از طیف پنج گانه لیکرت ارزیابی نمودند. در طی ارزیابی، داوران با یکدیگر در خصوص نمرات صحبت و مشورت نمی‌کردند.

۲-۶- نحوه تحلیل داده‌ها

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 23 تحلیل شد. از این نرم‌افزار، برای بررسی اعتبار و قابلیت اعتماد ابزار اندازه‌گیری پژوهش، بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت معنادار میان نمرات ارزیابی گروه‌ها، استفاده شد.

۳- داده‌ها و یافته‌های تحقیق

یک ابزار اندازه‌گیری باید استاندارد باشد و از اعتبار و قابلیت اعتماد برخوردار باشد. اعتبار یا روایی پرسشنامه به این معناست که پرسشنامه‌ی مدنظر، مفهوم مورد نظر ما (و نه مفهوم دیگری) را اندازه بگیرد و با توجه به اینکه معیارهای ارزیابی عملکردی از نوع ساختی هستند (و نه از نوع انعکاسی)، بر اساس نظر رویستر «آنچه برای اعتبارسنجی سازه‌های ساختی مورد نیاز است، توافق نظر متخصصان درباره مولفه‌هایی است که لازم است ارزیابی شوند» (قاسمی، ۱۳۹۶، ۱۲۸). به همین منظور، این معیارها ابتدا با مرور ادبیات و نظر متخصصان استخراج شد و سپس نظر سه نفر از اساتید در خصوص اعتبار آنها، مدنظر قرار گرفت.

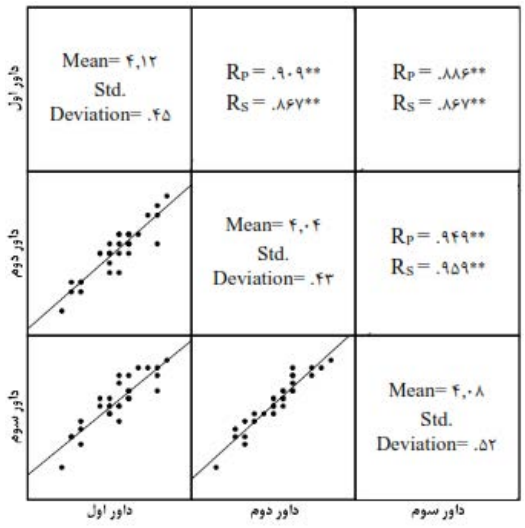
از سوی دیگر، مفهوم قابلیت اعتماد اندازه‌گیری بدین معناست که ابزار مورد نظر، مفهوم مدنظر را به درستی اندازه‌گیری کرده باشد. در این پژوهش، با توجه به اینکه ۳ داور به ارزیابی کار طراحی دانشجویان با استفاده از یک پرسشنامه پرداخته‌اند، میزان توافق آنها در نمرات داده‌شده، نشان از درستی اندازه‌گیری و قابل‌اعتماد بودن ارزیابی انجام‌شده است. برای این منظور، ضریب آلفای کرونباخ به عنوان یکی از ضرایب بررسی قابلیت اعتماد اندازه‌گیری و شاخص ضریب پیرسون[۱۹] که همبستگی نمرات را به صورت خام بررسی می‌کند، و ضریب اسپیرمن[۲۰] که همبستگی رتبه‌ای را بررسی می‌کند، مورد استفاده قرار گرفت. در آزمون‌های فوق انتظار می‌رود ضرایب پیرسون، اسپیرمن و آلفای کرونباخ، اعداد بزرگ‌تر از ۰٫۷ را نشان دهند، که نشان‌دهنده‌ی همبستگی بالای میان نمرات داده‌شده توسط اساتید است. این اطلاعات، در جدول ۵ و نمودار ۲ نشان داده شده است. همان طور که دیده می‌شود این ضرایب به لحاظ آماری در وضعیت مطلوب بوده و قابلیت اعتماد ارزیابی انجام‌شده مورد تأیید است و از میانگین نمرات داده‌شده توسط ۳ داور، می‌توان برای انجام مقایسه مد نظر آزمایش استفاده نمود.

نتایج ارزیابی انجام‌شده توسط ۳ داور، در جدول ۶ نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، میانگین نمرات گروه آزمون بیشتر از میانگین آن در گروه گواه است. با این وجود، هدف از انجام آزمایش حاضر، پاسخ به این سؤال است که آیا میان نمرات ارزیابی گروه گواه و آزمون، تفاوت معناداری وجود دارد یا خیر؟ و برای پاسخ به این پرسش، نیازمند انجام آزمون‌های آماری متناسب هستیم.

پیش از انجام آزمون فرضیه‌ها، باید دقت کرد در مواردی که حجم نمونه کمتر از ۳۰ عدد باشد، بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از اهمیت برخوردار است. برای این کار، از آزمون شاپیرو استفاده شد. در آزمون شاپیرو، به لحاظ آماری انتظار می‌رود فرض صفر، مبنی بر نرمال بودن داده‌ها تأیید شود؛ به همین دلیل Sig > ۰٫۰۵ مطلوب است. همان طور که ضرایب شاپیرو در جدول ۷ و نمودارهای Q-Q Plot نشان می‌دهد، داده‌های

جدول ۵- ضریب آلفای کرونباخ و قابلیت اعتماد ارزیابی کارکرد بنیادین.

Cronbach's Alpha	N of Items
.۹۲	۳



نمودار ۲- نمودار پراکندگی نمرات ۳ داور و شاخص‌های مربوط به آن در کارکرد بنیادین.

جدول ۶- نتایج ارزیابی کارکرد بنیادین توسط داورها.

	نام گروه	میانگین	کمترین	بیشترین
ارزیابی کارکرد بنیادین	گواه	۳,۸۳	۲,۹۴	۴,۳۹
	آزمون	۴,۲۸	۳,۵۶	۵,۰۰

جدول ۷- آزمون شاپیرو جهت اطمینان از نرمال بودن توزیع داده های کارکرد بنیادین

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Control Group	.945	15	.180
Experimental Group	.987	19	.992

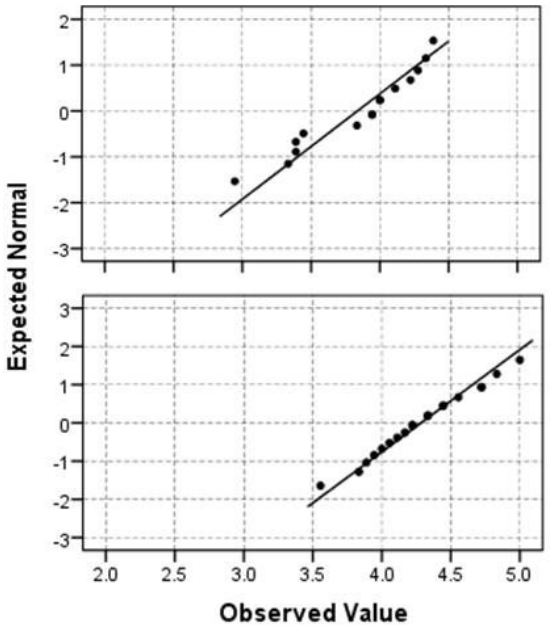
www.SID.ir

Archive of SID

کارکرد بنیادین دارای توزیعی نرمال هستند و برای آزمون آنها می‌توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده کرد.

با توجه به عدم تفاوت معنادار میان توانایی پیشین طراحی آزمودنی‌ها و نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون تجزیه واریانس استفاده می‌شود[۲۱]. برای این کار، از آزمون تجزیه واریانس یک‌راهه استفاده شد. در این آزمون، همگنی واریانس‌ها تعیین‌کننده ضریب مورد استفاده است؛ در مواردی که این همگنی با Sig بزرگ‌تر از ۰٫۰۵ برقرار باشد، از ضریب آنوا و در غیر این صورت از ضریب ولچ[۲۲] استفاده می‌شود. ضرایب به دست آمده که در جدول ۷ آمده است، نشان می‌دهد، در کارکرد بنیادین میان گروه آزمون و گروه گواه، تفاوت معناداری میان نمرات ارزیابی انجام‌شده وجود دارد. به علاوه همانطور که در نمودار ستونی خطا (نمودار ۴) دیده می‌شود، ستون گروه گواه و آزمون دارای هم‌پوشانی بر روی محور عمودی نیستند و این، نشان‌دهنده‌ی معناداری تفاوت میان آنهاست.

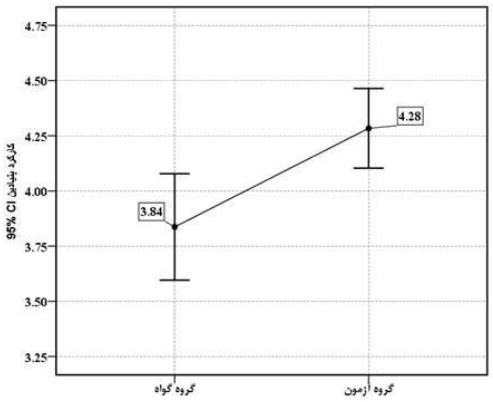
همان‌طور که اشاره شد، فرضیه این تحقیق بدین شرح است که به‌کارگیری رکن کارکردگرایی تریز، با کمک به طراح در فعالیت فرموله کردن، به بهبود توانایی طراحی وی در حوزه کارکرد بنیادین می‌انجامد. برای سنجش توانایی طراحی، از ارزیابی عملکردی آزمودنی‌ها در آتلیه طراحی استفاده شد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که عملکرد دانشجویان گروه آزمون در کارکرد بنیادین، برتری معناداری نسبت به گروه گواه دارد و این به معنای تأیید فرضیه پژوهش و کارآمدی استفاده از کارکردگرایی تریز در فرایند طراحی آزمودنی‌ها است.



نمودار ۳- نمودار Q-Q Plot برای نمرات کارکردبنیادین.

جدول ۸- نتایج آزمون واریانس و ضرایب مربوط به آن.

۴۳۶.	همگنی واریانس‌های لوین	
.۰۰۳	آنوا	تحلیل واریانس
-	ولچ	



نمودار ۴- نمودار ستونی خطا برای کارکرد بنیادین.

نتیجه

در جهانی که ما در آن زندگی می‌کنیم، دانش به سرعت در حال پیشرفت و به‌روز شدن است، به همین علت، داشتن دانش در یک حیطه خاص نمی‌تواند کافی و پاسخگوی شرایط مختلف باشد. در چنین شرایطی، معماران نیز باید خود را در برابر مسائل مختلف و جدید تجهیز کرده و توانایی برخورد خود با مسائل غیراستاندارد مانند طراحی معماری را بالا ببرند. در حوزه‌های مختلف مانند معماری، شاهد ۲ دسته دانش و تکنیک هستیم: مواردی که مربوط به معماری می‌شود و مواردی که مستقل از دانش معماری است. دسته دوم که شامل مواردی مانند تکنیک‌ها و روش‌های خلاقیت و حل مسئله است، در حوزه طراحی معماری مغفول مانده است. در این حوزه، یکی از به‌روزترین و جامع‌ترین موارد، تئوری تریز است.

تئوری تریز در طی سال‌های اخیر دارای رشد گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف از جمله معماری بوده است. با این وجود هیچ یک از تحقیقات انجام‌شده به این سؤال که چگونه می‌توان در طراحی معماری از تئوری تریز استفاده نمود، پاسخ نگفته‌اند. به عبارت دیگر، عدم وجود روش مشخصی برای استفاده از تریز در طی فرایند معماری در تحقیقات موجود به چشم می‌خورد. پژوهش حاضر، تلاشی برای حرکت به سوی پر کردن این خلأ است.

مدل‌های مختلف ارائه‌شده از فرایند طراحی با وجود تفاوت‌های ظاهری، دارای ۳ وجه مشترک در خود هستند: همگی این مدل‌ها به سه عمل تحلیل، ترکیب و ارزیابی در فرایند خود اشاره داشتند. در این میان تحلیل در ابتدای مسیر طراحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این بخش که در تعامل با فعالیت فرموله‌کردن است، به دنبال ساختاربخشی و فهم درست از مسئله طراحی است. اهمیت فهم درست مسئله، نیاز به استفاده از تکنیک‌ها و

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌هایی که بتواند در این حیطه مفید باشد را، دوچندان می‌کند.

تئوری تریز دارای بخش‌های مختلفی مانند مدل‌ها، ابزارها و ارکان است. با پیدایش و رشد این تئوری، نه تنها تکنولوژی‌های حل مسئله بلکه متدولوژی‌های شناخت و گسترش مسئله نیز دچار تغییر و تحول شدند. فرموله‌کردن مسئله در تریز تحت مفهوم کارکردگرایی مطرح شده است. کارکرد، کاری است که برای برآوردن نیاز و خواسته‌ای آن را انجام می‌دهیم. کارکرد، هدف از فعالیت است و برای تحقق آن می‌توان ایده‌های مختلفی داد. کارکردگرایی تریز، از حل کننده مسئله می‌خواهد که رویکرد انعطاف‌پذیری بر شیوه نگاه خود برای حل مسئله مورد نظر اتخاذ کند. با توجه به ماهیت مفهوم کارکردگرایی تریز و فعالیت تحلیل و فرموله‌کردن مسئله از یک سو و کارکرد بنیادین طراحی از سوی دیگر، این مفاهیم را در تعامل با یکدیگر قرار می‌دهد. به همین دلیل، از کارکردگرایی تریز با استفاده از روش اسم-فعل در فعالیت فرموله‌کردن طراحی استفاده شد. این کار در یک پژوهش شبه‌آزمایشی با گروه گواه و آزمون استفاده شد و تأثیر استفاده از آن بر عملکرد طراحی آزمودنی‌ها در کارکرد بنیادین مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج نشان داد نمرات ارزیابی عملکردی گروه آزمون، به طور معناداری از گروه گواه بیشتر است. به این ترتیب، رکن و مفهوم کارکردگرایی تریز با کمک به فعالیت و توانایی فرموله‌کردن طراحی، که یکی از بنیادی‌ترین فعالیت‌ها در طراحی است، به طراح کمک می‌کند تا عملکرد طراحی خود را در زمینه کارکرد بنیادین ارتقا دهد.

پی‌نوشت‌ها

1 Design Research.

2 TRIZ.

3 Genrikh Saulovich Altshuller.

4 Systematic Innovation.

5 Non-Standard.

۶ ماتریس تضاد طی دهه ۵۰ و ۶۰ میلادی شکل گرفت و اوایل سال‌های ۷۰، جایگاه ویژه‌ای در دانش تریز یافت. با این وجود، دارای مزایا و معایبی بود که بیان آنها در این نوشتار نمی‌گنجد. همانطور که مترجمان کتاب ۴۰ *اصل شاه کلیدی تریز برای نوآوری*، به آن اشاره کرده اند، نکته حائز اهمیت در مورد این ماتریس این است که ماتریس تضاد تنها یکی از ابزارهای معرفی‌شده در تریز است و نباید آن را معادل همه تریز دانست.

7 Pillar.

۸ دو مفهوم مهندسی ارزش و تریز، به طور موازی در آمریکا و روسیه شروع به رشد کرد. جانمایه اصلی مهندسی ارزش بر کارکرد بنا شده است که فصل مشترک آن با تریز را تشکیل می‌دهد. در متدولوژی QFD (تسری کارکردها به کیفیت: Quality Function Deployment) هم که در اروپا و ژاپن و آمریکا استفاده شده است، کارکرد نقش کلیدی دارد.

9 Useful Function.

10 Harmful Function.

11 Initial Problem.

12 Most Useful Function یا MUF.

13 Verb-Noun Model.

۱۴ مانند نیاز به پیوند خوردن دو چیز به هم. این نیاز اگر در مورد دو قطعه‌ی جامد باشد، در دانش مکانیک راه‌حل‌هایی مانند جوش، پیچ، میخ و مواردی از این دست، برایش شناخته شده است. اگر به دانش شیمی رجوع شود، چسب نیز راه‌حل دیگری است. اگر این نیاز در مورد دو ماده با ماهیت مایع یا گاز باشد یا حتی دو انسان، در زمینه‌های دیگر دانش، مانند روان‌شناسی یا معماری، راه‌حل‌های دیگری هم برای آن توسعه داده شده است.

۱۵ فرموله کردن، بازنمایی کردن، حرکت کردن، ارزیابی کردن و مدیریت کردن، ۵ فعالیت و مهارت در فرایند طراحی است.

۱۶ Required Function. در متون فارسی مربوط به معماری این واژه عملکرد مورد نیاز ترجمه شده است.

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

۱۸تجزیه واریانس یک‌راهه- One Way ANOVA.

19 Pearson.

20 Spearman.

۲۱ با این وجود به منظور اطمینان بیشتر، آزمون کوواریانس و پیش‌فرض‌های مورد نیاز آن نیز انجام گرفت. آزمون کوواریانس، بخشی از واریانس موجود در نمرات پس‌آزمون را که می‌تواند تحت تاثیر شرایط اولیه آزمودنی‌ها باشد (در اینجا توانایی پیشین طراحی آزمودنی‌ها که نمرات پیش‌آزمون، منعکس‌کننده آن است)، از تحلیل کنار می‌گذارد و تنها بر واریانسی متمرکز می‌شود که تحت تاثیر روش این پژوهش باشد. نتایج بدست آمده، تاییدکننده نتایج آزمون واریانس بود و نشان داد که میان گروه آزمون و گواه تفاوت معناداری میان نمرات پس آزمون وجود دارد.

22 Welch.

فهرست منابع

آلتشولر، گنریش (۱۳۸۵)، *۴۰ اصل: شاه‌کلیدهای تریز برای نوآوری*، ترجمه کریمی، محمود و میرخانی، سیده نونا، رسا، تهران.

پارک، ریچارد (۱۳۸۹)، *مهندسی ارزش: طرح و برنامه‌ریزی برای ابداع*، ترجمه کشفیان ریحانی، سید مرتضی، جهاد دانشگاهی، تهران.

ترنینکو، جان؛ زوسمن، آلا و زلاتین، بوریس (۱۳۸۰)، *TRIZ نوآوری نظام‌یافته*، ترجمه جعفری، مصطفی، فهیمی، امیرحسین، مورعی، رضا و اصولی، سید حسین، رسا، تهران.

ثقفی، محمودرضا؛ مظفر، فرهنگ و موسوی، سیدمحسن (۱۳۹۴)، بررسی تأثیر روش آموزش مشارکت مستقیم استاد و دانشجو بر فرایند یادگیری در درس مقدمات طراحی معماری۱، *نشریه مرمت و معماری ایران*، شماره ۱۰، صص ۷۹-۹۰.

سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس و حجازی، الهه (۱۳۹۳)، *روش‌های تحقیق در علوم رفتاری*، آگه، تهران.

سیف، علی‌اکبر (۱۳۹۲)، *روانشناسی پرورشی نوین روانشناسی یادگیری و آموزش*، دوران، تهران.

شکربگی، بهروز و دژدار، امید (۱۳۹۳)، *تحلیلی بر چگونگی ارزیابی طرح‌های معماری در نظام آموزشی ایران (نمونه موردی: دانشکده‌های هنر و معماری دانشگاه بوعلی و آزاد همدان)*، پنجمین همایش آموزش معماری، دانشگاه تهران، تهران.

طلیسچی، غلامرضا (۱۳۸۸)، *پرورش خبرگی طراحی معماری*، پایان‌نامه دکتری معماری، دانشگاه تهران، تهران.

طلیسچی، غلامرضا؛ ایزدی، عباسعلی و عینی‌فر، علیرضا (۱۳۹۱)، پرورش توانایی طراحی طراحان مبتدی معماری؛ طراحی، کار بست و آزمون یک محیط یادگیری سازنده گرا، *هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی*، دوره ۱۷، شماره ۴، صص ۱۷-۲۸.

عظیمی، مریم (۱۳۹۲)، *روش طراحی معنا، خیال، معماری با بهره‌گیری*

www.SID.ir

Archive of SID

از تفکر ناخودآگاه، پایان‌نامه دکتری معماری، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

فیضی، محسن و خاک‌زند، مهدی (۱۳۸۷)، فرایند طراحی معماری منظر، از گذشته تا امروز، *باغ نظر*، شماره ۵، صص ۶۵-۸۰.

قاسمی، وحید (۱۳۹۶)، *مدل‌سازی با رویکرد پی ال اس برای پژوهشگران اجتماعی*، دانشگاه اصفهان، اصفهان.

کریمی، محمود (۱۳۸۴)، *بهبود بی‌تردید: آموزش کاربردی مهندسی ارزش*، رسا، تهران.

کریمی مشاور، مهرداد (۱۳۹۱)، رابطه سبک‌های یادگیری و عملکرد دانشجویان در کارگاه طراحی معماری، *باغ نظر*، شماره ۲۰، صص ۳-۱۲.

گال، مردیت؛ بورگ، والتر و گال، جویس (۱۳۹۰)، *روش‌های تحقیق کمی و کیفی در علوم تربیتی و روانشناسی*، ترجمه نصر، احمدرضا، عریضی، حمیدرضا، ابوالقاسمی، محمود، پاک‌سرشت، محمدجعفر، کیامنش، علیرضا، باقری، خسرو، خیر، محمد، شهنی ییلاق، منیجه و خسروی، زهره، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

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

محمودی، سیدامیرسعید (۱۳۸۳)، تفکر در طراحی- معرفی الگوی تفکر تعاملی در آموزش طراحی، *هنرهای زیبا*، شماره ۲۰، صص ۲۷-۳۶.

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

مظفر، فرهنگ؛ خاک زند، مهدی؛ چنگیز، فهمیه و فرشادفر، لیلا (۱۳۸۸)، معماری گروهی حلقه مفقوده در آموزش طراحی معماری، *فناوری آموزش*، شماره ۴، صص ۳۳۷-۳۴۹.

مظفر، فرهنگ؛ وحید، قاسمی و کیان‌ارثی، منصوره (۱۳۹۶)، ارتقا آموزش طراحی معماری پایه بر اساس مؤلفه‌های خود تنظیمی یادگیری در آتلیه‌های طراحی، مدیریت شهری، شماره ۴۷، صص ۴۱۵-۴۳۲.

نازی دیزجی، سجاد (۱۳۹۱)، بررسی رابطه هوش هیجانی و مهارت‌های طراحی در دانشجویان معماری، *فناوری آموزش*، شماره ۷، صص ۹-۱۹.

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

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

Cascini, G; Jantschgi, J; Khomenko, N; Murashkovska, I; Sokol, A & Tomasi, F (2008), *TETRIS: Teaching TRIZ at School-Meeting*, Education and Culture DG, Florance.

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), pp. 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 Long-wave Infrared Pass, *Journal of Bionic Engineering*, 5(1), pp. 55-66.

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

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

Dorst, Door Kees (1997), *Describing Design-A comparison of paradigm*, TU Delft, Delft University of Technology, Holland.

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.

Hipple, Jack (2012), *The Ideal Result: What it is and how to Achieve it*, Springer, United States.

Khomenko, Nikolai & Ashtiani, Mansour (2007), *Classical TRIZ and OTSM as scientific theoretical background for non-typical problem solving instruments*, ETRIA Future, Frankfurt.

Khomenko, Nikolai & Guio, Roland De (2007), *OTSM Network of Problems for representing and analyzing problem situations with computer support*, Trends in Computer Aided Innovation, Springer, Boston

Khomenko, Nikolai (2010), General Theory on Powerful Thinking (OTSM): digest of evolution, theoretical background, tools for practice and some domain of application, *Paper presented at the 6th TRIZ Symposium Tokyo*, Japan.

Kiatake, Marly & Petreche, João Roberto Diego (2012), A case study on the application of the theory of inventive problem solving in architecture, *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), pp. 90-102.

Kucharavy, Dmitry (2010), *Use of Science & Technology information (databases) within TRIZ-process of inventive problem solving*, INSA strasbourg, France.

Lawson, Bryan & Dorst, Kees (2013), *Design expertise*, Routledge, London.

Mann, DL (2000), The Four Pillars of TRIZ, In *invited paper at Engineering Design Conference*, Brunel.

Mann, Darrell L & Cathain, Conall Ó (2001), Computer-based TRIZ—Systematic Innovation Methods for Architecture, In *Computer Aided Architectural Design Futures*, pp. 561-575, Springer, Dordrecht.

Mann, Darrell, & Cathain, Conall Ó (2005), Using TRIZ in Architecture: First Steps, *Paper presented at the International Design Congress*, National Yunlin University of Science and Technology, Taiwan.

McMillan, James H & Schumacher, Sally (1984), Research in education: A conceptual introduction, Little, Brown.

Najari, Amirabbas; Barth, Marc & Sonntag, Michel (2015), A novel approach to Architectural Problem Space Framing using TRIZ-based Contradiction Approach, *Procedia Engineering*, 131, pp. 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, pp. 119-124.

Nazidizaji, 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*, pp 519-534.

Nazidizaji, Sajjad; Tomé, Ana & Regateiro, Francisco (2014b), Parameters and Contradictions in Indoor Accessibility Problems, *Procedia CIRP*, pp. 81-86.

Nazidizaji, Sajjad; Tome, Ana & Regateiro, Francisco (2015), Modelling design problems by Su-Field method—toward a problem solving approach in architectural design studio, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, pp. 2022-2031.

Padmanabhan, K. K (2013), Study on increasing wind power in buildings using TRIZ Tool in urban areas, *Energy and Buildings*, 61, pp. 344-348.

Pugh, Stuart (1991), *Total design: integrated methods for successful product engineering*, Wokingham, Addison.

Rantanen, Kalevi & Domb, Ellen (2002), *Simplified TRIZ: new problem solving applications for engineers and manufacturing professionals*, CRC press LLC, United States.

Van Aken, Joan Ernst (2005), Valid knowledge for the professional design of large and complex design processes, *Design Studies*, 26(4), pp. 379-404.

www.SID.ir

Archive of SID

Using TRIZ Functionality in Architectural Design Process*

Mahsa Jabalameli[1], Farhang Mozaffar[**2], Mahmoud Karimi[3], Vahid Ghasemi[4]

[1]Ph.D. Candidate, Faculty of Architecture & Urban Design, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran,

[2] Associate Professor, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

[3]Faculty Member, Sarira Business School, Tehran, Iran.

[4] Associate Professor, Department of Social Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

(Received 12 Aug 2018, Accepted 16 Oct 2018)

Designing has always been an important challenge for humans to overcome to dominate the environment. Meanwhile in some domains design has found a special position and turned into a professional work. Architecture, which is a combination of engineering and art, is one of these domains. The complexity of design problems and the science behind it is increasing. Therefore, to carry out an effective and efficient design, it is necessary to utilize design techniques. Design techniques are divided into two groups: discipline-dependent techniques and knowledge such as hydraulics, thermodynamics, aesthetics and static and discipline-independent techniques that relate directly to design activities and can be applied to any product or technology such as tools for performing analysis, synthesis and decision- making. This paper focuses on the techniques and methods of creativity and innovation in the latter category. One of the latest and comprehensive techniques in this area is TRIZ theory. TRIZ theory development in the architecture field is growing nowadays. However, the question of how to use TRIZ theory in design process remains unanswered. The aim of this article is to address this gap by exploring a method that can potentially help architecture use TRIZ in the architectural design process. For this purpose, we studied the related texts and analysed the relation between them. Both TRIZ and architectural design process comprise of many different elements. TRIZ includes several elements including pillars, models, and tools. We focused on pillars of TRIZ, which is one of the fundamental parts of it. TRIZ pillars are included Functionality, Ideality, Contradiction, and Resource. Most of the times we fail to solve a problem because of solving a wrong problem until a wrong answer to a correct problem; so knowing the problems and its root is very important. On the other hand, according to the assortment of Lawson four function of architecture are the radical constraint, practical constraint, formal constraint and symbolic constraint. TRIZ Functionality could help the architecture designer in formulating skill and improve their performance in the radical constraint of design by helping them in achieving the foundation of the problem. The method is implemented and tested through a quasi-experimental pre-test – post-test control group design. The design method is the independent variable, and students' design ability in radical constraint is the dependent variable of our research. The experiment was conducted during the academic year in the Architectural Design Studio 2 in the undergraduate program of architecture in Najafabad University. The dependent variable was measured by students' design performance. Towards that goal, a panel of judges composed of educators of architecture ranked qualities of students' design based on the goal of the research. Data analysis was carried out by means of Variance test to see if a statistically significant difference existed between the two groups. The findings show that the design performance of the test group is better than the control group in radical constraint, and the difference is statistically significant. Consequently, using TRIZ Functionality in architectural design could help the designer in formulating skill and have a positive effect on student's design ability.

Keywords: Architectural Design Process, TRIZ Theory, TRIZ in Architecture, TRIZ Pillars, TRIZ Functionality, Innovation in Architectural Design.

*This article is extracted of the first author`s Ph.D. Dissertation, entitled: "TRIZ in Architecture Design, Presenting Architectural Design Method, Using TRIZ Theory" under supervision of second author and consulting of other authors.

**Corresponding Author: Tel: (+98-912) 7617655, Fax: (+98-31) 32286566, E-mail: f.mozaffar@aui.ac.ir.

www.SID.ir