

کنکاش نظریه معماری سازه‌پذیر با استفاده از نظریه پردازي داده‌بنیاد*

مریم قربان‌زاده^۱ - محمود گلابچی^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری فناوری معماری، دانشکده معماری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
 ۲. استاد گروه فناوری معماری، دانشکده معماری، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۰ تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۱/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۱/۰۱ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۳/۳۱

چکیده

به منظور تلفیق و هماهنگی سازه و معماری در آفرینش معماری سازه‌پذیر، سوال اساسی این است که آیا می‌توان عوامل تاثیرگذار در این معماری و جایگاه هر یک از این عوامل را شناسایی نمود؟ بدین منظور در این مقاله کنکاش نظریه معماری سازه‌پذیر" با استفاده از روش پژوهش نظریه‌پردازي داده بنیاد، به منظور روشن شدن شرایط علی، شرایط مداخله‌گر، شرایط زمینه، راهبرد و پیامد معماری سازه‌پذیر دنبال می‌شود. نتیجه مستخرج از این مقاله نشان می‌دهد که برای طراحی معماری سازه‌پذیر، حصول شرایط علی با خصیصه‌هایی نظیر علم‌گرایی و خرد نقادانه، رویکرد اساسی می‌باشد. همچنین شرایط مداخله‌گر در این معماری، زمینه تکنیکی شامل؛ توان اجرایی، مسائل اقتصادی، زمین و همجواری‌ها، کاربری بنا، بوم و هویت بومی و اقلیم، فرهنگ و هماهنگی با زمانه و مقیاس بنا هستند که بر شرایط زمینه یا صفات تکنیکی در سه حوزه عملکردی، کالبدی و معنایی اثر مداخله‌ای دارند. این صفات در ۱۸ خصیصه (نظیر: هوشمندی، ایمنی، انعطاف‌پذیری، استحکام و تعادل، بهینه بودن، توجه به جزئیات، تعریف فضا، الهام از طبیعت، توجه به نیازهای پس از بهره‌برداری، وحدت، ترکیب با زمینه، تراش نیرویی و فرم بهینه، هندسه، تناسب با مقیاس، پیام‌دهندگی، زیبایی، سازگاری و پایداری) می‌گنجد. راهبرد معماری سازه‌پذیر منتج از مقاله در دو بخش بررسی و اقدام دسته‌بندی می‌شود. در بررسی تکنیکی و مقوله‌های تحلیل و تصمیم، طراح ملزم به توجه به معماری بومی و معماری اکوتک می‌باشد و در اقدام تکنیکی، استفاده از پداگوژی سازگرا در آموزش معماری سازه‌پذیر با مولفه‌های متعدد نظیر الگوی اکتشافی و تفکر انتقادی و خلاق الزامی است. پیامد بهره‌مندی از معماری سازه‌پذیر در مولفه‌های متعدد نظیر ارتقای آرامش و آسایش در محیط زندگی است.

واژگان کلیدی: نظریه معماری سازه‌پذیر، رویکرد تکنیکی، زمینه تکنیکی، صفات تکنیکی، اقدام تکنیکی، پداگوژی سازگرا.

* این مقاله بر گرفته از بخشی از مطالعات رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «کاربست فرایند طراحی معماری سازه‌پذیر در محیط یادگیری سازگرا» می‌باشد که با راهنمایی نویسنده دوم در دانشگاه تهران در حال انجام است.

** E-mail: golabchi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

اغلب معماران معاصر به دلیل اصرار بر استفاده از شهود^۱ در طراحی، از قابلیت‌های سازه و الزامات آن در ایجاد انگاره‌های معماری غفلت می‌ورزند و طراحی معماری را آفرینشی نظری می‌دانند، حال آن‌که معماری اثبات‌گرایانه در کنار معماری نظریه‌گرایانه یکی دیگر از شیوه‌های رایج و متضمن پرداختن به مولفه‌های متعدد اولیه در طراحی معماری است. در معماری اثبات‌گرایانه طراحی فرایندی است در برگیرنده اجزای متعدد که لازم است در رسیدن به طرح بهینه، به همه آن‌ها توجه گردد. مقصود از معماری اثبات‌گرایانه تاکید بر نظریه‌های اثباتی^۲ در طراحی و تحلیل معماری است. در نظریه‌های اثباتی تلاش می‌گردد از جهت‌گیری بر مبنای نظر شخصی جلوگیری شود و با توجه به روش‌های علمی روند پژوهش یا طراحی طی گردد (Lang 2014, 20-22). در حال حاضر آموزش معماری، دانشجویان را به سمت طراحی فرایندی و اثبات‌گرایانه سوق نمی‌دهد. زمانی آموزش به صورت صحیح انجام می‌گیرد که یادگیری معنادار و کاربردی جهت افزایش مهارت و توانایی صورت پذیرفته باشد و این مساله با یادگیری مهارت محور در آتلیه معماری ممکن خواهد شد (Salama 2005).

چگونگی آموزش سازه به دانشجویان معماری در قالب طراحی اثبات‌گرایانه بایستی مورد توجه موسسات آموزشی قرار گیرد و برنامه درسی^۳ باید به گونه‌ای بازنگری شود که معماری را به معماری همگام با سازه نزدیک نماید. به این نوع معماری که به سازه دیدی پذیرنده دارد، "معماری سازه‌پذیر"^۴ گفته می‌شود. در معماری سازه‌پذیر، سازه و معماری از ابتدای فرایند طراحی معماری در تعامل با یکدیگرند. بدیهی است شناسایی فرایند طراحی معماری سازه‌پذیر، نیاز به شناخت دقیق اصول آن دارد. هر چند اکثر معماران و مهندسان با تجربه از این اصول تا حدودی مطلع هستند اما به نظر می‌رسد کنکاش "نظریه معماری سازه‌پذیر"^۵ و تدوین دقیق آن، می‌تواند نقش مهمی در شناخت هر چه بیش‌تر این نوع معماری به ویژه به منظور اصلاح برنامه آموزشی معماری ایفا نماید. این نظریه باید شامل شرایط علی، شرایط زمینه، شرایط مداخله‌گر، راهبرد و پیامد معماری سازه‌پذیر باشد که در این مقاله با استفاده از روش "نظریه‌پردازی داده‌بنیاد"^۶ حاصل می‌گردد.

۱-۲- نحوه ارتباط سازه و معماری با تاکید بر نقش‌های سازه در معماری سازه‌پذیر^۷

فقدان رابطه مناسب میان سازه و معماری مشکلات فراوانی را به دلایل گوناگون نظیر توجه بیش از حد به سازه و فارغ شدن از معماری یا توجه نکردن به الزامات سازه‌ای در تعیین فرم و فضا سبب می‌شود (Golabchi and Amiri 2017). چارلسون (۲۰۱۲)، تنوع ارتباط

بین فرم معماری و فرم سازه را در سه ویژگی "تلفیق، هماهنگی و تضاد" دانسته و به پاسخگو بودن سازه به فرم معماری و توجه به برنامه اشاره دارد (Charleson 2012). مک دونالد (۲۰۱۳) نیز نسبت‌هایی را میان طراحی فرم معماری و فرم سازه در قالب چهار گروه "چشم‌پوشی از سازه، پذیرش سازه، نمادگرایی سازه و تعالی سازه" می‌داند (Macdonald 2013, 25). از نظر وی سازه از ابتدای فرایند طراحی معماری باید در راس کار قرار گیرد و ضمن توجه به اصول ایستایی به عملکرد نیز توجه داشته و فرم مقاوم و زیبا ایجاد نماید (Ibid). در مجموع سازه می‌تواند با نقش‌هایی که در معماری بر عهده می‌گیرد در سه حیطه کالبد، عملکرد و معنای معماری موثر باشد. سازه و شیوه عمل آن نقش اصلی در پدید آوردن فرم و کالبد معماری دارد و این نقش را از طریق نیروهایی شکل می‌دهد که در تلاش هستند فرم را تراش داده و ساختار پایداری ایجاد نمایند. بنابراین منظور از عملکرد سازه در معماری توجه به تراش نیرویی یا مسیر نیرو است^۸. عالمی و دیگران (۱۳۹۵) اشاره می‌کنند: "در سازه با عملکرد صحیح فرم دارای نظمی هندسی برای انتقال و جریان نیروهاست و بدین شکل معماری همراه با سازه هم ایستا و مطمئن است و هم فرم زیبایی دارد" (Alami, Purdeihimi, and Faridani 2016, 137). در حوزه معنایی نیز با به‌کارگیری تدابیر خاص در اجزا سازه امکان بیان احساسات هنری را ممکن می‌گردد (Baker 1996). جدول ۱ نقش‌های با اهمیت سازه در معماری سازه‌پذیر را بر اساس نظرات متخصصان این موضوع نشان می‌دهد.

بنابراین مقصود از معماری سازه‌پذیر؛ معماری تکتونیک^۹ است که در آن سازه از مرحله خلق ایده، در ایجاد کالبد، عملکرد و معنای معماری حضور دارد. به عنوان مثال معماری در آثار رنزو پیانو^{۱۰} و نورمن فاستر^{۱۱}. تکتونیک نوعی معماری را مورد تاکید قرار می‌دهد که در کنار زیبایی می‌تواند مفید باشند و بنابراین هنر کاربردی را شکل دهند (Baghaci 2009). زمانی که کانسپت سازه‌ای اثر از طریق ساختن، شکل اجرایی به خود می‌گیرد، نتیجه بصری این وجه از کانسپت کلی اثر از طریق کیفیت‌های بیانی‌ای که به وضوح با بازی نیروها سر و کار دارند به منصفه ظهور می‌رسد، اما این کیفیت‌ها را نه می‌توان با واژه ساختن و نه با واژه سازه توصیف کرد، چرا که این کیفیت‌ها بیانی از مناسبات فرم با نیرو را وضع می‌کنند، در واقع فاکتور استحکام و زیبایی از هماهنگی سازه و معماری در یک اثر معماری خلق خواهد شد (Rezaei and Hoseini 2015). بنا بر آن‌چه بیان گردید؛ معماری سازه‌پذیر، معماری در هماهنگی با سازه و معماری پذیرنده سازه است. این معماری دارای معیارها و اصولی است که در این مقاله با تدقیق آن‌ها با استفاده از روش نظریه‌پردازی داده بنیاد، نظریه معماری سازه‌پذیر استخراج می‌گردد.

جدول ۱: نقش‌های با اهمیت سازه در معماری سازه‌پذیر

نقش سازه در معماری	محدوده‌ی ماموریت	شناخت مفهومی
حوزه کالبدی	توازن نیروهای شکل‌دهنده فرم تراش نیرویی ایجاد ریتم و تکرار و هارمونی	سازه و الزامات و ضروریات آن باعث شکل‌گیری فرم می‌شوند (Alami, Purdeihimi, Faridani 2016). فرشاد (Farshad 1974). آلن (Allen et al. 2011). فرای اتو و بودو راش (2001) فرم‌هایی که بر اساس نیروهای طبیعی بهینه می‌شوند را مطالعه می‌کنند (Otto and Rasch 2001). ماریو سالوادوری (1980) به تبیین نقش و جایگاه سازه در معماری و تأثیر مفاهیم پایه در تصمیم‌گیری‌های سازه‌ای می‌پردازد (Salvadori 2000).
تعریف فضا	تعریف و تفکیک حوزه فضایی ایجاد یا تأکید بر سیرکولاسیون ترکیب‌بندی و مدولاسیون ایجاد ریتم و تکرار و هارمونی	سازه اساس زیربنایی و ساختاری فضای داخلی محسوب می‌شود (Ching 2009). سازه را می‌توان به منظور تعریف فضا، ساخت مسکن، ایجاد ارتباط بین فضاهای معماری و گردش افراد در فضاها، ایجاد حرکت، گسترش ترکیب احجام یا پیمون‌بندی به کار گرفت (Clark and Pause 2003). همچنین سازه در اصول نظام‌دهنده فضا با ایجاد ریتم و تکرار، هارمونی و تضاد نقش تعیین‌کننده‌ای دارد و امکان باز بودن فضاها و تقسیم فضای داخلی را ممکن می‌سازد (Javaherian 2007).
استحکام	جریان مطمئن و روان نیرو پایداری و پایداری هندسی و درونی و تعادل	سازه سودمند همان سازه بهینه است که فرم خود را بر اثر تراش نیرویی به دست آورده است. پایداری به معنی مقاومت ساختمان در مقابل واژگونی است و پایداری هندسی در ارتباط با تعداد و انواع اتصالات و پایداری درونی به مفهوم تحمل باربری ذرات مادی جسم تحت تأثیر نیروهاست. تعادل به معنی وضعیت عدم حرکت و سکون در کل و اجزای ساختمان است (Salvadori 2000, 41).
حوزه عملکردی	تامین آسایش	نقش سازه در تامین آسایش در توجه به مسائل اقلیمی نظیر انتخاب مصالح و ساختار مناسب اقلیم و نیز در قابلیت تطابق با محیط که می‌تواند به مدد انعطاف‌پذیری و درجات بالاتر هوشمندی صورت پذیرد، می‌گنجد. سازه علاوه بر تامین پوسته‌های جداکننده بنا، فضاهای داخل را از محیط بیرون جدا نموده، ایزولاسیون مناسب را جهت مهیا کردن شرایط آسایشی در فضای داخلی فراهم می‌نماید.
تامین آرامش	جزئیات اجرایی مناسب مصالح بهینه و تعدیل نور	آرامش ساکنین هر بنا با اطمینان خاطر از جزئیات اجرایی سازه اعم از مصالح بهینه، اتصالات صحیح، کیفیت نور ورودی، جزئیات دیوارها، کیفیت کفسازی و غیره گره می‌خورد (Charleson 2012).
اجرایی	ایجاد امکان ساخت	سازه می‌تواند معماری را از مرحله کانسپت و ایده به فضای واقعی بدل نماید (Meiss 1992).
اقتصادی	استفاده بهینه از مصالح و افزایش سرعت ساخت و توجه به اقتصاد	علت پیدایش و شکل‌گیری نظام‌های سازه‌ای، سهولت حمل نیروها، استفاد بهینه از مصالح و توجه به مسائل اقتصادی است (Salvadori 2000, 41).
پایداری	بایونیک و حفظ محیط زیست	معماری با سازه سازگار با طبیعت معماری پایداری به وجود می‌آورد که می‌تواند بسیاری از معضلات کنونی ساختمان را در زمینه زیانباری برای محیط زیست پایان دهد.

توجه به فاکتورهای زیبایی؛ القای معانی و احساسات و بیان مفاهیم هنری-ایدئولوژیکی؛ انتقال پیام؛ اندازه مناسب؛ ترکیب‌های متنوع؛ تناسبات و مقیاس فضا؛ بومی‌سازی و هویت‌بخشی

حوزه معنایی

در تمدن‌های آغازین، ستون‌ها در آراستگی و القای معانی و احساسات به کار گرفته شدند و با استقرار در جهات مختلف و به‌کارگیری خصوصیتی چون حجم، وزن و اندازه، جنس، نقش و فاصله قرارگیری آن‌ها نسبت به یکدیگر، توانایی بیان مفاهیم هنری-ایدئولوژیکی یا حتی جهان بینی خاصی را ممکن نمودند (Javaherian 2007). فرم سازه‌ای، خلق زیبایی از طریق تراش و اندازه مناسب، به منظور تسهیل جریان نیرو در یک نظام سازه‌ای است (Salvadori 2000, 41). در معماری مدرن و بعد از آن امکان خلق و ترکیب حجم‌های خالص و ناخالص با هندسه متفاوت، ایجاد فرم‌های بدیع، تفکیک عملکردها و تحقق زبان زیبایی‌شناسی خاص خود به کمک سازه میسر گردید و قابلیت آن در ارائه ترکیب‌های متنوع پلانی-حجمی و نمای ساختمان باعث شد تا به عنوان عنصر تاثیرگذار از عناصر معماری در ارزیابی زیبانشناسانه آثار معماری قرار گیرد. تاثیر سازه بر ذهن شدیداً به تناسبات آن بستگی دارد. ابعاد و تناسبات سازه به طور مستقیم به وظایفی که در تحمل بار دارد مربوط است و علاوه بر این می‌تواند نمایانگر اندازه و مقیاس فضایی باشد که در حصر آن سهیم است (Baghaei 2001).

۲. روش پژوهش

نظریه داده‌بنیاد^{۱۲} نظریه‌ای است که در قالب یک الگوی کدگذاری محوری بر اساس مدل پارادایم «استراوس و کوربین^{۱۳}» ارائه می‌شود. این مدل در شکل ۱ دیده می‌شود. در این نظریه، ابتدا پژوهشگران پدیده اصلی را در مرکز فرآیندی که در حال بررسی آن بوده‌اند، قرار داده و سپس مقوله‌های به دست آمده را به آن ربط می‌دهند. این مقوله‌ها عبارت‌اند از: "شرایط علی یا زمینه ساز"^{۱۴}، "راهبردها"^{۱۵}، "شرایط زمینه‌ای و مداخله‌گر"^{۱۶} و "پیامدها"^{۱۷}، که مشتمل بر ترسیم یک نمودار است و "الگوی کدگذاری"^{۱۸} نامیده می‌شود.

استراوس و کوربین کدگذاری را سه نوع می‌دانند: کدگذاری باز^{۱۹}، کدگذاری محوری^{۲۰} و کدگذاری انتخابی^{۲۱} (Lee 2001, 47).

مرحله اول - کدگذاری باز: فرآیندی به منظور شناسایی مفاهیم در داده‌ها است و از نوع تحلیلی می‌باشد

(Danaeifard and Emami 2007, 80 Quoted from)

(Strauss and Corbin 1998; Lee 2001, 49) این مرحله

شامل دو قسمت است:

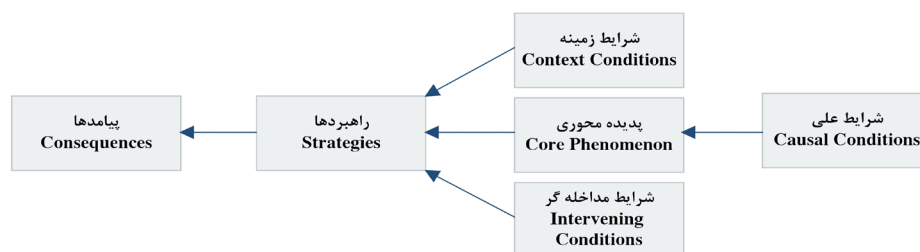
الف- کدبندی سطح اول (تولید مفاهیم اولیه): "مفاهیم"^{۲۲}، واحدهای پایه‌ای یا خرد تحلیل هستند (Pandit 1996).

ب- کدبندی سطح دوم (تولید مقوله‌های عمده): "مقوله‌ها"^{۲۳}، در مقایسه با مفاهیم، انتزاعی‌تر می‌باشند.

مرحله دوم - کدگذاری محوری: در کدگذاری محوری مقوله‌ها از حیث تناسب میان ویژگی‌ها به یکدیگر مربوط می‌شوند و در نتیجه نموداری ترسیم می‌شود که "الگوی کدگذاری" نامیده می‌شود. (Danaeifard and Emami 2007, 83-84) (شکل ۱).

مرحله سوم - کدگذاری انتخابی: کدگذاری انتخابی، یافته‌های مراحل کدگذاری و مقوله محوری را انتخاب می‌کند و به شکلی نظام‌مند آن را به دیگر مقوله‌ها ربط می‌دهد (Strauss and Corbin 1990; Lee 2001, 127).

شکل ۱: الگوی کدگذاری محوری بر اساس مدل استراوس و کوربین



(برگرفته از: Creswell 2005, 401)

دونالد^{۲۵} نسبت‌هایی را میان فرم معماری و فرم سازه بیان نموده‌اند. گلابچی (۲۰۰۳، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹) مسیر انتقال نیرو را به عنوان یک راه برای انتخاب فرم معماری در هماهنگی سازه مطرح می‌نماید. وی اهداف متعدد طراحی

۳. پیشینه پژوهش

در حوزه شناخت نقش و جایگاه سازه در معماری، پژوهشگران صاحب نظری هم‌چون چارلسون^{۲۴} و مک

و وجه مکانیکی به چگونگی سازه در معماری می‌پردازد که با تحلیل نیرو و مسیر انتقال نیرو سروکار دارد. حقیقی و دژدار و دهقان (۲۰۲۰) یادگیری هم‌زمان و هم‌مکان سازه‌های نوین در مکان مشترک آتلیه و به صورت عملی را باعث ارتقای مولفه‌های اصلی مهارت توانایی طراحی می‌دانند. جیان جی^{۲۶} و آدریان بل^{۲۷} در دانشگاه منچستر انگلستان شیوه‌های آموزش سازه به معماران را در قالب استفاده از فناوری‌های دیجیتال مورد آزمایش قرار داده‌اند. آن‌ها در مقاله "دیدن و لمس کردن مفاهیم سازه‌ای در آموزش کلاسی" شش مفهوم پایه‌ای سازه (تبادل، مسیر حرکت نیرو، رابطه میان دهانه و خیز، تشدید، کنترل سازه‌ای، ارتعاش) را با استفاده از مصداق‌ها و مدل‌ها نشان می‌دهند که به نظر می‌رسد این شیوه در درک مفاهیم سازه‌ای جذاب و موثر به دانشجویان کمک نماید. سلیمانی و مولانایی (۲۰۱۷) ارتقا سطح درک مفاهیم سازه‌ای دانشجویان را در استفاده از روش‌های مبتنی بر اصل همگرایی سازه و معماری و با تاکید بر عدم آموزش مجرد سازه می‌دانند.

۴. مراحل استخراج نظریه معماری سازه‌پذیر

۴-۱- کدگذاری باز معماری سازه‌پذیر

الف) تولید مفاهیم اولیه معماری سازه‌پذیر: در این مرحله ابتدا مطالب مربوط به معماری سازه‌پذیر بررسی و نکات و مضامین کلیدی آن کدگذاری می‌شوند. این کدها در قالب مفاهیمی هستند، که از جملات مرتبط با سازه در معماری به دست می‌آیند. در جدول ۲، این کدگذاری برای تولید مفاهیم اولیه در معماری سازه‌پذیر، دیده می‌شود. شناسه مربوط به داده‌های معماری سازه‌پذیر با حرف لاتین (A) نمایش داده می‌شود.

سازه را از نیازهای کاربردی تا زیبایی‌شناسی معرفی کرده است. زرکش (۲۰۰۲، ۲۰۰۵، ۲۰۰۸) نتیجه تقدم معماری بر سازه را در معماری معاصر، ایجاد سازه‌هایی بدون توجه به مفاهیم معمارانه و حتی ضروریات سازه‌ای و یا برعکس در سیطره قدرت هنری معماری می‌داند. نویسندگان متعددی نیز به لزوم همراهی سازه با طراحی معماری در مرحله ایده‌پردازی معمارانه تاکید دارند. به منظور تلفیق سازه و معماری در مرحله خلق ایده در دو بخش عمده (۱. جایگاه سازه و نقش‌های آن در فرایند طراحی معماری و ۲. آموزش طراحی اثبات‌گرایانه و فرایندی در قالب طراحی آموزشی سازاگرا) آثار پژوهشی متعددی به رشته تحریر درآمده‌اند. فلاحت و کلامی (۲۰۰۷) با کمک نظرات استراوس و پیژوه در شناخت پدیده‌ها، سعی در ارائه مدلی برای تبیین ارتباط دو مفهوم معماری و سازه دارند. اقبالی و اسدی (۲۰۰۷) به نقش فرایند طراحی در معماری هماهنگ با سازه اشاره دارند و پرداختن به این موضوع را راهگشای حذف واگرایی سازه و معماری می‌دانند. حسینی (۲۰۱۹) در مقاله‌ای به بررسی عوامل موثر در هماهنگی شکلی معماری و سازه می‌پردازد و معیارهای؛ عوامل جغرافیایی و محیطی، تجزیه و تحلیل زمین و همجواری‌ها، نمادهای معماری ایرانی اسلامی، مصالح تکنولوژی و سازه ساختمان، ابعاد انسانی و فضای معماری و تاسیسات مکانیکی و الکتریکی را موثر می‌داند. احمدنژاد و محمودی و عظیمی (۲۰۱۸) به این نکته رسیده‌اند که اصولاً نقش سازه در معماری دارای دو وجه اساسی است: وجه مکانیکی و وجه فضایی. وجه فضایی به چرایی سازه در معماری و نقش سازه در شکل و فرم‌دهی می‌پردازد و چهار دیدگاه - چشم‌پوشی از سازه، پذیرش سازه، نمادگرایی سازه و تعالی سازه- دارد و در مرحله طراحی مفهومی و طراحی اولیه شکل می‌گیرد

جدول ۲: تولید مفاهیم اولیه از داده‌های مرتبط با معماری سازه‌پذیر

شناسه	داده	مفهوم (کد)
A1	سازه، تعامل منظم نیروهای عمل (نیروهای خارجی) و عکس‌العمل (تکیه‌گاه‌ها و نیروهای داخلی) بوده و عملکرد آن تجزیه و متوازن سازی نیروهاست (Ching 2009).	متوازن سازی نیروها
A2	سازه‌ای درست است که با زیبایی ترکیب شده باشد (Salvadori 2000).	تلفیق با زیبایی
A3	با آگاهی از اصول اساسی سازه‌ای توسط مهندسان معمار، برخورد حسی در خصوص انتقال نیرو صورت خواهد گرفت (Moore 1999).	روش حسی در برخورد با نیرو
A4	در کار گروهی بین مهندس معمار و مهندس سازه توجه به ایجاد طرح‌های عملکردی در کنار مسائل اجرایی و تکمیل زیبایی ساختمان حائز اهمیت است (Charleson 2012).	پاسخگویی به عملکرد، و مکمل زیبایی
A5	سازه تعامل اجزا و تنظیم کیفیت در هر مجموعه متشکل از عناصر است (Oxford Dictionary).	کیفیت سازماندهی شده و ارتباط بین عناصر
A6	سازه علمی آمیخته با عمل و بر اساس شناخت اصول و مبانی سازه‌ای، مصالح و پروسه اجرا است (Allen, Zalewski, and Boston Structures Group 2010, XIV).	مهارت متکی بر مصالح و جزئیات و فرایند ساخت و نصب

شناسه	داده	مفهوم (کد)
A7	سازه با ایفای رلهایی نظیر ارسال پیام‌های نمادین، مسائل ادراکی، میزان برخورداری از فناوری و مسائل هنری، به ارتقا معماری می‌انجامد و باعث گسترش معماری و تحول اندازه و تناسبات و شکل می‌شود (Javaherian 2007).	تاثیر بر ذهن در انتقال مفاهیم و پیام‌های سمبلیک، رشد فناوری، تعریف مقیاس و ارتقاء ذائقه بصری مخاطب
A8	سازه با هدف ایجاد ساختمان‌های مستحکم، امن، عملکردی و زیبا می‌تواند به ارتقاء معماری بیانجامد (Baghaei 2009).	تامین زیبایی و عملکرد، و عملکرد مطلوب با تغییر بارگذاری
A9	سازه در معماری می‌تواند یا تنها اسکلت و استخوان‌بندی باشد یا تندیس (Panahi et al. 2013).	تحمل و انتقال بار، و عملکرد تندیس‌گون
A10	مقصود از "ارگانیک سازه‌ای" توجه همزمان به زیبایی و مسیر انتقال نیرو در ایجاد فرم است (Panahi et al. 2013).	ارگانیک سازه‌ای و انتقال نیرو بر اساس فرم و نوع مصالح
A11	منظور از استحکام و پایداری هندسی، عدم خرابی در برابر نیروها و استحکام داخلی میزان تحمل بار ذرات تشکیل‌دهنده جسم است (Salvadori 2000, 41).	مقاومت در برابر نیروهای خارجی، پایداری هندسی و پایداری درونی
A12	سازه و اجزای آن می‌توانند به فضای معماری شکل داده و آن را نظام بخشند. همچنین تعریف محدوده‌های فضایی، تفکیک آن‌ها، ایجاد مسیرهای ارتباطی و گردش در فضا، ایجاد فرم و طراحی پیمونه‌ای در نتیجه نوع سازه می‌تواند رقم خورد (Clark and Pause 2003).	شکل‌دهنده فضا، سازمان‌دهنده فضا، محصوریت فضا، تفکیک فضا، تاکید بر سیر کولاسیون، مدولاسیون و ترکیب‌بندی
A13	واضح است توجه به مسیر انتقال نیرو از نقطه ورود تا محل رسیدن به زمین، می‌توان به ایجاد سازه‌های هنری بهینه با مقاومت کافی منجر شود (Mardomi, Soheilifard, and Aghaazizi 2015, 65).	هندسه، تناسبات، معماری سنتی، جریان انتقال نیرو و مصالح مناسب
A14	گسترش فناوری سبب تعریف معماری با توجه به اهمیت سازه به عنوان جز تعادل بخش می‌شود (Jafari and Asadi 2017, 1).	تعادل و تکنولوژی
A15	با شناخت سازه معمار می‌تواند نسبت به مواردی از قبیل مقیاس انسانی فضا، تعادل، تقارن، پایداری، توجه به کاربری، اقتصاد، زیبایی، توجه به جزئیات و مصالح و توجه به رفتار نیرو دید بهتری داشته باشد (Macdonald 2013).	انسانی کردن، تعادل، تقارن، پایداری، عملکرد، اقتصاد، زیبایی، توجه به جزئیات و مصالح، انسانی‌تر کردن معماری و توجه به رفتار نیرو
A16	ساختن یک اثر معماری باید با رعایت مسائل اقتصادی، ضروریات فنی و توجه به ویژگی‌های مصالح ساختمانی صورت گیرد (Hashemnejad and Soleimani 2007, 25).	اقتصاد و توجه به جزئیات و مصالح
A17	ایجاد توامان سازه و معماری سبب شکل‌گیری فرم سازه‌ای زیبا می‌شود و نمادهای ساختاری را تقویت می‌نماید (Baghaei 2009).	نماد و زیبایی
A18	تلفیق معماری و سازه، ترکیبی است از هنر، ارزش‌های زیبایی‌شناسی، تکنولوژی، مصالح و رفتار آن‌ها، عملکرد و اجرا. طراحی سازه‌ای را می‌توان به عنوان فرآیندی از مرتب کردن مصالح در سه بعد فضا در نظر گرفت (Jafari and Asadi 2017, 8).	زیبایی، تکنولوژی و توجه به جزئیات و مصالح
A19	وحدت ایده، سازه و فرم می‌تواند به ایجاد آثار ماندگار معماری با در نظر گرفتن عملکرد، زیبایی و اقتصاد باشد (Sanaei and Ghasemi 2013, 1).	عملکرد، زیبایی، و اقتصاد و ماندگاری بنا
A20	فناوری با آشکار کردن سازه می‌تواند سبب ایجاد تندیس و نماد دانش و طبیعت گردد (Alaei and Rahimi 2013).	تکنولوژی، نماد، الهام از طبیعت و عملکرد تندیس‌گون

شناسه	داده	مفهوم (کد)
A21	در بازه‌های مختلف سازه سبب ایجاد مفهوم و فرم برای معماری شده است و همچنین تکنولوژی سبب ارتقاء زیبایی و ایجاد حس و معنا شده است (Baghaci 2009, 29).	تکنولوژی، خلق معنا، هویت‌بخشی، زیبایی، معماری بومی و معماری سنتی
A22	تلفیق سازه و معماری با توجه به نکاتی نظیر مفید بودن سازه، تعادل، پایداری، عملکرد و زیبایی سبب اصالت فرم ساختمانی و انتقال صداقت بر اساس مسیر انتقال نیرو است (Baghaci 2009, 33).	زیبایی، سودمندی، تعادل، پایداری، اصالت‌بخشی، خردمندانه، عملکردگرایانه، جریان انتقال نیرو، و اصالت
A23	تقارن سازه با فرم و عملکرد در دوره معماری سلجوقی و تیموری در ایران و در دوره گوتیک و در معماری‌های بومی جهان به چشم می‌خورد که می‌توان با عناوین هایتک و اکوتک در معماری پایدار به آن پرداخت (Mohammadzadeh, Akbari, and Babazade 2017).	عملکرد، معماری بومی، هایتک، اکوتک و معماری پایدار
A24	توجه به مسائل زیبایی در سازه‌ها و تلفیق با معماری به منظور شکل دادن به فرم و فضای معماری در ارتقا کیفیت فضا موثر است و باید در آموزش معماری به آن توجه گردد (Ibid).	زیبایی، مفهوم‌بخشی و اصلاح ساختار آموزش معماری
A25	لزوم ایجاد ساختمان‌های مقاوم در برابر نیروها و عوامل محیطی سبب تامل بر انتقال نیروها شده است (Alami, Purdeihimi, Faridani 2016, 124).	ایمنی و استحکام
A26	سازه با ایجاد مقیاس و بهبود فرم معماری در خدمت معماری قرار می‌گیرد (Ibid, 137).	مقیاس‌دهندگی، ایمنی و کیفیت‌دهندگی
A27	تأثیر توامان عملکرد، زیبایی و مسائل اقتصادی همراه با استحکام و بقا را به وضوح در پیدایش و شکل‌گیری فرم‌های طبیعی می‌توان ملاحظه کرد. در حقیقت فرم‌های طبیعی، حاصل فرایند تدریجی تکامل و تعامل با نیروهای محیطی اند و با بهره‌گیری از حداقل مصالح شکل می‌گیرند (Ibid, 136).	الهام از طبیعت و فرم بهینه
A28	آموزش کاربردی با قرار دادن دانشجو در شرایط مشابه دنیای واقعی، به‌کارگیری روش کار کارگاهی در آموزش سازه، تغییر برنامه آموزشی دانشجویان مهندسی سازه به منظور فعال نگه داشتن دانشجو در جریان آموزش، گسترش روش بحث و گفتگو، مشارکت و هم‌اندیشی استادان و دانشجویان، احترام گذاشتن به نقطه نظرهای دیگران، اسبب آموزش کارآمد سازه در معماری می‌گردد (Momeni and Etmnani 2013).	آموزش کارآمد سازه در معماری
A29	در مهندسی سازه تلاش می‌گردد انگاره‌ها به فرم‌های مقاوم در برابر نیرو، بهینه از حیث مسائل اقتصادی و زیبا تبدیل گردند. علاوه بر این توجه به کاربری بنا، الزامات بهره‌برداری و ضروریات اجرایی نیز مورد توجه است (Charleson 2012).	پایداری، مسائل اقتصادی، زیبایی، عملکرد، توان اجرایی و توجه به نیازهای پس از بهره‌برداری
A30	درک رفتار سازه‌ها، اولین گام برای شناخت دقیق، طراحی صحیح و اجرای مطمئن و ایمن ساختمان‌ها به شمار می‌رود (Moore 2001).	ایمنی
A31	تعریف معماری با محصور کردن و تقسیم فضا به کمک سازه رقم می‌خورد (Angel 1998, 30).	ترکیب جزء و کل
A32	معماری و فرایند طراحی آن، فرایند‌گزینش اجزا برای دستیابی به کلی واحد است (Seyedian and Baftyegeane 2007, 2).	ترکیب جزء و کل
A33	چیدن اجزا منفرد در کنار یکدیگر با مفهوم ساخت هماهنگی دارد به نحوی که این چیدمان سبب ایجاد یک کل یکپارچه در کنار هر جز کامل می‌شود (Grutter 2004, 582).	ترکیب جزء و کل

شناسه	داده	مفهوم (کد)
A34	برای دست یافتن به طرحی زیبا و ماندگار همکاری و همفکری مهندس معمار و سازه و انطباق مکرر طرح سازه‌ای و معماری ضروری است (Motarjem and Naghshineh 2013, 15).	ماندگار و تبدیل شدن معماری به میراث
A35	وحدت فضای معماری و سازه بر پایه کلیت هماهنگ تعریف می‌شود. معیارهای وحدت فضا و سازه متعدد و از جمله شکل‌گیری فضا، سازه و غیره به طور همزمان و در ارتباط با هم و با کل و شکل‌گیری فضا در محدوده منطبق و توانایی‌های سازه و غیره هماهنگ با برنامه خویش می‌باشد (Zarkesh 2008, 22).	وحدت، ترکیب جزء و کل و توجه به توان اجرایی
A36	آنچه بحث تحلیل سازه را ویژه می‌سازد، شناور بودن مفاهیم آموزشی در چند حیطه است. چند وجهی بودن دانش تحلیلی سازه، پیچیدگی آموزش و یادگیری آن را تایید می‌کند. نتایج حاصل از رویکرد سازنده‌گرا در آموزش معماری (Eizadpanah 2011, 15): - تفکیک نکردن تمرین سازه از دیگر مقوله‌های معماری به کشف و ساخت مفاهیم در سطح‌های بالاتر منجر خواهد شد. - تبدیل پروژه‌ها به مقیاس واقعی ادراک را حقیقی خواهد کرد. - طراحی واقعی می‌تواند با حداقل امکانات مورد توجه قرار گیرد. - انگیزه، خلاقیت، شکوفایی و احساس تعلق.	چندوجهی بودن، سازنده‌گرایی، مقیاس واقعی، خلاقیت و کشف
A37	امروزه مصالح همانند فضاها با انسان ارتباط برقرار می‌کنند. در گذشته انس انسان با مصالح به یک مقوله هویتی نیز ختم می‌شد (Hashemipoor 2011, 2).	مردم‌واری، سازگاری و هویت
A38	سازه، امنیت و حس آرامش را در یک بنا به ارمغان می‌آورد. مهندسی در اصل با صرفه‌جویی در ابزارها و چندین عامل فنی دیگر، هم‌چون پیچیدگی فرایند اجرا و پایایی آتی سازه، رضایت‌بخش بودن یا نبودن آن هماهنگ است (Shakeri 2017).	امنیت، آرامش، سودمندی، معماری بومی، صرفه‌جویی در ابزارها و مصالح، توان اجرایی و پایایی آتی سازه
A39	در سازه‌های طبیعی، جدایی سازه و معماری دیده نمی‌شود و در واقع ارگانیک‌های طبیعی تلفیق معماری، ساختار و زیبایی هستند (Daneshgar Moghadam 2007).	الهام از طبیعت
A40	بهره‌گیری از ایده‌های طبیعی در یک ساختار مصنوع استفاده بهینه از مصالح و پایداری و مقاومت ایده‌آل سازه‌ای را سبب می‌شود (Molanaei and Feizi 2013, 5).	الهام از طبیعت، بهینه‌سازی و زیبایی
A41	انتقال مفاهیم به کمک مدل‌های آموزشی و بهره‌گیری از ساختارهای طبیعی به عنوان موثرترین شیوه در آموزش دروس سازه به معماران پیشنهاد می‌شود (Ansari, Amirkhani, and Okhovvat 2009, 79).	الهام از طبیعت
A42	معماری بخشی از میراث فرهنگی است که از نسلی به نسل دیگر انتقال می‌یابد. ویژگی‌های آثار منتخب ارزشمند معماری معاصر مواردی نظیر فناوری روزآمد، انعطاف‌پذیری، تکمیل مجموعه معماری به وسیله دیگر طرح‌ها، رابطه معماری با زمینه طرح، میزان پاسخگویی اثر به نیازهای فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی می‌باشد (Mahdavejrad 2016).	تبدیل شدن معماری به میراث، فناوری روزآمد، انعطاف‌پذیری، تکمیل مجموعه معماری به وسیله دیگر طرح‌ها، رابطه با زمینه و پاسخگویی فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی
A43	بیانیه کیوتو (ویتو) با تاکید بر جنبه‌های معنوی و فرهنگی آثار هنری معماری اظهار می‌دارد که بناهای بارز نه تنها افتخار ملی‌اند بلکه موضوعی برای گفتگوی تمدن‌ها و افزایش تبادلات فرهنگی در میان آن‌ها به شمار می‌آیند (Mahdavejrad 1996).	گفتگوی تمدن‌ها
A44	هندسه زبان مشترک معماری و هنر مهندسی سازه و مهم‌ترین شاخصه وحدت و یکپارچگی در یک اثر معماری است اگر هندسه سیستم جریان نیرو با هندسه فرم ساختمان به همگرایی برسد در آن صورت می‌توان گفت که روند طراحی مسیر مطلوبی را طی نموده است (Sherbaf and Ansari 2017).	هندسه، همگرایی فرم ساختمان با هندسه سیستم جریان نیرو و جریان نیرو

شناسه	داده	مفهوم (کد)
A45	آموزش هدفمند درس سازه‌های نو و به‌کارگیری موثر و کارآمد در فرایند طراحی جهت افزایش مهارت توانایی در دانشکده‌های معماری ضروری به نظر می‌رسد (Haghighi, Dejdar, and Dehghan 2020).	فرایند طراحی معماری و سازه، یادگیری مهارت محور و محیط یادگیری سازگرا
A46	جزئیات در هر یک از بخش‌های بنا باید همان چیزی را بیان کنند که ایده‌ی اصلی طرح در آن بخش‌ها خواستار آن است. جزئیات، اگر موفق باشند، فقط آذین و آرایه نیستند و یک‌راست به سوی آن کلی هدایت می‌کنند که خود جزئی ضروری از آن‌اند (Zumthor 2010).	توجه به جزئیات
A47	این جزئیات فرمال، ارتباط بین نسبت‌های بزرگ بنا را برقرار می‌سازند و به این اعتبار، ریتم فرمال یا خوش‌مقیاسی بنا را تعیین می‌کنند (Ibid).	ترکیب جز و کل، و خوش‌مقیاسی

۴-۲- تولید مقوله‌های معماری سازه‌پذیر

از نوع روش انباشتی می‌باشد، که در آن ضمن کار بر روی محتوا و در برخورد با هر مفهوم جدید در جدول ۳، طبقه‌ای جدید تشکیل می‌شود و مفاهیم مشابه با طبقه جدید تحت آن عنوان سازماندهی شده است.

پس از یافتن مفاهیم مرتبط با معماری سازه‌پذیر، به مقوله‌بندی آن‌ها پرداخته می‌شود. ۱۳۶ مفهوم حاصل از ۴۷ جمله بررسی شده در جدول ۲، در ۳۰ مقوله در جدول ۳ دسته‌بندی شده‌اند. روش مقوله‌بندی در این پژوهش

جدول ۳: مقوله‌های معماری سازه‌پذیر

شناسه	مفاهیم (کدها)	مقوله (مولفه‌ها)
A1 و A8 و A9 و A11 و A3 و A10 و A22 و A15 و A44 و A13	متوازن‌سازی نیروها، هماهنگی با تغییر بارگذاری، تحمل و انتقال بار، مقاومت در برابر نیروهای داخلی و خارجی، روش حسی در برخورد با نیرو، ارگانیک سازه‌ای، تعادل و جریان انتقال نیرو	تعادل
A2 و A8 و A4 و A15 و A17 و A18 و A19 و A21 و A22 و A24	تلفیق با زیبایی، تامین زیبایی و مکمل زیبایی	زیبایی
A4 و A12 و A15 و A19 و A23 و A38 و A22	پاسخگویی به عملکرد، شکل‌دهنده فضا، سازمان‌دهنده فضا، تفکیک فضا، سودمندی و عملکردگرایانه	تعریف فضا
A9 و A7 و A17 و A20	عملکرد تندیس‌گون، پیام‌دهنده‌ی سمبولیک و نماد	پیام‌دهندگی
A7 و A1 و A12 و A47	تعریف مقیاس، خوش‌مقیاسی	مقیاس‌پذیر و مقیاس‌دهنده (تناسب با مقیاس)
A21 و A22	مفهوم‌بخشی، اصالت‌بخشی و هویت‌بخشی	هویت
A14 و A18 و A20 و A21 و A42	فناوری و تکنولوژی	فناوری روزآمد
A13 و A21 و A23 و A38	معماری سنتی، معماری بومی	معماری بومی
A24 و A36 و A45	اصلاح ساختار آموزش، چندوجهی بودن، سازنده‌گرایی، مقیاس واقعی، خلاقیت و کشف	ارتقا آموزش معماری به سازگرای
A15 و A18 و A16 و A10 و A6 و A13 و A46 و A4	توجه به جزئیات و مصالح و انتقال نیرو بر اساس فرم و نوع مصالح	توجه به جزئیات اعم از اتصالات و نوع مصالح و غیره
A19 و A34 و A42	میراث، ماندگاری بنا و تبدیل شدن معماری به میراث	تبدیل شدن معماری به میراث (ماندگاری بنا)
A23 و A20 و A10 و A39 و A40	هایتک، اکوتک، پایداری، بایونیک، الهام از طبیعت و ارگانیک سازه‌ای	اکوتک، معماری پایدار و معماری بایونیک

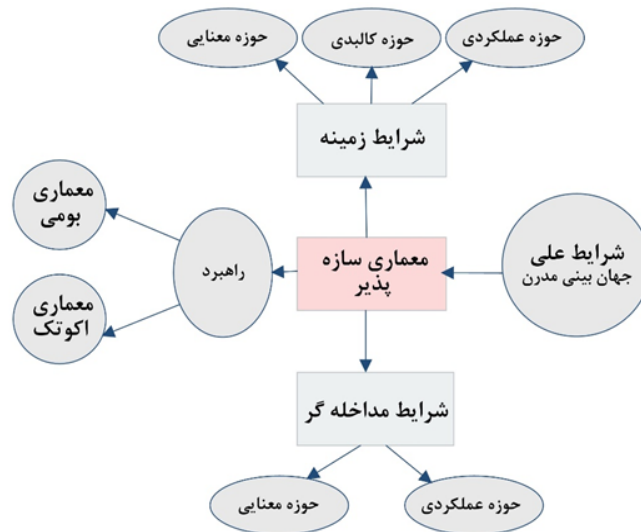
مقوله (مؤلفه‌ها)	مفاهیم (کدها)	شناسه
پایداری و استحکام	مقاومت در برابر نیروهای خارجی، پایداری درونی، پایداری و استحکام	A11 و A15 و A22 و A25 و A29
ایمنی	ایمنی و امنیت	A25 و A26 و A30 و A38
بهینه بودن	بهینه بودن و سودمندی	A27 و A28 و A38
توجه به نیازهای پس از بهره‌برداری	توجه به نیازهای پس از بهره‌برداری و پایایی آتی سازه	A29 و A38
ترکیب جزء و کل (وحدت)	ترکیب جزء و کل، و وحدت	A35 و A33 و A32 و A31 و A47
توان اجرایی	توان اجرایی	A29 و A35 و A38
مسائل اقتصادی	اقتصاد	A29 و A19 و A16 و A15 و A42 و A15 و
کاربری بنا	پاسخگویی به عملکرد، شکل‌دهنده فضا، سازمان‌دهنده فضا، تفکیک فضا، سودمندی و عملکردگرایانه	A4 و A12 و A15 و A19 و A23 و A38
تناسب با اعتقادات	پاسخگویی فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی	A42
پیام فلسفی	پاسخگویی فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی	A42
ارتقا ذائقه بصری مخاطب	تاثیر بر ذهن در انتقال مفاهیم و پیام‌های سمبلیک	A7
ترکیب با زمینه و توجه به چشم‌اندازها	تکمیل مجموعه معماری به وسیله دیگر طرح‌ها، رابطه با زمینه	A42
انعطاف‌پذیری	انعطاف‌پذیری	A4 و A42
تاثیر در زندگی (آرامش و آسایش)	آرامش	A38
سازگاری و مردم‌واری	مردم‌واری، سازگاری، امنیت، انسانی کردن	A37 و A38 و A15
علم‌گرایی و خردگرایی، خرد نقادانه	خردمندانه	A22
گفتگوی تمدن‌ها	تاثیر بناهای فاخر در گفتگوی تمدن‌ها	A43
تراش نیرویی و فرم بهینه	انطباق هندسه فرم با هندسه جریان نیرو، ارگانیک سازه‌ای، فرم فعال	A13 و A44 و A10 و A35
هندسه و تناسب فرم	هندسه فرم، موزون	A44 و A40

۳-۴ - کدگذاری محوری معماری سازه‌پذیر

در این مرحله مقوله‌های به دست آمده در جدول ۳ را متناسب با نوع ارتباط آن‌ها با پدیده‌محوری معماری سازه‌پذیر جایگذاری و به هم ربط می‌دهیم. نتیجه این مرحله شکل ۲ است. قابل ذکر است با عنایت به نقش‌های

کالبدی، عملکردی و معنایی سازه در معماری، شرایط زمینه در سه حوزه فوق تقسیم‌بندی شده‌اند. همچنین حوزه نفوذ و تاثیر شرایط مداخله‌گر بر شرایط زمینه در سه بخش عملکردی، کالبدی و معنایی قابل تفکیک است که در ادامه توضیح داده می‌شود.

شکل ۲: کدگذاری محوری معماری سازه‌پذیر بر اساس مدل استراوس و کوربین



۴-۴- کدگذاری انتخابی معماری سازه‌پذیر

در این مرحله با نگاهی تفسیری به جایگاه هر مقوله از جدول ۳ در شکل ۲ پرداخته می‌شود تا بهترین جایگذاری صورت پذیرد. این مرحله پنج سرفصل اصلی در کدگذاری محوری وارد می‌نماید که در شکل ۳ با فونت درشت‌تر (رنگ قرمز) مشخص شده‌اند و عبارتند از: رویکرد، صفات، زمینه، بررسی (شامل تحلیل و تصمیم) و اقدام. "الگوی کدگذاری معماری سازه‌پذیر"^{۲۸} در این مرحله استخراج می‌شود که تمامی مولفه‌های صفات و زمینه تکتونیک در آن جایگذاری شده است.

الف) رویکرد تکتونیک^{۲۹}: رویکرد^{۲۰}؛ توجه، روی نهادن، روی آوردن، رو به سوی چیزی یا به کسی آوردن، موضع‌گیری، جهت‌گیری نسبت به موضوعی خاص، جهت‌گیری در تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری‌های راهبردی و یا تاکتیکی و ره یافت است (Moein Dictionary). رویکرد با راهبرد متفاوت است. در واقع رویکرد بیش‌تر به نگاه اولیه و شرط لازم برای شروع یک اقدام اشاره دارد تا نحوه انجام آن.

در طراحی معماری سازه‌پذیر، برخی مقوله‌ها اشاره به رویکرد طراح دارند. در بدو طراحی معماری سازه‌پذیر، لازم است نگاه اصلی به خردگرایی، علم‌گرایی و خرد نقدانه و تعادل باشد و طراح بهره‌مند از این مقوله‌ها. خردگرایی و علم‌گرایی^{۳۱}: نگاه علمی و قانع شدن به کشف قانون‌های تصحیح‌پذیر، گام بلندی بود که انسان را به تدریج به مدرنیته وارد کرد. تکیه بر علم و خوشبینی نسبت به آن که اساس فکری مدرنیته را تشکیل می‌داد و طبیعت را به قوانین طبیعت تبدیل می‌کرد، را در یک کلام می‌توان "جهان‌بینی کشف و دانستن" نام نهاد (Haghir and Kamelnia 2016).

خرد نقدانه^{۳۲}: هر چند اندیشه علمی ارزیابی دقیق واقعیت

و "آن‌چه هست"، را نشان می‌دهد که به گونه‌ای تجربی شناخت‌پذیر است، اما خرد نقدانه می‌تواند از "آن‌چه باید باشد" پرده بردارد و مسیر بررسی علمی را به راهی ویژه هدایت نماید. این خرد نقدانه مولد تحول مداوم در معماری است و سبب می‌شود سلطنت عقل بر طراحی از افتادن در بند "تکرار" رهایی یابد و راه برای "تغییر" و "زایش" همیشه باز باشد.

تعادل^{۳۳}: تعادل؛ نکته اصلی در ایستایی بنا است که وجود آن نشان از توازن نیروهای مختلف با یکدیگر است. این تعادل یا متوازن‌سازی نیروها از رویکردهای طراحی معماری سازه‌پذیر است و تنها در این صورت است که می‌توان به سایر انتظارات از معماری سازه‌پذیر جامه عمل پوشاند. بارها و نیروها در یک ساختمان، شکل سازه را مشخص کرده و به اصطلاح تراش می‌دهند. طراحان برای دستیابی به ترکیبی مناسب و زیبا در فرم، باید تراش نیرویی را نیز مد نظر قرار دهند (Alami, Purdeihimi, and Faridani 2016, 124). فرشاد (۱۹۷۴)، ادوارد آلن (۲۰۰۵)، فرای اتو و راش (۲۰۰۱) و ماریو سالوادوری (۲۰۰۰) به چگونگی شکل‌گیری فرم معماری^{۳۴} از طریق نیروها پرداخته‌اند. در همه این آثار به تعادل، به عنوان شرط اصلی برای رسیدن به فرم بهینه در معماری اشاره می‌شود. با این تعاریف مشخص می‌شود که سازه نظامی هندسی برای انتقال و جریان نیروهاست که تعادل مهم‌ترین شرط این نظم است.

ب) زمینه تکتونیک^{۳۵} - شرایط مداخله‌گر^{۳۶}: مداخله^{۳۷} به معنای دست اندازی و مبادرت و مبادرت در کاری می‌باشد (Dehkhoda Dictionary 1998). متغیر مداخله‌گر، تاثیری زمینه‌ای بر متغیرهای وابسته دارد. در نظریه معماری سازه‌پذیر، نام این متغیرها و شرایط

مشخص می‌کند و طرحی عملیاتی به منظور هماهنگی متغیرهای متعدد برای رسیدن به هدف می‌دهد. استراتژی شامل دو مرحله بررسی و اقدام است:

۱. بررسی تکتونیک^{۵۲}

بررسی همان بیانیه ماموریت^{۵۳} است که خود از دو بخش تشکیل شده است:

- تحلیل: ما به چه چیزی اعتقاد داریم، بیانیه اصول و ارزش‌ها^{۵۴}؛

- تصمیم: می‌خواهیم به کجا برسیم، بیانیه چشم‌انداز^{۵۵}.
بررسی تکتونیک شامل تحلیل تکتونیک^{۵۶} و تصمیم تکتونیک^{۵۷} است. تحلیل تکتونیک به بررسی ارزش‌ها و اصول ما از گذشته تا کنون در زمینه ارتباط سازه با معماری می‌پردازد. بررسی معماری سنتی نه تنها در ایران بلکه در جهان لزوم توجه به اقلیم و بوم را در معماری سنتی نشان می‌دهد و بنابراین نتیجه تحلیل تکتونیک، گرایش به سمت معماری بومی^{۵۸} است. هر چقدر در سه حوزه عملکردی، کالبدی و معنایی، طراحی معماری به سمت معماری بومی سوق داده شود می‌توان به ایجاد معماری سازه‌پذیر امیدوارتر بود. تصمیم تکتونیک مسیر آینده را پیش روی ما می‌گذارد لذا سازه‌پذیر شدن معماری و توجه به کلیه نقش‌هایی که سازه می‌تواند در معماری عهده‌دار باشد و در تأمین آن‌ها مشارکت نماید، تصمیم تکتونیک است که تحت عنوان معماری اکوتک می‌توان آن‌ها را فراهم نمود. معماری اکوتک^{۵۹} که وامدار اندیشه‌های نورمن فاستر^{۶۰} است را می‌توان سنتزی از پاسخگویی به نیازهای اجتماعی، اقتصادی، تکنولوژی، زیبایی‌شناختی و زیست محیطی دانست. مهم‌ترین منبع الهام فاستر در دستیابی به چنین نگرشی، همکاری و بازآموزی اندیشه‌های معمار آمریکایی ریچارد باکمینستر فولر^{۶۱} است. روش کار فولر توجه به سازماندهی عناصر شکل‌گیری معماری در نظام بوم شناختی بود (Bani Masud 2014, 460). احداث ساختمان‌های انعطاف‌پذیر و سازگار با طبیعت و اقلیم جغرافیایی و ارزش‌گذاری به پیشرفت تکنولوژی در پی خلق فضایی انسانی از اهداف این معماری است. نیکلاس گریمشاوا^{۶۲}، رنزو پیانو^{۶۳} و ریچارد راجرز^{۶۴} از معماران مطرح اکوتک هستند. در مجموع بررسی تکتونیک با تأکید بر معماری بومی در ایجاد معماری سازه‌پذیر، ارتقا سطح این معماری را به معماری اکوتک می‌طلبد.

۲) اقدام تکتونیک^{۶۵}، پداگوژی تکتونیک و طراحی آموزشی سازاگرا^{۶۶}

نظیر هر کار فرهنگی، اقدام تکتونیک تنها از آموزش^{۶۷} می‌گذرد. بنا به نظر یونسکو و با توجه به نام‌گذاری قرن بیست و یک میلادی با عنوان قرن یادگیری، لازم است "آموزش با کیفیت برای همه"^{۶۸} همواره و در هر امری مورد توجه باشد. در این راستا، یادگیری در چهار محور به شرح زیر بازنمایی شده است:

مداخله‌گر را زمینه تکتونیک گذارده‌ایم. زمینه را پشتوانه، نقشه و مایه اعتبار تعریف کرده‌اند و زمینه ساختن و زمینه سازی به معنای مقدمه‌چینی و آماده ساختن استعداد تفسیر شده است (Dehkhoda Dictionary 1998). بنابراین زمینه تکتونیک، شرایط مداخله‌گری هستند که در صورت‌بندی معماری سازه‌پذیر موثرند. به عنوان مثال فرهنگ، در درجه‌بندی زیبایی موثر است و اقتصاد در درجه‌بندی هوشمندی. بنابراین هر دو در زمینه تکتونیک می‌گنجند. چهار مولفه توان اجرایی، مسائل اقتصادی، زمین و همجواری‌ها و کاربری بنا متغیرهای مداخله‌گر به ویژه بر حوزه عملکردی می‌باشند و سه مولفه بوم و هویت بومی و اقلیم، فرهنگ و هماهنگی با زمانه و مقیاس بنا، متغیرهای مداخله‌گر به ویژه بر حوزه معنایی می‌باشند. شایان ذکر است کلیه مولفه‌ها بر حوزه کالبدی معماری که در نتیجه عملکرد و معنا در طراحی فضا شکل می‌گیرد، اثرگذار هستند.

ج) صفات تکتونیک^{۶۸}: صفات، جمع صفت به معنی خصوصیت، مختصه و وجه ممیز است (Ibid). یک صفت یا ویژگی، فیلد داده‌ای است که مشخصه‌های یک شیء^{۶۹} و داده را ارائه می‌کند. آماردان‌ها از کلمه متغیر^{۷۰} برای آن استفاده می‌کنند و داده‌کاوان از اصطلاح خصیصه^{۷۱}. یک مجموعه از ویژگی‌ها، که یک شیء را توصیف می‌کنند بردار ویژگی^{۷۲} یا بردار خصیصه^{۷۳} نامیده می‌شوند. ویژگی‌ها دارای انواع اسمی^{۷۴}، ترتیبی^{۷۵} و عددی^{۷۶} هستند. ویژگی‌های اسمی، نمادها یا اسامی چیزها هستند. در یک معماری سازه‌پذیر با ویژگی‌های اسمی روبه‌رو بوده که نام صفات تکتونیک را برای آن‌ها انتخاب نموده‌ایم. صفات تکتونیک متغیرهایی وابسته^{۷۷} هستند که ممکن است به صورت کیفی^{۷۸} یا کمی^{۷۹} قابل توصیف باشند. به عنوان مثال، زیبایی یک صفت تکتونیک کیفی و هوشمندی، یک صفت تکتونیک کمی است. صفات تکتونیک، چندارزشی^{۸۰} هستند به این معنی که دارای درجات مختلفی می‌باشند و قابل تقسیم‌بندی به صورت صفر و یک نیستند. این صفات تکتونیک، هجده مورد می‌باشند که با توجه به مطالعات ابتدای مقاله در سه حوزه عملکردی، کالبدی و معنایی قابل تقسیم می‌باشند. ایمنی، انعطاف‌پذیری، پایداری و استحکام و تعادل، بهینه بودن، توجه به جزئیات اعم از اتصالات، نوع مصالح و غیره، تعریف فضا، الهام از طبیعت و بایونیک، توجه به نیازهای پس از بهره‌برداری صفات تکتونیک در حوزه عملکردی می‌باشند. ترکیب جزء و کل (وحدت)، ترکیب با زمینه و چشم‌اندازها، تراش نیرویی و فرم بهینه و هندسه و تناسبات فرم، صفات تکتونیک در حوزه کالبدی می‌باشند. تناسبات با مقیاس، پیام‌دهندگی، زیبایی، سازگاری و مردم‌واری و احترام به طبیعت و پایداری، صفات تکتونیک حوزه معنایی می‌باشند.

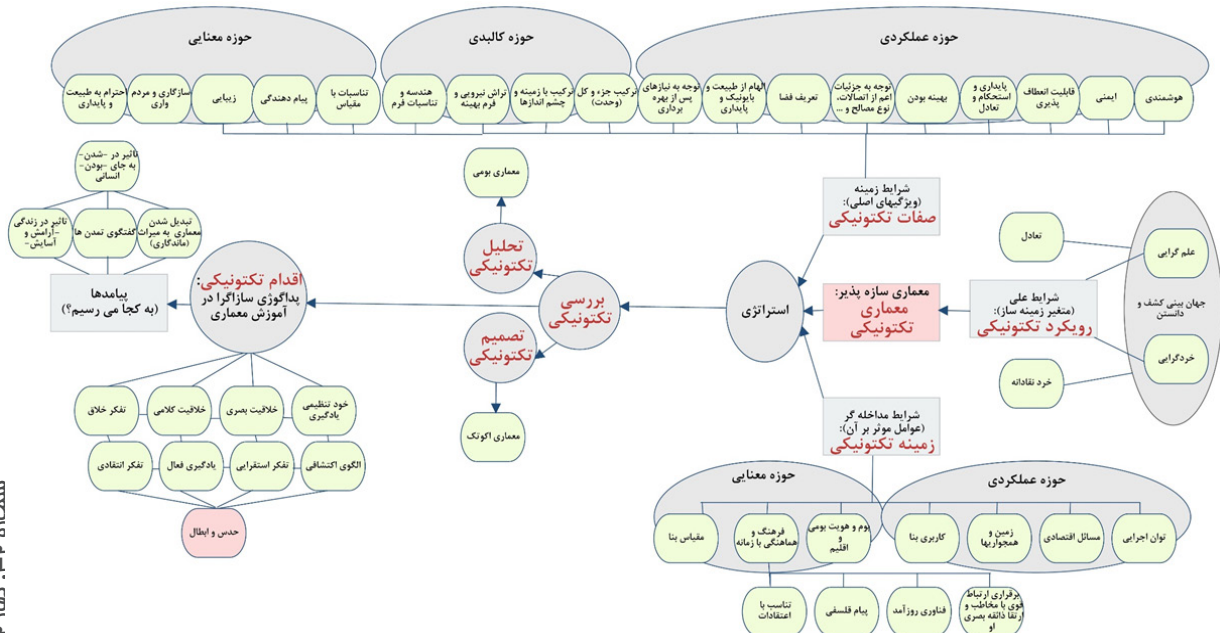
د) استراتژی^{۸۱}: نقشه، ترفند، راهبرد (Moin Dictionary 2007) استراتژی دامنه فعالیت برای تأمین انتظارات را

- یادگیری برای دانستن (یادگیری مداوم)،
 - یادگیری برای انجام دادن (کارآفرینی و تولید)،
 - یادگیری برای با هم زیستن (پاسداری صلح، محیط زیست و توسعه پایدار)،
 - یادگیری برای بودن (شهروندی و هستی‌وندی مسئولانه و پاسخگو)
 بنابراین شیوه یا شیوه‌های آموزش معماری سازه‌پذیر بایستی از قابلیت‌های برخوردار باشند که امکان یادگیری مداوم را بر مبنای کارآفرینی و تولید فراهم نموده و حامی زیست و بود انسان‌ها باشند.
 "پداگوژی"^{۶۹} به عنوان علم و هنر یاددهی- یادگیری یکی از نیازهای بنیادین بخش آموزش معماری سازه‌پذیر را شکل می‌دهد. در چرخه سیاست‌گذاری‌های راهبردی، برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی برنامه‌های آموزشی هر رشته‌ای، موفقیت هر کشور به میزان تعهد در شناخت و بهره‌مند شدن از بار شناختی^{۷۰} پداگوژی و امکانات مالی و کالبدی آن کشور در آن رشته، بستگی دارد.
 از میان رویکردهای پداگوژیک، رویکرد سازنده‌گرا یا سازاگرا برای توسعه آموزش معماری سازه‌پذیر مناسب به نظر می‌رسد. رویکرد سازاگرایی، آن‌گونه که در واژه‌شناسی آکسفورد^{۷۱}، آمده است: "اندیشه‌ای است که طبق آن ادراکات، یادها و ساختارهای ذهنی پیچیده به طور فعال توسط فرد و در ذهن او ساخته می‌شوند، نه این‌که از بیرون به درون ذهن آیند." این رویکرد، شناخت

موقعیتی^{۷۲} را در مقابل شناخت کلی مطرح می‌کند و معتقد است یادگیری‌های یک موقعیت معین، در موقعیت‌های دیگر مفید نیستند. از این رو فعالیت‌های اصیل^{۷۳}، محور یادگیری هستند و یادگیری در این رویکرد مساله محور^{۷۴} است (Saif 2007). در دیدگاه سازنده‌گرا به جای تأکید بر رعایت مراحل مشخص برای طراحی، بر توجه به اصولی مانند گنجاندن یادگیری در زمینه‌های مربوط و واقعی، گنجاندن یادگیری در تجارب اجتماعی، تشویق تملک و داشتن نظر در فرآیند یادگیری، ارائه‌ی تجربه فرآیند ساختن دانش، تشویق به خودآگاهی از فرآیند ساختن دانش، ارائه‌ی تجربه و تقدیر از دیدگاه‌های مختلف و تشویق به استفاده از انواع روش‌های ارائه تأکید می‌شود (Fardanesh 2008, 6-7 Quoted from Fardanesh 1999).

در آموزش معماری سازه‌پذیر با استفاده از پداگوژی سازاگرا تمرین‌های تعاملی و عملی نقش اساسی دارند (Schon 1987). در این آموزش، به فراخور نوع مساله و شخصیت طراح و بسیاری عوامل موثر دیگر، هر طراح مسیر خود را می‌سازد و در آن به طراحی می‌پردازد. مسیری که مهم‌ترین اجزای آن در نه مورد نشان داده شده در شکل سه می‌گنجد: خودتنظیمی یادگیری، خلاقیت بصری، خلاقیت کلامی، تفکر خلاق، الگوی اکتشافی، تفکر استقرایی، یادگیری فعال، تفکر انتقادی، حدس و ابطال.

شکل ۳: کدگذاری انتخابی معماری سازه‌پذیر بر اساس مدل استراوس و کوربین



۴-۵- نظریه معماری سازه‌پذیر

علم‌گرایی و خردگرایی، تعادل و خرد نقادانه چهار متغیر زمینه‌ساز در معماری سازه‌پذیر هستند که یک طراح

معماری، تنها با داشتن چنین رویکرد تکنونیکایی می‌تواند به طراحی معماری سازه‌پذیر ورود نماید و همچنین آثار معماری سازه‌پذیر را باید تنها از زاویه این رویکرد دید و

سنجید. ویژگی‌های اصلی این معماری؛ صفات تکتونیک و در سه حوزه عملکردی، کالبدی و معنایی قابل تفکیک می‌باشند. ایمنی، انعطاف‌پذیری، پایداری و استحکام و تعادل، بهینه بودن، توجه به جزئیات اعم از اتصالات، نوع مصالح و غیره، تعریف فضا، الهام از طبیعت و بایونیک، توجه به نیازهای پس از بهره‌برداری در حوزه عملکردی؛ ترکیب جزء و کل (وحدت)، ترکیب با زمینه و چشم‌اندازها، تراش نیرویی و فرم بهینه و هندسه و تناسب فرم، در حوزه کالبدی؛ تناسب با مقیاس، پیام‌دهندگی، زیبایی، سازگاری و مردم‌واری و احترام به طبیعت و پایداری در حوزه معنایی؛ ویژگی‌هایی هستند که برای نیل به معماری سازه‌پذیر باید مورد توجه طراح قرار گیرند و می‌توان میزان سازه‌پذیری یک طرح معماری را با بررسی میزان برخوردار آن طرح از این ویژگی‌ها مورد ارزیابی قرار داد. شرایط مداخله‌گر و عوامل موثر بر معماری سازه‌پذیر نیز در دو حوزه معنایی و عملکردی و با مولفه‌های زمین و همجواری‌ها، فرهنگ، بوم، مقیاس بنا، کاربری بنا، مسائل اقتصادی و توان اجرایی می‌باشند. این شرایط، زمینه تکتونیک معماری سازه‌پذیر را فراهم می‌نمایند و با توجه به این زمینه، امکان و میزان سازه‌پذیری معماری قابل تغییر است. همچنین وجود یا عدم وجود این زمینه‌های تکتونیک و شرایط آن‌ها نقش موثری در استقبال یا عدم استقبال جامعه از معماری سازه‌پذیر دارد. استراتژی تکتونیک در برگیرنده مراحل بررسی تکتونیک و اقدام تکتونیک است. بررسی تکتونیک در مرحله تحلیل تکتونیک تاکید بر ضرورت توجه به معماری بومی هر منطقه در طراحی معماری سازه‌پذیر دارد و در مرحله تصمیم تکتونیک نگاه به طراحی اکوتک را لازمه معماری سازه‌پذیر می‌داند. به عبارت بهتر معماری سازه‌پذیر مبنای خود را در معماری بومی هر منطقه می‌جوید و رو به سمت معماری اکوتک دارد. اقدام تکتونیک، ارتقای آموزش معماری به پارادایم سازاگرایی را لازمه آموزش معماری سازه‌پذیر می‌داند که تاکید بر خودتنظیمی یادگیری،

خلاقیت بصری، خلاقیت کلامی، تفکر خلاق، الگوی اکتشافی، تفکر استقرایی، یادگیری فعال، تفکر انتقادی از اصول آن است و فرایند طراحی معماری در این پارادایم از مسیر حدس و ابطال می‌گذرد. پیامد معماری سازه‌پذیر، علاوه بر تاثیر مثبت در ایجاد آرامش و آسایش در فضای زندگی انسانی، کمک به تبدیل شدن معماری سطحی به معماری ماندگار و ایجاد گفتگوی تمدن‌ها است که سبب می‌شود در نگرش کلان تاکید بر جایگاه و رسالت انسان در هستی باشد؛ به عنوان یک تلنگر تغییردهنده و تغییرکننده و نه یک ریتم تکراری یکنواخت؛ شدن به جای بودن.

۵. جمع‌بندی

در این مقاله به نقش‌های سازه در معماری در سه حوزه کالبدی، عملکردی و معنایی پرداخته و مشخص شد که پاسخگویی به هر سه حوزه فوق در خلق معماری سازه‌پذیر موثر است. به منظور شناخت این سه حوزه در خلق معماری سازه‌پذیر، با استفاده از کدگذاری داده‌های مربوط با روش نظریه‌پردازی داده‌بنیاد، مولفه‌های موثر در هر حوزه در قالب صفات و زمینه تکتونیک تقسیم‌بندی گردید. صفات تکتونیک که در هجده مولفه تفکیک شده‌اند ویژگی‌های اصلی معماری سازه‌پذیر را بیان می‌دارند. این صفات متغیرهایی وابسته به زمینه تکتونیک هستند که در سه حوزه عملکردی، کالبدی و معنایی از مداخله مولفه‌های زمینه تاثیر می‌پذیرند. بدیهی است به منظور کنترل متغیرهای مداخله‌گر زمینه تکتونیک در آموزش طراحی معماری سازه‌پذیر بایستی آن‌ها را تعریف کرد و در قیاس طرح‌های دانشجویان ثابت نگاه داشت. نظر به این‌که میزان اثر گذاری مولفه‌های هر حوزه در ایجاد معماری سازه‌پذیر متفاوت است، استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی^{۷۵} به عنوان آینده‌پژوهی پیشنهاد می‌گردد. در این روش، سنجه‌ها^{۷۶} یا مولفه‌ها، از طریق مقایسات زوجی، وزن‌دهی و رتبه‌دهی می‌شوند.

پی‌نوشت

۱. لنگ به معماری بر مبنای کشف و شهود به عنوان اولین راه طراحی معماری اشاره دارد (Norberg-Schulz 1965). «مخارج روزافزون ساختمان و گوناگونی استفاده‌کنندگان از محیط‌های طراحی شده، طراحی بر اساس نظر شخصی را با ابهام مواجه ساخته است» (Lang 2014, 2).
۲. نظریه پوزیتیو (Positive Theory) بر تحقیق و مطالعه‌ی علمی - تجربی از محیط و رفتار انسان در جهت اثبات واقعیات استوار است (Lang 2014, 15). نظریه هنجاری (Normative Theory) مبتنی بر یک سری اصول ثابت و از پیش تعیین شده است (Akrami 2003).
۳. در تعریف مشخص برنامه درسی می‌توان گفت طرح و نقش‌های است از آن‌چه که باید تحت نظر مرکز آموزشی یاد گرفته شود (Maleki 2014, 23). در خصوص آموزش معماری سازه‌پذیر، محققان اولین گام را بازنگری و اصلاح برنامه آموزشی درس سازه می‌دانند (Mirzabeigi 2011, 62).

4. Structural Architecture

5. Theory of Structural Architecture
6. Grounded Theory
7. Structure As Architecture, Structural Architecture
۸. Load Path: موثرترین مسیر نیرو، مسیری است که از توانایی‌های خاص مصالح استفاده شده و بیش‌ترین بهره‌گیری را به عمل آورد (Golabchi 2009).
9. Tectonic architecture
۱۰. بیان‌ساختارها را با تلفیقی از هنر و فن‌آوری پدید می‌آورد (Baghaei 2001).
۱۱. در آثار نورمن فاستر، فناوری ساخت ابزاری قدرتمند در خلق فضای معماری است (Mohammadzadeh, Akbari, and Babazade 2017, 4).
۱۲. Grounded Theory: نظریه بنیادی؛ نظریه مبتنی بر داده‌ها؛ نظریه مفهوم‌سازی بنیادی (Danaeifard, Alvani, and Azar 2004, 130).
13. Strauss & Corbin
14. Causal Conditions
15. Strategies
16. Intervening Conditions
17. Consequences
18. Coding Paradigm
19. Open Coding
20. Axial Coding
21. Selective Coding
22. Concepts
23. Categories
24. Andrew Charleson
25. Angus J. Macdonald
26. Jian Ji
27. Adrion Bell
28. Coding Paradigm for Structural Architecture
29. Tectonical Approach
30. Approach
31. Rationalism & Scientism
32. Critical Wisdom
33. Balance
۳۴. فرم به گفته هربرت رید، شکل و آرایش اجزا و جنبه دیدنی اثر است (Read 1995). اما فرم معماری دارای اجزا، تناسبات و اندازه است (Hushyar and Barugh 2013) و در برگیرنده و انتقال‌دهنده مفهوم است (Giedion 1967).
35. Tectonical Background
36. Intervening Conditions
37. Interference
38. Tectonical Features
39. Object
40. Variable
41. Attribute
42. Feature Vector
43. Attribute Vector
44. Nominal
45. Binary
46. Numetric
۴۷. متغیر وابسته: تغییرات متغیر وابسته، پایبندی کامل به تغییر در متغیرهای دیگر از جمله متغیر مستقل دارد (Heidari 2018, 121).

48. Qualitative
49. Quantitative
50. Multi-Value
51. Strategy
52. Tectonical Survey
53. Mission Statement
54. Statement of Principle
55. Vision Statement
56. Tectonical Analysis
57. Tectonical Decision
58. Vernacular Architecture
59. Ecology Technilogy
60. Norman Foster
61. Richard Buckminster Fuller
62. Nicholas Grimshaw
63. Renzo Piano
64. Richard Rogers
65. Tectonical Action
66. Constructive Instructional Design

۶۷. آموزش به فعالیتی اطلاق می‌شود که خود، مجموعه‌ای از کارهای مختلف نظیر تعیین ساختار و ترکیب موضوع مورد یادگیری، تعیین نحوه ارائه آموزش، تعیین زمان لازم برای آموزش و یادگیری و آگاه ساختن شاگرد از هدف‌های آموزشی است (Fardanesh 2019, 10-11).

68. Quality Education for All

۶۹. Pedagogy: نظریه علمی مطالعه چگونگی فرایندهای یاددهی - یادگیری (Gauthier & Tardif 2020, 5).

70. Cognitive Load
71. Oxford Dictionary of Psychology, 2003
72. Situated Cognition
73. Authentic Activities
74. PBL: Problem-Based Learning
75. AHP: Analytical Hierarchy Process
76. Criterion


فهرست منابع

- Addis, Bill. 2008. *Building: 3000 years of design engineering and construction*. New York: phaidon press.
- Baghaei, Ajang. 2009. The role of structure in the Aestheticsof contemporary architecture. *Journal of City identity* 4(3). <https://sid.ir/paper/154687/fa>. [in Persian]
- Ahmadnejad Karimi, Majid, Mahdi Mahmoodi, and Maryam Azimi. 2018. Aspects and limits of structural knowledge in the process of architectural design. *Journal of Soffeh* 81(29): 19-32. <https://sid.ir/paper/94464/fa>. [in Persian]
- Akrami, Gholamreza. 2003. "Review and compare architectural training in accordance with procedural model From Lang's point of view, with the training of traditional architecture in Iran." In *Proceedings of the second conference on architectural education*, 2003. Tehran: University of Tehran. [in Persian]
- Alaei, Ali, and Malihe Rahimi. 2013. "Structure, Architecture, beauty." In *Proceedings of the 1st National Conference on Design and Nature*, 2013. Natanz. [in Persian]
- Alami, Babak, Shahram Purdeihimi, and Saeid Mashayekh Faridani. 2016. Structure, Form & Architecture. *Journal of Iranian Architectural Studies* 9. <https://www.magiran.com/paper/1585772>. [in Persian]
- Allen, Edward. 2005. *How Buildings work? The Natural order of Architecture*. London: Oxford University Press.
- Allen , Zalewski and Boston Structures Group. 2010. XIV.
- Angel, Heino. 1998. *Structure Systems. Translated by Ali Golsurat*. Tehran: Karang Press. .[in Persian]
- Ansari, Mojtaba, Aryan Amirkhani, and Haniyeh Okhovvat. 2009. Evaluating the growth rate of architectural engineering students in learning structural concepts by using nature and comparing it with other common methods. *Journal of Iran Engineering Education* 42(11):59-80. <https://doi.org/10.22047/ijee.2008.631>. [in Persian]
- Baker, Geoffrey H. 1996. *Design Strategies in Architecture: An Approach to the Analysis of Form*. London: Taylor & Francis press.
- Baghaei, Ajang. 2001. Technology and globalization of architectural culture. *Journal of Architecture & Culture* 11:9-15. <https://www.sid.ir/paper/432336/fa>. [in Persian]
- Bani Masud, Amir. 2014. *Western Architecture, Roots and Consepts*. Tehran: Honare Memari press. [in Persian]
- Charleson, Andrew. 2012. *Structure as Architecture*. Translated by Mahmood Golabchi and Ehsan Soroushnia, E., Tehran: University of Tehran Press .[in Persian]
- Ching, Frank (Francis D.K.). 2009. *Structure in Architecture*. Translated by Mohammad reza Afzali. Tehran: Yazda Press. [in Persian]
- Clark, Roger H., and Michael Pause. 2003. *Precedents in Architecture: Analytic Diagrams, Formative Ideas, and Partis. Translated by Samar Torabi*. Tehran: Yazda Press. [in Persian]
- Creswell, John W. 2005. *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative Qualitative Research*. Boston: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Danaeifard, Hasan, Seyed Mahdi Alvani, and Adel Azar. 2004. *Qualitative research methodology in management: a comprehensive approach*. Tehran: Saffar Press. [in Persian]
- Danaeifard, Hasan, and Seyyed Mojtaba Emami. 2007. Qualitative research strategies: Reflection on Grounded Theory. *Journal of Management Thought* 2(1):69-97. <http://ensani.ir/file/download/article/20120325151825-1040-10.pdf>. [in Persian]
- Daneshgar moghadam, Golrokh. 2007. "Nature lessons in creating harmony of architecture and structure". In *Proceedings of the 1st Conference on Structure and Architecture*, 2007. Tehran: University of Tehran. <https://civilica.com/doc/17394/>. [in Persian]
- Dehkhoda, Ali Akbar 1998. *Dehkhoda Dictionary*. Tehran: University of Tehran Press. [in Persian]
- Eghbali, Seyed Rahman, and Farzane Asadi. 2007. "A re-approach to the coherence and correlation of form and structure in architecture". In *Proceedings of the first conference on structures and architecture*, Tehran, 2007. University of Tehran. <https://civilica.com/doc/17377/>. [in Persian]
- Eizadpanah, Farzin. 2011. "Advantages of the constructivist approach compared to the deductive approach in teaching structure in architecture". In *Proceedings of the International Conference on structures and architecture*, 2007. Tehran: University of Tehran. <https://civilica.com/doc/119296/>. [in Persian]
- Fardanesh, Hashem. 1999. A Critical Comparison of systematic and constructive Approaches to Instructional Design. *Modarres humanities Quarterly* 3(3): 139-149. <http://ensani.ir/fa/article/233608/>. [in Persian]
- Fardanesh, Hashem. 2008. Classification of constructive design patterns based on learning and teaching approaches. *Journal of Educational and psychological studies* 2. <http://ensani.ir/fa/article/42094/>. [in Persian]
- Fardanesh, Hashem. 2019. *Instructional Design, Foundations, Approaches and Applications, Organization for the study and compilation of humanities books in universities*. Tehran: Samt Press. [in Persian]
- Falahat, Mohammad Sadegh, and Maryam Kalami. 2007. "Structure and formation of architectural space". In

- Proceedings of the International Conference on structures and architecture*, 2007. Tehran: University of Tehran. <https://civilica.com/doc/13233/>. [in Persian]
- Farshad, Mahdi. 1974. *Building forms*. Shiraz: University of Shiraz Press.[in Persian]
 - Gauthier, Clermont, and Maurice Tardif. 2020. *La Pedagogie, Theories et Pratiques de l'antiquite a nos jours Organization for the study and compilation of humanities books in universities*. Translated by Farideh Mashayekh. Tehran: Samt Press.[in Persian]
 - Giedion, Sigfried. 1967. *Space, time and architecture: the growth of a new tradition*. Cambridge: Harvard University Press.
 - Golabchi, Mahmood, and Mojtaba Amiri. 2017. *Structural Elements for Architects*. Tehran: University of Tehran Press. [in Persian]
 - Golabchi, Mahmood. 2007. "The role of structural systems in the formation of architectural effect". In *Proceedings of the International Conference on structures and architecture*, 2007. Tehran: University of Tehran. <https://civilica.com/doc/17405/>. [in Persian]
 - Golabchi, Mahmood. 2003. Architectural form systematizing structure. *Journal of Architecture & Urbanism* 74 & 75:8-17. <https://www.magiran.com/volume/8853>. [in Persian]
 - Golabchi, Mahmood. 2009. "Architecture training in civil engineering: Today's challenges, future necessities". In *Proceedings of the International Engineering Education Conference in 1404*, 2009. Tehran: Academy of Sciences. <https://civilica.com/doc/61496/>. [in Persian]
 - Grutter, Jorg Kurt. 2004. *A shtetik der Architektur: Grundlagen der Architektur-Wahrnehmung, c1987*. Translated by Jahanshah Pakzad, and Abd Al reza Homayun. Tehran: Shahid Beheshti University Press.[in Persian]
 - Haghighi, Saeid, Omid Dejdar, and Nayereh Dehghan. 2020. Learning the design of new structures: both temporal and spatial approaches to enhance the ability to design architecture. *Journal of Armanshahr* 33:57-74. <https://doi.org/10.22034/aaud.2019.165436.1771>. [in Persian]
 - Haghbir, Saeed, and Hamed Kamelnia. 2016. *Theory of Modernity in Architecture*. Tehran: University of Tehran Press. [in Persian]
 - Hashemnejad, Hashem, and Sara Soleimani. 2007. The necessity of harmonizing structure and architecture in contemporary architecture. *Journal of Fine Arts* 30: 23-30. https://journals.ut.ac.ir/article_18060_1770.html. [in Persian]
 - Hashempoor, Rahim. 2011. "Red line and common points of architecture and structures". In *Proceedings of the 2th International Conference on Architecture and Structures*, 2007. Tehran: University of Tehran. <https://civilica.com/doc/119288/>. [in Persian]
 - Heidari, Shahin. 2018. *Introduction to Research Method in Architecture*. Tehran: Fekr-e- No Press. [in Persian]
 - Hoseini, Hannan Sadat. 2019. "Investigating the effective factors in structural coordination of structure and architecture based on multi-criteria decision making". In *Proceedings of the Fourth International Technology Development Conference and International Conference on New Findings in Civil Engineering, Architecture and Construction Industry*. 2019. Tehran. <https://civilica.com/doc/1031273/>. [in Persian]
 - Hushyar, Leila, and Hushyar Barugh. 2013. "Investigating the concept of form in contemporary architecture and urban planning". In *Proceedings of the International Conference on Civil Engineering, Architecture and Sustainable Development*. 2013. Tabriz. <https://civilica.com/doc/273511/>. [in Persian]
 - Jafari rad, Azade, and Paria Asadi. 2017. "The role of structures in the aesthetic aspects of architecture". In *Proceedings of the 2th International Conference on New Horizons in Civil Engineering, Architecture and Urban Planning and Cultural Management of Cities*. 2017. Tehran. <https://civilica.com/doc/733084/>. [in Persian]
 - Javaherian, Mehrdad. 2007. "Structure in Architecture". In *Proceedings of the International Conference on structures and architecture*, 2007. Tehran: University of Tehran. <https://elmnet.ir/article/20233078-22991/>. [in Persian]
 - Lang, Jon. 2014. *Creating Architectural Theory: The Role of the Behavioral Sciences in Environmental Design*. Translated by Alireza Einifar. Tehran: University of Tehran Press. [in Persian]
 - Lee, Jinyoul. 2001. *A Grounded Theory: Integration and Internalization in ERP Adoption and Use*. Unpublished Doctoral Dissertation, Nebreska: University of Nebreska, In Proquest UMI Database.
 - MacDonald, Angus J. 2013. *Structure and Architecture*. Translated by Mohammad Ahmadinejad. Tehran: Khak Press. [in Persian]
 - Mahdavejad, Mohammad Javad. 2016. In Search of Outstanding Architecture: The Capacities of Contemporary Iranian Architecture to Become a Legacy for the Future. *Journal of Armanshahr* 17: 129-138. <https://www.sid.ir/paper/202377/fa>. [in Persian]
 - Mahdavejad, Mohammad Javad. 1996. *The World Architectural Theories*. Tehran, Jahad Institue, University of Tehran. <https://www.omicsonline.org/open-access/>. [in Persian]
 - Maleki, Hasan. 2014. *An Introduction to curriculum Planning*. Tehran: Samt Press. [in Persian]
 - Mardomi, Karim, Mahdi Soheilifard, and Majid Aghaazizi. 2015. Alignment of structure and architecture in order

- to optimally locate the supports by genetic algorithm method Case study of free form overlays designed based on Iranian knot geometry. *Journal of Naghsh e Jahan* 5(2): 65-75. <https://bsnt.modares.ac.ir/article-2-7894-fa.html>. [in Persian]
- Moin, Mohammad. 2007. *Moin Dictionary. 6-volume collection*. Tehran: Amirkabir Press. [in Persian]
 - Mohammadzadeh gudini, Yahya, Ehsan Akbari, and Leila Babazade. 2017. "Structure and space in the process of architectural design: an essential union". In *Proceedings of the 5th International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development*, 2017. Tehran: Shahid beheshti University. <https://civilica.com/doc/735007/>. [in Persian]
 - Molanaei, Salah aldin, and Meisam Feizi. 2013. "An approach to creating convergence between structure and architecture". In *Proceedings of the 1st International Conference on Urban Development*, 2013. Sanandaj: Islamic Azad University. <https://civilica.com/doc/300436/>. [in Persian]
 - Momeni, Maryam, and Azita Etmnani. 2013. "Pathology of the interaction of architects and structural engineers in the academic education of contemporary architecture". In *Proceedings of the 1st Natanz National Conference on the Model of Islamic Architecture and Urban Planning on the 1404*, 2013. Natanz. <https://civilica.com/doc/267560/>. [in Persian]
 - Moore, Fuller. 2001. *Understanding Structures*. Translated by M. Golabchi. Tehran: University of Tehran Press. [in Persian]
 - Motarjem, Yalda, and Amir Abbas Naghshineh. 2013. "The position of structural design in the planning process in architecture and the need to match the two". In *Proceedings of the 1st National Conference on Architecture, Restoration, Urban Planning and Sustainable Environment*, 2013. Tehran. <https://civilica.com/doc/263517/>. [in Persian]
 - Mirzabeigi, Ali. 2011. *Curriculum Planning and Lesson Plan in Formal Education and Human Resource Training*. Tehran: Yaštaron Press. [in Persian]
 - Norberg-Schulz, Christian. 1965. *Intentions in Architecture*. Cambridge: MIT Press.
 - Oxford Languages. 2010. *Oxford Dictionary*. London: Oxford University Press.
 - Otto, Frei, and Bodo Rasch. 2001. *Finding Forms*. Stamford: Edition Axel Menges Press.
 - Panahi, Sedigheh, Farhad Alizade, and Shahram Sheykhzade. 2013. "The effect of structuralism on the evolution of architectural space". In *Proceedings of the International Congress of Civil Engineering, Architecture and Urban Development*, 2013. Tabriz. <https://civilica.com/doc/273716/>. [in Persian]
 - Pandit, Naresh R. 1996. The Creation of Theory: A Recent Application of the Grounded Theory Method. *The Qualitative Report* 2(4). <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR2-4/pandit.bm>
 - Read, Herbert Edward. 1995. *The meaning of art*. London: Scientific and cultural Press.
 - Saif, Ali Akbar. 2007. *Educational psychology: psychology of learning and Instruction*. Tehran: Agah Press.
 - Salama, Ashraf. 2005. "Skill-Based/Knowledge-Based Architectural Pedagogies: An argument for Creating Human environment". In *Proceedings of the 7th International Conference on Human Habitat-ICHH, 2005*. Mumbai. <https://strathprints.strath.ac.uk/id/eprint/52391>
 - Salvadori, Mario George. 2000. *Structural Design in Architecture*. Translated by Mahmood Golabchi. Tehran: University of Tehran Press. [in Persian]
 - Sanaei, Sepide, and Amin Ghasemi. 2013. "The effect of coordination of structure with idea and form in architecture". In *Proceedings of the International Conference on Civil Engineering, Architecture and Sustainable Urban Development*, 2013. Tabriz. <https://civilica.com/doc/273305/>. [in Persian]
 - Schon, Donald. 1987. *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. San Francisco: Jossey-Boss Press.
 - Shakeri, Mohammad Javad. 2017. "Investigating the role of technology in creating interaction between structure and architectural space". In *Proceedings of the 5th International Congress on Civil engineering, Architecture and Urban Development*. 2017. Tehran: Shahid Beheshti University. <https://civilica.com/doc/735961/>. [in Persian]
 - Seyedian, Seyyed Ali, and Mansura Baftiyegane. 2007. "Planning in the process of architectural design with the approach of unity and coordination of structure and space". In *Proceedings of the 1st Conference on Structure and Architecture 2007*. Tehran: University of Tehran. <https://civilica.com/doc/17359/>. [in Persian]
 - Sherbaf, Asem, and Mojtaba Ansari. 2017. "Common language of architecture and the art of structural engineering in Iranian architecture". In *Proceedings of the National conference of research and development in civil engineering, architecture and modern urban planning, Tehran 2017*. Tehran. <https://civilica.com/doc/723492/>. [in Persian]
 - Soleimani, Sara, and Salahaldin Molanaei. 2017. Provide an efficient model for upgrading the structure to architecture students (with emphasis on reviewing the course content. *Journal of Armanshahr* 19(10): 23-33. http://www.armanshahrjournal.com/article_50334.html. [in Persian]
 - Strauss, Anselm, and Juliet Corbin. 1998. *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. California: Sage Press.

- Zarkesh, Afsane. 2005. Quality of training and professional work in creating harmony between space and structure in contemporary Western architecture. *Journal of Fine Arts* 23(23): 43-52. https://jhz.ut.ac.ir/article_10713.html. [in Persian]
- Zarkesh, Afsane. 2002. Harmonization of space and structure in architecture. PhD Thesis in Architecture. Supervisor: Prof. Golabchi. Tehran: University of Tehran. [in Persian]
- Zarkesh, Afsane. 2008. The precedence of architecture over structure in contemporary architecture. *Journal of Book of the Month of Art* 124: 20-31. <https://www.magiran.com/paper/581904>. [in Persian]
- Zumthor, Peter. 2010. *Thinking Architecture*. Basel: Birkhäuser Architecture Press.

<p>نحوه ارجاع به این مقاله</p> <p>قربان زاده، مریم، و محمود گلابچی. ۱۴۰۲. کنکاش نظریه معماری سازه‌پذیر با استفاده از نظریه پردازای داده‌بنیاد. <i>نشریه معماری و شهرسازی آرمان‌شهر</i> ۱۶(۴۲): ۱۴۵-۱۶۴.</p> <p>DOI: 10.22034/AAUD.2023.297782.2522</p> <p>URL: https://www.armanshahrjournal.com/article_173188.html</p>	
<p>COPYRIGHTS</p> <p>Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Armanshahr Architecture & Urban Development Journal. This is an open- access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License.</p> <p>http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</p>	