

بازشناسی تعامل سازه و معماری با الهام از معماری دوره سلجوقی

اسماعیل اسکندری^۱، محسن وفا مهر^۲، علی خاکی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲

چکیده:

امروزه، تعامل سازه و معماری، از مسائلی مهمی است که مورد توجه بسیاری از طراحان می باشد. در معماری سنتی ایران، روند تعامل سازه و معماری به طور پیوسته و در کمال یکپارچگی بود. اما تغییرات حاصل از عصر صنعت و تکنولوژی، تعامل سازه و معماری را در عصر حاضر تحت تاثیر قرار داده است. هدف از پژوهش حاضر بازشناسی تعامل سازه و معماری با الهام از دوره سلجوقیان است. روش تحقیق، تحلیل محتوای کیفی و تجزیه و تحلیل ها نیز از طریق مطالعات کتابخانه ای صورت گرفت. نتایج نشان می دهد که رابطه ی سازه و معماری در بناهای معاصر غالباً جنبه ی تأمین ایستایی آن مورد نظر قرار می گیرد. اما در معماری دوران سلجوقیان کاربرد تقارن و هندسه در شکل گیری فرم مطابق با عملکرد سازه آن ها در تأمین ایستایی و پایداری است. همچنین در تعامل سازه و معماری، بحث مشارکت فرم در تحقق نیازهای ساخت سازه است.

کلمات کلیدی: بازشناسی، تعامل سازه و معماری، معماری معاصر، معماری سلجوقی.

مقاله موجود برگرفته از پایان نامه دکتری با عنوان بازشناسی تعامل سازه و معماری با الهام از معماری دوره سلجوقی می باشد

۱-مقدمه

^۱دانشجوی دکتری معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، (۰۹۱۷۳۰۵۹۳۳۲) Arc.esmail@gmail.com

^۲استاد دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت، Dr.vafamehr@gmail.com

^۳استادیار دانشکده انقلاب اسلامی دانشگاه فنی و حرفه ای، (kh_spaceframe@yahoo.com)

در دنیای حاضر، رشد داده‌ها در هر لحظه و در زمینه‌های متفاوت رخ می‌دهد. جریان صنعتی شدن، جهانی شدن و شبکه‌ای شدن سبب ایجاد تحول در تمام جوامع گردیده است. این تحولات بر روی جنبه‌های متفاوت زندگی انسان اثر گذاشته است. معماری نیز به عنوان یکی از جنبه‌های زندگی که در ارتباط عینی با زندگی انسان است، از این قاعده مستثنی نبوده و نیست. به همین دلیل، معماری معاصر ایران نیز به خاطر تغییر نیازهای فضایی-کالبدی، اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی جامعه پذیرای راه‌حل‌های جدیدی می‌باشد. زیرا حقیقت شرایط کنونی، فناوری است. اما متأسفانه می‌توان مشاهده کرد که در بیشتر بناهای کنونی، تکنولوژی و فناوری به‌ویژه در زمینه سازه‌ای نمودی دارد و یا کاملاً خشک با آن برخورد می‌گردد به گونه‌ای که دیگر بحث زیباشناسی و معماری بنا در نظر گرفته نمی‌شود. از این رو می‌توان گفت که یکی از مسائل مهم دنیای امروز تعامل سازه و معماری است.

تفکر در رابطه با تعامل سازه با معماری^۱، موضوع مهمی می‌باشد که استفاده از دانش سازه را در بستر طراحی میسر می‌سازد. سازه به معنی انتظام نیروها و کار با آن‌ها می‌باشد و معماری در حقیقت، نتیجه تعامل نیروهای گوناگون داخلی و خارجی می‌باشد که سبب شکل‌گیری اندازه‌ها، ضخامت‌ها و شکل عناصر سازه‌ای می‌شود که از مصالح مختلف تشکیل شده و تحت تأثیر دستگاه‌های گوناگون نیرویی قرار گرفته‌اند. ویتروویوس معماری را چنین تعریف کرده است: «اثری معمارانه است که واجد سه ویژگی زیبایی، ایستایی و سودمندی باشد». بر پایه این تعریف ایستایی از جمله ارکان معماری می‌باشد و می‌توان گفت که ایستایی یک بنا به سازه و ساختار آن بنا وابسته است و قاعدتاً استخوان‌بندی و ساختار یک ساختمان بر کلیت فرمی و کیفیت فضایی آن تأثیرگذار می‌باشد. در طول تاریخ، سازه و معماری یا بهتر است سازه و کیفیت‌های معمارانه گفته شود، همواره در ارتباط و تعاملی معنادار با یکدیگر بوده‌اند. انسان ماقبل تاریخ در یکی از اولین فعالیت‌های معمارانه خود که «استون هنج» می‌باشد، تجربه‌ای بس شگرف داشته است. به گونه‌ای که انسان ماقبل تاریخ به تجربه یا از روی غریزه به این نتیجه رسیده بود که برای خلق فضا و ایجاد حس محصوریت نیازمند ترکیبی از عناصر افقی و عمودی است و برای رسیدن به این مقصود مدولی متشکل از دو پایه و یک تیر سنگی را در چیدمانی هندسی و نظام‌مند تکرار کرد و یکی از ساده‌ترین و گویاترین نمونه‌های تأثیر سازه بر معماری را به نمایش گذاشت.

یکی از مسائل مهم در حوزه معماری که کم توجهی به آن می‌تواند ناسامانی‌های بسیاری را هم در مقوله آموزش معماری و هم در حوزه طراحی و اجرا ایجاد کند، جدایی علم سازه از دانش معماری است. این مسئله در مقوله آموزش منجر به تربیت متخصصانی می‌شود که فاقد دانش جامع در طراحی بناها هستند. در حوزه طراحی معماری، تأثیر آن بیش از همه بر پایداری، زیبایی و الوایی (ارزش معنایی) ساختمان دیده می‌شود. در حوزه اجرا نیز چگونگی ارتباط معماری و سازه بر تعیین میزان مصالح مصرفی، میزان پیچیدگی طراحی و ساخت و میزان کارایی بناها تأثیر گذار است. سازه در معماری امروز بیش از آنچه که در وحدت با فرم معماری رفتار کند، به عنوان دانشی جداگانه در فرآیند طراحی بنا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مواردی سازه نسبت به فرم معماری اولویت پیدا می‌کند و نمود آن بیش از آنکه در تعامل با فرم باشد، از نقشی غالب برخوردار است. در نوعی دیگر از ارتباط فرم و سازه، نیازهای بصری فرم معماری بر سازه اولویت دارد. نمود آن را می‌توان در تزئین سازه با اشکال و فرم‌های تاریخی و یا مواردی که در آنها، سازه صرفاً نقش نگهدارنده پوشش ساختمان را به عهده دارد و اغلب در پشت فرم معماری پنهان می‌شود، مشاهده کرد.

از سالهای پایانی قرن بیستم به بعد و مشخصاً از آغاز هزاره سوم میلادی، عصری نو در تاریخ بشری آغاز شد که در آن فناوری-به‌ویژه فناوری اطلاعات-با اقتدار و سرعتی قابل توجه در حال شکل دهی مجدد ساختارهای بنیادین اجتماعی و به تبع آن اثرگذاری بر تمام پدیده‌های جهانی است. معماری نیز به عنوان یکی از مهمترین پدیده‌های اجتماعی-انسانی-محیطی از تأثیرات و تحولات هزاره سوم به دور مانده و در دهه‌های اخیر با توجه به تاثیرگذاری پیشرفت فناوری و تکنولوژی و ایجاد دنیای رسانه‌ای و اختراعات در پدیده‌های تکنولوژی دستخوش تغییرات عمده‌ای شده است که آن را کاملاً از معماری پیشین متمایز می‌سازد.

مسئله اصلی این تحقیق، چگونگی تعامل میان سازه و معماری معاصر با الهام از معماری سلجوقیان است و سوال اصلی اینجاست که چگونه می‌توان تعامل میان معماری و سازه را با الهام از معماری زمان سلجوقیان مورد بازشناسی قرار داد؟ این تحقیق در پی آن است تا با تبیین

معیارهایی در ارزیابی بناها از جهت تعامل معماری و سازه و با بررسی نمونه هایی از معماری معاصر و زمان سلجوقیان، راهکارهایی را جهت بهبود در حوزه تعامل معماری و سازه ارائه کند. در این راستا این پژوهش به مطالعه جامع تر در زمینه ارتباط معماری و سازه می پردازد.

۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر دارای روش تحقیق کیفی، تحلیل محتوایی است. به این صورت که با توصیف تعاریف مشخص از معماری و سازه و تعامل میان این دو، به تحلیل محتوایی انواع ارتباط مطرح میان معماری و سازه پرداخته می شود. داده های این بخش از پژوهش، با استفاده از اسناد و منابع کتابخانه ای و به روش بررسی اسنادی، گردآوری شده است. دلیل انتخاب این روش، تلاش در جهت رفع محدودیت ها و نواقص موجود در انواع ارتباطات مطرح شده میان معماری و سازه در منابع مرتبط است. سازه و معماری به شیوه های گوناگون با هم ارتباط دارند: از استیلاهی کامل سازه بر معماری گرفته تا چشم پوشی بر نیازمندی های سازه در تعیین فرم ساختمان و هم بهسازی زیبایی شناختی آن (مک دونالد^۱، ۱۳۹۱؛ ۴۵). در رابطه با گونه های ارتباط سازه با معماری دسته بندی های متنوعی وجود دارد که هر کدام نقاط ضعف و قوت خود را دارد. اما در پژوهش حاضر با توجه به ارتباط معماری و سازه و نیز نقاط قوت آنها، و با رمزگذاری ویژگی هایی که در هر کدام از این انواع قابل قبول است، دسته بندی جدیدی از انواع ارتباط میان فرم و سازه استفاده می شود. بنابراین بر اساس رمزگذاری های صورت گرفته در روش تحلیل محتوا با تفسیر داده های حاصله از ویژگی های انواع ارتباط معماری و سازه و استخراج معانی مشخص از تعامل، پارامترهای کیفی تعامل ارائه می شود و بر اساس این پارامترها، معیارهای ارزیابی بناها از جهت چگونگی این تعامل تدوین می گردد. در ادامه بناهایی از معماری امروز ایران و زمان سلجوقیان مورد نقد و بررسی قرار می گیرند و نقاط قوت و ضعف آنها در تعامل معماری و سازه بیان می گردد. به منظور تعیین اعتبار و پایایی نتایج حاصله، از روش پیمایشی و مصاحبه و تنظیم پرسشنامه هایی از اساتید متخصص در رشته معماری استفاده شده است.

۳- پیشینه تحقیق

نحوه ارزش گذاری و برخورد با سازه و معماری در ادوار مختلف، اساس تفکری متفاوت داشته است. اتو وگنر^۲ (۱۹۰۰)، معمار اتریشی، در باب اهمیت سازه در معماری عقیده داشت: که معمار اگر در خلق فرم هنری، طراحی را از سازه شروع نکند، طرحی نامشخص و غیرقابل فهم، و در نتیجه ناپایدار ارائه خواهد نمود. معماران و مهندسان معماری در زمینه ارتباط سازه و معماری دیدگاه های مختلفی ابراز داشته اند. در جدول زیر به بررسی رابطه سازه و معماری از دیدگاه اندیشمندان پرداخته شده است.

رابطه سازه و معماری از دیدگاه اندیشمندان ماخذ: (Suzuki, 2019)

نام معمار	دیدگاههای اندیشمندان و نظریه پردازان در مورد تکنولوژی و معماری و طبیعت و انسان
فارست ویلسون	معماری هنری منطقی است و منطق آن بر اصول سازه استوار است. درک معماری بدون درک حساسیت و عکس العمل انسان نسبت به مقاومت مصالح هندسه سازه که وزن عظیم را در هوا بر علیه قوه جاذبه بر پا نگه میدارد غیر ممکن است
مک دونالد	فرم اسکلت سازه بیشک با فرم ساختمان حامل آن ارتباطی تنگاتنگ دارد، از اینرو طراحی ساختمان - تعیین فرم کلی آن - به نوعی طراحی سازه نیز هست. با وجود این، رابطه میان طراحی سازه و طراحی معماری میتواند فرم های گوناگونی به خود بگیرد.
ماريو سالوادوری	دانش درک سازه به عنوان بخشی از معماری، حداقل بسیار مطلوب میباشد و این که سازه نمیتواند صحیح و کامل باشد مگر در صورت تلفیق با زیبایی معماری... هدف اصلی یک سازه محصور کردن و مشخص نمودن یک فضا است.
ون میس	سازه در تعاملش با فضا، اولین وسیله واقعی کردن معماری است. یعنی ایده‌های را شکل میدهد که به حیطه هنر مربوط است. البته ساختمان قوانین خود را هم انکار نمیکند و این قوانین منابع با ارزشی برای توضیح کار هستند
نروی	حتی زمانی که معماران محاسبات نهایی سازه ها را به یک متخصص واگذار می کنند باید ابتدا خودشان توانایی ایجاد و دادن تناسبات صحیح به آن را داشته باشند. تنها در آن شرایط یک سازه میتواند سلامت حیاط و احتمالا زیبایی را توأم در بر داشته باشد.
هربرت مارکر	انسان در سیطره تکنولوژی می داند از نظر وی گرفتاری امروز صرف توسعه تکنولوژی نیست بلکه شیوه بهره گیری از انسان و طبیعت به سود افزایش تولید و تحمیل مصرف اجباری و به زیان خود مختاری و آزادی فردی بشر است.

در منابع مرتبط با همسازی بین سازه و معماری، به مباحثی همچون اهمیت و ضرورت ایجاد این همسازی، سیر تغییر و تحول آن، ضرورت مشارکت میان مهندسیین معمار و سازه برخورد می کنیم. به عنوان مثال زرکش، بر اساس مفاهیم تعریف شده از فضا، سازه و همسازی میان آن ها و نیز نگرش به معماری به صورت یک کل، معیارهایی را جهت تحقق این همسازی ارائه نموده است (زرکش، ۱۳۸۴). اوج تعامل فرم و سازه را می توان در معماری دوران گوتیک و نیز معماری بومی اروپا و در ایران در دوران سلجوقی و تیموری شاهد بود (بقایی، ۱۳۸۸؛ ۸۳). بخشی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی تأثیرات متقابل سازه و معماری در معماری نوین کشورهای در حال توسعه پرداختند. زندیه، محمود کامل آبادی حجت و همکاران (۱۳۹۸) به تبیین پارامترهای کیفی و معیارهای ارزیابی تعامل میان فرم و سازه در معماری امروز ایران پرداختند.

فتحی و یوزباشی (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان معماری ایران دوره سلجوقی با تاکید بر تزئینات آجرچینی مناره و گنبد مسجد جامع برسیان نشان دادند که مسجد جامع برسیان واقع در روستای برسیان در شرق اصفهان یک نمونه کامل و زیبا از معماری سلجوقیان است. محراب آن مانند مسجد جامع اصفهان است و کنده کاری ها و گچبری های روی آجر و ظرافت آن ها جز ایمان و خلوص و ذوق سرشار خالق این همه عظمت باشد.

عالمی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی سازه، فرم و معماری پرداختند. در این تحقیق از میان وجوه گوناگون فرم، وجه سازه‌های آن مورد تأمل قرار گرفت. در این بین، نیرو به عنوان سیستم عامل و تأثیرگذار بر هر دو وجه معماری و سازه‌های فرم مطرح بود. به همین دلیل این تحقیق، ضمن توجه به جایگاه و نقش سازه در معماری، به بررسی رابطه سازه و نیروها با فرم پرداخت. عزیزی و ترابی (۲۰۱۵) به بررسی نقش سازه در ایجاد فضای معماری پرداختند. در این تحقیق ابتدا رابطه بین ساختار و معماری به عنوان دو عنصر یکنواخت مورد بررسی قرار گرفت و موقعیت معماری «فناوری پیشرفته» در یک لحن و همچنین موقعیت ساختاری در ایجاد فضا و به ویژه فضای معماری در نظر گرفته شد.

۴- بدنه تحقیق

هم کنشی یا تعامل، عملی است که بین دو یا چند موجودیت، شیء، پدیده یا فرایند که اثر متقابل بر هم دارند، رخ می دهد. اندیشه ای که اصل تعامل پذیری بر اساس آن شکل می گیرد این است که عمل یک موجود فقط بر حسب برنامه ها و نیت او انجام نمی گیرد، بلکه برنامه ها و واکنش های احتمالی موجودات دیگر نیز مورد توجه قرار می گیرند. بر این اساس تعامل میان معماری و سازه را می توان در تشکیل فرم یا سازه هم زمان با در نظر گرفتن نیازها و عملکرد یکدیگر تعریف کرد. به بیان دیگر، تعامل میان سازه و معماری در همساز شدن طرح معماری و ساختار بنا و پیدایش هم زمان آنها به گونه ای اتفاق می افتد که امکان تفکیک میان سازه و فرم معماری به راحتی وجود نداشته باشد. سازه معماری، قدرت ایجاد مقاومت در مصالح منظومه ای از عناصر ساختمانی بهم پیوسته است تا بتواند در مقابل بارهای مرده و زنده مقاومت کرده و آنها را به زمین انتقال دهد که کارش را علم استاتیک معین می کند. سازه، بنیان و اساس ساختمان است و زندگی بنا را تامین و تضمین می نماید.

سازه در مهندسی سازه عبارت است از یک عضو یا مجموعه ای از اعضا که به منظور تحمل و انتقال نیرو به کار می رود. مهم ترین این اهداف شامل تعادلی پایدار با حفظ شکل هندسی و الگوی از پیش تعیین شده است. از دیگر اهداف مهم که معمولاً در نظر گرفته می شود شکل بهره برداری مطلوب آن است. تفاوت ساختار با سازه در آن است که ساختار یک فرم طبیعی دارد و می بایست کشف یا مشاهده گردد؛ حال آنکه سازه دارای طراحی انسانی و مخلوق دست بشر است. سازه را می توان قدرت ایجاد مقاومت در مصالح و مجموعه ای از عناصر ساختمانی به هم پیوسته نامید که در برابر بارهای مرده و زنده مقاومت نموده و آنها را به زمین منتقل می کند. این عمل سازه توسط علم استاتیک مشخص می گردد. سازه، عضو پنهان ساختمان می باشد و زندگی بنا را تامین می کند. سازه معماری، دارای مقیاسی بزرگ، ثابت و ساکن می باشد. از جمله الزامات سازه می توان به تعادل، مقاومت، پایداری، قاعده، توجه به خواص مصالح، تبعیت از مسیر نیرو و هندسه اشاره کرد (وفامهر، ۱۳۹۱؛ ۶۷؛ زرکش، ۱۳۹۴؛ ۲۳).

اندیشه ای که اصل تعامل پذیری بر اساس آن شکل می گیرد این است که عمل یک موجود فقط بر حسب برنامه ها و نیت او انجام نمی گیرد بلکه برنامه ها و واکنش های احتمالی موجودات دیگر نیز مورد توجه قرار می گیرند. بر این اساس تعامل میان فرم و سازه را می توان در تشکیل فرم یا سازه همزمان با در نظر گرفتن نیازها و عملکرد یکدیگر تعریف کرد. به عبارت دیگر فرم بنا علاوه بر تامین نیازهای زیبایی شناسی معماری در جهت ارتقای پایداری ساختمان کمک می کند و سازه نیز ضمن فراهم کردن پایداری ساختمان نقش مؤثری در تامین نیازهای فرم داشته باشد. در حقیقت تعامل میان سازه و فرم در همساز شدن طرح معماری و ساختار بنا و پیدایش همزمان آن ها به گونه ای اتفاق می افتد که امکان تفکیک میان سازه و فرم به راحتی وجود نداشته باشد (زندیه و کیلی، محمودی کامل آبادی و حجت، ۱۳۹۸؛ ۴۵). پیوند فرم معماری و سازه بر اساس شواهد بسیار در معماری گذشته ایران به خصوص سلجوقی و تیموری و در اروپا (بویژه گوتیک) و همچنین معماری بومی اکثر کشورهای جهان وجود داشته است. به تدریج این پیوند در پی تحولات معاصر می تواند دستمایه ای باشد تا این دو خویشاوند (معماری و سازه) زیبایی و استواری جدیدی را شکوفا کنند. پیوند بین فرم و سازه تندیس خاصی را پدید می آورد که حاصل خلاقیت در سازه، فرم و فن آوری های ویژه ای در ساخت است (بقایی، ۱۳۸۶؛ ۸۴).

۴-۱- پارامترهای کیفی و معیارهای ارزیابی تعامل سازه و معماری

جهت تعیین پارامترهای کیفی و معیارهای ارزیابی تعامل سازه و معماری لازم است تا در ابتدا انواع ارتباط میان معماری و سازه مشخص شود.

۱ - سازه خودنما در فرم - تحمیل سازه بر فرم: در سازه خودنما، سازه نمایان اغلب به منظور نمایش تکنولوژی پیشرفته یا به دلایل زیبایی شناسی و بیان سلاطین طراح طراحی می شود. ۲- سازه همساز با فرم: بهترین نمونه این نوع ارتباط سازه و فرم را می توان در اجسام طبیعی دید. در طبیعت سازه از فرم کلی غیر قابل تفکیک است و سازه و فرم جسم به صورت همزمان و خود به خود به وجود می آیند. در اجسام طبیعی سازه به عنوان ماهیتی مستقل نمی باشد بلکه در ذات و ماهیت شیء وجود دارد. ۳- سازه فراموش شده در فرم: پیشرفت تکنولوژی سازه و آزادی طراحان در چگونگی ایستایی و ساخت بناها از طرفی و استفاده از کامپیوتر در طراحی فرم های بسیار پیچیده

از طرف دیگر منجر به تولید بناهایی می شود که در آن ها فرم بیشتر بر اساس ملاحظات بصری شکل می گیرد تا ملاحظات سازه ای، در نتیجه فرم کلی ساختمان ارتباطی به رفتار عملکرد سازه ای آن ندارد. به منظور تبیین پارامترهای کیفی تعامل میان معماری و سازه، لازم است در ابتدا نیازهای این دو بیان شده و نحوه مشارکت شان در تأمین نیازهای یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد.

تبیین نیازهای سازه ای

در یک طبقه بندی جامع، نیازهای سازه ای را می توان در 4 مورد عنوان کرد (گلابچی، ۱۳۸۸) شامل:

۱- نیازهای عملکردی؛ ۲- نیازهای زیباشناسی؛ ۳- نیازهای بهره برداری؛ ۴- نیازهای ساخت

تبیین نیازهای معماری

الگوی ارزیابی ویتروویوس: سه معیار استحکام، زیبایی و کارایی از نظر او مطرح شده و در حقیقت وظایف بنا یا معماری را چنین تعریف می کند:

- تأمین سرپناه محکم و ماندگار در برابر نیروهای تخریبی و فرسایشی محیط طبیعی و انسانی
- پاسخ گویی به نیازهای عملکردی انسان
- ارضای نیاز معنوی انسان به محیطی فرخبخش و زیبا

براساس تعریف مشخصی که از تعامل میان معماری و سازه بیان شد و نیز تشریح نیازهای آن دو، فاکتورهای تأثیرگذار بر تحقق این تعامل را می توان به صورت زیر تبیین کرد:

مشارکت فرم معماری در تحقق نیازهای عملکردی سازه (عملکرد سازه)

نیازهای زیباشناسی سازه (بیان سازه)

نیازهای بهره برداری سازه (بازدهی سازه)

نیازهای ساخت سازه (ساخت سازه در زمان و اقتصاد-ساخت سازه در ملاحظات کیفی)

-مشارکت سازه در تحقق نیازهای عملکردی

نیازهای زیباشناسی (زیبایی)

نیازهای معنایی (والایی)

با توجه به فاکتورهای تبیین شده و با توجه به بررسی های انجام شده در خصوص انواع ارتباط میان معماری و سازه، خصوصیات این انواع را می توان در قالب جدول ۴-۱ نمایش داد.

جدول ۴-۱ مشخصات و ویژگی های انواع ذکر شده در ارتباط میان معماری و سازه (نگارندگان)

سازه خودنما	سازه همساز با معماری	سازه فراموش شده
عدم تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی معماری	تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی	عدم مشارکت سازه در بیان ایده های معنایی معماری
عدم تناسب نوع، شکل، اندازه و چیدمان عناصر سازه با بارها	تناسب نوع، شکل، اندازه و چیدمان عناصر با بارهای وارده	عدم تناسب نوع، شکل، اندازه و چیدمان عناصر سازه با بارها
بیان ساختگی یا اغراق آمیز رفتار سازه در معماری	درک رفتار سازه در فرم (وجود حس سازه ای در معماری)	عدم درک رفتار سازه در معماری (نبود حس سازه ای در معماری)

زیبایی سازه و بازدهی	نقش تزئینی عناصر سازه ای و بازدهی پایین سازه	تلفیق سازه و تزئینات و بازدهی بالای سازه	تزئینات جدای از سازه باربر-عدم تأثیر تزئینات بر بازدهی سازه
ساخت سازه (زمان و اقتصاد)	ساخت پرهزینه و زمان بر سازه	تناسب سازه با زمان و هزینه بهینه در ساخت	ساخت پرهزینه و زمان بر در فرم های مجسمه وار
ساخت سازه ملاحظات کیفی	عدم موفقیت در بیان ملاحظات کیفی سازه	توجه عمیق به ملاحظات کیفی سازه	عدم موفقیت در بیان ملاحظات کیفی سازه

بر مبنای جدول فوق، در این تحقیق پارامترهای کیفی تعامل معماری و سازه به صورت زیر بیان می شود، که بر اساس آن تعامل سازه و معماری بناهای مورد بررسی در این پژوهش مورد ارزیابی قرار می گیرند.

۱. مشارکت فرم در بازدهی بالاتر سازه
۲. صداقت در بیان عناصر سازه و عملکرد بهینه سازه
۳. درک رفتار سازه در معماری
۴. تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی معماری
۵. تناسب معماری با نیازهای ساخت سازه (زمان، اقتصاد و ملاحظات کیفی)

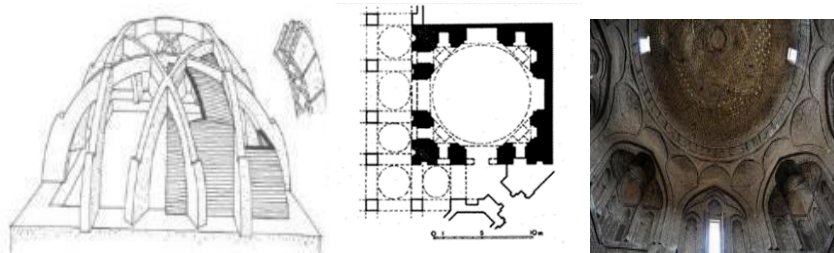
۴-۲- تحلیل نمونه های موردی

۴-۲-۱- نمونه های دوره سلجوقیان

۱- مسجد جامع اصفهان

مسجد جامع اصفهان مجموعه کاملی از انواع فرم های سازه ای قوسی می باشد که هر کدام از این دهانه ها به خاطر ابعاد، شکل ظاهری، تکنیک ساخت و سیستم سازه ای و اسکلت بندی دارای مشخصات خاص و متفاوتی هستند (ضیاء آبادی، ۱۳۸۶) در پوشش های تاقی مسجد نیز می توان حضور سازه را مستقیماً در فضای داخلی احساس کرد. به عنوان مثال در تاق آهنگ ایوان شمالی مسجد وجود جرزهایی با ستبرای زیاد در دو سوی ایوان جهت مقابله با نیروی رانشی قوس جناغی، حس اطمینانی از استحکام سازه در فرم می دهد یا در تاق های چهاربخش در شبستان زمستانی مسجد جامع، عناصر سازه ای به صورت نمایان عملکرد استاتیکی خود را در معرض نمایش می گذارند. گنبد های مسجد جامع اصفهان از شاخص ترین عناصر سازنده فرم آن هستند، که علاوه بر تأمین نیازهای معماری شامل عملکرد، معنا و زیبایی، دارای راهکارهای سازه ای ویژه ای جهت پوشش دهانه های بزرگ و تحمل و انتقال بارهای وارده به زمین می باشند. گنبد جنوبی از نوع گنبد نار با شیوه اجرای ترک به ترک و از هشت لنگه تشکیل شده است که در یک نقطه مرکزی همدیگر را قطع می کنند. در گنبد شمالی اسکلت باربر لنگه ها دیده نمیشود. پوسته داخلی این گنبد دارای تزئینات گره چینی با فرم فضایی یک ستاره پنج پر است (گالدیری، ۱۳۹۲) یکپارچگی عمودی، اجزاء تکیه گاه ها، فرم گوشه سازی ها و نوع منحنی چفد گنبدها حاکی از وجود حس پایداری در فرم گنبدخانه ها هستند (شکل ۱ ستون ها در گنبدخانه ها و شبستان ها نیز از دیگر عناصر سازه ای نمایان در فرم مسجد هستند. از آن جمله می توان به ستون های چهاربخشی در گنبدخانه جنوبی و جرزهای مکعبی شکل در گنبدخانه شمالی و همین طور ستون های استوانه ای شکل با سرستون های مکعبی در اکثر فضاهای شبستانی اشاره کرد. در گنبدخانه شمالی و جنوبی مسجد جامع اصفهان سیر صعودی عناصر باربر از ستون ها و جرزها و قوس ها به گوشه سازی ها و ترک های گنبد به نحوی است که می توان وحدت حاصله از آن ها را در ایجاد فرمی یکپارچه تحت عنوان گنبدخانه مشاهده کرد. همین طور در نماهای اطراف حیاط مرکزی، تکرار تاق های باربر در رسیدن به تاق بزرگ مرکزی ایوان ها، جلوه ای دیگر از اصل کثرت در وحدت را به نمایش می گذارد. این موضوع را می توان در آرایش عناصری از فرم که علاوه بر نقش تزئینی دارای عملکرد باربری نیز می باشند همانند گوشه سازی ها و کاربندی رسمی در مسجد جامع اصفهان مشاهده کرد. سیر از کثرت قوسها در گوشه سازی ها به قوس واحد پیرامونی و سیر از قوس های متعدد متقاطع کاربندی به فضای خالی مرکزی گواهی دیگر از تجلی اصل وحدت در کثرت در سازماندهی عناصر سازه ای است. گنبد تاج الملک مسجد جامع اصفهان از مصالح بنایی آجری ساخته شده است که دارای مقاومت

کششی ناچیزی می باشند و تحت اثر بار وزن، تنش های غشایی، کششی و سیستم نیروهای خمشی تقریباً برابر صفر هستند. بر اساس تحقیقات صورت گرفته در رابطه با این گنبد، حل معادله دیفرانسیل حاکم بر رفتار یک پوسته دورانی که تحت بار وزن و فاقد تنش های کششی و ممان های خمشی باشد منجر به بدست آمدن معادلاتی برای شکل منحنی نصف النهاری و تغییر ضخامت می گردد که منطبق بر منحنی نصف النهاری و تغییرات ضخامت در این گنبد می باشند. همچنین در این تحقیقات تحلیل سازه ای گنبد به روش المان های محدود نشان داده است که تنش های ناشی از نیروهای خمشی در مقایسه با نیروهای غشایی نه تنها برای بار وزن، بلکه برای باد و دما و اثرات دینامیکی زلزله ناچیز و قابل اغماضاند. همینطور تحلیل های صورت گرفته ثابت کرده اند که اگر شکل های مقطع دیگر یا تغییرات ضخامت نصف النهاری دیگری برای پوسته گنبد به کار میرفت اندازه تنش ها و نیروهای ایجاد شده در گنبد افزایش می یافت و طراحی دیگر کامل نبود (حجازی، 1391).

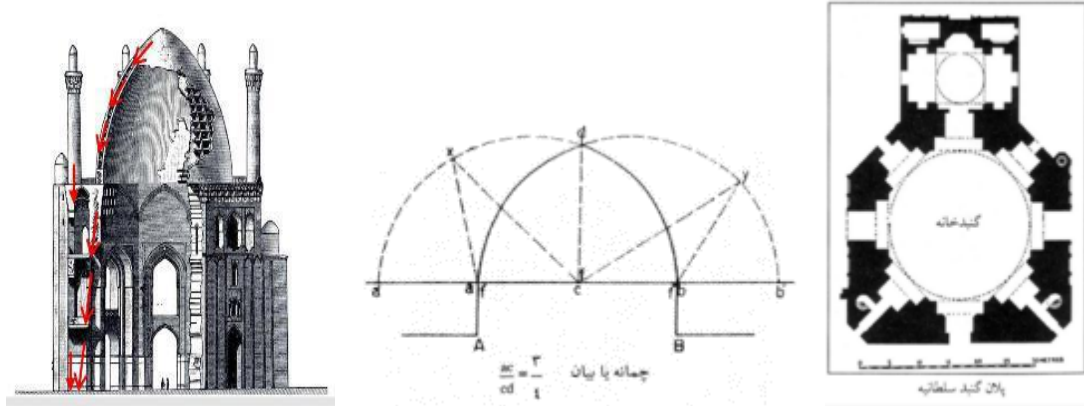


شکل ۱: گوشه سازی پتکانه گنبد خانه شمالی مسجد، ۲- کاربرد بیون در گنبدخانه شمالی مسجد جامع اصفهان ۳- سازه کاربردی در تاق شماره ۶۰ مسجد جامع اصفهان (از راست به چپ) (زندیه و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۶۹)

2- بنای سلطانیه

سه فضای اصلی در مقبره سلطانیه شامل گنبدخانه، تربت خانه و سردابه، در اشکال ساده هشت ضلعی و مستطیل هستند که دارای پوشش ازگ می باشند (شکل ۴). علاوه بر این در معماری گذشته کاربرد انواع چفدهای باربر شامل چفد پنج اوهفت، چمانه یا بیان یا دو لنگه، چفد شبدر یا شبدری، چفد هلوچین، چفد بستو و چفد سروک به وفور یافت می شود. این چفدها تا دهانه های بالاتر از 16 گز را پوشش داده و قادرند بارهای وارده بر خود را به خوبی تحمل کنند. در بنای سلطانیه چفد پایه بنا چمانه است که علاوه بر تحمل کامل بارهای وارده بر خود گنبدی از نوع سبویی پدید می آورد (شکل 5) چفد چمانه یکی از چفدهای باربر می باشد. در این چفد نسبت افراز به دهانه 4/3 است، از این رو این چفد خیز زیادی دارد و پیرو آن، طاق پیاده شده با این چفد از توانایی باربری خوبی برخوردار است. در مقبره سلطانیه نیز در منطقه تغییر حالت گنبد، سه ردیف مقرنس واقع است. این مقرنسکاری پلان هشت ضلعی را به دایره تبدیل نموده و زمینه اجرای گنبد را فراهم آورده است. در گنبد سلطانیه نیز آجر علاوه بر دارا بودن نقش اساسی در شالوده بنا و استحکام آن، وظایف تزئینی متفاوتی را هم برعهده دارد تا جایی که بدنه اصلی گنبد و تمام ساختمان آن با آجر ساخته شده است. در گنبد سلطانیه نیز دنده های آجری که به اشکال گوناگون در میان دو پوسته قرار دارند ساختار اصلی سازه را ایجاد می کنند. سیستم مدوله از قوس های آجری که به شکل جناغی در میان دو پوسته قرار دارند، شباهت زیادی به سیستم متشکل از قاب ها با سه نقطه اتصال دارد. لایه محافظ بنای گنبد روی این سیستم واقع و به آن متصل است (مجابی، 1386، 57) به عبارت دیگر در این بنا عناصر سازه ای مستقیماً در فرم گنبد در معرض نمایش قرار نگرفته اند ولی احساس پایداری سازه با وجود جرزهای سنگین و هشت تاق مرتفع در گنبدخانه کاملاً قابل احساس است. با وجود این تاق ها فشار بارها روی نقاط ثابت و جدای از هم وارد می شود. همان طور که در شکل (۶) نشان داده شده است نیروهای فشاری که توسط مناره ها و ایوان های اطراف گنبدخانه ایجاد می شود در برابر نیروهای رانشی گنبد مقاومت می کنند. در بنای سلطانیه آرایش عناصر باربر سازه ای شامل جرزهای سنگین و هشت تاق مرتفع زیر گنبد و قوس های آجری سازنده آن در نهایت به ایجاد فرم یکپارچه گنبدخانه منجر می شود. در این میان عناصری از فرم نیز که به مقاومت سازه در برابر نیروهای رانشی کمک می کنند همانند مناره ها و ایوان های پیرامونی به گونه ای سازماندهی شده اند که در ایجاد وحدت کلی فرم گنبدخانه مشارکت می نمایند. چیدمان آجر در گنبد سلطانیه نیز به نحوی بوده است که گنبد ضمن برخوردار بودن از ظرافت و زیبایی، بسیار آسان اجرا شود. آجرها به هنگام چیده شدن، بار خود را به وسیله ملات بر آجر زیرین وارد می ساختند و با آجرهای طرفین خود از طریق ملات و آجرهای زیر و روی خود ارتباط افقی برقرار می کردند. پس از اتمام کار و در طول عمر گنبد، آجرها هم چنان با

حفظ همبستگی جانبی، مجموع نیروی واصله و وزن خود را به ترتیب به آجرهای تحتانی منتقل می‌کردند. ضمن اینکه همزمان با ساخت گنبد با کاستن تعداد خشت‌ها، از ضخامت گنبد به سمت نوک آن کاسته شده است. بنابراین می‌توان گفت این بنا از لحاظ ساختار یک شاهکار است. بارها و فشارها بدرستی در نقاط نسبتاً کمی تمرکز یافته است (پوپ، ۱۳۸۴؛ ۸۹).



شکل ۴ اشکال و احجام ساده هندسی و تقارن در بنای سلطانیه شکل ۵ کاربرد چمد چمد در گنبد سبویی سلطانیه شکل ۶ درک رفتار سازه در فرم سلطانیه (از راست به چپ) (منبع اینترنت)

جدول ۲) پارامترهای کیفی تعامل معماری و سازه در بناهای زمان سلجوقیان (نگارندگان)

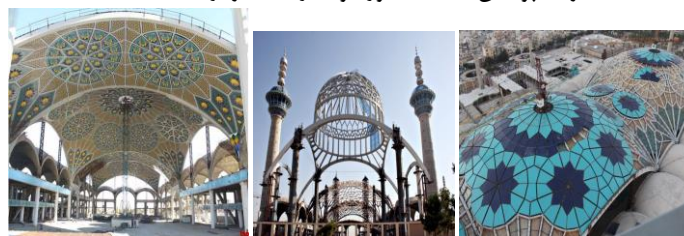
نام بنا	درک رفتار سازه در فرم	مشارکت تزئینات در بازدهی بالاتر سازه	صداقت در بیان عناصر سازه و عملکرد بهینه سازه	تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی فرم	تناسب فرم با نیازهای ساخت سازه (زمان، اقتصاد و ملاحظات کیفی)
مسجد جامع اصفهان	رعایت کامل تناسبات خاص (تناسب زرین)، پیمون (تکرار مدول های مربع یا مستطیل) تقارن (سازما ندهی عناصر سازه ای) اشکال ساده هندسی	مطابقت الگوهای هندسی با ملاحظات سازه ای بنا - گوشه سازی (مقرنس پتکانه) کاربندی رسمی (قالب شاقولی) روش های مختلف آجر چینی (رومی، پر و تیغه پوش)	تطبیق شکل پوشش ها و نحوه استقرار عناصر برابر نمایان در فرم با الگوی جریان نیروها در سازه	سیر از کثرت عناصر سازه ای به وحدت در فرم کلی معماری ۲- برقراری تعادل و توازن در فرم معماری در رسیدن به زیبایی ۳- نیل به کمال در فرم معماری	بومی سازی و استفاده از مصالح و فناوری های موجود
بنای سلطانیه	اشکال و احجام ساده هندسی و	مطابقت الگوهای هندسی با ملاحظات سازه ای بنا - گوشه	ساختار اصلی سازه با دنده های آجری که به اشکال گوناگون در	۱- آرایش عناصر برابر سازه ای و مقاومت آن منجر به	بومی سازی و استفاده از مصالح و فناوری های موجود

	تقارن، کاربرد چند چمانه	سازی(سه ردیف مقرنس با پلان هشت ضلعی) روش های مختلف آجر چینی(هم نقش سازه و هم تزئین بنا)	میان دو پوسته قرار دارند. مقاومت نیروهای رانشی گنبد در برابر نیروهای فشارمناره ها و ایوان های اطراف	ایجاد فرم یکپارچه و وحدت کلی گنبدخانه ۲- برقراری تعادل و توازن در فرم معماری در رسیدن به زیبایی ۳-کمالگرایی در تک تک اجزای سازه و فرم بنا
--	----------------------------	---	--	---

۴-۲-۲- نمونه های معاصر

۱- مجموعه مصلی اصفهان

مصلی اصفهان، مجموعه وسیعی متشکل از پوسته های گنبدی فلزی با دهانه زیاد و پوسته های بیضی بتنی در ابعاد کوچکتر است. گنبد فلزی مقصوره، گنبدی با دهانه ۴۰ متر و ارتفاع ۶۰ متر است. شاخص ترین قسمت مصلی که آن را به لحاظ سازه ای متفاوت می کند، سالن اصلی ۱۰۰ در ۱۸۰ متری است. داخل سالن اصلی در سه قسمت، رواقی سه طبقه با عرض ۲۰ متر اجرا شده که سقف نهایی این رواق با ۲۱ پوسته بیضوی بتنی ۲۰ در ۲۰ متر پوشیده شده است. در وسط این رواق ها و بخش مرکزی سالنی به ابعاد ۱۶۰ در ۶۰ متر بدون ستون قرار دارد. ستون های اطراف صحن بار وزن پوسته های فلزی و گنبدهای بتنی را به زمین منتقل می کنند. صحن اصلی به دو مربع ۶۰ در ۶۰ و دو مستطیل ۶۰ در ۲۰ یکی میان مربع ها و دیگری بیرون مربع ها تقسیم شده است و دارای ارتفاع ۳۵ متر است (Mirtalaei, Nahvi & Farshad, 1999) سقف این قسمت متشکل از دو پوسته گنبدی و دو پوسته حلقوی فلزی است. در این مجموعه، گره های سقف الهام گرفته از نقوش هندسی موجود در درب های مقبره مرحوم سید در مسجد سید اصفهان است. طرح پوشش سقف صحن اصلی مصلی به صورت پوسته بتونی با پوشش سرامیک فیروزه ای و لاجوردی از رو پوشش سقف کاذب کامپوزیت سبک از زیر به گون های که طرح سازه سقف نمایان باشد، در نظر گرفته شده است. برای پوشش گنبد مقصوره و مناره ها نیز از شیشه استفاده شده است (شکل ۵).



شکل ۵) پوسته های گنبدی مجموعه مصلی اصفهان

۲- برج آزادی

بنای برج آزادی، ترکیبی از دو جفت قوس در صفحاتی متقاطع است. نماهای شمالی -جنوبی و شرقی -غربی متفاوت اند. در محور شرقی -غربی، گشودگی تاق نما به شکل تاق سهمی طراحی شده که تاق در رسیدن به زمین عریض تر می شود. در بالای تاق سهمی، یک قوس نیمه جناغی هست که در نمای شمالی -جنوبی هم تکرار شده است. طبقه دوم برج آزادی به شکل زمان سنج تخم مرغ است و بدنه های قوس اصلی، طرفین شرقی و غربی آن را تشکیل می دهند (میرمیران و اعتصام، ۱۳۸۸) در طبقه سوم، گنبد بتنی بنا خودنمایی می کند. فضای خالی با پلان هشت ضلعی، دیده‌های متنوعی را ایجاد کرده است. سازه طبقه سوم برج متشکل از تیرهایی از قوس های دایره ای است که در الگوی گل مانند به هم متصل شده اند. در بدنه های طبقه چهارم، بازشوهایی به شکل شش ضلعی های نامنتظم وجود دارد. در مرکز این طبقه، بدنه های گنبد بتنی قرار دارد. این طبقه، میان گنبد و دیوارهای خارجی گسترده شده است. بام برج شامل دو سطح مخروطی می شود که بر دال محیطی قرار گرفته اند. زیرزمین برج میان دیوارهای حائل قرار گرفته است. سازه مورد استفاده قاب، پرتال دو مفصلی با مقطع

عرضی متغیر است که در راستای کوتاه تر گسترده شده است. این سازه قادر به تحمل بار وزن زیاد فضای بالایی است. تونل ورودی به زیرزمین برج دارای سازه با فرم تاشو است. در بالای یادمان آزادی، گنبدی با ارتفاع حدود 10 متر و دهانه 21 متر قرار گرفته است که تنها از داخل برج قابل مشاهده است. این گنبد دارای حجمی چند وجهی است که از تکرار صفحات سه گوش تشکیل شده است. در این گنبد، عناصر پی شناخته سه گوش بتنی سفید، در کنار کاشی ها و شیشه های رنگی به کار رفته است (Ayres, 1970) (تصویر ۶).



شکل ۶) بقات برج آزادی، به ترتیب از سمت راست بالا شامل طبقه دوم، کف طبقه سوم، طبقه چهارم، زیرزمین، تونل ورودی و گنبد مرکزی برج.

جدول ۳) پارامترهای کیفی تعامل معماری و سازه در بناهای زمان سلجوقیان (نگارندگان)

نام بنا	درک رفتار سازه در فرم	مشارکت تزئینات در بازدهی بالاتر سازه	صدافت در بیان عناصر سازه و عملکرد بهینه سازه	تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی فرم	تناسب فرم با نیازهای ساخت سازه (زمان، اقتصاد و ملاحظات کیفی)
مجموعه مصلی اصفهان	اولویت معیارهای بصری بر ملاحظات سازه	عدم مطابقت شبکه گنبدها با الگوی بهینه جریان نیرو	- شبکه هندسی گنبدهای فلزی متفاوت با شبکه های متداول در طراحی گنبدهای فضا کار - تجمع بارها در گره ها و نقطه اوج گنبدها	زیبایی سلیقه ای در طراحی گنبدها - عدم توجه به جزئیات در طراحی	مشکلات در اتصال گنبدها به پایه ها
نمایش ساختگی رفتار سازه در فرم گنبدها	ضعف در ایمنی در پوشش گنبد مقصوره	- عایق بندی نامناسب اجزا	Mahdavinejad, Ahmadzadeh, abadi & Ghasempour (Poulad, 2012)	- تمرکز زدایی در فضای عبادی مصلی با استفاده ناموفق از رنگ ها در سقف ها	- زمان طولانی در ساخت گنبدهای فلزی
ضعف در آکوستیک صحن اصلی				- فضای نامأنوس در زیر گنبد شیشه ای	- هزینه های بالا در اجرای پروژه
				- عدم توجه به اقلیم در طراحی پوشش گنبد	- تمایل به سبک های تک
				- عدم توجه به اصولی همچون سیر از کثرت به	- بیان تصنعی از معماری اسلامی

	محدودیت در تغییرات انحراف گنبدها	ضعف در نگهداری سازه	مجموعه آزادی
<p>وحدت در ترکیب بندی قطاع های هندسی</p> <p>سازه زیبای گنبد از داخل -فرمی ماندگار در ایجاد نماد شهری</p> <p>-سایه روشن های زیبا با استفاده از کاربندی</p> <p>-الگوی زیبای سازه در سقف طبقه سوم</p> <p>-فرم سازه ای منظم و متقارن</p> <p>-تأمین نور طبیعی به کمک گنبد مرکزی</p> <p>-پوشش دهانه میانی نما بدون ایجاد ستون</p> <p>-سیر از کثرت به وحدت در سازه گنبد</p>	<p>-سازه بتنی ایستا و پایدار چهارتاقی</p> <p>-سازه پربازده گنبد مرکزی</p> <p>-سازه پربازده سقف طبقات</p>	<p>-عدم تأثیر کاربردی نما بر عملکرد و بازدهی سازه</p> <p>-تلفیق سازه و تزئین در مقرنس های گنبد مرکزی</p> <p>-تلفیق سازه و تزئین در سقف های کاربندی</p>	<p>-درک مشخص رفتار سازه چهارتاقی</p> <p>-درک مشخص رفتار سازه گنبدی مرکزی</p> <p>-درک مشخص رفتار سازه کاربندی طبقات</p>

۹- نتیجه گیری

بنابراین می توان نتیجه گرفت که معماران گذشته دانش ایستایی و فن ساختمان را در راستای کمک به زیباتر کردن بنا استفاده کرده و این باعث گشته بود که به اندازه های زیبا و متناسب برای پوشش دهانه ها و دیوارها دست یابند و با استفاده از پیمون (اندازه و مقیاس) که نوعی مدول فضا بود به پایداری و زیبایی ساختمان اضافه نمایند. معماری گذشته ایران دارای ویژگی هایی چون طراحی مناسب، محاسبات دقیق، فرم درست پوشش، رعایت مسائل فنی و علمی در ساختمان و تزئینات گوناگون بود که هر یک در عین سادگی معرف شکوه معماری ایران بود. در ایران قدیم، معماری و سازه رشته واحدی بودند و در خلق فضا آنچنان در هم آمیخته بودند که مفهوم جدایی، تفاوت یا تناقض به طور کامل رخت بر بسته بود. معماران آن دوره چنان بر وجوه کار مسلط بودند که می توان آن ها را مهندسين سازه نیز نامید، اما این در حالی است که در دوران معاصر سازه و معماری به طور کامل جدای از هم پیش می روند.

یکی از عمده ترین عوامل عدم خوانایی و بی ثباتی در فضای معماری معاصر، تفکیک مفهوم معماری و علوم مهندسی ساختمان، به خصوص مهندسی سازه، از یکدیگر است که با وقوع انقلاب صنعتی و تخصصی نمودن دانش ها این جدایی صورت پذیرفته، حال آنکه به زعم برخی متخصصین، معماری یکی از رشته هایی است که به دلایل ماهیتی در آن تفکیک علم، هنر و سازه ممکن نبوده و تلاش در این مورد سبب خواهد شد تا زخمی موحش بر پیکر کالبدی بنا وارد شود. از طرفی هیچ سازه ای به خاطر خود سازه ایجاد نمی شود. هدف اصلی یک سازه محصور کردن و مشخص نمودن یک فضا است و در همین راستا باید تلاش شود تا به کمک عناصر سازه ای بتوانیم هم فرم زیبا و اصولی را اجرا نماییم و هم خود سازه را به عنوان یک عنصر در ترکیب با معماری ببینیم.

پی نوشت ها

- 1- Structure and Architecture Interaction
- 2-Mcdonald
- 3-Oto Wegner

منابع

بخشی عادل، مولانایی صلاح الدین، بایزیدی قادر (۱۴۰۰). تاثیرات متقابل سازه و معماری در معماری نوین کشورهای در حال توسعه با

- تأکید بر منطقه خاورمیانه از منظر معماری بیونیک در راستای ارتقاء کیفیت کالبدی فضا: نگرش های نو در جغرافیای انسانی، ۱۳(۳): ص ۲۷۶-۲۹۳.
- بقایی، آ. (۱۳۸۸). نقش سازه در ساختار زیبایی شناسی معماری معاصر، نشریه هویت شهر، (۶) ۱۶: ۸۸-۷۷. پوپ، آرتور (1384). معماری ایران (ترجمه غلامحسین صدری افشار)، چاپ دوم. تهران: اختران.
- حجازی، مهرداد (1391). مستندسازی رابطه شکل، معنا، زیبایی و سازه در معماری اسلامی ایران. اصفهان: وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. نشریه های هنرهای زیبا، (۳۰) ۱۲: ۳۰-۲۳.
- زرکش، ا. (۱۳۹۴). کیفیت آموزش و کار حرفه ای در ایجاد همسازی بین فضا و سازه در معماری سالوادری، م. (۱۳۸۷). سازه در معماری، ترجمه محمود گلابچی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران معاصر غرب، نشریه هنرهای زیبا، (۲۳) ۱۰: ۴۸-۱۶.
- زندیه و کیلی مریم، محمود کامل آباد مهدی، حجت عیسی (۱۳۹۸) امکان سنجی کاربست هندسه به کار رفته در تجارب معماری اسلامی در معماری امروز ایران در جهت تعامل فرم و سازه: رساله دکتری رشته معماری گرایش معماری اسلامی: دانشگاه هنر اصفهان: دانشکده معماری و شهرسازی.
- عالمی، ب.، پوردیهیمی، ش.، مشایخ، س. (۱۳۹۴). سازه، فرم و معماری، مجله مطالعات معماری ایران، (۹) ۱۲: ۱۴۰-.
- فتحی، م.، یوزباشی، ع. (۱۳۹۵). معماری ایران دوره سلجوقی با تأکید بر تزیینات آجرچینی مناره و گنبد مسجد جامع برسیان، اولین همایش هنر و صنعت در ساختمان عمران، معماری و شهرسازی.
- گالدیری، اوجینو (1392). مسجد جامع اصفهان (ترجمه عبدالله جبل عاملی). تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان.
- گلابچی، محمود (1388) آموزش معماری در مهندسی عمران: چالش های امروز، ضرورت های آینده. کنفرانس آموزش مهندسی در 1404 تهران.
- مجابی، مهدی (1386). ریخت شناسی معماری سنتی ایران. نشریه بین المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران، سال هجدهم، شماره 5، 55-61
- مک دانلد، ا. (۱۳۸۸). سازه و معماری، ترجمه حمید وفایی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- میرمیران، هادی و اعتصام، ایرج (1388). معماری معاصر ایران 75 (سال تجربه بناهای عمومی 1300 - تا 1375 هجری شمسی). جلد اول. تهران: وزارت مسکن و شهرسازی.
- وفامهر، م. (۱۳۹۱). مصالح نوین و روش های پیشرفته ساخت: ویژه مهندسان و دانشجویان مدیریت پروژه و ساخت، عمران و معماری، تهران: انتشارات کتاب فکر نو.

Azizi, M., & Torabi, Z. (2015). The role of structure in creating architectural space. *Current World Environment*, 10(Special Issue), 131.

Ayres, Peter. (1970). The Geometry of Shahyad Ariamehr. *Arup Journal*, vol. 5, no. 1, 29-34.

Mahdavinejad, Mohammadjavad; Ahmadzadeh Siyahrood, Sanaz; Ghasempourabadi, Mohammadhossein; Poulad, Mona. (2012). Development of Intelligent Pattern for Modeling a Parametric Program for Public Space (Case Study: Isfahan, Mosalla, Iran). *Applied Mechanics and Materials*, no. 220-223, 2930-2935.

Mirtalaei, Kamal; Nahvi, Reza; Farshad, Mehdi. (1999). Combining aesthetic and structure for the Large Domes in Isfahan IABSE reports. RIO DE JANEIRO: IABSE SYMPOSIUM, 84-85.

Suzuki, A. (2019) The Architecture of Toyo Ito since the sendi Mediatheque; AA Files.

Taghizadeh, Katayoun (2017). Functional Design in Structural Engineering and Its Impact on Architectural Design, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran.

Recognizing the interaction of structure and architecture inspired by the architecture of the Seljuk period

Esmaeil Eskandari¹ Mosen Vafamehr² Ali Khaki³

Today, the interaction of structure and architecture is one of the issues that has attracted the attention of many designers. In the traditional architecture of Iran, the process of interaction between structure and architecture was continuous and completely integrated. But due to the changes resulting from the age of industry and under the influence of technology, in recent centuries, this matter has been discussed among researchers. The aim of the current research is to recognize the interaction of architecture and structure inspired by the Seljuk period, so as to achieve a favorable interaction between architecture and structure. The research method was qualitative content analysis method and combined strategies and collection and analyzes were done through library studies. The results of the research indicate that that the relationship between structure and architecture in contemporary buildings is often of the type of structure as form And in the ideation and design of buildings, less attention is paid to the role of the structure as an active element in the organization of the space from the aesthetic and visual aspect and Its stability aspect is mainly considered. In the interaction between the structure and traditional architecture, the discussion is about the participation of the form in fulfilling the needs of the construction of the structure, Also, the use of symmetry in form design brings ease in design and construction. It is also an understanding of the behavior of the structure in the form that in all cases it is possible to witness the compliance of the form with the overall shape and format of the structure by using symmetry.

Keywords: recognition, structure and architecture interaction, contemporary architecture, Seljuk architecture

¹ PhD student in Architecture, Islamic Azad University, Mashhad branch

² Professor of the Faculty of Architecture and Urban Planning of the University of Science and Technology

³ Assistant Professor of Islamic Revolution Faculty of Technical and Vocational University