

تبیین پارامترهای کیفی و معیارهای ارزیابی تعامل میان فرم و سازه در معماری امروز ایران*

عیسی حجت^{۱*}، مهدی محمودی کامل آباد^۲، مریم زندیه وکیلی^۳

^۱استاد دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

^۲استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

^۳دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۵/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۸/۴/۱۸)

چکیده

مسئله اصلی این تحقیق، چگونگی تحقق تعامل میان فرم و سازه است. این تحقیق در پی آن است تا با تبیین معیارهایی در ارزیابی بناها از نظر تعامل فرم و سازه و با بررسی نمونه‌هایی از معماری امروز ایران، راهکارهایی را جهت ارتقای آن ارائه کند. بر این اساس از روش تحقیق کیفی، تحلیل محتوایی استفاده می‌شود. به این صورت که ابتدا بناها از جهت ارتباط میان فرم و سازه در سه گروه سازه خودنما، همساز با فرم و فراموش شده در فرم دسته‌بندی می‌شوند. سپس براساس نیازهای سازه و فرم و ویژگی‌های هر گروه، پارامترهای کیفی این تعامل شامل مشارکت فرم در بازدهی بالاتر سازه، صداقت در بیان عناصر سازه، درک رفتار سازه در فرم، تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی فرم و تناسب فرم با نیازهای ساخت سازه (زمان، اقتصاد و ملاحظات کیفی) ارائه می‌شود. در ادامه بر مبنای این پارامترها، معیارهای ارزیابی بناها در تعامل فرم و سازه استنتاج می‌شود. در نهایت نمونه‌هایی از معماری امروز ایران با روش پیمایشی و بر اساس این پارامترها و معیارها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند تا نقاط قوت و ضعف آن‌ها در تعامل فرم و سازه شناسایی گردد. نتایج این تحقیق شامل ارائه راهکارهایی جهت بهبود معماری امروز ایران در تعامل فرم و سازه است.

واژه‌های کلیدی

فرم، سازه، تعامل، ارزیابی، معماری امروز.

*این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده سوم با عنوان: "امکان‌سنجی کاربست هندسه به کاررفته در تجارب معماری اسلامی در معماری امروز ایران در جهت تعامل فرم و سازه" به راهنمایی سایر نگارندگان در دانشگاه هنر اصفهان است.
**نویسنده مسئول: تلفن: ۰۶۶۴۰۹۶۹۶-۰۲۱، نمابر: ۰۶۶۴۶۱۵۰۴-۰۲۱، E-mail: isahojat@ut.ac.ir

مقدمه

فرم معماری و سازه پرداخته می‌شود. داده‌های این بخش از پژوهش، با استفاده از اسناد و منابع کتابخانه‌ای و به روش بررسی اسنادی، گردآوری شده است. دلیل انتخاب این روش، تلاش در جهت رفع محدودیت‌ها و نواقص موجود در انواع ارتباطات مطرح شده میان فرم و سازه در منابع مرتبط است. در این راستا، اولین پرسشی که مطرح می‌شود این است که دسته‌بندی مشخصی که به صورت کامل و صحیح انواع ارتباط میان فرم و سازه را نشان دهد، کدام است؟ به منظور پاسخ به این سوال، انواع دیدگاه‌های مطرح از طرف معماران و منتقدان و نمونه‌های مورد استناد آنها، مورد مطالعه قرار گرفته و تعدادی از این انواع به منظور تحلیل‌های بیشتر انتخاب می‌شوند. رویکرد مورد نظر در انجام تحلیل محتوایی بر نظرات منتخب، رویکرد تحلیل محتوای عرفی و قراردادی است. در ادامه بخش اول این تحقیق، با در نظر گرفتن ایرادات وارده بر دسته‌بندی‌های انجام شده در خصوص ارتباط فرم و سازه و نیز نقاط قوت آنها، و با رمزگذاری ویژگی‌هایی که در هر کدام از این انواع قابل قبول است، دسته‌بندی جدیدی از انواع ارتباط میان فرم و سازه ارائه می‌شود. پرسش دومی که در این بخش مطرح می‌شود این است که چه زمانی تعامل میان فرم و سازه اتفاق می‌افتد و پارامترها و معیارهای ارزیابی بناها در این رابطه کدامند؟ پاسخ به این سوال نیز بر اساس رمزگذاری‌های صورت گرفته در روش تحلیل محتوا در این بخش قابل بیان است. به این صورت که با تفسیر داده‌های حاصله از ویژگی‌های انواع ارتباط فرم و سازه و استخراج معانی مشخص از تعامل، پارامترهای کیفی تعامل ارائه می‌شود و بر اساس این پارامترها، معیارهای ارزیابی بناها از جهت چگونگی این تعامل تدوین می‌گردد. در ادامه بناهایی از معماری امروز ایران مورد نقد و بررسی قرار می‌گیرند و نقاط قوت و ضعف آنها در تعامل فرم و سازه بیان می‌گردد. به منظور تعیین اعتبار و پایایی نتایج حاصله، از روش پیمایشی و مصاحبه و تنظیم پرسشنامه‌هایی از اساتید متخصص در رشته معماری استفاده شده است.

یکی از مسائل مهم در حوزه معماری که کم توجهی به آن می‌تواند نابسامانی‌های 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 (زرکش، ۱۳۸۴، ۴۴). 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 تأثیرگذار است (Macdonald, 2001, 60). 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 (Macdonald, 2001, 109). مسئله اصلی این تحقیق، چگونگی تعامل میان سازه و فرم معماری است و سوال اصلی اینجاست که چگونه می‌توان تعامل میان فرم معماری و سازه را مورد سنجش و ارزیابی قرار داد. این تحقیق در پی آن است تا با تبیین معیارهایی در ارزیابی بناها از جهت تعامل فرم و سازه و با بررسی نمونه‌هایی از معماری امروز ایران، راهکارهایی را جهت بهبود این معماری در حوزه تعامل فرم و سازه ارائه کند. در این راستا این پژوهش به مطالعه جامع‌تر در زمینه ارتباط فرم معماری و سازه می‌پردازد.

پژوهش حاضر دارای روش تحقیق کیفی، تحلیل محتوایی است. به این صورت که با توصیف تعاریف مشخص از فرم و سازه و تعامل میان این دو، به تحلیل محتوایی انواع ارتباط مطرح میان

چارچوب نظری و مفاهیم اساسی تحقیق

معماری در همساز شدن طرح معماری و ساختار بنا و پیدایش هم‌زمان آنها به گونه‌ای اتفاق می‌افتد که امکان تفکیک میان سازه و فرم معماری به راحتی وجود نداشته باشد. فرم از نظر گستره معنایی، واژه‌ای باز، کلی، نسبی و دارای مراتب است که دارای تعاریف بسیار در مقوله هنر است (ظفرمند، ۱۳۸۱، ۲۱-۱۳). فرم یا صورت، تظاهر حسی یک اثر و بیانی است که خود را در معرض قضاوت قرار می‌دهد (کورت‌گروتر، ۱۳۸۸، ۲۷۵). فرم در معماری را نیز می‌توان تظاهر واضح یک اثر معماری دانست و آن

هم‌کنشی یا تعامل، عملی است که بین دو یا چند موجودیت، شیء، پدیده یا فرایند که اثر متقابل برهم دارند، رخ می‌دهد. اندیشه‌ای که اصل تعامل‌پذیری بر اساس آن شکل می‌گیرد این است که عمل یک موجود فقط بر حسب برنامه‌ها و نیات او انجام نمی‌گیرد، بلکه برنامه‌ها و واکنش‌های احتمالی موجودات دیگر نیز مورد توجه قرار می‌گیرند. بر این اساس تعامل میان فرم و سازه را می‌توان در تشکیل فرم یا سازه هم‌زمان با در نظر گرفتن نیازها و عملکرد یکدیگر تعریف کرد. به بیان دیگر، تعامل میان سازه و فرم

و تکنیکی است. سازه قبل از هر چیز با هنر و احساس در ایجاد شکلی مناسب سروکار دارد و سپس نیازهای سازه‌ای به کمک محاسبات علمی تأمین می‌شود. در این میان ریاضیات ابزار مناسبی جهت اطمینان طراح از تناسبات فیزیکی و جزئیات سازه طراحی شده است (Torroja, 1962, 1).

پیشینه تحقیق

تاکنون کتاب‌ها و مقالات متعددی در زمینه سازه و معماری به نگارش درآمده‌اند که به جوانب مختلفی از جمله آموزش سازه برای معماران، همسازی بین سازه و معماری، مفهوم شناسی

را کلیتی فیزیکی از اثر که از ترکیب عناصر بصری شکل یافته است، تصور کرد. در این تحقیق فرم به صورت مجموعه‌ای واحد از عناصر بصری معماری که دارای مشخصه فضایی است مورد مطالعه قرار می‌گیرد. فرم، مهم‌ترین و اولین عامل در ادراک بصری مخاطب در هنگام مواجهه با یک اثر معماری است. در موقع نگاه کردن به یک ساختمان، نخست فرم کلی آن را تشخیص می‌دهیم و سپس جزئیات آن را درک می‌کنیم (کورت‌گروتر، ۱۳۸۸، ۳۱). سازه نیز مجموع کلیه قسمت‌های ساختمان است که عمل توزیع نیروهای وارد بر ساختمان را برعهده دارد، در برابر بارهای وارد بر آن مقاومت می‌کند و به تعادل، پایداری، مقاومت و استحکام نیاز دارد (Mac-donald, 2001, 1, 9).

جدول ۱- انواع ارتباط میان فرم معماری و سازه از دیدگاه انگل، مک دونالد، پیرون میس و نقد نگارندگان بر این جدول.

نقد نگارندگان	انواع ارتباط میان فرم و سازه از دیدگاه انگل (Engel, Rapson, 1997, 28)		
	عناوین	مشخصات و ویژگی‌ها	مصادیق
کلی‌نگری و عدم جامعیت دسته‌بندی ارائه شده وجود استثنای فراوان در گروه مربوط به سازه‌های مصنوع	سازه جزئی از فرم ^۱	سازه مؤلفه‌ای از جسم مرکب کامل پیدایش خود به خود سازه بدون مراحل عملیاتی سازه بخش اصلی عملکرد جسم و جزئی از فرم جسم وجود سازه به صورت امری ذهنی نه یک ماهیت مادی قابل تعریف	تمامی سازه‌های موجود در طبیعت
	سازه الحاقی به فرم ^۲	پردازش جداگانه سازه تحت تأثیر طراحی فرم عملکردی مسیر پردازش سازه تقسیم شده به مراحل عملیاتی مختلف سازه عنصر فرعی در فرم جسم و جسم مستقل قابل تعریف	تمامی اجسام مصنوع و فنی
نقد نگارندگان	انواع ارتباط میان فرم و سازه از دیدگاه مک دونالد (Macdonald, 2001, 73-113)		
	عناوین	مشخصات و ویژگی‌ها	مصادیق
در مصادیق عنوان شده به طور مثال پارتنون فرم نتیجه ایده و تفکری است که اساس شکل‌گیری معماری و سازه محسوب می‌شود. سازه در خدمت معماری و ابزاری جهت تجلی ایده مرکزیت و برون‌گرایی است.	تزیین سازه ^۳	فرم ساختمان نتیجه منطقی اسکلت سازه‌ای آن شکل سازه به عنوان بخشی از بیان بصری ساختمان سازه نمایان- سازه و بیان معماری در هماهنگی کامل افزودن تزیینات به منظور زیبایی‌شناسی بصری ساختمان طراحی مناسبی هم از نظر زیبایی‌شناسی و هم معیارهای تکنیکی	معبد پارتنون - اکثر ساختمان‌های دوره گوتیک-بناهایی از هایتک
	سازه به عنوان تزیین ^۴	سازه نمایان- اولویت ملاحظات بصری بر معیارهای تکنیکی کارایی پایین عملکرد سازه- شامل سه گروه از بناها: سازه نمادی از پیشرفت و غلبه تکنولوژی- سازه در پاسخ به شرایط مصنوعی و مشکلات فنی غیرضروری سازه به منظور خوانایی بنا و تجلیل از تکنولوژی	لویدز لندن، ساختمان مرکزی رنو، مرکز ژرژ پمپیدو
در مصادیق عنوان شده به طور مثال ورزشگاه پلاستو دلو سازه در خدمت فرم و ابزاری جهت تأمین نیازهای عملکردی معماری است.	سازه به عنوان معماری ^۵	فرم ساختمان کاملاً بر اساس معیارهای فنی کارایی بسیار بالای سازه- شامل چهار گروه از بناها: ساختمان‌های با دهانه خیلی زیاد - ساختمان‌های بلند- ساختمان‌های سبک- نیازهای خاص	آشیانه هواپیما فرودگاه اورلی، پلاستو دلو
در مصادیق عنوان شده به طور مثال ویلا ساوا سازه در خدمت فرم است، نه ایجادکننده فرم. سازماندهی اجزای ساختمان بر اساس کلیت اولیه و پنج اصل لوکوربوزیه شکل گرفته است نه صرفاً ملاحظات سازه‌ای.	سازه به عنوان مولد فرم ^۶	سازه لزوماً نمایان نیست سازماندهی اجزای ساختمان بر اساس ملاحظات سازه‌ای ادغام ایده‌های معماری جدید با ابداعات سازه‌ای و ساختاری هماهنگی معیارهای سازه‌ای با ملاحظات زیبایی‌شناسی معماری	پانتئون رم، بازلیکای کسنستین
سازه مورد قبول در آن‌ها سازه و فرم همساز با هم و همزمان پدیدار می‌شود.	سازه مورد قبول ^۷	زیبایی معماری خیلی به سازه آن مربوط نمی‌شود احساس فرم سازه‌ای در بنا- ارتباط غیرمستقیم سازه و معماری	ویلا ساوا، کرایسلر، دفتر ویلیس
در مصادیق عنوان شده مانند کلیسای رشان، سازه ابزاری جهت تجلی و ایده‌های معماری است و عملکردی بیش از نگهدارنده را داراست. کلیسا از نظر ملاحظات بصری و نیازهای سازه‌ای به بهترین شکل طراحی شده است.	سازه فراموش شده ^۸	سازه صرفاً به عنوان نگهدارنده- فرم‌های مجسمه‌وار عدم ارتباط فرم کلی ساختمان با رفتار عملکرد سازه‌ای شکل‌گیری فرم بیشتر بر اساس ملاحظات بصری تا ملاحظات سازه	کلیسای رشان، موزه طراحی ویترا، موزه یهود برلین
نقد نگارندگان	انواع ارتباط میان فرم و سازه از دیدگاه پیرون میس (Meiss, 2013, 135)		
	عناوین	مشخصات و ویژگی‌ها	مصادیق
بناهای ساخته شده از دوران باستان تا قرن ۱۹ (غیر از دوره پاروک) تقسیم‌بندی صورت گرفته صرفاً بر اساس انواع راهکارهای ترکیب- بندی فضایی است و مقوله فرم کمتر مورد توجه قرار گرفته است.	فضای سازه‌ای ^۹	ارتباط مستقیم بین سازه و باربر و شکل فضای محصورشده- سازه باربر عنصر اصلی در تعیین فرم فضاست- اجتناب از تقسیم بندی فضاها توسط عناصر غیرسازه‌ای- نظم هندسی دقیق- بهبود جریان نیرو توسط نظم و تقارن فضایی- ترتیب فضاها مجاور و متمایز طبق نظم سازه	بناهای ساخته شده از دوران باستان تا قرن ۱۹ (غیر از دوره پاروک)
	روم پلان ^{۱۰}	سازه صرفاً تکیه‌گاه بیرونی و پشت‌بندهایی در خدمت محیط داخلی شکل‌گیری مشخصات فضاها بر اساس نیازهای فضای داخلی	ویلا مولرا، اکثر بناهای دوره باروک
	پلان آزاد ^{۱۱}	طراحی فضاها بدون وابستگی به سازه و محدودیت‌های آن سازه اغلب نمایان- نقش اندک سازه در ترکیب‌بندی فضایی	اکثر بناهای دوره مدرن مانند ویلا ساوا

و دارای پیدایشی نامتجانس با نیازهای فرم است. در این حالت ملاحظات مربوط به نوع، اندازه، شکل و سازماندهی عناصر سازه‌ای بیشتر توسط معیارهای بصری تعیین می‌شود. اولویت معیارهای بصری در طراحی سازه در مواردی به گونه‌ای است که شکل‌گیری سازه را با منطق ساختاری آن متناقض می‌نماید. این موضوع مشکلاتی را ایجاد می‌کند که حل آنها به پاسخ سازه‌ای خاصی نیاز دارد. در مواردی نیز سازه خودنما به نحوی است که گویا بر فرم بنا تحمیل شده است و نمایش آن تناسبی با نیازهای معماری در فرم بنایی که برای آن طراحی می‌شود، ندارد.

از بناهای ساخته شده در معماری امروز ایران که دارای سازه تحمیل شده بر فرم هستند، می‌توان به مسجد قدس تهران اشاره کرد. در این مسجد که برخی آن را تحت تاثیر مسجد میرفیصل پاکستان می‌دانند، بکارگیری سیستم سازه‌ای ورق تاشو در شکل‌گیری بنا منجر به ایجاد فرمی شده است که شاکله آن تناسبی با نیازهای عملکردی و معنایی مسجد ندارد (تصویر ۱). از ایرادات وارده بر فرم معماری این مسجد می‌توان به مشخص نبودن جهت قبله به دلیل فرم خاص مسجد و عدم امکان درک مفهوم مسجد در بیان بصری فرم اشاره کرد. در این بنا، هدف از طراحی فرم نه در جهت تأمین عملکرد و بیان والایی و ارزش‌های معنایی بنای مسجد، بلکه در جهت نمایش تکنولوژی ساخت و استفاده از آن در ایجاد بیانی متفاوت از شیوه‌های سنتی ساخت مسجد است.

ب: سازه همساز با فرم

بهترین نمونه این نوع ارتباط سازه و فرم را می‌توان در اجسام طبیعی دید. در طبیعت سازه از فرم کلی غیرقابل تفکیک است و سازه و فرم جسم به صورت هم‌زمان و خود به خود به وجود می‌آیند (Engel & Rapson, 1997, 25). در این حالت سازه همساز و هم‌زمان با فرم به بیان ایده‌های معماری می‌پردازد و تکنولوژی ابزاری در جهت تحقق ایده‌های معماری است و نه هدف از طراحی فرم. در این بناها علاوه بر وجود حس سازه‌ای در فضا و قبول شرایط و نیازهای سازه‌ای توسط فرم، سازه با مشارکت در شکل‌گیری فرم و پیدایش هم‌زمان با آن به تحقق ایده‌های فضایی و بصری فرم نیز کمک می‌کند. در این خصوص سازه می‌تواند نمایان بوده و حضوری آشکار در بیان بصری فرم داشته باشد و یا می‌تواند پنهان باشد و ارتباط غیرمستقیمی با فرم بنا داشته باشد. در صورتی که سازه هماهنگ با ترکیب بندی فضایی فرم و ابزاری در جهت تحقق نیازهای معماری (در ابعاد اجتماعی، عملکردی، زیبایی، خلاقیت، پایداری و امنیت و...) باشد همساز با فرم و دارای پیدایشی هم‌زمان با آن است. از نمونه‌های این ارتباط میان فرم و سازه در معماری جهان می‌توان به معابد یونان باستان، حمام‌های رومی، کلیساهای گوتیک و یا در معماری مدرن به ویلا ساوای لوکوربوزیه اشاره کرد.

ج: 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 فرم‌های

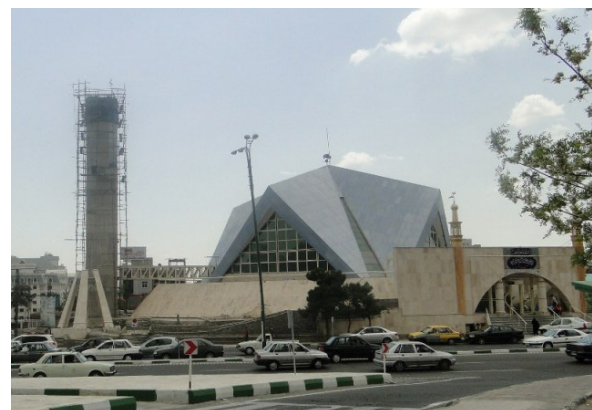
واژه سازه در معماری، فلسفه سازه‌ها در معماری، سیر تحول و توسعه فرم‌های سازه‌ای و... پرداخته‌اند. در خصوص همسازی میان سازه و معماری، ضرورت آن در مقالات (زرکش، ۱۳۸۴، ۴۴)، (هاشم‌نژاد و سلیمانی، ۱۳۸۶، ۲۳-۳۰) و (اسلامی و هدفی، ۱۳۹۰، ۱-۱۲) مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهشی دیگر (عالمی، پوردیهیمی و مشایخ‌فریدنی، ۱۳۹۵، ۱۲۳-۱۴۰) رابطه سازه و نیروها با فرم معماری شرح داده شده است. طراحی سازه در یک ساختار زیباشناسانه معماری را می‌توان در مقاله (بقایی، ۱۳۸۸، ۲۷-۳۸) مورد مطالعه قرار داد. همچنین در این تحقیق، منابعی که به طور خاص انواع ارتباط میان فرم معماری و سازه را دسته‌بندی کرده و به شرح و تفصیل آن‌ها می‌پردازند، مورد استناد بیشتری قرار می‌گیرند. در جدول ۱، انواع ارتباط میان فرم معماری و سازه از دیدگاه انگل، مک دونالد و پیرون میس نقد و بررسی شده است. هرچند انواع ذکر شده می‌تواند اساسی جهت تحقیقات بیشتر در این زمینه باشد، ولی انتقادات بسیاری نیز به آنها وارد است. از آن جمله مثال‌هایی است که در شرح خصوصیات این ارتباطات آورده شده است که در پاره‌ای موارد، تطبیق خصوصیات ذکر شده با این بناها به راحتی قابل قبول نیست. از طرف دیگر امکان تجمیع بعضی از این انواع با یکدیگر و همین‌طور تصحیح عناوین ذکر شده برای آن‌ها وجود دارد.

تبیین انواع ارتباط میان فرم معماری و سازه

با توجه به محدودیت‌ها و نواقصی که در دسته‌بندی‌های مطرح در توصیف انواع روابط میان فرم معماری و سازه وجود دارد و در جهت رفع ایرادات وارده بر آنها، در این قسمت با تکیه بر روش تحلیل محتوای کیفی، دسته‌بندی جدیدی از انواع ارتباط میان فرم و سازه ارائه می‌گردد. این دسته‌بندی با رمزگذاری ویژگی‌هایی که در هر کدام از این انواع قابل قبول است، ارائه می‌شود.

الف: سازه خودنما در فرم - تحمیل سازه بر فرم

در سازه خودنما، سازه نمایان اغلب به منظور نمایش تکنولوژی پیشرفته یا به دلایل زیباییشناسی و بیان سلیقه طراح طراحی می‌شود. در این بناها سازه از نظر بصری مورد تأکید بوده



تصویر ۱- سازه تحمیل شده بر فرم مسجد قدس تهران.

باد)، ارتعاش، انتقال صوت، انبساط و انقباض (اتصالات سازه)، محافظت در برابر آتش (محافظت از مردم، محافظت از سازه)، دوام، عایق بندی و روشنایی. نیازهای ساخت مرتبط با زمان، هزینه و ملاحظات کیفی آن هستند. این نیازها شامل زمان، هزینه و اهداف کیفی می شوند. ملاحظات کیفی به شرایط خاصی که طراحی سازه را تحت تأثیر قرار می دهد، اطلاق می شود. به عنوان مثال انتخاب نوع مصالح و فناوری بکاربرده شده در طراحی سازه گاهی تحت تأثیر سبک ها و گرایش های مختلف معماری قرار گرفته می گیرد. در معماری امروزی ایران نیز گرایش به معماری اسلامی در مواردی موجب بکارگیری نوع خاصی از مصالح و سیستم های سازه ای می گردد. در این خصوص سه نوع نگرش را می توان در طراحی سازه در نظر گرفت شامل: بیان سنتی و تقلیدی، بیان استعاری، بیان تصنعی و بیان مدرن.

نیازهای فرم معماری

به طور کلی می توان نیازهای فرم معماری را که سازه می تواند در تأمین آنها مشارکت نماید، در سه مورد زیر عنوان کرد:

- نیازهای معنایی
- نیازهای زیباشناسی
- نیازهای عملکردی

نیازهای عملکردی، به هدف اصلی که فرم معماری برای آن طراحی می شود برمی گردد. نیازهای معنایی، به درک ذهنی که مخاطب با دیدن فرم یا بودن در فضاهای ایجاد شده در درون فرم برداشت می کند، برمی گردد. نیازهای زیباشناسی، به جنبه های بصری فرم مربوط می شود.

تبیین پارامترهای کیفی و معیارهای ارزیابی تعامل میان فرم معماری و سازه

بر اساس تعریف مشخصی که از تعامل میان فرم 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 در تحقق نیازهای عملکردی سازه (عملکرد سازه)
- مشارکت فرم در تحقق نیازهای زیباشناسی سازه (بیان سازه)
- مشارکت فرم در تحقق نیازهای بهره برداری سازه (بازدهی سازه)
- مشارکت فرم در تحقق نیازهای ساخت سازه (ساخت سازه در

بسیار پیچیده از طرف دیگر منجر به تولید بناهایی می شود که در آنها 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. سازه در این بناها صرفاً به عنوان نگهدارنده پوشش ساختمان طراحی می شود و فرم ها مجسمه وار بدون توجه به نیازهای سازه ای قابلیت ساخته شدن دارند (Mac-donald, 2001, 110). در این بناها، معمار تمایل به ایجاد ظاهری مجسمه ای برای فرم دارد که پیش از این دیده نشده و از طرفی دارای عملکرد نیز باشد (Saliklis, 2007, 2). نمونه این نوع ارتباط فرم و سازه در معماری امروزی ایران را می توان در بناهایی که از سبک های رایج و یا از بناهای معروف، تقلید نموده اند، مشاهده کرد. به عنوان مثال می توان به استفاده از نمای دوپوسته در ساختمان اداری تجاری الوند، اشاره کرد. استفاده نمادین از هندسه ماندلا در پوسته دوم نما، بدون توجه به محدودیت های سازه ای بوده و سازه را در پشت فرم معماری پنهان ساخته است (تصویر ۲). در برج گلدیس، استفاده نمادین از عناصر معماری های - تک در طراحی فرم بنا، آن را تبدیل به مجسمه ای نموده که دارای سازه ای فراموش شده است (تصویر ۳). ساختمان مؤسسه مالی و اعتباری قوامین در میدان آرژانتین نیز، نمونه دیگری از تقلید صرف در ایجاد بناهای مجسمه وار با سازه فراموش شده است (تصویر ۴). به منظور تبیین پارامترهای کیفی تعامل میان فرم و سازه، لازم است در ابتدا نیازهای این دو بیان شده و نحوه مشارکتشان در تأمین نیازهای یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد.

نیازهای سازه ای

در یک طبقه بندی جامع، نیازهای سازه ای را می توان در ۴ مورد عنوان کرد (گلابچی، ۱۳۸۸، ۸۶)، شامل:

- نیازهای بهره برداری
- نیازهای ساخت
- نیازهای عملکردی
- نیازهای زیباشناسی

نیازهای عملکردی به هدف اصلی که سازه برای آن طراحی می شود، برمی گردد. نیازهای زیباشناسی به جنبه های بصری سازه مربوط می شود. نیازهای بهره برداری به عملکرد مورد انتظار سازه بر می گردد. بعضی از نیازهای بهره برداری معمول در طراحی سیستم سازه ای عبارتند از: تغییر شکل (انحراف عمودی، رانش در برابر



تصویر ۴- برج قوامین در تهران در تقلید از ساختمان لیبرتی.



تصویر ۳- فرم مجسمه وار برج گلدیس.



تصویر ۲- نمای دوپوسته ساختمان الوند.

عناصر سازه‌ای در بناها دید که واجد این خصوصیات باشد: تناسب میزان مقاومت مصالح سازه‌ای با ابعاد آنها، آگاهی فنی از نقاط خاص سازه‌ای و ساختار شکلی مناسب عناصر سازه برای باربری، تناسب ابعاد عناصر سازه با محل قرارگیری آنها در ارتفاع به منظور ایجاد تعادل در سازه، پرهیز از بیهودگی در بکارگیری مصالح و... به عبارت دیگر شکل، اندازه و چیدمان عناصر در سازه متناسب با نوع و میزان بارهای وارد بر آن است. در اینجا نیز به منظور ارزیابی بناها از جهت صداقت در بیان عناصر سازه، می‌توان حالت‌های زیر را در نظر گرفت:

- ۱- نوع، شکل، ابعاد و چیدمان عناصر سازه‌ای در فرم بنا متناسب با نوع و میزان بارهای وارده بر آنها و به نحوی است که این عناصر به فعال‌ترین راه ممکن به کار رفته‌اند.
- ۲- نوع، شکل، ابعاد و چیدمان عناصر سازه‌ای در فرم بنا متناسب با نوع و میزان بارهای وارده بر آن‌ها نبوده و با تغییر آنها، سازه عملکرد بهتری خواهد داشت.

پارامتر سوم: درک رفتار سازه در فرم

محسوس بودن سازه به این معناست که سازماندهی عناصر غیرسازه‌ای، از فرم سازه تبعیت کرده و آهنگ، حرکات و مسیر چارچوب سازه‌ای در فضا را دنبال کنند. به این ترتیب نمودی محسوس از سازه را نمایش داده و حس پایداری بنا را انتقال می‌دهند (زرکش، ۱۳۸۷، ۲۳). در این رابطه می‌توان انواع حالات زیر را در خصوص سازماندهی اجزا و عناصر فرم مورد بررسی قرار داد:

- ۱- سازماندهی اجزای فرم منطبق بر الگوی رفتار سازه‌ای بنا است؛
- ۲- فرم و سازه پیدایشی کاملاً جداگانه دارند و سازماندهی اجزای فرم عدم درک مشخص رفتار سازه را به همراه دارد؛
- ۳- سازماندهی اجزای فرم، رفتار سازه در بنا را به گونه‌ای اغراق آمیز یا ساختگی بیان می‌کند.

پارامتر چهارم: تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی فرم معماری

در تعامل فرم و سازه، انتخاب نوع سیستم سازه‌ای، مصالح مورد استفاده و نحوه چیدمان اجزای سازه متناسب با نیازهای معماری در تأمین عملکردها و تجلی ایده‌های معنایی است. در

زمان و اقتصاد- ساخت سازه در ملاحظات کیفی) مشارکت سازه در تحقق نیازهای عملکردی فرم (عملکرد فرم) - مشارکت سازه در تحقق نیازهای زیباشناسی فرم (زیبایی فرم) - مشارکت سازه در تحقق نیازهای معنایی فرم (والایی فرم) با توجه به فاکتورهای تبیین شده و با توجه به بررسی‌های انجام شده در خصوص انواع ارتباط میان فرم و سازه، خصوصیات این انواع را می‌توان در قالب جدول ۲ نمایش داد.

بر مبنای جدول ۲، پارامترهای کیفی تعامل را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

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

پارامتر اول: مشارکت فرم در بازدهی بالاتر سازه

تأمین نیازهای معماری از نظر زیباشناسی، یکی از اهداف تعیین‌کننده در شکل‌گیری فرم است و بکارگیری تزئینات، از عوامل مؤثر در تحقق این هدف به شمار می‌آید. تلفیق نقش سازه‌ای و تزئینی عناصر معماری و به تبع بازدهی بالاتر سازه، می‌تواند یکی از انواع راهکارها جهت برقراری تعامل میان فرم معماری و سازه باشد. به منظور تبیین معیارهایی جهت ارزیابی تعامل میان فرم و سازه، انواع حالت‌های موجود در مورد ارتباط سازه و تزئینات به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

- ۱- تزئینات فرم با سازه باربر تلفیق شده‌اند و سازه به همراه آن‌ها از بازدهی بالایی برخوردار است؛
- ۲- تزئینات فرم نقشی در سازه بنا ایفا نمی‌کند و وجود آنها تأثیری در بازدهی سازه ندارد؛
- ۳- تزئینات فرم نقشی منفی در عملکرد مؤثر سازه داشته و با تغییر یا حذف آن سازه بازدهی بالاتری خواهد داشت.

پارامتر دوم: صداقت در بیان عناصر سازه

صداقت در بیان عناصر سازه را می‌توان در نحوه ترکیب بندی

جدول ۲- مشخصات و ویژگی‌های انواع تبیین شده در ارتباط میان فرم معماری و سازه.

سازه خودنما	سازه همساز با فرم	سازه فراموش شده
عدم تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی فرم	تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی فرم	عدم مشارکت سازه در بیان ایده‌های معنایی فرم
عدم تناسب شکل، اندازه و چیدمان عناصر سازه با بارهای وارده	تناسب شکل، اندازه و چیدمان عناصر با بارهای وارده	عدم تناسب شکل، اندازه و چیدمان عناصر سازه با بارها
بیان ساختگی یا اغراق آمیز سازه در فرم	درک رفتار سازه در فرم	عدم درک رفتار سازه در فرم
نقش تزئینی سازه و بازدهی پایین آن	تلفیق سازه-تزئینات، بازدهی بالای سازه	عدم تأثیر تزئینات بر بازدهی سازه
ساخت پرهزینه و زمان بر سازه	تناسب سازه با زمان و هزینه بهینه	ساخت پرهزینه و زمان بر
عدم موفقیت در بیان ملاحظات کیفی	توجه عمیق به ملاحظات کیفی سازه	عدم موفقیت در بیان ملاحظات کیفی

در ۲۰ یکی میان مربع‌ها و دیگری بیرون مربع‌ها 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، گره‌های سقف الهام گرفته از نقوش هندسی موجود در درب‌های مقبره مرحوم سید در مسجد سید اصفهان است. طرح پوشش سقف صحن اصلی مصلی به صورت پوسته بتونی با پوشش سرامیک فیروزه‌ای و لاجوردی از رو و پوشش سقف کاذب کامپوزیت سبک از زیر به گونه‌ای که طرح سازه سقف نمایان باشد، در نظر گرفته شده است. برای پوشش گنبد مقصوره و مناره‌ها نیز از شیشه استفاده شده است (تصویر ۵).

۲- برج آزادی

بنای برج آزادی، ترکیبی از دو جفت قوس در صفحاتی متقاطع است. نماهای شمالی-جنوبی و شرقی-غربی متفاوت‌اند. در محور شرقی-غربی، گشودگی تاق نما به شکل تاق سهمی طراحی شده که تاق در رسیدن به زمین عریض ترمی 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 مرغی است و بدنه‌های قوس اصلی، طرفین شرقی و غربی آن را تشکیل می‌دهند (میرمیران و اعصام، ۱۳۸۸، ۴۱۲). در طبقه سوم، گنبد بتنی بنا خودنمایی می‌کند. فضای خالی با پلان هشت ضلعی، دیدهای متنوعی را ایجاد کرده است. سازه طبقه سوم برج متشکل از تیرهایی از قوس‌های دایره‌ای است که در الگوی گل مانند به هم متصل شده‌اند. در بدنه‌های طبقه چهارم، بازشوهایی به شکل شش ضلعی‌های نامنتظم وجود دارد. در مرکز این طبقه، بدنه‌های گنبد بتنی قرار دارد. این طبقه، میان گنبد و دیوارهای خارجی گسترده شده است. بام برج شامل دو سطح مخروطی می‌شود که بردال محیطی قرار گرفته‌اند. زیرزمین برج میان دیوارهای حائل قرار گرفته است. سازه مورد استفاده قاب، پرتال دو مفصلی با مقطع عرضی متغیر است که در راستای کوتاه‌تر 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 ۱۰ متر و دهانه ۲۱ متر قرار گرفته است که تنها از داخل برج قابل مشاهده است. این گنبد دارای حجمی چندوجهی است که از تکرار صفحات سه گوش تشکیل شده است. در این گنبد، عناصر پیش‌ساخته سه گوش بتنی سفید، در کنار کاشی‌ها و شیشه‌های رنگی به کار رفته است (Ayes, 1970, 32) (تصویر ۶).

این خصوص نیز می‌توان حالت‌های زیر را در نظر گرفت شامل:
۱- انتخاب نوع سیستم سازه‌ای، مصالح مورد استفاده و نحوه چیدمان اجزای سازه متناسب با نیازهای عملکردی و مفهومی فرم معماری است.

۲- نوع سیستم سازه‌ای، مصالح مورد استفاده و نحوه چیدمان اجزای سازه، نقشی در بیان مفاهیم فرم معماری ندارد.
۳- انتخاب نوع سیستم سازه‌ای، مصالح مورد استفاده و نحوه چیدمان اجزای سازه، تناسبی با نیازهای عملکردی و مفهومی فرم معماری ندارد.

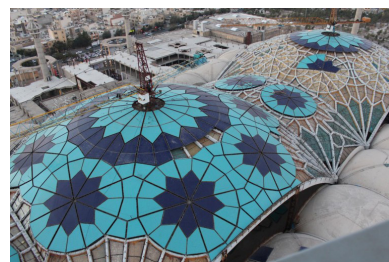
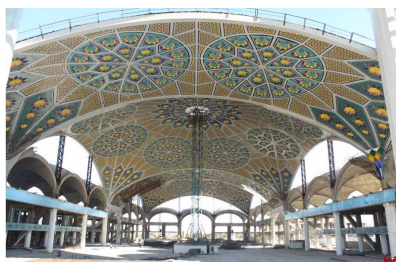
پارامتر پنجم: تناسب فرم با نیازهای ساخت سازه (زمان، اقتصاد و ملاحظات کیفی)

در تعامل فرم و سازه، شکل‌گیری فرم به نحوی است که متناسب با نیازهای ساخت سازه در کوتاه‌ترین زمان ممکن، اقتصاد بهینه و بر اساس ملاحظات کیفی آن است. در این خصوص می‌توان معیارهای زیر را جهت ارزیابی بناها تبیین کرد:
۱- هندسه، مصالح مورد استفاده و تکنولوژی ساخت فرم متناسب با نیازهای ساخت سازه در زمان و اقتصاد بهینه و ملاحظات کیفی آن (بیان تقلیدی-استعاری-تصنعی-مدرن) است.
۲- هندسه، مصالح مورد استفاده و تکنولوژی ساخت فرم متناسب با نیازهای ساخت سازه در زمان و اقتصاد بهینه و ملاحظات کیفی آن (بیان تقلیدی-استعاری-تصنعی-مدرن) ندارد.

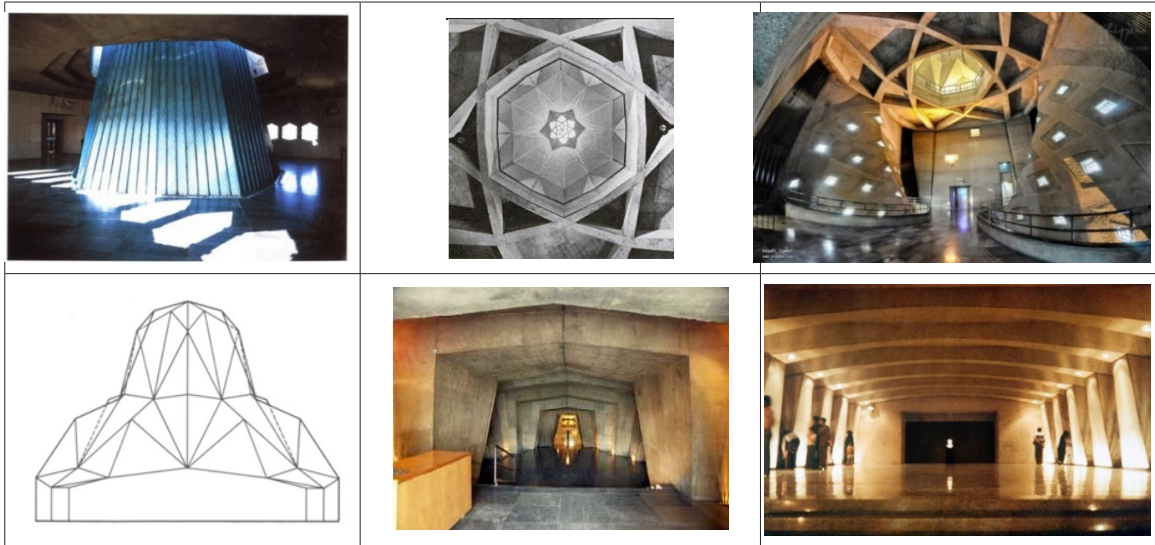
تحلیل نمونه های موردی

۱- مجموعه مصلی اصفهان

مصلی اصفهان، مجموعه وسیعی متشکل از پوسته‌های گنبدی فلزی با دهانه زیاد و پوسته‌های بیضی بتنی در ابعاد کوچک‌تر است. گنبد فلزی مقصوره، گنبدی با دهانه ۴۰ متر و ارتفاع ۶۰ متر است. شاخص‌ترین قسمت مصلی که آن را به لحاظ سازه‌ای متفاوت می‌کند، 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 بیضی بتنی ۲۰ در ۲۰ متر پوشیده شده است. در وسط این رواق‌ها و بخش مرکزی، سالنی به ابعاد ۱۶۰ در ۶۰ متر بدون ستون قرار دارد. ستون‌های اطراف صحن بار وزن پوسته‌های فلزی و گنبد‌های بتنی را به زمین منتقل می‌کنند. صحن اصلی به دو مربع ۶۰ در ۶۰ و دو مستطیل ۶۰



تصویر ۵- پوسته‌های گنبدی مجموعه مصلی اصفهان.



تصویر ۶- طبقات برج آزادی، به ترتیب از سمت راست بالا شامل طبقه دوم، کف طبقه سوم، طبقه چهارم، زیرزمین، تونل ورودی و گنبد مرکزی برج.

۳- مسجد الغدیر

در مسجد الغدیر، ترکیب دو حجم مکعب مستطیل با ارتفاع متغیر و منشوری با پلان چندضلعی منتظم فرم کلی بنا را تشکیل می‌دهند. این احجام به گونه‌ای ترکیب شده‌اند که بلندترین حجم (گنبدخانه) میان دو حجم کوتاه قرار گرفته است (میرمیران و اعتصام، ۱۳۸۸، ۵۹۰). نیمی از مکعب شبستان مردانه با حجم گنبدخانه تداخل کرده است. حجم اصلی گنبدخانه، منشوری ۱۲ و جهی به ارتفاع ۲۰ متر است (بانی مسعود، ۱۳۹۴، ۵۲۱). حجم منشور مورد نظر در ترازهای مختلف ارتفاعی، دارای پلان‌های متفاوتی مانند هشت ضلعی، دوازده ضلعی، بیست و چهار ضلعی و نظایر آن است. فضای درونی گنبدخانه اصلی به تبع نیاز فرمی، از تناسب کشیده‌ای در ارتفاع برخوردار شده است و کشیدگی قوس‌های جناغی در آن خبر از نقطه اختتام مهمی در بالا می‌دهند. نقطه اختتامی که از چرخش ۴۵ درجه اشکال منتظم هندسی بر روی هم سقف را به نقطه اوج می‌رسانند. گنبدخانه در فضایی با پلان ۲۴ ضلعی که در بدنه‌های آن قوس‌های جناغی و قاب‌های باریک و مستطیل شکل جای گرفته طراحی شده است (تصویر ۷). در این مسجد از آجر و طرح‌های تزئینی آجری مانند آجرچینی مشبک صلیب شکل، هره چینی و تزئینات هندسی استفاده شده است. قوس‌های جناغی در دیواره‌های فضا با

جدول ۳- ارزیابی پارامتر اول در تعامل فرم و سازه در نمونه‌های موردی از معماری امروز ایران.



تصویر ۷- عناصر تزئینی در گنبدخانه مسجد الغدیر تهران.

قاب‌های چوبی و شیشه‌های رنگی تزئین شده‌اند (میرمیران و اعتصام، ۱۳۸۸، ۵۹۳).

در ادامه نمونه‌های منتخب از معماری امروز ایران مورد نقد و بررسی قرار می‌گیرند و نقاط قوت و ضعف آنها در تعامل فرم و سازه در جداول ۳ تا ۷ بیان می‌گردد. به منظور تعیین اعتبار و پایایی نتایج حاصله از روش پیمایشی و مصاحبه و تنظیم پرسشنامه‌هایی از اساتید متخصص در رشته معماری استفاده شده است. ضمن اینکه در این جداول اطلاعات جمع‌آوری شده بر اساس معیارهای ارزیابی تبیین شده در این تحقیق طبقه‌بندی

پارامتر اول: مشارکت تزئینات فرم در بازدهی بالاتر سازه			پارامترها
مسجد الغدیر (تزئینات داخلی گنبدخانه)	برج آزادی (کاربندی نما و سقف طبقات - مقرنس گنبد)	مجموعه مصلی اصفهان (شبهه هندسی سقف‌های گنبدی)	نمونه‌ها
-عدم تأثیر تزئینات داخلی فرم بر عملکرد و بازدهی سازه	-عدم تأثیر کاربردی نما بر عملکرد و بازدهی سازه -تلفیق سازه و تزئین در مقرنس‌های گنبد مرکزی -تلفیق سازه و تزئین در سقف‌های کاربردی	-عدم مطابقت شبکه گنبدها با الگوی بهینه جریان نیرو -ضعف در ایمنی در پوشش گنبد مقصوره -عایق بندی نامناسب اجزا -ضعف در آکوستیک صحن اصلی -ضعف در نگهداری سازه	ارزیابی‌ها
حالت دوم در پارامتر اول	حالت اول در پارامتر اول	حالت سوم در پارامتر اول	نتایج

شده و نتایج ارزیابی نیز آورده شده است. در نهایت با بررسی نتایج ارزیابی‌های انجام شده می‌توان شاهد عدم تعامل فرم و سازه در مجموعه مصلی اصفهان با سازه جدول ۴- ارزیابی پارامتر دوم در تعامل فرم و سازه در نمونه‌های موردی از معماری امروز ایران.

پارامترها	پارامتر دوم: صداقت در بیان عناصر سازه	
نمونه‌ها	مجموعه مصلی اصفهان (سازه سقف‌های گنبدی)	برج آزادی (سازه بیرونی و سازه طبقات)
ارزیابی‌ها	- شبکه هندسی گنبدهای فلزی متفاوت با شبکه‌های متداول در طراحی گنبدهای فضاکار - تجمع بارها در گره‌ها و نقطه اوج گنبدها (Mahdavinejad, Ahmadzadeh, Ghasempour - abadi & Poulad, 2012, 5) - محدودیت در تغییرات انحراف گنبدها	- سازه بتنی ایستا و پایدار چهارتاقی - سازه پربازده گنبد مرکزی - سازه پربازده سقف طبقات
نتایج	حالت دوم در پارامتر دوم	حالت اول در پارامتر دوم

جدول ۵- ارزیابی پارامتر سوم در تعامل فرم و سازه در نمونه‌های موردی از معماری امروز ایران.

پارامترها	پارامتر سوم: درک رفتار سازه در فرم	
نمونه‌ها	مجموعه مصلی اصفهان (سازه سقف‌های گنبدی)	برج آزادی (سازه بیرونی و سازه طبقات)
ارزیابی‌ها	- اولویت معیارهای بصری بر ملاحظات سازه - نمایش ساختگی رفتار سازه در فرم گنبدها	- درک مشخص رفتار سازه چهارتاقی - درک مشخص رفتار سازه گنبدی مرکزی - درک مشخص رفتار سازه کاربردنی طبقات
نتایج	حالت سوم در پارامتر سوم	حالت اول در پارامتر سوم

جدول ۶- ارزیابی پارامتر چهارم در تعامل فرم و سازه در نمونه‌های موردی از معماری امروز ایران.

پارامترها	پارامتر چهارم: تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی فرم معماری	
نمونه‌ها	مجموعه مصلی اصفهان (سازه سقف‌های گنبدی)	برج آزادی (سازه بیرونی و سازه طبقات)
ارزیابی‌ها	- زیبایی سلیقه‌ای در طراحی گنبدها - عدم توجه به جزئیات در طراحی - تمرکززدایی در فضای عبادی مصلی با استفاده ناموفق از رنگ‌ها در سقف‌ها - فضای نامأنوس در زیر گنبد شیشه‌ای - عدم توجه به اقلیم در طراحی پوشش گنبد - عدم توجه به اصولی همچون سیراز کثرت به وحدت در ترکیب بندی قطاع‌های هندسی	- سازه زیبای گنبد از داخل - فرمی ماندگار در ایجاد نماد شهری - سایه روشن‌های زیبا با استفاده از کاربرندی - الگوی زیبای سازه در سقف طبقه سوم - فرم سازه‌ای منظم و متقارن - تأمین نور طبیعی به کمک گنبد مرکزی - پوشش دهانه میانی نما بدون ایجاد ستون - سیراز کثرت به وحدت در سازه گنبد
نتایج	حالت سوم در پارامتر چهارم	حالت اول در پارامتر چهارم

جدول ۷- ارزیابی پارامتر پنجم در تعامل فرم و سازه در نمونه‌های موردی از معماری امروز ایران.

پارامترها	پارامتر پنجم: تناسب فرم با نیازهای ساخت سازه (زمان، اقتصاد و ملاحظات کیفی)	
نمونه‌ها	مجموعه مصلی اصفهان (سازه سقف‌های گنبدی)	برج آزادی (سازه بیرونی و سازه طبقات)
ارزیابی‌ها	- مشکلات در اتصال گنبدها به پایه‌ها - زمان طولانی در ساخت گنبدهای فلزی - هزینه‌های بالا در اجرای پروژه - تمایل به سبک‌های تک - بیان تصنعی از معماری اسلامی	- سهولت ساخت گنبد با پیش ساختگی قطعات - سهولت ساخت با استفاده از پوشش سنگی به عنوان قالب بتن ریزی - سهولت ساخت با کاربرد قوس‌های معین - مصالح مدرن و از جنس کل سازه در مقرنس گنبد مرکزی، تاق و کاربردی‌ها (بیان استعاره‌ای از معماری اسلامی)
نتایج	حالت دوم در پارامتر پنجم	حالت اول در پارامتر پنجم

نتیجه

- پرهیز از برداشت صرفاً شکلی از عناصر پرکاربرد در بناهای معماری اسلامی و سعی در مطابقت آنها با سازه‌های نوین
- اولویت یکسان جنبه‌های بصری فرم و ملاحظات سازه‌ای بنا در فرآیند طراحی معماری
- آموزش مؤثر طراحان و دانشجویان معماری در خصوص درک چگونگی رفتار سازه‌ها
- نگرش همه جانبه به نحوه استفاده از تزیینات در طراحی معماری و سازه
- پرهیز از استفاده از عناصر سازه‌ای صرفاً به منظور نمایش پیشرفت تکنولوژی
در نهایت می‌توان گفت با در نظر گرفتن راهکارهای ارائه شده و ارزیابی بناها بر اساس معیارهای تبیین شده در مراحل مختلف طراحی، می‌توان گام مؤثری در راستای تعامل میان فرم معماری و سازه برداشت. امید است که این تحقیق بتواند زمینه‌ای مناسب برای انجام تحقیقات بیشتر در خصوص وحدت هرچه بیشتر میان سازه و معماری در معماری امروز ایران را فراهم نماید.

این تحقیق با تبیین پارامترهای کیفی در چگونگی تعامل فرم معماری و سازه، شماری از معیارهای ارزیابی جهت تحلیل بناها در این خصوص ارائه کرده است. به این صورت که وجود پنج مشخصه مشارکت فرم در بازدهی بالاتر سازه، صداقت در بیان عناصر سازه و عملکرد بهینه سازه، درک رفتار سازه در فرم معماری، تناسب سازه با نیازهای عملکردی و معنایی فرم معماری و تناسب فرم با نیازهای ساخت سازه، تعامل فرم و سازه در بنا را به همراه دارد. با توجه به بررسی‌های انجام شده بر روی نمونه‌هایی از معماری امروز ایران و ارزیابی آنها از جهت چگونگی تعامل فرم و سازه می‌توان راهکارهای زیر را در خصوص بهبود این معماری از جهت تعامل فرم و سازه ارائه کرد:
- همکاری نزدیک معماران و مهندسان سازه در مراحل مختلف طراحی
- پرهیز از سبک‌گرایی ناآگاهانه در طراحی فرم‌ها و سازه‌های امروزی
- پرهیز از تقلید صرفاً فرمال از بناهای معروف و شناخته شده

پی‌نوشت‌ها

کورت‌گروتز، یورگ (۱۳۸۸)، زیبایی‌شناسی در معماری، جهان‌شاه پاکزاد و عبدالرضا همایون، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
گلاچی، محمود (۱۳۸۸)، آموزش معماری در مهندسی عمران: چالش‌های امروز ضرورت‌های آینده، نشریه دانشکده فنی، ۴۳، ص ۸۶.
میرمیران، هادی و اعتصام، ایرج (۱۳۸۸)، معماری معاصر ایران (۷۵ سال تجربه بناهای عمومی - ۱۳۰۰ تا ۱۳۷۵ هجری شمسی)، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران.
هاشم‌نژاد، هاشم و سلیمانی، سارا (۱۳۸۶)، ضرورت همسازی سازه و معماری در معماری معاصر، هنرهای زیبا، ۳۰، صص ۲۳-۳۰.
Ayres, Peter (1970), The Geometry of Shahyad Ariamehr, *Arup Journal*, 5, 1, p.32.
Engel, Heino & Rapson, Ralph (1997), *Structure systems*, Gerd Hatje Publishers, Virginia.
Macdonald, Angus (2001), *Structure and Architecture*, Department of Architecture, University of Edinburgh, Edinburgh.
Mahdavinejad, M; Ahmadvadeh, S; Ghasempourabadi, M & Poulad, M (2012), *Development of Intelligent Pattern for Modeling a Parametric Program for Public Space (Case Study: Isfahan, Mosalla, Iran)*, Applied Mechanics and Materials, 5.
Meiss, Pierre von (2013), *Elements of Architecture: From Form to Place*, EPFL Press, UK.
Mirtalaei, Kamal; Nahvi, Reza & Farshad, Mehdi (1999), Combining aesthetic and structure for the Large Domes in Isfahan IABSE reports, *RIO DE JANEIRO: IABSE SYMPOSIUM*, 2.
Saliklis, Edmond P (2007), Evaluating Structural Form: Is it sculpture, architecture or structure? *Paper presented at the ASEE National Conference*, Honolulu, HI, 2.
Torroja, Eduardo (1962), *Philosophy of Structures*, University of California Press California.

- 1 Ingredient of the Object Form.
- 2 Subordinate in the Object Form.
- 3 Ornamentation of Structure.
- 4 Structure as Ornament.
- 5 Structure as Architecture.
- 6 Structure as Form Generator.
- 7 Structure Accepted.
- 8 Structure Ignored.
- 9 Structure Space.
- 10 Raum Plan.
- 11 Free Plan.

فهرست منابع

اسلامی، غلامرضا و هدفی، فرزانه (۱۳۹۰)، درآمدی بر جایگاه سازه در تبیین معماری و ضرورت آن در عینیت دهی به کالبد معماری، معماری و شهرسازی آرمانشهر، ۴، ۶، صص ۱-۱۲.
بانی‌مسعود، امیر (۱۳۹۴)، معماری معاصر ایران: در تکاپوی بین سنت و مدرنیته، علیرضا، سیداحمدیان و حمید خداپناهی، هنر معماری قرن، تهران.
بقایی، آژنگ (۱۳۸۸)، نقش سازه در ساختار زیباشناسی معماری معاصر، هویت شهر، ۴، ۳، صص ۲۷-۳۸.
زرکش، افسانه (۱۳۸۴)، کیفیت آموزش و کارحرفه‌ای در ایجاد همسازی بین فضا و سازه در معماری معاصر غرب، هنرهای زیبا، شماره ۲۳، ص ۴۴.
زرکش، افسانه (۱۳۸۷)، تقدم معماری بر سازه در معماری معاصر، کتاب ماه هنر، ۱۲۴، ص ۲۳.
ظفرمند، سیدجواد (۱۳۸۱)، مفهوم فرم به ویژه در هنر، هنرهای زیبا، ۱۱، صص ۱۳-۲۱.
عالمی، بابک؛ پوردیهیمی، شهرام و مشایخ‌فریدنی، سعید (۱۳۹۵)، سازه، فرم و معماری، مطالعات معماری ایران، ۹، ۵، صص ۱۲۳-۱۴۰.

Development of Qualitative Measures for Assessing the Architectural-Structural Interaction for Iranian Contemporary Architecture*

*Isa Hojat*¹, *Mehdi Mahmudi*², *Maryam Zandiyehvakili*³

¹ Professor, School of Architecture, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran.

² Assistant Professor, Faculty of Architecture and Urban Development, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran.

³ Ph.D. of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Development, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran.

(Received 16 Aug 2017, Accepted 9 Jul 2019)

The structural engineering science is currently serving as an isolated discipline in the buildings design process rather than working in cooperation with the architectural form. In some cases, the non-interacting structure is dominating the architectural form. In the other cases, the architectural visual aspects have excellence and superiority over the structure. In most of the latter cases, the embedded structure is decorated with the historical elements. In general, the separation between the architectural and the structural disciplines can give rise to the educated engineers who do not have neither comprehensive knowledge nor realistic insight towards design of buildings. From the architectural point of view that will eventually cause unstable, awkward and not worthwhile buildings. From the structural point of view that will cause inefficiency in consumable materials, design complexity and the structural performance. Although the relationship between the architectural form and the structure has been pointed in some literatures; however, development of the measures and criteria for the interaction between between the architectural form and the structure is not deeply discussed so far. This research paper intends to bridge the gap between the architectural form and the structural performance aiming to improve the Iranian contemporary architecture in terms of the architectural-structural interaction. We develop necessary criteria for evaluating such interaction via scrutinizing some case studies from the Iranian contemporary architecture. We firstly characterize buildings based on architectural-structural relationships into three categories including “the symbolized structure within the architectural form”, “the compatible structure with the architectural form” and “the ignored structure with respect to the architectural form” categories. Secondly, we present

a specific definition for the architectural-structural interaction in which accounts for both architectural and structural demands and performances. We also develop the qualitative parameters for the architectural-structural relationship. These parameters are “the form participation in higher structural efficiency”, “the integrity in the expression of structural elements and optimal structural performance”, “understanding the behavior of the structure in the architectural form”, “appropriateness of the structure with the conceptual and structural requirements” and “appropriateness of the form with structural requirements (time, economy, and qualitative considerations)”. Afterwards, we develop evaluation criteria accounting for the defined parameters and then analyze some case studies taken from the Iranian contemporary architecture include: Isfahan mosalla, Azadi tower and Al-ghadir mosque. Finally, we suggest some remedy measures to fill the gap between the architectural form and the structural performance. They include but not limited to “the effective training of the designers and architectural students in order to have better insights towards the structural performance”, “the joint cooperation between architects and structural engineers during different stages of the design process”, “avoiding pure formal copies of famous design elements in Islamic architecture and trying to adopt it with the modern structures”, “considering equal priorities for visual aspects of the architectural form and the structural demands in architectural design process”, “systematic approach to use decorations in design of the architectural form and the structure” and “avoiding structural elements only for showing off the advances in technology”.

Keywords: Form, Structure, Interaction, Assessing, Contemporary Architecture.

*This article is extracted from the third author’s Ph.D. Dissertation entitled “Feasibility study for application the Islamic geometrical features in Iranian contemporary architecture to improve the architectural-structural interaction”, under supervision of other authors at Art University of Isfahan.

**Corresponding Author: Tel: (+98-21) 66409696, Fax: (+98-21) 66461504, E-mail: isahojat@ut.ac.ir.