



## سازه های فضاکار، عاملی متأثر از تکنولوژی در راستای پاسخ به تحولات فضایی معماری

فرزان رسول زاده

عضو هیات علمی آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران .  
, [Rasoulzadehfarzan@yahoo.com](mailto:Rasoulzadehfarzan@yahoo.com)

### چکیده

امروزه با رشد جمعیت در جوامع مختلف، ناگزیر با ازدیاد ساخت و سازها در شهرهای گوناگون مواجه هستیم. رشد پیشرفت علوم مختلف نیز باعث شده تا تکنولوژی نمودار صعودی خود را به سرعت طی کرده و بالطبع این پیشرفت را در قالب ابداع و نوآوری در طراحی سیستمهای سازه ای و طراحی های فنی تحسین برانگیز و بدیع در حوزه معماری می توان ارزیابی و مشاهده کرد. ناگفته نماند که در دستیابی به این طرحها دانستن بکارگیری از سیستمهای سازه ای مناسب ضروری و لازم به نظر می رسد. در این راستا سازه های فضاکار را می توان به عنوان سیستمی متأثر از پیشرفت تکنولوژی دانست و بدون تردید سیستمی است که عوامل بسیاری از قبیل ابداع، خلاقیت و هوشمندی برای دستیابی به طرحهای موثر، زیبا و بدیع را در طرحهای ساختمان های گوناگون به ارمغان آورده است. در این نوشتار ضمن بررسی پیشینه استفاده از سازه های فضاکار در بناها و همچنین معرفی مدل های هندسی تشکیل دهنده این سیستم و نمونه های موفق اجرا شده، اصول و نتایجی را استخراج خواهیم کرد که نشان دهد چگونه با دستیابی به طرحهای موثر به لحاظ تحولات فضایی معماری می توان پاسخگوی نیازهای مخاطبین این بناها به لحاظ عملکرد باشیم.

روش تحقیق در این مقاله مطالعات کتابخانه ای است.

واژه های کلیدی: معماری، تکنولوژی، تحولات فضایی، عوامل سازه ای، سازه های فضاکار.



## ۱- مقدمه

نیاز گسترده و فراگیر جوامع بشری به ساخت و ساز به واسطه افزایش روز افزون جمعیت، استفاده از سیستمهای ساختمانی و سازه ای متنوعی را در راستای ارتقا کیفیت ساخت، افزایش سرعت ساخت و افزایش طول عمر مفید ساختمان ها و سبک سازی و افزایش مقاومت سازه ای را بیش از پیش مطرح ساخته است. انتخاب سیستم سازه ای مناسب می تواند به عنوان راهکاری جهت نیل به اهداف فوق معرفی گردد. در این مقاله نیز ابتدا به تکنولوژی در معماری و سیر سازه گرایی در معماری و همچنین بیان مشخصات سازه های فضاکار پرداخته و با معرفی ساختمانهایی که با سیستمهای سازه ای که بکارگیری آنها باعث انعطاف پذیری و تحولات فضایی معماری می شوند و در بخش نتیجه گیری مزایای این نوع سازه ها را به لحاظ تحولات فضایی را بیان خواهیم کرد.

## ۲- رابطه بین معماری و فناوری

در جستجوی مفهوم و معنای هنر و تکنولوژی، از هنر به عنوان کارآزمودگی و مهارت و ارائه اثر و از تکنولوژی به عنوان طریق تولید و ماشین ها و ابزارهای فنی برای نیل به انجام عملی برای رسیدن به رفاه و معیشت یاد می کنیم. دایره المعارف های مختلف نیز هنر<sup>۱</sup> از واژه آرس<sup>۲</sup> به معنای مهارت می آید و تمام رشته های ادبیات، شعر، موسیقی، درام، رقص و نقاشی، مجسمه سازی و معماری را شامل می شود. در واقع هنر بکاربردن مهارت و تخیل در خلق موضوعات زیبایی شناسانه است. همچنین تکنولوژی که معادل فارسی آن فناوری است از دو واژه یونانی تخته<sup>۳</sup> به معنی هنر و پیشه و لوگوس به معنای کلام الهی و اصل بنیادین معرفت گرفته شده است. و عبارت است از بحث درباره هنر و صنعت. این واژه اکنون به مفهوم صنعتگری است و به طریقه ساخت و ایجاد چیزها ارجاع می شود. صنعت و هنر تکنولوژیک از ضروریات دنیای معاصر محسوب می شود و لذا بهره گیری از آنها نیز در همه حال ضروری و لازم است. [۱]

## ۳- تکنولوژی معماری

تکنولوژی<sup>۴</sup>، ریشه در لغت یونانی techne دارد و مربوط به هنر و مهارت می شود. هنر ساختن. بنابراین، تکنولوژی معماری، هنر ساختمان سازی است. زمینه ای که هدفش اجماع هنرمندی، مهارت عملی و آیین نامه هاست، آمیزه ای از سه مقوله جدا از هم بخش هنری، که دامنه ای از خلاقیت طراح بوده، برای تحقق و کمیت پذیری، مشکل و همیشه ذهنی است. بخش عملی، که دامنه ای از ساخت و مونتاژ مواد، مصالح و تکنیک ها است و فیزیکی و کمیت پذیر است. طراحی می تواند در عمل، یک موضوع پیچیده باشد، حتی اگر روی هم رفته، هدف ها خیلی ساده باشند. معماری، هنر و فرایندی از تولید علمی، رعایت اصول زیبایی شناسی، علایق ساختمانی و نیز توانایی درک ذهنی در پروسه<sup>۵</sup> طراحی جزئیات و مراحل اجرایی است. بدون اینکه هدف طراحی از لبین برود. از مهم ترین چیزها، اتصال و ارتباط بین انتخاب مصالح و همکاری بین طراحی و تولید در قلمرویی از تکنولوژی معماری و افرادی است که با دیدگاهی به جزئیات و توانایی برای درک و استفاده از ایده طرح، برای موفقیت عملی، تلاش می کنند. [۲]

## ۴- تکنولوژی و تاثیر آن در معماری



انقلاب صنعتی و پیامدهای ناشی از آن به عنوان رویدادی بزرگ در کنار عوامل دیگر موجب از هم گسستگی ارتباط معماری و مهندسی سازه گردید. انقلاب صنعتی در بسیاری از زمینه های علمی و فنی موجب پیشرفتهای شگفت انگیز در غرب شد و به تناسب تاثیر روز افزونش بر علوم و فن آوری بر سرنوشت معماری نیز تاثیر گذار گردید. [۷]

نیاز مبرم مردم به سرپناه، راه ها و تاسیسات شهری، ارتباطات، هواپیما، رایانه های هوشمند و پرداختن به افق های ناشناخته دور دست و سفر به فضا باید در روندی منطقی، تاثیر خود را در رویکرد معماری بگذارد و اصولاً سازنده انسانی نوین، مسلح به ابزاری جدید و با رویکرد فلسفی پیشرو باشد. [۳]

نمایشگاه های ملی که در آنها پیشرفتهای فنی و صنعتی به معرض نمایش گذاشته شد سابقه ای دیرین دارند و تقریباً از سال ۱۷۹۸ که مهماندار آن پاریس بود، معجزات صنعتی را به نظر بینندگان و مشتاقان می رساندند. اصول فنی که در پلهای آهنی بکار گرفته شد (و آن نیز سابقه ای قدیمی تر از سال ۱۸۵۱ دارد.) نشان داده بود که اصول فنی ساختمان که اکنون بعد از گذشت صدها سال و بعد از آنکه رویدادها نبوغ خود را در زمینه پل سازی با استفاده از طاقی و بکار بردن سنگ و آجر به عنوان مصالح ساختمانی به منصفه بروز رساندند جانی تازه میابد و راههایی مشاهده می شود که پیش از آن حتی تصور آنها به ذهن خطور نمی کرد. بی تردید همه این رویدادهای، فنی در گشودن چشم معماران به امکانات جدید موثر بود. [۳]

## ۵- سیر سازه گرایی<sup>۶</sup> در معماری جهان

انقلاب صنعتی<sup>۷</sup> را می توان به درستی نقطه تمایز دنیای قدیم و جدید بر شمرد. مرزی که قلمرو عصر جدید از عصر کهن را تعیین می کند. نباید از نظر دور داشت که انقلاب صنعتی که پیامدی چون تحول فن آوری را در برداشت خود حاصل تحول اندیشه ای بود که مستقیماً بر دگرگونی اصول باور بشر تکیه دارد. با توجه به تعریفی که برای فرهنگ می توان بر شمرد و به همین ترتیب برای مظاهر فرهنگی ویژه خود را پدیدار می سازند، تاثیر این تحول و دگرگونی باور و اندیشه همچنانکه در سایر عرصه ها آغاز گردید، در معماری نیز به عنوان مظهر فرهنگی بروز نمود. در این زمان علم و فناوری دست در دست یکدیگر نهادند و با اهمیت روز افزون تکنولوژی، سازه به عنوان شاخه ای از علم اهمیت پیدا کرد و پیشرفت نمود و راه جدای از معماری را پیمود.

با درک واگرای معاری و سازه تلاش جهت همگرایی سازه و معماری آغاز گردید که تا به امروز ادامه یافته است و در این میان تعدادی از معماران نیز توانستند که بدون تصنع و تقلید ساختمانهای جالبی را در انطباق با محیط و در آشتی با صنایع، فن آوری و زندگی امروز ایجاد کنند. بدین ترتیب فن آوری در معماری بکار گرفته شد تا انطباق پذیری متعارفی با نیازهای زندگی که پویا و دائماً در حال تغییر هستند، به کمال تامین گردد. (هاشم نژاد، ۱۳۸۶)

مراد از سازه گرایی این است که عوامل سازنده و پایدار نگاه دارنده ساختمان مانند تیر و ستون و قوس - ولی نه صرفاً آنها - در ساختن فرم معماری نقش اصلی پیدا کنند. روشن است که معماری با سازه خوشاوندی نزدیک دارد و روزگاری این دو بهم پیوسته بودند به قسمی که ممکن نبود یکی را از دیگری جدا کرد مگر آنکه استواری و زیبایی ساختمان در هم بریزد. شواهد بسیار از این پیوند در معماری مصری، یونانی و در معماری ایرانی و گوتیک داریم. [۷]

## ۶- چیرگی عوامل سازه و تکنولوژی در معماری

سازه گرایی در ابتدا بصورت امکاناتی تازه برای معماران مدرن آغاز شد. در هیچیک از ساختمانهایی که به عنوان سازه گرایی ساخته شده اند از عوامل سازه به صورت دکور و بصورت تزئینات استفاده نشده است. ولی افراط در تبیین عوامل سازه و استفاده از آنها به منظور غنی کردن معماری، سرانجام راهی بود که با سازه گرایی آغاز شد. به آنچه گفتیم چند نکته را باید بیافزاییم. نخست آنکه تکنولوژی و بویژه تکنولوژی ساختمان که مداوم در حال پیشرفت بود تحقق رویاهایی را که پاره ای معماران به خواب



دیده بودند میسر کرد. دیگر آنکه غیر از سازه تبیین عوامل تکنولوژی که در ساختمان نقش داشت و واضحترین مثال آن وسایل مکانیکی لازم برای تهویه مطبوع است، نیز پا گرفت. استفاده تکنولوژی پیشرفته یا به اصطلاح مخفف شده انگلیسی آن های - تک<sup>۷</sup> از همین روست. [۷]

#### ۷- سیستم سازه ای سازه های فضاکار

سازه فضاکار سیستم خرابای سه بعدی است که در دو جهت گسترش یافته اند و اعضای آن فقط در کشش و یا فشار می باشند. سازه فضاکار بطور مشترک برای سازه هایی با اتصالات مفصلی و صلب بکار می رود. بیشتر سازه فضاکار از مدول های یکسان و تکرار شونده با لایه های موازی در بالا و پایین ( مشابه عناصر فوقانی و تحتانی خرپا) تشکیل می گردد. تا زمانی که هندسه سازه فضاکار امکان استفاده از اشکال مختلف را داشته باشد، از نیمه هشت ضلعی ( هرم چهار وجهی)، چهار ضلعی ( هرم سه وجهی) و کلیه چند ضلعی ها بطور گسترده ای در ساختمانها استفاده می شود. علاوه بر آنکه با استفاده از سازه های فضاکار، فضاهای وسیع با سقفهای افقی پوشانده می شود، از این سیستم می توان برای سایر قسمتها مانند دیوار ها و نیز سقف های شیب دار و یا دارای انحنا استفاده کرد. ارتفاع ( ضخامت سقف ) سازه فضاکار می تواند تا سه درصد طول دهانه باشد. باید توجه داشت که تعداد اعضا ( و هزینه دستمزد نیروی انسانی ) با کاهش اندازه مدول به شدت افزایش می یابد. [۴]

#### ۷-۱- بازدهی سازه ای سازه های فضاکار

سازه های فضاکار، سیستمهایی با بازدهی سازه ای بالا و ایمن می باشند. زیرا هر یک از اعضای آن متناسب با مقاومت خود، با وارده را تحمل می کنند. بارهای وارده از طریق کوتاهترین مسیر به تکیه گاههای مختلف و متعدد منتقل می شوند. بیشترین بارها از طریق مقاوم ترین اعضا به تکیه گاهها منتقل می شوند. با حذف تعدادی از اعضا، ایستایی و پایداری سازه فضاکار از بین نمی رود زیرا این امر باعث تعیین دوباره جریان نیروها می شود و اعضا متناسب با مقاومت یا سختی شان نیروهای اضافی را بطور مشترک تحمل می نمایند. این افزایش مقاومت ذاتی دلیل تعادل پایدار سازه فضاکار است، حتی هنگامی که بار اضافی بر آنها وارد شود. [۴]

#### ۷-۲- پیشینه تاریخی سازه های فضاکار

از نظر تاریخی، سازه فضاکار چند لایه بطور مستقیم از خرپاهای مسطح در قرن نوزدهم منتج شدند. در آگوست سال ۱۸۸۱، فوپل<sup>۹</sup> قوانین خود را در مورد سازه فضاکار منتشر کرد، که برای تحلیل های گوستاو ایفل<sup>۱۰</sup> در مورد برج پاریس ( گرچه برج ایفل واقعاً بر اساس مجموعه ای از خرپاهای مسطح شکل گرفته است) بسیار موثر بود. الکساندر گراهام بل به عنوان مخترع سازه فضا کار اعتبار زیادی کسب نمود و به طراحی فرم های چهار ضلعی با بدست آوردن حداقل وزن مواد بکار رفته به عنوان بخشی از مطالعات برای توسعه سازه های مناسب شروع کرد. سازه های سازه فضاکار اولیه وی شامل کایت، بادشکن و یک برج بود ( شولر<sup>۱۱</sup>، ۱۹۹۶). دو پیشرفت مهم در سازه های فضاکار در اوایل دهه ۱۹۴۰ اتفاق افتاد. در سال ۱۹۴۲، چارلز آت وود<sup>۱۲</sup> (سیستم Unistrut را توسعه بخشید و امتیاز آن را به ثبت رساند، این سیستم از ورق های فولادی خم شده به صورت گره های فولادی ( اتصالات ) و اعضا تشکیل می گردید. از سوی دیگر در سال ۱۹۴۳، سیستم مرو<sup>۱۳</sup>، اختراع شد. ( ویلسون<sup>۱۴</sup>، ۱۹۸۷) و اولین بار توسط دکتر ماکس منگرین گاونسن<sup>۱۵</sup> با استفاده از اعضای فولادی لوله ای شکل با انتهای مخروطی که به گره های فولادی کروی پیچ می شوند، ساخته شد. هر دو سیستم هنوز هم بطور وسیع و گسترده ای مورد استفاده می باشند. [۴]



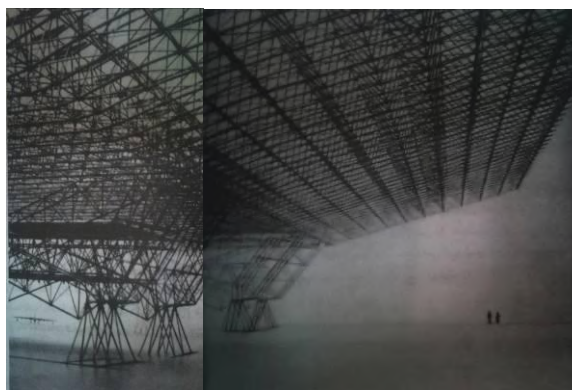
### ۳-۷- اتصالات در سازه های فضاکار

به دلیل ترکیب سه بعدی سیستم در سازه های فضاکار، گره هایی که اعضا در سه بعد به آنها متصل می شوند بطور ذاتی پیچیده می باشند. برای دهانه های کوچکتر، گره ممکن است از صفحه فولادی ساخته شود و به انتهای اعضا پیچ شود. در دهانه های بزرگتر استفاده از سیستم مرو که با اعضای لوله ای شکل به گره های کروی توپر پیچ می شوند متداول تر می باشد. [۴]

### ۸- معرفی نمونه ساختمانهایی که با سیستم های سازه ای خود تحولات فضایی در معماری بوجود آورده اند

#### ۱-۸- سازه های فضاکار، ۱۹۵۹

واشمن<sup>۱۶</sup> (۱۹۰۱-۱۹۸۰) طراح پیشگام در سازه های فضاکار و عناصر پیش ساخته است. نیروی هوایی آمریکا در سال ۱۹۵۹ از وی به منظور طراحی سیستمی متحرک برای آشیانه هواپیما های بزرگ، پروژه ای که مورد علاقه او در زمینه روش های تولید صنعتی بود، دعوت به عمل آورد. با الهام از کارهای انجام شده توسط الکساندر گراهام بل مخترع قابهای فضایی چهاروجهی قابل توسعه در ابتدای قرن بیستم، واشمن یک مدل چهار ضلعی ثابت ساخته شده از لوله هایی به طول ۱۰ فوت را بکار برد که توسط پیوندهای کروی (گوی سان) سه بعدی که حدود ۲۰ عضو به آن متصل می شد، به یکدیگر اتصال شده بودند. چنین روشی امکان هر نوع ترکیب هندسی و ساخت را ممکن می نمود. تمامی اعضای ساختمانی با استفاده از چنین روشی به طور پیش ساخته و به صورت تولید انبوه قابل اجرا بودند. نیازهای اصلی این طرح بطور خلاصه عبارت بود از ایجاد سازه ای طره ای که از هر چهار جهت فضایی باز و بدون ستون ایجاد کند. برای اعضای فوقانی و تحتانی قاب فضایی بزرگ اصلی، لوله های قطری با مقطع کوچکتر طراحی و اجرا گردید. سقف قاب فضایی از هر طرف به طول ۱۵۰ فوت به صورت طره ای اجرا شد و روی ستون هایی به شکل هرم چهاروجهی که در فاصله ۱۲۰ فوتی مرکز ساختمان قرار داشت، نصب شدند. مراحل نصب اجزای ساختمان فقط به جرثقیل نیاز داشت و داربست مورد نیاز بود. ساختمان تکمیل شده بیانی از یک تجربه فضایی، دینامیک، پویا و جدید در مقیاسی جسورانه بود و نشان دهنده این بود که چگونه یک هدف بظاهر دوردست با یک تمهید اندیشمندانه به سادگی امکان پذیر می گردد. [۵]



شکل شماره (۱): سازه فضاکار، آشیانه هواپیما

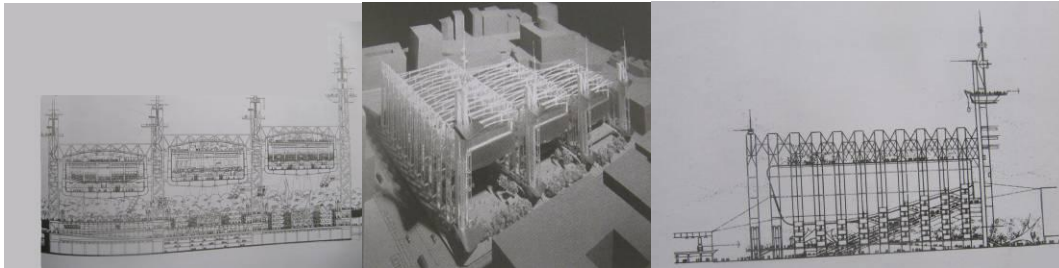
ماخذ: گلابچی، محمود، (۱۳۸۳)، «معمار، مهندس ساختار» تألیف، ایوان مارگولیسوس، دانشگاه تهران، موسسه انتشارات و چاپ.

#### ۲-۸- میدان بین المللی توکیو<sup>۱۷</sup>، ژاپن، ۱۹۹۰

میدان توکیو که یکی از مشهورترین طرحهای شرکت راجرز است، فرصتی برای معرفی قلمرویی عمومی در مکان محصور و در شهری که فضا کمیاب است، ایجاد کرد. با طراحی سه تالار بزرگ در کنار ساختمان ورودی، گذر عمومی بسیار بزرگی در زیر



ساختمان ایجاد شد. طرح اصلی (چند محفظه فولادی با ساختار چند وجهی) در عین اصولی بودن، ساده هم بود. ایده چارچوب ثابت به عنوان محفظه ای انعطاف پذیر برای فعالیت های استانی، از طرح ژرژ پمپیدو هم فراتر رفت. شرکت راجرز طرح سالن های معلق را پذیرفت. این طرح اجرا شده در شهر توکیو، نمونه های از طرز فکر متداول ریچارد راجرز بود که توسعه فناوری جدید را تهدیدی برای مهندسی تلقی نمی کرد، بلکه آنرا شانس غیر قابل تصویری می دانست. در این طرح ترکیب فن آوری و فضای مفرح عمومی، فضای خارق العاده ای را بوجود آورده است. [۳]



شکل شماره (۲) - میدان شهر توکیو

ماخذ: ریچارد راجرز، عینیت در معماری، کنت پاول، ترجمه امیر اعلا عدیلی

### ۳-۸- کتابخانه دانشگاه آزاد برلین

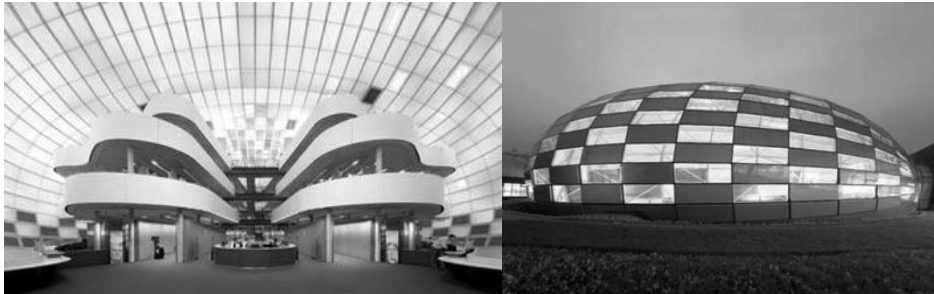
طراحی معماری و برنامه ریزی طرح توسط نورمن فاستر و همکاران بوده که تضاد شکلی، فناوری، مصالح و شگردهای ساختمانی آن با اختلاف شدید در میان محیط مصنوع پیرامون و ساختمانهای مستطیل شکل دانشگاه، کتابخانه را به عنوان یک عنصر برجسته و چشمگیر در منطقه درآورده و یک نوسازی دگرگون کننده را در این محوطه دانشگاهی رقم زده است. مجموعه قدیمی این دانشگاه کاری بسیار تاثیر گذار، تعیین کننده، بدیع و حاوی ایده های طراحانه ارزشمندی بوده است. طرح کلی سایت و بناهای آن کار گروه ۱۰ و معمارانی نوگرا و طراحان چالشگر و جنجال طلب همچون جرج کاندیلیس شادراک وودز جوسیک و پیتر آلیسون اسمیتسون از سال ۱۹۵۶ به بعد بود که با نوآوریها و تحول طلبی های مبتکرانه خود خواهان ایجاد نوعی دگرگونی و تحول در معماری شهر بودند. این گروه طراحی ساختمان کلاسیک دانشگاه را در سال ۱۹۶۳ آغاز کردند و سرانجام مرحله اول این پروژه بزرگ و وسیع را در سال ۱۹۷۳ به پایان بردند. آنها با از سر بیرون کردن الگوهای سنتی و شیوه های قدیمی و اینکه ساختمانهای دانشکده را داخل چهارچوب محدوده دانشگاهی بصورت سرهم کردن و کنار هم گذاشتن بناهای مخالف، جداگانه و بی ارتباط بهم بسازند و براساس شیوه های ناکارآمد و از مد افتاده کار کنند، سامانه ای از شهرسازی را با توجه به کارکرد عام و اجتماعی ساختمان و نقش و تاثیر آن بر شهری واقع در آن طراحی کردند. [۸]





شکل شماره (۳) - کتابخانه دانشگاه آزاد برلین ، ماخذ : نشریه آموزشی ، خبری ، تحلیلی شمس ، شماره ۷۰ و ۶۹

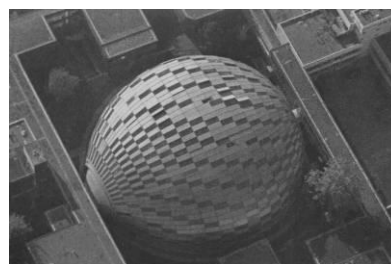
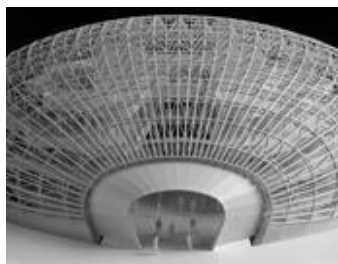
طراحی با شبکه  
بدون نظمی  
حیاطهای مرکزی  
ساختمانهایی  
شکل که این  
نیمه خصوصی را



این  
ای باز و  
خاص از  
محصور، و  
مکعبی  
فضاهای

به یکدیگر متصل می کردند، دگرگونیهای آینده را در شکل اضافه و کم کردن و انقباض و انبساط مجموعه یا هر تغییر ساختار دیگری امکان پذیر می ساخت. بدین ترتیب ما با مجموعه صلبی از ساختمانهای انعطاف پذیر روبرو نبودیم که با تغییرات ناشی از زمان و شرایط متحول آن قابل هماهنگی نباشد و نیاز به تخریب پیدا کنیم. این نظم و شکل چیدمان بلوکهای ساختمانی در کنار هم، رشدی منعطف و دگرساز پذیر را به ارمغان می آورد و مجموعه ای قابل تعدیل و تنظیم را می ساخت که تک تک عناصر و اعضای آن می توانست از باقی موارد جدا شده بجای دیگری انتقال پیدا کند ، و بدین ترتیب با پیش آمدن شرایط گوناگون حیاط و پایداری خود را از دست ندهد. فضاهای داخلی یکدست، یکسره و پیوسته هستند و از جداکننده های میانی به صورت سبک و محدود استفاده شده است. بخصوص در طبقه آخر این یکپارچگی و تداوم فضایی به اوج خود می رسد و حتی ستون ها برداشته شده تا این طبقه بزرگ و دلپذیر حس شود. در قسمت های میانی، کمدها برای گذاشتن وسایل شخصی استفاده کنندگان قرار دارند و مبلمانی نیز برای تشکیل جلسات و کلاسهای کوچک آموزشی گذاشته شده است. با بیرون زدن کف هر طبقه از محدوده پلان طبقه فوقانی جهت انطباق با حرکت قوس پوسته، دید از طبقه فوقانی تا پائین ترین کف ساختمان امکان پذیر می شود.

شکل شماره (۴) - کتابخانه  
، ماخذ : نشریه آموزشی ،  
شمس ، شماره ۷۰ و ۶۹



دانشگاه آزاد برلین  
خبری ، تحلیلی



این فضای باز دورتادور ساختمان تا یک طبقه ی زیرزمین امتداد پیدا کرده و ارتباط دیداری را توسعه بخشیده است. اسکلت پوسته خارجی که شامل شبکه ی خرپای سه بعدی فلزی است روی دو هسته ی مرکزی بتنی ساختمان که همان مسیر ارتباطات عمودی است فرود آمده و اتصال این دو سازه ، یعنی شبکه فلزی پوسته و تیر و ستونهای بتنی داخلی را بدین ترتیب برقرار کرده تا از آن به عنوان تکیه گاهی برای این دهانه بزرگ استفاده کند. نسبت بالای استحکام به وزن در این ساختمان از فناوری بالای ساخت و سبکی آن حکایت دارد و باریکی و کم حجم بودن سازه گویای کیفیت بالای مواد اولیه و اجرای آن است. عریض کردن لبه های کناری طبقات حرکت های قوی و پرننگی را در داخل مجموعه ایجاد کرده که دارای ارزش حجمی بالایی است. [۸]

#### ۹- ویژگیهای سازه ای خرپاها

سازه های خرپایی متشکل از اعضای کششی و اعضای فشاری می باشند که به شکل مثلثی با اتصال مفصلی به یکدیگر متصل شده اند و نیروهای درونی آنها تماماً محوری اند ( فشار و یا کشش مستقیم بدون خمش و برش ). این گونه سازه های مثلثی شکل شامل : کابل ها ، خرپا ها ، قابهای فضایی و قابهای ژئودزیک می گردد. هندسه مثلثی شکل دارای نقش و تاثیری اساسی در رفتار خرپاهاست ، زیرا مثلث تنها چند ضلعی ای است که به طور ذاتی دارای پایداری هندسی می باشد . شکل مثلث فقط با تغییر طول اضلاع آن تغییر میابد. به این ترتیب ، به دلیل وجود اتصالات مفصلی ، خرپا فقط به مقاومت در برابر کشش و فشار ( بدون خمش ) در اعضای مثلثی شکل برای پایداری خود نیاز دارد.

با دانستن رفتار سازه ای خرپاها، می توان چنین برداشت کرد که ساختمان میدان بین المللی شهر توکیو، کتابخانه دانشگاه آزاد برلین ، با هدف ایجاد حداکثر انعطافپذیری در ارتباطات داخلی، گردش فعالیت ها و استفاده از فضاهای دیگر طراحی شده است. علاوه بر آن با استفاده از این سیستم سازه ای در ساختمان مذکور یک حضور بصری قوی و گرایش به فناوری جدید را مورد تایید قرار داده است. [۷]

#### ۱۰- نتیجه گیری

هر طرح بر اساس فراهم آوردن فضای مناسب برای انجام مجموعه ای از فعالیت ها شکل می گیرد. سیستم ساختمانی که برای هر طرح پیشنهاد می شود، باید برای تحقق اهداف طرح بکار گرفته شود. نیازهای عملکردی یک طرح می تواند شامل موارد زیر باشد که این نیازها را می توان بواسطه انتخاب سیستم سازه ای مناسب طرح مانند سیستم سازه ای فضاکار پاسخگو بود.

- تامین فضای معماری مطلوب و مناسب برای انجام فعالیتهای مورد نظر
- انعطاف پذیری برای ایجاد فضای مناسب به شکل دهی های مختلف در زمان مورد نیاز
- امکان بر چیدن و نصب مجدد
- امکان توسعه و گسترش
- امکان استفاده حداکثر از زمین طرح و فضای معماری
- امکان بهره گیری از نور طبیعی
- امکان طراحی معماری داخلی به نحو مطلوب و دلخواه بواسطه انعطاف پذیری فضایی





## پی نوشت ها

- 1- Art
- 2- Ars
- 3- Techne
- 4- Technology
- 5- Process
- 6- Structuralism
- 7- Industrial Revolution
- 8- High Tech
- 9- Foppl
- 10- Gustave Eiffel
- 11- Schuelle
- 12- Charles Attwood
- 13- Mero
- 14- Wilson
- 15- Max Mengerinhausen
- 16- Washman
- 17- Tokyo International Forum

## مراجع

- ۱- آصفی، مازیار، « چالش های فناوری نوین در معماری و تعامل آن با ارزشهای معماری اسلامی ایران »، مجله علمی و پژوهی باغ نظر، شماره ۲۱، (۱۳۹۱).
- ۲- امیت، راستیون، ترجمه افشین درکی، « تکنولوژی معماری، تهران»، انتشارات پلک، (۱۳۸۵).
- ۳- عدیلی، امیر اعلا، « ریچارد راجرز، عینیت در معماری »، موسسه انتشارات همام، (۱۳۸۶).
- ۴- گلابچی، محمود، « درک رفتار سازه ها »، تالیف فولر مور، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، (۱۳۸۲).
- ۵- گلابچی، محمود، « معمار، مهندس ساختار » تالیف، ایوان مارگولیوس، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، (۱۳۸۳).
- ۶- گلابچی، محمود، « سازه در معماری »، تالیف فولر مور، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، (۱۳۷۴).
- ۷- مزینی، منوچهر، « از زمان و معماری »، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، (۱۳۷۶).
- ۸- واحد ترجمه ی نشریه ی آموزشی، خبری، تحلیلی شمس، « کتابخانه دانشگاه آزاد برلین » شماره ۷۰ و ۶۹، (۱۳۸۹).
- ۹- هاشم نژاد، هاشم، « ضرورت همسازی سازه و معماری در معماری معاصر »، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۰، (۱۳۸۶).