A-PDF WORD TO PDF DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

پت سنتر Patcenter

پت سنتر (۱۹۸۶: پرینستون، نیوجرسی، مهندس معمار: ریچارد راجرز و همکاران، مهندس سازه: اووه آروپ و همکاران) مرکز تحقیقات در زمینه فن آوری. P.A. است و با هدف ایجاد حداکثر انعطاف پذیری در ارتباطات داخلی، گردش فعالیت ها و استفاده از فضاها به عنوان دفاتر، آزمایشگاهها و سرویس های خدماتی طراحی شده بود. چنین هدفی با استفاده از یک شبکهٔ وسیع سازه اتی از فضاهای آزاد بدون ستون تأمین گردید. سازهٔ نمایان و آشکار این ساختمان کاملاً با نظریات کارفرما برای یک حضور بصری قوی، گرایش به فن اوری جدید را مورد تاکید قرار می دهد. طراح با ایجاد سازه ای که با تاکید بسیار بیان کنندهٔ عملکرد سازه ای طرح در بخش خارجی ساختمان می باشد، در تضاد با فضای خشک و بی روح اطراف، وجود چنین مرکز تحقیقاتی را در اطراف پرنستون بخوبی مشخص می کند، بدین ترتیب به نیاز کارفرما پاسخ داده است. (بروکز و گرچ Brookes And Grech، ۱۹۹۰) (تصاویر ۲-۳ تا۵-۳).

ایدهٔ اصلی طرح استفاده از یک ستون فقرات مرکزی به عرض ۲۹/۵

فوت (۹ متر) و ایجاد مجموعه ای از سازه های A شکل با نمای شیشه ای می باشد. سیستم های تأسیساتی ساختمان به طور مستقیم روی قسمت مرکزی ساختمان و قاب معلقی که از سازۀ اصلی ساختمان آویزان هستند، قرار گرفته اند.

دو طرف این ستون فقرات ارتباط مرکزی ساختمان را تامین می کند دو فضای بزرگ یک طبقه به ابعاد ۷۴ ×۲۳۶ فوت (۲۲/۵×۷۲) متر قرار گرفته اند که برای انجام تحقیقات مورد نظر به کار می روند. برای ایجاد انعطاف پذیری لازم در بخش های تحقیقاتی، از یک سازۀ کابلی (با اعضای کششی فولادی باریک ویژه) با زیبایی های بصری که دهانه های سقف را می پوشانند و فضاهای وسیع و عریضی را در بین ستون ها فراهم می کند، استفاده شده است. در سازۀ اصلی یک قاب فولادی مستطیل شکل به عرض ۲۴/۶ فوت (۷/۵ متر) که به عنوان پایه ای برای تیر A شکل لوله ای بلند به طول ۴۹ فوت (۱۵ متر) عمل می کند، استفاده شده است. این سیستم تکیه گاه عمودی اصلی برای کل ساختمان می باشد.

از قسمت بالای سازهٔ A شکل، کابل های فولادی مجزا در هر طرف به صورت قطری کشیده شده است تا به یک عضو کششی فولادی که چهار کابل کوچکتر را نگه می دارد (شبیه یک درخت معکوس) متصل گردد و بدین ترتیب سقف را در دو نقطهٔ انتهایی و دو نقطه میانی تحمل نماید. اتصالات موجود در سازهٔ A شکل و بین اعضای کششی اصلی و فرعی بام با دقت بسیار و به شکل صفحه ای فولادی مدور و توخالی (به شکل دونات) برای نگه داشتن کابل ها اجرا شده است.

کابل های عمودی متصل به پی در انتهای دهانه ها در برابر نیروی باد مقاومت می کند: عملکرد این مهارهای باریک و بلند به وسیلهٔ جدا نمودن آنها از نمای بیرونی ساختمان مورد تأکید قرار گرفته است. ترکیب سازهٔ A شکل فوق الذکر در هر ۲۹/۵ فوت (۹ متر) و در مجموع ۹ مرتبه تکرار می شود. برای حفظ وضوح بصری این سیستم، پایداری طولی نه تنها به وسیلهٔ مهاربندی های ضربدری، بلکه به وسیلهٔ اتصالات صلب بین تیرهای نگهدارندهٔ سیستم های تاسیساتی و سازهٔ A شکل ساختمان تأمین شده است. در نتیجه دکل

ها هر یک به طور مستقل رفتار می نماید تا بدین وسیله انعطاف پذیری هر دهانه را مستقلاً فراهم نماید.

پل آلامیلو Alamillo Bridge

این پل زیبا، بدیع و قابل توجه (۱۹۹۲: سویل، اسپانیا، مهندس سازه: کالاتروا) برای نمایشگاه جهانی اکسپو ۹۲ طراحی شد و نشان دهندهٔ زیبایی و نیز ابداع، خلاقیت و مهارت در طراحی سازه و معماری یک پل توسط معمار مهندس اسپانیایی این پل می باشد. بخش سواره رو این پل دهانه ای برابر ۶۵۶ فوت (۲۰۰ متر) را می پوشاند و به وسیلهٔ کابل های قطری موازی که همه آنها از یک دکل بلندی به ارتفاع ۴۶۶ فوت (۱۴۲ متر) آویزان هستند، نگاه داشته می شود. در اغلب دهانه های بزرگ اجرا شده با سازهٔ سیستم کابلی، ترکیب متقارنی از مهارهای معلق از دکل یا دیرک با تکیه گاه مفصلی برای حذف خمش به چشم می خورد. این شیوهٔ طراحی به علت اجرای کابل در یک طرف و ایجاد تعادل یک جانبه و نیز اتصال طره ای دکل در پی کاملاً غیر معمول است.

نیروی وارده از کابل ها به وسیلهٔ وزن دکل های فولادی که با بتن پر شده اند، خنثی گردیده است. دکل ها با زاویه ۵۸ درجه در جخت مخالف کابل ها قرار گرفته اند و نیاز به کابل مهارکننده در طرف دیگر را برطرف می نماید (تصاویر ۱۰-۳ تا ۱۲-۳). ستون فقرات اصلی سطح یک تیر فولادی جعبه ای با مقطع شش ضلعی است که به کابل های مهاری متصل شده است. سطح پل که دارای شش خط ماشین رو در هر طرف می باشد در طرفین این تیر اصلی به صورت طره ای اجرا شده است (فرامپتون و دیگران، Frampton، ۱۹۹۳).

تالار Gund Hall

تالار گاند (۱۹۷۲: کمبریج، ماساچوست، مهندس معمار: جان اندروز) فارغ التحصیلان مدرسه طراحی هاروارد را با برنامه هایی در معماری، طراحی فضای سبز و طراحی شهری در خود جای می دهد. مفهوم طراحی، فضایی وسیع در یک کارگاه که ارتباطی بهتر بین دانشجویان رشته های مختلف را فراهم می سازد.

اندروز چنین توضیح می دهد: «یک کارگاه بزرگ با فضاهایی کوچکتر که برای فعالیت های بخصوصی به هم پیوسته اند. برای

ایجاد فضای لازم مورد نیاز، کارگاه ها شبیه سینی هایی روی هم ردیف گشته و به وسیلهٔ یک سطح شیبدار پوشیده شده اند.» (تیلور و اندروز Taylor and Andrews، ۱۹۸۲)

هدف طراح استفاده از سیستم های مکانیکی و سازهٔ بام به عنوان ابزار آموزش بوده است (تصاویر ۱۳-۴ تا ۱۵-۴). ۹ عدد خرپای مسطح که در مرکز، فضایی برابر ۲۴ فوت (۷/۳ متر) را اشغال کرده اند، دهانه ای برابر ۱۳۴ فوت (۴۱ متر) و ارتفاعی برابر ۱۱ فوت (۳/۴ متر) دارند.

قطر میلهٔ فوقانی خرپا ۱۲ اینچ (۳۰۰ میلیمتر) و دارای میلهٔ تحتانی باریک تر و اعضا جان می باشد. خرپا به وسیله یک اتصال گیردار در بالا و یک اتصال ساده در پایین (امکان حرکت در اثر انبساط حرارتی و دیگر حرکات ضمنی) نگاه داشته می شود. اعضای لوله ای شکل برای امکان ساخت ساده تر (در مقایسه با اعضا بال پهن) و سهولت کاربری انتخاب شدند. روی لوله ها با یک لایه رنگ ضد آتش به ضخامت ۰/۱۲۵ اینچ (۳ میلیمتر) پوشانده شده است. مقاومت

جانبی به وسیله گره های متقاطع در هر دو انتهای دهانه فـراهم شـده است.

میلهٔ فوقانی خرپا از درون سـقفی کـه بـرای اسـتفاده از نـور روز در نمای غربی به صـورت پلـه ای طراحـی شـده، عبـور مـی کنـد. چنـین نورهایی از شیشه پلاستیکی شفاف و تقویت شده عبور مـی نماینـد و در زیر سقف اعضای خرپا نمایان هستند. [انتخاب بـام پلـه ای نمـای غربی، طراح بیشتر جنبه فرمال آن را مد نظر داشته است تا جنبه های تکنیکی. انرژی گرنایی به دست آمده از طریق شیشه های بدون سـایه بیش از اندازه مورد نیاز است و سیستم گرمایش و سـرمایش تهویـه مطبـوع (HVAC) بـه عنـوان طراحـی اصـلی مکـانیکی جهـت ایجـاد آسایش در نظر گرفته شده است].

مرکز سنزبری Sainsbury Center

عملکـرد اصـلی ایـن سـاختمان (۱۹۷۸: نـورویچ، انگلسـتان، مهنـدس معمار: فوستر و همکاران، مهندس سازه: هانت و همکاران) بـه عنـوان گالری هنری بوده است ولی یک سـوم سـاختمان بـرای یـک مدرسـه هنری، اتاق چند منظوره و یک رستوران استفاده مـی شـود (تصـاویر

۱۶-۴ تا ۱۸-۴). فرم ساختمان به صورت یک مکعب ساده با دو وجه کاملاً شفاف است. این بخش ها با جزئیات بسیار دقیق به منظور حفظ سادگی فرم و سطح در نظر گرفته شده اند. نور روز تحت کنترل بوده و با پنجره های کرکره ای پخش می شود. به علت وسعت زیاد ساختمان که مربوط به کیفیت بالای آن را به عنوان یک شی می گردد. طراحی بسیار مهم است. اجزای ساختمان به صورت پیش ساخته با دقت زیاد برای ایجاد نمای مناسب، بخصوص خرپاهای فضایی و تطبیق با ستون های خراپیی، طراحی شده اند (اورتون، ۱۹۸۸).

سازۀ ساختمان بر اساس ۳۷ عدد خرپا (در مقطع به شکل مستطیل) در طول ۴۳۱ فوتی (۱۳۱/۴ متر) ساختمان با دهانه های ۱۱۳ فوتی (۳۴/۴ متر) شکل گرفته است. هر خرپا ۸/۲ فوت)۲/۵ متر) ارتفاع و ۵/۹ فوت (۱/۸ متر) عرض دارد. هر یک با اتصال گیردار در بالای هر ستون خرپایی که از زمین طره شده اند، متصل هستند. (خرپاهایی که در قسمت انتهای دیوارهای شفاف قرار دارند سخت کننده های اضافی برای جلوگیری از ریزش تقسیمات شیشه دارند، اتصالات

گیردار به پایین خرپا برای ایجاد رفتار قاب صلب با ستون ها و خرپا اضافه شده اند). روکش فلزی نهایی، ترکیبی از آلومینیوم توپر، مشبک و عایق یا پانل های شفاف که به یک شبکهٔ مدولار با درزهای نئوپرن به ابعاد ۵/۹×۳/۹ فوت (۱/۸×۱/۲ متر) متصل شده اند، می باشد.

استادیوم ورزشی کرازبی کمپر Crosby Kemper Arena

این ساختمان چند منظوره (۱۹۷۴: کانزاس سیتی، میسوری، مهندس معمار و مهندس سازه: سی – اف – مورفی و همکاران) با خرپاهای فضایی عظیم روی بام، برای به حداقل رساندن حجم داخلی و حجم نمای بریونی که در عین حال به سازه نیرو می بخشد، طراحی شده است (تصاویر ۱۹-۴ و ۲۰-۴). سه خرپای عظیم فضایی که در مقطع به شکل مستطیل می باشند، یا دهانهٔ ۳۲۴ فوت (۹۹ متر) و یک ستون فضایی به شکل قاب صلب با دو اتصال گیردار در هر پی، سازهٔ ساختمان را تشکیل می دهند. هر خرپا ۲۷ فوت (۸/۲۳ متر) ارتفاع دارد و از لوله های فولادی به قطر ۴ فوت (۱/۲۲ متر) در بالای و دو لوله به قطر ۳ فوت (۹۱۴ میلیمتر) در پایین و اعضای جان به

ضخامت ۳۰ اینچ (۷۶۲ میلیمتر ساخته شده است. این حالت از خرپای فضایی صلیب و مقاومت بالایی در برابر نیروهای عمودی، افقی و پیچشی دارد.

سایبان استادیوم ورزشی

به علت نیاز به چشم انداز و دید مناسب، طره ها از شرایط مناسبی برای ایجاد جهت محافظت از افتاب در استادیوم های بزرگ ورزشی برخوردار می باشند. مدارکی وجود دارد که رومیان قدیم از ترکیب Vela (سازه های سایبانی) در تعدادی از زمین هیا ورزشی استفاده می کردند. استفاده از فن آوری قایق های بادبانی در زمان های مختلف، پانل های تاشو که از تیرهای کوچک افقی که به سویلهٔ مهارهای طنابی از بالای دیرک های عمودی نگاه داشته می شدند، آویزان شده بودند و در پشت محل استقرار آنها از دیوار حائل سنگی استفاده شده بود، متداول بوده است (تصویر ۲۱-۴).

استادیوم فوتبال سیدنی Sydney Football Stadium

استادیوم فوتبال سیدنی (۱۹۸۸: سیدنی، استرالیا، مهندس معمار: فیلیپ کوکس، مهندس سازه: اوو آروپ و همکاران) به عنوان

استادیومی برای بازی فوتبال و راگبی با گنجـانش ۳۸۰۰۰ تماشـاجی که سـایبان آن ۶۵ درصـد جایگـاه را پوشـش مـی داد، طراحـی شـد. جایگاه منحنی شـکل اسـتادیوم بـر اسـاس دال هـای بتنـی پلـه ای در سطح پایین تر برای نشستن و در سطح بالاتر برای ایسـتادن سـاخته شده است و از بخش های بتنی پیش کشـیده بـا دهانـهٔ ۲۷ فـوت (۸/۵ متر) بین تیرهای فولادی شیب دار که روی ستون های بتنی قرار مـی گیرند، تشکیل شده است (بروکز و گرچ ۱۹۹۲، جـان ۱۹۹۱) (تصـاویر ۲۲-۴ تا ۲۵-۴).

برای سایبان فلزی بام از خرپاهای فضایی فولادی کـه طـول طـره آن ۹۶ فوت (۳۰ متر) اسـت، اسـتفاده شـده اسـت. تمـامی اعضـای خرپـا صلب هستند و می توانند نیروهای کششی یا فشاری را که به خرپاها امکان مقاومت در برابر نیروهای رو به بالای باد و نیروهای ناشـی از وزن را می دهد، ایجاد نمایند. خرپاها، بار را به یک حلقه از ستون هـا و دیوارهای بتنی که تیرهای نوک را در جایگاه به هم متصل می کنند، انتقال می دهند. سیستم سازه ای به وسیلهٔ آزمایش برروی یـک مـدل

با مقیاس ۱:۲۰۰ آنـالیز گردیـد و سـختی گردیـد و سـختی اعضـا بـا استفاده از تجزیه و تحلیل از مدل کامپیوتری تعیین گردید.

فضای مرکزی نمایشگاه اکسپو ۷۰ Expo 70 Festival Plaza

در مرکز نمایشگاهی اکسـپو ۷۰ در اوزاکـای ژاپـن، بزرگتـرین سـازهٔ فضا کار با اجرای سقفی برروی فضـای مرکـزی نمایشـگاه (مهنـدس معمار: کنرو تانگه و کوجی کامیا، مهندس سازه: سادوا هیراتا) بـر پـا شده است. طراحی، بـرای ایجـاد همـاهنگی در سـاختار کـل مجموعـهٔ نمایشگاه و برای فراهم کردن فضایی جهـت توسـعه و تحقیـق زمینـهٔ اصلی نمایشـگاه یعنـی پیشـرفت و همـاهنگی مـی باشـد. ایـن فضـای مرکزی (پلازا) به فضای اصلی نمایش متصل شده است و برای جـای دادن و نشستن طیف های مختلـف افـراد از ۱۵۰۰ تـا ۳۰۰۰۰ نفـر بـر اساس نوع عملکرد طراحی شده است. میدان اصلی نمایشگاه از طریق پوشش سازهٔ فضاکار بام، یکپارچه می باشـد (تانگـه Tange، ۱۹۶۹) (تصاویر ۶-۵ و ۷-۵).

این سازهٔ فضاکار از مـدول هـای نـیم هشـت وجهـی (هـرم متسـاوی الاضلاع) با پلان مربع به ضلع ۳۳/۵ فوت (۱۰/۲ متـر) و ارتفـاع ۲۹/۳

فوت (۸/۹ متر) که فضایی به ابعاد ۱۰۸۲×۳۹۴ فوت (۳۳۰×۱۲۰ متـر) را می پوشانند تشکیل شده است (کنزو تانگـه و همکـاران، ۱۹۸۷). در سیستم مرو از گره فولادی توخالی با اعضای لوله ای شکل با انتهای مخروطی که به گره ها پیچ می شوند، استفاده می شـود. پوشـش کـل بام از جنس پلاستیک شفاف باد شده به شکل متکا می باشد ککـه بـه اعضای بالایی سقف محکم گردیده است. ابعاد تقریبـی اجـزا بـه قـرار زیر است: قطر گره های فولادی ۳/۶ فوت (۱/۱ متر)، قطـر یـال بـالا و پاییت اعضا فولادی ۲/۲ فوت (۶۷ سانتیمتر) و قطـر اعضـای فـولادی مـورب ۱/۴ فـوت (۴۶ سـانتیمتر). سـازه، ابتـدا روی زمـین سـر هـم گردیده و سپس به وسیله جک های هوای فشرده به ارتفاع ۱۰۰ فـوت (۳۰ متر) بالا بـرده مـی شـود. وزن کـل سـازه ۴۷۰۰ تـن (۴۲۶۰ تـن متریک) می باشد که به وسیله ۶ ستون نگاه داشـته مـی شـود و ایـن سازه بعد از اتمام نمایشگاه جمع آوری می گردد.

به منظور رسیدن به این مقیاس بی نظیـر، مهندسـان بـه مشـکلاتی از قبیل اندازه های سازه و دقت در ابعـاد، زوایـا و نیـز محـدودیت هـای ناشی از اجرای ساختمان در محل غلبه کردند. از آنجایی کـه رسـیدن

حبه دقت لازم در مراحل اولیه مشکل بوده، کل خطاهای حاصل با تنظیمات دوباره و استفاده از مدول های اضافی جبران می گردد.

مشکل نصب قطعات با ایجاد یک سوراخ اضافی در گروه کروی که اجازه می داد پیچ و مهره ها از طریق آن در جای خود قرار گیرند، حل گردید. این جزئیات اجازهٔ تنظیزم انجام تنظیمات زاویه ای کوچک مابین اتصالات اعضا را فراهم می ساخت. به علاوه واشرهای گوه ای شکل مخصوص بین گره های کروی و اعضا امکان حداقل تغییر طول را فراهم می نمود. چنین ترکیبی مزان خطا در مجموعه را در شرایطی که سازه فضاکاری به این بزرگی برای اولین بار به طور عملی و اقتصادی اجرا می شد، محدود ساخت (ناشر، ۱۹۷۰).

مرکز انجمن جاکوب ک. جاویتس

Jacob K.Javist Convention Center

این ساختمان با طولی برابر ۵ بلوک حتی بزرگتر از فضای مرکزی نمایشگاه تانگه (Tange's Festival) نیز بزرگتر می باشد، مرکز جاویتس (۱۹۸۰: نیویورک، مهندس معمار: آی ام. پی و همکاران، مهندس سازه: ویلدینگر و همکاران) با طول ۱۲۰۰ فوت (۳۱۵ متر) در طول خیابان یازدهم و دوازدهم مانتهان و با عرض ۶۰۰ فوت (۱۵۷

متر) در کنار خیابان های سی و چهارم و سی و نهم قرار گرفته است. در مجموع، مساحت همکف آن ۱/۶ میلیون فوت مربع (۱۴۸ هزار متر مربع) است. طراحان و کارفرما به طور جدی احساس می کردند که عمۀ مردم (کسانی که هزینه ساخت بنا را پرداخته بودند) باید به ساختمان دسترسی ساده و مستقیم داشته باشد. فضایی که به بخش عمومی با سالن بزرگ مربع شکلی به ضلع ۲۷۰ فوت (۸۲ متر) اختصاص یافته بود. با یک ورودی و جذاب و بدیع در خیابان یازدهم مشخص می گردید. ساختمان به وسیلۀ پلی به طول ۳۶۰ فوت (۱۱۰ متر) که مشرف به سالن اصلی نمایشگاه بود تا خیابان دوازدهم ادامه می یافت و به یک رستوران که چشم اندازی از رودخانۀ هودسون (Hudson River) داشت، منتهی می گردید و به حداکثر ارتفاع خود می رسید (ناشر، ۱۹۸۰) (تصاویر ۸-۵ تا ۱۰-۵).

در توصیف نمایشگاه، جیمز فرید (James Freed) به عنوان کسی که در طراحی همکاری داشته، آن را یک انبار می نامد که طراحان نمی توانستند به عملکردهای داخلی برای ایجاد توازن و تعادل در نمای آن متکی باشند. کلید حل این موضوع قرار دادن ۵ بلوک شهری در

زیر یک سازهٔ فضاکار بود که دیوارهـا و سـقف را نگـاه مـی داشـت. سـطوح گوشـه دار، محـل قرارگیـری سـتون هـا در طبقـه بـالاتر در فواصل ۹۰ فوتی (۲۸ متر) مشخص می کند.

پوشش شیشه ای نیمه منعکس کنندهٔ ساختمان در طـول روز، در اثـر انعکـاس نـور آسـمان مـات بـه نظـر مـی رسـد. هنگـام شـب، در اثـر نورپردازی داخلی، شیشه ها شفاف شده و دیوارهـا و سـقف خرپـای فضایی نمایان می گردند. ورودی شیشه های شـفاف داشـته و بـرای نورگیری از سقف (به وسیلهٔ پتجره سقفی) به کار رفته، برای دیوارها و فضاهای نمایشگاه از شیشه های مات استفاده دشه است.

اندازهٔ دهانهٔ ۹۰ فوتی (۲۸ متر) سازه از ابعاد نمایشگاه تجاری متعـدد با مدول استاندارد ۳۰ فوت (۹ متر) الهام گرفته شده اسـت. دو ردیـف غرفه به عرض ۱۰ فوت (۳ متر) که به وسـیلهٔ یـک راهـروی ارتبـاطی مبه عرض ۱۰ فوت از یکدیگر جدا می شدند در آن طراحی شده است.

ستون های چهارگوش کـه سـازهٔ فضـا کـار سـالن و فضـای اصـلی نمایشگاه را نگاه می دارند سبک و شفاف هستند. به نظر می رسد کـه سازهٔ فضاکار از درون این سـتون هـای بـه شـکل درخـت، بـه طـور

طبیعی رشد کرده است. ستون های اصلی، مرکب از ۴ ستون فـولادی لوله ای به قطر ۱/۵ فوت (۵۵ سانتیمتر) می باشند کـه در رئـوس یـک مربع ۵ فوتی (۱/۵ متر) قرار گرفته و با شبکه های فلزی به هم متصل شده اند. سر ستون های اصلی به شکل مربع و بـه ضـلع ۱۰ فـوت (۳ متر) عناصر قطری را نگاه می دارد و هنگامی کـه بـا سـازۀ فضـاکار بالایی یکی می شوند، اندازه شان کاهش می یابد. مدول استاندارد این سازۀ فضاکار مربعی به ضلع ۱۰ فوت (۳ متر) اسـت. سـازۀ فضـاکار به وسیلۀ شرکت سازه های پی جـی (PG Structures Inc.) سـاخته شده است. انتخاب این سیستم بر اساس اظهار جیمز فرید نه بـه دلیـل دالنش باک مینسترفولر (Backminster Fuller) صورت گرفته است و نه بخاطر هنر بـه کـار رفتـه در معمـاری هـای تـک "High Tech" انگلیسی بلکه به عنوان سیستمی انعطاف پذیر که می تواند شـفافیت و بافت منتاسبی ایجاد نماید انتخاب گردیده است. استفاده از یـک سـازۀ فضاکار با این ساختار مبـه سـازۀ اصـلی سـاختمان هـا محـدود مـی شود، شمن آنکه داخل سـاختمان بـا عناصـر بتنـی کـه نشـان دهنـدۀ

روش کار معمار طراح ساختمان (آی.ام.پی) است تقسیم بندی شده است (ناشر، ۱۹۸۶).

پوشش شیشه یا در جداره های عمودی و افقی ساختمان بیانی گرافیکی از سازهٔ آن با پیروی کامل از چین و شکن های آن است. دیوارهای پرده ای در فاصله ۱۵ اینچ (۳۸ سانتیمتر) بریون سازهٔ فضا کار آویزان شده اند. مدول شفاف مربع شکل در نما به ضلع ۱۰ فوت (۳ متر) به قطعات ۵ فوتی (۱/۵ متر) تقسیم شده بودند.

توسعه موزه لوور Louver Museum

در مقایسه با دو پروژه قبلی، بخش الحاقی موزهٔ لوور (۱۹۸۹: پاریس، مهندس معمار: آی.ام،پی و همکاران) یکی از مشهورترین و بحث انگیزترین نمونه ها با استفاده از سازهٔ فضاکار است. در بخش الحاقی که سطحی برابر ۶۵۰ هزار فوت مربع (۶۰ هزار متر مربع) را در زیرزمین اشغال می کند، هرم اصلی بیشترین توجه را به خود معطوف داشته است. وضوح و روشنی هیجان انگیز و شبکهٔ زیبای آن در عین نامریی بودن به قدری جسورانه و بارز است، که ساختمان را به مثابهٔ یک نشان واقعی از جاه طلبی مدرنیسم برای

غیرماید کردن دیوارها و از بین بردن مرز بین درون و بیرون متجلی می سازد. ظرافت شگفت انگیز و بدیع این ساختمان حاکی از پیشرفت فن آوری، در حدی است که اجازه داده است رویاهای مدرنیسم در اوایل دهۀ ۱۹۲۰ در طول دهۀ ۱۹۸۰ در این معماری عینیت بخشیده شود (کیم بال Kimball، ۱۹۸۹) تصاویر ۱۱-۵ تا ۱۳-۵). هرم اصلی ۷۱ فوت (۲۱/۶ متر) ارتفاع دارد و هر ضلع آن برابر ۱۱۵ فوت (۳۵ متر) با شیبی برابر ۵۱ درجه لست. سازۀ فضاکار متشکل از عناصر فشاری به صورت لوله ای (اعضای فوقانی و اعضای جان) و کابل های کششی (اعضای تحتانی) می باشد. عمق (ضخامت) سازۀ فضاکار هرم شکل از ۵/۶ فوت (۱/۷ متر) در مرکز به صفر در لبه ها می رسد. نتیجۀ آن انحنا و خمیدگی در عناصر تحتانی است، در حالی که عناصر فوقانی مستقیم می باشند و سطوح شیشه ای هرم مسطح هستند. به علاوه کابل ها برای مهاربندی ضربدری بین گره ها برای افزایش مقاومت جانبی نیز به کار رفته اند.

این سازۀ فضاکار از ۶۰۰ عدد عضو لوله ای با قطری مابین ۰/۴ تا ۳/۲ اینچ (۱۰ تا ۸۰ میلیمتر) و بیش از ۲۱ هزار گره، تشکیل شده

استاتصالی آن شبیه اتصال طناب و دیرک بادبان قـایق هـای بادبـانی می باشد (ناشر، ۱۹۸۸). پوشش آبگینهٔ مخصوص آن با قـاب شیشـه ای فرم الماس را داشته و وزنی برابر ۹۵ تن (۸۶ تن متریک) دارد.

گنبد سان کاست فلوریدا Suncoasta Dome

بزرگتـرین گنبـد کـابلی بـا سیسـتم گـایگر (۱۹۸۹: سـن پترزبـورگ، فلوریدا، مهندس معمار: گروه طراحان مجموعه های ورزشـی HOK، مهندس یازه: گایگر گوسن هامیلتون لیائو).

این سالن چند منظوره را می توان جهت استادیوم بیس بال (۴۳ هـزار محل نشستان)، فضایی بدون ستون برای نمایشگاه [۱۵۰ هـزار فـوت مربع (۱۳۴۹۰ متر مربع)]، یک سالن بسکتبال یا تنیس (۱۰ هزار محـل نشستن) یا یک سالن موسیقی (۵۰ هزار محل نشستن) در نظر گرفـت. گنبد این سالن به قطر ۶۹۰ فوت (۲۱۰ متر) دارای چهار حلقه است کـه با زاویه ۶ درجه اجرا شده اند تا در ضمن تأمین روشنایی مورد نیـاز سالن بیس بال، حجم دستگاه هواساز را به حداقل برسانند (رابینسون Robinson ۱۹۸۹، روسن بام Rosenbaum ۱۹۸۹) (تصـاویر ۲۱-۵ تا ۲۲-۵).

گنبد جورجیا Georgia Dome

بزرگترین گنبد کابلی ساخته شده تا کنـون (۱۹۹۲: آتلانتـا، جورجیـاؤ مهندس معمار: هیری اینترنشـنال و تامپسـون و نجولـت اسـتین بـک، مهندسان سازه های گنبدی: ویدلینگر و همکاران).

این سازۀ عظیم به علت استفاده از هندسـه سـه وجهـی بـاک مینسـتر فولر متفاوت با طرح های گوناگون گایگر اسـت. سیسـتم آن بـه علـت عدم نیاز به حلقه هیا مدور برای زمـین فوتبـال مناسـب بـوده و وزن کمتری دارد و بارهای نامتقارن را بهتر تحمل می کند.

با وجود این مزایا، طرح سه وجهی این گنبد بسیار پیچیده اسـت و در گره ها به انتهای یک عنصر فشاری ۶ کابل کششی متصل مـی گـردد. لوی Levy ۱۹۹۱، لوی و دیگران ۱۹۹۴) (تصاویر ۲۳-۵ تا ۲۵-۵).

گنبد هایپار کش بستی (که به علت ترکیب سطوح سهموی هـذلولی بـا کش بستی به این نام خوانده می شود)، در پلان از دو حلقـه نیمـدایره که در مرکز به وسیلۀ مقاطع پروانه ای شکل جدا مـی شـوند، تشـکیل شده است. پره های دو حلقۀ نیمدایره ای بـا یـک خرپـای مسـطح کـه ۱۸۴ فوت (۵۶ متر) طول دارد به هم متصل شده اند. یک حلقۀ بیضوی

فشاری برای تحمل نیروهای فشاری و خمشی بدلیل ترکیب غیر مدور گنبد طراحی شده است. کوتاه ترین دهانهٔ این سقف بدون ستون ۴۰۰ هزار فوت مربعی (۳۷۱۷۵ متر مربع) برابر ۷۴۸ فوتی (۲۲۸ متر) می باشد.

غرفه امریکا، نمایشگاه اکسپو ۶۷

این ساختمان (۱۹۶۷: مونترال، مهندس معمار: فولر و سادائو، مهندس سازه: سیمپسون، گامپرتز و هگر) برای پذیرفتن تعداد قابل ملاحظه ای از بازدیدکنندگان در غرفه ایالات متحد امریکا طراحی شده است. گنبد سه – چهارم کره ای آن بزرگترین گنبد اجرا شده توسط فولر بود و یک نمایشگاه داخلی بدون ستون (معماران: شرکت گروه ۷ کمبریج) را در خود جای داد.

داخل نمایشگاه مجموعه ای از سکوها در ترازهای مختلف که از طریق آسانسورها، پله های برقی و پل ها به هم مرتبط می شوند، قرار دارد. این ساختمان به عنوان نمایشگاه، برای هنر، علوم و فن آوری امریکا مورد استفاده قرار می گیرد (ناشر، ۱۹۶۶) (تصویر ۱۴-۶).

سازهٔ دولایهٔ گنبد از سه بخش تشکیل شده بود: لایهٔ برونی که ترکیبی مثلثی شکل از اعضاست، لایه داخلی که از ترکیبات هشت ضلعی تشکیل می گردد و اعضای جان که لایه های بیرونی و درونی را به هم متصل می کنند. کنبدی که بدین ترتیب شکل می گیرد قطری برابر ۲۵۰ فوت (۷۶ متر) و ارتفاعی برابر ۲۰۰ فوت (۶۰/۸) دارد. حجم آن برابر ۶/۷ میلیون فوت مکعب (۱۹۰ هزار متر مکعب) و تقریباً برابر حجم ساختمان سیگرام در نیویورک است. اعضای آن از لوله های فولادی که به وسیله گره های ستاره ای شکل فولادی به هم متصل می شوند، تشکیل شده است. پوشش نهایی از آکریلیک شفاف به صورت قطعات هشت ضلعی است که به لایهٔ داخلی اتصال دارد و به سمت لایه بیرونی ادامه می یابد.

برای کنترل نور گریزناپذیر خورشید، هر گنبد هشت ضلعی با ۶ سایبان مثلثی شکل غلتکی پلاستیکی با روکش فلزی در اطراف آن کامل شده است. یک موتور که با فتوسل فعال می شود سایبان ها را هنگامی که نیاز به سایه است، به سمت مرکز می کشد. هر موتور ۱۸۰ سایبان مثلثی را که سه ضلعی مجاور را می پوشانند، کنترل می

کند. سایبان ها دینامیک هستند و به حرکت خورشید در آسمان واکنش نشان می دهند.

هر اندازه که استفاده از سیستم خورشیدی قاب سازه ای رضایت بخش است، حفاظت سازه فولادی آن در برابر آتش سوزی مورد سوال می باشد. آتش سوزی بزرگی در سال ۱۹۷۷ آن را به اسکلتی تبدیل کرد. بقایای ساختمان در سال ۱۹۹۴ تعمیر شد و به عنوان مرکز تحقیقات آب در کنار رودخانه سنت لورنس مورد استفاده قرار می گیرد. شیشه های شکسته از قاب ژئودزیک برداشته شده و تنها اثری از قاب اولیه باقی مانده است. فضای داخلی با ساختماین که دارای سازه ای متصل بود جایگزین شد (معماران: بلوئین فاشر آبرتین برودئور گائوتر Blouin Faucher Aubertin Broder) (Guther و به عنوان نمایشگاه، دفاتر، رستوران و دیگر عملکردها مورد استفاده واقع می شود (لگر Ledger، ۱۹۹۴).

انستیتوی سلک Salk

در این ساختمان (۱۹۶۵: لاجولا، کالیفرنیا، مهندس معمار: لویی کان، مهندس سازه: آ. کومندانت) کان، تیرهای مرتفع ویرندیل را در سازهٔ

کـف آزمایشـگاه هـا بـرای جـای دادن خـدمات لازم جهـت تحقیقـات آزمایشگاهی و امکان بازسازی که در طول عمر چنین ساختمان همـی افتد، به کار برد (تصویر ۲۵-۸). سیر تکاملی طراحی چنـین سـازه ای را کان این گونه توضیح می دهد:» آزمایشگاه ها به دو بخـش سـطوح کار و سطوح خدمات تقسیم شده است. هر سه سطح کـار بـه بـاغ یـا چشم اندازی از آن ارتباط دارند. فضای زیر هر آزمایشگاه، جایی کـه کارگران خدماتی می توانن وسایل مربوط به آزمایشها را کار گذاشته و تغییراتی در کانال ها و لوله ها بـه وجـود آورنـد. چنـین سیسـتمی نگرانی و نیاز تأمین فضـاهای خـدماتی لازم بـرای خـدمات مکـانیکی آزمایشها را برطرف می سازد. تشخیص ساختمان آزمایشـگاه هـا از فضای خدماتی لازم برای لوله ها تا حـدی واضـح و آشـکار گردیـده است که هدف اصلی از ساخت آن، رساندن خدمات به ایـن مشخصـه است و باعث به وجود آمدن سیستم سازه ای گردیده کـه از جـذابیت کمتری برخوردار است ولی دارای مشخصه های عملکـردی بیشـتری است «رانر و دیگران، ۱۹۷۷».

استادیوم فوتبال باری Bari

یکی از مزایای سازه ای طرع قابلیت آن برای پایدار نگه داشتن سقف و در عین حال ایجاد دید بدون مانع به وسیلهٔ ستون ها در یک سمت موی باشند. ساختمان استادیوم فوتبال باری (۱۹۸۹: باری، ایتالیا، مهندس معمار: رنزو پیالنو، مهندس سازه: اوو آروپ و همکاران) از طره ها به عنوان عوامل اصلی طراحی استفاده کرده است (تصاویر ۳۳-۸ تا ۳۶-۸). این استادیوم برای جام جهانی سال ۱۹۹۰ ساخته شد، عوامل اصلی در طراحی آن، هندسه تاکید شده متناسب با خطوط سایت و فواصل بصری بود.

تقسیم کردن جایگاه تماشاچیان به دو بخش با استفاده از طره های بالایی و پایینی امکان افزایش تعداد صندلی ها با رعایت فاصلهٔ دید مناسب را فراهم نمود. به علاوه، این طرح نیاز به پوشاندن درصد بالایی از جایگاه با یک سایبان را دارد. برای رسیدن به این هدف از طره های با مقاومت بالا برای رسیدن به ردیف های بالایی و سایبان بدون ستون های تکیه گاهی در جایگاه که ممکن است خطوط دید را کور کند، استفاده شده است (بروکز و گرچ، ۱۹۹۲).

بخش بالایی جایگاه و سایبان بالایی آن از جفت ستون های بتنی حجیم که در پشت ردیف شندلی های پایین تر قرار گرفته اند، طره شده اند. ابعاد هر ستون ۳/۳×۶ فوت (۱/۸×۱ متر) است. ردیف بالای صندلی ها به وسیله دو سری از تیرهای مسلح منحنی شکل نگاه داشته می شوند. این تیرهای منحنی، تیرهای بتنی با مقطع T شکل را نگاه می دارند (ترکیبی از بتن پیش ساخته و بتن اجرا شده در محل) که طره آنسوی هر انتها از تکیه گاه قرار دارد. هر تیر به مقطع T شکل از سه بخش پیش ساخته که در تکیه گاه تیرهای منحنی به هم متصل شده اند، پیش ساخته شده است. این اتصال با فولاد تقویتی از هر دو تیر تکیه گاهی شکل گرفته است و مقاطع T شکل تا اتصال ادامه می یابد که نتیجه آن یک اتصال صلب است. سایبان از جنس فولاد سبک و پیش ساخته است. تیرهای فولادی تکیه گاهی جعبه هایی با مقطع مخروطی شکل هستند که با اتصال گیردار پیچ و مهره به سمت بالا طره شده اند. تیرهای منحنی مخروطی شکل متناسب با افزایش فاصله تکیه گاه ها و کاهش گشتاور خمشی طراحی شده اند. این سازه فولادی به وسیله پوسته پارچه ای کشیدهع شده ای

پوشانده شده است [فیبر شیشه ای بافته شده از پارچه که با اشعه ماوراء بنفش (UV) مورد استفاده قرار گرفته است، پوشش مقاوم].

ساختمان آبشار

یکی از مشهورترین ساختمان هیاذ طره ای ساختار آبشار است (۱۹۳۶: کانلس ویل، پنسیلوانیا، مهندس معمار: فرانک لوید رایت) (تصاویر ۳۷-۸ و ۳۸-۸). محل ساختمان صخره ای رویایی بر فراز یک کوه با جریالن آبی در زیر آن و در مکانی پر از درخت است. رایت این گونه توضیح می دهد: «صخره وسیع به علاوه جریان آب فضای زندگی در بالای رود با چندین تراس برای کسی که مکان خالص و بی ریا دوست دارد و کسی که به صدای آب عشق می ورزد، فراهم کرده است.» (سنداکر و اگن Sandaker and Eggen، ۱۹۹۲) (تصاویر ۳۷-۸ و ۳۸-۸).

ساختمان های با تراس های طره ای پیش آمده که به نظر می رسد در هوا شناور هستند تداعی کننده عبارت داستان «جعبه در حال انهدام» می باشند.

«فرانک لوید رایت»

تراس بتنی مسلح شده اصلی طـول طـره ای برابـر ۱۶ فـوت (۵ متـر) دارد. تیرهای کف و جان پناه توپر بتنـی هـر دو بـه افـزایش مقاومـت خمشی ساختمان کمک می کنند. آنچه که بیش از موفقیت هیـا فنـی در این ساختمان اهمیت دارد، شیوه ای است که رایت در استفاده از طـره به کار گرفته است، اهمیت دادن بـه خطـوط افقـی قـوی در یـک زمـین مشخص، برای ایجاد فرم هـای رویـاریویی بصـری کـه بـرای ایجـاد احساس شناور بودن بر بالای آبشار که در زیر آن قرار دارد به کـار می روند.

ساختمان بانک مرکزی هنگ کنگ

ساختمان بانک مرکزی هنگ کنگ (۱۹۸۶: هنگ کنـگ، مهنـدس معمـار: فوستر و همکاران، مهندس سازه: اووآروپ و همکـاران) در ۴۳ طبقـه (به علاوه ۴ طبقه زیرزمین) با ارتفاع ۵۸۷ فوت (۱۷۹ متر) اجـرا شـده اسـت. نـوع اسـتفاده از فضـا در طبقـات مختلـف فـرق مـی کنـد. ایـن ساختمان دارای یک سرسـرای بـزرگ در طبقـهٔ همکـف و یـک سـالن مربوط به بانک در طبقهٔ سوم، دفـاتر کـار محلـی، دفـاتر کـار محلـی، دفاتر کـار اجرایـی، دفـاتر مرکـزی بـا سـوئیت هـا و سـاختمان هـای

مسکونی رؤسا که در طبقه آخر قرار گرفته اند، می باشد. ترکیب اصلی در سرسرای بزرگ شامل یک آتریوم مرکزی دوازده طبقه می باشد که نور روز از طریق پنجره های انتهایی و یک منعکس کننده دارای انحنا در بالا بهره می گیرد. طرح، نیاز به حداکثر فضای باز و روشن در مرکز سطح طبقات و فضاهای خدماتی و ارتباطات عمودی در هر یک از دو طرف ساختمان دارد (اورتون، ۱۹۸۸) (تصاویر ۳۹-۸ تا ۴۲-۸). برای رسیدن به این هدف، یک سازهٔ عمودی متشکل از هشت ستون عظیم به کار برده می شود. هر ستون متشکل از ۴ ستون لوله ای گرد و مدور، که به شکل مربع قرار گرفته اند و به وسیلهٔ مقاطع قوطی شکل در تراز هر طبقه به یکدیگر متصل شده اند، می باشد و مانند قاب ویرندیل سه بعدی رفتار می نمایند. از این ستون ها، خرپاها با ۵ طبقه ارتفاع طره شده اند که بخوبی ساختمان را به ۵ بخش سازه ای تقسیم می کنند. کف طبقات در هر ۵ بخش از خرپاهای طره ای بالایی به صورت معلق قرار گرفته اند. این ساختار سازه ای به طور روشن در نمای خارجی دیده می شود. چنین ترکیبی در کل ساختمان چهار بار تکرار شده است. طبق گفتهٔ فوستد،

«مسیر نیروی وزن، طبقات معلق، بازوهای کششی شیب دار و برج های تحمل کنندهٔ نیروی عمودی به طور کامل در نما دیده می شود و همراه با آویزهای نگهدارندهٔ سقف معلق عملکردهای خود را بخوبی مشخص می کند (تورنتون، ۱۹۹۳).

تیرهای ممتد

تیر ممتد، تیر منفردی است که برروی چند تکیه گاه قرار گرفته است. این نوع تیر در مقایسه با تیرهای تکیه گاهی ساده که بین دو تکیه گاه قرار گرفته اند رفتاری متفاوت دارد (تصویر ۴۳-۸). از آنجایی که تیر ممتد از روی یک تکیه گاه عبور می کند، باعث ایجاد کشش در بالا، فشار در پایین و یک خیز تغییر شکل با خیز منفی می گردد (مقعر به سمت پایین). در وسط دهانه، عکس این عمل اتفاق می افتد، کشش در بالا، فشار در پایین و تغییر شکل با خیز مثبت. بیشترین میزان گشتاور خمشی در بالای تکیه گاه و در وسط دهانه اتفاق می افتد، گرچه، گشتاور در هر نقطه ذکر شده کمتر از حداکثر گشتاور در یک تیر تکیه گاهی ساده می باشد (در وسط دهانه). به همین دلیل تیرهای ممتد می توانند سطح مقطع کوچکتری نسبت به تیرهای تکیه گاهی

داشته باشند و از این تیرها معمولاً بـه منظـور کـاهش هزینـه سـاخت استفاده می شود.