

سقف‌های چادری مدرن و چشم‌نواز

اگر گذرتان به پارک آب و آتش تهران افتاده باشد سازه‌های زیبایی را دیده‌اید که حاصل زحمت مهندسان ایرانی و مدیران شهری است

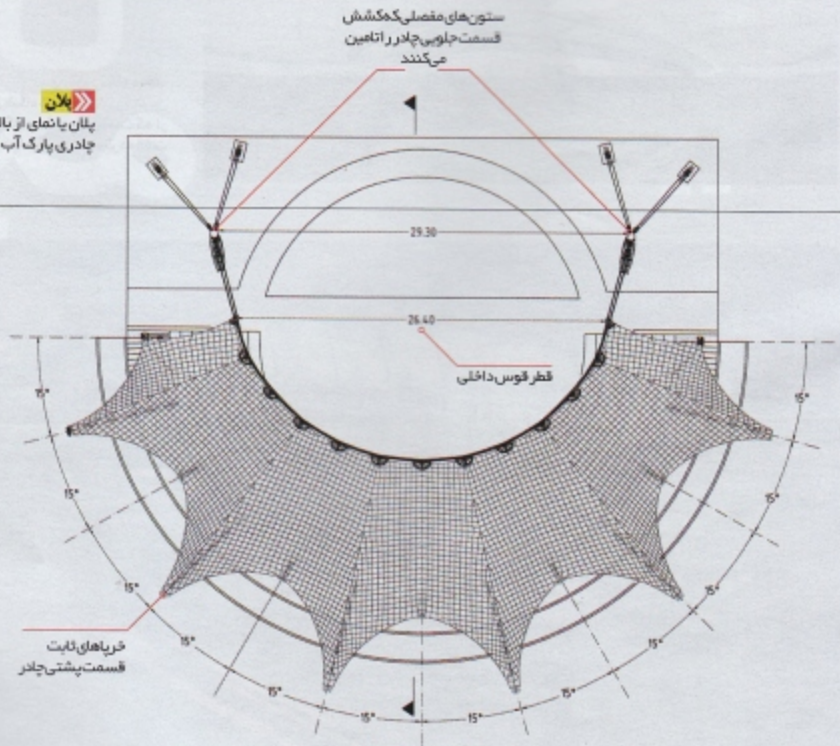
کابل پارچه

بچه‌های دیروز شاید طعم چیپس‌های روغنی‌ای را که در قدس چادری فروخته می‌شد به یاد داشته باشند، گوشه شمال شرقی چهارراه پارک وی میزبان یکی از بزرگ‌ترین چادرهای برپا شده در ایران بود. شاید خیلی‌ها یادشان نیفتد؛ فروشگاه قدس سر این چهارراه را، که در اصل یک سازه چادری نبود و فقط یک چادر بزرگ بود، چرا که سازه‌های چادری تعریف خودشان را دارند. از زمان سیاه چادرها تا قدس چادری این پارچه نبود که وظیفه باربری را در سیستم سازه‌ای بر عهده می‌گرفت؛ چادر فقط به‌عنوان یک حفاظ روی میله‌ها و ستون‌ها گذاشته می‌شد و برای اینکه سر و شکل خوبی داشته باشد و با هر بادی از جا در نرود با طناب کشیده می‌شد. کشیده شدن نقش چندانی در برپایی چادرها نداشت، درست بر خلاف سازه‌های مدرن امروزی که کشش در آنها حرف اول و آخر را می‌زند.

سازه زیبایی ورزشگاه المپیک مونیخ (که حالا آلیانس آرنا جای آن را گرفته است) در حقیقت شبکهای از کابل‌های تحت کشش است که پارچه روی آن کشیده شده؛ یعنی اینجا هم پارچه وظیفه باربری را بر عهده ندارد، و وزنش را روی کابل‌هایی اندازد. اما در حقیقت هیچ تفاوتی با یک سازه چادری به شکل امروزی‌اش ندارد چون پارچه را هم می‌توان یک شبکه در هم گره خورده از کابل‌های نازک (نخ‌ها)

علی‌رنجبران | روزی روزگاری اجداد همه ما شب‌هایشان را در چادرهای بافته از موی حیوانات یا چرم آنها به صبح می‌رساندند؛ چادرهایی که زحمت دست‌زنان ایل یا قبیله بود. چادر پس از قرن‌ها هنوز همان است که بود. یک مکان موقتی برای اسکان که به سهولت برپا می‌شود و البته به راحتی هم جمع می‌شود. آن قدر راحت که ممکن است باد آن را با خودش ببرد. اما کوچ‌نشینی کم‌کم فراموش شد تا چادر به‌عنوان محل زندگی کم‌کم رویه زوال رفته و گمرنگ شود. این اواخر چادر دوباره به زندگی ما برگشته است البته با یک تغییر مهم: «قرای اوتو» معمار آلمانی استفاده دوباره از آن را رواج داد. استفاده از چادرهای جدید با نام سازه‌های غشایی به‌عنوان یک سازه دائمی از نیمه دوم قرن گذشته میلادی رونق دوباره‌ای گرفته‌اند. در ایران هم چندیاری استفاده از این چادر به‌عنوان یک سازه تجربه شده بود؛ البته نه به صورت جدی. بالاخره شهرداری تهران در قالب شرکت نوسازی اراضی عباس‌آباد با استفاده از توانایی مهندسان ایرانی این رسم قدیمی و کهن را زنده کرد. با نصب سازه چادری پارک آب و آتش، چادر در هیئتی مدرن به‌میان ما برگشته است.

پلان یا نمای از بالای سازه
چادری پارک آب و آتش



پدر سازه‌های چادری

«آنجا هیچ سربناهی نبود، بنابراین سعی کردم با استفاده از مهارت‌های مهندسی‌ام، از پارچه سرپناهی برای افراد داخل کمپ درست کنم». معمار و مهندس شهیر آلمانی «فرای پائول انو» از همان کمپ اسرای جنگ جهانی دوم در خاک فرانسه دست به کار طراحی و اجرای سازه‌های پارچه‌ای شد. او در دانشگاه برلین معماری می‌خواند که جنگ جهانی دوم همه چیز را زیرورو کرد. فرای مجبور شد در سال‌های آخر جنگ به عنوان خلبان هواپیماهای جنگی از نزدیک کروز جنگ را تجربه کند. هواپیمای او سرنگون شد و او به یکی از کمپ‌های فرانسوی فرستاده شد. او بعد از جنگ به آمریکا رفت و در آنجا تحصیلاتش را تمام کرد. بعد از برگشتن به آلمان او شروع به کار روی سازه‌های چادری کرد و طولی نکشید که او تبدیل به یک فرد پیشرو در استفاده از سازه‌های چادری در جهان شد. او مبدع روشی جدید در مهندسی سازه برای محاسبات سازه‌های چادری است. فرای در سال ۱۹۶۷ غرفه آلمان غربی را در اکسپو «مونترال» کانادا طراحی کرد اما طراحی سقف مجموعه ورزشی المپیک مونیخ باعث شد که آوازه نام او در جهان بیچد. سقفی که باعث همه گیر شدن سازه‌های چادری در جهان شد.

پایزین آسبی در بیاید. این زین آسبی اساس طراحی این سازه‌هاست. در حقیقت هر چه شعاع قوس بیشتر باشد، پارچه بار بیشتری را تحمل می‌کند. روش‌های دیگری مثل «های پوینت» یا تک نقطه به ارتفاع و کماتی باز هم در طراحی وجود دارند. به گفته مهندس آموزنده سازه پارک آب و آتش به صورت آگار دوتونی طراحی شده که شکلی از حالت زین آسبی است. نیروی کششی پارچه ۷۰۹ متری این سازه در جلو به وسیله دو ستون مفصلی ۱۶ متری و در قسمت پشت به وسیله ۱۳ خرابای ثابت تأمین می‌شود. ستون‌های مفصلی باعث می‌شوند که سازه در مقابل نیروی باد قابلیت جابه‌جایی داشته باشد و فشار کمتری را تحمل کند. این سازه روی یک گرادیان بتونی را می‌پوشاند که برای آمفی تئاتر طراحی شده است و تقریباً روی یک مساحت ۶۰۰ متری سایه می‌اندازد. این گرادیان در حقیقت سکوی بتونی آمفی تئاتر است. «ما طراحی کرده‌ایم. طوری که وقتی پرده‌خوان در مرکز قوس گرادیان می‌ایستد و هفت پرده نمایش «براهیم در آتش» را روایت می‌کند صلابت بی‌هیچ بلندگویی به تامل حضار می‌رسد». مهندس آموزنده در ادامه توضیح می‌دهد که سازه پارچه‌ای در واقع سقف این آمفی تئاتر است. شرکت نوسازی و شهرداری تهران با اعتماد به طراحان جوان ایرانی شرکت دنیا توانستند، طراحی این سازه را در ایران انجام دهند این در حالی است که طراحی این سازه‌ها در سخت‌ترین مرحله طراحی سازه در دنیا قرار می‌گیرد.

در طراحی سازه‌های چادری چند روش اصلی وجود دارند. یکی از مشهورترین این روش‌ها این است که از دو زوج نقطه مقابل هم برای بستن و کشیدن پارچه استفاده می‌شود که نسبت به هم اختلاف ارتفاع دارند.

دانست که با فاصله خیلی کمی کنار هم قرار گرفته‌اند. به همین دلیل است هر دوی این مواد تحت تاثیر وزنشان تغییر شکل می‌دهند یعنی کابل و پارچه هیچ‌وقت به صورت یک خط صاف در نیامده و همیشه شکم می‌دهد سازه این ورزشگاه فقط به این دلیل کابلی طراحی شده است که پارچه‌های موجود در آن زمان نمی‌توانستند وظیفه باربری را تحمل کنند و تحت تاثیر محیط خیلی زود از بین می‌رفتند. شکل مصالحی مثل پارچه یا کابل باعث می‌شود که این مواد فقط نیروی خالص کششی تحمل کنند. کششی که با پارچه وارد می‌شود، نیروی‌های دیگر از جمله وزن خود پارچه و باد را خنثی کرده تا سازه ثابت شود. به همین دلیل پارچه باید توانایی تحمل نیروهای شدید کششی را داشته باشد تا سازه به اصلاح پیش تنیده شود. پارچه‌های جدید بر خلاف قبلی‌ها از این توانایی برخوردارند. مهندس آموزنده قائم مقام مدیر عامل شرکت نوسازی عباس آباد، می‌گوید: «پارچه استفاده شده در سازه آمفی تئاتر پارک آب و آتش از نوع پلی استر با پوشش PVC است. روی آن هم یک لایه مقاوم در برابر اشعه خورشید قرار دارد به اسم PVDF». این پارچه‌ها علاوه بر توانایی زیاد در برابر کشش نسوز بوده و عمر زیادی دارند. مهندس آموزنده ادامه می‌دهد: «این پارچه ساخت شرکت مهلر آلمان است و ۱۵ سال گارانتی دارد. طراحی و برش آن هم در شرکت دنیا انجام شده که طراح سازه و مجری آن بوده است.»

آمفی تئاتر چادری

در طراحی سازه‌های چادری چند روش اصلی وجود دارند. یکی از مشهورترین این روش‌ها این است که از دو زوج نقطه مقابل هم برای بستن و کشیدن پارچه استفاده می‌شود که نسبت به هم اختلاف ارتفاع دارند. همین اختلاف ارتفاع باعث می‌شود که پارچه تحت کشش به شکل یک دیوفوسی



«ورزشگاه مسقف»
ورزشگاه کامرزبانگ بزرگترین
ورزشگاه مسقف جهان است که از
سازه چادری استفاده کرده است



چادرهای مشهور

همه ما عادت کرده ایم اسم بعضی مارک های مشهور یک وسیله را روی همه مدل های دیگر آن وسیله بگذاریم. شاید دلیلش این باشد که آن مارک معرف یک وسیله خاص در جهان شده است. این قاعده در مورد سازه های چادری به شکل دیگری وجود دارد. چند نمونه مشهور در جهان وجود دارند که با شنیدن اسم سازه چادری ممکن است شنونده بی اختیار یاد آنها بیفتد. با هم نگاهی به آنها می اندازیم.

مجموعه المپیک مونیخ

آلمان غربی یادو گل «هولر» و «رایتر» هلند را برد برای «نهمین بازی قهرمان جهان شد» فینال جام جهانی ۱۹۷۴ در ورزشگاه المپیک مونیخ برگزار شد تا نام این ورزشگاه توسط برای آلمانی ها یادآور این خاطره شیرین باشد. «مپیا استادیون» به آلمانی یعنی استادیوم المپیک. این استادیوم در شهر مونیخ یکی از مشهورترین و زیباترین ورزشگاه های دنیا است. این ورزشگاه در اصل برای برگزاری المپیک تابستانی ۱۹۷۲ ساخته و تکمیل شده بود که در زمان خودش یکی از مدرن ترین ورزشگاه های جهان بود. سقف قسمت تماشاگران و بخشی از فضای بیرونی المپیک مونیخ به وسیله سازه های چادری پوشیده شده است. سازه ای که باعث شهرت این روش و معماری «فرای اتو» در جهان شد. المپیک مونیخ قبل از ساخته شدن ورزشگاه «آلیانس آرنا»، ورزشگاه خانگی تیم بایرن مونیخ و مونیخ ۱۸۶۰ بود اما بعد از ساخته شدن آلیانس آرنا تیم منشاوی تیم مشهور باولر یا استادیوم قدیمی را ترک کرد و به ورزشگاه جدیدش رفت. سازه های پارچه ای این ورزشگاه یکی از مشهورترین موارد کاربرد این روش در جهان هستند.

نمادی از کوه های راکی

پوشش فایبر گلاسی که سقف ترمینال «جینسن» فرودگاه شهر «دنور» را پوشانده به رنگ سفید و به نازکی یک کارت اعتباری است. دنور یکی از شهرهایی است که در شرق رشته کوه ۴۸۰۰ کیلومتری راکی قرار گرفته است. مردم

این شهر در زمستان ها به دیدن منظره برفی این کوه ها عادت کرده اند و راکی بخشی از هویت شهرشان به حساب می آید. هویتی که در ساخت بخشی از فرودگاه این شهر بازتابی شده است و تبدیل به یکی از ویژگی های بصری این فرودگاه شده است. تیم معماری، در طراحی سقف این فرودگاه از قفل پوشیده از برف راکی الهام گرفته اند. یک سیستم زنجیرهای از کابل های فلزی شبیه بل بروکلین نگهدارنده سقف این فرودگاه است. پارچه فایبر گلاسی با پوشش تفلون تکمیل کننده این سازه زیباست. «کورتیس فنترس» این سازه چادری را برای سقف فرودگاه طراحی کرده و مجری طرح در سال ۱۹۹۵ آن را به وسیله ۳۴ دکل و بیشتر از ۱۶ کیلومتر کابل استیل برپا کرده است.

استادیوم کامرزبانگ

فقط ۲۰ دقیقه طول می کشد تا استادیوم بانک «کامرز» در شهر «فرانکفورت» مسقف شود. این زمانی است که صرف باز شدن بزرگترین سقف پارچه ای و متحرک جهان می شود. در سال ۲۰۰۰ آلمان به عنوان میزبان مسابقات جام جهانی ۲۰۰۶ شناخته شد و مسوولان فوتبال این کشور به فکر بازسازی استادیوم های فوتبال افتادند. به این ترتیب شهر فرانکفورت در همان سال با ورزشگاه قدیمی «وال استادیون» خداحافظی کرد. «کامرزبانگ» نامی که از اسپانسر مالی بازسازی استادیوم گرفته شده بود. حالا به عنوان بزرگترین ورزشگاه مسقف جهان شناخته می شود. مساحت این سقف متحرک در حالت باز به ۳۷ هزار و ۵۰۰ متر مربع می رسد. این سقف سه هزار تنی به وسیله ۴۴ ستون اصلی به سمت یک مکعب مرکزی که به وسیله کابل استوار شده باز و بسته می شود. مکعب ویدئویی ۳۱ متر مکعب حجم و ۳۰ تن وزن داشته و در چهار جهت صحنه های بازی روی آن بنمایش درمی آید. پارچه پلی استر سقف ورزشگاه را تفلون پوشیده شده است.

ترمینال جده

ترمینال فرودگاه «جده» در یک ماه از سال ناگهان تبدیل به شلوغ ترین ترمینال مسافری جهان می شود. در هوای گرم و دم کرده شهر ساحلی جده روزانه ۸۰ هزار نفر برای مراسم حج وارد این ترمینال می شوند که سطحی به اندازه ۲۴ هکتار دارد. به همین دلیل در سال ۱۹۹۷ دولت عربستان دست به کار تجهیز و نوسازی این فرودگاه شد. گرمای هوا مانع بزرگی برای هرگونه سقف فلزی برای این ترمینال بود. به همین دلیل شرکت های «اسکیدمور» و «میریل» دست به کار طراحی و اجرای بزرگترین سطح چادری جهان شدند و یک سازه پارچه ای را جایگزین سقف فلزی کردند. پارچه ای که برای پوشش سقف این فرودگاه استفاده شده به وسیله لایه ای از تفلون پوشیده شده که تقریباً ۷۰ درصد اشعه خورشید را بازتاب می دهد. پارچه این سازه قابل شست و شو است و به خاطر جنس تفلون آن گرد و غبار محیط بیابانی عربستان رویش نمی چسبند. بزرگترین محوطه مسقف پارچه ای جهان در حقیقت محوطه بازی است که به وسیله چادر پوشیده شده. جریان هوا به خوبی در آن برقرار می شود و از حرارت بالای صحرائی عربستان کم می کند.



سقف قسمت

تماشاگران و بخشی

از فضای بیرونی

المپیک مونیخ به وسیله

سازه های چادری

پوشیده شده است

سازه ای که باعث

شهرت این روش و

معماری «فرای اتو» در

جهان شد

