۷۹
خرداد و تیر ۱۳۹۲/ قیمت ۱۰۰۰۰ تومان
ناشر اندیشه و هنر معماری، ساخت و صنعت و شهرسازی

معمار

• معماری معاصر تونس • بحران هویت و مطالعهٔ موردی از شانگهای چین • معماران جوان ترکیه • معماری معاصر پاکستان • معماری روسیه • کارهایی از دفتر یورگن مایر، فرناندو منیس، سانجای پوری • و...

معرفی سازه‌های پارچه‌ای

TEXTILE STRUCTURES

شبنم شهابی

Shabnam Shahabi

در معماری، منبع الهام بام‌های غشایی امروزی، سایبان‌های کرباسی و خیمه‌های سنتی است. سازه‌های چادری از زمان کوچ‌نشینی مغول‌ها که از یورت[1] هایشان به عنوان سرپناهی قابل حمل استفاده می‌کردند، وجود داشته‌اند. بادیه‌نشینان عرب نیز از گذشته‌های دور از چادر استفاده می‌کردندکه قدمت آن نامعلوم است.

از تصاویر نقاشی شده و آثار باقیماندهٔ معماری درمی‌یابیم که برخی از آمفی‌تئاترهای روم (به عنوان مثال: کولوسیوم) با ولاریا که از جنس پارچهٔ نخی بوده، تزئین می‌شده. این سایبان‌ها با سیستم پیچیده‌ای از قرقره‌ها برافراشته می‌شدند و تماشاچیان را از باد، باران و گرمای خورشید محافظت می‌کردند.

در اواخر قرن ۲۰، طراحی‌های معمار آلمانی، فرای اوتو[2] نشان داد که با اندکی خلاقیت و شناخت عمیق پارچه و مهندسی سازه، سازه‌های زیبایی می‌توان ساخت. از آن زمان به بعد، دانش سازه‌های پارچه‌ای و کششی به گونه‌ای دیگر مطرح شد.

توانایی پارچه در خلق سطوح دوقوسی و قابلیت ذاتی عبور نور آن، همواره برای طراحان و معماران جذاب بوده است. با پیشرفت نرم‌افزارهای کامپیوتری در زمینهٔ طراحی و محاسبهٔ این سازه‌ها، دنیای سازه‌های پارچه‌ای شکل تازه‌ای به خود گرفت.

شکل و فرم سازه‌های کششی

قطعات مسطح بزرگ پارچه در مقابل نیرو بسیار ضعیف عمل می‌کنند. تصور کنید چهار نفر، هر کدام نخی که به یک توپ تنیس متصل است را می‌کشند (شکل ۱). حال اگر نفر پنجمی نیرویی عمودی از بالا به توپ وارد کند، به آسانی می‌تواند آن را منحرف کند. حال پارچه‌ای را تصور کنید که این‌گونه آویخته شده باشد!!! حال اگر دو رشته نخ روبه‌روی هم را به سمت بالا و دو رشتهٔ دیگر را پایین بکشند، توپ در فضا قفل می‌شود. اگر همین کار را با پارچه انجام دهید یک سطح آنتی کلاستیک[3] دو قوسی خلق کرده‌اید. این اسم بسیار تخصصی به نظر می‌رسد، ولی در حقیقت یکی از سه فرم اصلی سازه‌های پارچه‌ای است که عبارت‌اند از: فرم‌های زین اسبی[4]، خیمه‌ای[5] (مخروطی) و طاق[6] (آرک).

سیستم‌های دو قوسی می‌توانند نیروی برف (به سمت پایین) و نیروی باد (به سمت بالا) را تحمل کنند.

نیروها در سازه

در بالاترین تصویر سمت چپ صفحهٔ بعد تمامی نیروهای کششی، توسط قاب استیل تحمل می‌شود. وقتی نمی‌خواهیم نیروی خارجی به ساختمان وارد شود، این راهکار مناسبی است.

سازه‌های کششی کلاسیک قاب ندارند و نیروهای کششی مستقیماً به ساختمان، یا توسط ستون و اتصالات به فونداسیون منتقل می‌شود، پس در حالی که سازه بسیار سبک به نظر می‌رسد، ممکن است به زیرسازی (فونداسیون) بزرگی احتیاج باشد، که بی‌شباهت به پل معلق نیست.

محاسبهٔ نیروهای سازه‌های کششی از نظر ریاضی بسیار پیچیده است که خوشبختانه با کامپیوتر انجام می‌شود.

لبه‌های پارچه

پارچه باید به نحوی به یک سازهٔ نگه دارنده متصل شود. برای این منظور دو راهکار اصلی وجود دارد. لبهٔ ثابت و ممتد یا لبهٔ پاکتی با نقاط اتصال در گوشه‌ها.

در روش اول پارچه درون یک پروفیل آلومینیومی قرار می‌گیرد و به آسانی به سازه پیچ می‌شود.

در روش دوم، لبهٔ پارچه دولا می‌شود و یک پاکت ایجاد می‌کند که از درون آن کابل عبور داده می‌شود. کابل در گوشه‌ها به یک صفحهٔ متصل به سازهٔ اصلی وصل می‌شود. با این روش می‌توان برای لبه‌ها ناودان طراحی کرد تا آب باران را جمع و هدایت کند.

پیش‌تنیدگی

پارچه‌هایی که در سازه‌های کششی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ویژگی‌های کشسانی متفاوت دارند، ولی هیچ یک در طول زمان دچار خزش نمی‌شوند. پارچه‌ها در دستگاه کشش دو محوری آزمایش می‌شوند. تنش وارده به نمونه معادل تنشی است که در سازهٔ واقعی به آن وارد خواهد شد. نتایج حاصل از این آزمایش مشخص می‌کند که پارچه چگونه باید ساخته شود. پارچه‌ها معمولاً مقداری کوچک‌تر از اندازهٔ واقعی مورد نیاز ساخته می‌شوند (این مقدار با دقت محاسبه می‌شود)، زیرا هنگامی که پارچه تحت تنش قرار می‌گیرد اضافه طول پیدا می‌کند و در نهایت به اندازهٔ مورد نظر ما می‌رسد، که به آن compensate یا جبران می‌گویند.

پیش تنیدگی پارچه، پس از ذوب شدن برف، از آب انباشتگی[7] روی پوسته جلوگیری می‌کند.

انتخاب پارچه

عوامل اصلی انتخاب عبارت‌اند از: مقاومت، قابلیت عبور نور، رنگ و از همه مهم‌تر طول عمر پارچه. از سازه‌هایی که در فضاهای باز بنا می‌شوند انتظار می‌رود در هرگونه شرایط جوی بین ۵ تا ۳۵ سال در هرگونه شرایط جوی کارایی خود را حفظ کنند.

قیمت پارچه نیز در انتخاب آن مؤثر است. البته باید توجه داشت که سهم پارچهٔ خریداری شده از کل هزینهٔ پروژه، ۱۰ درصد است.

خوشبختانه در سال‌های اخیر قابلیت بازیافت پارچه برای کارفرمایان اهمیت یافته و به این نکته نیز در انتخاب پارچه توجه می‌شود.

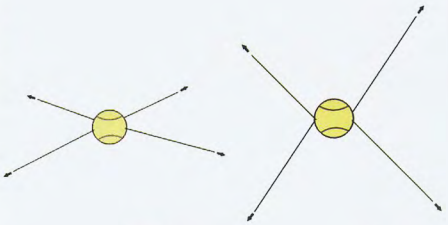
مدل سازی

یکی از انتقاداتی که به این سازه‌ها می‌شود آن است که تجسم آن برای کارفرما مشکل است. یک راه ساده، ساختن ماکت است (با استفاده از یونولیت، چوب و جوراب زنانه).

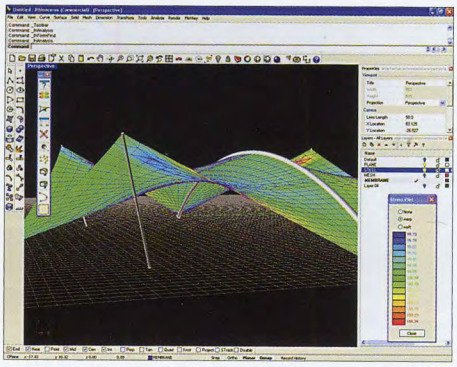
اکنون نرم‌افزارهایی مانند CAD و Rhino Membrane کار ترسیم و طراحی را ساده‌تر کرده‌اند. نرم‌افزارهای تخصصی‌تری وجود دارند که می‌توان با آنها فرم دقیق پارچه و تجزیهٔ نیروها را به دست آورد.

آنچه باید بدانیم

عایق‌بندی: اغلب سازه‌های پارچه‌ای برای پوشش فضاهایی به کار می‌روند که به گرمایش نیازی ندارند - غشاها، با توجه به وزن بسیار کم آنها در برابر شرایط هوای خارج، بیش از آنکه مانند یک سد و مانع عمل کنند، نقش یک فیلتر را بازی



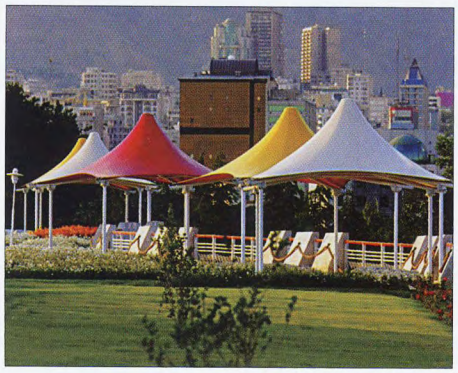
شکل ۲ شکل ۱



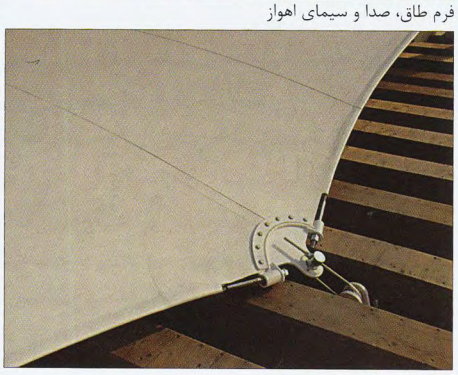
مدل‌سازی

فرم طاق، صدا و سیمای اهواز

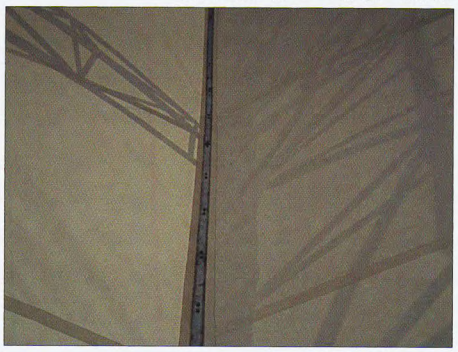
فرم زین اسبی، پیست اسکی آلوارز، اردبیل



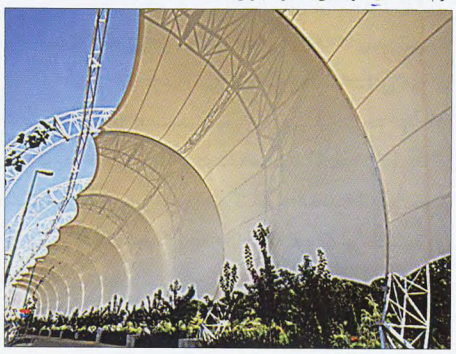
فرم خیمه‌ای، بوستان بنادر، تهران



ساختمان سامان، تهران



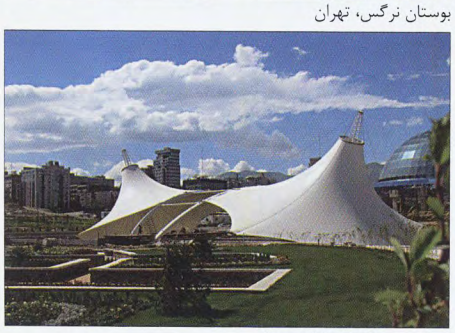
بوستان نرگس، تهران



بوستان نرگس، تهران

بوستان بنادر، تهران

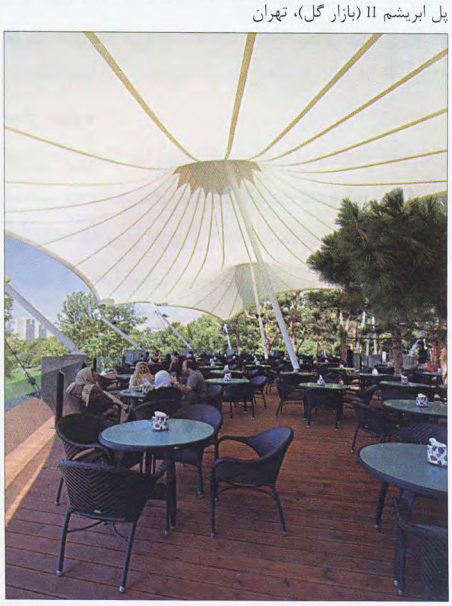
آمفی‌تئاتر آب و آتش، تهران



پل ابریشم II (بازار گل)، تهران

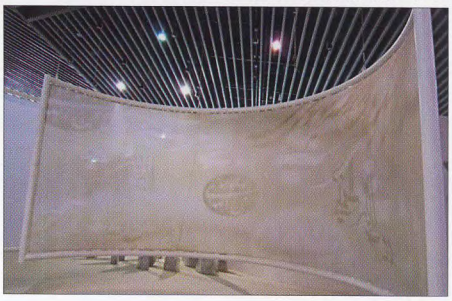
رستوران برج میلاد، تهران

رواق تالار قم

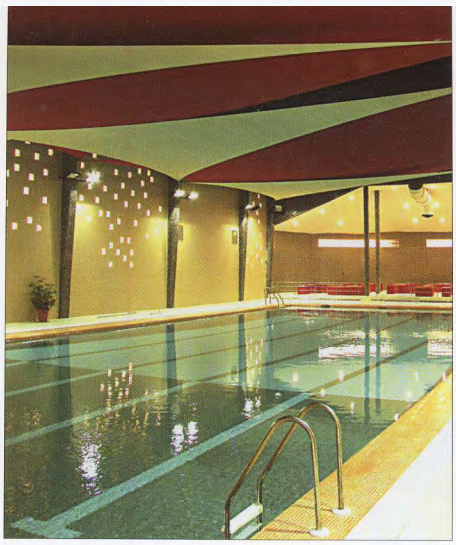


مجوعه رستورانی باشگاه انقلاب، تهران

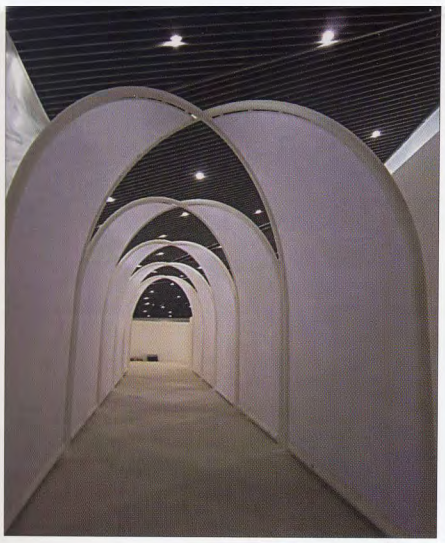
مجموعه ورزشی چیتگر، تهران



موزهٔ دفاع مقدس، تهران



باشگاه ورزشی الغدیر، تهران



موزهٔ دفاع مقدس، تهران

می‌کنند- ولی می‌توان از سازه‌های چندلایه استفاده کرد که از یک پوستهٔ داخلی و خارجی، و یک لایهٔ عایق میانی تشکیل شده‌اند. یکی از معایب این راهکار، از دست رفتن قابلیت عبور نور پوسته است، ولی امروزه دستاوردهای جدیدی با قابلیت عبور نور، نظیر نانو ژل وجود دارند که البته استفاده از آنها به بودجه بستگی دارد. طراحی سازه به صورت دو لایه، خطر چگالش (جمع شدن قطرات آب روی پوسته) را – اگر نتوان از راه‌های دیگر از آن جلوگیری کرد- کاهش می‌دهد.

امنیت در برابر آتش: تمامی پارچه‌های معماری- به رغم رفتار متفاوتشان در برابر آتش- در برابر آتش آزمایش و رتبه‌بندی می‌شوند. پلی‌استرها با پوشش PVC آتش‌گریز هستند (ذوب و از منبع حرارت دور می‌شوند) که از مزایای آنهاست، چراکه به خروج شعله و دود از محیط کمک می‌کند. الیاف شیشه با پوشش‌های متفاوت، دود کمی تولید می‌کنند و مدتی طولانی در برابر آتش ایستادگی می‌کنند تا جایی که در دماهای بالا نقاط اتصال از بین بروند. پارچه‌هایی که قطرات مذاب تولید می‌کنند در معماری این سازه‌ها جایگاهی ندارند. سیستم‌های اروپایی میزان شعله‌وری، گازهای حاصل از سوختن و قطرات مذاب را اندازه‌گیری و رتبه‌بندی می‌کنند.

عملکرد صوتی: برای آنکه عایق‌بندی صوتی مناسبی داشته باشیم، به جرم زیادی نیاز است که متأسفانه پارچه این ویژگی را ندارد. ولی پارچه‌ها به میزان قابل توجهی طنین صدا را در فضاهایی با سطوح سخت کاهش می‌دهند و محیطی آرام‌تر ایجاد می‌کنند. برای دستیابی به محیطی با ویژگی عایق صوتی مناسب، یکی از راهکارها ترکیب مش پارچه‌ای با پانل صوتی در پشت آن است. در حال حاضر پارچهٔ ویژه‌ای توسط Mermet طراحی و مهندسی شده که صداهایی با فرکانس متوسط تا بالا را کاهش می‌دهد در حالی که هنوز قابلیت عبور نور را داراست.

عملکرد زیست محیطی: بسیاری (البته نه همه) از پارچه‌های معماری که امروزه استفاده می‌شوند قابلیت بازیافت دارند.

نمای سازه

نورپردازی: در سازه‌های کششی، با استفاده از لامپ‌های کم مصرف LED زیبایی منحصر به فردی خلق می‌شود. باعث تأسف است اگر در پروژه‌ای نورپردازی در نظر گرفته نشود! نورپردازی از زیر، قابلیت عبور نور از پارچه و نورهای به سمت بالا، فرم زیبای پارچه را نشان می‌دهد و روشنایی غیر مستقیم و ملایمی ایجاد می‌کند.

تمیز کردن و نگهداری: پوسته‌ها به طور ایده‌آل، بسته به شرایط محیطی و آب و هوایی، باید هر سال تمیز شوند تا ظاهر زیبا و قابلیت عبور نور خود را حفظ کنند. PVDF ولاک TiO_2 جدید که روی پلی‌استرهای پوشیده شده با PVC به کار می‌روند، همانند PTFE آلودگی را جذب نمی‌کنند، ولی تمیز کردن غشاهایی که به موقع تعمیر نشوند مشکل خواهد بود. هر سازه دستورالعملی برای نگهداری و تمیز کردن، چه به وسیلهٔ کارفرما و چه سازنده دارد.

کاربرد سازه‌های پارچه‌ای

این سازه‌ها کاربرد بسیار متنوعی دارند، از جمله: استادیوم، صحنهٔ نمایش، مراکز خرید سرپوشیده، ایستگاه‌های وسایل نقلیهٔ عمومی، پیاده‌رو، فضاهای ورزشی، زمین بازی، ورودی ساختمان‌ها، حیاط مرکزی و... .

پیشرفت دانش و گسترش سازه‌های پارچه‌ای طی ۵۰ سال اخیر چشمگیر بوده و سرعت فناوری و انطباق‌پذیری آنها به سرعت در حال افزایش است، چراکه مواد مهندسی جدیدی هر روز به بازار عرضه می‌شوند که به ذهن خلاق معماران و طراحان اجازهٔ هرگونه ایده‌پردازی را می‌دهد.

فضاهای داخلی

استفاده از پارچه در فضاهای داخلی تنوع بیشتری دارد، زیرا می‌توان از محدودهٔ وسیع‌تری از مواد و همچنین سازه‌های سبک‌تر استفاده کرد، مانند: سایبان، سقف، دیوار، دکور و... .

دنیایی سبزتر

دانش سازه‌های کششی به سرعت در حال گسترش است و این سازه‌ها به راهکارهایی سبز در معماری تبدیل شده‌اند.

نما: ساختمان‌های قدیمی و یا ساختمان‌هایی با نمای نه چندان جذاب را می‌توان با پانل‌های پارچه‌ای مدولار پوشاند که مانند یک پوستهٔ جدید عمل می‌کند. این راهکار ساده علاوه بر کمک به حفظ محیط‌زیست (ساخت و نصب آن کربن کمتری تولید می‌کند)، ۲۰ تا ۳۰ سال به عمر ساختمان می‌افزاید، در حالی که هزینهٔ برق مصرفی را می‌کاهد! استفاده از مش پارچه‌ای در نمای ساختمان، امکان دید بیرون را فراهم می‌کند و در عین حال، انرژی گرمایی خورشید را جذب نمی‌کند و به میزان قابل توجهی نیاز به وسایل سرمایش در مکان‌هایی با شرایط آب و هوایی گرم را کاهش می‌دهد.

پانل‌های پارچه‌ای می‌توانند با سلول‌های خورشیدی[8] ترکیب شوند، بدین معنی که نمای ساختمان، خود می‌تواند مولد انرژی باشد.

تهویهٔ طبیعی: همان گونه که در شهر مصدر در امارت متحدهٔ عربی دیده شد، بادگیرها می‌توانند زندگی در شرایط آب و هوایی گرم را قابل تحمل کنند، مش‌های پارچه‌ای می‌توانند پوشانندهٔ مناسبی برای ساختمان‌ها باشند و امکان تهویه را فراهم کنند.

پانوشت‌ها:

۱- یورت یا یورد اسم چادرهایی است که عشایر مغول و ترک در آسیای میانه به عنوان خانه استفاده می‌کنند.

2- Frei Otto

3- Anticlastic

سازه‌های بادی سطح دو قوسی سین‌کلاستیک (Synclastic) دارند.

4- Hypar

5- High-Point (Conic)

6- Barrel

7- ponding

8- Photovoltaic thermal hybrid solar collectors