

بررسی سازه های چادری و نحوه اجرای آنها

۱. احمدرسولی دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معماری دانشگاه ارومیه^۱
۲. دکتر سجاد اکبری بالدرلو عضو هیئت علمی دانشکده معماری، شهرسازی و هنر دانشگاه ارومیه^۲
۳. دکتر مرتضی خسرونیا عضو هیئت علمی دانشکده معماری، شهرسازی و هنر دانشگاه ارومیه^۳

چکیده:

سازه های چادری، پدیده ای با تاریخچه گنجانده شده در عمق زمان، از ابتدا تا امروز به عنوان نمادی از سهولت، انعطاف پذیری، و کاربردی بودن در شتافتهای مختلف شناخته شده اند. این سازه ها، از دوران های باستان تا کنون، جزء راه حل های موقت برای مسکن و فعالیت های مختلف در فرهنگ ها و تمدن های مختلف بوده اند. با گذر زمان، مصالح مورد استفاده در این سازه ها نیز از پارچه های سنتی به مواد مدرن مقاوم در برابر عوامل طبیعی متنوع تغییر یافته و تکنولوژی ساخت آنها بهبود یافته است. این سازه ها زیر مجموعه ای از سازه های فضایی هستند که با استفاده از مصالح اقتصادی و ساختارهای ساده، به یک گزینه ی اقتصادی در بسیاری از زمینه ها تبدیل شده اند. این سازه ها به دلیل طراحی ساده و نیاز به زمان کمتری برای اجرا، به سرعت اجرا می شوند. امروزه، سازه های چادری به عنوان گزینه هوشمندانه در صنایع مختلف به کار می روند؛ از محفل ها و جشنواره ها تا شرایط اضطراری یا ساخت و سازهای موقت. این سازه ها به لحاظ هزینه، سرعت اجرا، مقاومت در برابر زلزله و قابلیت تطبیق با شرایط مختلف آب و هوا از اهمیت ویژه ای برخوردارند. این تلاقی بین سنت و مدرنیته، سازه های چادری را به یک عنصر هوشمند، اقتصادی، و هنری تبدیل کرده است.

کلمات کلیدی: سازه های چادری، سازه های غشایی، سبکی

^۱ نویسنده، مسئول ahmadrasouli1998@gmail.com

^۲ استاد راهنما: s.balderlu@urmia.ac.ir

^۳ استاد راهنما: m.khosronia@urmia.ac.ir

۱- مقدمه:

سازه‌های چادری، یک پدیده سازه‌ای با تاریخچه بسیار کهن است که از ابتدا تا امروز به عنوان نمادی از سهولت، انعطاف‌پذیری، و کاربردی بودن در مواقع مختلف شناخته شده‌اند. از دوران‌های باستان، این سازه‌ها در فرهنگ‌ها و تمدن‌های مختلف به عنوان راه‌حلی موقت برای مسکن و فعالیت‌های گوناگون به کار گرفته شده‌اند. ظاهر سازه‌های چادری به دوره‌های باستانی بازمی‌گردد، زمانی که مردمان از پارچه‌ها و مواد ساده برای ایجاد سازه‌های موقت در مواقع سفر، نقل‌وانتقال یا مراسمات استفاده می‌کردند. این سازه‌ها در فرهنگ‌های مختلف از چادرهای نخلی در صحرای عربستان تا گنبد‌های چادری در فرهنگ‌های آسیای مرکزی وجود داشته‌اند. در طول زمان، با پیشرفت تکنولوژی، مصالح استفاده شده در ساخت سازه‌های چادری نیز تغییر کرده‌اند. از پارچه‌های سنتی گرفته تا مواد مدرن مقاوم در برابر باد، باران و زلزله، تکنولوژی ساخت این سازه‌ها نسبت به گذشته بهبود یافته است. امروزه، سازه‌های چادری به عنوان یک گزینه هوشمندانه در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. از استفاده در رویدادها و جشنواره‌ها گرفته تا مواقع اضطراری یا ساخت و سازهای موقت، این سازه‌ها یک پویانمایی از انعطاف‌پذیری در طراحی فضاها را ارائه می‌دهند. با توجه به طراحی‌های مدرن و مصالح نوین، سازه‌های چادری امروزه نه تنها به عنوان یک سازه موقت بلکه به عنوان یک آثار هنری و معماری شناخته می‌شوند. این تلاقی بین سنت و مدرنیته، این سازه‌ها را به یک عنصر جذاب و هوشمند تبدیل کرده است.

۲- بیان مسئله:

سازه‌های چادری به عنوان یک گزینه سازه‌ای موقت یا دائمی در بسیاری از زمینه‌ها به کار می‌روند. این سازه‌ها به دلیل ویژگی‌های خاصی که دارند، از جمله اقتصادی بودن، آسانی در کار و سرعت اجرا، توانایی مقاومت در برابر زلزله، و قابلیت تطبیق با شرایط مختلف آب و هوا، در بسیاری از صنایع و فعالیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ایجاد یک سازه دائمی ممکن است با هزینه و زمان بیشتری همراه باشد. اما سازه‌های چادری به دلیل هزینه کمتر در مقایسه با سازه‌های دائمی، به ویژه در مواقعی که نیاز به ساخت سریع و موقت وجود دارد، اقتصادی هستند نصب و برپایی سازه‌های چادری به سرعت امکان‌پذیر است. این امر در مواردی که نیاز به اجرای سریع و فوری دارید، از اهمیت بسیاری برخوردار است. به دلیل ساختار انعطاف‌پذیر و سبک چادرها، این سازه‌ها می‌توانند در برابر زلزله مقاومت نشان دهند. این خاصیت از اهمیت زیادی در مناطق زلزله‌زده است. چادرها از پارچه‌های مقاوم به باد و آب ساخته می‌شوند که امکان استفاده در شرایط مختلف آب و هوایی را به آنها می‌دهد. این خصوصیت مناسبی برای استفاده در مناطق مختلف جغرافیایی و اقلیمی است. به طور کلی، از این سازه‌ها در رویدادها، نمایشگاه‌ها، کنفرانس‌ها، کمپینگ، گردشگری، و حتی برخی صنایع مانند ساخت و ساز، کشاورزی و ... به عنوان یک گزینه منعطف و مقرون به صرفه استفاده می‌شود.

۳- روش تحقیق:

هدف از انجام این تحقیق بررسی و نحوه اجرای سازه‌های چادری و نحوه استفاده از اجزای آن می‌باشد روش تحقیق و پژوهش حاضر کیفی و توصیفی است به این صورت تکیه بر مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی چهارچوب نظری پژوهش آماده می‌شود تا به جایگاه بررسی ها و نحوه اجرا آنها به عنوان عاملی مهم تایید شود. چگونگی بررسی سازه‌های چادری و نحوه اجرای آنها در محیط را روشن ساخته تا در نهایت به شناخت سازه‌های چادری و استفاده آنها تبیین نمایم لازم به ذکر است تجزیه و تحلیل وضعیت نمونه‌ها با استفاده از روش میدانی و تطبیق با سازه‌های چادری و نحوه اجرای آن بررسی شده است.

۴- مبانی نظری:

۴-۱ معرفی سیستم سازه های چادری

سازه های چادری ریشه در سنت کهن چادر سازی دارند . چادر یک پوسته ی کششی یکپارچه نازک است که به وسیله ی یک ستون یا قوس فشاری نگه داشته می شود . چادر نوعی مقاوت از سازه کابلی با انحنای مضاعف است که در آن فاصله بین کابل کاهش یافته و به صفر رسیده و سطح آن یک پوسته ی پیوسته است . در چادر پوسته تمامی بار یا بخشی از آن را عمل می نماید چادر های کوچک که کاملاً از پارچه ساخته شده اند، معمولاً به وسیله ی دکل ها (ستون ها) یا قوس ها نگه داشته می شود.^۴ (نسیمی، دیانت ۱۳۹۷)

۴-۲ سازه کششی:

این نوع از سازه به این دلیل کششی خوانده میشود که از جهت های مختلف توسط سیمها و کابلها یا دیگر روشها کشیده میشوند و اشکال بسیار متنوعی را به خود میگیرند. این سازهها به دلیل روش برپایی که از آن برخوردار است را میتوان در اندازههای بسیار بزرگ هم به کار برد^۵ (عنانهاد، هاشمی، بابائی، ثمری مقدم)

۴-۳ تقسیم بندی انواع سازه های چادری از لحاظ فرم

۱- سین کلاسیک : پارچه های سقفی که همه ی نقاط آنها به سمت بیرون منحنی شده اند ،مانند گنبد.

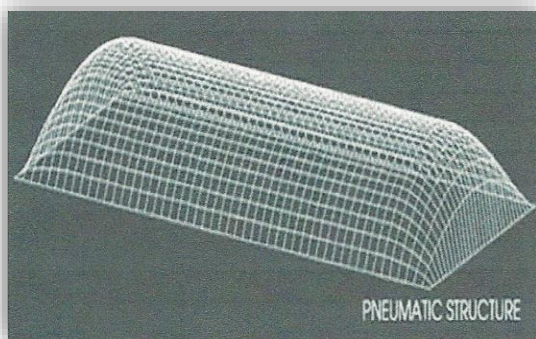
الف) سازه های بادی (ب) گنبد های کالبدی

۲- آنتی کلاسیک به پارچه های که در سطوح های مختلف جهت دارای دو انحنا می باشند که عبارتند از :

الف (مخروطی (ب) مخروطی معکوس ، (ج) زین اسبی ، (د) طره ای ، (ه) دره ای

۴-۳-۱ تعریف سازه های بادی :

از اختلاف فشار هوا به منظور ایجاد پیش تنیدگی در آنها استفاده می شوند. عبارتند از : سازه های هوا نشین سازه های پر شده از هوا



(شکل ۱) فرم سازه های بادی



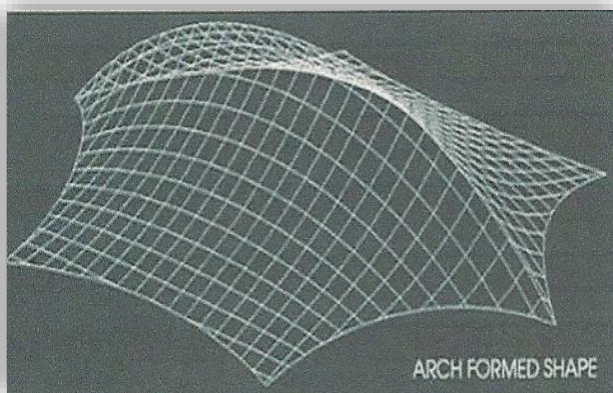
(شکل ۲) نمونه اجرا شده سازه های بادی

^۴ نسیمی، دیانت ۱۳۹۴

^۵ عنانهاد، هاشمی، بابائی، ثمری مقدم

۴-۳-۲ تعریف سازه‌ی گنبد‌های کابلی :

گنبد‌های کابلی در سازه‌های چادری، ساختارهایی هستند که از ترکیبی از قوس‌ها یا کابل‌های پیش‌تنیده به شکل گنبدی تشکیل می‌شوند. این گنبدها از نظر مهندسی کالبدی به شکل سه‌بعدی هستند و اغلب از مواد سبکی مانند فولاد یا آلومینیوم برای ایجاد ساختار استفاده می‌کنند. از خصوصیات اصلی آنها می‌توان به استفاده از اصول هندسی بهینه و توزیع مناسب نیروها اشاره کرد تا بهترین استحکام و پایداری را برای سازه فراهم کنند.



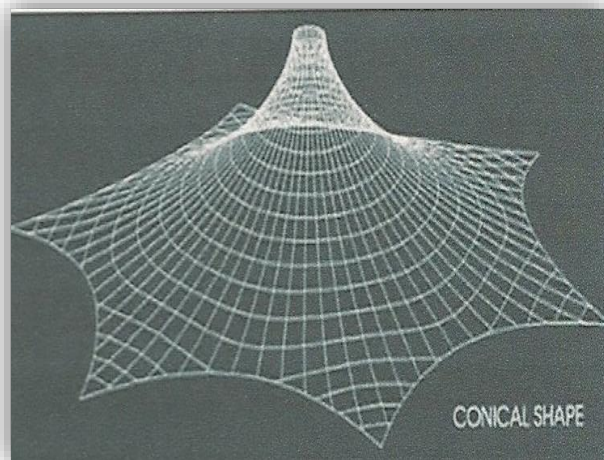
(شکل ۳) فرم سازه‌های گنبد‌های کابلی



(شکل ۴) نمونه اجرا شده سازه‌های گنبد‌های کابلی

۴-۳-۳ تعریف سازه‌های مخروطی:

سازه مخروطی در سازه‌های چادری به یک ساختار با شکل مخروطی اطلاق می‌شود که شامل یک ستون مرکزی است که از پایه به بالا می‌رود و پارچه‌ها از اطراف آن به شکل مخروطی گسترده می‌شوند. این طرح به خوبی از نظر توزیع فشار باد بر سطح چادر عمل می‌کند و فضای داخلی را به خوبی پوشش می‌دهد.



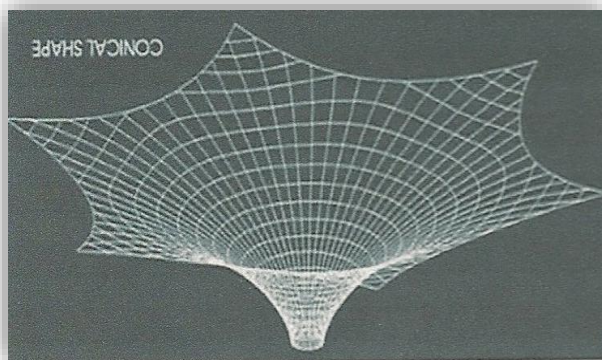
(شکل ۵) فرم سازه‌های مخروطی



(شکل ۶) نمونه اجرا شده سازه‌های مخروطی

۴-۳-۴ تعریف سازه های مخروطی معکوس:

سازه های مخروطی معکوس در سازه های چادری به یک طراحی با سقفی به شکل مخروطی وارونه اشاره دارد. این نوع سازه ها دارای یک نقطه مرکزی به پایین و یک سقف گسترده به شکل مخروطی به بالا هستند. این طرح غیرمعمول ممکن است از لحاظ استتیک یا ظاهری جذابیت داشته باشد و برای خلق فضاهای منحصر به فرد در سازه های چادری مورد استفاده قرار گیرد.



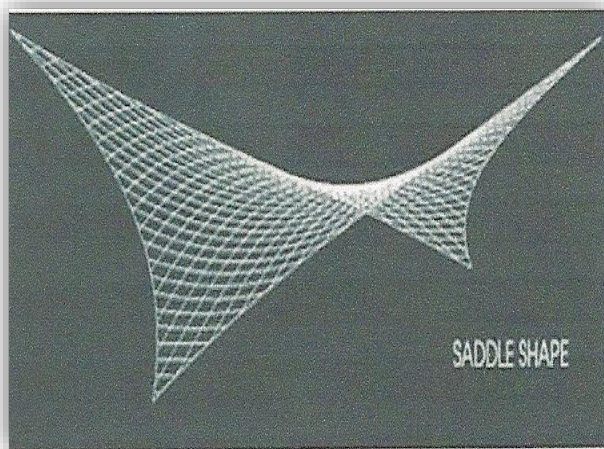
(شکل ۷) فرم سازه های مخروطی معکوس



(شکل ۸) فرم سازه های مخروطی معکوس

۴-۳-۵ تعریف سازه های زین اسبی:

پارچه به کار گرفته شده برای تولید سازه های چادری مدل زین اسبی، برزنتی و بسیار مقاوم هستند که دو طرف آن ها از مواد پی وی سی و پلی استر نیز استفاده شده و جالب است بدانید که امکان استفاده از پارچه های نانو نیز در ساختار این مدل از سازه ها وجود دارد این سازه ها به علت این که فلزی هستند در برابر فشار یا هر ضربه ای از خود مقاومت بالا نشان تحت هیچ شرایطی دچار پوسیدگی نمی شوند. می دهند طراحی سازه های مدل زین اسبی کاملاً حرفه ای و تخصصی است این سازه ها با در نظر گرفتن استانداردهای لازمه به تولید می رسند تا در صورت اجرا هیچ مشکل یا آسیبی برای آن ها به وجود نیاید.



(شکل ۹) فرم سازه های زین اسبی



(شکل ۱۰) نمونه اجرا شده سازه های زین اسبی

۴-۳-۶ تعریف سازه های طره ای :

یک سازه پارچه ای با کمک کابل های کششی در یک یا دو طرف است این سایبان طره ای با کمک ستون های اصلی به زمین متصل می شود، آرک طره ای یک ساختار بسیار متنوع است و با عرض های متنوعی در دسترس است که معمولا برای پیاده روها و ورودی ها استفاده می شود .



(شکل ۱۱) نمونه اجرا شده سازه های طره ای



(شکل ۱۲) نمونه اجرا شده سازه های طره ای

۴-۳-۷ تعریف سازه های دره ای:

یک ساختار آرایشی که از سطوحی تشکیل شده ومیان یک دسته از کابل های بالا وپایین قرار گرفته است.



(شکل ۱۳) نمونه اجرا شده سازه های دره ای

۴-۴ تقسیم بندی انواع سازه های چادری از لحاظ عملکرد:

سازه های چادری به لحاظ عملکرد پوسته به پنج دسته اصلی تقسیم میشوند.

الف) ساختمان های پارچه ای

ب) پوسته بیرونی ساختمان

ج) پوسته داخلی ساختمان

د) سقف

ه) نما

۴-۴-۱) ساختمان های پارچه ای:

ساختمان با پوسته کششی کاملاً محصور مانع نر می را در برابر شرایط محیطی پیرامونش ایجاد میکند ساختمان های پارچه ای به صورت کاملاً محصور میتوانند در مواردی همچون گلخانه ها و فضای نمایشگاهی و موقت، مورد استفاده قرار گیرند ساختمان هایی که دارای پوسته باز و بسته شونده هستند، کاربردهایی از قبیل پوشش استخر و فضاهای نمایشگاهی دارند. سازه پارچه ای باز در عین حال که میتوانند به عنوان نشانه عمل کنند، پوشش هایی برای محافظت از آفتاب و باران نیز هستند که در مناطق گرمسیری کاربرد فراوان دارند. در تقسیم بندی پیشنهادی، در ستونها از چپ به راست نشان دهنده سازه غشایی با پوشش بسته، سازگار با محیط پیرامون و باز میباشد. در حالی که ردیفها نشان دهنده اهداف ساختن این سازهها از جمله سازه چادری، پوسته خارجی دوم، پوسته داخلی، سقف غشایی و نمای خارجی میباشد^۶ (رستگرازاده، ایزدیان، شاهوردی، میرنیا)

۴-۴-۲) پوسته بیرونی ساختمان:

این پوسته برای کنترل شرایط آب و هوایی و نوسانات دما مورد استفاده قرار میگیرد. جدا کردن سقف پوسته ای کششی از ساختمان اصلی میتواند گزینه ای برای دستیابی به یک سازه سبکتر باشد این اصل ۱۵ سال پیش مورد استفاده قرار گرفته است و هنوز از آن در مناطق گرمسیری و مناطقی که زمستان های سرد و تابستان های معتدل دارند، استفاده میشود. در سازه های بزرگ این عملکرد از اهمیت بیشتری برخوردار است. (مورف، ۱۳۸۹)^۷

۴-۴-۳) پوسته داخلی ساختمان:

افزودن پوسته داخلی به ساختمان میتواند راه حل مناسبی برای حل مشکلات آکوستیکی فضا باشد و در عین حال به عنوان یک عایق، عملکرد حرارتی ساختمان را بهبود بخشد این حفاظ ها با قرار گرفتن در داخل ساختمان میتوانند میزان درجه حرارت را کاهش دهند و از تاثیر نور مستقیم روز جلوگیری کنند.^۸ (پنجستونی، علیرضا، نجمی، ۱۳۹۷)

۴-۴-۴) سقف:

این مجموعه به صورت ترکیب شیشه و پارچه اندود شده مورد استفاده قرار میگیرد و در عین امکان پذیر ساختن استفاده از نور روز به صورت مستقیم، از درخشندگی زیاد و افزایش درجه حرارت جلوگیری میکند. کاربرد عمده این سقف در حفاظت از آثار تاریخی، پوشش استادیوم ها و مراکز خرید است سقف های پوسته ای باز به طور عمده تعریف کننده فضا هستند و برای کارکردهای مختلف مانند مسیرهای پیاده روی، تراسها، فضاهای نمایشگاه مورد استفاده قرار میگیرند^۹. (پنجستونی، نجمی، اسماعیلی، ۱۳۹۷)

^۶ رستگرازاده، ایزدیان، شاهوردی، میرنیا

^۷ مورف، ۱۳۸۹

^۸ پنجستونی، علیرضا، نجمی، ۱۳۹۷

^۹ ۱۳۹۷ پنجستونی، نجمی، اسماعیلی

۴-۴-۵:نما:

استفاده از پوششهای پارچه ای در نمای ساختمان میتواند بر زیبایی آن بیفزاید در نماهای دو لایه در پشت پوسته خارجی، وضعیت نیمه داخلی به دست می آید از این رو میتوان از آن به عنوان محافظ آب و هوایی تعبیر کرد. قابلیت باز و بسته شدن این پوششها امکان تنظیم شرایط محیطی را فراهم میکند.^{۱۰}(نسیمی،دیانت ۱۳۹۴)



(شکل ۱۲) نمونه اجرا شده در نما

۴-۴-۵: اجزای سازه های چادری:

اجزای سازه ای در سازه های چادری شامل غشا و تکیه گاه میباشد.

۴-۵-۱: غشا:

غشا در سازه های چادری یکی از عناصر اصلی است که برای ایجاد پوسته چادری و پوشش سازه مورد استفاده قرار می گیرد. این غشا معمولاً از مواد پلیمری مثل پلی اتیلن، پلی استر، یا ممبران های خاص ترکیب شده است. ویژگی های غشا در سازه های چادری عبارتند از:

- الف) انعطاف پذیری: غشا در سازه های چادری باید انعطاف پذیری کافی داشته باشد تا بتواند فرم های مختلفی را به خوبی پیش ببرد.
- ب) شفافیت: بستگی به نوع سازه، برخی از غشاها ممکن است شفافیت بالایی داشته باشند که اجازه نفوذ نور طبیعی را به داخل ساختمان می دهد.
- ج) مقاومت به عوامل محیطی: غشا باید مقاومت خوبی در برابر عوامل محیطی نظیر باد، باران، تغییرات دما و آبگرفتگی داشته باشد.
- د) عایق حرارتی: برخی از غشاها می توانند ویژگی های خوبی به عنوان عایق حرارتی داشته باشند که موجب کاهش مصرف انرژی در ساختمان می شود.
- ه) اتصال به سازه: غشا باید به شکل محکم و موثر به سازه تثبیت شده و از نقاط مهمی مانند تکیه گاه ها به دلیل تنش هایی که ممکن است به آن وارد شود، حمایت کند.

۴-۵-۲ تکیه گاه:

تکیه گاه‌ها در سازه‌های غشایی نقش انتقال بار غشا به زمین را برعهده دارند. این عناصر شامل دیرک‌های خارجی، کابل‌های معلق، و دیرک‌های داخلی هستند. رفتار تکیه گاه‌ها خطی است، اما نادرستی در شناخت هندسه و استقرار آن‌ها ممکن است به تغییرات در فرم نهایی سازه منجر شود. طراح معمار باید انواع تکیه گاه، اتصالات، هندسه‌های استقرار ایستا و هم‌گن را به درستی شناسایی کرده و تصمیمات صحیح را اتخاذ نماید.

۴-۶ مصالح در ساختار سازه های چادری:

مصالح مورد استفاده در ساختار سازه‌های چادری معمولاً به منظور ایجاد پوسته، تکیه گاه‌ها، و سایر اجزاء مورد نیاز هستند. در این سازه‌ها، برخی از مصالح رایج به شرح زیر هستند.

۱- فریم ساختار:

از متریال‌های مانند فلزات (فولاد یا آلومینیوم) برای ایجاد فریم ساختار استفاده می‌شود. این مصالح به عنوان اسکلت اصلی سازه عمل می‌کنند.

۲- غشا (ممبران):

ممبران‌های خاص از جنس پلی‌اتیلن، پلی‌استر، یا مصالح مشابه برای ایجاد پوسته چادری استفاده می‌شوند. این ممبران‌ها باید انعطاف‌پذیر، شفاف یا نیمه شفاف، و مقاوم به شرایط محیطی باشند.

۳- تکیه گاه‌ها:

تکیه گاه‌ها از مصالح مانند فولاد یا بتن استفاده می‌کنند. این مصالح باید به اندازه کافی مقاوم و پایدار باشند تا بارها و فشارهای مختلف را تحمل کنند.

۴- سیستم اتصالات:

از مصالحی مثل بلت‌ها، پیچ‌ها و قطعات اتصالاتی از جنس مقاوم استفاده می‌شود تا اجزاء سازه با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

۵- مصالح عایق حرارتی:

برخی از سازه‌های چادری نیاز به مصالح عایق حرارتی دارند. این مصالح معمولاً از جنس پلی‌اتیلن فوم، فوم گازی، یا سایر موادی عایق حرارتی هستند.

۶- مینه و تثبیت سازه:

مصالحی مثل بتن یا میخ‌ها برای تثبیت تکیه گاه‌ها در زمین استفاده می‌شوند. در کل، انتخاب مصالح وابسته به نوع سازه، محیط زیستی، نیازهای ساختاری، و اهداف کاربری سازه متغیر است.

۴-۷ مزایای سازه های چادری:

سازه‌های چادری دارای مزایای متعددی هستند:

۱- سرعت ساخت: نصب و احداث سازه‌های چادری به سرعت امکان‌پذیر است، که می‌تواند برای پروژه‌هایی با زمان محدود، مانند رویدادها و نمایشگاه‌ها، بسیار مفید باشد.

۲- هزینه کمتر: مقایسه با سازه‌های سنتی، سازه‌های چادری هزینه ساخت کمتری دارند و برخی از مواد ساخت آن‌ها مانند چادرها پی وی سی خاص، مقاوم و با قدرت کشش بالا هستند.

۳- انعطاف پذیری طراحی: این سازه‌ها امکانات طراحی زیادی را فراهم می‌کنند و به معماران امکان می‌دهند تا به سرعت به نیازهای خاص مشتریان پاسخ دهند.

۴- نورپذیری: چادرهای مورد استفاده در این سازه‌ها از نور خورشید به خوبی بهره‌مندند که ایجاد یک محیط روشن و دلنشین ممکن می‌سازد.

۵- وزن سبک: مقایسه با بسیاری از سازه‌های سنتی، سازه‌های چادری وزن سبک‌تری دارند که امکان حمل و نقل آسان‌تر آن‌ها را فراهم می‌کند.

۶- قابل حمل و قابل بازیافت: این سازه‌ها به راحتی قابل حمل و به محل‌های مختلف قابل انتقال هستند و برخی از مواد مورد استفاده در آن‌ها قابل بازیافت هستند.

۴-۸ معایب سازه های چادری:

سازه‌های چادری همچنین ممکن است دارای برخی معایب باشند.

۱- عدم عایق‌بندی حرارتی: برخی از انواع چادرها، به خصوص در شرایط آب و هوایی خاص، عایق حرارتی کافی ندارند و ممکن است دمای داخل سازه تحت تأثیر قرار گیرد.

۲- زمان محدود استفاده: در مقایسه با سازه‌های دائمی، سازه‌های چادری معمولاً برای مدت زمان محدودی طراحی شده‌اند و ممکن است در مقابل عوامل محیطی کمتر مقاوم باشند.

۳- مقاومت نسبی در برابر باد: برخی از سازه‌های چادری ممکن است در برابر باد نسبتاً حساس باشند و نیاز به سیستم‌های تقویتی دارند.

۴- نیاز به نگهداری دقیق: برخی از چادرها نیاز به نگهداری و مراقبت دقیق دارند تا از دوام و عمر مفید آن‌ها اطمینان حاصل شود. محدودیت در ارتفاع: برخی از سازه‌های چادری ممکن است ارتفاع محدودی داشته باشند که این ممکن است برخی پروژه‌ها را محدود کند.

۵- صدا و صوت: چادرها معمولاً عایق صدا نسبتاً کمی دارند، بنابراین صداها محیطی به راحتی در داخل آن تفکیک نمی‌شوند. پایداری در شرایط اقلیمی خاص: در برخی از مناطق با شرایط اقلیمی خاص مانند برف‌زدایی یا باران شدید، ممکن است نیاز به تدابیر خاصی باشد.

۴-۹ مراحل اجرای سازه های چادری:

شناسایی نوع کاربری مدنظر کارفرما

بازدید از محل اجرای پروژه

ایجاد سطحی صاف و به دور از مواد زائد که باعث جلوگیری از شروع کار میشوند

اجرای صفحه ستونها و اتصالات پیچ و مهرهای تیرک سازه

نصب بدنه در واقع اسکلت سازه (نصب اتصالات کابل و تکیهگاه)

نصب پارچه و اتصالات پایانی برای برپایی سازه چادری

۴-۱۰ نکات اجرایی :

لبه سازی چادری

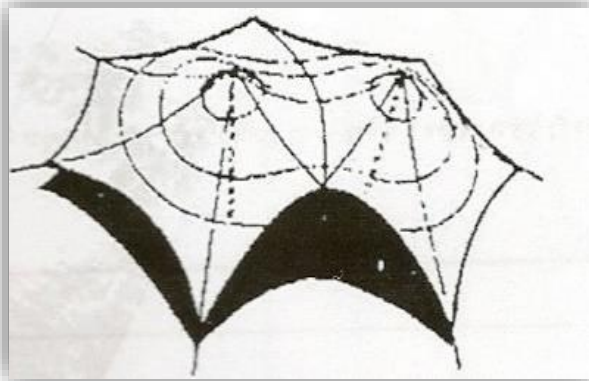
پیش تنیدگی

جزئیات اتصالات

سرستون ها

۴-۱۰-۱ لبه سازه چادری:

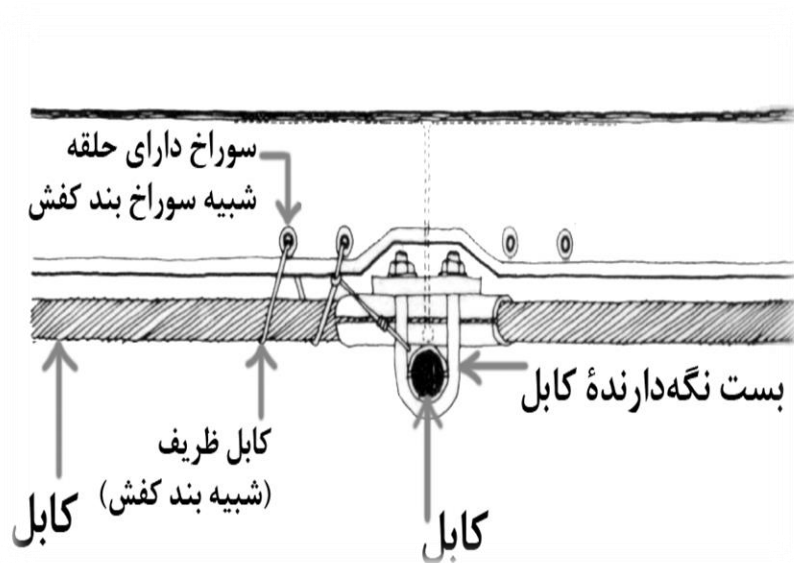
لبه سازه چادری انعطاف پذیر است . اگر لبه صاف باشد تمایل به لرزش دارد و به علت نیروی زیاد به فرم مقعر در می آید. تحت تنش بالایی قرار می گیرد و باید با کابل مسلح شود.



(شکل ۱۳) لبه سازی چادر

۴-۱۰-۲ پیش تنیدگی:

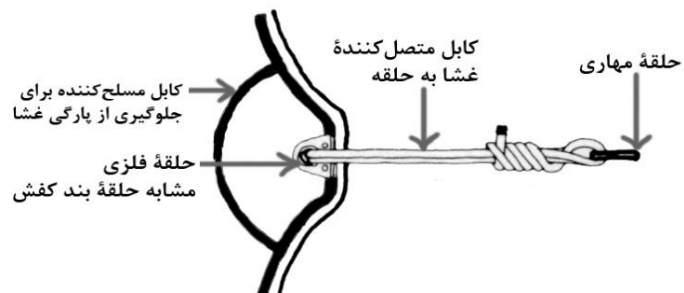
سازه چادری بدلیل سبک بودن تمایل به لرزش دارد. بهترین راه مهار لرزش پیش تنیدگی است به این ترتیب ابتدا پارچه را میکشند سپس نصب می کنند.



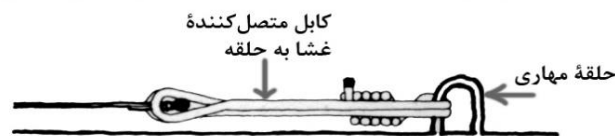
(شکل ۱۴) دیتیل های اجرای جلو گیری از پیش تنیدگی

۴-۱۰-۳ جزئیات اتصالات:

در طی سالیان بعد، با احیای فن آوری ریخته گری فولاد و استفاده از آن به جای جوشکاری ضمن آنکه از تمرکز تنش ها در اتصالات کاسته شده است، این اتصالات توانسته اند با اشکال ساده، تراش دار و بسیار زیبا، روحیات سازه های غشایی را بهتر منعکس کنند. همچنین استفاده از آلومینیوم حدیده شده موجب حذف پیچ و قطعات ضخیم گذشته گردید.



پلان اتصال غشا به حلقه مهاری روی زمین

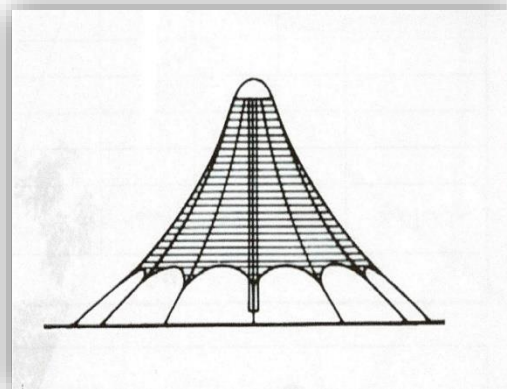


نمای اتصال غشا به حلقه مهاری روی زمین

(شکل ۱۵) دیتیل جزئیات اتصالات

۴-۱۰-۴ سر ستون ها:

از آنجایی که نیروی زیادی در این نقطه متمرکز است سرسترن ها باید بشکل قارچی شود

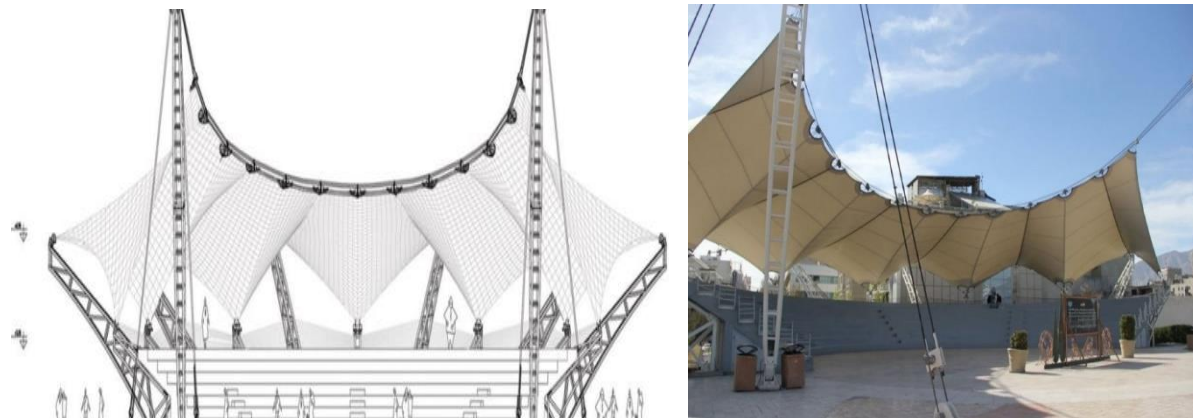


(شکل ۱۶، ۱۷) سرستون ها به شکل قارچی

۴-۱۱ نمونه های اجرا شده :

۴-۱۱-۱ نمونه داخلی سازه چادری آمفی تئاتر آب و آتش در تهران:

سازه چادری آمفی تئاتر پارک آب و آتش از نمئنه های شاخص سازه های غشایی در ایران است. شرکت سازه های پارچه ای دیبا که در سال ۱۳۸۴ به عنوان اولین شرکت تخصصی در زمینه ی معماری، طراحی و تولید سازه های چادری فعالیت کرده است، در سال ۱۳۸۸ پروژه سایبان چادری آمفی تئاتر آب و آتش را اجرا نموده است. سازه چادری این آمفی تئاتر یک سازه چادری (غشایی) ۷۰۰ متر مربعی است که یک گرادیان را سایه اندازی می کند. گنجایش این گرادیان ۷۵۰ نفر است. در این سازه چادری ترکیب سازه ومعماری، اساس طرح را نشان می دهد . جایگاه بتنی تماشاگران خود به عنوان فنداسیون سازه های خرپایی پشتی عمل می کنند و شیب زمین امکان استفاده از فنداسیون پلکانی پشتی سازه را فراهم کرده است به طوری که در دو سمت گرادیان فضایی سرپوشیده ای برای نشستن وجود دارد . پارچه با اتصالات مفصلی از پشت به این خرپا های فلزی به صورت قله و دره واز جلو به خرپای کابلی که به دو ستون جلویی منتهی می شود متصل است . هر کدام از این دو ستون نیز از پشت با ۴ کابل کشیده می شوند. در لبه های پارچه وهمچنین زیر و روی آن کابل های تعبیه شده است که نیروی پیش تنیدگی را در پارچه ها ایجاد می کند و آن را در مقابل بارهای باد و یرف پایدار می سازد^{۱۱}. (مجله منظر)



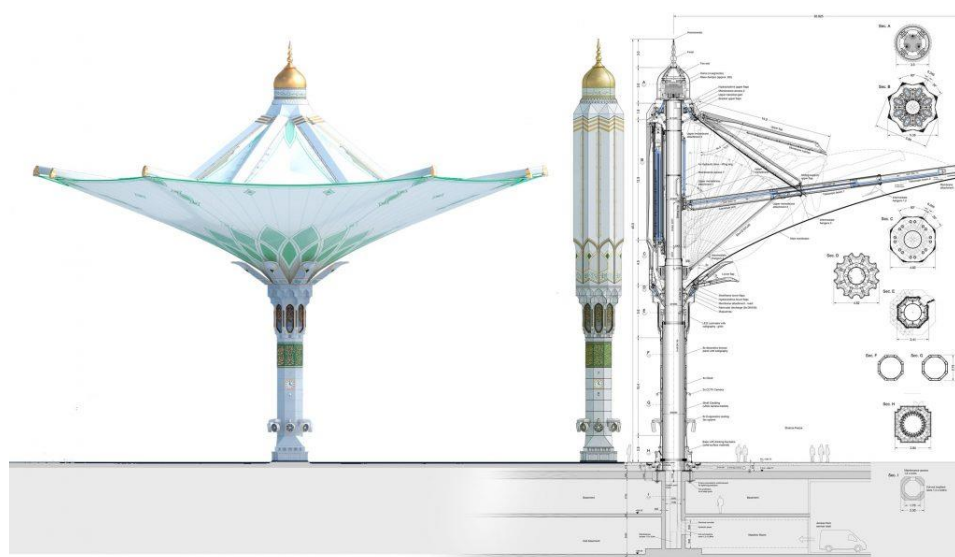
(شکل ۱۹، ۲۰) سازه چادری آمفی تئاتر آب و آتش در تهران

۴-۱۱-۲ نمونه خارجی سازه های چتری متحرک مسجد النبی، مدینه ، عربستان سعودی:

مسجدی که هر روز هزاران زائر را به خود جلب می کند، با شرایط اقلیمی گرمسیری تطابق دارد. برای ایجاد فضایی با دمای معتدل برای زوار، طراحان از راهکارهای نوآورانه استفاده کرده اند. ساخت دوازده سازه چادری با شکل آلاچیق پارچه ای وارونه با ابعاد ۱۸*۱۷

^{۱۱} مجله منظر، شماره ۸۸، معرفی سازه های چادری پارک آب و آتش www.dibats.com

متر و ارتفاع ۱۴ متر، به تناسب و هماهنگی با صحن مسجد پاسخ داده است. این سایبان‌های پارچه‌ای با بزرگترین ابعاد خود، در کنترل مصرف انرژی نقش بسزایی ایفا کرده و با قابلیت حرکت متناسب با فصول مختلف سال، عملکرد مناسبی را ارائه می‌دهند. هر سازه چادری از چهل تیکه پارچه‌های مختلف ساخته شده، ستون‌های فولادی با روکش مرمَر و سرستون‌ها از سنگ مصنوعی ساخته شده‌اند. هر ستون دارای چهار خروجی هوای خنک که به وسیله سیستم‌های تهویه مطبوع ساختمان را خنک می‌کند. طرح دارای چهار چراغ برای روشنایی در شب و این چراغ‌ها در سر ستون‌ها تعبیه شده‌اند. پره‌های که چادر غشایی را بالا می‌برند از جنس فولاد با مقاومت بالا ساخته شده‌اند.



(شکل ۲۱) سازه چتری متحرک مسجد النبی، مدینه، عربستان سعودی:

۵- نتیجه گیری:

سازه‌های چادری به دلیل انعطاف پذیری، سبکی، ارزش اقتصادی و سرعت اجرای آنها کاربرد وسیعی در معماری دارند. سازه‌های چادری به عنوان یک راهکار موقت و قابل حمل برای ایجاد فضا در شرایط مختلف شناخته می‌شوند. این سازه‌ها اغلب از موادی مانند پارچه‌های نایلون یا پلی‌استر ساخته می‌شوند که آنها را سبک و قابل حمل می‌کند. کاربردهای رایج شامل کمپینگ، فستیوال‌ها، رویدادهای ورزشی و فضاهای باز می‌باشند. با این حال، مواد سبک این سازه‌ها نشانگر آن است که برای شرایط نامساعد آب و هوایی یا محیط‌های خطرناک مناسب نیستند. قبل از استفاده، مهم است که شرایط محیطی و نیازهای خود را مورد بررسی دقیق قرار دهید. بهتر است از این سازه در شرایط آب و هوایی خاص مثل باد شدید یا باران شدید پرهیز کنید، زیرا ممکن است در این شرایط قدرت محدودی داشته باشند. همچنین، توجه به کیفیت ساخت و قوانین استفاده از آنها در هر محل می‌تواند تأثیر زیادی در تجربه استفاده داشته باشد. تضمین کیفیت مواد و ساختار سازه چادری از اهمیت بالایی برخوردار است تا ماندگاری و عملکرد بهتر آن تضمین شود.

۶-منابع:

- مینا نسیمی، آراسته دیانت، کانون سراسری انجمن های صنفی مهندسان معمار ایران همایش بین المللی معماری، عمران و شهرسازی در هزاره سوم تهران ۱۳۹۴
- رستگارزاده، امیرمسعود و ایزدیان، فریما و شاهوردی، پروانه و میرنیا، سیدحمید، ۱۴۰۱، معرفی و بررسی عملکرد سازه های چادری (ممبران) در روش های نوین ساخت، دومین کنفرانس بین المللی عمران، شهرسازی، معماری و محیط زیست،
- مورف، ۱۳۸۹ درک رفتار سازه ها، ترجمه محمود گالبچی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ششم
- پنجستونی، علیرضا، نجمی، اسرا و اسماعیلی، منوچهر، معرفی سازه های چادری، اولین کنفرانس سراسری توسعه محوری مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک ایران، ۱۳۹۷
- عنانهاد، محمود و هاشمی، سیدهمایون و بابائی، مصطفی و ثمری مقدم، آرشیبا، ۱۳۹۸، نحوه طراحی و اجرا سازه های چادری در معماری نمونه خارج و داخل ایران، دومین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، تهران،
- پنجستونی، علیرضا، نجمی، اسرا و اسماعیلی، منوچهر، معرفی سازه های چادری، اولین کنفرانس، سراسری توسعه محوری مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک ایران، ۱۳۹۷
- مجله منظر، شماره ۸۸، معرفی سازه های چادری پارک آب و آتش
- مینا نسیمی، آراسته دیانت، کانون سراسری انجمن های صنفی مهندسان معمار ایران همایش بین المللی معماری، عمران و شهرسازی در هزاره سوم تهران ۱۳۹۴

- www.dickson.ir/-۷
- www.alfats.ir
- www.wikipedia.org
- www.dibats.com