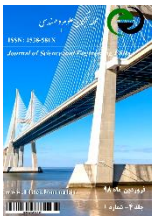
مجله نخبگان علوم و مهندسی
Journal of Science and Engineering Elites
جلد ۴- شماره ۱- سال ۱۳۹۸
www.ElitesJournal.ir



ارائه طرح ترکیبی از سازه های اوریگامی و قیچی سان به عنوان سایه بان های متحرک متصل به ساختمان

سیده فائزه موسوی[1*]، حمیدرضا داودآبادی فراهانی[2]

۱-کارشناس ارشد معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- کارشناس ارشد معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

* fafa.mousavi72@gmail.com

ارسال: اسفند ۹۷ پذیرش: فروردین ۹۸

چکیده

در طول تاریخ بشر همواره درحال نوآوری و تحقیق در مورد صنعت ساختمان است. از ایده غارها به عنوان اولین سرپناه ها گرفته تا ساختمان های امروزی، اما در عصر حاضر بشر به دنبال کم کردن هزینه ساخت، مقاومت ساختمان ها در برابر زلزله، متنوع ساختن جداره ها و فضای داخلی، خاصیت چندعملکردی بودن، پایداری و قابلیت جابه جایی و بازیافت مصالح و ... است. سازه های تغییرفرم پذیر به عنوان یک سازه نوین میتواند پاسخگوی برخی از این نیاز های بشر باشد. این سازه ها متکی بر اصول ریاضی، هندسه، هنر است که علاوه بر اینکه از لحاظ فیزیکی ساختاری پایدار دارند بلکه با ترکیب هندسه و هنر میتوان اشکال بدیع و بینظیری از آن ها ایجاد کرد که هم کاربردی هستند و در تنوع فضایی نقش مهمی دارند و هم جلوه های بصری زیبایی را به وسیله آن ها می‌توان ایجاد کرد. دراین مقاله سازه قیچی سان به عنوان بخشی از سازه های تغییرفرم پذیر در ترکیب با یک مدل اوریگامی جهت استفاده در سایه بان ساختمان مورد بررسی و آزمون وخطا قرار گرفته است. نخست تعریف سازه های قیچی سان و اوریگامی و سپس فرم ترکیبی به همراه روند شکل گیری آن بیان شده است.

کلمات کلیدی: سازه های تغییرفرم پذیر، سازه قیچی سان، سایه بان متحرک، اوریگامی.

۱– مقدمه

بهره گیری از ساختارهای تغییرپذیر در معماری، از گذشته های دور سابقه داشته و در قالب کاربری ها و فرمهای مختلف مورد استفاده بوده است. درمعماری دهه های اخیر، با رشد و توسعهٔ فنآوری های نوین، بهره گیری از این گونه ساختارها گسترش بسیار وسیع تری پیدا نموده و قابلیتهای زیادی را نیز برای بهره برداری هر چه بیشتر و متنوع تر از فضاهای معماری فراهم نموده است. ساختارهای تغییرپذیر ممکن است به صورت موضعی، بخشی از اجزای سازندهٔ فضاهای معماری را تشکیل داده و یا به صورت جامع سازندهٔ کل فضا باشند. جداره های قابل باز و بسته شدن که به عنوان تفکیک کنندهٔ فضاهای داخلی عمل میکنند ، پوشش های خارجی نما که برای تنظیم نور، دید و یا جلوهٔ بصری تغییر میکنند و همچنین سقف های تغییرپذیری که فضاهای باز زیر خود را از تغییرات جوی حفظ میکنند، مثالهایی از ساختارهای تغییرپذیر موضعی در یک بنا می‌باشند. از نمونه های ساختارهای تغییرپذیر جامع

Archive of SID
www.SID.ir

نیز میتوان ساختمان های بسیاری که به خاطر تسهیل در حمل و نقل در فضایی کوچک جمع شده و در محل مورد نیاز گسترده و مورد استفاده قرارمی‌گیرند را نام برد. براساس آنچه فرای اتو در دهۀ هفتاد در کتاب سقف های تغییرپذیر ارایه کرده (۴۴، ۱۹۷۲، اتو) که قابل تعمیم به سایر ساختار های تغییرپذیر نیز می‌باشد، میتوان آنها را از دو جنبه طبقه‌بندی نمود.

- طبقه‌بندی بر اساس ماهیت مصالح
- طبقه‌بندی بر اساس نوع و جهت حرکت

در طبقه بندی براساس ماهیت مصالح، تمامی ساختارهای تغییرپذیر در زیرمجموعۀ ساختارهایی با مصالح نرم یا سخت ویا ترکیبی از این دو قرار می‌گیرند. در طبقه‌بندی بر اساس نوع وجهت حرکت، تمامی انواع حرکت ها اعم از تاشدن، دوران کردن، چین خوردن، لوله شدن و موارد دیگر به کمک عناصری لولایی برای ایجاد دوران یا تا شدن اجزای سخت و یا به کمک عناصرتلسکوپی و یا غلتک و ریلی از طریق سرخوردن اجزای نرم یا سخت صورت می‌گیرند. هرچند بهره‌گیری از ساختار های تغییرپذیر در معماری وهمچنین بسیاری از حوزه‌های دیگر مانند طراحی صنعتی ومهندسی مکانیک در سدۀ گذشته میلادی تحول زیادی پیدا نموده، اما تا اوایل سدۀ اخیر این گونه ساختارها از نظر ماهیت مصالح و جزییات عناصر سازنده مشابه طبقه‌بندی فوق بوده وتغییر خاصی پیدا نکرده است [۱]. در این مقاله باتوجه به اطلاعاتی که در رابطه با ساختارهای تغییرفرم پذیر وجود دارد، در ابتدا به ارایه‌ی تاریخچه ساختارهای تغییرفرم پذیر وتعریف سازه قیچی سان که بخشی از ساختارهای تغییر فرم پذیرمی‌باشد پرداخته و سپس در بخش اصلی این مقاله مراحل الگوبرداری، ترکیب و آزمون و خطاهای انجام شده ارایه می گردد.

۲- تاریخچه سازه های تغییرفرم پذیر

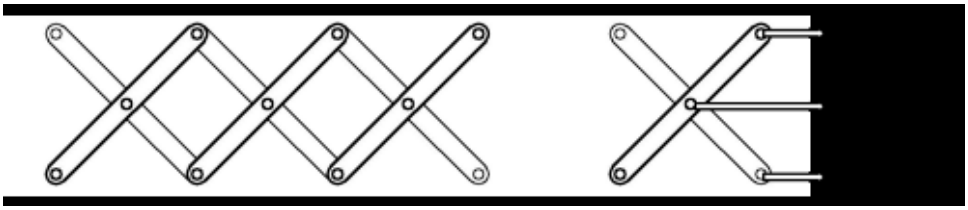
سازه های تغییرفرم پذیر دسته بزرگی از سازه های پیش ساخته می‌باشد، که فرم آن می‌تواند از حالت بسته به حالت باز تغییر نموده و همچنین امکان تحمل بار مشخصی را دارند[۲]. تاریخچه سازه های تغییرفرم پذیر به قرنها پیش بازمی گردد. شاید یکی از اولین سازه ها، خیمه‌های مخروطی شکل سرخ پوستان سایوکس[۳] است، که سازه های سبکی بوده که به وسیله حیوانات حمل میشد. همچنین قسمتی از سقف ورزشگاه رومی ها(کولوسئوم)[۴] که در قرن اول میلادی ساخته شده، یک سازه غشایی بوده، که با تکیه بر اعضای طره ای امکان حفاظت از تماشاچی ها را در مقابل نور و سایر شرایط جوی را فراهم می‌نماید. یکی از تمایلات و نیازهای قرن اخیر استفاده از سیستم های باز و بسته شونده در عملکردها و مقیاس های متفاوت بوده است. اولین گنبد تغییرفرم پذیرکه به صورت مرکزی و با مکانیزم لغزش بازوبسته شده است، گنبد ورزشگاه شهر پیتزبورگ می‌باشد[۵]. طراحی پایه چراغ های تغییرفرم پذیر خیابان سچوبورگ پلین در رتردام ایده های جدیدی برای سازه های تغییر فرم پذیر آینده می‌باشد[۶]. شماری از پروژه‌های سانتیاگو کالاتراوا در زمره آثار مهم در این زمینه می باشد، که می توان به ماشین سایه به عنوان نمایشگاه اشیاء برای موزه هنرهای مدرن در نیویورک و ونیز[۷]، مکانیسم ها و اعضای پاویون کویت[۸]، سایه بان موزه هنری میلوکی[۹] اشاره نمود، که مکانیزم اصلی این سیستم ها به صورت المان های خطی با مفاصلی جهت باز وبسته شدن می باشد. پل غلتان بر روی کانال گرند یونیون در لندن به جای مکانیزم های متداول بازشدن پل ها، که شامل المانهای صلب منفرد می باشد(که بالا رفته و به قایقها اجازه عبور میدهد)مسیر به وسیله غلت خوردن وجمع شدن و تماس دو انتهای پل به هم بسته می شود[۱۰].

۲-۱- سازه قیچی سان

یک سازه قیچی سان از تعدادی المان های قیچی سان (شکل ۱) ساخته شده، که هر المان قیچی سان از ۲ عضو صلب(به عنوان مثال میله)ساخته شده است. این المان ها در نقطه ای در طول خود توسط یک مفصل به هم متصل می باشند. این مفصل ها اجازه چرخش به اعضا را حول محور خود داده و چرخش و حرکت را در سایر محورها محدود می نماید. المان های قیچی سان توسط مفصل هایی

www.SID.ir

انتهایی به هم وصل شده و به سیستم اجازه حرکت در راستای مورد نظر و انتقال نیرو را می دهد. همچنین، با حرکت قیچی ها در کنار هم و تغییر شکل و هندسهی آنها، کل سیستم گسترش و یا جمع می شود.



شکل ۱- المان ساده یکی از انواع سازه های قیچی سان(۱۳)

امیلیو پرز پینهرو احتمالاً یکی از نخستین کسانی بود که که در اوایل دهه ۶۰ تحقیقات گسترده ای بر روی سازه های قیچی سان انجام داد. او پیشرو در زمینه ی ساخت گنبدهای گسترش پذیر اتوماتیک و انواع فرم های شبکه ای با استفاده ازقیچی‌سان های مستقیم بود. علاوه بر این پینهرو مکانیزم قابل گسترش با دو لایه قیچی سان را مطرح کرد و یک پناهگاه استوانه ای با میله و مفصل طراحی نمود. پینهرو در طول عمر خود یک سری از پروژه ها را انجام داد و برنده چندین جایزه برای کارهایش شد[۱۱]. فعالیت های پینهرو الهام بخش معماران و محققان شناخته شده ای مانند سانتیاگو کالاتراوا شد. سازه قیچی سان نمونه های رایج از سازه های باز و بسته شونده هستند که بسیاری از محققان برجسته مانند پینرو، هابرمن، اسکریگ،والکارسل و پلگرینو سیستم های متفاوتی را با استفاده از سازه های قیچی سان پیشنهاد کرده اند.

۲-۲- اصول سازه های قیچی سان

- **(گونه شناسی سازه های قیچی سان)**

هندسه سازه های قیچی سان به طور اساسی وابسته به هندسه المان های قیچی سان می باشد. با ایجاد تغییر در طول اعضا یا در مکان محور اتصال المان های قیچی سان، شکل کل سیستم تغییر می نماید[۱۲]. براساس هندسه المان های قیچی سان سازه های قیچی سان به ۳ دسته سازه های قیچ یسان انتقالی (Translational scissor structures) سازه های قیچی سان منحنی (Curvilinear scissor structures)، و سازه های قیچی سان زاویه دار(Angulated scissor structures)تقسیم میشوند.[۱۰]

۲-۲-۱- سازه های قیچی سان انتقالی

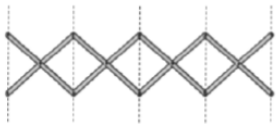
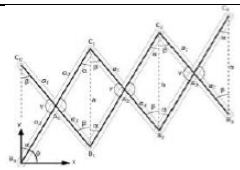
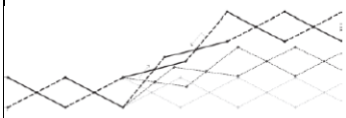
این نوع از سازه های قیچی سان را می توان تنها با انتقال مستقیم الخط و بدون هیچ گونه تغییر زاویه ای در کلیت سازه ایجاد نمود. قانون اصلی این نوع از سازه های قیچی سان به این صورت می باشد، که همه خطوطی که مفصل ها را به هم وصل میکنند، باید با هم موازی باشند. باتوجه به طول اعضا و مکان قرارگیری مفاصل میانی، سه نوع از سازه های انتقالی(جدول ۱)شکل میگیرد.

۲-۲-۲- سازه های قیچی سان منحنی

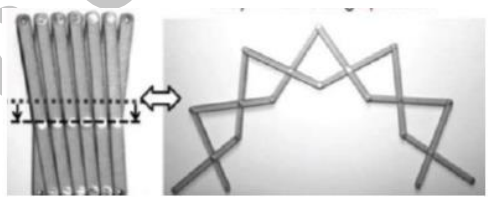
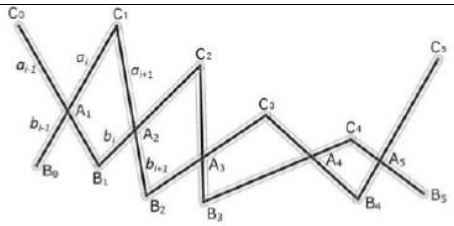
سازه های قیچی سان منحنی با تغییر محل مفصل میانی از نقطه وسط به کنار به وجود می آید. این نوع سازه ها میتواند ۲ شکل متفاوت داشته باشد. این نوع سیستم میتواند یا به صورت دایرهای(با یک مرکز)یا به صورت منحنی آزاد مطابق(جدول شماره ۲)گسترش یابد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- دسته بندی سازه های قیچی سان انتقالی

سازه های قیچی سان انتقالی			
نام	**با اعضایی با طول ثابت**	**با اعضایی با طول متفاوت**	**با هندسه آزاد**
تعریف	تمامی اعضا دارای طول یکسان مفصل میانی، در نقطه وسط میله ها، محورهای متصل کننده مفصل ها با هم موازی	عضوی که یک مدول را ایجاد نموده، دارای طول متفاوت، مفصل در نقطه میانی، محورهای متصل کننده مفصلها با هم موازی	همه اعضا دارای طولهای متفاوت بوده، مکان نقطه مفصل میانی، به صورت اتفاقی
شکل			
منبع شکل	[۱۳]	[۱۲]	[۱۴]

جدول ۲- دسته بندی سازه های قیچی سان منحنی

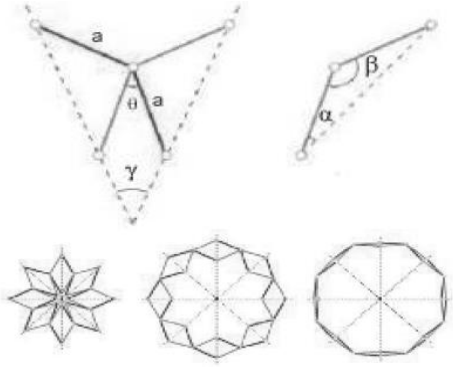
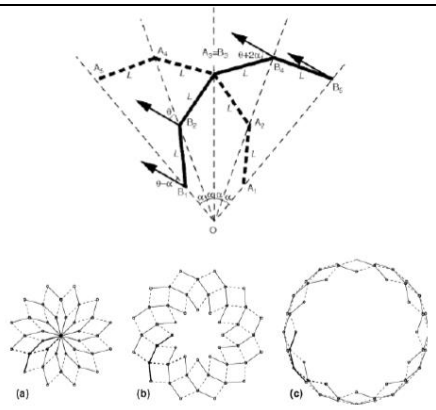
سازه های قیچی سان منحنی		
نام	**با هندسه مدور**	**با هندسه آزاد**
تعریف	همانند بخشی از یک قوس باز و بسته شده همه محورهای مفاصل در یک نقطه به هم رسیده	براساس اندازه منحصربه فرد هر مدول قیچی سان شکل گرفته، هیچگونه نقطه مرکزی یا رابطهای وجود ندارد
شکل		
منبع شکل	[۱۳]	[۱۲]

۲-۲-۳- سازه های قیچی سان زاویه دار

برخلاف سازه های قیچی سان انتقالی و منحنی، اعضای سازه های قیچی سان زاویه دار مستقیم الخط نبوده و در محل مفصل‌ها دارای زاویه ای همانند (β) می باشد. سازههای قیچی‌سان با اعضای زاویه دار میتواند ۲ شکل متفاوت داشته باشد. این نوع سیستم میتواند یا دارای یک زاویه باشد یا به صورت چند زاویه ای مطابق (جدول شماره۳) گسترش یابد. این المان های زاویه دار برای سازه‌های بازوبسته شونده که به صورت یک شکل بسته بوده به کار رفته، که توانایی بازوبسته شدن به سمت پیرامون خودشان را داشته و این شرایط، برای سازه های با هندسه مدور به دلیل توسعه خطی شان امکان پذیر نبوده است.

www.SID.ir

جدول ۳- دسته بندی سازه های قیچی سان زاویه دار

سازه های قیچی سان زاویه دار		
نام	**با اعضای منفرد**	**چند عضوی**
تعریف	شامل دو نیم میله صلب با طول a و زاویه β زاویه γ در طول فرایند گسترش ثابت باقی مانده	تعداد زاویه های بیشتری نسبت به المان های زاویه دار منفرد دارا بوده از چند نیم میله که با زاویه های یکسان و برابر α به هم وصل شده
شکل		
منبع شکل	[۱۵]	[۱۶] و [۱۷]

۲-۳- اوریگامی، یک اصل ساخت و ساز در مهندسی معماری و عمران

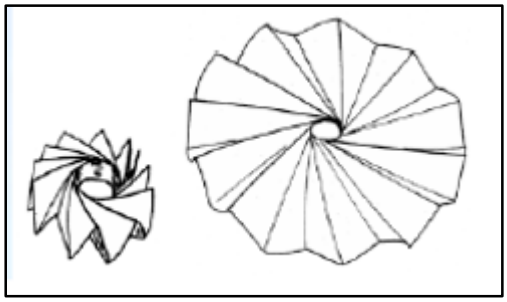
اوریگامی نام هنر باستانی ژاپنی به معنی صفحات تاخورده می‌باشدکه از ترکیب "oru" به معنی تاخورده و "kami" به معنی کاغذ می‌باشد. هدف ابتدایی این این هنر لزوما سودمندگرایی آن نبوده بلکه بیشتر برای تفریح و سرگرمی می‌ساختند. امروزه اوریگامی به عنوان منبع الهامی برای مهندسین، معماران و طراحان منجر به ساخت و تولید محصولاتی از قبیل ظروف مقوایی تا سازه های مورد استفاده در علوم فضا کاربرد دارد. بسیاری از اصول تاخورده ابتدا توسط محاسبات اوریگامی ایجاد شده و سپس به سایر رشته ها منتقل می شود، (شکل۲).

شکل ۲- هنر اوریگامی

۲-۳-۱- مهندسی اوریگامی

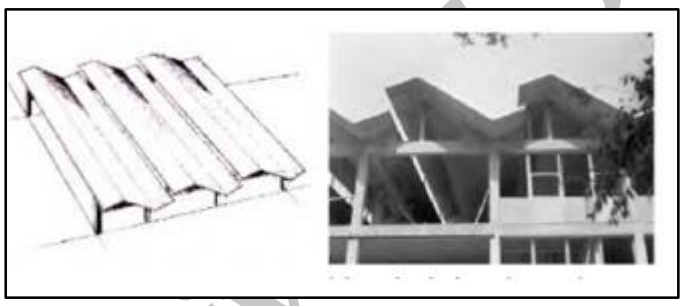
اوریگامی‌ها همواره به عنوان منبع الهام برای استفاده‌های گوناگون مورد توجه مهندسین بوده است. قابلیت استفاده در شرایط مختلف، قابلیت تحمل بالای بار و سقف‌های تاشو از ویژگی‌های اوریگامی ها هستند که مهندسین در طراحی‌ها از آن‌ها استفاده می کنند، (شکل های ۳، ۴ ، ۵)[۱۸].

www.SID.ir



شکل ۳- الگوی پیچشی برای یک بادبان خورشیدی

شکل ٤-گسترش پذیری



شکل ٥- سقف ساده ورق تاشده،افزایش استحکام خم

۲-۳-۲- کاربرد اوریگامی

ساختارهای اوریگامی قابلیت استفاده در انواع ساختمان ها از جمله نما و یا پوشش یک فضا را دارند. انطباق پذیری آنها امکان استفادده در بخش های خارجی و همچنین داخلی ساختمان را می دهد. میتوان با استفاده از متریال های گوناگون خصوصیات فیزیکی و حرکتی متفاوتی به آن بخشید. همچنین نیازی نیست از همان ابتدا ساخت سازه اوریگامی را برای ساختمان متصور شد چرا که قابلیت این را دارد تا در مراحل بعدی روی سازه نصب شود. از قابلیت های کاربرد ساختار اوریگامی در طراحی داخلی میتوان به تنظیم امواج صدا اشاره کرد: در تالار کنسرت، سالن تئاتر، کتابخانه ها و کلاسهای دانشگاه، مدول های اوریگامی میتوانند روی دیوارها و یا سقف نصب شوند و نحوه آرایش مدول ها میتواند میزان صداهای داخل فضا را تحت کنترل خود درآورد. مدول های مختلف را میتوان در یک الگوی منظم قرار داده و در یک پیکربندی مبنا مدول ها بسته باشند و هنگامی که حسگرها صدا های از قبل پیش بینی شده را دریافت کنند، مدولها به هندسه جدیدی تغییر شکل داده و میزان انعکاس صدای داخل اتاق را کنترل میکنند. در این حالت پیشنهاد میشود تا سطح بیرونی پنل ها با متریال عایق صدا مانند چوب های متخلخل و فوم چوشیده میشوند. از این رو، به دنبال طراحی فضاهای آکوستیک، استفاده از پنل های نمایان جاذب صدا پیشنهاد می شود.

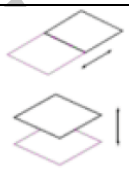
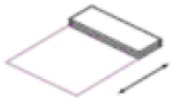
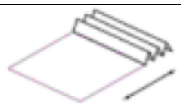
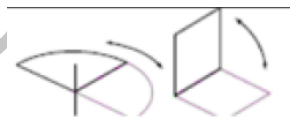
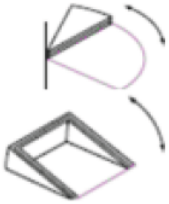
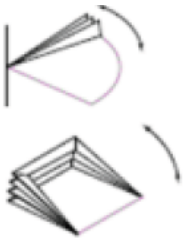
www.SID.ir

یکی از موارد قابل استفاده در محیط های خارجی، سایه بان است. توصیه میشود در ساخت سازه این نمونه موردی، قاب سبک و مقاوم (آلومینیوم و کامپوریت) بکار گرفته شود تا در اثر گذر زمان و قرار گرفتن تحت شرایط سخت جوی دچار خوردگی و فرسودگی نشود. سطح خارجی و نمای پنل ها با توجه به اهداف مختلف می تواند با متریال های متنوع پوشش داده شود: پنل هایی که هنگام تاشدگی کامل نمایان میشوند ممکن است از جنس شیشه اکرلیک و پی وی سی ساخته شوند و بقیه پنل ها میتوانند نور را از خود عبور دهند. یکی دیگر از کاربرد ها در این زیر مجموعه، میتوان از اوریگامی برای پوشش یک غرفه در فضای عمومی که میتواند همزمان به عنوان سایه انداز و محافظ در برابر عوامل جوی بهره برد[۱۸].

۳- ایده و ملاحظات طرح

آنچه که در این مقاله سعی شده است به آن پرداخته شود ارائه الگویی جهت طراحی ساختار سازه ای و مکانیزم مکانیکی متحرکی به عنوان ((سایه بان متحرک)) برای سطوح مسطح می‌باشد (جدول ۴).

جدول٤- نحوه حرکت سقف های باز و بسته شونده و فضای تجمع آن ها [۱۹]

نوع حرکت	نوع تغییر حالت سقف و میزان فضای لازم جهت تجمع		
	معمولی(افقی،عمودی)	همپوشانی(افقی،عمودی)	تاشونده(افقی،عمودی)
انتقالی			
چرخشی			

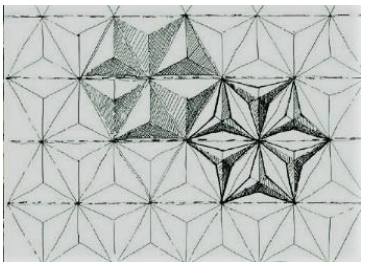
طراحی جزییات ومکانیزم مناسب برای ایجاد فضای متنوع،امنیت سازه ای و حرکتی نیزاز اهداف این طراحی می باشد. به طور کلی اهداف و ملاحظاتی که در طراحی سایه بان موردنظر، درنظر گرفته شده است شامل مواردزیر است:

- طراحی استخوان بندی سازه ای و مکانیزم حرکتی: این قسمت، اصلی ترین قسمت طراحی می باشد که سبب پایداری و یکپارچگی درکل سازه می شود.
- تغییر شکل سایه بان: طوری طراحی گردد که در هنگام باز، نیمه باز و بسته شدن دچار تغییر شکل شود.این عمر باعث جذابیت بصری نیز می‌شود.
- کمترین اشغال فضا: سایه بان طوری طراحی گردد که در زمان جمع شدن(بسته شدن)، فضای کمتری را اشغال کند. این ویژگی سبب صرفه جویی اقتصادی نیز می‌شود.

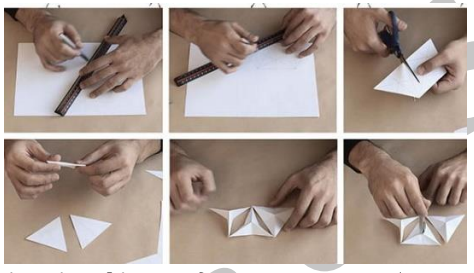
www.SID.ir

۳-۱- معرفی مدل اوریگامی

سازه اوریگامی انواع و اقسام مختلفی دارد، یکی از اوریگامی های پرکاربرد در عمر ساختمان سازی طراحی ماژولار (بخش-بخش) اوریگامی می‌باشد. این روش دارای مزایای زیادی می‌باشد و همواره می‌توان به کمک محاسبات ریاضی با کنارهم قرار دادن اشکال هندسی پایه، دست به ساخت فضاهای مختلف زد، در این مقاله از یک ماژولار اوریگامی مانند(شکل۶ الف،ب،ج) برای تهیه ی الگوی اولیه استفاده شده است. این الگو از ۶ پنل تشکیل شده، حرکت و عمل تاشدن تمام پنل های مثلثی شکل در فضا حول یک راس مرکزی کنترل می‌شود که به آن نقطه دوران می گویند.

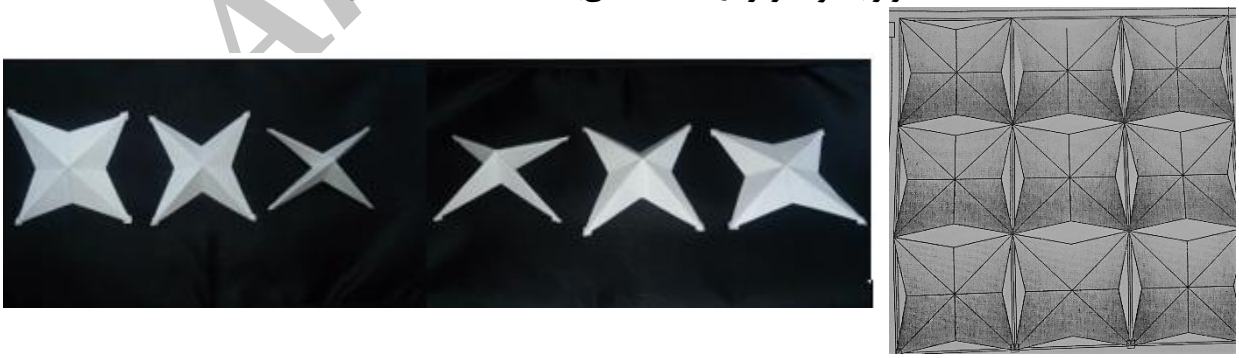


شکل ٦- الف) پلان ماژولار اوریگامی ٦پنلی {origami-architecture}



شکل ٦- ب) ساخت الگوی مقوایی{origami-architecture}

شکل ٦- ج) سازه اوریگامی که از راست به چپ به صورت باز، نیمه باز و بسته می‌باشد. همچنین نقاط آبی به عنوان تکیه گاه و نقاط قرمز به عنوان مرکز دوران صفحات می‌باشد.{origami-architecture}



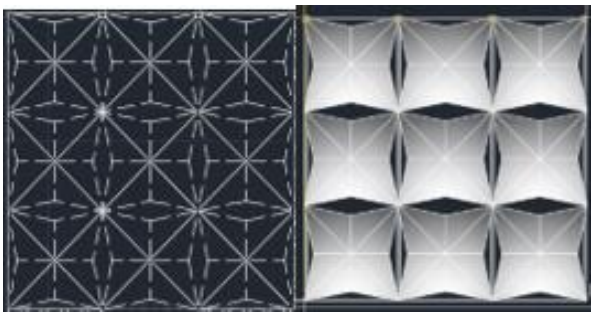
(ب) **(الف)**

شکل ۷- الف) ترسیم پلان اولیه که متشکل از ۸ پنل می‌باشد. ب) نمونه اولیه اجرا شده از سازه اوریگامی که نحوه گستردگی و دوران سطوح به منظور آزمایش حالت های مختلف در تصویر نشان داده شده است.

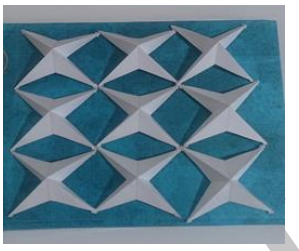
www.SID.ir

۳-۲- ارائه طرح اصلی

جهت پوشش سطح بیشتری از فضا، الگوی اولیه‌ی بدست آمده را دردو جهت گسترش داده و سپس رفتار سازه‌ای، تاشدگی و مقاومت آن مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۸، ۹).



شکل ۸- نمونه ترسیمی اولیه از هندسه اوریگامی پیشنهادی بوسیله نرم افزار ای تخصصی.خطوط ممتد در سازه قله و خط چین‌ها دره می‌باشند



شکل ۹- نمونه مقوایی ساخته شده از ترسیمات در مقیاس کوچکتر جهت بررسی رفتار و قابلیت گسترش پذیری سازه

یکی از نکاتی که در این مرحله به آن باید توجه داشت این است که مدل اوریگامی انتخاب شده باید روی مصالحی غیر از مقوا نیز عملکرد مشابه‌ای داشته باشد. از این باب به روش تجربی و ساخت ماکت این مدل را تحت آزمون قرار داده ایم که مراحل آزمون در (شکل ۱۰،۱۱،۱۲،۱۳)نمایش داده شده است:

شکل ۱۰- آزمون اول، عملکرد تاشدگی در جهت محور افقی

شکل ۱۱- آزمون دوم، دستیابی به تغییرات ارتفاعی لازم در حین تاشدگی در محور افقی

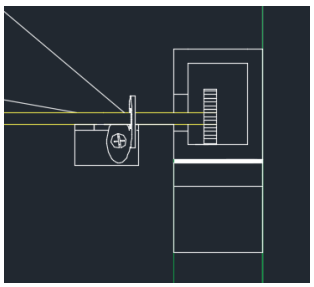
www.SID.ir

شکل ۱۲-آزمون سوم، پس از نتایج حاصل در دو آزمون قبل این آزمون کشیدی در محور عمودی را مورد بررسی قرار می دهد

شکل ۱۳- آزمون نهایی، پس از بررسی های صورت گرفته در نهایت شکل بالا نمونه ای مناسب به عنوان سایه بان معرفی و اجرا شد

۳-۳- جزئیات اجرایی و سازه‌ای

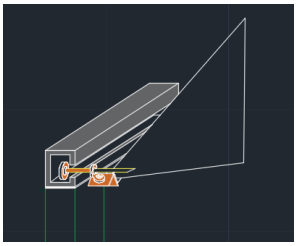
شکل ١٤- نحوه قرار گیری سایه‌بان برروی ستون‌های استیل



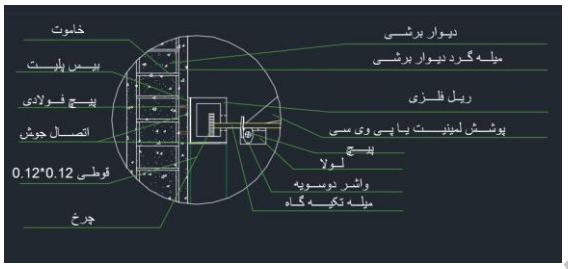
شکل ۱۵-پس از بررسی نتایج حاصل از آزمون های صورت گرفته از طرح نحوه قرار گیری نبشی نشیمن‌گاه زیر ریل و قرارگیری چرخ ومیله تکیه‌گاه پوشش سایه‌بان داخل ریل به صورت بالا می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ١٦- مدل سه بعدی از اتصال پوشش پی وی سی(ورق های تاشو) به لولا و اتصال لولا به واشر و جهت حرکت چرخ داخل ریل



شکل۱۷- جزئیات ترسیمی اتصال ریل به دیوار وجزئیات اجرایی ریل

شکل۱۸- مدل سه بعدی طرح تکمیلی یک رستوران که حالت های مختلف بازو بسته شدن سایه را به نمایش می گذارد

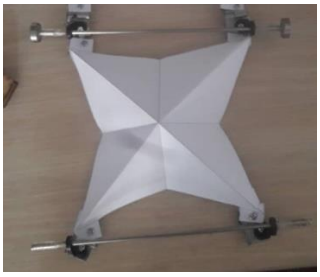
۳-۴- طراحی مکانیزم مکانیکی متحرک

طراحی مکانیزم مکانیکی از مهم ترین قسمت های طراحی در سقف باز و بسته شونده می باشد. این میزان اهمیت به این خاطر است که مکانیزم های مکانیکی علاوه بر وظیفه حرکت دادن بخش متحرک سقف، دارای وظیفه سازه‌ای نیز هستند و بار وارده را به سازه زیرین خود منتقل می کنند. در نتیجه می توان گفت که طراحی دقیق و مناسب این قسمت از سایه بان، سبب ایجاد امنیت سازه‌ای برای کاربران نیز می شود. پیشنهادی که برای مکانیزم مکانیکی سایه‌بان مطرح است، استفاده از پیستون هیدرولیکی جهت دوران قاب‌های مفصلی حول نقاط دورانشان است. در این شیوه پیستون هیدرولیکی به قاب جلویی سازه در هر ردیف متصل شده و حرکت تلسکوپی این پیستون ها سازه را در راستای افقی، باز و بسته می‌کند. پیستون‌ها با اتصال مفصلی از یک انتها به یکی از میله‌های تکیه‌گاهی متصل به اوریگامی مورد نظر قرار دارد و از انتهای دیگر به دیوار برشی که ریل های سازه‌ای به آن متصل هستند، وصل می‌شوند.

۳-۵- پوشش نهایی

به دلیل بهره‌برداری هرچه بیشتر از سایه‌بان و ایجاد آسایش برای استفاده کنندگان و همچنین در نظر گرفتن میزان عمر، پلی استر با پوشش پی وی سی را برای پوشش نهایی پیشنهاد می‌کنیم. این پوشش بر روی میله‌های تکیه‌گاه مورد نظر همانند (شکل۱۹) نصب می‌شوند.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۱۹- نحوه قرار گیری پوشش بر روی تکیه‌گاه

۴- نتیجه گیری

طی مطالعات انجام گرفته و روندی که طی شد می‌توانیم با ادغام سازه اوریگامی سبک با ضخامت کم و همچنین بکارگیری سازه تغییرفرم پذیر و سیستم محرک و پاسخگو به شرایط محیطی، یک محصول منعطف پیشنهاد داد. انتخاب یک سیستم اوریگامی در معماری و همچنین طراحی فضای سرپوشیده متحرک می‌تواند تاثیرات متفاوتی بر سفارشی سازی، پایداری و ارزش زیبایی شناختی بنا داشته باشد. بعلاوه فناوری مورد نیاز برای ساخت و پیاده سازی و همچنین نگهداری آن آسان است. متریال‌های مورد استفاده در ساخت، مرحله ساخت سازه و همچنین انرژی صرف شده در چرخه عمر بنا ارزان و در نتیجه کاربرد چنین سیستمی مقرون به صرفه خواهد بود. شبیه سازی‌ها و نمونه‌های اولیه بکارگرفته شده در این مقاله، انعطاف‌پذیری این سیستم را تایید می‌کند. متریالی که برای ساخت پنل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، بسته به نوع کار می‌توانند متفاوت باشند. از منظر زیبایی‌شناختی امید است که ایده حاضر تحولاتی در مسیر تصورات موجود در ساختمان‌سازی و خلق فضای معماری ایجاد کند. سازه اوریگامی و تغییرفرم پذیر امکانات فراوانی جهت تامین نیازهای آسایشی کاربران در اختیار آن‌ها قرار می‌دهند و نیز سازگار با خواسته‌های محیط زیست می‌باشد.

۵- منابع

۱. محمدرضا متینی، مقاله بهره گیری از الگوهای طبیعت برای طراحی ساختار های تغییرپذیر خم شو در معماری

2. B.P. Nagaraj, R. Pandiyan, Ashitava Ghosal. Kinematics of pantograph masts. The journal of Mechanism and Machine Theory.2008.

3. Otto, F et al (1971): Convertible Roofs, Institut for Leightweight Structures,Univ. Stuttgart, IL5.

4. Escrig, F., Brebbia, C. (1996) Mobile and Rapidly Assembled Structures, II, First ed., Computational Mechanics, Southhampton, UK.

5. Lorentz, W. (2008): Photo of the Mellon Arena Photograph, Wayne Lorentz/Artefaqs Corp, source: http://www.glasssteelandstone.com/ Images/US/PA/Pittsburgh/200801/MellonArena-Jul08-010a.jpg.

6. Korkmaz, K. "An Analytical Study of the Design Potentials in Kinetic Architecture." PhD Thesis, Department of Architecture, İzmir Institute of Technology, Izmir,Turkey, 2004.

7. Tzonis, A. Santiago Calatrava: The Poetics of Movement. New York: Universe Publishing, 1999.

8. Tischhauser, A., and S. von Moos. Calatrava: Public Buildings. Basel, Switzerland: Birkhauser Press, 1998.

9. Galinsky. Milwaukee Art Museum by Santiago Calatrava. October 27, 2009. http://www.galinsky.com/buildings/milwaukeeart/ (accessed October 27, 2009).

۱۰. آرش عثمانی. ۱۳۹۲ . سازه های سهموی هذلولوی قیچی سان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تکنولوژی معماری. دانشگاه هنراسلامی تبریز

Archive of SID

www.SID.ir

11. Ihsan Mungan. John F Abel. Fifty years of progress for shell and spatial structures. International Association for Shell and Spatial Structure(IASS). 2011.

12. Yenal Akgun. A NOVEL TRANSFORMATION MODEL FOR DEPLOYABLE SCISSOR-HINGE STRUCTURES, 2010.

13. Lara Alegria Mira. Design and analysis of a universal scissor component for mobile architecture applications. Master thesis in engineering sciences civil construction. 2010

14. Daniel Rosenberg. DESIGNING FOR UNCERTAINTY Novel Shapes and Behaviors using Scissor-pair Transformable Structures. Master of Science in Architecture Studies at the Massachusetts Institute of Technology.2009.

15. Lara ALEGRIA MIRA, Niels DE TEMMERMAN. Design and Analysis of a Universal Scissor Component for Mobile Architectural Applications. Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2010, Shanghai.

16. P. E. Kassabian, Z. You,S. Pellegrino. Retractable roof structures. Proc. Instn Civ. Engrs Structs & Bldgs, 1999, 134, Feb., 45–56 Paper 11693.

17. Thomas Buhl, Frank V. Jensen, Sergio Pellegrino. Shape optimization of cover plates for retractable roof structures. Computers and Structures 82 (2004) 1227–1236.

۱۸. حسین بخشی، اوریگامی به عنوان فناوری نوین ساخت در معماری پایدار

19. Masubuchi, M. Bogle, A. Schlaich, V; 2010;Study of retractable membrane roofs folding to the perimeter; International Conference of IASS; China.

Archive of SID

www.SID.ir