چهارمین کنفرانس ملی شهرسازی و معماری دانش بنیان
4th National Conference On Knowledge-Based Urban Development and Architecture
۲۲ تیر ۱۴۰۲
دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
Archive of SID
Sponsored and Indexed by CIVILICA
We Respect the Science

طراحی سقف متحرک پنیوماتیک با رویکرد تابش خورشید در اقلیم گرم و خشک

امیر ایمانی [۱]*، حنانه ایمانی [۲]

۱- کارشناسی ارشد فناوری معماری، گروه هنر و معماری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران، amirimani۱۳۷@gmail.com

۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد معماری داخلی، گروه هنر و معماری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران، imanihannan۷۹@gmail.com

چکیده

افزایش جمعیت جهان همراه با پیشرفت روز به روز تکنولوژی و مطرح‌شدن محدودیت امکانات تفریحی، سیر ساختمان‌سازی را به این سمت پیش می‌برد که با استفاده از شیوه‌های نوین طراحی، قابلیت استفاده بهینه از فضا به حداکثر ممکن برسد. این تفکر معماران و طراحان سازه را به این سمت هدایت می‌کند که از ایده‌ها و فرم و اشکالی استفاده کنند که حداقل اتلاف فضایی و مصالح را داشته باشند و حداکثر کارایی و امکانات را ارائه دهند.

با توجه به تغییرات اقلیمی و افزایش متوسط دمای سالانه و نیازهای بشر برای فضا و دمای مناسب، نیاز به طراحی صحیح در اقلیم‌ها به‌ویژه اقلیم گرم و خشک را دارد که توجه معماران را به خود جلب کرده است. هدف اصلی از این پژوهش جلوگیری از تابش مستقیم نور نامناسب و اذیت کننده و دفع آن، کاهش گرمای زیاد ناشی از تابش خورشید و کاهش وزن کلی ساختمان می‌باشد.

استفاده از سازه کنیتیک با تلفیق سازه پنیوماتیک در سقف برای اقلیم گرم و خشک می‌تواند عایق مناسبی در برابر تابش خورشید و همچنین صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد.

واژه‌های کلیدی: سازه‌های پنیوماتیک، مصالح، کاهش انرژی، سازه‌های کینتیک

مقدمه

سازه‌های کینتیک چقدر می‌توانند در کاهش مصرف انرژی نقش داشته باشند؟ آیا با تلفیق سازه‌های کینتیک و سازه‌های پنیوماتیک می‌توان مصرف انرژی را کمتر کرد؟

بی‌شک امروزه انرژی یکی از مهم‌ترین عوامل در هر زمینه کاری محسوب می‌شود که معماری هم از این موضوع مستثنا نیست. بهره‌گیری راهکارهای مناسب با توجه به شرایط اقلیمی آن منطقه و استفاده صحیح از انرژی خورشیدی می‌تواند نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی داشته باشد. میزان وسیعی از سرزمین ما دارای آب‌وهوای گرم و خشک است، به همین منظور باید از راهکارهایی استفاده کرد که از تابش مستقیم آفتاب و گرمای شدید محفوظ بماند. همچنین به دلیل وجود آب‌وهوای خشک و نبود رطوبت کافی، بادهای گرم و خشک می‌وزد که باعث بیشتر شدن گرما و خشکی هوا می‌شود. در چنین شرایط سخت آب‌وهوایی، حتی معمارانی که طراحی بر اساس محیط را سرلوحه کار خود قرار می‌دهند هم با چالش بزرگی مواجه هستند.

سازه‌های کینتیک یکی از راهکارهای مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌باشد. با تلفیق سازه‌ی کینتیک و سازه‌ی پنوماتیک، می‌توان با استفاده از غشاهای شفاف، نیمه شفاف و مات تقویت‌شده با شیشه یا روکش تفلون، هیپالن یا وینیل حالت متنوعی از نور طبیعی، توزیع مختلف درجه حرارت و حتی درجات مختلف مکان‌های خصوصی و عمومی را ایجاد کرد. این غشاها محیط‌های مصنوعی قابل تطبیق با زندگی بشر را در هر نقطه‌ای از جهان ایجاد می‌کنند و از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز دارای امکانات قابل‌توجهی هستند.(گلابچی محمود، ۱۳۹۴)

www.SID.ir

Archive of SID

کشوری مانند ایران که در عرض جغرافیایی کشیده شده است و درنتیجه اقالیم متنوعی را تجربه می‌کند سبک‌های گوناگون معماری و شهرسازی وجود داشته باشد. در این میان ویژگی‌های معماری مناطق گرم و خشک ایران قابل‌تأمل است. حدود سه‌چهارم اقلیم ایران‌زمین تحت تأثیر شرایط سیاره‌ای، منطقه‌ای و محلی در سیطره اقلیم گرم و خشک است بارش کم و نامنظم، نوسان بالای دمای سالانه و روزانه و وزش بادهای گرم و خشک به‌ویژه در فصل‌های خشک سال از ویژگی‌های عمده این اقلیم می‌باشد. به‌این‌علت و سایر دلایل اقلیمی ساکنان این پهنه برای آن‌که بتوانند به زیستن در چنین شرایطی ادامه دهند ترفندهای اصولی را آزموده و به کار بسته‌اند، تا به‌نوعی با طبیعت سخت و خشن آن سازگار گردند، مثلاً استفاده از بادگیر و سرداب در این مناطق باعث نوعی آسایش در تابستان‌های گرم و سوزان مناطق شده است، دیوارهای ضخیم و سقف‌های گنبدی و همچنین سقف‌های دو پوشه چوبی در ایجاد تعادل در گرما و سرما مؤثر است. (نیک اندیش، ۱۳۸۳)

امروزه طراحی عناصر متحرک در معماری و فضاهایی با قابلیت حرکتی و سازه‌های کینتیک این امکان را در معماری به وجود آورده است که ساختمان‌ها و سازه‌ها توانایی انعطاف‌پذیری بیشتر با محیط اطراف خود داشته باشند و در تعامل با شرایط محیطی، پاسخگوی نیازها و خواسته‌های کاربران خود نیز باشند. باوجود مزایا و فواید بسیاری که در پی خلق چنین بناهایی وجود دارند، هنوز نقدهایی از جنبه‌های اقتصادی و مصرف انرژی به آن‌ها وارد می‌شود و باوجوداینکه به دلیل پیشرفت تکنولوژی و محاسبات از نظر طراحی به سهولت قابل‌محاسبه و برنامه‌ریزی هستند به لحاظ اجرایی بایستی توجیهات منطقی و کاربردی داشته باشند؛ بنابراین این تحقیق با روشی توصیفی-تحلیلی، پس از مروری بر تعاریف و پیشینهٔ موضوع، به بررسی پارامترهای تأثیرگذار برای طراحی معماری کینتیک می‌پردازد. سپس با مشخص گردیدن مؤلفه‌ها، انواع شناسی حرکت در معماری از نظر فیزیک دسته‌بندی می‌گردد تا طراح با توجه به نیازهای پروژه بهینه‌ترین شیوه طراحی را از همان ابتدای پروژه در اتودها و کانسپت طراحی لحاظ نماید. در ادامه پس از تفکیک اجزای متحرک معماری، انواع روش‌های کنترل سازه‌های کینتیک، به‌عنوان آخرین مرحله طراحی سازه‌های متحرک بیان می‌شود تا با به‌کارگیری سلسله‌مراتب و در نظر گرفتن پارامترهای مؤثر در طراحی کینتیک، بتوان به طرح و اجرایی منطقی، اصولی و کاربردی‌تر در این رویکرد دست‌یافت.(افضلی نرگس، حمزه لو سارا، ۱۳۹۵)

مخارج هر مترمربع سقف‌های حبابی متکی بر هوا از کمترین هزینه‌ها در میان سقف‌های با دهانه بزرگ است. نحوه عمل آن‌ها در هنگام آتش‌سوزی حتی ازآنچه پیش‌بینی‌شده بود، مطمئن‌تر است، زیرا غشاهای آن‌ها باعث افزایش دامنه آتش‌سوزی نمی‌شود، مزیت عمده آن‌ها نسبت به سایر سازه‌های بزرگ در این مورد، این است که غشاها سبک هستند و فروریختن و افتادن آن‌ها، حتی اگر سوراخ‌های بزرگی در آن‌ها ایجاد شود، ساعت‌ها طول می‌کشد.(گلابچی محمود، ۱۳۹۴)

در این پژوهش سعی شده با بهره‌گیری از سازه‌های پنیوماتیک، سازه‌ی کینتیکی را ارائه کرد که بتواند مصرف‌های انرژی مکانیکی را به حداقل برساند و میزان بهره‌گیری از نور مطلوب خورشید را به حداکثر برساند. هدف اصلی در این تحقیق طراحی یک سقف متحرک حساس به زاویه تابش خورشید است که با توجه به میزان انرژی دریافتی از خورشید باز و بسته می‌شود. همچنین سعی شده با بهره‌گیری از سازه‌های پنیوماتیک مقدار هزینه مصالح مصرفی، حجم مصالح مصرفی و مهم‌تر از همه میزان وزن مصالح مصرفی که درنتیجه آن از بار ساختمان کم می‌شود را به‌اندازه چشمگیری کاهش داد.

مبانی نظری

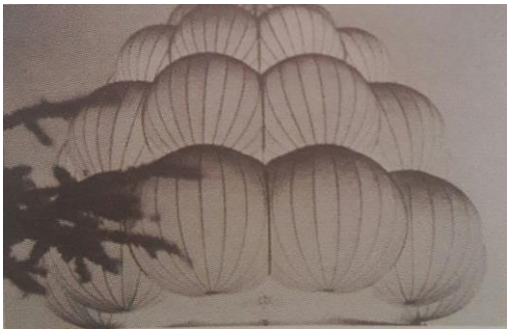
سازه‌های پنوماتیک

سازه‌های پنوماتیک از دو قسمت اصلی تشکیل‌شده است. یک غشای باریک بیرونی که نیروی کششی را از طریق سطح پوسته انتقال می‌دهد و یک ماده سیال داخلی که به غشای بیرونی فشار وارد کرده و در آن تنش کششی ایجاد می‌کند. در حوزه تکنولوژی و سازه‌های ساختمانی به علت این‌که این ماده سیال را، هوا تشکیل می‌دهد، به سازه‌های هوای فشرده نیز معروف‌اند. دو نوع کلی سازه‌های هوای فشرده وجود دارد: سازه‌های متکی بر هوا و سازه‌های محصورشده توسط باد. ولی در طبیعت این ماده سیال می‌تواند چیزی غیر از هوا باشد، بنابراین سازه‌های پنوماتیک موجود در طبیعت معمولاً از نوع متکی بر سیال هستند. از سازه‌های متکی بر سیال در طبیعت می‌توان به حباب‌های صابون، سلول‌ها و غنچه‌ها اشاره کرد. حباب صابون نوعی سازه متکی بر هواست که به‌وسیله فشار هوای داخلی فرم کروی به خود می‌گیرد.

www.SID.ir

به علت فشار هوای داخل که در تمام جهات و به میزان برابر بر سطح حباب وارد می‌شود، پوسته تمایل به ایجاد شکلی با حداقل مساحت سطح را دارد که برای حباب این شکل کروی است. تا زمانی که کشش سطحی در حباب کمتر از مقاومت کششی آب باشد، حباب از هم نخواهد پاشید. ازنقطه‌نظر ساخت، سلول‌ها نیز سازه‌های پنوماتیکی هستند که شامل یک مایع نرم پرکننده و یک پوسته کششی و نازک است. فرای اوتو اظهار می‌کند که پنوماتیک ها اصل ساختمان زندگی هستند. غنچه‌ها نیز ساختارهای پنوماتیکی هستند که مایع پرشده‌اند. در هنگامی‌که آماده شکفتن می‌شود، فشار داخلی، غنچه را از هم باز می‌کند و گلبرگ‌ها نمایان می‌شوند.

ریه نیز یکی دیگر از سازه‌های پنوماتیک موجود در طبیعت است. علاوه بر خود ریه که یک سازه پنوماتیک با سیال هواست حفره احاطه‌کننده اطراف ریه نیز نوعی سازه پنوماتیک است. به‌طورمعمول از ماده سیالی پرشده که در هنگام نفس کشیدن مانع از اصطکاک بین ریه و دنده‌ها می‌شود. معماران بسیاری از این ساختار در طراحی‌های معمارانه خود استفاده کرده‌اند. ازجمله این ساختارها می‌توان به غرفه نمایشگاهی در نمایشگاه جهانی ۱۹۶۴ نیویورک اشاره کرد. (گلابچی، ۱۳۹۳)



شکل شماره۱

تاریخچه سازه‌های پنوماتیک

طی انقلاب صنعتی، دگرگونی عظیمی در سیستم‌های تولیدی به وجود آمد که استفاده از هوای فشرده به‌عنوان یکی از روش‌های مرسوم برای کنترل دستگاه‌های ابزار دقیق به این دوران بازمی‌گردد. مزیت این روش افزایش نیرو و همچنین قابلیت تغییر جهت سریع بدون صدمه رسیدن به سیستم است. البته لازم به ذکر است که از نیوماتیک برای حالت‌هایی که نیروهای نسبتاً پایین و سرعت حرکتی بالا موردنیاز باشد استفاده می‌شود، درحالی‌که سیستم‌های هیدرولیک برای قدرت‌های بالا و سرعت‌های کنترل‌شده دقیق کاربرد دارند. پنوماتیک برگرفته از یک کلمه یونانی به معنی باد یا نفس است و امروزه در صنعت به معنای استفاده از هوای فشرده برای انتقال انرژی است چرا که این سیستم‌ها از طریق هوای فشرده یا گازهای بی‌اثر تغذیه می‌شوند و کارخانه‌ها از این گازهای فشرده برای کنترل و هدایت دستگاه‌های ابزار دقیق استفاده می‌کنند.

سیستم‌های پنوماتیک در ابتدا در قاب و یا مهندسی هوانوردی توسعه داده شد، نمونه اولیه بالون هوای گرم از فرانچسکو لانادی در ۱۶۷۰. سه قرن بعد، با پروژه‌های مانن بوستون هنر مرکز تئاتر، طراحی‌شده توسط کارل کوخ در ۱۹۶۰ یا برنج غرفه راه‌آهن رفع خستگی در نیویورک، طراحی‌شده توسط ویکتور لاندی در ۱۹۶۳. (Gonez-Gonzal ez, Nei l a, Monj o, ۲۰۱۱)

مزایای استفاده از سازه‌های پنوماتیک

۱-سادگی استفاده از سیستم‌های پنوماتیک بزرگ‌ترین دلیلی است که محبوبیت این سیستم‌ها را افزایش داده است چرا که با داشتن تجربه کمی می‌توان طراحی و مونتاژ این سیستم‌ها را انجام داد.

۲-تمیز بودن این سیستم از مزایای آن نسبت به هیدرولیک است.

www.SID.ir

Archive of SID
Sponsored and Indexed by CIVILICA We Respect the Science

۳-ارزان و در دسترس بودن هوا

۴-سیستم‌های پنوماتیک جرقه ایجاد نمی‌کنند و به‌این‌ترتیب کاربرد آن در محیط‌های انفجاری خطرناک نیست.

۵-بازده بالا

۶-افزایش نیرو

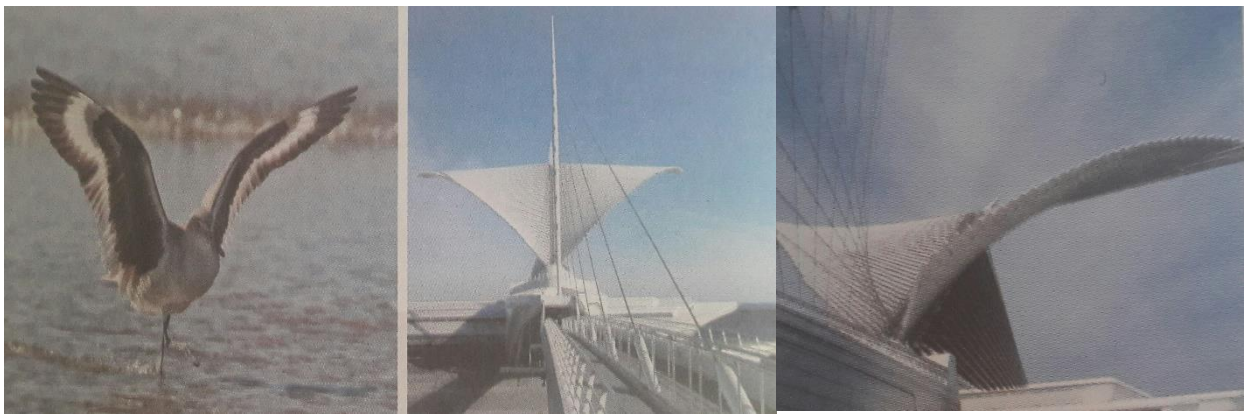
۷-در سیستم‌های پنوماتیک برخلاف سیستم‌های هیدرولیک نیازی به خط برگشت سیال نیست، در واقع مخزن اصلی همان هوای آزاد است.

سازه‌های کینتیک (متحرک)

یکی از ویژگی‌های بارز طبیعت قابلیت حرکت و تغییر شکل آن است. حرکت مفاهیمی نظیر پویایی، تغییر شکل و تغییر مکان را با خود دنبال دارد؛ بنابراین هرگاه به دلایل عملکردی و یا زیبایی شناسانه به دنبال مفهوم حرکت در ساختمان باشیم، بدون شک بهترین درس‌ها را می‌توانیم از طبیعت بیاموزیم. نکته جالب‌توجه درحرکت سازه‌های نظیر بدن انسان، حفظ تعادل سیستم در هنگام حرکت و عدم اخلال در کارایی اجزای آن است. البته طراحی و اجرای سازه‌های متحرک به‌ویژه در مقیاس بزرگ، کاری دشوار و نیازمند همکاری میان‌رشته‌ای است و همچنین فرایندی پرهزینه چه در مراحل ساخت و چه در هزینه‌های نگهداری محسوب می‌گردد. لذا معروف‌ترین مصادیق سازه‌های متحرک را در ساخت سقف‌های استادیوم‌های ورزشی، پوشش فضاهای باز، پل های متحرک و غیره می‌بینیم.

یکی از این موارد، چترهای باز شونده حیات مسجدالنبی است که ضمن تأمین نور، از تابش مستقیم اشعه خورشید به روی نمازگزاران جلوگیری می‌کند و ازلحاظ تنظیم شرایط محیطی، فضای کنترل‌شده‌ای را به وجود می‌آورد.

موزه هنر میلواکی که از آثار برتر جهان درزمینهٔ الهام از طبیعت است، می‌پردازیم. ساختمانی عظیم که ازلحاظ فرم و سازه شبیه بال پرنده است و دارای پوششی سفیدرنگ و شفاف می‌باشد. برای سازگاری با محیط و قابلیت هماهنگی با تغییرات محیط ازجمله نور خورشید برای تنظیم شرایط داخلی گالری‌ها ازلحاظ نور و سایه‌روشن، باله‌ای عظیم به حرکت درمی‌آیند و شرایط لازم و مناسب داخلی را فراهم می‌کنند. (گلابچی، ۱۳۹۳)



موزه هنر میلواکی در حالت بسته و باز بودن بال ها، یادآور پرنده‌ای است که بال خود را گشوده است.

باز و بسته شدن بال پرنده بحرانی‌ترین و پیچیده‌ترین عملکرد ساختمان موزه است.

شکل شماره ۲

تاریخچه سازه‌های متحرک

www.SID.ir

استفاده از سقف‌های متحرک در بناها از زمان‌های بسیار قدیم رواج داشته است. بناهای تاریخی بسیاری در زمان روم باستان یافت شده‌اند با استفاده از تیرهای چوبی و ترکه‌های عمودی و طناب، مسقف به سقف‌های متحرک می‌شدند تا هم از نور روز استفاده نموده و هم از باد و باران مصون بمانند. امروزه با رشد جمعیت، پیشرفت علم و تکنولوژی و نیاز بیشتر به سازه‌های سبک و سریع النصب باعث تکمیل این سازه شد. این سازه‌ها هنگام باز و جمع بودن اتصالات آن‌ها حفظشده و به‌صورت ساده و فشرده از میله‌های موازی درمی‌آیند که فضایی کمی اشغال می‌کنند به همین علت از این سازه به‌عنوان سازه موقت تا فضاپیما مورداستفاده می‌باشد. سقف متحرک نیز یکی دیگر از شیوه نوین معماری و سازه می‌باشد که قابلیت استفاده بهینه از فضا را دارا می‌باشد. (غفوری، ۱۳۹۳)

در دوره قاجاریه و در باغ سازی نیز از سازه‌های سبک در باغ‌ها به جهت ایجاد سایه در میان باغ استفاده می‌شده که در تابستان در زیر این چادرها، اوقات فراغت خود را می‌گذراندند و همچنین انواع مراسم را برگزار می‌کردند. (ایرانی بهبهانی،۱۳۸۲)

در دهه ۸۰ میلادی و در پی تصمیم دولت ایالات‌متحده آمریکا بود که برای تأسیس یک پایگاه فضایی، ناسا هزینه پژوهش در خصوص سازه‌های باز و بسته شونده را فراهم کرد تا سازه‌ای مناسب جهت حمل در فضاپیما و استفاده در فضا تولید شود. (مشایخ فریدنی، ۱۳۷۷)

این سازه باید این قابلیت را می‌داشتند که پس از حمل به فضا گسترش‌پذیر باشند و به‌اصطلاح باز شوند.

به کار بردن سازه‌های جمع شونده در قبایل بومیان آمریکا تا بربریان صحراهای آفریقا از این نوع ساختار برای سرعت بخشیدن به بنا کردن سریع و جمع‌کردن سریع چادرهایشان استفاده می‌نمودند.

استادیوم‌های ورزشی روم باستان اولین استادیوم‌هایی بوده است که از ساختار سقف متحرک استفاده می‌شده است. در قرن وسطی از بسیاری مخترعان ازجمله فرانسسکو بورجیو و لئوناردی داوینچی آثار نقاشی شده از ساختار سازه‌های متحرک به‌جامانده است. اولین سقف متحرک جهان در سال ۱۹۳۰ بنا شده است. در بیشتر نقاط جهان سقف‌هایی با چنین خصوصیات و استانداردهای جهان از قدیم قابل‌دسترسی می‌باشد که گواه این ادعاست که این نوع تکنولوژی تا امروز مورد استقبال فراوان قرار داشته است. (چیلتون، ۱۳۸۶)

مزایای سازه‌های متحرک

می‌توان بر اساس نحوه ساخت و استفاده مزایای زیر را برای این نوع سازه‌ها ذکر کرد:

۱-پیش‌ساخته بودن

۲-سبک و کم‌حجم بودن

۳-سهولت حمل‌ونقل

۴-نصب سریع و آسان

۵-عدم نیاز به نیروی متخصص و تجهیزات کم برای نصب و برچیدن سازه

۶-قابلیت جمع‌آوری و انتقال و نصب مجدد

۷-تنوع در شکل و طراحی

۸-قابلیت استفاده در ابعاد و اندازه‌های مختلف

۹-چندمنظوره بودن

پیشینه تحقیق

www.SID.ir

رویکرد	تحقیق
پیشینه تحقیق با رویکرد سیستم پنوماتیک	Pneumatic Skins in Architecture. Sustainable Trends in LowPositive Pressure Inflatable Systems عنوان: پوسته‌های پنوماتیک در معماری. روند پایدار در سیستم‌های با تورم فشار مثبت پایین Author: Alberto Gómez-González, Javier Neila, Juan Monjo این تحقیق بر روی بررسی و تحلیل انتقادی سیستمهای با تورم با فشار کم مثبت معماری متمرکزشده است.
	عنوان: سازه‌های هوای فشرده پنوماتیک Author: امیر تابان – محمود جلیلوند در این مقاله سعی شده است کلیاتی مفید و قابل کاربرد درزمینهٔ های سازه‌های فشرده پنوماتیک بیان شود.
	Structural Stability Analysis of Pneumatic Membrane Architecture under Influence of Internal Fire عنوان: تجزیه‌وتحلیل پایداری ساختاری معماری غشای پنوماتیک تحت تأثیر آتش داخلی Author: Lei Zhang, Guo-qing Zhu در این مقاله سعی بر محاسبه حداقل اختلاف بین فشار هوای داخلی و خارجی موردنیاز برای پایداری و مساحت سوراخ بحرانی در آتش ایجادشده است.
	عنوان: سازه‌های هوای فشرده یا سازه‌های بادی Author: علی‌اکبر حیدری، محمد فرخزاد در این مقاله کوشش بر آن است که به انواع این سازه‌ها اشاره شود و پس از بیان نظام سازه‌ای انتقال بار آن‌ها، مزایا و معایب هرکدام تشریح گردد و مصالح و شیوه‌های ساخت آن‌ها موردبحث قرار گیرد. دیگر اینکه تلاش بر بیان چگونگی رفتار سازه‌ای و عوامل مؤثر در نیروهای وارد برسازه است و توضیح نقاط قوت آن‌ها در عکس‌العمل پایداری نسبت به زمین‌لرزه.
	عنوان: کنترل هم‌زمان نیرو و موقعیت در یک سیستم پنوماتیک Author: محمد دلاور هدف از انجام این پایان‌نامه کنترل هم‌زمان موقعیت و نیروی سیستم‌های پنوماتیک مبتنی بر کاراندازهای تناسبی است. همچنین بهبود عملکرد این سیستم‌ها به‌منظور توسعه کاربرد و سهولت استفاده و پیاده‌سازی آن‌ها موردتوجه بوده است. برای رسیدن به این اهداف، سه رویکرد مدل‌سازی سیستم‌های پنوماتیک مبتنی برشیرهای تناسبی، خطی سازی روابط، طراحی و پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌های مناسب دنبال شده است.
	عنوان: سازه در معماری– سیستم‌های پنوماتیک Author: دکتر محمود گلابچی در این کتاب سعی بر آشنایی با سیستم‌های پنوماتیک و انواع آن شده است و همچنین چندین نمونه موردی موردبررسی قرارگرفته‌شده است.
	عنوان: درک رفتار سازه‌ها– سیستم‌های پنوماتیک

www.SID.ir

	Author: دکتر محمود گلابچی در این کتاب رفتار نیروها در انواع سیستم‌های پنوماتیک موردبررسی قرارگرفته‌شده است.
پیشینه تحقیق با رویکرد سیستم رباتیک	Experimental Implementation of Active Force Control and Iterative Learning Technique to A Two-link Arm Driven by Penumatic Artificial Muscles عنوان: اجرای آزمایشی کنترل نیروی فعال و تکنیک یادگیری مبتنی بر حرکت به دو بازوی که توسط عضلات مصنوعی پنوماتیک هدایت می‌شود Author: M MAILAH, H. H. MUN, S. KAZI , H. J AHANABADI در این مقاله قابلیت‌های عملی و امکان‌سنجی یک تکنیک کنترل نیروی فعال (AFC) با استفاده از یک الگوریتم یادگیری تکراری (IL)معروف به AFCAIL به یک بازوی مسطح دو پیوندی اعمال‌شده توسط یک جفت عضله مصنوعی پنوماتیک (PAM) برجسته شده است. نتایج حاصل از کار آزمایی آزمایشی، اثربخشی و استحکام برنامه PAM پیشنهادی AFCAIL را برای شرایط عملیاتی و بارگذاری شده تأیید می‌کند.
پیشینه تحقیق با رویکرد انرژی	Energy optimization of pneumatic actuating systems using expansion energy and exhaust recycling عنوان: بهینه‌سازی انرژی سیستم‌های تحریک پنوماتیک با استفاده از انرژی انبساط و بازیافت اگزوز Author: Hongwang Du, Chaochun Hu, Wei Xiong, Zhong'ai Jiang, Lu Wang این مطالعه یک مدار پل جدید را برای تحقق صرفه‌جویی در مصرف انرژی از طریق استفاده از انرژی گسترش هوای فشرده و انرژی اگزوز پیشنهاد می‌کند.
	Control of energy conversion and flowin hydraulic-pneumatic system عنوان: کنترل تبدیل و جریان انرژی در سیستم هیدرولیک-پنوماتیک Author: Sebastian Brol , Rafał Czok, Piotr Mróz این طرح برای ساخت نمونه اولیه کار از سیستم PH استفاده می‌شود. چهار الگوریتم کنترل پیشنهادشده و موردبررسی قرارگرفته است. مقاله به مسئله علمی می‌پردازد، که به‌عنوان کمبود اطلاعات در مورد چگونگی تغییر الگوریتم‌ها جریان انرژی در طول چرخه، بازده تبدیل انرژی و قدرت تعریف‌شده است.
	Applicability of bridge-type pneumatic energy-saving systems and its experimental validation عنوان: کاربرد سیستم‌های صرفه‌جویی در انرژی پنوماتیک از نوع پل و اعتبار آزمایشی آن Author: Hongwang Du, Chaochun Hu, Wei Xiong, Lu Wang سیستم پنوماتیک از نوع پل برای کنترل توالی زمان ورودی و اگزوز یک سیلندر هوا با چهار دریچه سوئیچ با استفاده از انرژی انبساط هوا برای کار برای صرفه‌جویی در انرژی است. بااین‌حال، این سیستم اغلب حساس است، و بنابراین، دقت کنترل می‌تواند نسبتاً ضعیف

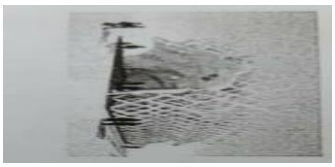
www.SID.ir

	باشد؛ بنابراین، کاربرد این سیستم همچنان آزمایش‌شده است. نتایج نشان داد که مدار پل برای محدوده مشخصی از شرایط کار تحت هر سیستم عمل معین کاربرد دارد و بی‌ثباتی مانند ریزش یا ضربه می‌تواند در خارج از این محدوده اتفاق بیفتد.

پیشینه طراحی

ردیف	نام بنا	سال و محل ساخت	مدارک تصویری	توضیحات
۱	پروژه عدن	انگلیس ژانویه سال ۱۹۹۶ میلادی		باغ عدن انگلیس به‌عنوان بزرگ‌ترین گلخانه جهان در کتاب گینس ثبت‌شده است. باغ عدن به شکل سه سازه حبابی‌شکل بسیار بزرگ ساخته شده است. در سازه‌این گلخانه از هیچ ستونی استفاده‌نشده است. نام معمار: نیکولاس گریمشاو
۲	تالار کنسرت بادی	ژاپن		این سازه بالون شکل که اولین تالار کنسرت بادی است. سفر خود را به نقاط مختلف ژاپن که در زمین‌لرزه و سونامی سال ۲۰۱۱ تخریب‌شده‌اند آغاز کرده است و سازندگان امیدوارند که بتوانند شادی و نشاط را در شکل موسیقی از طریق این سازه به آسیب دیدگان زلزله منتقل کنند.
۳	سازه‌های باز شونده حیاط مسجدالنبی	مدینه		چترهای باز شونده حیاط مسجدالنبی که ضمن تأمین نور، از تابش مستقیم اشعه خورشید به روی نمازگزاران جلوگیری می‌کند و ازلحاظ تنظیم شرایط محیطی، فضای کنترل‌شده‌ای را به وجود می‌آورد.
۴	پل تاشونده کیل	کانال کیل آلمان ۱۹۹۸		

www.SID.ir

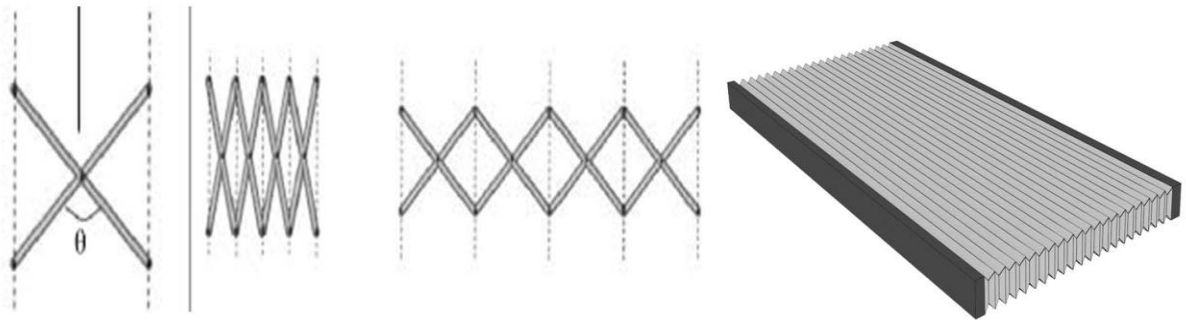
۵	غرفه یورک شایر	انگلیستان		نمای خارجی دارای لوله‌های پرشده از هوا که به شکل ساختار اتمی الماس‌ها چیده شده‌اند. حجم بنا یادآور فضای غار مانند معدن ذغال سنگ یورک شایر است.

روش تحقیق

روش تحقیق در مقاله حاضر به‌صورت تحلیلی و توصیفی و تحقیقاتی به شیوه کتابخانه‌ای و از منابع و اطلاعات موجود در مقالات و کتب معتبر جمع‌آوری‌شده است.

طرح پیشنهادی

برای طرح پیشنهادی از سازه قیچیسان الگو گرفته‌شده است. سازه‌های قیچیسان خاصیت باز و جمع شوندگی را دارند لذا می‌تواند یک سازه متحرک مناسبی برای سقف باشد. با تلفیق سازه قیچیسان و سازه پنیوماتیک چنین طرحی حاصل می‌شود که این طرح علاوه بر اینکه عایق مناسبی در برابر نفوذ گرما به داخل یا خروج آن می‌باشد، ازلحاظ سازه‌ای بسیار سبک‌وزن است که باعث کاهش وزن کلی سازه می‌شود.



روش کار این سازه به این شکل می‌باشد که با دمیدن هوا به داخل غشاها باعث باز شدن سازه می‌شود و با مکیدن هوای داخل غشاها باعث جمع شدن آن می‌شود. در بدنه این سازه سنسور حساس به تابش نور وصل شده است که بتواند به‌صورت هوشمند عمل کند. این سازه را هم می‌توان به‌صورت منفرد یا دوتایی در سقف استفاده کرد و هم می‌توان به‌صورت شبکه‌ای گسترده و به‌هم‌پیوسته که همه آن‌ها به یک سیستم هوشمند برنامه‌ریزی‌شده حساس به تابش خورشید استفاده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

مزایای پژوهش

۱-عایق صوتی و حرارتی مناسب: با توجه به دولایه بودن و هوای ما بین آن در سازه‌های پنیوماتیک، سازه‌های پنیوماتیک می‌تواند عایق حرارتی و صوتی مناسبی باشد.

۲-سبک بودن سازه: با توجه به اینکه سازه پنیوماتیک فقط از غشا و هوا تشکیل‌شده است پس در واقع وزن ناچیزی دارد که باعث کاهش وزن کلی سازه می‌شود.

۳-هزینه حمل کمتر: به دلیل وزن ناچیز مصالح نیازی به استفاده از ماشین‌آلات سنگین‌وزن برای حمل مصالح نیست.

۴-هزینه مصالح کمتر به نسبت دیگر سازه‌ها

۵-حجم مصالح مصرفی کمتر

۶-مصرف انرژی کمتر: در حمل مصالح، نصب سازه و استفاده از انرژی مکانیکی نسبت به دیگر سازه‌های کنتیک انرژی کمتری مصرف می‌شود.

نتیجه‌گیری

این مقاله با توجه به مطالعه مقدار زیادی از طرح‌های بین‌المللی، به‌طور عمده در دهه گذشته که از طریق طیف گسترده‌ای از پارامترهای کیفی مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است، روند مربوطه را خلاصه می‌کند. استفاده از سیستم‌های تورم یا جنبشی که کم توسعه هستند، می‌توانند به بهینه‌سازی انعطاف‌پذیری غشا و خواص مورفولوژیکی کمک کنند. همچنین، بهبود استراتژی‌های اقلیمی تطبیقی، باید در کشورهایی با شرایط شدید و تابستان گرم ساخته شود. امکان روشنایی و تابش کنترل خورشیدی، اجازه می‌دهد تا استفاده از این فناوری در مناطق مختلف آب‌وهوایی، بهره‌گیری از شرایط هر منطقه است. همچنین، طراحی سیستم‌های تهویه طبیعی، یکپارچه در مورفولوژی غشا، به بهبود بهره‌وری از سازه کمک خواهد کرد.

در این پژوهش سعی شده با بهره‌گیری از سازه‌های پنوماتیک، سازه‌های کینتیکی را ارائه کرد که بتواند مصرف انرژی را به حداقل برساند و میزان استفاده از نور خورشید را به حداکثر برساند. هدف اصلی این تحقیق طراحی سقف متحرک حساس به زاویه تابش خورشید است که به میزان انرژی دریافتی از خورشید باز و بسته شود. همچنین با بهره‌گیری از سازه‌های پنوماتیک هزینه و حجم مصالح مصرفی و مهم‌تر از همه میزان وزن مصالح مصرفی که از بار ساختمان کم می‌شود را به‌اندازه چشمگیری کاهش داد.

مراجع

۱-افضلی, نرگس و سارا حمزه لو، ۱۳۹۵، تحرک در معماری و پارامترهای مؤثر در طراحی معماری کینتیک، چهارمین کنگره بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس، دانشگاه شهید بهشتی

۲- تابان, امیر و محمود جلیلوند، ۱۳۹۲، سازه‌های هوای فشرده پنوماتیک، اولین همایش ملی مصالح ساختمانی و فن آوریهای نوین در صنعت ساختمان، میبد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد

۳- حیدری اکبر، علی و فرخ زاده، محمد، ۱۳۹۰، سازه‌های هوای فشرده یا سازه‌های بادی، نشریه نامه معماری و شهر سازی، شماره ۷ (پاییز و زمستان ۱۳۹۰)

۴- دلاور، محمد، ۱۳۹۲، کنترل هم‌زمان نیرو و موقعیت در یک سیستم پنوماتیک، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده مهندسی مکانیک

۵- غفوری، افسانه. (۱۳۹۳). سازه‌های باز شونده و جمع شونده، متحرک. مقاله منتشر شده در کنفرانس مصالح و سازه‌های نوین در علم مهندسی عمران.

۶- گلابچی، محمود و خرسند نیکو، مرتضی، ۱۳۹۳، تهران: دانشگاه تهران، موسسه انتشارات

www.SID.ir

۷- گلابچی، محمود. ۱۳۹۴، سازه در معماری، تهران: دانشگاه تهران، موسسه انتشارات

۸- گلابچی، محمود. ۱۳۹۵، درک رفتار سازه‌ها، تهران: دانشگاه تهران، موسسه انتشارات

۹- نیک اندیش، ۱۳۸۳، بررسی نقش آب و هوا در سبک معماری و گچبری در منطقه کاشان، دانشگاه پیام نور

10-Alberto Gomez-Gonzalez, Javier Neila, Juan Monjo (2011). Pneumatic skins in architecture. Sustainable trends in low positive pressure inflatable systems, 21, 125-132

11-Lei Zhang, Guo-qing Zhu (2014). Structural Stability Analysis of Pneumatic Membrane Architecture under Influence of Internal Fire, Procedia Engineering 71, 629 – 636

12-M. MAILAH, H. H. MUN, S. KAZI, H. JAHANABADI (2011). Experimental Implementation of Active Force Control and Iterative Learning Technique to A Two-link Arm Driven by Pneumatic Artificial Muscles, Conference: Proceedings of the 10th WSEAS international conference on Computational Intelligence

13-Hongwang Du, Chaochun Hu, Wei Xiong, Zhong'ai Jiang, Lu Wang (2020). Energy optimization of pneumatic actuating systems using expansion energy and exhaust recycling, Jornal of Cleaner Production, Volume 254, 119983

14-Sebastian Brol, Rafał Czok, Piotr Mróz (2020). Control of energy conversion and flow in hydraulic-pneumatic system, Energy, Volume 194, 116849

15-Hongwang Du, Chaochun Hu, Wei Xiong, Lu Wang (2020). Applicability of bridge-type pneumatic energy-saving systems and its experimental validation, Heliyon, Volume 6, Issue 5, e03826

www.SID.ir