

ارائه مدلی جهت پیاده سازی نقوش اسلامی بر سازه های فضاکار

با مطالعه موردی سقف چلیک و گنبد

رعنا احمدیان یزدی - رضا بابایی سمیرمی

دانشجوی کارشناسی ارشد عمران (سازه) دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود ranaahmadianyazdi@gmail.com

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود r_babaei@shaahrodot.ac.ir

چکیده

امروزه با توجه به استفاده روز افزون از سازه های فضاکار و با به وجود آمدن نرم افزارها در عرصه سازه، نوآوری‌هایی در زمینه طراحی و ساخت سازه های فضاکار صورت گرفته است. از طرفی با پیشرفت تکنولوژی عامل زمان اهمیت بیشتری یافته و باعث روی آوردن به سازه های پیش ساخته شده است. این نوع سازه ها به دلیل اشکال بسیار متنوع از جمله گنبدی، چلیکی، قوسی، شبکه ای مسطح دو یا چند لایه و ... دارای جذابیت فراوان هستند. از آنجا که کشور ما دارای معماری غنی و منحصر به فردی است، استفاده از سیستم‌های سازه ای میبایست مطابق با الگوهای معماری ایرانی باشد. در این مقاله سعی شده است کلیاتی مفید و قابل کاربرد در زمینه سازه های فضاکار و استفاده از نقوش هندسی ایرانی - اسلامی در ساختار سازه های فضاکار بیان شود.

واژه های کلیدی: سازه فضاکار، چلیک، گنبد، نقوش هندسه اسلامی ایرانی

۱ - مقدمه

امروزه با پیشرفت تکنولوژی، نیازها و خواسته های جدیدی در زمینه مهندسی سازه رخ نموده است. عامل زمان در ساخت سازه ها اهمیت دو چندان یافته و این امر گرایش به سازه های پیش ساخته را افزایش داده است همچنین با افزایش جمعیت جوامع بشری علاقه به داشتن فضاهای بزرگ بدون حضور ستون های میانی خواهان بسیار پیدا کرده است در این مقاله منظور از عبارت سازه فضاکار سیستم های اسکلت فلزی بوده که از بافت تعداد زیادی المان یا مدول با شکلهای استاندارد به یکدیگر تشکیل میشوند و نهایتاً یک سیستم سبک و با صلبیت زیاد را ایجاد می کنند. از دیدگاه تاریخی اولین سازه های فضاکار گنبدهایی بود که توسط مهندسان آلمانی، اشودلر^۱ و زیمرمن^۲ کامل شده و این تجربه های آغازین تقریباً تا سال ۱۹۳۷ هنگامی که دکتر هاسن تمایل به سازه های فضایی را دوباره رواج داده فراموش شده بود. سازه های فضاکار در اشکال متنوعی ساخته میشوند که مهمترین آنها عبارتند از: چلیک ها، گنبدها، قوس ها و شبکه های مسطح دو یا چند لایه. مثالهای متعددی از سازه های فضاکاری که در دنیا و ایران ساخته شده است وجود دارد: از جمله مراکز فرهنگی، سالن های اجتماعات، مراکز خرید، ایستگاههای قطار و ... با توجه به مزایای زیاد و کاربرد روزافزون سازه های فضاکار در عملکردهای متنوع معماری و لزوم استفاده از تکنولوژیهای نوین بومی شده و ارج نهادن به معماری غنی ایرانی، در این مقاله

¹ Schwedler
² zimmerman

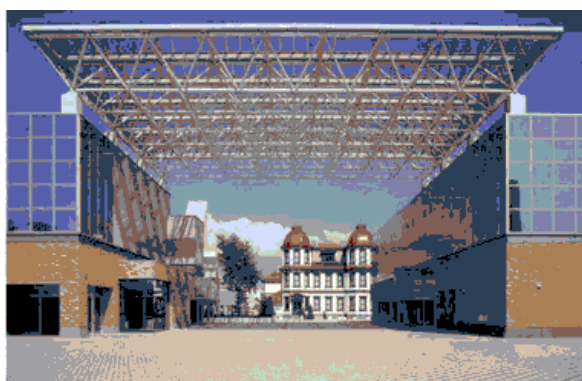
۲- تعریف و تاریخچه سازه های فضاکار

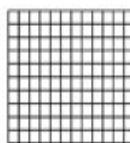
سازه های فضاکار شکلهای هندسی منظمی هستند که در کنار یکدیگر تکرار شده و با اتصال مکرر اجزای سازه فضایی، شبکه ای مستحکم و یکپارچه با ساختاری سه بعدی به وجود می آورند این اجزا از المان های طولی و همچنین اتصال هایی که هر روز بر انواع آنها افزوده می شود تشکیل می شوند. پس در حالت کلی به سازه ای که اصولا رفتار سه بعدی داشته باشد، به طوری که به هیچ ترتیبی نتوان رفتار کلی آن را با استفاده از یک یا چند مجموعه مستقل دو بعدی تقریب زد، سازه فضاکار نامیده می شود. با این تعریف طیف وسیعی از سازه ها، یعنی حتی برخی از قوس ها و گنبد های آجری گذشته نیز جزو سازه های فضاکار محسوب می شوند، اما در اینجا منظور سازه های سه بعدی خاصی هستند که معمولا دارای اعضای مستقیم با اتصالات صلب یا مفصلی می باشند (سعیدی ۱۳۷۸). با استناد به گزارشی که در رابطه با وضعیت موجود سازه های فضاکار توسط انجمن بین المللی پوسته ها و سازه های فضایی انتشار یافت، میتوان یک سازه فضایی را به صورت یک سیستم سازه ای در نظر گرفت که از عضوهای خطی تشکیل شده است و طرز قرارگیری آنها به گونه ای است که بارها به صورت سه بعدی منتقل می شوند.

۳- انواع سازه های فضاکار

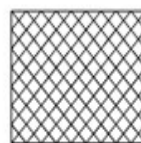
شبکه های تخت

به ترکیب یک سیستم یک یا چند وجهی با لایه های واحد شبکه گفته می شود. شبکه مسطح ترکیبی از یک دو وجهی که با تیرهای واحد متصل شده است می باشد. شبکه های تخت می توانند دارای یک، دو یا سه و حتی چند لایه باشند، ولی بیشتر به صورت دولایه مورد استفاده قرار می گیرند. شبکه های دو لایه از دو صفحه موازی که به وسیله عناصری به هم متصل گردیده اند تشکیل می شوند (نوشین ۱۳۸۰). زمانی که اعضا در شبکه دولایه طولی شوند برای جلوگیری از خطر کمانش کردن از شبکه های سه لایه استفاده می شود و با توجه به اینکه نیمی از هزینه های سازه های فضاکار را پیوندها تشکیل می دهند این نوع سازه ها اغلب غیر اقتصادی است.

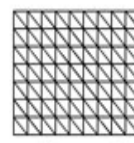




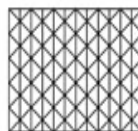
(a) Two-way grid



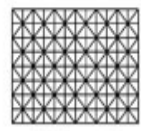
(b) Diagonal grid



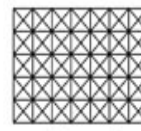
(c) Three-way grid



(d) Three-way grid

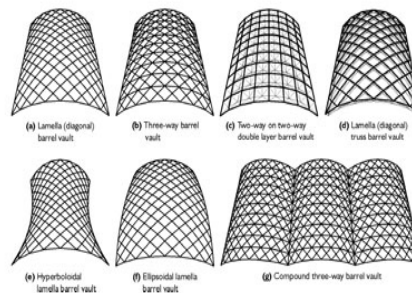


(e) Four-way grid



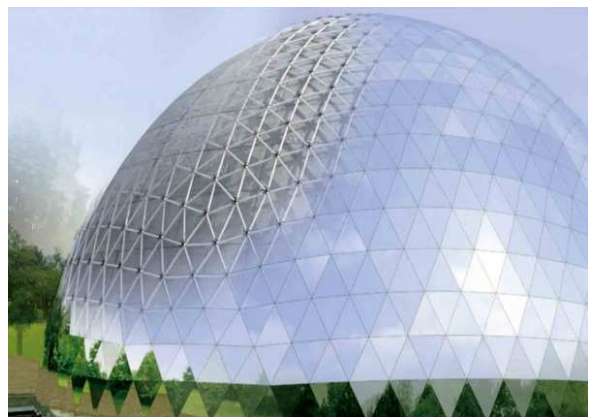
(f) Four-way grid

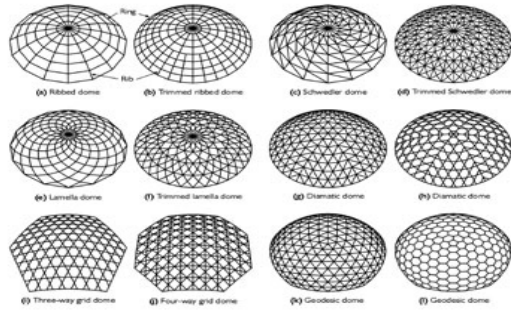
به شبکه ای که در یک جهت دارای انحنا باشد، چلیک می گویند. این سازه بیشتر برای پوشش سطوح مستطیلی دالان مانند استفاده شده و بعضاً فاقد ستون می باشند و روی لبه های چلیک که به تکیه گاه متصل است، قرار میگیرند. اگر چلیک یک لایه باشد اتصالات به شکل صلب است. چلیک ها اغلب به شکل ترکیبی استفاده می شوند و تیر کمری نقش ترکیب کردن چلیک ها به یکدیگر را بازی می کنند. نکته ای که در طراحی این نوع سازه ها باید در نظر گرفت این است که انتهای چلیک باید قوی باشد و این تقویت را می شود به وسیله تیر، تیر و ستون و شکل خورشید مانند انجام داد.



گنبد

اگر شبکه ای در دو جهت دارای انحنا باشد، گنبد نامیده می شود. شاید رویه یک گنبد بخشی از یک کره یا یک مخروط یا اتصال چندین رویه باشد. گنبدها سازه هایی با صلبیت بالا می باشند و برای دهانه های بسار بزرگ تا حدود ۲۵۰ متر مورد استفاده قرار می گیرند. ارتفاع گنبد باید بزرگتر از ۱۵٪ قطر پایه گنبد باشد. گنبدها دارای مرکز هستند (سعیدی ۱۳۷۸).





۴- نقوش هندسه ایرانی - اسلامی

در معماری اسلامی ایران، همچون معماری سایر ملل اسلامی، نقش جایگاه ویژه ای دارد. نقوش سطوح بنا را درمینوردند و در و دیوار و سقف و پنجره را زینت میبخشند. هنگامی که از نقش اسلامی سخن می رود به دو دسته نقوش گیاهی و نقوش هندسی اشاره می شود. نقش هندسی مجموعه ای از شکل های منظم هندسی است. از ترکیب این شکل ها بافت هندسی کامل و منظمی پدید می آید. نقش هندسی که اهل فن آن را گره می نامند، بافت گوناگونی از شکل های منظم هندسی است. بافت پیچیده ای که همگی ترکیبی منظم و همگن دارند و می توانند از همه سو گسترش یابند بدون آنکه ترکیب هماهنگشان دستخوش تغییر شود. در شکل زیر نمونه



پنجره چوبی مسجد سید اصفهان



نقوش به کار رفته در بازار هنر اصفهان

هایی از نقوش اجرا شده در آثار معماری سنتی ایران نشان داده شده است.

این گونه طرحها تقریباً در همه هنرهای سنتی چه غربی و چه شرقی دیده می شود که به عنوان نمونه می توان به تزئینات شیشه های پنجره های کلیساهای جامع سبک گوتیک اشاره کرد. اما این اشکال هندسی در هنر اسلامی گسترده می شوند و دارای ضابطه ای منطقی می گردند و به کمال می رسند. از هنر گره چینی یا گره سازی از دیرباز در مساجد و اماکن مذهبی، منازل شخصی و در ساختار پنجره ها، ارسی ها، درهای ورودی داخل، منبرها و نرده ها و سقف های چوبی استفاده شده است. در جدول زیر برخی از گره های پرکاربرد در معماری ایرانی ارائه شده است.

عنوان گره	شکل هندسی	عنوان گره	شکل هندسی
هشت چهار لنگه		هشت بازوبندی	
هشت صلیب		چهار لنگه الماس تراش	
هشت پنج		طبل خفته راسته	
هشت مربع آلت لغت		کند دو پنج	
هشت مربع		تند دو پنج	

آنچه سازه های فضاکار را از دیگر سازه ها متمایز می سازد آن است که :

شکل منظم سازه های فضایی یا سازه فضا کار به لحاظ معماری با ارزش می باشد و از این روست که بسیاری از معماران در سالنها و مراکز اجتماعات و غیره سازه فضایی را به نمایش می گذارند

تنوع در کاربرد سازه فضاکار یا سازه فضایی

صرفه جویی اقتصادی سازه فضاکار یا سازه فضایی

امکان عبور تأسیسات برقی حرارتی و ... از فضای بین لایه های سازه فضاکار

سازه های فضایی یا سازه فضا کار بعلت تعداد گره ها تکیه گاه لازم را برای شبکه های ارتباطی و تأسیساتی و در صورت نیاز سقف کاذب تامین کرده و از این راه موجب صرفه جویی در هزینه کلی می باشد

سرعت در تولید و اجرای سازه فضاکار

امکان مونتاژ و ديمونتاژ سازه فضایی در هر مرحله از اجرا و پس از اجرا

اجرای سازه فضایی یا سازه فضا کار به شکلهای مختلف

امکان پوشش دهانه های وسیع بدون ستون توسط سازه فضایی: سیستم سازه فضایی یا سازه فضا کار قادر به پوشاندن دهانه های بزرگ با حداقل مواد مصرفی می باشد

وزن کم عناصر سازه فضاکار

سختی زیاد سازه فضایی تغییر شکل سازه فضاکار را پایین می آورد

درجه نامعین سازه فضایی بالا بوده و معمولا خرابی موضعی ، باعث خرابی کل سازه فضاکار نمی گردد

بعلت رفتار سه بعدی سازه فضاکار ، توزیع تنش در تمام جهات انجام می گردد

ضریب ایمنی بالای سازه فضاکار در برابر طوفان زلزله آتش سوزی

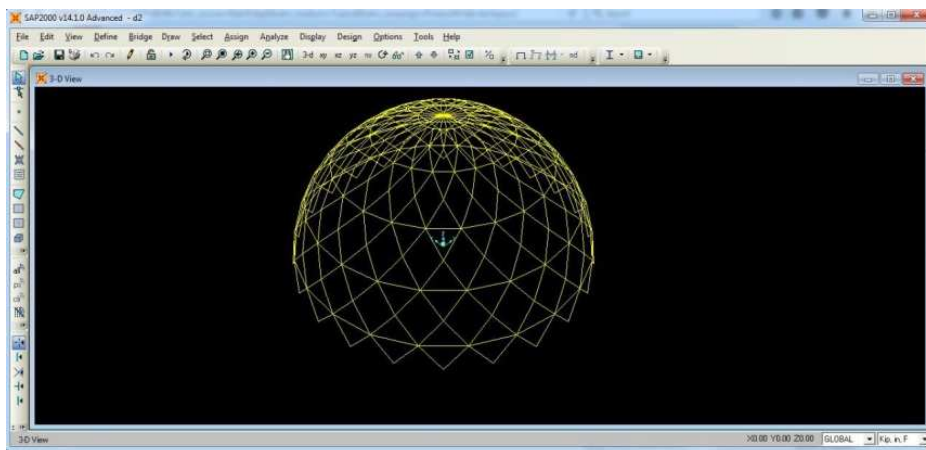
سازه فضا کار به علت یکپارچگی در مقابل انفجارات زلزله و حملات هوایی ، از انواع دیگر سازه ها بسیار مقاوم تر میباشد . همچنین آزمایش نشان داده که مقاومت آنها در مقابل آتش سوزی از بقیه سازه ها بیشتر است.

۵- شرح کار (طراحی سقف فضاکار)

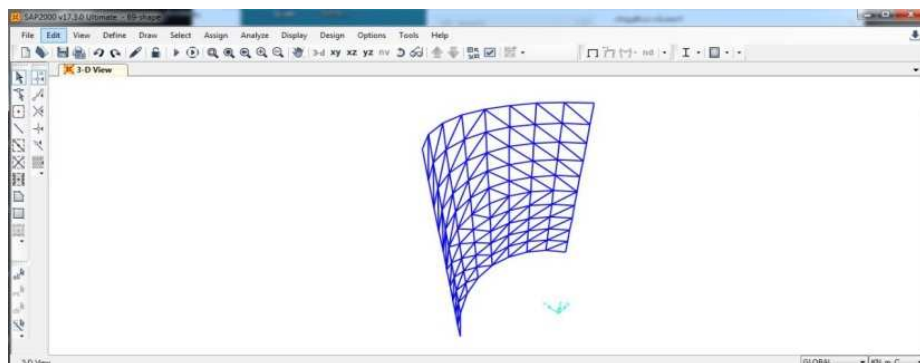
در اینجا برای مدلسازی نقوش هندسی به عنوان ساختار تشکیل دهنده سازه فضاکار نمونه ای چلیک با نقش دو راهه و یک نمونه گنبد فضاکار توسط نرم افزار Sap2000 طراحی کرده ایم که مدل هندسه ایرانی - اسلامی طراحی شده روی سقف چلیک چهار لنگه الماس تراش می باشد که در شکل ۳ نشان داده شده است. با استفاده از طراحی سازه فضاکار در این نرم افزار میتوان به فرم ها و نقوشی دست یافت که در ذهن ما قبلا وجود نداشته اند هدف بومی سازی سازه ارائه الگوهایی از سازه فضاکار با تمرکز بر نقوش

مدول های
است.

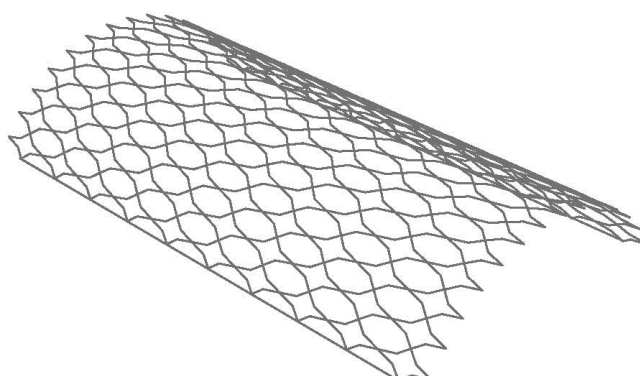
هندسه به عنوان
فرمی و ساخت آن



شکل ۱



شکل ۲



شکل ۳

۶- نتیجه گیری

در این مقاله تلاش بر این بود که اصولی هر چند مجمل درباره سازه های فضاکار بیان شود. استفاده از سیستمهای سازه ای و تکنولوژی های روز دنیا بدون توجه به ارزش ها و فرهنگ یک کشور، چالشی ایجاد می کند که برای برون رفت از مشکلات ناشی از عدم تطابق ارزشهای کشور میزبان با تکنولوژی های جدید، می بایست فناوری های نوین نیز بومی سازی شوند. هدف از بومی سازی ارائه راهکارهای عملی برای نزدیک تر ساختن تکنولوژی های نوین با چارچوب فرهنگ، هنر، معماری و شرایط زندگی در کشور است. در این مقاله بعد از معرفی انواع سازه های فضاکار و نقوش هندسی و انواع گره های پرکاربرد در معماری ایرانی - اسلامی، به طراحی سازه فضاکار چلیکی و گنبدی و ایجاد نقش ایرانی - اسلامی با طرح چهارلنگه الماس تراش در چلیک پرداخته شد که نشان از تطبیق تکنولوژی روز با بومی سازی سازه می باشد.

مراجع

۱. السعید، ع، پارلمان، ع، نقش های هندسی در هنر اسلامی، ترجمه مسعود رجب نیا
۲. کاوه، ع، تحلیل، طراحی و ساخت سازه های فضایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
۳. گلابچی، م، سازه های مشبک فضایی، انتشارات دانشگاه تهران
۴. معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، آیین نامه سازه های فضاکار، نشریه شماره ۴۰۰

1. Fehn, S.(1983), The Thought of construction.per Olaf fjeld and Rizzoli International Publications, p.46
2. Narayan,s,(2006),space structures: principles and practice, multi-science publishing co, ISBN
- 3.Pearce, P.(1978).Structure in nature is a strategy for design. The MIT Press,ch.2