

گنبد و هویت بخشی به معماری امروز

وحدانه فولادی*

E-mail: v.fooladi@ymail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۶

چکیده

یکی از راه‌حل‌ها برای تدبیر معضل معماری امروزی ایران که آن را از محتوا و مفاهیم عالی تهی کرده و با چالش مواجه ساخته است، برقراری پیوند با معماری گذشته و تداوم آن است. تحقیق حاضر به چگونگی احیای گنبد به عنوان عنصری از هویت معماری ایران می‌پردازد. به همین منظور عنصر گنبد، از جنبه‌های گوناگون و با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی و مقایسه‌ای و ابزار کتابخانه‌ای، بررسی شده است. نتیجه این‌که گنبد ایرانی، دارای شاخصه‌هایی نظیر پشتوانه اصیل تاریخی و زیبایی‌شناسانه، مقاومت ذاتی هندسی به لحاظ نیارش و همچنین خنک نگه داشتن فضای تحت پوشش آن در فصول گرم سال در نواحی اقلیمی گرم و خشک ایران در گذشته، است که موجب هویت بخشی به معماری نواحی مرکزی ایران می‌شود. بازشناسی این شاخصه‌ها به احیای این عنصر در معماری معاصر کمک خواهد کرد.

کلید واژه‌ها: احیای گنبد، بازشناسی گنبد، معماری ایران، معماری معاصر،

هویت.

* استادیار گروه معماری دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران،

نویسنده‌ی مسؤول



مقدمه و طرح مسأله

نحوه‌ی پیدایش گنبد در صورتی که براساس تقاضا و امکان پاسخگویی به نیازها جست‌وجو شود، لاجرم شامل احساس نیاز به دهانه‌های وسیع، ارتفاع بلند، شکوه و عظمت بنا و از طرف دیگر محدودیت‌های مرتبط با مقاومت مصالح، مهارت کارگران و فناوری‌های روزگار خویش است. از طرفی دیگر «اشکال منحنی معماری تأثیر حیاتی در رفتار محیطی از نظر ترویج ارتباط، ترغیب جنبش، ارتقای روحیه، کمک به جهت‌گیری، تغییر ادراک، افزایش تجربه اجتماعی، افزایش لذت، حمایت از حس اجتماعی، از بین بردن فاصله و مرزهای اجتماعی دارد» (عدنان و مهدیونس، ۲۰۱۲: ۳۴۱). هم‌چنین انتقال تجارب گذشتگان از نسلی به نسل دیگر باعث پیشرفت علمی و فنی، تداوم فرهنگی، تحکیم هویت ملی، تقویت حس خود اتکایی بوده است و زمینه را برای موفقیت‌های جدیدتر علمی و فنی و دستیابی به توسعه پایدار فراهم می‌آورد. یکی از شاخص‌ترین عناصر در معماری ایران، گنبد، در بسیاری از بناهای بومی و سنتی، مسجد، مدرسه، مقبره، بازار، کاروانسرا، یخچال، حمام، خانه و غیره به‌خصوص در نواحی مرکزی کشور، به‌طور وسیع کاربرد داشته است. به‌جهت باززنده‌سازی این عنصر در معماری ایران، اولین قدم، اجتناب از تقلید و بلکه افزایش دانش نسبت به چرایی و چگونگی تأثیر آن بر هویت معماری ایران است.

سؤال تحقیق

چگونه می‌توان عنصر گنبد را به‌عنوان عنصری از هویت معماری ایرانی، در معماری معاصر ایران احیا کرد؟

بحث نظری

هویت ملی ادراک یک ملت از چیستی و کیستی خود در مقابل ملت‌های دیگر است تا به این وسیله خود را از دیگران باز شناسد و به داشته‌های خود احساس تعلق کند (گودرزی و بختیاری، ۱۳۹۵: ۵۳). هر جامعه‌ای از طریق حافظه‌ی جمعی‌اش خود را تعریف می‌کند، به دیگران می‌نمایاند و بدون حافظه‌ی جمعی درک کیستی و چیستی افراد و گروه‌ها میسر نمی‌شود. حافظه‌ی جمعی بقا و ماندگاری صاحبان هویت‌های جمعی مثل ملت‌ها را تضمین و مانع میرایی آنها می‌شود. حافظه‌ی جمعی بازدارنده‌ی فراموشی گذشته و عامل اتصال آن با حال و انتقال به آینده است و زمانی این ارتباط را

برقرار می‌کند که به‌طور سازنده برای نسل‌های بعد روایت شود (کریمی، ۱۳۹۲: ۳). هنر معماری یکی از بارزترین نموده‌های تمدن هر ملتی است. معماری ایران و آنچه که از گذشته تاکنون به یادگار مانده است، شناسنامه معتبر مردم در این سرزمین است. «فرم‌های هنری و معماری، ترجمه بصری فرهنگ و هویت ما بوده‌اند. این هویت ایجاب می‌کند راهکارهایی در جهت احیا، ترویج و گسترش فرهنگ معماری اسلامی - ایرانی صورت گیرد» (بلخاری، ۱۳۹۰: ۲۰). تأکید بر عناصر اصیل معماری ایران که بخش جدایی‌ناپذیر حافظه جمعی ساکنان است، موجب تمایز بنا و سیمای شهر ایرانی از سایر بناها و شهرها می‌شود. گنبد یکی از شاخص‌ترین عناصر در معماری سنتی ایران، ویژگی‌هایی به لحاظ بنیاد تاریخی، زیبایی‌شناسی، فن ساخت و اقلیم نواحی مرکزی ایران دارد که موجب هویت‌بخشی به معماری سنتی کشور بوده است. در صورت بازشناسی و به روز کردن این شاخص‌ها در کنار تعهد به کارگیری اصول شناخته شده در فرایند طراحی، هویت معماری پیشرفته به منصف ظهور خواهد رسید.

روش تحقیق

در پژوهش حاضر، گنبد به‌عنوان عنصری اصیل در معماری ایران، به لحاظ تاریخی، زیبایی، نیارشی و اقلیمی به‌طور کلی و در اصفهان به‌طور خاص مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا از نتایج تحقیقات بنیادی به منظور به‌کارگیری مجدد گنبد در معماری استفاده شده است. در نتیجه تحقیق، رویکردی کاربردی دارد. روش کتابخانه‌ای، روش اصلی گردآوری داده‌ها است. از راهبردی کیفی جهت توصیف و تحلیل داده‌ها، استفاده شده است. جهت کسب اعتبار یافته‌ها، از منابع و مراجع دارای اعتبار، به گونه‌ای که از نتایج تحقیقات افرادی که در زمینه‌های مرتبط صاحب‌نظر هستند و یا تحقیقاتی که در منابع علمی معتبر به چاپ رسیده‌اند، استفاده شده است.

یافته‌های تحقیق

۱- گنبد از نگاه تاریخ‌گرایانه

وجه تاریخی هویت، ارتباط انسان را با تاریخ برقرار می‌کند و او را به سمت ساختن آینده با بهره‌گیری از امکانات حال هدایت می‌کند (نقی‌زاده، ۱۳۸۶: ۳۱۷). «زیستگاه حیوانات، مانند لانه پرنده، تپه مورخانه و بیتوته سنگ آبی، با اشکال منحنی ساخته شده‌اند. معماری بومی، بعضاً، مانند کلبه‌های گلی، کلبه‌های کاه و کلش و کلبه اسکیموها هم



گنبدی می‌باشد. معماری نخستین نیز اشکال منحنی و به‌خصوص، شکل گنبد داشته است. اخیراً نیز با گسترش امکانات هسته‌ای فرم‌های منحنی در میدان‌های رقابت معماری توسط نسل‌های مختلف معماران در سراسر جهان به وجود آمده است» (عدنان، ۲۰۰۵).

پیرنیا (۱۳۵۲) پیدایش گنبد در ساختمان را از هزاره دوم و ساخت آن را به ایرانیان نسبت می‌دهد، وی معتقد است که طاق و گنبد و چفد (قوس) در ایران پیشینه‌ای کهن داشته و معماران روزگار باستان نمونه‌های شگفتی از آن را در معبد چغازنبیل و آرامگاه‌های سردابی ساخته‌اند. استاد پیرنیا اشاره می‌کند که طاق و چفد ایرانی تابع فلسفه بر مبنای ریاضی ویژه است که پایگاهی ارجمند در معماری و فن ساختمان دارد.

قاسمی (۱۳۸۷) گنبد شکل یافته بر پلان مربع را از جمله ارمغان‌های معماری ایران به جهان و از ابداعات ایرانیان دانسته که در شیوه پارتی ابداع شده است. «به طور دقیق می‌توان اولین پوشش گنبدسازی اصولی را در فیروزآباد فارس ... از دوره اواخر اشکانی و اوایل دوره ساسانی ... دانست که به شکل یک پوسته از ملات مرغوب گچ و سنگ ساخته شده و با پایداری تا امروز باقی مانده است» (گذار و گذار، ۱۳۹۰: ۲۹۰). شوازی (۱۳۸۶) به شیوه‌های ایرانی اشاره می‌کند که در آن معماران قدیمی‌ترین مساجد را تقلید کردند، شیوه‌هایی که طی دوره ساسانیان در سوریه استقرار یافته بود، به مصر و از مصر به اسپانیا راه یافت. گذار و دیگران (۱۳۸۷) ابتکار عمل ایرانیان در ساخت گنبد را خصیصه پر ارزش و مبین ابتکاری می‌داند که ایرانیان برای هماهنگ ساختن گنبد با مربع زیر سقف از خود نشان داده‌اند، علاوه بر این ساخت طاق‌ها در ایران بدون کمک چوب‌بست را آنچنان راحت و آسان برمی‌شمارد که با مصالحی ناچیز و در مدت زمانی اندک ساخته می‌شود، و این روش ماهرانه را در نتیجه‌ی دستاورد تجربه‌ای بسیار طولانی قلمداد می‌کند. پیرنیا (۱۳۵۲) معتقد است «با پیشرفت فن ساختمان گنبد در ایران و اندکی پس از آن در کشورهای دیگر هم گنبدهایی حتی با دهانه‌های بزرگتر از گنبدهای ایرانی زده شده است، ولی گنبد ایرانی دارای ویژگی‌های چندیست که آن را شاهکار کرده است». و نیز «نفوذ روش گنبدسازی ایرانی در باختر زمین ... تحول چشم‌گیری در معماری آن مناطق به وجود آورده است» وی می‌افزاید که انتخاب شکل تخم مرغی به جای نیم‌کره برای گنبد زیرین و استفاده از پوشش زیرین (مانند ایران) به معماران مغرب‌زمین امکان داده است که گنبد نازک و خوش اندامی پدید آورند. او معتقد است که سرانجام فن گنبدسازی ایرانی روش پوشش‌های پوسته‌ای را در عصر ما

به ارمغان آورده، چنان‌که پیش از آن هم شاهکارهایی چون گنبد سن‌پیرا از هنر بارور ایرانی زاده بود.

۲- گنبد از نگاه زیبایی‌شناسانه



شکل ۱: مسجد جامع اصفهان. دید پرنده از مسجد جامع در میان بافت شهری اصفهان

مأخذ: <http://www.iranicaonline.org/articles/isfahan-x3-mosques>

نقی‌زاده (۱۳۸۶) ارتباط ناگسستگی و غیرقابل تفکیک میان زیبایی و هویت، و توجه به وحدت مبانی نظری آنها را از اصلی‌ترین موضوع‌هایی می‌داند که در ایجاد محیطی زیبا و با هویت و مطلوب حیات انسانی مؤثر است. در پاسخ به چستی زیبایی‌عاملی (۱۳۸۵) به نظر شوان (۱۳۸۰) اشاره کرده که معتقد است «زیبایی آینه‌حظ و حقیقت است. اگر عنصر حظ نباشد، فقط شکل یا صورتی عریان، هندسی، ضربدار و یا واجد هرگونه کیفیت دیگر، باقی می‌ماند و بدون عنصر حقیقت، تنها تمتع ذهنی و یا به بیانی دیگر فقط تجمل و شکوه خواهد بود». ولی استیرلن (۱۳۷۷) حیطه‌ی نظری و عمل معماران ایرانی را به مقوله زیبایی‌شناختی محدود نمی‌کند و ابراز می‌کند که «دل مشغولی‌های ساختمان‌سازان ایرانی از مسائل زیباشناختی فراتر می‌رود و به دیدگاهی از وقوف و معرفت می‌رسد و در این دیدگاه مسجد اثری بزرگ و شاخصی مهم است». معماریان (۱۳۸۴) ضمن اشاره به همین نظر استیرلن می‌نویسد که «از نظر استیرلن معماران ایرانی پیشرفت بالایی در میزان تجرید اجزای گوناگون بناهای ساخته شده داشته‌اند. تاق‌های مسجد امام در اصفهان به‌طور خاص و تاق‌های ایرانی به‌طور کلی



نشان‌دهنده‌ی بخشی از این پیشرفت تجریدی است». (شکل ۲) هلین براند (۱۳۷۷) در مورد تنوع بی‌پایان و ابعاد عمیق نگاره‌های «گل و گیاهی» که استادکاران توانستند در مساجد و گنبدها به‌کار گیرند، معتقد است که آن «گویای خلقت خداوند است و اغلب هم اشاره‌ای نمادین به بهشت و خداوند تعبیر می‌شوند» و «اشاره‌ای آشکار به بی‌کرانگی است». «گنبد هم در رنگ و هم در شکل، یکی از مهم‌ترین نمادهای عرفانی جهان اسلام است. این جزء معماری نه تنها در فرهنگ اسلامی که در تمامی فرهنگ‌ها نماد کرویت و دایره است و دایره زیباترین و کاملترین اشکال است که کمال را تداعی می‌کند» و اشاره می‌کند که افلاطون دایره را تمثیل تمامی هستی می‌داند که نه تنها از واحد آغاز می‌شود، بلکه بدان نیز ختم می‌گردد و ملاصدرا نیز آن را زیباترین وجوه صنع می‌داند» (بلخاری، ۱۳۸۴: ۵۱۲). اردلان و بختیار (۱۳۸۰) می‌افزاید «گنبدهای اسلامی حافظ و تجلی‌گر خاطره‌های (گنبد صوفی لباس) افلاکند» و پس از اشاره وی به انواع رنگ‌های مورد استفاده در گنبد، به جلوه زیباشناسانه آن اشاره می‌کند که «گنبد در همه نمودهایش مقام عرش الهی است، انفعالی در قبال عقل اما جنساً امی و صورتاً بی‌زمان و سرمدی». معماریان (۱۳۸۴) معتقد است: «استیرلن با طرح این موضوع که معماری ایرانی جلوه‌دهنده‌ی اندیشه‌های عالمان بزرگ اسلامی بوده است، بر زندگی سهروردی و حضور او در شهر اصفهان تمرکز می‌نماید. او تأثیر این حضور را بر آثار فرهنگی شهر دنبال می‌کند و با انتخاب و بررسی چند بنا مانند مسجد جامع و مسجد امام اصفهان به دنبال این تأثیرات است». او جالب‌ترین بحث در این راستا را در این می‌داند که «تصویرسازی بهشت در عالم خاکی به وسیله معماران ایرانی بوده است». کشف و معرفی وجوه نمادین «مانند آب و آینه، درخت طوبی و کاشی‌های با نقوش درخت، گنبد و درخت بهشتی، رنگ زمردین، عالم مثال و غیره» را مباحث دیگر این محقق فرانسوی قلمداد می‌کند. معماریان به این نظریه استیرلن اشاره می‌کند که نقشی که بنای مسجد در ذهن پدید آورندگان آن داشته است، یعنی با ایمان و عرفان ایران شیعی باید ارتباط داده شود. معماریان معتقد است که «سهروردی (۱۳۷۸) در کتاب عقل سرخ از درخت طوبی نوشته است» و به تعبیر استیرلن اشاره می‌کند که «بدین ترتیب اهمیت تزئین شاخ و برگ‌های بزرگ پوشاننده گنبد کاشی‌کاری شده مسجد آشکار می‌شود. به علاوه درخت طوبی از نظر سهروردی سمبل یا مظهر خورشید معنوی ملکوت یا بهشت است. بر این اساس معنای کاشی‌کاری خورشید بزرگ رنگ

قله گنبد داخل مسجد امام را که مستقیماً در زیر گنبد به شکل درخت زندگی قرار گرفته است می‌توان دریافت. این وضعیت سمت‌الرأس خورشید، از طرفی، جایگاه و ورود به ملکوت را نشان می‌دهد»، معماریان به تعبیر دیگری از استیرلن (۱۳۷۷) اشاره می‌کند که «این درخت در متن باغ بهشت که مسجد نماینده آن است همان درخت همیشگی مشرق زمین است ... گنبد یک نشانه است، بندرگاهی طبیعی است. جان‌پناهی است که از دوردست‌ها و اعماق بیابان تشخیص داده می‌شود. درخت بهشت است. برج نشانه‌ای است که خبر از وجود چشمه آب حیات می‌دهد. مرکز دنیاست. محوری است که خودش ساکن است اما در اطرافش چرخش گرداب‌گونه هستی زمین برپاست ... اگر این سلسله تصاویر فوق‌العاده سمبلیک را دنبال کنیم به این برداشت هم خواهیم رسید که محراب، در پای گنبد، در زیر آفتابی که از فراز گنبد داخل مسجد امام به درون می‌تابد به نوعی در حکم دری است که به سوی خدا رهنمون می‌شود، راهی است که به الهه می‌رسد. به همین دلیل است که مؤمنان می‌باید، در هنگام نماز رو به سوی آن داشته باشند». (شکل ۲)



شکل ۲: مسجد امام اصفهان، راست: نمای بیرونی گنبد از میدان نقش جهان. چپ: نمای داخل

گنبد. مأخذ: <http://www.iranama.blogspot.com/tag>

۳- گنبد از نگاه نیارش

عاملی (۱۳۹۰) بیان می‌دارد؛ سازه گنبد به‌خصوص گنبدهای ایرانی (ناری) به دلیل پیروی از شکل‌های هندسی خاص، از مقاومت ذاتی قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با دیگر شکل‌های هندسی برخوردارند. استفاده از این ویژگی ذاتی امروزه در مباحث سازه‌های بتنی پوسته‌ای نازک تسری یافته، جایگاه ویژه‌ای در طراحی و اجرای این‌گونه سازه‌ها پیدا کرده است پیرنیا (۱۳۵۲) انتخاب شکل‌هایی مبتنی بر اصول دقیق ریاضی، به نحوی



که از رانش آنها ممانعت به عمل آورده و موجب صرفه‌جویی در مصالح می‌شده است، را خصیصه‌ی گنبد‌های ایرانی و تمایز آن با سایر گنبدها می‌داند. در حالی که در سرزمین‌های دیگر (مثلاً روم) شکل نیمکره را برای گنبد بر می‌گزیدند. سعیدی (۱۳۷۴) اشاره می‌کند که «چنانچه گنبد به صورت نیم کره باشد در پای گنبد رانش وجود ندارد» در تحقیق توماس و پدروتوار (۲۰۱۲)، عامل ایجاد نقص در ساختار پوسته گنبد با هندسه‌های مختلف (گنبد کروی، طاق استوانه‌ای و سطوح با دو انحنا قاعده‌مند) و رفتار سازه‌ای گنبد کروی با زاویه (نصف گنبد) متفاوت مقایسه شده است و بدترین حالت نیمکره (با زاویه نصف گنبد با رقم پایین) معرفی شده است. حجازی (۱۳۸۷) بیان می‌کند که تنش‌های ایجاد شده در گنبد‌هایی با مصالح بنایی آجری شامل گنبد تاج‌الملک و گنبد نظام‌الملک در مسجد جامع اصفهان، گنبد شیخ لطف‌الله (۱) و گنبد مسجد امام کمتر از تنش‌های مجاز هستند و بینش آگاهانه طراحان از اصول صحیح طراحی را دلیل رفتار لرزه‌ای مناسب سازه گنبد‌های مذکور برشمرده است. حجازی (۱۳۸۷) معتقد است هنر و علم سازه در ساختمان‌سازی سنتی ایران چیزی کامل و نتیجه دانش ژرف مهندسان و سازندگان بناهای مذکور است. او بعید می‌داند که ساختمانی تاریخی یافت شود که قوانین ساختمانی و طراحی سازه‌ای آن براساس آئین‌نامه‌های مدرن مهندسی سازه نادرست باشد. از دیدگاه یک معمار سنتی گرچه او از نیروها، تنش‌های ایجاد شده و خرابی‌های سازه‌ای کاملاً آگاه است، محاسبه تنش در درجه دوم اهمیت قرار دارد و این عملکرد سازه‌ای است که از شکل کلی بنا پیروی می‌کند. «حجازی و زارعی (۱۳۸۲) ساخت گنبد‌های بتنی را رو به گسترش توصیف کرده و آنها را در زمره ساختمان‌های اقتصادی و تکامل یافته توصیف کرده‌اند. عاملی (۱۳۹۰) بیان می‌دارد که گنبد‌های سنتی ایرانی از نظر رفتار سازه‌ای هوشمندانه ساخته شده‌اند». وی هم‌چنین می‌افزاید گنبد‌هایی که براساس توسعه‌ی علوم جدید طراحی و ساخته می‌شوند به مقدار قابل توجهی از حجم مصالح کاسته و متناسباً موجبات کاهش نیروی ناشی از زلزله را فراهم می‌کنند. به‌طور نمونه می‌توان به سازه گنبد مصلی در کرج اشاره کرد که در مقایسه با مشابه تاریخی آن، گنبد مسجد شیخ لطف‌الله، می‌توان اذعان کرد که از وزن مصالح تا مقدار ۸۰ درصد کاسته شده و تقریباً به همین نسبت کاهش نیروی ناشی از زلزله را به همراه داشته است». چنانچه ملاحظه می‌شود در شهرهایی با قدمت تاریخی ایران، مانند اصفهان، ساختار گنبد ناری از نظر نیارشی از مقاومت ذاتی برخوردار بوده، حتی با مصالح سنتی قابل اجرا و برای قرن‌ها پابرجا مانده

است و الگوی طراحی سازه‌ای گنبدهای نوین قرار گرفته است. به هر حال تحولات ایجاد شده در مصالح، فن‌آوری، شیوه‌های تحلیل و طراحی سازه‌ها، به‌طورکلی بسیاری از مبانی گذشته را تغییر داده و سیستم‌های سازه‌ای گنبدهای گذشته و روش‌های اجرا را دگرگون ساخته است. «معضل اساسی سازه‌های پوسته‌ای نازک که دربرگیرنده‌ی هزینه‌های فراوان قالب‌بندی، نیاز مبرم به مهارت‌های جدید و طولانی شدن زمان اجرایی است با تمهیداتی نظیر استفاده از قالب‌های متکی بر هوا تسهیل شده است» (عاملی، ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸: ۸۵).

۴- گنبد از نگاه اقلیمی

«شرایط اقلیمی در دو سطح متفاوت به تعیین فرم (ساختمان) کمک می‌کند: نخست به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده مستقیم و بلاواسطه که حیاط (در هوای گرم و خشک) و تهویه سراسری (در هوای گرم و مرطوب) نمود بارزی از آن است؛ دوم، شرایط آب و هوایی در سطحی بسیار عمیق‌تر، به شکل‌های الگوهای فرهنگی و آداب و مناسک یاری می‌رساند. و از آنجا که آب و هوا در این سطح عمیق‌تر، عامل تعیین‌کننده‌ی مهمی در مورد آداب و مناسک است، لذا خواه‌ناخواه فرم ساخت را تعیین می‌کند» (کورثا، ۱۳۸۷: ۸۲). و هویت معماری یک منطقه را که چیزی جز تجسم کالبدی آداب و فرهنگ یک ملت نیست، تشکیل خواهد داد.

در فلات ایران کمبود رستنی‌ها و پوشش گیاهی، استفاده از چوب را به‌عنوان یک ماده رایج در ساخت و ساز مسکن در مقیاسی گسترده، عملاً غیرممکن می‌سازد و اختلاف زیاد دمای شب و روز، زمستان و تابستان و آفتاب و سایه این اقلیم، استفاده از سنگ را به علت ظرفیت حرارتی بالا به حداقل رسانیده است، ساکنین روی به خاک آورده و آن را به گونه‌ای هوشمند و دلپذیر جهت احداث سکونت‌گاه‌های خود شکل داده‌اند. وجود خانه‌های متعدد با سقف‌های قوسی شکل در مناطق مرکزی، جنوبی و شرقی ایران حکایت از کاربرد وسیع آنها در ایجاد مسکن مناسب و سازگار با شرایط محلی دارد. در این مناطق با وجود تمام مشکلات محلی فقط به وسیله روش‌های به اصطلاح غیرفعال (ایستا) آسایش تابستان فراهم می‌شده است (نجفی و دیگران، ۱۳۹۰). حال آن‌که حدود دو سوم تا سه پنجم مساحت ایران در منطقه گرم و خشک واقع شده است و از طرفی «ساختمان بزرگترین مصرف‌کننده‌ی انرژی در مقایسه با سایر بخش‌های اقتصادی کشور است» (۱۳۹۳: ۶۳) و از آنجا که «در تابستان نمای جنوبی



کمتر از بام و نمای شرقی و غربی، تشعشعات خورشیدی را دریافت می‌کند» (تامسن و دیگران، ۲۰۰۵: ۱۱۷). یعنی بیشترین میزان جذب انرژی تابشی در تابستان در سقف بنا صورت می‌گیرد (۲) و نیز بیشترین مساحت پوسته خارجی ساختمان به سطح سقف اختصاص دارد، نیاز به سرمایش تابستانی هزینه زیادی دربر خواهد داشت. بنابراین هندسه سقف ساختمان از نظر شکلی معیار عمده برای تعیین عملکرد حرارتی ساختمان است.

- جذب انرژی تابش توسط سقف گنبدی

در مورد سقف ساختمان در منطقه‌ی گرم و خشک، پژوهشگرانی مانند فتحی ۱۹۶۸، مینستون ۱۹۸۳، بوئن ۱۹۸۱، کیتا ۱۹۸۱، پژوهش‌هایی درباره‌ی انعکاس تابشی سقف‌های قوسی و گنبدی انجام دادند. تانگ رانشنگ و دیگران (۲۰۰۳) اظهار می‌کنند، در مناطقی با آب و هوای گرم و خشک، سقف گنبدی، دمای هوای اتاق را در فصل تابستان کاهش می‌دهد و انعکاس تابشی سقف گنبدی بیشتر از سقف تخت متناظرش است، که مقدار تابش یکسانی در مقایسه با سقف تخت جذب می‌کنند، اما حرارت بیشتری به وسیله انتقال حرارت جابه‌جایی از دست می‌دهند. در این راستا در سراسر دنیا تحقیقاتی صورت گرفته است. از جمله، سرپوشان و یعقوبی (۱۳۸۱) معتقد است سقف‌های گنبدی در شیراز نسبت به سایر سقف‌ها در تابستان ارجحیت داشته و با توجه به شکل هندسی خاصی که دارند حرارت را به سادگی به محیط بیرون انتقال خواهند داد و میزان تشعشع خورشید روی سقف گنبدی شکل از سقف‌های دیگر کمتر است. گومز (۲۰۰۳) میزان تشعشع دریافتی در مکزیک در واحد سطح مساحت سقف نیمکره را ۳۵ درصد کمتر از سقف صاف معادل آن گزارش کرده است. فارسی (۱۳۸۸) میزان انرژی تابشی دریافتی در احجام و سطوح مختلف را در تهران مورد آزمون قرار داده و بیان می‌دارد که با حجم ثابت برابر با ۱۲۰ متر مکعب کمینه تابش دریافتی به ترتیب نیمکره با قطر ۶/۱۸ متر و ۷/۷ متر اختصاص دارد. هم‌چنین با فرض این‌که مساحت پیرامونی ثابت و برابر با ۳۰ مترمربع باشد. کمینه تابش دریافتی مربوط به نیمکره با قطر ۶/۱۸ متر است. احمدی (۱۳۸۴) و مهران و دیگران (۱۳۸۷) بیان می‌کنند هنگامی که سقف گنبدی با زاویه نصف گنبد (کوچکتر یا مساوی ۶۰ درجه) ساخته شود، شدت تابش جذب شده به تقریب برابر سقف تخت متناظرش می‌شود. در مناطق گرم و خشک که شدت تابش پخشی کم بوده، سقف گنبدی مناسب است. در مورد تعیین بهینه‌ترین زاویه نصف گنبد به ازای تشعشع خورشید برای کاهش اتلافات ورودی وارد از سقف گنبدی مشفق و ابراهیمی (۱۳۸۷) در شهر قم برای سقف بارگاه

حضرت معصومه، مدل و مقدار انرژی تابشی و شار حرارتی را محاسبه و کمترین اتلافات را برای زوایای ۵۰-۶۰ درجه معرفی کرده‌اند.

به‌طورکلی بنابر مطالب عنوان شده، گنبد‌هایی با زاویه مذکور شکلی نزدیک به نیمکره دارند، در صورتی که رأس گنبد حالت مخروطی پیدا کند، یعنی بیشترین تشابه را به گنبد ناری ایرانی مانند گنبد مسجد امام اصفهان داشته باشد، به دلیل کاهش سطح افقی و افزایش مساحت تحت پوشش نیمسایه عملکرد مناسب‌تری در مقابل جذب انرژی تابش خواهد داشت.

- انتقال انرژی گرمایی از طریق جابه‌جایی هوا

دریافت انرژی خورشیدی به وسیله یک بام باعث افزایش دمای بام نسبت به دمای هوای بیرون می‌شود که با وزش باد روی بام مقداری از این حرارت به هوای بیرون داده شده و بقیه به داخل فضای زیر انتقال می‌یابد. در سقف‌های گنبدی سرعت باد روی گنبد و در نتیجه ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی افزایش یافته، و با سطح بیشتر گنبد (نسبت به بام مسطح قابل مقایسه) انتقال حرارت به هوای بیرون بیشتر شده و بنابراین حرارت کمتری به داخل ساختمان راه می‌یابد. با قرار دادن سوراخی در رأس گنبد و فشار منفی ایجاد شده در اثر وزش باد در این محل، جریان هوایی از داخل ساختمان به طرف این سوراخ برقرار می‌شود که می‌تواند مقداری از حرارت انتقال یافته از طریق پوسته گنبد به داخل را دریافت کند و سطح زیرین گنبد را خنک‌تر کرده و باعث کاهش تبادل حرارت تشعشعی این سطح با سطوح داخل ساختمان شود. به این ترتیب دریافت انرژی خورشیدی از طریق بام ساختمان به حداقل ممکن می‌رسد (فقیه خراسانی و بهادری‌نژاد، ۱۳۸۹). بهادری‌نژاد (۱۹۷۸) به معرفی نقش سقف‌های گنبدی شکل در تهویه فضا و هم‌چنین خنک‌نگه داشتن آب در آب‌انبارهای عمومی در فصول گرم با استفاده از جریان هوای ناشی از بادگیرها و سقف‌های گنبدی در مناطق گرمسیر ایران، پرداخته است. (۵) بهادری‌نژاد و حقیقت (۱۹۸۵) بیان می‌کنند که لایه‌بندی حرارتی هوای زیر سقف گنبدی یا قوسی به گونه‌ای است که هوای گرم شده در زیر سقف قرار می‌گیرد. «تهویه بهتر زمانی اتفاق می‌افتد که جریان هوا بین پنجره‌های باز شده در ساقه و روزنه بالای گنبد هم‌زمان اتفاق بیفتد» (فقیه خراسانی و بهادری‌نژاد، ۲۰۰۹: ۲۱۵). رفتار حرارتی سقف‌های تخت و قوسی برحسب دمای داخل ساختمان توسط پیرلموتر (۱۹۹۳) بررسی شد. «عملکرد سقف‌های خشتی و دارای سطح داخلی مرطوب که در بالای سقف گنبدی سوراخ وجود داشته باشد، میزان تهویه مطبوع در سرعت‌های پایین جریان باد فراهم می‌شود» (بهادری‌نژاد و حقیقت، ۱۹۸۵: ۳۶۵).



الجوادی و السودانی (۲۰۱۰) از مدل نرم‌افزاری اکوتکت برای ارزیابی عملکرد حرارتی ساختمان استفاده و نتایج آن را با نتایج تجربی در ساختمان گنبدی شکل و ساختمان مشابه دارای سقف تخت مقایسه کرده است. نتایج نهایی در ساختمان گنبددار به کاهش درجه حرارت به طور متوسط حدود ۲-۶ درجه سانتیگراد، و کمک به رسیدن به تعادل حرارتی در فصل تابستان در بغداد است. فقیه خراسانی و بهادری‌نژاد (۲۰۰۹) به کمک محاسبات عددی، کاهش دمای هوای درون فضا با سقف قوسی نسبت به دمای هوای درون فضا با سقف تخت را به کمک نمودارهایی نشان داده‌اند. چنانچه روزه‌هایی که در فراز گنبد مسجد امام قابل مشاهده است، علاوه بر عبور نور نقش تخلیه هوای گرم با چگالی را کمتر که زیر گنبد جمع شده است، برعهده دارد.

نتیجه‌گیری

سقف‌های گنبدی در انواع گوناگون به طور وسیع و بومی در ایران کاربرد داشته‌اند، با توجه به موارد عنوان شده در زیر ساختار گنبد در معماری ایران با پشتوانه اصیل قابل معرفی است.

- اولین دست ساخته‌های بشر با اشکال منحنی و به طور خاص گنبدی بوده است.
- امروزه بهترین نمونه‌ها به لحاظ ایجاد ارتقای تأثیرات محیطی و روابط اجتماعی و غیره ساختمان‌ها با اشکال منحنی هستند.
- گنبد پیشینه‌ی تاریخی قوی در ایران داشته به گونه‌ای که ارمغان معماری ایران به جهان، است. طوری که فن طاق‌زنی و گنبدزنی با مصالح بومی و سنتی از ابتکارات ایرانیان بوده و طی قرون متمادی پیشرفت گنبدسازی نمود پیدا کرده است.
- گنبد یک نشانه است و یکی از اصلی‌ترین اجزای معماری اسلامی (در رنگ و شکل) یکی از مهم‌ترین نمادهای عرفانی جهان اسلام، نماد کرویت و دایره، که زیباترین و کامل‌ترین اشکال است و کمال را تداعی می‌کند، است.
- ارتباط میان زیبایی و هویت ارتباطی ناگسستنی است؛ بنابراین گنبد به‌عنوان عنصر اصیل معماری، هویت شهر را متذکر می‌شود.
- از نظر استقامت، گنبد ایرانی که به‌صورت ناری و پیازی و غیره ساخته می‌شود، به لحاظ هندسی از مقاومت ذاتی نسبت به گنبد‌های دیگر برتری دارد؛ طوری که ساختار آن براساس آیین‌نامه‌های مدرن منطبق است.
- سقف گنبدی به جهت انعکاس تابشی، تهویه فضا و خنک نگه‌داشتن فضای

داخل، لایه‌بندی حرارتی فضای زیر سقف گنبدی، رفتار حرارتی برحسب دمای داخل ساختمان، اثر شار تابشی اطراف ساختمان و پخش تابش از سطح سقف، نسبت به سقف متناظر با اشکال دیگر رفتار حرارتی مناسب‌تری در اقلیم گرم و خشک دارد. با توجه به این که شهر و ساختمان به‌عنوان ظرف زندگی انسان تلقی می‌شود، نه تنها احیای عنصر گنبد در معماری ایران موجب احیای هویت معماری ایران و در نتیجه احیای هویت ساکنین می‌شود، بلکه برای خنک نگه‌داشتن فضای تحت پوشش در اقلیم گرم و خشک نواحی مرکزی ایران که بیشترین مساحت کل کشور را دربرمی‌گیرد، در فصول گرم، و به‌خصوص برای ساختمان‌های با کارکرد عمومی، مناسب است. هم‌چنین سقف گنبدی ناری ایرانی از استقامت ذاتی به لحاظ نیارش، برخوردار است. چنین گنبدهایی هم‌زمان به‌عنوان نشانه شهری عمل کرده، موجب ارتقای تأثیرات محیطی و روابط اجتماعی شده و زیبایی و هویت شهر را به‌وجود خواهند آورد. چنانچه هر ایرانی و حتی سیاحان خارجی از اصفهان و شاخص‌ترین عناصر معماری (گنبد) مسجد امام، مسجد شیخ لطف‌الله، مسجد جامع و دیگر بناهای با هویت معماری ایرانی خاطره جمعی دارند و اصفهان را از دیگر شهرهای ایرانی و اسلامی بازشناسی می‌نمایند و هم‌چنین گنبد به‌عنوان عنصری هویت‌بخش به معماری اصفهان هم‌زمان به لحاظ اقلیمی و نیارشی برای فضاهای جمعی مانند مسجد مناسب بوده است. بنابراین اگر معماری را یکی از بارزترین نمودهای تمدن هر ملت و شناسنامه معتبر مردم بدانیم، در این صورت تأکید و باززنده‌سازی عناصر هویت‌بخش شهری مانند گنبد، موجبات حفظ هویت ملی، در اصفهان و دیگر شهرهای منطقه اقلیمی گرم و خشک کشور، که گنبد از دیرباز در آنها کاربرد وسیع داشته، را فراهم خواهد آورد.

یادداشت‌ها

۱- محمدی (۱۳۸۷) نیز سازه گنبد مسجد شیخ لطف‌الله را با استفاده از نرم‌افزار Ansysll در حالت تقلی تحلیل کرده و تنش‌های ایجاد شده در این حالت را با ضرایب اطمینان ۸ تا ۱۲ تأیید کرده است و در مورد رفتار دینامیکی سازه نیز شرایط مختلفی را مورد بررسی قرار داده و نتایج حاصل از آن را در این مطالعه منعکس کرده است.

۲- نهار و دیگران ۱۹۹۹ در مناطق گرم و خشک شار (Heat Flux) حرارتی ورودی به ساختمان به وسیله سقف را ۵۰ درصد برآورد کرده است.



منابع

- احمدی، عباس (۱۳۸۴): *اثرات شکل و ساختار سقف در سرمایه‌ش ساختمان و مصرف انرژی*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مهندسی مکانیک دانشگاه تربیت مدرس.
- اردلان، نادر؛ لاله، بختیار (۱۳۸۰): *حس وحدت، سنت عرفانی در معماری ایرانی*، ترجمه حمید شاهرخ، اصفهان: نشر خاک.
- استیرلن، هانری (۱۳۷۷): *اصفهان تصویر بهشت*، تهران: نشر فروزان روز.
- بلخاری قهی، حسن (۱۳۸۴): *مبانی عرفانی هنر و معماری اسلامی*، دفتر اول، وحدت وجود و وحدت شهود، چاپ اول، پژوهشگاه فرهنگ و هنر اسلامی، تهران: سوره مهر (حوزه هنری سازمان تبلیغات).
- بلخاری قهی، حسن (۱۳۸۴): *مبانی عرفانی هنر و معماری اسلامی*، دفتر دوم، کیمیای خیال، ج ۱، پژوهشگاه فرهنگ و هنر اسلامی، تهران: سوره مهر (حوزه هنری سازمان تبلیغات).
- ----- (۱۳۹۰): «هویت معنایی و معنوی معماری»، *اطلاعات حکمت و معرفت*؛ س ۶، ش ۹، صص ۱۳-۲۰.
- پیرنیا، محمدکریم (۱۳۵۲): «ارمغان‌های ایران به جهان معماری، گنبد»، *فرهنگ و هنر (هنر و مردم)*، دوره ۱۲، ش ۱۳۶ و ۱۳۷، صص ۷-۲.
- حجازی، مهرداد (۱۳۸۷): «اصفهان شهر سازه‌های سنتی»، *نشریه دانش نما*، س ۱۶، دوره ۳، شماره‌های پیاپی ۱۶۱-۱۶۲.
- حجازی، مهرداد؛ زارعی، شهرام (۱۳۸۲): «بررسی پارامتریک گنبد‌های بتنی»، *ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران*، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- سرپوشان، سعید؛ یعقوبی، محمود (۱۳۸۱): «محاسبه انرژی خورشید روی سطوح سه بعدی»، *نشریه انرژی ایران*، س ۷، ش ۱۳، صص ۲۱-۳.
- سعیدی، علی‌اکبر (۱۳۷۴): *بررسی اجمالی درباره سازه‌های گنبد در ایران*، مورد گنبد مدرسه و مسجد سپهسالار، اولین مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری شهرسازی ایران، ج ۲، تهران: انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور.
- سهروردی، شیخ شهاب‌الدین (۱۳۷۸): *عقل سرخ*، تهران: مولی.
- شوازی، آگوست (۱۳۸۶): *تاریخ معماری*، ترجمه دکتر لطیف ابوالقاسمی، ج ۳، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- شوان، فریتهوف (۱۳۸۰): *زیبایی‌شناسی و رمزپردازی (هنر و طبیعت)*، ترجمه جلال ستاری، هویت ملی و هویت فرهنگی.
- عاملی، احمدرضا (۱۳۷۷ و ۱۳۷۸): «قالب‌های متکی بر هوا، پیشرفت‌های نوین در اجرای پوسته‌های گنبدی»، *مجله هنرهای زیبا*، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، س ۵، ش ۴ و ۵، صص ۸۶-۸۲.
- ----- (۱۳۹۰): «گنبد در مساجد ایرانی»، *روزنامه دنیای اقتصاد*، ۲۴ مهر ۱۳۹۰، س ۲۴۸۲.
- عاملی، سعیدرضا (۱۳۸۵): «هویت‌های فرهنگی قدیم و جدید: رمزگشایی تمدنی و معماری سنتی - مدرن و ملی - فراملی مهستان»، *نامه صادق*، دانشگاه امام صادق، س ۱۶، ش ۳۰، صص ۴۶-۷.
- فارسی محمدی پور، علیرضا (۱۳۸۸): *بررسی رابطه سطح، حجم و فرم بنا با تابش برای تولید برق خورشیدی در منطقه گرم و خشک ایران*، رساله دکتری تخصصی معماری دانشگاه علم و صنعت ایران.
- فقیه‌خراسانی، احمدرضا؛ بهادری‌نژاد، مهدی (۱۳۸۹): «تشعشع خورشید بر روی سقف‌های گنبدی شکل»،

- هجدهمین همایش سالانه بین‌المللی مهندسی مکانیک ایران *ISME 2010* ایران، تهران: دانشگاه صنعتی شریف، ۲۱ لغایت ۲۳ اردیبهشت ۱۳۸۹.
- قاسمی‌سیجانی، مریم (۱۳۸۷)؛ «اصفهان شهر مساجد»، *نشریه دانش‌نما*، س ۱۶، دوره ۳، شماره‌های پیاپی ۱۶۱-۱۶۲.
 - کریمی، علی (۱۳۹۲)؛ «حافظه جمعی و فرایند هویت‌یابی: تأملاتی سیاست‌گذارانه»، *فصلنامه مطالعات ملی*، ۵۴، س ۱۴، ش ۲، صص ۲۶-۳.
 - کورثا، چارلز (۱۳۸۷)؛ «هویت در معماری: در جست‌وجوی هویت»، ترجمه ابوالفضل توکلی‌شان‌دیز، *آینه خیال*، س ۲، ش ۹، صص ۸۳-۸۲.
 - گذار، اندره و دیگران (۱۳۸۷)؛ *آثار ایران*، ترجمه ابوالحسن سرو مقدم، ج ۵، مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی.
 - گذار، آندره؛ گذار، یدا (۱۳۹۰)؛ *طاق و قوس در معماری ایرانی*، مترجمان حمید قراگوزلو و سعید صانمی، تهران: نشر مدیران امروز.
 - گودرزی، حسین؛ بختیاری، مهدی (۱۳۹۵)؛ «میزان توجه به مؤلفه‌های هویت ملی در نامگذاری معابر اصلی شهر تهران»، *فصلنامه مطالعات ملی*، س ۱۷، ش ۶۵، صص ۷۰-۵۳.
 - محمدی، کاوه (۱۳۸۷)؛ *تحلیل سازه مسجد شیخ لطف‌الله*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد در رشته مرمت بناهای تاریخی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تیر ماه.
 - مشفق، محمد؛ ابراهیمی، محمود (۱۳۸۷)؛ «تعیین بهینه‌ترین زاویه نصف گنبد به ازای تشعشع خورشید برای کاهش اتلافات بروندی وارد از سقف گنبدی در شهر قم»، *ششمین کنفرانس سالانه دانشجویی مهندسی مکانیک STU2009/ایران*، تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
 - معاونت امور برق و انرژی. دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی (۱۳۹۳)؛ *ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱*، تهران: وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی.
 - معماریان، غلامحسین (۱۳۸۴)؛ *سیری در مبانی نظری معماری*، ج ۱، تهران: سروش دانش.
 - مهران، سعید؛ راد، منوچهر؛ کاظمی، فرزاد جعفر (۱۳۸۷)؛ «آموزش تجزیه و تحلیل شدت تابش جذب شده توسط سقف‌های گنبدی و مورب و مقایسه آن با سقف تخت»، *فصلنامه فناوری آموزش*، س ۲، ش ۴، (پیاپی ۸)، صص ۲۵۸-۲۴۹.
 - نجفی، محمدعلی؛ یعقوبی، محمود؛ بنیادی‌نژاد، محمد (۱۳۹۰)؛ بررسی معماری سقف‌های طاقی شکل در تأمین آسایش حرارتی و طراحی مسکن ایرانی، اقلیم گرم و خشک کرمان، *همایش مسکن ایرانی*، شیراز.
 - نقی‌زاده، محمد (۱۳۸۶)؛ *ادراک زیبایی و هویت شهر (در پرتو تفکر اسلامی)*، ج ۱، اصفهان: سازمان فرهنگی تفریحی شهرداری اصفهان.
 - هلین براند، رابرت (۱۳۷۷)؛ *معماری اسلامی فرم عملکرد و معنا*، ترجمه دکتر ایرج اعتصام، ج ۱، تهران: شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
 - Adnan, F. (2005); "An Investigation of Past, Present and Future Curvilinear Architectural Forms", *ASEAN Post Graduate Seminar 2005*, University Malaya, Kuala Lumpur
 - Adnan, Faridah. Mohd Yunus, Rodzyah (2012); "The Influence of Curvilinear Architectural Forms on Environment-Behaviour". 1st National Conference on Environment-Behaviour Studies, Faculty of Architecture, Planning & Surveying, Universiti Teknologi MARA, Shah Alam, Selangor, Malaysia, 14-15 November 2009, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol 49, No. 1, PP 341-349.



- Al-Jawadi, Miqdad Haidar. Al-Sudany, Jamal AbdulWahid. (2010); "Domes and their Impact on Thermal Environment inside Buildings", XXXVII IAHS, *World Congress on Housing*, October 26–29, 2010, Santander, Spain.
- Bahadori MN., Haghghat F. (1985); "Passive Cooling in Hot , Arid Regions in Developing Countries by Employing Domed Roofs and Reducing the Temperature of Internal Surface", *Building and Environment*, Vol. 20, No 2, PP 103-130.
- Bahadori, M. N. (1978); "Passive Cooling Systems in Iranian Architecture", *Scientific, Am.*, 238, PPP 144-154.
- Faghih A.K , bahadori. M.N, (2009); "Experimental Investigation of Air flow Over Domed Roofs", *Iranian Journal of Science & Technology Transaction B, Engineering*, Vol 33, No B3, PP 207-216.
- Fathy, H. (1968); "Natural Energy and Vernacular Architecture: Principles and Example With Reference To Hot Arid Climates", *Chicago: University Of Press*.
- Gomez, V. , Porta, M. and Heard, C., (2003); "Solar Performance of Hemispherical Vault Roofs", *Building and Environment*, Vol 38, No 12, PP 1431-1438.
- K oita, Y., (1981); "Comfort attainment in Moghul architecture". In: Proceedings of the International Passive and Hybrid Cooling Conference, *Miami Beach*, FL, PP 32–36.
- Nahar, N.M., Sharma, P., Purohit, M.M., (1999); "Studies on solar passive cooling techniques for arid areas", *Energy Conversion and Management*, 40(1): 89-95.
- Pearlmutter D., (1993); "Roof Geometry as a Determinant of Thermal Behavior a Comparative Study of Vaulted and Flat Surface in a Hot-Arid Zone", *Architectural science Review*, Vol 36, No 2, PP 75-86.
- Tang R.S., Meir I.A., Etzion Y., (2003); "An Analysis of Absorbed Radiation by Domed and Vaulted Roofs as Compared with flat roofs", *Energy and Building*, Vol 35, No 6, PP 539-548.
- Thomsen K. E., Schultz, J. M. & B. Poel (2005); "Measure Performance of 12 Demonstration Projects-IEA Task 13 Advanced Solar Low Energy Buildings", *Energy and Buildings*, Vol 37, No 2, February, PP 111-119.
- Tomás ,Antonio, Juan Pedro Tovar. (2012); "The influence of initial geometric imperfections on the buckling load of single", *Computers and Structures*, Vol 96-97, No 1, PP 34-45.