

شبیه سازی عددی عملکرد گرمایشی یک ساختمان مجهز به هواکش خورشیدی و دیوار

ترومبی در مناطق آفتابی

(منطقه مورد مطالعه : یزد)

ولی کلانتر^۱، شهرام زاهدی نسب^۲

vkalantar@yazd.ac.ir

zahedinasab51@yahoo.com

چکیده :

در این مقاله هدف بررسی سیستم نوین ایجاد گرمایش در ساختمان به صورت عددی با استفاده از هواکش خورشیدی می باشد. شبیه سازی عددی به صورت دو بعدی با اعمال شرایط مرزی واقعی (اعمال میزان تشعشع خورشید روی شیشه هواکش به عنوان جسم نیمه شفاف و در نظر گرفتن انتقال حرارت تشعشی بین سطوح) با استفاده از نرم افزار فلوئنت انجام گرفته است. نتیجه این پژوهش ارائه دبی جرمی هوای در گردش برای رسیدن به شرایط آسایش از نظر دما می باشد، علاوه بر میزان دبی هوای در گردش ، تلفات حرارتی ساختمان و پروفیل های سرعت و دما و بررسی می شوند. سرانجام کارایی هواکش خورشیدی و ظرفیت یا توان گرمایی ایجاد شده توسط آن در یک هندسه بهینه مورد بررسی قرار گرفته و نتایج ارائه شده است.

کلمات کلیدی: میزان تابش ، گردش هوا ، ذخیره انرژی ، انرژی خورشیدی

^۱ استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه یزد

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد بافق

مقدمه :

خورشید منبع پاکیزه و نامحدود انرژی است که می تواند به عنوان یک منبع جانی و یا حتی اصلی بسیاری از نیازمندی های انرژی ما را رفع کند. از آنجایی که انسان با توجه به نیازمندی هایش مجبور به استفاده از سوخت های فسیلی می باشد و همچنین استفاده از سوخت های فسیلی عوارض و نگرانی های خاص خود که شامل آلودگی محیط زیست، تغییر در رویه شرایط آب و هوایی و از همه مهمتر مقدار این سوخت می باشد، که محققان را وادار به تحقیق در مورد انرژی غنی و در دسترس خورشیدی و چگونگی کاربردی کردن این انرژی کرده است، و امروز تحقیقات گسترده ای در بسیاری از کشورها در این زمینه در حال انجام است. فن-آوری نوآورانه همراه با اصول قدیمی و استراتژی های طراحی سنتی اغلب در ترکیب، برای ایجاد راه حل های جدید به طور بالقوه موفق هستند [۱].

دوگش های خورشیدی نیروگاهی نیز به عنوان یک منبع انرژی جایگزین به دلایلی که در بالا اشاره گردید، می توانند کمک بسیار زیادی به بشریت بکنند. [۲ و ۳]

نور خورشید، نور و انرژی است که از خورشید می آید. هنگامی که این انرژی به سطح زمین می رسد، به نام تابشی آن را می شناسیم. آنچه که ما به عنوان نور خورشید تجربه کرده ایم در واقع تابش خورشیدی می باشد. این تابش و گرما از خورشید در قالب امواج الکترومغناطیسی است. جو بر مقداری از تابش خورشیدی رسیده تاثیر می گذارد. هنگامی که تابش خورشیدی از جو عبور می کند مقدار ۱۶٪ توسط جو جذب، ۶٪ در فضا پراکنده و ۲۸٪ توسط ابرها منعکس می شود. و در نهایت حدود ۴۷٪ تابش خورشیدی به زمین می رسد.

ایران با داشتن حدود ۳۰۰ روز آفتابی در سال، جزء بهترین کشورهای دنیا در زمینه پتانسیل انرژی خورشیدی در جهان می باشد. با توجه به موقعیت جغرافیای ایران و پراکندگی روستایی در کشور، استفاده از انرژی خورشیدی یکی از مهمترین عواملی است که باید مورد توجه قرار گیرد. استفاده از انرژی خورشیدی یکی از بهترین راه های برق رسانی و تولید انرژی در مقایسه با دیگر مدل های انتقال انرژی به روستاها و نقاط دورافتاده در کشور از نظر هزینه، حمل و نقل، نگهداری و عوامل مشابه می باشد. با توجه به استانداردهای بین المللی اگر میانگین انرژی تابشی خورشید در روز بالاتر از ۳٫۵ کیلووات ساعت در مترمربع باشد، استفاده از مدل های انرژی خورشیدی نظیر کلکتورهای خورشیدی یا سیستم های فتوولتائیک بسیار اقتصادی و مقرون به صرفه است. در بسیاری از قسمت های ایران انرژی تابشی خورشید بسیار بالاتر از این میانگین بین المللی می باشد و در برخی از نقاط حتی بالاتر از ۷ تا ۸ کیلو وات ساعت بر مترمربع اندازه گیری شده است، ولی به طور متوسط انرژی تابشی خورشید بر سطح سرزمین ایران حدود ۴٫۵ کیلو وات ساعت بر مترمربع است. از جمله فعالیت ها و سرمایه گذاری های انجام شده دیگر در حوزه خورشیدی، ایجاد امکانات در بخش ساخت و احداث کارخانه تولید مازول های خورشیدی (پانل فتوولتائیک) در چند نقطه و ایجاد چنین ظرفیتی در کشور است. پروژه های اجرا شده در زمینه سیستم های فتوولتائیک در ایران عمدتاً از محصولات کارخانجات مذکور جهت برق رسانی به روستاها دورافتاده، تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز ایستگاه های مخابراتی، نصب پایه های روشنایی خورشیدی در پارک ها و سایر مراکز عمومی و نصب و راه اندازی نیروگاه های متصل به شبکه به منظور ایجاد زیرساخت ها، بستر سازی در زمینه سیستم های فتوولتائیک در کشور و نیز اجرای چندین پروژه دیگر که به صورت پراکنده در سطح کشور اجرا گردیده، مورد استفاده قرار گرفته اند. در حال حاضر وزارت نیرو با سیاست گذاری انجام شده در صدد تشویق بخش خصوصی جهت تولید داخل نمودن تجهیزات جانبی لازم برای پانل های فتوولتائیک از قبیل اینورتر، باتری و شارژ کنترلر ویژه سیستم های خورشیدی می باشد. [۴ و ۵].

هدف تحقیق بررسی عمل کرد یک هواکش خورشیدی همراه با دیوار ترومی در یزد به عنوان یک منطقه آفتابی می باشد که توسط روش عددی صورت می پذیرد. به نوعی در هدف تحقیق می خواهیم بفهمیم که آیا منطقه مورد مطالعه در زمینه استفاده از یک هواکش خورشیدی با ابعاد مورد نظر، پتانسیل قابل قبولی دارد؟

شبیه سازی گرمایش خودبخودی ساختمان در حالت دو بعدی

همانطور که در قسمت قبلی اشاره شد می توانیم در مکان های آفتابی و گرم و خشک به کمک هواکش خورشیدی دمای هوای داخل ساختمان را در زمستان به مقدار قابل توجهی افزایش دهیم برای بررسی این موضوع به کمک نرم افزار Fluent تامین گرمایش یک ساختمان در زمستان برای حالت دو بعدی شبیه سازی شده است مطابق شکل (۱) مش آن در نرم افزار Gambit ساخته شده (شکل ۲) و سپس در نرم افزار Fluent اجرا گردیده است. از آنجایی که تابش خورشید در شهر کویری یزد قابل توجه می باشد مقدار متوسط ماهیانه تابش در فصل زمستان در نظر گرفته شده و سایر شرایط مرزی نظیر شکل (۳) اعمال گردیده است. با ورود پرتوهای خورشید به داخل کانال و برخورد آن با جاذب سطح آن گرم شده، هوای مجاور خود را گرم می کند. شار 180 w/m^2 روی جاذب اعمال شده و برای شبیه که در مقابل جاذب قرار گرفته است شرط مرزی جابجایی اعمال شده است و دمای محیط بیرون 7°C منظور شده است. ابتدا بدون

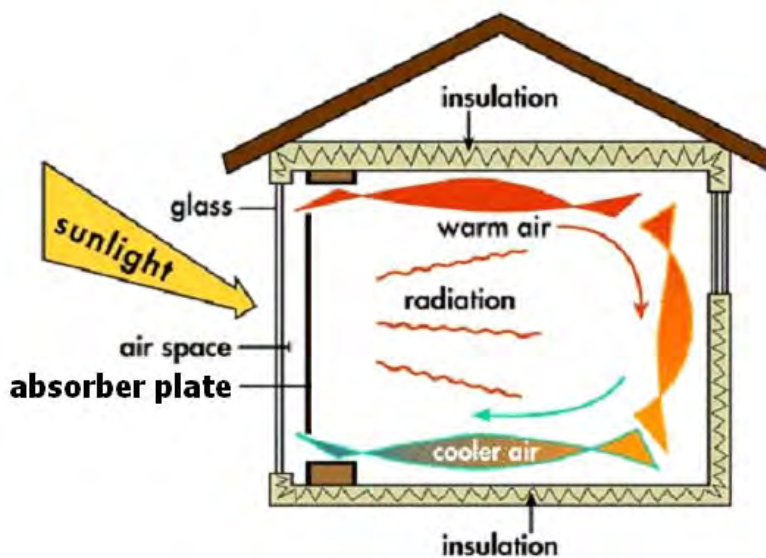
پنجمین کنفرانس انرژی های تجدیدپذیر، پاک و کارآمد ۱۵ اسفند ۱۳۹۲ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا

www.Renewenergy.ir

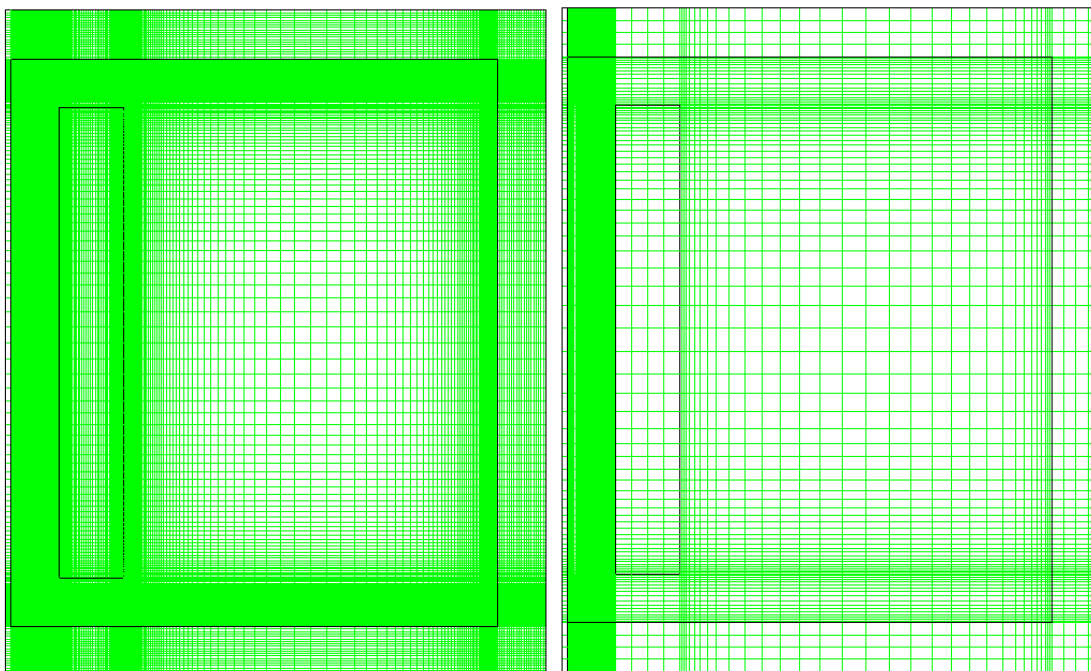
۰۲۱ - ۸۸۶۷۱۶۷۶

در نظر گرفتن انتقال حرارت تشعشی یک اجرا گرفته شده تا همگرایی و گردش خودبخودی هوا در داخل ساختمان محرز گردد. در این حالت مشاهده می‌شود که دبی حجمی قابل توجهی از هوا از طریق دریچه بالا وارد اتاق شده و همین مقدار از طریق دریچه پایین هواکش خورشیدی از اتاق خارج و وارد هواکش می‌گردد، مشی که در نرم‌افزار Gambit ساخته شده در شکل (۲) ملاحظه می‌گردد البته برای آنکه مش ساخته شده کفایت لازم را داشته باشد و به عبارت دیگر حل مسئله مستقل از شبکه گردد مش‌های درشت و ریز زیادی ساخته شده و حل تست گردیده بطوریکه توزیع سرعت در یک مقطع عمود بر جریان داخل هواکش سرانجام با تغییر تعداد گره‌ها تفاوتی از خود نشان نداده و حل مستقل از تعداد گره‌ها شده است، و سعی شده است که رفتار واقعی مدل گردد برای این منظور ضخامت دیواره‌ها لحاظ شده هم چنین جرم ذخیره یا دیوار ترومبی جهت ذخیره انرژی داخل آن برای گرمایش در شب در نظر گرفته شده است از طرفی به جای شیشه ساده از یک شیشه دوجداره استفاده گردیده است تا تلفات حرارتی آن هم در روز و هم در شب به کمترین مقدار کاهش یابد در حالت دو بعدی نرم افزار نمی‌تواند پرتوهای خورشید را روی سطح شیشه مدل نماید از اینرو مقدار تابش معادل 120 w/m^2 تا 180 w/m^2 در نظر گرفته شده و اساساً شرایط آنطوری که در عمل اتفاق می‌افتد در نرم افزار پیاده شده است. یعنی برای دیوارهای پیرامون انتقال حرارت (همان تلفات حرارتی ساختمان) از نوع جابجایی منظور شده است و ضریب انتقال حرارت جابجایی قابل قبول [۲] معادل هفت وات بر متر مربع بر کلون در نظر گرفته شده است ($h=7$)، کف اتاق عایق در نظر گرفته شده است. برای شیشه هواکش خورشیدی اگر دوجداره باشد میتوانیم شرط مرزی عایق بگیریم اما اگر تک‌جداره باشد تلفات قابل توجه است در اجرای بعدی هم نوع جابجایی و هم تشعشی در شبیه سازی لحاظ شده است. در داخل ساختمان بین سطوح میتوان انتقال حرارت تشعشی را در نظر گرفت و هم می‌توان بدلیل پایین بودن دما صرف نظر کرد. در این شبیه سازی هم بدون تشعشع بین سطوح و هم با تشعشع بین سطوح بررسیها صورت گرفته و نتایج بدنبال ارائه گردیده است [۶۷].

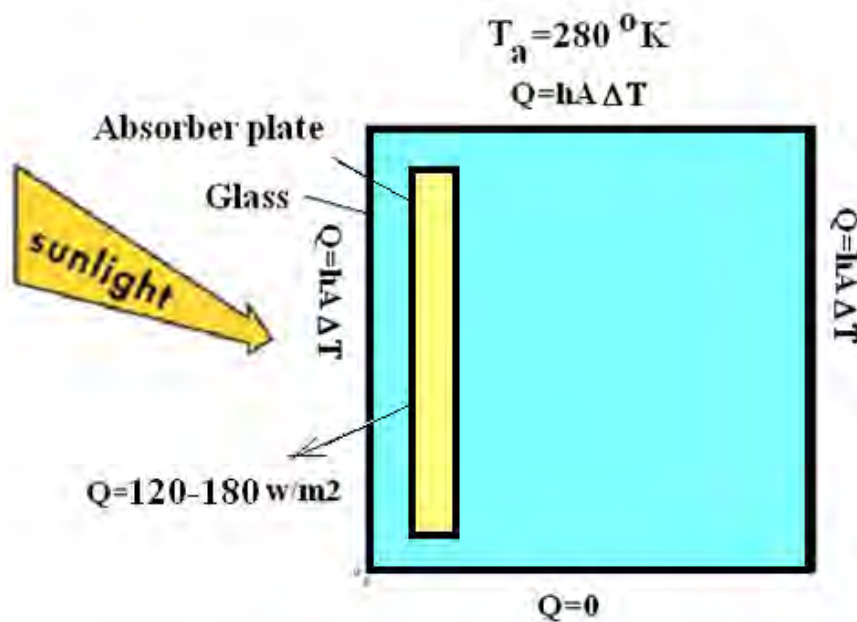
- در اولین اجرا برای صفحه جاذب شار حرارتی ثابت معادل 120 w/m^2 در نظر گرفته و انتقال حرارت از مرزها به بیرون فقط از نوع جابجایی منظور گردیده است مشاهده می‌گردد که در حالت دائم و پایدار دمای داخل به مقدار 298 K رسیده است که شرایط آسایش را تأمین می‌کند و دبی جرمی در گردش طبق شکل (۴)، 0.0298 کیلوگرم بر ثانیه شده است. سایر نتایج نظیر کانتورهای فشار و سرعت و دما و در شکل های (۵) الی (۹) ارائه شده است.



شکل (۱) - نمایش هندسه و کلیات صورت مسئله به عنوان ناحیه محاسباتی



شکل (۲) - نمونه‌ای از شبکه‌های ایجاد شده برای صورت مسئله به عنوان ناحیه محاسباتی
 در شکل بالا دیوار ترومی و ضخامت برای دیوارها لحاظ شده تعداد گره‌ها در شکل سمت راست ۹۴۷۲ و در شکل سمت چپ ۹۱۴۴۵ است در این فاصله خط ناچیز است



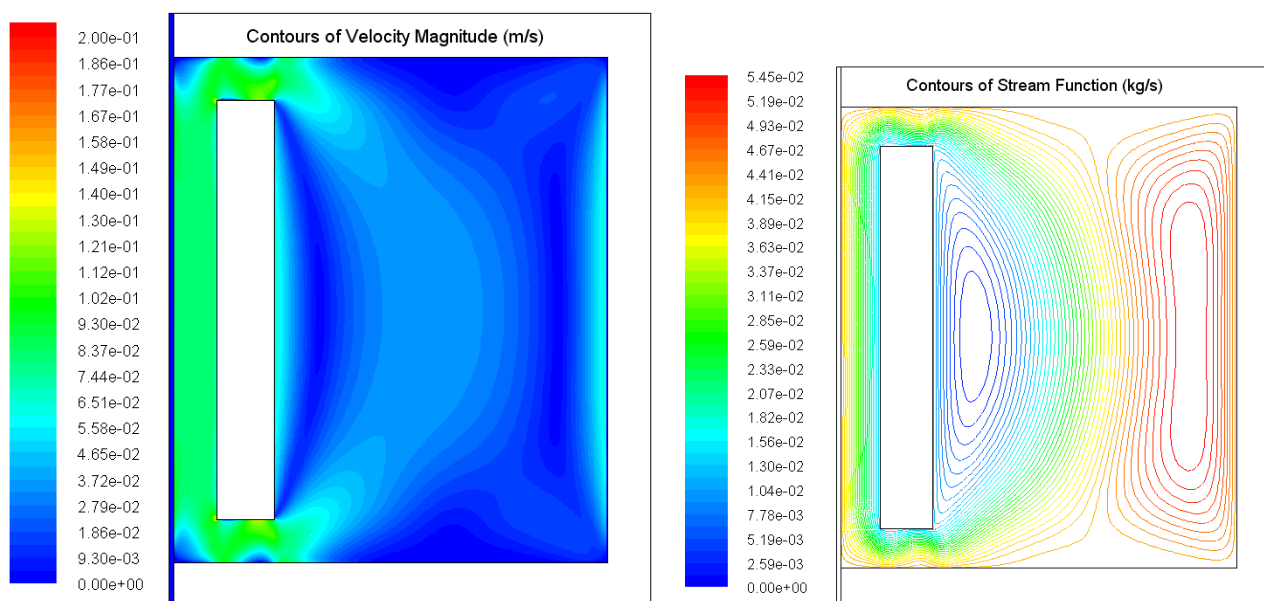
شکل (۳) - اعمال شرایط مرزی در ناحیه محاسباتی

Total Heat Transfer Rate	(w)
glass_in_contact_to_surrounding	-52.120117
left	348.00003
outterwallincontacttoserounding	-295.55829
Net	0.32162476

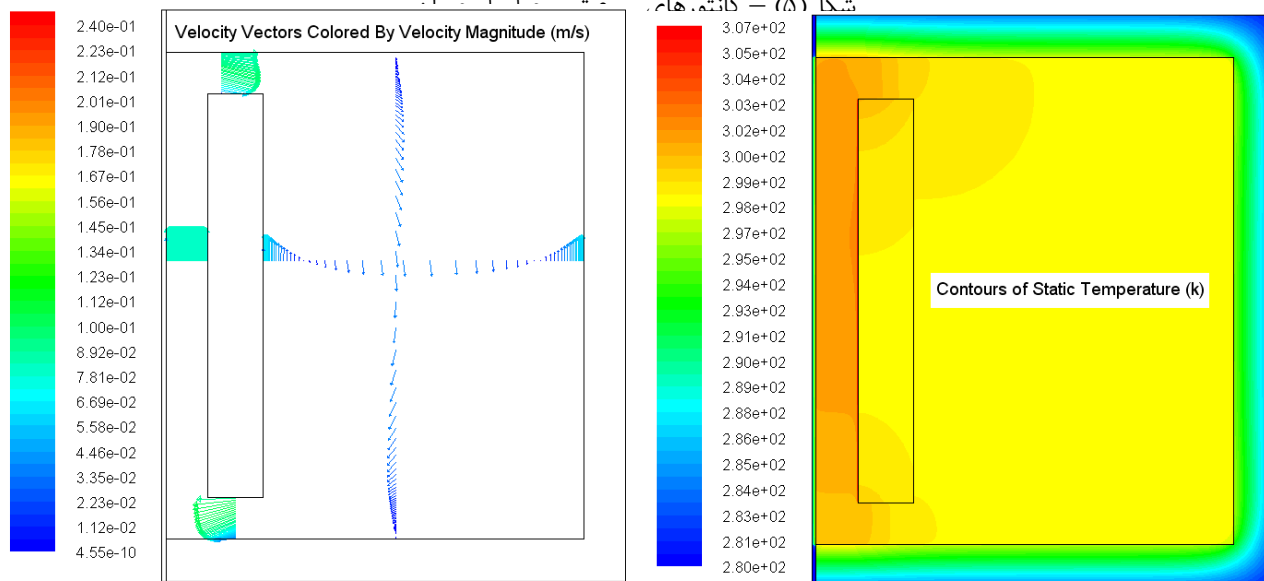
Mass Flow Rate (kg/s)

daricha 0.029868834

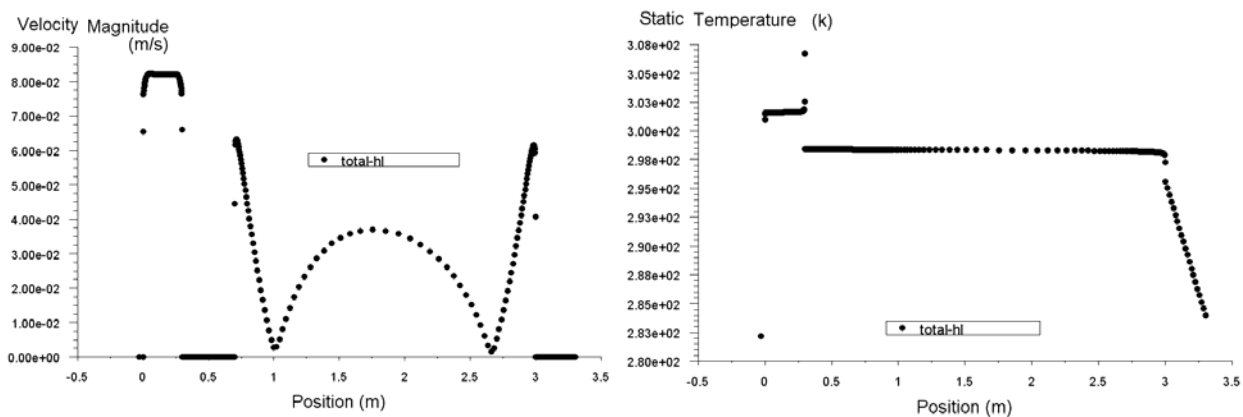
شکل (۴) - دبی جرمی هوای در گردش و حرارت ورودی و خروجی از ساختمان



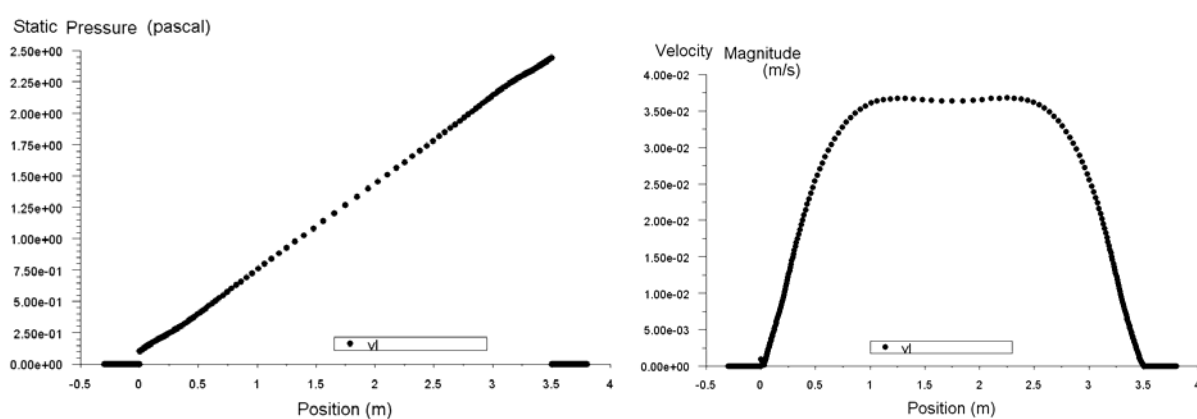
شکل (۵) - کانتورهای دما



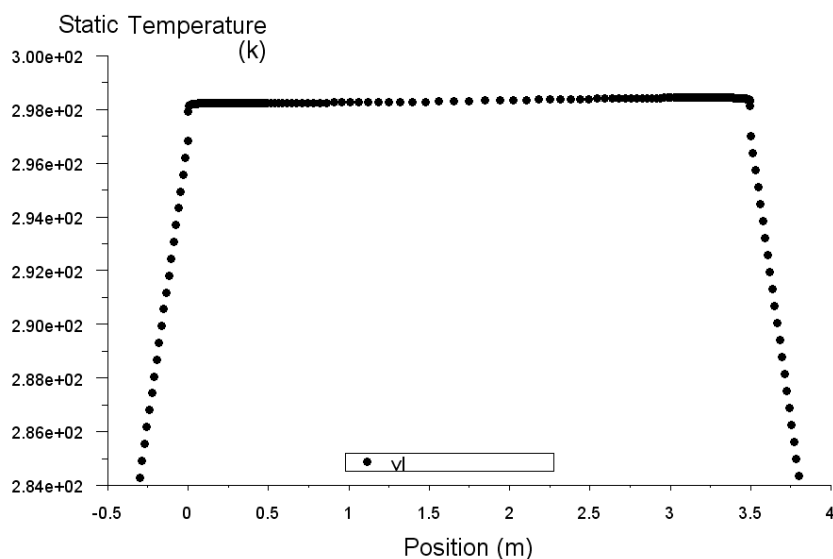
شکل (۶) - کانتورهای دما و بردارهای سرعت داخل میدان جریان



شکل (۷) - پروفایل دما و سرعت در امتداد افقی (در میانه ارتفاع از چپ به راست) داخل میدان جریان



شکل (۸) - پروفایل فشار و سرعت در امتداد قائم (در وسط از پایین به بالا) داخل میدان جریان

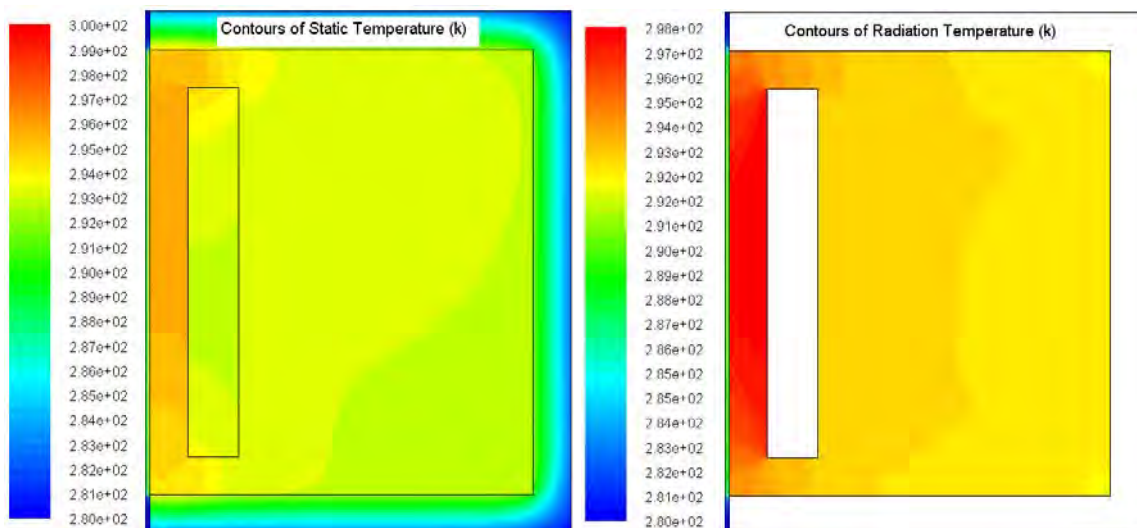


شکل (۹) - پروفایل دما در امتداد قائم (در وسط از پایین به بالا) داخل میدان جریان

- در اجرای بعدی جهت آنکه اهمیت انتقال حرارت تشعشعی بین سطوح و جداره‌ها با محیط مورد بررسی قرار گیرد، قسمت تشعشع در نرم افزار فعال گردیده و نتیجه مطابق شکل‌های (۱۰) و (۱۱) می‌باشد ملاحظه می‌گردد که با در نظر گرفتن انتقال حرارت تشعشعی بین سطوح و محیط بیرون تلفات حرارتی از شیشه بیشتر شده است و همین باعث شده که هوا با دمای کمتری نسبت به حالت قبلی وارد اتاق شود. دما از $298K$ به $294K$ رسیده است این کاهش دما توسط تشعشعی که در اتاق بین سطوح صورت می‌گیرد جبران می‌شود معمولاً در محیطی که انتقال حرارت تشعشعی بر سایر انتقال حرارتها غالب باشد میتوان دما را چندین درجه کمتر در نظر گرفت (نظیر انتقال حرارت تشعشعی از کف گرم اتاق به هوای داخل اتاق)

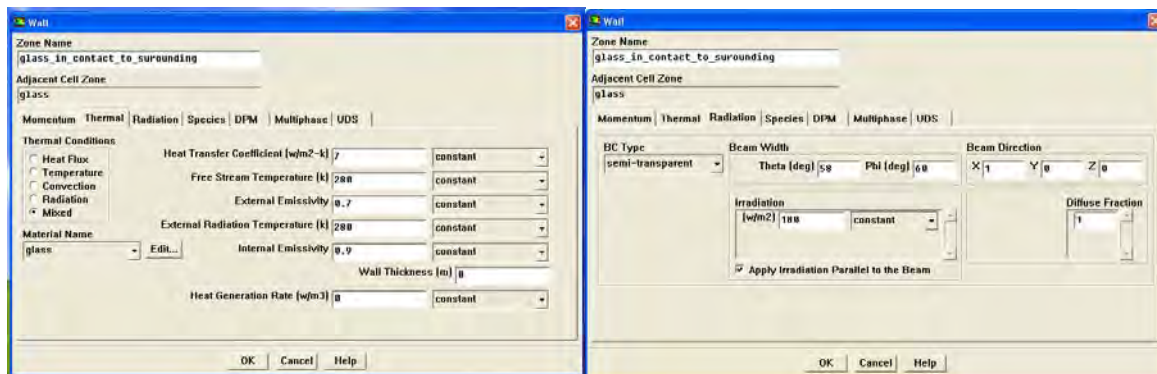
Radiation Heat Transfer Rate	(w)
glass_in_contact_to_surrounding	-121.65259
left	71.13016
outterwallincontacttoserounding	0
Net	-50.522425
Total Heat Transfer Rate	(w)
glass_in_contact_to_surrounding	-145.81976
left	348
outterwallincontacttoserounding	-216.142
Net	-13.961767

شکل (۱۰) - اثر لحاظ نمودن انتقال حرارت تشعشعی

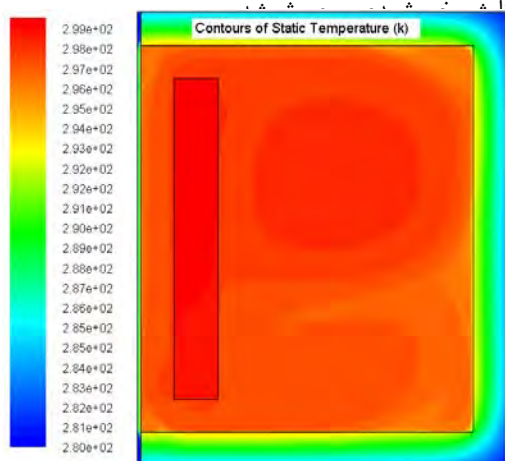


شکل (۱۱) - کانتورهای دما با لحاظ نمودن انتقال حرارت تشعشعی

- سرانجام واقعی‌ترین حالت که همان در نظر گرفتن تابش خورشید می‌باشد شرایط آن به نرم افزار داده شده، یعنی شیشه را محیطی شفاف در نظر گرفته مقدار تابش و راستا و جهت آنرا مطابق شکل (۱۲) به نرم افزار داده، دمای داخل و مقدار انتقال حرارت در حالت دائم و پایدار طبق شکل (۱۳) نتیجه شده است.



شکل (۱۲) - فعال نمودن گزینه



Total Heat Transfer Rate (w)	
glass_in_contact_to_surrounding	-154.69504
outterwallincontacttoserounding	-416.33154
Net	-571.02658
Radiation Heat Transfer Rate (w)	
glass_in_contact_to_surrounding	-117.83094
outterwallincontacttoserounding	0
Net	-117.83094
Mass Flow Rate (kg/s)	
darich	0.30871886

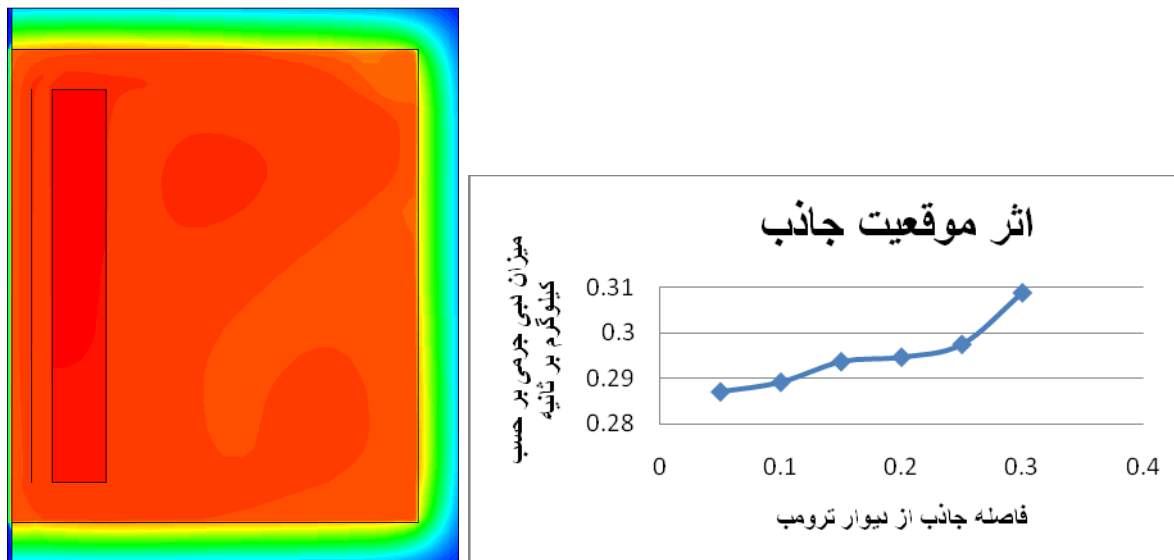
شکل (۱۳) - کانتورهای دما و میزان انتقال حرارت با لحاظ نمودن تشعشع خورشید روی شیشه

ملاحظه می‌گردد که کل تلفات ساختمان ۵۷۱ وات می‌باشد که از این مقدار ۱۱۷.۸۳ وات آن از نوع تشعشعی است. در حالت دائم و پایدار کل انرژی ورودی به داخل با کل انرژی خروجی بایستی برابر باشد پس معادل ۵۷۱ وات حرارت خورشید از طریق شیشه عبور نموده وارد هواکش خورشیدی یا کل ساختمان می‌گردد با توجه به ارتفاع شیشه که ۴.۱ متر است تقریباً از هر متر مربع شیشه حدود ۱۴۰ وات عبور نموده است این مقدار تابش در فصل زمستان در شرایط آب و هوای یزد امکان پذیر است. ظرفیت گرمایی یا توان حرارتی تولید شده در این روش عبارت است از:

$$Q = mc_p (T_{\text{inside}} - T_{\text{outside}})$$

$$Q = 0.3 (1005) (298 - 280) = 5427 \text{ Watt}$$

با رعایت مبحث نوزده مقررات ملی ساختمان (استفاده از عایق مناسب و پنجره دوجداره) تلفات حرارتی (بار گرمایی) برای هر متر مربع از کف حدود ۸۵ وات بیشتر نخواهد شد [۸] پس طرح فوق جوابگوی حدود ۶۰ متر مربع است. در این پژوهش اقدام دیگری که صورت گرفته، حرکت دادن صفحه جاذب از دیوار ترومب بسوی شیشه می‌باشد در شکل (۱۴) جاذب در میانه راه قرار دارد برای سایر موقعیت‌ها دبی جرمی با اجرای متعدد برنامه محاسبه و رسم گردیده شده است ملاحظه می‌گردد که بیشترین دبی مربوط به حالتی است که جاذب به دیوار چسبیده باشد در سایر حالات بدلیل افت فشاری که در مسیر ایجاد می‌کند دبی جرمی جریان هوا کاهش می‌یابد



شکل (۱۴) - اثر موقعیت جاذب بر دبی گرمی گردش هوا

منابع

1. Bahadori, MN, "Passive cooling systems in Iranian architecture" Scientific American, pp.144-154, 1978
2. Kalantar, V., "Natural ventilation the building with wind tower and renewable energy without using fuel oil", the third conference on fuel conservation in building, pp.1566-1577, 13-14 Mar. 2005. Tehran-Irans.
3. <http://www.i4at.org/lib2/aircool.htm>
4. User's Guide, FLUENT 6.1, 2000.
5. Kalantar, V., "Numerical simulation of cooling performance of wind tower (Baud-Geer) in hot and arid region", Renewable Energy, Vol 34, No. 1, Pages 246-254, January 2009.
6. Ashare Handbook, "Fundamentals", American Society of heating, refrigerating and air_ conditioning Engineers, Inc., Atlanta, Georgia, 1981.
7. Bouchair, A, 1994. Solar chimney for promoting cooling ventilation in southern Algeria. Building Service, Engineering, Research and Technology 15 (2): 81-93.
8. Gan, G.; Riffat, S.B. 1998. A numerical study of solar chimney for natural ventilation of buildings with heat recovery, Applied Thermal Engineering 18: 1171-1187.