تحلیل عددی نماهای دوپوسته برای فصل تابستان

وحید افشین مهر[1]، فهیمه عارف[2]، مرضیه شانه ساز[3]

چکیده

امروزه کاربران بیش از پیش خواستار تهویه طبیعی هستند و این امر باعث افزایش تقاضا برای تهویه از طریق بازشوها شده است. شاید این عکس‌العملی در برابر استفاده بی‌رویه از سیستم‌های تهویه مطبوع در ساختمان‌ها بوده، که به‌طور مرتب به‌عنوان نشانه‌ای از ساختمان‌های بیمار معرفی می‌شوند. در این راستا تکنولوژی نماهای دوپوسته به‌عنوان یک فناوری نوین در معماری، امکان تهویه طبیعی را ضمن کنترل صوت، باد و باران فراهم می‌آورند. دوپوسته شدن نمای ساختمان امکان تنظیم گرما، سرما، نور، باد و همچنین سر و صدای بیرون را می‌دهد، به‌طوری‌که راحتی و رفاه ساکنین را بدون اتلاف انرژی تأمین می‌نماید.

بدین منظور در این مقاله با توجه به تعداد، ابعاد و موقعیت دریچه‌های روی نما، به کمک نرم افزارهای Fluent و Gambit به مدلسازی و بررسی عددی نتایج دوپوسته شدن نماها در ساختمان‌های مناطق گرم و خشک ایران با هدف بهره بردن از تهویه طبیعی در فصل تابستان پرداخته می‌شود. خروجی عددی این نرم‌افزارها نشان می‌دهد دوپوسته شدن نمای ساختمان‌ها به افزایش بهره‌گیری از تهویه طبیعی و بهبود کیفیت هوای داخل کمک کرده و استفاده از این فناوری در جهت کاهش استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع و رسیدن به دمای آسایش اثرگذار خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: نماهای دو پوسته، تهویه طبیعی، دمای آسایش، کیفیت هوای داخل.

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۰۷

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۲۵

۱. استادیار گروه معماری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسوول) Afshinmehr11@yahoo.com
۲. کارشناسی ارشد مهندسی معماری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران Fahime.aref@yahoo.com
۳. کارشناسی ارشد مهندسی معماری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران Marzieh.shanehsaz@yahoo.com

۱. مقدمه

کلیسنس و دی هرد نمای دوجداره را این‌گونه تعریف می‌کند: نمای ثانویه، یک پوسته اضافی است که روی نمای موجود نصب می‌گردد و غالباً شفاف است .

فضای خالی بین نمای اولیه و پوسته ثانویه فضای بافری است که ساختمان را ایزوله می‌نماید. این فضا به تناسب جهت نما می‌تواند توسط خورشید گرم شود.

در سازه‌های رو به جنوب، هوای گرم شده توسط خورشید برای اهداف گرمایشی در فصول سرد استفاده می‌شود. البته در فصول و زمان‌های دیگر این هوا مورد تهویه قرار می‌گیرد (Poirazis, 2004).

نمای دو جداره در حقیقت به‌عنوان یک عنصر معماری در ساختمان‌های اداری استفاده گسترده و جایگاه مهمی دارد.

این نما شکلی از پوسته ساختمان است که از دو لایه (نمای داخلی و خارجی) با جنس شیشه‌های مختلف، که به‌وسیله حفره‌ای با قابلیت تهویه هوا از هم جدا شده‌اند، تشکیل شده است.

لایه خارجی، ساختمان را در برابر شرایط آب و هوایی مختلف محافظت و آلودگی صوتی را به میزان قابل توجه‌ای بهبود می‌بخشد.

این مزیت سبب می‌شود تا کاربران بدون مواجهه با معضلات موجود در نماهای تک پوسته (تأثیر فشار و سرعت باد، خیرگی ناشی از تابش مستقیم، آلودگی‌های محیطی و ...) از دریچه‌های بازشو در فضای کار خود بهره‌مند شوند.

امکان نصب سایه‌بان‌ها، اتاق‌های داخلی ساختمان را ضمن امکان استفاده از نور روز، از تابش مستقیم خورشید محافظت می‌نماید که این امر موجب کاهش بار سرمایی ساختمان در فصل تابستان می‌شود.

در آب و هوای سرد، نمای دو پوسته به‌عنوان یک مبدل حرارتی عمل می‌کند، به‌طوری‌که انرژی تابشی در بین دو لایه ذخیره شده و تقریباً دمای آن با دمای داخل ساختمان برابر می‌شود (Salehi et al., 2011).

نمای دو پوسته با دارا بودن حداقل دو غشا بین فضای زندگی و محیط بیرون، از سایر نماها متمایز می‌شود .

در حد فاصل این دو غشا مسیری برای حرکت هوا تعبیه شده است که تمایز عمده آن از پنجره‌هایی با شیشه دوداره حرکت هوا از میان نما است. همچنین در فاصله دو غشای نما غالبا از وسایل سایه انداز استفاده می‌شود.

تغییر فصول در عملکرد این نما مؤثر است. در طی فصول گرم، هوای دمیده شده در شکاف نما حرارت ذخیره شده در آن را خارج می‌سازد؛ لذا از نظر تئوری، دمای غشای میانی پایین نگه داشته می‌شود و این امر رسانش، همرفت و تابش گرما را از سطح شیشه داخلی به فضای زندگی کاهش می‌دهد. و به دلیل آنکه دمای تشعشع فضا کاهش می‌یابد، ساکنان احساس آسایش بیشتری خواهند داشت؛ به بیانی دیگر با گرم شدن هوای داخلی شکاف، اثر مکش قوی‌تر شده و هوای خنک با سرعت بیشتری به فضای داخلی نما کشیده می‌شود و به‌شیوه‌ای پارادوکسی گرمای خورشید به خنک کردن نما کمک می‌کند (Shahriari and Karimzadeh, 2012).

در حقیقت، نماهای دو پوسته علاوه بر تأمین شفافیت مورد نیاز، می‌تواند تشعشع خورشیدی جذب‌شده توسط نمای شیشه‌ای خارجی را در فصل زمستان ذخیره نماید و یا در تابستان به کمک تهویه مناسب آن را کاهش دهد؛ به این طریق مسئله آسایش حرارتی و کیفیت هوای فضای داخلی بنا در عین کاهش بارهای سرمایشی و گرمایشی ساختمان، بهبود می‌یابد (Hashemi et al., 2010).

از جنبه مقوله آسایش حرارتی، در ساختمان‌هایی که دارای تهویه طبیعی نیستند (برای مثال در یک سیستم تهویه مطبوع بسته) تحمل دمای بالاتر از ۲۴ درجه سانتیگراد برای کاربران مشکل است. درحالی‌که در ساختمان‌هایی که به‌صورت طبیعی تهویه می‌شوند، حتی دمای بالاتر از ۲۷ درجه سانتیگراد نیز ممکن است خوشایند باشد. توجه به این امر سبب کاهش مصرف انرژی در ساختمان می‌گردد (Gratia and Deherde, 2004).

۱-۱. بداعت و نوآوری

اقلیم گرم و خشک، دربرگیرنده پهناورترین گستره اقلیمی در کشور ایران می‌باشد و از این‌رو مطالعه و بهینه‌یابی شرایط آسایش در ساختمان‌های موجود در این اقلیم شایان توجه است. با توجه به گرم بودن اکثر ماه‌های سال و سرد بودن زمستان‌ها در اقلیم گرم و خشک، مسئله تهویه طبیعی و آسایش حرارتی در این اقلیم از اهمیت به سزایی برخوردار است. از این رو در این مقاله، به تحلیل و بهینه‌یابی تهویه طبیعی و آسایش حرارتی نماهای دوپوسته به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل در تعیین شرایط آسایش ساختمان‌ها در اقلیم گرم و خشک می‌پردازیم.

بدین منظور، در این مطالعه تأثیر تعداد، ابعاد و موقعیت دریچه‌های ورودی و خروجی هوا در شرایط بسته بودن دریچه‌های ورود هوا به داخل ساختمان، به‌منظور تهویه طبیعی در نماهای دو پوسته به‌صورت عددی مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. لایه‌های نمای دو پوسته

نمای دوپوسته بر اساس اصول چند لایه‌ای‌ها شکل گرفته است. این نماها شامل یک نمای خارجی، یک فضای میانی و یک نمای داخلی است.

لایه خارجی وظیفه حفاظت در برابر هوا را دارد و همچنین عایق صوتی در برابر سر و صدای خارجی است و معمولاً دارای بازشوهایی برای تهویه فضای میانی و اتاق‌های داخلی می‌باشد.

جریان هوا از طریق فضای میانی یک نمای دوپوسته و به‌وسیله جریان همرفتی و یا مکش، فعال می‌شود. برای تطابق بیشتر با شرایط محیطی، این امکان نیز وجود دارد که بازشوهای لایه بیرونی کاملاً بسته شود (KalantarMehrjardi, 2006).

لایه‌های نمای دو پوسته عبارت از شیشه بیرونی، شیشه درونی و حفره هوای بین دو شیشه می‌باشد.

شیشه بیرونی: معمولاً شیشه منفرد سخت شده است و نمای بیرونی می‌تواند کاملاً شیشه‌ای باشد.

شیشه درونی: شیشه دو لایه عایق شده (انواع شیشه‌های خورشیدی، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد) می‌باشد و ممکن است این لایه کاملاً شیشه‌ای باشد (Motiee and Nasiri, 2006).

حفره هوای بین دو شیشه: حفره مابین دو پوسته می‌تواند کاملاً طبیعی یا مکانیکی تهویه شود. پهنای حفره بین ۲۰ سانتیمتر تا ۲ متر متغیر است و این پهنا زمانی که نما به‌عنوان نگهدارنده عمل می‌کند اثرگذار می باشد.

امکان بازکردن پنجره‌های داخلی توسط کاربر به‌منظور تهویه هوا وجود دارد و تنظیم اتوماتیک سایه خورشید می‌تواند به‌طور یکپارچه در داخل حفره انجام گیرد (Motiee and Nasiri, 2006).

۲.۲. ارزیابی هندسه حفره هوا در عملکرد نمای دو پوسته

طراحی مناسب فضای هوا برای نماهای دوپوسته بسیار مشکل است. اگر فضای هوا به‌طور پیوسته و عمودی در سرتاسر نما باشد، این امر موجب یک قائده فیزیکی، که همان حرکت هوای گرم به طرف بالا است می‌گردد.

اگر هم تقسیم‌بندی به‌وسیله طبقات صورت بگیرد، ایمنی بیشتری در مسائلی از قبیل: آتش‌سوزی، انتقال گرما و صدا حاصل می‌شود (Babolhavaeji and Mirzadeh, 2012).

در ادامه ویژگی‌های این دو تقسیم‌بندی بررسی می‌شود:

۱.۲.۲. حفره هوای پیوسته

نمای تقسیم‌بندی نشده، از اثر دودکش بهره می‌برد. در روزهای گرم، هوای گرم در قسمت بالای فضای میان دوپوسته جمع می‌شود.

دریچه‌ای در بالا، هوای گرم را خارج می‌سازد و هوای سرد توسط خنک کننده‌ها از بیرون جایگزین می‌شود. بدون چنین دریچه‌ای، اتاق‌هایی که در طبقات بالا هستند، از گرمای زیاد انباشته شده، رنج خواهند برد.

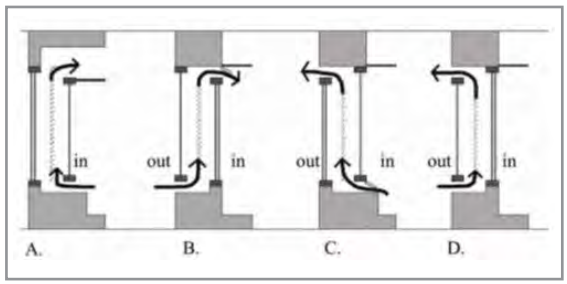
فضای هوای تقسیم‌بندی نشده می‌تواند به آتریا تغییر کاربری داده شود. این حالت امکان ایجاد فضای بینابینی را می‌دهد. این فضای خالی می‌تواند با اشغال کم مثلاً رستوران یا فضاهای اجتماعات کوچک، به‌کار برده شود. همچنین گیاهانی در این فضاها برای فیلتر کردن و مرطوب کردن هوا استفاده می‌شوند. این گیاهان همانند سایبان عمل می‌کنند. (Rashidi and Sharifi, 2008)

۲.۲.۲. حفره هوای تقسیم‌بندی شده

فضای هوای تقسیم‌بندی شده می‌تواند گرمای زیاد در بالای طبقات، صدا، انتقال آتش و دود را کاهش دهد. تقسیم‌بندی طبقه به طبقه، به سادگی ساختمان می‌افزاید.

این امر به نوبه‌ی خود موجب صرفه‌جویی اقتصادی می‌شود. نماهای کریدور که کاربرد رایجی در سردرهای نماهای دوپوسته دارند، هوای تازه را به هر طبقه وارد می‌کنند و امکان به حداکثر رسیدن تهویه طبیعی را فراهم می‌آورد (Salehi et al., 2011).

کانال‌های نماها که به شکل محفظه‌های عمودی در سرتاسر دیوار تقسیم می‌شوند، هوا را از طریق دریچه‌ها در



شکل۱: طرح مسیر حرکت هوا
(Taghi and Montazer Motamedi, 2006)

کل نما پخش می‌کنند. این امر امکان تهویه مطبوع‌تر را می‌دهد. در این حالت، کانال‌های نماها در جهت حفاظت از آتش، انتقال صدا، ترکیب هوای تازه و آلوده ممکن است مشکلاتی را به همراه خود داشته باشد (Rashidi and Sharifi, 2008) .

۳.۲. طرح مسیر حرکت هوا

سه نوع روش تهویه برای این نوع نما پیشنهاد شده است:

- تهویه به داخل ساختمان (نوع A): هوا از فضای داخل بنا به شکاف وارد می‌شود و هوای خروجی از آن به تأسیسات برمی‌گردد.
درنوع A، هوای اتاق وارد حفره شده و از بالای غلتک سایه‌بان جریان می‌یابد. در برخی طراحی‌ها این هوا از ساختمان خارج و یا از طریق بازشو به سیستم گرمایش و سرمایش مرکزی ساختمان بر می‌گردد.

- تهویه مرکب (نوع BوC): هوا از داخل بنا یا خارج آن وارد شکاف نما شده و از سمت مخالفش خارج می‌شود.
برای نوع BوC هوای تازه می‌تواند قبل از ورود به اتاق در فصل زمستان به‌عنوان یک پیش گرم‌کننده عمل نماید.

- در نوع A، B وC از تهویه مکانیکی استفاده می‌شود که می‌تواند با سیستم‌های تهویه مطبوع در ساختمان تجمیع شود.
- تهویه به خارج ساختمان (نوع D): هوا از فضای بیرون به شکاف وارد می‌شود و به بیرون نیز تخلیه می‌گردد.

نوع D، به‌عنوان تنفس نماهای دو پوسته، معمولاً با تهویه طبیعی همراه می‌باشد. از این سیستم می‌توان هوای تازه فضای داخلی را از طریق پنجره‌ها تأمین نمود. همچنین در شرایط بسته بودن پنجره‌ها، به‌عنوان یک پوسته عایق، پایداری حرارتی مناسبی را ایجاد می‌کند (Salehi et al., 2011) (Taghi and Montazer Motamedi, 2006, Juan and Youming, 2010)

	شیشه داخلی	شیشه خارجی
ضخامت(mm)	۱۵۰ (فاصله بین دو شیشه در شیشه دوجداره)	۵
ضریب هدایت حرارتی ($k.w/m^2$)	۲،۹	۵،۹
ظرفیت گرمای ویژه (j/kg.k)	۲۵۰۰	

جدول ۱: خصوصیات شیشه (Tabatabaeipour, 2013, Hosseinpour and Kashani asl, 2010)

	تابستان		زمستان	
	روز	شب	روز	شب
معدل دمای طرح خارج (°C)	۳۴	۱۵ (حداقل دمای ممکن)	۱۵	۰
دمای طرح داخل (°C)	۲۵		۲۳	
سرعت متوسط باد (m/s)	۳		۴	

جدول۲: داده‌های اقلیمی (Kasmai, 2008)

۳. روش شناسی

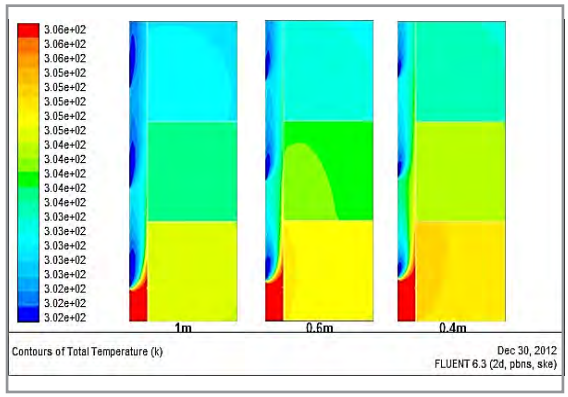
۳.۱. شرایط مرزی و روش‌های عددی

اکنون نمونه‌ای از ساختمان با نمای دوپوسته با ویژگی‌های مورد نظر را طراحی کرده و به تحلیل عددی آن در نرم‌افزارهای مربوطه می‌پردازیم.

به‌منظور تحلیل عددی نمای دو پوسته از نرم‌افزارهای GAMBIT و FLUENT استفاده می‌شود. و به منظور ایجاد هندسه‌ی مناسب و مش‌بندی کردن نمای دوپوسته، از نرم‌افزار GAMBIT استفاده می‌کنیم. مش ایجاد شده را در FLUENT اجرا می‌کنیم.

مهمترین مسئله در FLUENT انتخاب صحیح شرایط مرزی است. که به این منظور ورودی و خروجی هوا و سطوح داخلی و خارجی و دیوارهای اطراف را تعیین می نما ییم .

در این مسئله، شرایط خارجی که سرعت باد و دما می‌باشند را تعریف می‌کنیم. همچنین به‌منظور تحلیل



نمودار۱: تغییرات دمایی هنگام روز در تابستان با سه دریچه بازروی نمای خارجی

محیط، باید مدل حل هریک از معادلات (معادلات بقای جرم، مومنتوم، انرژی، فشار) استفاده شده را نیز تعیین کنیم. سپس با توجه به شرایط خارجی، حل گذرا برای یک دوره ۲۴ ساعته و بازه زمانی ۱ ساعته، مسئله را حل می‌کنیم. در نهایت توزیع سرعت و دما در محیط حل را داریم.

اما مسئله مهم برای ما میزان انتقال حرارت با دیواره داخلی و دمای هوای خروجی است که میزان آن را تعیین می‌کنیم.

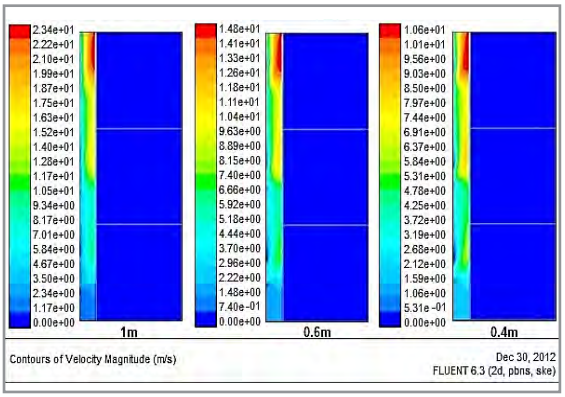
در این مرحله به تحلیل مسئله می‌پردازیم. بدین منظور باید شرایط هندسی مدل (اندازه و مکان ورودی و خروجی) را هر بار تغییر داده و مش‌بندی کرده، در FLUENT اجرا کرده، شرایط مرزی را تعریف و مسئله را حل کنیم. در ادامه میزان انتقال حرارت با سطح داخلی را در هر مورد محاسبه کرده و در نهایت نتایج را با توجه به ابعاد و تعداد ورودی و خروجی هوا مقایسه و بهینه‌ترین مدل را تعیین می‌نماییم.

۲.۳. نمونه موردی

مدل مورد مطالعه در این پژوهش یک ساختمان فرضی ۳ طبقه است که در هر طبقه آن یک واحد تک اتاقی مدنظر قرار گرفته و پهنای حفره در این نمای دوپوسته ۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

در هر طبقه روی پوسته داخلی و خارجی یک بازشو تعبیه شده است که در سه مدل مختلف با ابعاد زیر مورد تحلیل قرار گرفته است:

مدل اول با طول و عرض ۱ متر،
مدل دوم با طول و عرض ۰/۶ متر
مدل سوم با طول و عرض ۰/۴ متر



نمودار۲: تغییرات سرعت هنگام روز در تابستان با سه دریچه بازروی نمای خارجی

خصوصیات شیشه‌های به‌کار رفته در پوسته داخلی و خارجی نما در جدول ۱ تعریف شده است.

۳.۳. محیط خارجی و داده‌های اقلیمی

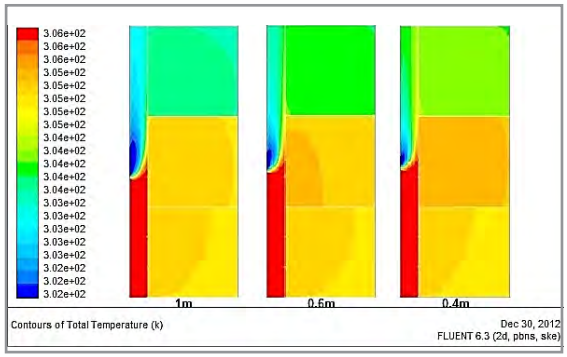
مدل حاضر در اقلیم گرم و خشک شهر کرمان با طول و عرض جغرافیایی ۵۷° و ۳۰° مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین داده‌های اقلیمی مورد نیاز نظیر سرعت باد و دما با توجه به اقلیم مذکور در جدول ۲ گردآوری شده است.

در ادامه با فرضیه‌های زیر به تحلیل نمودارها می‌پردازیم:

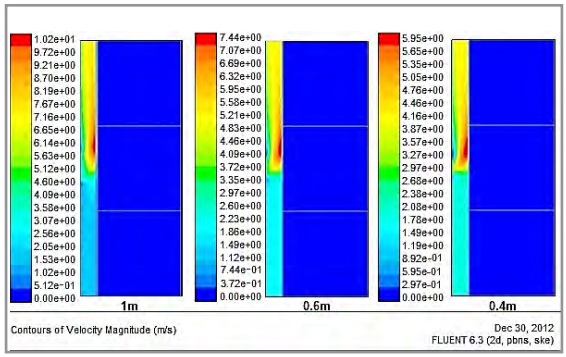
- در تمامی مدل‌ها، دریچه‌های روی نمای داخلی بسته در نظر گرفته شده است.
- در تمامی مدل‌ها، دریچه‌های روی نمای خارجی، محل ورود هوا به حفره و بازشوی واقع در بالای حفره محل خروج هوا می‌باشد.
- در اکثر حالت‌ها دمای هوای ورودی از بازشوهای خارجی، ۳ درجه خنک‌تر از دمای هوای خارج و دمای هوای ورودی از بازشوی پایین حفره، ۱ درجه خنک‌تر از دمای هوای خارج است.
- سرعت هوای ورودی به حفره ۲/۵ متر بر ثانیه در نظر گرفته شده است.
- در تمامی نمودارها مدل اول از سمت چپ بازشوهای یک متری، مدل دوم بازشوهای ۰/۶ متری و مدل سوم بازشوهای ۰/۴ متری را نشان می‌دهد.

۴. نتایج و بحث و بررسی

۱۴. تغییرات دما: دمای خارج ۳۴ درجه سانتیگراد و هوای ورودی از دریچه‌های خارجی ۳۱ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است.



نمودار۳: تغییرات دمایی هنگام روز در تابستان با یک دریچه باز روی نمای خارجی



نمودار۴: تغییرات سرعت هنگام روز در تابستان با یک دریچه ی باز روی نمای خارجی

در مدل اول با بازشوی یک متری با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی، حرکت هوای درون حفره دمای هوای طبقه اول را به ۳۱ درجه، طبقه دوم به ۳۰ درجه و طبقه سوم را به ۲۹ درجه سانتیگراد رسانده است.

که نسبت به دمای خارج حداکثر شاهد ۵ درجه کاهش دما می‌باشیم، به این معنی که دمای خارج را ۵ درجه به دمای داخل نزدیک کرده و موجب می‌شود انتقال حرارت کمتری بین داخل و خارج صورت بپذیرد. همچنین نسبت به دمای آسایش که معادل ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد، حداقل با ۴ درجه افزایش دما روبرو هستیم. به این معنا که به دستگاه‌های سرمایشی برای کاهش ۴ درجه‌ای دما نیاز داریم.

در مدل دوم با بازشوهای ۰/۶ متر و مدل سوم با بازشوهای ۰/۴ متری نیز با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی، حرکت هوای درون حفره دمای هوای طبقه اول را به ۳۲ درجه، طبقه دوم به ۳۱ درجه و طبقه سوم را به ۳۰ درجه سانتیگراد رسانده است. که نسبت به دمای خارج حداکثر شاهد ۴ درجه کاهش دما می‌باشیم، به این معنی که دمای خارج را ۴ درجه به دمای داخل نزدیک کرده و موجب می‌شود انتقال حرارت کمتری بین داخل و خارج صورت بگیرد. همچنین نسبت به دمای آسایش که معادل ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد، حداقل با ۵ درجه افزایش دما روبرو هستیم. به این معنا که به دستگاه‌های سرمایشی برای کاهش ۵ درجه‌ای دما نیاز داریم.

بنابراین در شرایط بسته بودن دریچه‌های داخلی ورود هوا به داخل ساختمان، اندازه دریچه‌ها تأثیر چشم‌گیری در تغییرات دمای داخل ساختمان ندارد و اندک تأثیر ابعاد دریچه‌ها در دریچه‌های ۱ متری به دلیل افزایش ضخامت فیلم هوای عایق می‌باشد که هرچه ابعاد دریچه‌های ورود هوا بیشتر شود فیلم هوا تأثیر بهتری گذاشته و انتقال حرارت بین داخل و خارج را کمتر می‌کند.

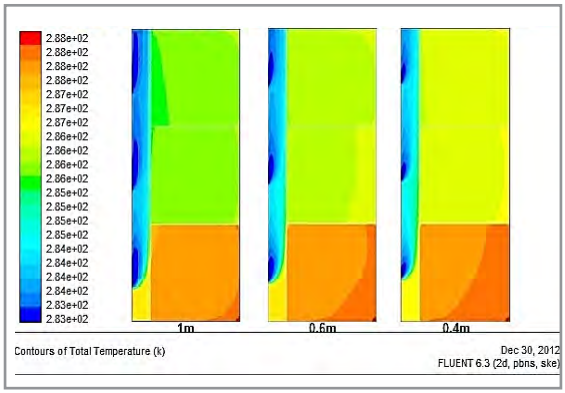
۲.۴. تغییرات سرعت: با توجه به دریچه‌های بسته ورود و خروج هوا به داخل ساختمان، سرعت باد تأثیری در جریان هوا در داخل ندارد، تنها جداره را خنک کرده و رطوبت‌زدایی می‌کند.

سرعت باد ورودی به محفظه تحت تأثیر مکش و فشار ایجاد شده از ۲/۵ متر بر ثانیه به ۲۳ متر بر ثانیه هنگام خروج از محفظه افزایش یافته است.

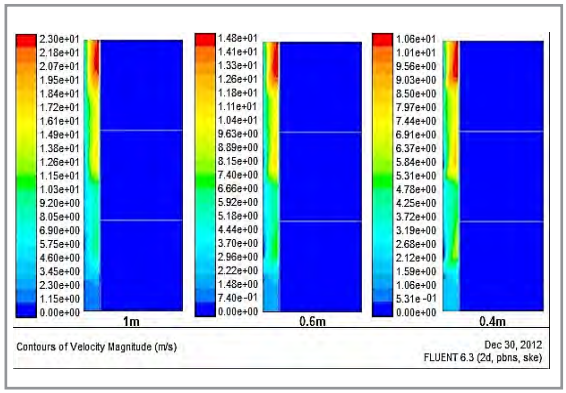
۳.۴. تغییرات دما: دمای خارج ۳۴ درجه سانتیگراد و هوای ورودی از دریچه‌های خارجی ۳۱ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است.

در مدل اول با دریچه یک متری با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی، حرکت هوای درون حفره، دمای هوای طبقه اول و دوم را به ۳۲ درجه و طبقه سوم را به ۳۰ درجه سانتیگراد رسانده است. که نسبت به دمای خارج حداکثر شاهد ۴ درجه کاهش دما می‌باشیم؛ به این معنی که دمای خارج را ۴ درجه به دمای داخل نزدیک کرده و موجب می‌شود انتقال حرارت کمتری بین داخل و خارج صورت بگیرد. همچنین نسبت به دمای آسایش که معادل ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد، حداقل با ۵ درجه افزایش دما روبرو هستیم. به این معنا که به دستگاه‌های سرمایشی برای کاهش ۵ درجه‌ای دما نیاز داریم.

در مدل دوم با بازشوهای ۰/۶ متر و مدل سوم با بازشوهای ۰/۴ متری نیز با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی، حرکت هوای درون حفره دمای هوای طبقه‌ی اول را به ۳۲ درجه، طبقه دوم به ۳۳ درجه و طبقه سوم را به ۳۱ درجه‌ی سانتیگراد رسانده است. که نسبت به دمای خارج حداکثر شاهد ۳ درجه کاهش دما می‌باشیم، به



نمودار۵: تغییرات دمایی هنگام شب در تابستان با سه دریچه باز روی نمای خارجی



نمودار۶: تغییرات سرعت هنگام شب در تابستان با سه دریچه باز روی نمای خارجی

این معنی که دمای خارج را ۳ درجه به دمای داخل نزدیک کرده و موجب می‌شود انتقال حرارت کمتری بین داخل و خارج صورت بگیرد. همچنین نسبت به دمای آسایش که معادل ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد، حداقل با ۶ درجه افزایش دما روبرو هستیم. به این معنا که به دستگاه‌های سرمایشی برای کاهش ۶ درجه‌ای دما نیاز داریم.

بنابراین در شرایط بسته بودن دریچه‌های داخلی ورود هوا به داخل ساختمان، ابعاد دریچه‌ها تأثیر چشم‌گیری در تغییرات دمای داخل ساختمان ندارد و همچنین با توجه به محل قرارگیری دریچه ورودی هوا در طبقه وسط، حرکت هوا درون حفره تأثیر قابل توجهی در تغییرات دما در طبقات اول و دوم ندارد؛ درنتیجه این مدل نسبت به مدل اول با سه دریچه باز روی پوسته خارجی از عملکرد پایین‌تری برخوردار است.

۴.۴. تغییرات سرعت: با توجه به دریچه‌های بسته ورود و خروج هوا به داخل ساختمان، سرعت باد تأثیری در جریان هوا در داخل ندارد، تنها جداره را خنک کرده و رطوبت زدایی می‌کند.

سرعت باد ورودی به محفظه در طبقه دوم از ۳ متر بر ثانیه به ۷ متر بر ثانیه هنگام خروج از محفظه افزایش یافته است.

اکنون با توجه به منفی بودن نتایج مدل دوم با یک دریچه باز روی نمای خارجی و عملکرد بهتر مدل اول با سه دریچه باز، به تحلیل و ارزیابی این مدل هنگام شب در تابستان می‌پردازیم:

۵.۴. تغییرات دما: دمای خارج ۱۵ درجه سانتیگراد و هوای ورودی از دریچه‌های خارجی ۱۲ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است.

در مدل اول با دریچه یک متری با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی، حرکت هوای درون حفره دمای هوای طبقه اول را به ۱۴ درجه و طبقه دوم و سوم را به ۱۲ درجه‌ی سانتیگراد رسانده است. که نسبت به دمای خارج حداکثر شاهد ۳ درجه کاهش دما می‌باشیم و همچنین نسبت به دمای آسایش که معادل ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد می‌باشد، حداقل با ۱۱ درجه کاهش دما روبرو هستیم. به این معنا که به دستگاه‌های گرمایشی برای افزایش ۱۱ درجه‌ای دما نیاز داریم.

در مدل دوم با بازشوهای ۰/۶ متر و مدل سوم با بازشوهای ۰/۴ متری نیز با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی، حرکت هوای درون حفره دمای هوای طبقه اول را به ۱۵ درجه و طبقه دوم و سوم را به ۱۳ درجه‌ی سانتیگراد رسانده است. که نسبت به دمای خارج حداکثر شاهد ۲ درجه کاهش دما می‌باشیم و نسبت به دمای آسایش که معادل ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد، حداقل با ۱۰ درجه کاهش دما روبرو هستیم. به این معنا که به دستگاه‌های گرمایشی برای افزایش ۱۰ درجه‌ای دما نیاز داریم.

بنابراین در شرایط بسته بودن دریچه‌های داخلی ورود هوا به داخل ساختمان، ابعاد دریچه‌ها تأثیر چشم‌گیری در تغییرات دمای داخل ساختمان نداشته و همچنین حرکت هوا به صورت تونلی در حفره هوا نیز تأثیر مساعدی در تعدیل دمای داخل هنگام شب در تابستان ندارد.

۶.۴. تغییرات سرعت: با توجه به دریچه‌های بسته ورود و خروج هوا به داخل ساختمان، سرعت باد تأثیری در

جریان هوا در داخل ندارد، تنها جداره را خنک کرده و رطوبت‌زدایی می‌کند.

سرعت باد ورودی به محفظه تحت تأثیر مکش و فشار ایجاد شده از ۲/۵ متر بر ثانیه به ۲۳ متر بر ثانیه هنگام خروج از محفظه افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات فوق، برای استفاده بهینه از فناوری نماهای دوپوسته در اقلیم گرم و خشک در فصل تابستان باتوجه به ابعاد، تعداد و محل استقرار بازشوها نتایج زیر به دست آمد:

هنگام روز در تابستان با سه دریچه باز روی نمای خارجی: با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی ورود هوا به ساختمان، در تحلیل تأثیر ابعاد، تعداد و موقعیت دریچه‌ها در تعدیل دمای داخل در این شرایط و با توجه به نمودار شماره ۱، به نظر می‌رسد در صورتی‌که بازشوها با ابعاد ۱ متر و هر طبقه دارای یک بازشوی مجزا باشد نتایج بهتری حاصل می‌شود. در این صورت با توجه به دمای هوای خارج که ۳۴ درجه و دمای آسایش داخل که ۲۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است، در این مدل با ۵ درجه کاهش دما نسبت به دمای بیرون مواجه می‌شویم و دمای داخل به ۲۹ درجه سانتیگراد می‌رسد، بنابراین به کاهش ۴ درجه سانتیگراد برای رسیدن به دمای آسایش در داخل ساختمان نیاز خواهد بود.

هنگام روز در تابستان با یک دریچه باز روی نمای خارجی: در صورت وجود تنها یک دریچه روی نمای خارجی (با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی ورود هوا به ساختمان، و با توجه به نمودار شماره‌ی 3)، در بهترین حالت با دریچه‌های با ابعاد ۱متر (با توجه به دمای هوای خارج که ۳۴ درجه و دمای آسایش داخل که ۲۵ درجه ی سانتیگراد در نظر گرفته شده است)، در این مدل در طبقه وسط با ۴ درجه کاهش دما نسبت به دمای بیرون مواجه می‌شویم و دمای داخل به ۳۰ درجه سانتیگراد می‌رسد، بنابراین به کاهش ۵ درجه سانتیگراد برای رسیدن به دمای آسایش در داخل ساختمان نیاز داریم.

این مدل در مقایسه با همین حالت در مدل اول (با سه دریچه روی نمای خارجی) از عملکرد پایین‌تری برخوردار است. در این مدل همچنین با توجه به محل قرارگیری دریچه ورودی هوا در طبقه وسط، حرکت هوای درون حفره تأثیر قابل توجهی در تغییرات دما در طبقات اول و دوم ندارد و درنتیجه در این دو طبقه اثرگذار نخواهد بود.

بنابراین با توجه به نتایج منفی این مدل، به ارزیابی مدل اول با سه دریچه باز، هنگام شب در تابستان می‌پردازیم:

هنگام شب در تابستان با سه دریچه باز روی نمای خارجی: با توجه به بسته بودن دریچه‌های داخلی ورود هوا به ساختمان، در تحلیل تأثیر ابعاد، تعداد و موقعیت دریچه‌ها در تعدیل دمای داخل در این شرایط و با توجه به نمودار شماره ۵، و با نظر به اینکه دمای هوای خارج ۱۵ درجه و دمای آسایش داخل ۲۵ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شده است، به نظر می‌رسد در صورتی که ابعاد دریچه‌های خارجی ۱ متر باشد، در این مدل با ۳ درجه کاهش دما نسبت به دمای بیرون مواجه می‌شویم و دمای داخل به ۲۹ درجه سانتیگراد می‌رسد، بنابراین به افزایش ۱۱ درجه‌ای دما برای رسیدن به دمای آسایش در داخل ساختمان نیاز داریم.

در مدل دوم با بازشوهای ۰/۶ متر و مدل سوم با بازشوهای ۰/۴ متری نیز نسبت به دمای خارج حداکثر شاهد ۲ درجه کاهش دما می‌باشیم و به افزایش ۱۰ درجه‌ای دما برای رسیدن به دمای آسایش نیاز داریم؛ بنابراین در صورت باز بودن دریچه‌های خارجی و بسته بودن دریچه‌های داخلی ورود هوا به داخل ساختمان، حرکت هوا به صورت تونلی در حفره هوا تأثیر مساعدی در تعدیل دمای داخل هنگام شب در تابستان ندارد.

بنابراین در شرایط بسته بودن دریچه‌های داخلی ورود هوا به ساختمان، ابعاد، تعداد و موقعیت دریچه‌های خارجی در تعدیل و یا تغییر دمای داخل ساختمان تأثیر گذاشته و در بهترین حالت با وجود سه دریچه روی نمای خارجی که هر دریچه در هریک از طبقات تعبیه شده باشد (هنگام روز در تابستان با کاهش ۵ درجه‌ای دما نسبت به دمای هوای خارج)، به کاهش استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع کمک می‌کند. ولی همین مدل هنگام شب در تابستان با کاهش ۳ درجه‌ای دما نسبت به دمای هوای خارج، ما را از رسیدن به دمای آسایش در این شرایط دورتر می‌کند و پیشنهاد می‌شود هنگام شب در تابستان دریچه‌های نمای خارجی نیز بسته باشند تا با حبس هوا بین دو لایه، حفره هوا به صورت عایق عمل نموده و در نتیجه به نزدیک شدن به دمای آسایش کمک کند.

با توجه به مطالعات صورت گرفته و مزیت‌های فراوان این نماها در استفاده هرچه بیشتر از عوامل آب و هوایی و بالاخص بهره‌گیری از تهویه‌ی طبیعی در تعدیل

دمای داخل ساختمان و کاهش هرچه بیشتر استفاده از تأسیسات مکانیکی در ساختمان‌ها، این مدل به‌عنوان مدل برگزیده در اقلیم گرم و خشک پیشنهاد می‌شود. بدین ترتیب با توجه به پیشنهادهای ارائه شده انتظار می‌رود استفاده از نماهای دوپوسته با ویژگی‌های مذکور در اقلیم گرم و خشک، به بهبود هرچه بیشتر کیفیت هوای داخل کمک کرده و به کاربران این امکان را می‌دهد که بدون مواجهه با شرایط نامناسب آب و هوایی و سایر عوامل نامساعد خارجی، از تهویه طبیعی در محیط کار و زندگی خود بهره برند.

در پایان پیشنهاد می‌شود به‌منظور استفاده از تکنولوژی نماهای دوپوسته در تهویه طبیعی، به تحلیل مدل‌های دیگر با امکان باز بودن دریچه‌های ورود هوا به فضای داخلی ساختمان پرداخته شود.

فهرست منابع

Babolhavaeji, Negar. Mirzadeh, Bahareh. "Dual skin façades contributions in energy conservation of buildings" The second national convention for sustainable architecture in Sama educational and cultural center, Hamedan, IRAN. Feb. 26th, 2012.

Gratia, E; deherde, A; 2004; is day natural ventilation still possible in office buildings with a double-skin facade? Building and Environment 39; pp. 2004 ;409_399.

Hashemi, N; Fayaz, R; Sarshar, M; 2010; Thermal behavior of a ventilated double skin facade in hot arid climate; Energy and Buildings 42; pp 2010 ;1832–1823.

Hosseinpour, Siamak. Kashani Asl, Shahram. "Numerical and Experimental Investigation of Baffles on Thermal Efficiency of Room Gas Heater", Scientific Publication – Fuel and Combustion Research, 3rd, Year, First Edition, 2010.

Juan, Zhou; Youming, Chen; 2010; A review on applying ventilated double-skin facade to buildings in hot-summer and cold-winter zone in China; Renewable and Sustainable Energy Reviews 14; pp 2010 ;1328–1321.

Kalantar Mehrjardi, Negar; 2006; Dual Skin Façades, Integrated planning; E-science; Architecture & Construction 8; pp ;45-38 2006.

Latifi, Mohammad. Alizad gohari, Naqmeh. "Double Skin Facades as a Strategy for sustainable architecture" The second national convention for sustainable architecture, Sama educational and cultural center, Hamedan, IRAN. Feb. 26th, 2012.

Morteza Kasmai, "Climate and Architecture", Tehran: Iran Architecture center; 2008.

Motiee, Babak. Nasiri, Moahammad ali. "Double Skin Facades" Arc news, Architecture and Urban designing E-magazine, Volume 1, Issue 3, October 2006.

Poirazis, Harris; 2004; Double Skin Facades for Office Buildings; literature review; Volume 4; Issue 3 of Report EBDR; 2004.

Rashidi, Ali. Sharifi, Mehdi. "Survey of double skin facades on the reduction of energy consumption" The first national convention for sustainable architecture, Sama educational and cultural center, Hamedan, IRAN, 2008.

Salehi, Majid. Nasrolahi, Nazanin. Khodakarami, Jamal. "Evaluation to implement dual skin façades in hot and arid climate with regards to energy conservation" The first international convention for the latest in energy conservation, Dec. 2011.

Seyed Mojtaba Tabatabaeipour, "Building Structure Calculations", Tehran: Roozbehan Publications.

Shahriari, Shahrzad. Karimzadeh, Ali. "Dual Skin Façades, a new solution in optimum use of energy" The second national convention for sustainable architecture, Sama educational and cultural center, Hamedan, IRAN. Feb. 26th, 2012.

Taghi, Neda. Montazer Motamedi, Somayyeh. "Implementation of dual skin façade and HVAC in high rises" The fifth convention for fuel optimizations in buildings, May 2006.