نخستین کنفرانس ملی به سوی شهرسازی و معماری دانش بنیان

۳، اردیبهشت ماه، ۱۳۹۶، تهران، ایران

دسته بندی و تحلیل عملکرد نماهای دو پوسته

شیما جوهری[۱]، مصطفی مسعودی نژاد* (نویسنده مسئول)[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
sh.johari2@gmail.com
[۲] گروه معماری، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
Mostafa_masoudinejad@yahoo.com

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از نمای دوپوسته در ساختمان‌ها بسرعت رواج پیدا کرده است. به نماهایی از ساختمان که از چند لایه تشکیل شده است نماهای دوپوسته می‌گویند. این نوع نماها علاوه بر اینکه بارهای گرمایشی و سرمایشی را کاهش می‌دهند، عایق-های صوتی مناسبی بوده و از دیدگاه زیبایی شناسی، می‌توانند جایگاه ویژه‌ای داشته باشند. با اوجود مزایای فراوان اینگونه نماها، دسته بندی کلی وتحلیلی از این گونه نماها وجود ندارد. بدین منظور در این مقاله برای آشنایی بهتر معماران و طراحان و گسترش این فناوری تعریفی جامع از نمای دو پوسته بیان خواهد شد. همچنین مزایا و محدودیت‌ها و انواع مختلف نمای دوپوسته دسته‌بندی و با کمک شکل و جدول به توضیح آن‌ها پرداخته خواهد شد. گفتنی است، با توجه به مطالعات انجام شده، استفاده از نماهای دوپوسته در طراحی ساختمان‌ها و با توجه به شرایط اقلیمی می‌تواند سبب بهبود رفتار و عملکرد حرارتی ساختمان‌ها شود.

کلمات کلیدی

نمای دوپوسته، تکنولوژی، بهبود رفتار حرارتی، انرژی.

۱- مقدمه

با توجه به پیشرفت تکنولوژی استفاده از فناوری در ساختمان امری بدیهی است. یکی از فناوری‌های نوین مورد استفاده در ساختمان‌ها نماهای دوپوسته می‌باشد. امروزه ساختمان‌های متعددی در گوشه و کنار جهان ساخته می‌شوند که در طراحی آن‌ها به شرایط اقلیمی منطقه و راهکارهای پسیو به منظور کاهش مصرف انرژی جهت سرمایش و گرمایش بنا توجهی نشده است. همچنین، نظر به تعداد بالای ساختمان‌ها و این مهم که ساختمان‌ها از جمله مهمترین و برگترین مصرف کنندگان انرژی می‌باشند بی‌توجهی به طراحی اقلیمی می‌تواند در امروز و آینده حجم مشکلات جوامع بشری را افزون کند. بر اساس مطالعات، نمای دو پوسته می‌تواند تاثیر زیادی در کاهش بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان داشته باشد. نمای دوپوسته علاوه برعملکرد سازه ای و انرژی مصرفی ساختمان مزایای دیگری نیز دارد. از جمله، نقش مهمی در زیبا شناسی و هویت بخشی به شهر خواهد داشت. با توجه به وجود انواع و تعاریف متفاوت در ارتباط با نماهای دوپوسته، به منظور گسترش این فناوری و آگاهی معماران و طراحان معاصر از مزایا و محدودیت‌های نماهای دوپوسته، نیاز به باز تعریف و دسته‌بندی اجزا و اشکال مختلف این نما احساس می‌شود. از این‌رو در ادامه و با توجه به موضوع تحقیق در ابتدا به بیان ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق و سپس برای آشنایی بیشتر در ادامه به بررسی ویژگی-های مرتبط با نمای دو پوسته و. همچنین تعریف‌های متعددی از نمای دو پوسته و اجزای آن معرفی خواهد شد. علاوه بر این، برای درک بهتر دسته بندی‌های مختلف نمای دو پوسته با توضیح و شکل بیان خواهد شد. [۱]

---

[۱] این مقاله بر گرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول با عنوان: بهینه سازی رفتار حرارتی ساختمان های اداری با استفاده از نمای دو پوسته، نمونه موردی: طراحی بانک ملی شعبه مرکزی دزفول. می‌باشد.

۲- ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق:

در دههٔ ۸۰ میلادی ابتدا در اروپا سپس در سایر کشورهای جهان نمای دوپوسته به عنوان عنصری معمارانه رواج یافت. جنبه‌های زیبایی شناختی و برقراری ارتباط بصری بین فضای داخلی و خارجی ساختمان از جاذبه‌های نمای دوپوسته برای معماران می‌باشد. علاوه بر این، تأمین آسایش حرارتی و صرفه‌جویی مصرف انرژی از دیگر ویژگی-های مثبت نمای دوپوسته در کنار مباحث زیباشناسانه می‌باشد. این نماها با بهره‌گیری از اثر گلخانه‌ای، با به دام انداختن گرما بین دوپوسته‌ی خود به گرمایش فضا کمک می‌کنند. همچنین، امکان تهویه طبیعی برای فضای داخلی، در شرایطی که سروصدای زیادی در خارج از ساختمان و یا وزش شدید باد وجود دارد امکان‌پذیر است. از طرف دیگر، هوای مورد نیاز ساختمان در فصل زمستان می‌تواند بین فضای دوپوسته پیش‌گرم شده و سپس به داخل ساختمان انتقال می-یابد. همچنین، ساختمان‌هایی که شرایط امکان یا تمایلی برای بازسازی یا تعویض کامل نمای ساختمان را ندارند می‌توانند از نمای دوپوسته برای بازسازی آن‌ها استفاده کرد[۱]. می‌توان گفت، نماهای دوپوسته یکی از بهترین گزینه‌ها برای جدا سازی و بهینه سازی شرایط حرارتی داخل و بیرون ساختمان می‌باشند. [۵] مطالعات فراوانی در زمینه نماهای دوپوسته از جوانب مختلف انجام شده است. از جمله، ویژگی-های سایه اندازی [۶] ، تحلیل و پیش بینی جریان هوا[۷]، مساله گسترش آتش و دود[۸] و تهویه طبیعی[۹]. گذشته از دلیل استفاده نماهای دوپوسته که می‌تواند از دلایل زیبایی شناسی تا دلایل فنی را در برگیرد، نماهای دو پوسته از طریق روش‌های پسیو سرمایشی و گرمایشی توانایی ایجاد شرایط آسایش حرارتی، صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای را در پی داشته باشند. بر اساس مطالعات، نماهای دوپوسته عمدتاً در اقلیم‌های معتدل استفاده شده‌اند[۱۰]. توجه به ویژگی‌های اقلیمی در کارآیی و نحوه استفاده از نماهای دوپوسته تاثیر فراوانی دارد.

۲-۱- بررسی ویژگی‌های مرتبط با نماهای دو پوسته:

پژوهش‌ها در زمینه طول عمر نماهای دوپوسته بطور عام و ساختار مصرف انرژی در این نماها بطور خاص، اولین بار حدود ۲۰ سال قبل مطرح شد. با این وجود پژوهش ها عمدتا در زمینه بررسی ویژگی‌های مصرف انرژی در این نماها به صورت مقطعی می‌باشند و پژوهش‌ها در زمینه مصرفه انرژی در طول عمر نما اندک می‌باشد.

ودل[۲] و همکاران، در سال ۲۰۱۳ میلادی، الگوی ساده شده ارزیابی طول عمر نماهای دوپوسته را در طراحی جداره های ساختمان‌ها با تاکید بر استفاده از الگوهای مدولار را ارئه کردند. این نماها از ترکیب مقاطع آلومینیوم بازیافتی، چوب های روکش شده، شیشه‌های عایق کاری شده و نرده‌های مات که از شیشه حرارت دیده شده ساخته شده اند، ورق های پشم شیشه، پشم پوسفند بعنوان عایق، موانع بخاربند تشکیل شده اند[۱۱]. میزان مصرف انرژی برای تولید و استفاده از این مدل نماهای دو پوسته و میزان تولید دی اکسید کربن مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. مطالعات نشان داد که طول عمر مفید این نمونه حدود ۵۰ سال می باشد. در بهترین حالت نمونه پیشنهادی توانایی کاهش حدود ۵۰٪ مصرف انرژی و تولید دی اکسید کربن را دارد. این در حالی است که مجموع صرفه جویی در انرژی لازم برای ایجاد روشنایی و گرمایش مجموعاً برابر ۳۴ ٪ می‌باشد[۱۱]. علاوه بر این، گارسیا[۳] و همکاران، به بررسی نماهای دو پوسته با تهویه طبیعی (VDSF[۴])، با بررسی تاثیر تعویض مصالح ساخت حفره ها پرداخته اند. مطالعات آن‌ها نشاد داد که این نماها در طول ۵۰ سال باعث حدود ۷,۵ ٪ صرفه جویی خواهند شد[۱۲].

۳- نمای دوپوسته:

بر اساس مطالعات، تعاریف متفاوتی در ارتباط با نماهای دوپوسته وجود دارد. انستیتو تحقیق ساختمان بلژیک[۵] در کتاب منبع خود نمای دوپوسته نمایی است که یک یا چند طبقه را پوشش می‌دهد و از چند لایه‌ی شیشه‌ای تشکیل شده است. در این نوع نماها، فضای میانی بصورت طبیعی یا مکانیکی تهویه می‌شود. روش تهویه هوای این فضای حائل ممکن است متناسب با زمان تغییر کند[۱۴]. همچنین بر اساس تعریف کلیسنس و دی‌هرد[۶] :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 تهی است که ساختمان را ایزوله می نماید. 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[۱۵]. طبق تعریفی دیگر نمای دوپوسته شیشه‌ای که بشکل سیستمی پیوندی ساخته شده از جداره خارجی شیشه‌ای و جداره اصلی ساختمان می‌باشد. دو لایه مذکور از

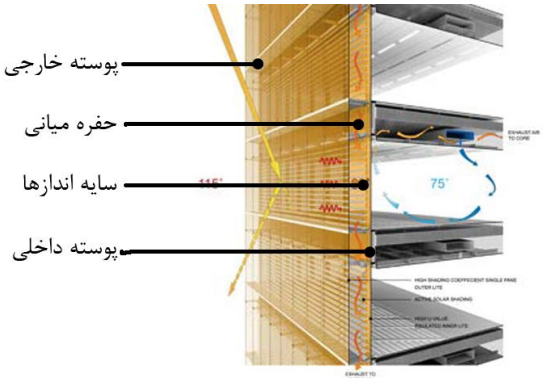
[2] Wadel
[3] Gracia
[4] ventilated double skin façade
[5] Belgian Building Research Institute[BBRI], BBRI2002
[6] Claessens, J., & DeHerte

طریق لایه هوا از هم جدا شده‌اند. در برخی انواع نماهای دوپوسته قطعات ثابت و یا متحرک همانند صفحات سایه‌اندازی وجود دارند[۱۶]. به طور کلی نمای دوپوسته نمایی، متشکل از لایه‌ی بیرونی و درونی است که بسته به شرایط فضای بین دو لایه فضای داخلی ساختمان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این نما نه تنها در آسایش ساختمان تاثیرگذار است بلکه بر روی هویت بخشی فضای اطراف خود نیز تاثیر می‌گذارد.

۳-۱- اجزاء نمای دوپوسته:

نماهای دو پوسته متشکل از اجزای مختلفی می‌باشند.

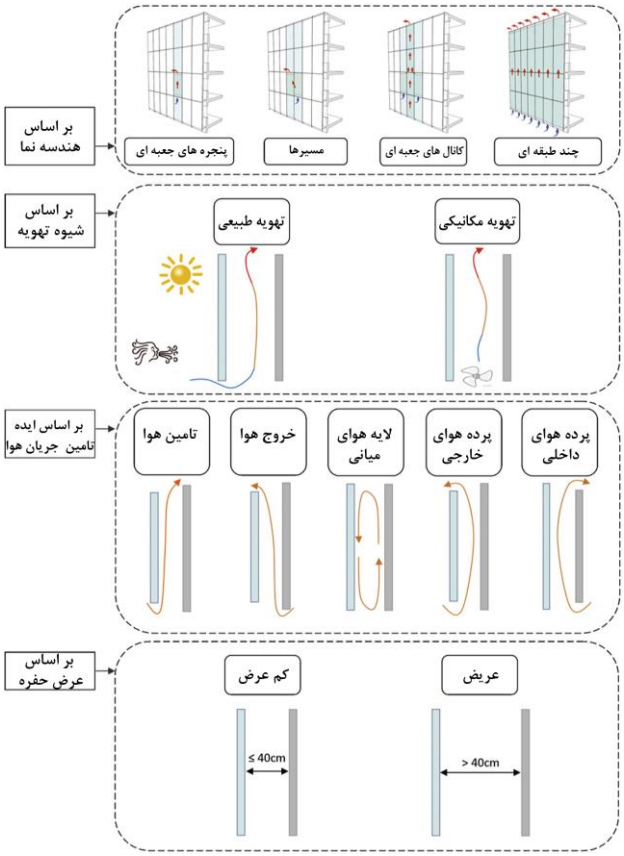
۱. شیشه‌ی بیرونی: معمولا این شیشه‌ها یک جداره و سخت شده هستند و ضخامت آن‌ها نسبت به دیگر شیشه‌ها بیشتر است. نمای بیرونی می‌تواند کاملا شیشه‌ای باشد. ۲. شیشه‌ی درونی: این لایه می‌تواند کاملا شیشه‌ای نباشد و معمولا از شیشه‌های دو جداره‌ی عایق و یا شیشه‌هاس لمینت و بازتاب کننده استفاده می‌شود. این شیشه‌ها می‌تواند توسط کاربر باز یا بسته شوند که امکان تهویه طبیعی فضای داخلی ساختمان را فراهم می‌کند. ۳. فضای هوای بین دو شیشه: تهویه‌ی هوای بین دو شیشه می‌تواند کاملا طبیعی یا مکانیکی باشد. (شکل۱)[۲].



شکل (۱): اجزا نمای دوپوسته

۳-۲- دسته‌بندی نماهای دوپوسته بر اساس حفره بین جداره‌ها:

بر اساس مطالعات انجام شده، نماهای دوپوسته بر اساس شکل حفره بین جداره‌ها، همچنین فاصله بین جداره‌ها دسته بندی می‌شوند. می‌توان گفت، حفره بین جداره‌ها علاوه بر عملکرد حرارتی می‌توانند کارکردهای دیگری از جمله کانال تهویه و جابجایی هوا و یا ترکیبی از این دو را داشته باشند. جابجایی هوا بین حفره‌ها می‌تواند به صورت طبیعی و یا مکانیکی و براساس تفاوت در عرض و ارتفاع حفره‌ها صورت گیرد. تمامی ویژگی‌ها و متغییرهای حفره‌ها در عملکرد و نوع یک جداره نمای دوپوسته نقش بسزایی دارند. عرض حفره‌ها که تعیین کننده باریکی و یا عریض بودن یک حفره می‌باشد و نقشی مهم در رفتار حرارتی نمای دو پوسته دارد. بر این اساس، فضای کم عرض بین جداره‌ها، تاثیر مستقیمی بر جریان و سرعت هوا خواهد داشت. این در حالی است که استفاده از حفره‌های عریض‌تر بمعنای استفاده از مصالح ساختمانی و انرژی بیشتر بمنظور ساخت اینگونه نما می‌باشد[۱۶].



شکل(۲): دسته بندی نماهای دوپوسته

برخی ویژگی‌های عددی برای عرض بین دوپوسته و دسته بندی کم عرض ویا عریض بودن حفره‌ها وجود دارد. حفره باریک باعرض بین دو جداره کمتر از ۴۰ سانتیمتر. حفره‌های عریض با عرض بیش از ۴۰ سانتیمتر [۱۵] گفتنی است دلیل تعیین عرض ۴۰ سانتیمتر برای مرز بین دو حالت عریض و کم عرض این است که فاصله مذکور، حداقل عرض لازم برای دسترسی بین دوجداه برای انجام امور تعمیر و نگهداری می‌باشد. علاوه بر این، ارتفاع حفره‌ها نقشی تعیین کننده در عملکرد نماهای دوپوسته خواهد داشت. در این زمینه، برخی پژوهش‌ها

از جمله اوسترل و همکاران[7]، دسته بندی‌هایی را ارائه کرده‌اند[۱۷]. بر این اساس، نماهای دوپوسته به انواع زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱- پنجره‌های جعبه‌ای (BW[8]) ۲- مسیرها (C[9]) ۳-کانال‌های جعبه‌ای (SB[10]) ۴- چند طبقه (MS[11]) ۶- نماهای دالانی ۷- نماها با محفظه‌ی عمودی. علاوه بران‌ها، دسته بندی دیگر نماهای دوپوسته بر اساس، سرچشمه و محل جریان هوا و مقصد و محل خروجی جریان هوا و بطور عمده براساس ایده جریان هوا تقسیم بندی می‌شوند[۱۸]. دسته بندی‌های نماهای دو پوسته در شکل (۲) قابل مشاهده می‌باشند که در ادامه رایج‌ترین گونه‌ها توضیح داده خواهند شد.

۱) نماهایی با ارتفاع یک طبقه (پنجره‌ی جعبه‌ای)[12]: در این نما، فضای میانی به‌صورت افقی و عمودی، هم‌تراز با هر واحد نما تقسیم‌بندی شده است. نماهای دو پوسته با ارتفاع یک طبقه که به صورت طبیعی تهویه می‌شوند نیز به عنوان مدل پنجره‌ی جعبه‌ای شناخته می‌شوند[۱۲].

۲) نماهای چند طبقه[13]: این نماها به صورت عمودی یا افقی تقسیم بندی نمی‌شوند بلکه فضای حایل در آن شامل شبکه‌های عظیم و بلند فلزی نگهدارنده در تراز هر طبقه است که امکان جریان هوا در آنها وجود دارد. در نمونه‌های بزرگ از این نما، فضای حایل کل ساختمان را بدون هیچ تقسیم‌بندی پوشش می‌دهد. در واقع، تهویه‌ی هوای حفره‌ی میانی توسط دریچه‌های بزرگ در بالا و پایین حفره انجام می‌شود. این نوع نما معمولاً در مکان‌هایی که سر و صدای محیطی بالا است، کاربرد بیشتری دارد[۱۳].

۳) نماهای دالانی[14]: نماهای دالانی، دارای فضای حایل عریض و پارتیشن‌بندی شده‌ی افقی همتراز با هر طبقه‌اند. بازشوهای ورودی هوا نزدیک کف و خروجی‌ها نزدیک سقف هر طبقه قرار می‌گیرند. بازشوهای ورودی و خروجی هوا باید به‌صورت قطری قرارگیرند، تا هوای خارج شده از طبقات بلافاصله وارد هوای طبقه‌ی بالایی نشود. در طول فضای میانی نمای دالانی، حایل‌هایی بین هر دو اتاق قرار می‌گیرند تا از انتقال صدا و دود(در مواقع حریق) جلوگیری نمایند [۱۳].

۴) نماها با محفظه‌ی عمودی[15]: این نماها خیلی شبیه به نمای یک طبقه هستند، اما در اینجا مدول‌های محفظه‌های عمودی بلند ساختمان به وسیله بازشوهای فرعی به‌هم متصل می‌شوند(شکل ۳). اثر دودکشی، هوا را از پنجره‌ی جعبه‌ای به درون محفظه‌ی عمودی می‌کشاند، و از آنجا به سمت بالا صعود کرده و سپس خارج می‌شود. با توجه به اینکه دریچه‌های کمتری در پوسته‌ی خارجی وجود دارد، امکان استفاده‌ی آن در مناطق شلوغ و پر سر و صدا مهیا می‌باشد[۱۵].

۳-۳- دسته بندی نماهای دوپوسته براساس نوع تهویه:

می‌توان گفت، نماهای دوپوسته بر اساس ۳ روش تهویه می‌شوند: ۱) تهویه طبیعی، ۲) تهویه مکانیکی، ۳) تهویه هیبریدی.

سیستم های تهویه مکانیکی معمولا به عنوان سیستم تهویه در کف و سقف ساختمان، برای تامین و یا تخلیه‌ی هوای حفره‌ی میانی جهت تضمین توزیع مناسب هوای تازه، استفاده می‌شوند. هوا به وسیله‌ی تجهیزات مکانیکی وارد حفره می‌شود این هوا به سمت بالا حرکت می‌کند و حرارت موجود در حفره را از بین می‌برد و برای خروج و یا جریان دوباره در حفره، به حرکتش ادامه می‌دهد. به این دلیل که هوا بصورت مستقیم از بیرون وارد حفره نمی‌شود، احتمال وقوع چگالش و آلودگی در حفره کمتر خواهد بود[۱۸]. با توجه به مطالب پیشین، انواع روش‌های دسته‌بندی نماهای دوپوسته در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱: دسته بندی نمای دوپوسته براساس نوع تهویه

نوع تهویه	تهویه مکانیکی		تهویه		تهویه طبیعی	
نوع نمای دوپوسته	پنجره ی جعبه ای	نمای دالانی	نمای چند طبقه		نما با محفظه عمودی	
نحوه تهویه هوا	پرده هوای داخلی	پرده هوای خارجی	تامین هوا	خروج هوا از درون به بیرون		سپر هوایی

تهویه طبیعی در نماهای دو پوسته، در اثر دو عامل اختلاف فشار ناشی از تاثیر مستقیم باد و اختلاف فشار ناشی از پدیده دودکش صورت می‌گیرد[۱۶]. حالت اول زمانی رخ می‌دهد که جریان باد به دو جبهه اصلی نما برخورد می‌کند. جبهه رو به باد از این جهت مهم می‌باشد که تعیین کننده میزان فشار مثبت بر روی جداره ساختمان است. همچنین جداره پشت به باد تعیین کننده میزان فشار منفی باد و میزان مکش هواست[۱۹]. همچنین، پدیده دودکش زمانی اتفاق می‌افتد که هوای گرم به دلیل سبک شدن به سمت بالا حرکت کرده و هوای سردتر به سمت پایین حرکت کند. به بیان دقیق‌تر تغییر چگالی هوا در اثر تغییر دمای هوا سبب این پدیده خواهد شد. [۱۶] می‌توان گفت، پدیده دودکش ارتباط فراوانی به اختلاف دمای بین هوای داخل و خارج حفره بین جداره ها و ارتفاع ستون جداره ها (حفره‌ها) دارد.

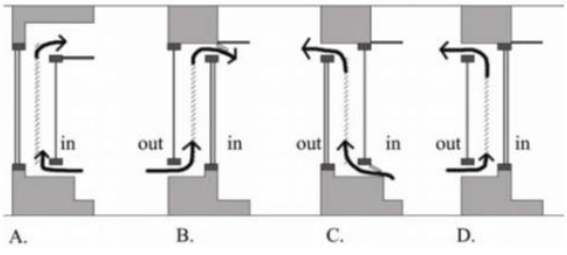
[7] Oesterle et al.
[8] Box windows
[9] Corridor
[10] Shaft box
[11] Multi-storey
[12] Box window type
[13] Multi story
[14] Corridor façade
[15] shaft box type

این پدیده عمدتاً در ساختمان‌های چند طبقه نیز ایجاد می‌شود. در نوع تهویه مکانیکی، این فرآیند توسط یک فن (پنکه) تقویت می‌شود. امروزه فناوری نماهای دوپوسته رو به گسترش است و راهبردهای استفاده از آن توسعه و تنوع فراوانی یافته است[۲۰].

۳-۴- دسته بندی نماهای دوپوسته بر اساس شیوه‌ی جریان هوا:

به طور کلی نماهای دو پوسته بر اساس پنج روش تهویه به منظور ورود هوای تازه دسته بندی می‌شوند.

پرده هوایی خارجی: در این روش هوا از خارج وارد می‌شود و درست بعد از آن از داخل به خارج می‌رود. پرده هوایی داخلی: هوا از فضای داخلی وارد فضای حائل می‌شود و از طریق بازشوهای دیگر موجود در پوسته داخلی یا از طریق داکت تهویه وارد فضای داخلی می‌شود. تامین هوا: در این روش فضای میانی از طریق هوای ورودی از بیرون تهویه می‌شود و بعد این هوا از فضای حائل وارد فضای داخلی می‌شود. خروج هوا: هوا از اتاق‌ها بوسیله حفره میانی به بیرون منتقل می‌شود. حائل هوا: وقتی نمای دوپوسته بسته است تا درجه حرارت را در طی شب در فصل زمستان افزایش دهد[۲۲]. می‌توان گفت، سه نوع روش تهویه برای این نوع نما پیشنهاد شده است. (شکل ۳)



شکل(۳): طرح مسیر حرکت هوا(۴)

- تهویه به داخل ساختمان (نوع A): هوا از فضای داخل بنا به شکاف وارد می شود و هوای خروجی از آن به تاسیسات برمی گردد. در نوع A، هوای اتاق وارد حفره شده و از بالای غلتک سایه بان جریان می یابد. در برخی طراحی ها این هوا از ساختمان خارج و یا از طریق بازشو به سیستم گرمایش و سرمایش مرکزی ساختمان بر می گردد.

- تهویه مرکب (نوع B وC): هوا از داخل بنا یا خارج آن وارد شکاف نما شده و از سمت مخالفش خارج می شود. برای نوع B وC هوای تازه می تواند قبل از ورود به اتاق در فصل زمستان به عنوان یک پیش گرم کننده عمل نماید.

- در نوع B، A وC از تهویه مکانیابی استفاده می شود که می تواند با سیستم های تهویه مطبوع در ساختمان تجمیع شود.

- تهویه به خارج ساختمان (نوع D): هوا از فضای بیرون به شکاف وارد می شود و به بیرون نیز تخلیه می گردد. نوع D، به عنوان تنفس نماهای دو پوسته، معمولا با تهویه طبیعی همراه می باشد. ازاین سیستم می توان هوای تازه فضای داخلی را از طریق پنجره ها تامین نمود. همچنین در شرایط بسته بودن پنجره ها، به عنوان یک پوسته علیق، پایداری حرارتی مناسب را ایجاد می کند[۲۲].

۳-۵- مزایا و معایب نمای دوپوسته:

پایین بودن میزان مصرف انرژی در ساختمانها با نمای دوپوسته از دلایل مهم جذابیت و گسترش استفاده از آن، می‌باشد. صرفه‌جویی در هزینه‌ها در نتیجه کاهش حجم تاسیسات مکانیکی و کاهش بستگی به نور مصنوعی از دیگر فواید کاربرد این سیستم است. یکی دیگر از مزایای نمای دوپوسته، قابلیت گشودن پنجره در پوسته داخلی نما می‌باشد. این امر حتی در ساختمان‌های بلند مرتبه که در آن بدنه‌ها در معرض فشار زیاد باد قرار دارد، به راحتی امکان‌پذیر است. این نوع نما همچنین برای کاهش آلودگی صوتی به کار می‌رود و به سبب امکان تنظیم توسط کاربر، آسایش ساکنان را تا حد زیادی تامین می‌کند. دوری از آلودگی و تامین امنیت شبانه برای پنجره‌های متحرک در این نوع نما از دیگر مزایای آن محسوب می‌شود[۳].

شکل (۴): استفاده از نمای دوپوسته در بنای سازمان نظام مهندسی قزوین

از نظر زیبا شناسی استفاده از این تکنولوژی سبب ارتقای ویژگی‌های زیبایی شناسی و معمارانه می‌شود. از جمله استفاده از نمای دوپوسته در ساختمان سازمان نظام مهندسی قزوین بیانگر تصویری از فن‌آوری و اصول زیبایی شناسی می‌شود. (شکل ۴) همچنین، نمای دوپوسته سبب افزایش شفافیت در طراحی نمای و جداره‌های ساختمان می‌گردد [۴]. در کنار تمام مزایای بیان شده این گونه نماها از لحاظ فیزیکی و حرارتی به سیستم‌های مکانیکی وابسته‌اند، لذا برای درک بهتر برهم کنش این دو سیستم و تاثیری که این نما بر کاهش حجم تاسیسات مکانیکی دارد باید به طور همه جانبه‌ای طراحی آنها به طور مشترک مورد بررسی قرار گیرد. علی رغم مزایای بسیار زیاد تکنولوژی نمای دوپوسته این سیستم دارای معایبی نظیر، هزینه‌های ساخت بالا

در مقایسه با نماهای معمولی (متداول)، کاهش فضای مفید قابل استفاده، هزینه‌های مازاد نگهداری، مشکلات جوش، محافظت در برابر آتش می‌باشند[۳].

۴- نتیجه

در این مقاله پس از تعریف نمای دوپوسته، انواع و دسته‌بندی نمای دوپوسته بیان شد. همان‌طور که پیش از این آمد نمای دوپوسته نمایی کارآمد و خوب است که در هر اقلیمی و نقاط مختلف قابل استفاده می‌باشد. همچنین دارای مزایای زیباشناسی است و باید بیشتر در طراحی مورد توجه قرار گیرد و در مسائل صرفه‌جویی انرژی، به دلیل تاثیر بسزایی که در بهبود رفتار حرارتی در ساختمان دارد باید بیشتر مورد استفاده قرار گیرد. همچنین راهکارهای مختلف و ظوابط متنوعی که در اقلیم‌ها و نقاط مختلف برای نمای دوپوسته وجود دارد یکی از نکات مهمی از نمای دوپوسته است که در مقالات بعدی باید به آن پرداخته شود.

مراجع

۱. هادیان پور، محمد و مهدوی‌نژاد، محمدجواد و بمانیان، محمدرضا و حق‌شناس، محمد. (۱۳۹۳). ظرفیت سنجی به کارگیری پوسته‌های دو جداره در طراحی معماری اقلیم گرم و خشک ایران به منظور کاهش مصرف انرژی(نمونه موردی شهر یزد)، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، دوره ۱۹، شماره ۳، صفحات ۲۹- ۳۸، تهران.

۲. سعادتی نسب، مهران و ذولفقاری، سید علیرضا و نوروزی جاجرم، الهه و مصلحی، حامد. (۱۳۹۲). تحلیل تاثیرات استفاده از نمای دوپوسته به عنوان راهکاری بر نگهداشت انرژی در ساختمان‌های مسکونی ایران با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر، سومین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، دانشگاه تهران، ایران، تهران.

۳. امامی تبریزی، زرین. (۱۳۹۲). نماهای دوپوسته تکنولوژی نوین کاهش مصرف انرژی در ساختمان، دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه‌سازی مصرف انرژی(با رویکرد توسعه پایدار)، اصفهان.

۴. تقوی، ندا و منتظرمعتمدی، سمیه. (۱۳۸۵). بکارگیری نمای دو پوسته و در ساختمان بلند مرتبه، پنجمین همایش بهینه HAVC سیستم سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران.

5. Shameri MA, Alghoul MA, Sopian k, Zain MFM, Elayeb O. (2011). Perspectives of double skin facade systems in buildings and energy saving. Renew Sustain Energy Rev; 15.1468- 75.
6. Gavan V, Woloszyn M, kuznik F, Roux J-J. (2010). Experimental study of a mechanically ventilated double-skin facade with venetian sun-shading device: a full scale investigation in controlled environment. sol energy; 84.
7. Haase M, Amato A. (2011). Simplified convective heat transfer in vertical airflow regimes with shading device. Diffus Defect Data Part A: Defect Diffus Forum; 312: 665-70.
8. Chow CL. (2011). Numerical studies on smoke spread in the cavity of a Double-Skin Facade. J Civ Eng Manag; 17.
9. Ding WT, Hasemi YJ, Yamada T. (2005). Natural ventilation performance of a double skin facade with a solar chimney. Energy Build; 37:411–8.
10. Hamza N. (2008). Double versus single skin facades in hot arid areas. Energy Build; 40:240–8.
11. Wadel G, Alonso P, Zamora J-L, Garrido P. (2013). Simplified LCA in skin design: the FB720 case. Int J Sustain Build Technol Urban Dev; 4:68–81.
12. de Gracia A, Navarro L, Castell A, Boer D, Cabeza LF. (2013). Life cycle assessment of a ventilated facade with PCM in its air chamber. Sol Energy.
13. Compagno A. (1999). Intelligent glass façades. Material-practice-design. Germany: Birkhäuser-Publishers for Architecture.
14. Belgian Building Research Institute, Source book for a better understanding of conceptual and operational aspects of active facades.
http://www.bbri.be/activefacades/index2.html.
15. Poirazis H. (2004). Double skin facades for office buildings-literature review. Report EBD-R–04/3. Lund: Lund University-Institute of Technology-Department of Construction and Architecture-Division of Energy and Building Design.
16. Pomponi F, Piroozfar P, Southall R, Ashton P, FRR E. (2016). energy performance of double-skin facades in temperate climates: A systematic review and meta-analysis, Renewable and Sustainable Energy Reviews; 54, 1525-1536.
17. Oesterle E, Lieb R, Lutz M, Heusler W. (2001). Double-skin facades. Integrated plan ning. Munich-London-New York: Prestel.
18. Saelens D, Carmeliet J, Hens H. (2003). Energy performance assessment of multiple skin facades. HVACR res; 9:167- 85.
19. Baldinelli, g. (2009). Double skin facade for warm climate regions: Analysis of a solution with an integrated movable shading system. Building and Environment, vol. 44, pp; 1107-1118.
20. Gratia E, De Herde A. Natural ventilation in a double-skin facade. Energy Build 2004:36.
21. Høseggen R, Wachenfeldt BJ, Hanssen SO. (2008). Building simulation as an assisting tool in decision making - case study: With or Without a double-skin facade? Energy Build; 40.
22. Salehi, Majid. Nasrolahi, Nazanin. Khodakarami, Jamal. (2011). "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.