Archive of SID

FET 2017 ۷ اسفند ۱۳۹۵ 25 February 2017
اولین کنفرانس ملی
آینده مهندسی و تکنولوژی
1st national Conference On Future Of Engineering And Technology
تهران - ایران Iran - Tehran
دانشگاه علم و فرهنگ

عملکرد دودکشِ خورشیدی و تأثیر آن در تهویه مطبوع ساختمان‌های معاصر

پیمان پیله‌چی‌ها
پژوهشگر دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. p.pilechiha@modares.ac.ir
زهرا زرین‌مهر
دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، موسسه آموزش عالی کوثر، قزوین، ایران. zahrazarrinmehr@yahoo.com

چکیده
در دنیای امروز توجه به مسئله انرژی و اهمیت سوخت‌های فسیلی و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست امری اجتناب ناپذیر است و به‌عنوان جایگزین بهتر است از انرژی‌های طبیعی استفاده شود. دودکش‌های خورشیدی تا حد زیادی به کاهش مصرف انرژی کمک می‌کنند؛ به‌گونه‌ای که از طریق جذب و ذخیره انرژی خورشیدی می‌توان در تهویه ساختمان و گرمایش و سرمایش و حتی تولید آب گرم مصرفی از آن استفاده نمود. عرض جغرافیایی و اقلیم بیشترین عواملی هستند که در عملکرد دودکش خورشیدی تأثیرگذارند. به همین دلیل در اقلیم گرم و خشک، دودکش خورشیدی نرخ تهویه بالاتری ایجاد می‌کند و هر چه دمای هوای عبوری از دودکش خورشیدی نسبت به دمای محیط گرم‌تر باشد، کارایی دودکش خورشیدی بیشتر می‌شود. برای افزایش تهویه به‌صورت غیرفعال در ساختمان با انجام بررسی‌های دقیق بر آن می‌توان دودکش‌های خورشیدی با کارایی بالاتری را طراحی کرد. به دلیل محدودیت‌ها و عدم دسترسی به نمونه واقعی از نرم‌افزارهای رایانه‌ای و شبیه‌سازی (اکوتک، انرژی پلاس) می‌توان برای مدل‌سازی فرضیات استفاده کرد. پژوهش حاضر به بررسی دودکش خورشیدی و عملکرد آن در تهویه ساختمان می‌پردازد.

واژه‌های کلیدی: دودکش خورشیدی، تهویه مطبوع، انرژی خورشیدی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در حال حاضر مسئله انرژی در تمام جهان از اهمیت بسیاری برخوردار است. با توجه به اهمیت سوخت‌های فسیلی و خطر اتمام این منابع باید به دنبال راه‌حل‌هایی برای صرفه‌جویی هرچه بیشتر منابع طبیعی بود. در اقلیم گرم و خشک ایران برای تهویه و به جریان انداختن هوا از روش‌های غیرفعال استفاده می‌شده است. با مطالعات و بررسی‌های بیشتر بر روی راه‌کارهای گذشتگان می‌توان به درک بهتری از آن‌ها نائل شد و با استفاده از فنّاوری‌های روز به کامل‌تر شدن آن‌ها کمک کرد. یکی از این روش‌های غیرفعال، دودکش‌های خورشیدی هستند. دودکش خورشیدی معمولاً از شیشه، حفره و سطح جاذب تشکیل‌شده است. هوا در دودکش به‌وسیله انرژی خورشیدی گرم شده و به دلیل اثر دودکشی به سمت بالا حرکت می‌کند. درواقع ترکیب تایش و همرفت در دودکش خورشیدی منجر به حرکت قابل‌توجه هوا به سمت بالا و درنتیجه افزایش تهویه می‌شود. این حرکت به بالا نیروی رانشی قابل‌توجهی ایجاد می‌کند که می‌تواند تهویه طبیعی را در فضاهای مجاور افزایش دهد (فخاری، حیدری، ۱۳۹۲). یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تهویه دودکشی، اختلاف دمای داخل و خارج است. در تابستان اختلاف دمای داخل و خارج زیاد نیست، درنتیجه بهره‌مندی از اثر شناوری در دودکش معمولی که از قوانین تهویه دودکشی استفاده می‌کنند کافی نخواهد بود. ترکیب تابش و همرفت در دودکش خورشیدی منجر به حرکت قابل‌توجه هوا و افزایش تهویه می‌شود (khanal et al,2011). در ساعات روز دیوار جاذب به‌عنوان ذخیره حرارت عمل کرده و باعث می‌شود عملکرد دودکش خورشیدی در ساعات طولانی پس از غروب هم ادامه داشته باشد و یا حتی صرفاً برای تهویه شبانه استفاده شود که این امر در اقلیم گرم و خشک کاربرد زیادی دارد (pantavou et al, 2011).

پیشینه تحقیق

اولین مطالعات در حوزه دودکش‌های خورشیدی در سال 1993 میلادی توسط بنسال و همکارانش انجام شد. ایشان افزایش تهویه را در صورت استفاده از دودکش خورشیدی و طراحی صحیح سیستم دائمی از طریق مدل ریاضی اثبات کردند (Bansal,1993). خداری و همکارانش همچنین انواع مختلف دودکش‌های خورشیدی را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که دودکش‌ها در توالی تهویه و جریان هوا مؤثرند(khedari et al, 2000). ساندافورن و بوندیت به‌صورت آزمایشی تأثیر دودکش خورشید را بر افزایش تهویه هوای داخل در صورت وجود یا عدم وجود بامِ مرطوب بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که دودکش خارجی، بسته به دمای محیط و میزان تابش خورشیدی می‌تواند دمای داخل را ۱ تا ۳/۵ درجه کاهش دهد (Sudaporn, bundit, 2009). آفوفسو و الیویرا با مقایسه بین دو دودکش خورشیدی و دودکش معمولی تأثیر انرژی خورشید را بر افزایش تهویه تائید کرده‌اند (Afonoso, oliverira, 2000). چاروت و همکارانش به این نتیجه رسیده‌اند که با افزودن جرم حرارتی، سرعت هوا در ساعات شب افزایش می‌یابد. همچنین استفاده از دودکش خورشیدی در طول روز، ۲۵ درصد افزایش سرعت هوا را به همراه دارد.(Charvat, 2004) راکش و چنگ وانگ با بررسی عددی جریان هوا در دودکش خورشیدی نشان داده‌اند که نرخ کلی جریان جرمی هوا در یک دودکش خورشیدی با دیوار عمودی، به‌شدت تحت تأثیر جریان معکوس و دمای هوا در خروجی کانال است. (Rakash, chengwang, 2012) میازاکی و همکارانش به بررسی عملکرد یک دودکش خورشیدی در یک ساختمان اداری در اقلیم ژاپن به این نتیجه دست‌یافته‌اند که با استفاده از تهویه طبیعی ناشی از دودکش خورشیدی، انرژی روزانه موردنیاز در ماه‌هایی از سال در حدود ۹۰ درصد کاهش‌یافته است(Miyazaki,2006).

چانتاونگ عملکرد یک دودکش خورشیدی شیشه‌ای را در شرایط آب‌وهوایی گرمسیر تایلند مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داده است و نتیجه گرفته انتقال گرما از دیواره‌های شیشه‌ای به داخل خانه را با افزایش گردش هوا می‌توان کاهش داد (Chantawong, 2006). فونیاسومین و همکارانش عملکرد دودکش خورشیدی را در یک ساختمان چندطبقه در بانکوک به‌صورت آزمایشی و عددی بررسی کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که درصورتی‌که دودکش خورشیدی به تمام طبقات متصل باشد عملکرد بهتری دارد(Punyasompun et al, 2009) . چن و همکارانش مطالعاتی در مورد فاصله هوایی و همچنین زاویه تمایل دودکش

www.SID.ir

Archive of SID

انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که بیشترین نرخ جریان در زاویه ۴۵ درجه برای فاصله هوایی ۲۰۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱,۵ متر به دست می‌آید (Chen ZD et al, 2003). مشفق و لند برگ ویژگی‌های انتقال جریان و حرارت ناشی از انتقال جابجایی بویانسی را در پشت صفحه‌های خورشیدی فوتوولتاییک بررسی کردند(Moshfegh B, Sandberg M, 1998). رامان و همکارانش یک خانه خورشیدی غیرفعال برای گرمایش و سرمایش و تهویه در آب‌وهوای مرکب را آزمایش کرده‌اند. ظرفیت تغذیه هوای دودکش‌های خورشیدی به‌وسیله محاسبات پیش‌بینی و به‌وسیله اندازه‌گیری، تائید شد(Raman et al, 2009).
حیدری و فخاری دودکش خورشیدی را در یک ساختمان چندطبقه مقایسه کرده‌اند و نتیجه گرفته‌اند با افزایش عمق دودکش نرخ جریان هوای خروجی افزایش می‌یابد (حیدری،فخاری ۱۳۹۲).
ثقفی و فخاری دودکش خورشیدی را در ۴ اقلیم ایران با یکدیگر مقایسه کرده و در بهترین اقلیم، چند شهر را با یکدیگر مقایسه کرده‌اند و نتیجه گرفته‌اند در اقلیم گرم و خشک بالاترین بازدهی رخ می‌دهد. عملکرد دودکش خورشیدی در اقلیم‌های مختلف متفاوت است؛ بررسی‌های انجام‌شده بر روی سه شهر اصفهان تبریز و بندرعباس با سه اقلیم مختلف نشان می‌دهد اصفهان در طول شبانه‌روز بیشترین نرخ جریان حجمی هوا اتفاق میافتد؛ و کمترین در شهر بندرعباس. نمودار شماره ۲ مقایسه بین متوسط نرخ جریان حجمی هوا در اقلیم مختلف را نشان می‌دهد. بر همین اساس نرخ جریان حجمی. دمای هوای خروجی دودکش خورشیدی و نرخ تهویه و دمای هوا خروجی در اقلیم‌های مختلف متفاوت است.(ثقفی،فخاری ۱۳۹۱).
در روش‌های عملکردی به سه روش مشاهداتی، شبیه‌سازی و محاسباتی می‌توان استفاده نمود؛ اما به دلیل وجود محدودیت‌های عدم اندازه‌گیری حرارت نمونه واقعی دودکش خورشیدی و بازدید میدانی بایستی در روش تحقیق خود از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی کامپیوتری (انرژی پلاس)، محاسبات عدد، اندازه‌گیرهای آزمایشگاهی، کمیت‌هایی مانند دما و الگوهای جابجایی هوا با استفاده از تکنیک های متفاوت و شبیه سازی رایانه‌ای دینامیک سیالات محاسباتی و مطالعات تجربی استفاده نماییم.

سیستم‌های تهویه طبیعی

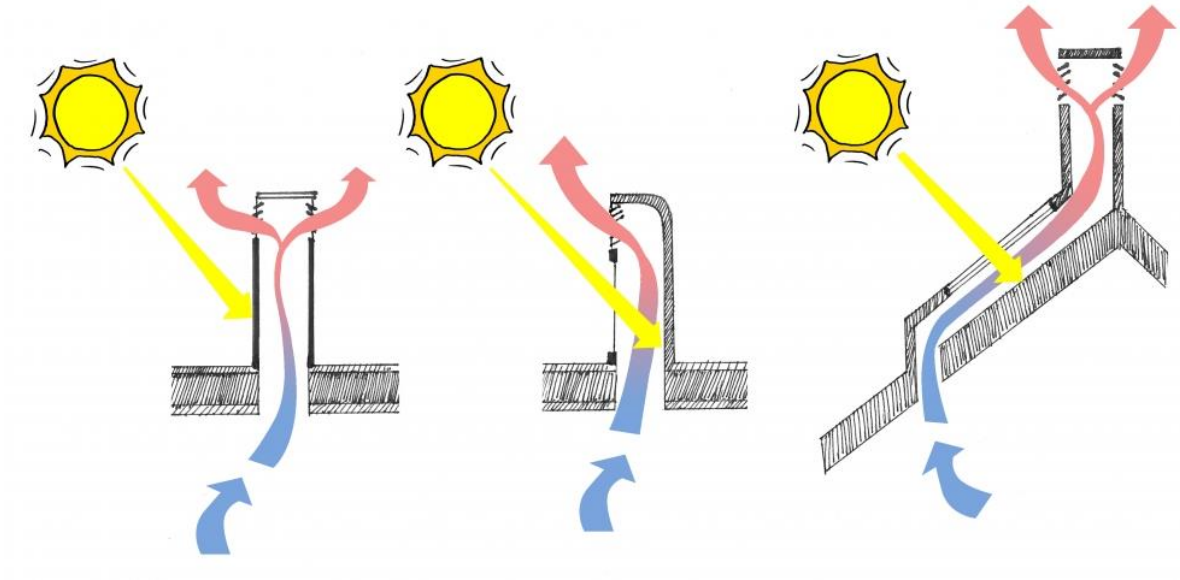
سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه طبیعی و منابع تجدید پذیر انرژی بر اساس دیدگاه توسعه پایدار در کشورهای پیشرفته و درحال‌توسعه موردتوجه قرارگرفته‌اند. در بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸، ظرفیت ذخایر خورشیدی به بیش از ۱۶ گیگاوات، ظرفیت نیروهای بادی با رشد ۲۵۰ درصدی به ۱۲۱ گیگاوات و کل ظرفیت نیروگاه‌های وابسته به منابع تجدید پذیر با رشدی ۷۵ درصدی به ۲۸۰ گیگاوات افزایش‌یافته است. (REN21,2009). سیستم‌های تهویه طبیعی از دیدگاه CIBSE، به سه دسته تهویه‌یک‌طرفه، تهویه قطری، تهویه دودکشی تقسیم می‌شود. (CibseT,1997)

دودکش خورشیدی

در سیستم دودکش خورشیدی جریان هوا به‌واسطه نیروی شناوری ایجاد می‌شود؛ یعنی هوای گرم داخل کانال به طرف بالا حرکت کرده و از آن خارج می‌شود و به‌جای آن هوای خنک‌تر در یک سیستم بسته جایگزین آن می‌گردد. معمولاً به‌منظور افزایش میزان جذب گرما و نرخ تهویه، دیوار جنوبی دودکش خورشیدی را شیشه‌ای و بخش داخلی سایر دیوارها را تیره و بخش خارجی آن‌ها را عایق می‌کنند. عوامل متعددی باید در طراحی دودکش خورشیدی موردتوجه قرار گیرد. از آن جمله می‌توان به شرایط جوی، محل قرارگیری، جهت و اندازه ساختمان اشاره کرد(شمسایی و همکاران ۱۳۹۰).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 1- کارکرد عمومی دودکش خورشیدی(رستگار، بهنام)

انواع دودکش خورشیدی و عملکرد

دودکش‌های خورشیدی به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

- دودکش‌های خورشیدی که برای تولید برق به کار می‌روند.
- دودکش‌های خورشیدی که به‌منظور تهویه به کار می‌روند.

نوع اول معمولاً در مقیاس بزرگ صنعتی ساخته می‌شود. درحالی‌که نوع دوم در ساختمان‌ها کاربرد دارد. نوع اول، درواقع از سه عنصر اصلی جمع کننده هوا، برج یا همان دودکش و توربین بادی تشکیل‌شده است. هوای گرم موردنیاز برای دودکش خورشیدی توسط پدیده گلخانه‌های در یک محوطه‌ای که با پلاستیک یا شیشه پوشانده شده و چند متری از زمین فاصله دارد، ایجاد می‌شود. با نزدیک شدن به پایه برج ارتفاع ناحیه پوشانده شده نیز افزایش می‌یابد تا تغییر مسیر حرکت جریان هوا به‌صورت عمودی با کمترین اصطکاک انجام پذیرد. در وسط این سقف شفاف یک دودکش یا برج عمودی قرار دارد. هوای گرم چون سبک است به سمت بالای برج حرکت می‌کند(ایجاد مکش در پایین برج). تشعشع خورشیدی در این برج باعث ایجاد مکش به سمت بالا می‌شود که انرژی حاصل از این مکش توسط چند مرحله توربین تعبیه‌شده در برج به انرژی مکانیکی تبدیل‌شده سپس به برق تبدیل می‌شود. توان تولید برق یک دودکش خورشیدی متناسب با حجم حاصل از ارتفاع برج و سطح کلکتور است یعنی می‌توان با یک برج بلند و سطح کم و یا یک برج کوتاه با سطح وسیع به یک میزان برق تولید کرد(قیابکلو، ۱۳۸۹).

دودکش خورشیدی نوع دوم، شبیه به دودکش‌های متداول هستند با این تفاوت که دیوار جنوبی در آن‌ها شیشه‌ای است. دودکش خورشیدی درواقع یک کانال هواست که در آن مکانیسم محرک جریان هوا، شناوری حرارتی است و شامل شیشه، حفره و دیوار حجیم برای جذب انرژی خورشیدی است. نگاره ۲ عملکرد دودکش خورشیدی را به‌صورت شماتیک، نشان می‌دهد(Miyazaki,2006).

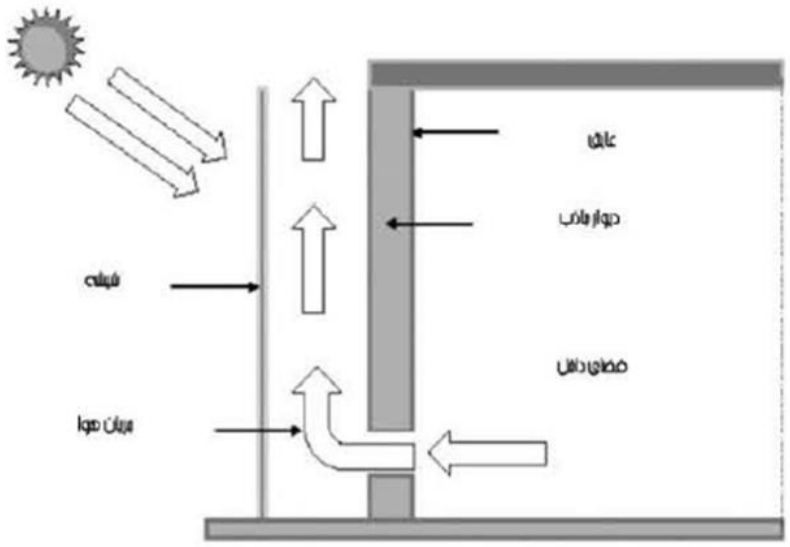
دودکش خورشیدی شمال یک جاذب انرژی خورشیدی با سروته باز است که وقتی تشعشع خورشید به آن می‌خورد، جریان هوا را ایجاد می‌گردد. شکل زیر دو نوع دودکش خورشیدی عمودی و مایل را نشان می‌دهد. تشعشع خورشید از شیشه عبور می‌کند و در سطح دیواره جذب می‌شود سپس هوای داخل دودکش توسط همرفت و تشعشع از جاذب گرم می‌شود. کاهش

www.SID.ir

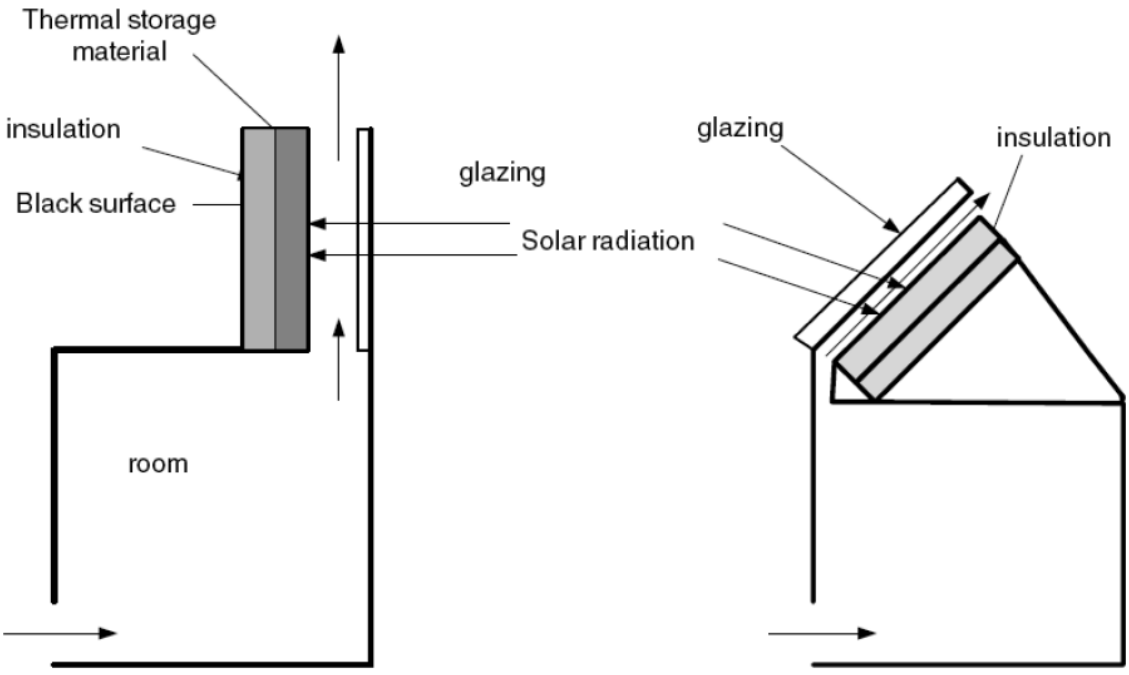
Archive of SID

چگالی هوا باعث بالا رفتن آن می‌شود که درنتیجه هوای زیر خود را جایگزین آن می‌کند. میزان هوای مکش شده بستگی به نیروی شناوری ایجاد شده، مقاومت به جریان یافتن سیال در دودکش، مقاومت به ورودی هوا به داخل اتاق دارد.

دودکش خورشیدی معمولاً برای ایجاد تهویه برای سرمایش استفاده می‌شود و برای گرمایش می‌توان منفذ دودکش را بست و هوای گرم شده‌ی داخل دودکش را به‌وسیله‌ی فن به داخل ساختمان فرستاد. در طراحی یک دودکش عوامل مؤثر شامل ارتفاع، پهنا، عمق حفره، نوع شیشه، نوع جاذب، عایق و ماده‌ی ذخیره‌ی حرارتی (مثل آجر، بتن، سنگ و هر ماده با ظرفیت حرارتی بالا) (خمسه،۱۳۸۹).



شکل 2– دودکش خورشیدی در تهویه فضای داخل(khanal,chengwang,2011)



شکل 3 عملکرد کلی دودکش خورشیدی(خمسه، وحید)

www.SID.ir

Archive of SID

زمینه‌های کاربرد دودکش‌های خورشیدی

ویژگی اصلی دودکش‌های خورشیدی تأمین مقدار نامحدود هوای تازه و گرم ورودی به ساختمان است. هوای گرم تولیدشده قابلیت استفاده در واحدهای مسکونی و صنعتی را دارا است. بر این اساس عمده کاربردهای دستگاه مذکور عبارت است از: واحدهای مسکونی و اقامتی، انبارهای ذخیره مواد، کارگاه‌های صنعتی، مراکز آموزشی و فرهنگی، مراکز تجاری، فروشگاه‌های بزرگ، مراکز نگهداری و پرورش حیوانات، نگهدار و خشک کردن محصولات کشاورزی.

عملکرد دودکش خورشیدی در اقلیم‌های مختلف ایران

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته گذشته در رابطه با عملکرد دودکش خورشیدی در اقلیم‌های مختلف، با فرض یک اتاق فرضی با ابعاد ۸*۶ متر و ارتفاع ۲,۷ متر که یک دودکش خورشیدی با ارتفاع ۴ متر به آن متصل است و یک ورودی هوا برای اتاق به ابعاد ۲*۱,۳ متر در نظر گرفته‌شده است، ورودی هوا به دودکش از طریق یک دریچه به ارتفاع ۰,۵ متر و به عرض ۱,۵ متر و ارتفاع ۰,۳ متر از کف در نظر گرفته‌شده است. مدل موردنظر را در هر یک از چهار شهر اصفهان، رشت، بر عباس و تبریز به‌وسیله نرم‌افزار انرژی پلاس شبیه‌سازی شده است. مقایسه بین نرخ جریان تهویه در مدل‌های مختلف نشان می‌دهد که مدل یکسان با شرایط مشابه در اقلیم‌های مختلف، تأثیر شرایط آب‌وهوایی را بر عملکرد دودکش خورشیدی را مشخص می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده، دودکش خورشیدی بیشترین عملکرد خود را در اقلیم گرم و خشک داشته است. (جدول شماره ۱،۲). سپس در اقلیم گرم و خشک شهرهای اصفهان، شیراز و یزد که دارای عرض جغرافیایی مختلفی هستند با یکدیگر مقایسه شده‌اند (جدول شماره ۳،۴). (ثقفی،فخاری،۱۳۹۵)

جدول 1 نرخ تهویه در اقلیم ای مختلف (ثقفی، فخاری)

شهر	اقلیم	عرض جغرافیایی	حجم کلی هوای تهویه شده در روز	متوسط نرخ تهویه در روز	نرخ تهویه روزانه در شب	نرخ تهویه شبانه در شب
رشت	معتدل و مرطوب	۳۷,۱۶	۲۱۲۵۰,۷۶	۰,۲۶۲	۰,۲۳۴	۰,۲۴۵
بندرعباس	گرم و مرطوب	۲۷,۱۱	۲۱۴۲۷,۷	۰,۲۵۷	۰,۲۳۶	۰,۲۴۸
اصفهان	گرم و خشک	۳۲,۳۹	۲۲۱۲۶	۰,۲۷۶	۰,۲۵۲	۰,۲۶۲
تبریز	سرد	۳۸,۰۴	۲۲۱۲۷,۴۲	۰,۲۶۶	۰,۲۳۹	۰,۲۵۶

جدول 2 دمای هوای خروجی دودکش خورشیدی در اقلیم‌های مختلف (ثقفی، فخاری)

نام شهر	اقلیم	عرض جغرافیایی	دمای خروجی از دودکش	دمای هوای محیط
رشت	معتدل و مرطوب	۳۷,۱۶	۲۹,۳۴	۲۸,۰۵
بندرعباس	گرم و مرطوب	۲۷,۱۱	۳۵,۴۸	۳۴,۵۰
اصفهان	گرم و خشک	۳۲,۳۹	۳۲,۵۱	۲۰,۱۲
تبریز	سرد	۳۸,۰۴	۲۹,۱۸	۲۶,۹۴

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3 نرخ تهویه در شهرهای مختلف اقلیم گرم و خشک (ثقفی، فخاری)

نام شهر	عرض جغرافیایی	حجم کلیه هوای تهویه شده در روز	متوسط نرخ تهویه در روز	نرخ تهویه روزانه	نرخ تهویه شبانه
اصفهان	۲۲,۲۹	۲۲,۱۲۶	۰,۲۶۷	۰,۲۷۶	۰,۲۵۲
یزد	۲۱,۵۷	۲۲۲۴۲,۵۸	۰,۲۶۹	۰,۲۷۹	۰,۲۵۲
شیراز	۲۹,۲۷	۲۲۴۰۱,۴۸	۰,۲۷۰	۰,۲۸۱	۰,۲۵۲

جدول 4 دمای هوای خروجی دودکش خورشیدی در شهرهای مختلف اقلیم گرم و خشک. (ثقفی، فخاری)

نام شهر	عرض جغرافیایی	دمای هوای خروجی از دودکش
اصفهان	۲۲,۲۹	۲۲,۵۲
یزد	۲۱,۵۲	۲۴,۷۴
شیراز	۲۹,۲۷	۲۲,۸۲

استفاده از دودکش و حیاط‌های سایه‌دار

برای کیفیت بخشیدن به هوای ورودی می‌توان آن را از حیاط‌های سایه‌داری که دارای فضای سبز است، تأمین نمود تا هوای ورودی خنک‌تر و مرطوب‌تر شود: نمونه موردی مدرسه ژنرال دوگل دمشق.

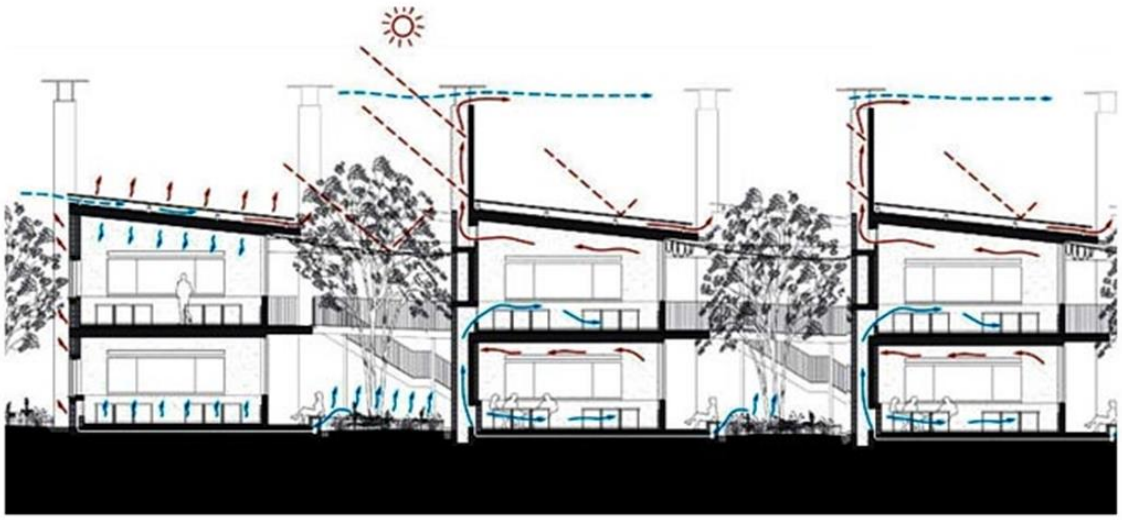
شکل 4 قرارگیری دودکش خورشیدی و حیاط سایه دار در نما (مدرسه ژنرال دوگل دمشق)

اصولاً دودکش‌های خورشیدی مجاری کم‌عمقی هستند که به‌صورت عمودی یا شیب‌دار در دیوارها و یا بام ساختمان طراحی می‌شوند. با توجه به نیاز دوام جریان هوا در طی روز و یا شب، در این سیستم، جاذب خورشیدی (ورق فلزی تیره‌رنگ و یا جرم حرارتی) با پوششی شیشه‌ای در مقابل تابش مستقیم آفتاب قرار می‌گیرد تا پس از جذب انرژی، گرما به هوای مابین شیشه و جاذب حرارتی منتقل‌شده و با کاهش چگالی هوا و حرکت آن به سمت بالا جریان هوا برقرار گردد. اگر با کاهش زاویه شیب سطح جاذب، انرژی تابشی جذب‌شده توسط دودکش و درنتیجه دمای هوای خروجی افزایش یابد، در مقابل سرعت جریان هوا به دلیل کاهش ارتفاع دودکش، کاهش خواهد یافت. ارتفاع دودکش، سطح مقطع آن و دمای هوای داخل دودکش شاخص‌هایی هستند که بر مبنای تناسب بین آن‌ها می‌توان دودکش خورشیدی را بهینه طراحی نمود. دریچه خروجی هوای دودکش باید

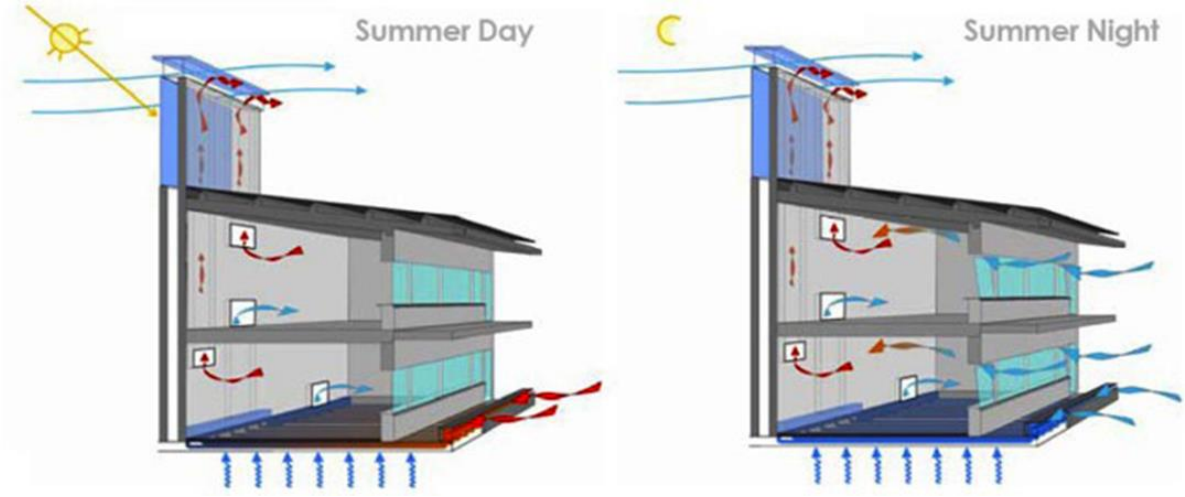
www.SID.ir

Archive of SID

به گونه ای طراحی گردد که در مواقع وزش باد از ورود باد به داخل دودکش و انتقال هوای گرم به فضاهای داخلی، جلوگیری نماید. برای کنترل این دریچه‌ها می‌توان از سیستم‌های BMS نیز بهره جست و متناسب با شرایط محیطی میزان عبور هوا و جهت دریچه را تنظیم نمود. یک دودکش خورشیدی ساده می‌تواند از یک لوله‌ی سیاه‌رنگ برای جذب بیشتر انرژی خورشیدی، با قطر مناسب تشکیل‌شده باشد که به‌اندازه‌ی چند متر از سقف ساختمان بالاتر است. در درون این دودکش‌ها ممکن است یک جرم حرارتی استفاده شود تا به حفظ حرارت برای مدتی پس از غروب خورشید کمک کند. چنین دودکشی را می‌توان در دیواری از خانه که به سمت خورشید است، یا روی سطحی جداگانه که از بام ساختمان بلندتر است نیز نصب کرد.



شکل 5 برش عرضی از حیاط سایه دار و دودکش خورشیدی به منظور تهویه و سرمایش فضاهای داخلی(مدرسه ژنرال دوگل دمشق)



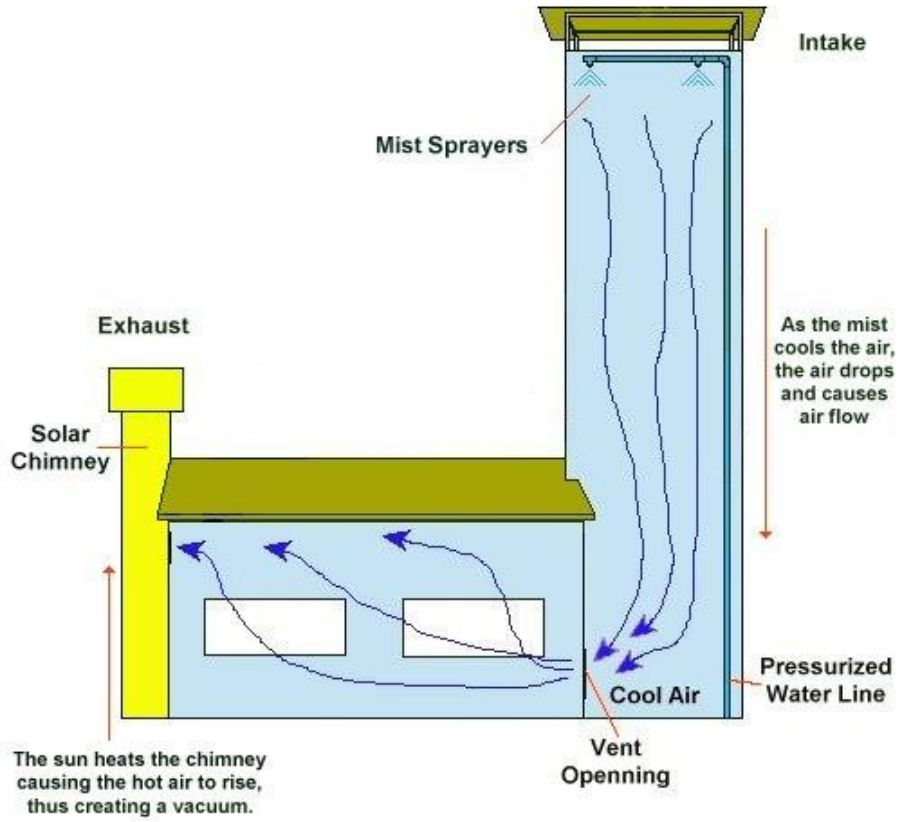
شکل 6 جزییات بهره‌گیری از حیاط سایه‌دار و دودکش خورشیدی به منظور تهویه و سرمایش فضاهای داخلی(مدرسه ژنرال دوگل دمشق)

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم ترکیبی بادگیر و دودکش خورشیدی

بادگیر در طول سالیان متمادی تنها راه‌کار موجود برای تحمل شرایط سخت آب‌وهوایی مناطق گرم و خشک فلات مرکزی ایران به‌حساب می‌آمد درگذشته دهانه‌ی خروجی بادگیر به داخل زیرزمین‌ها وارد می‌شد که در این حالت دمای هوا پس از عبور از روی حوض‌های آب فضای خنکی را برای ساکنین ساختمان مهیا می‌کرده. از سوی دیگر، بادگیرهای سنتی را به‌عنوان ترکیبی از سیستم‌های بادی و خورشیدی برای تهویه‌ی فضاهای مسکونی به‌حساب آورد. بازشوی بالای برج در جهت باد غالب قرار دارد؛ بنابراین، در بیشتر زمان‌ها این قسمت از برج در ناحیه‌ی فشاری قرار می‌گیرد. می‌توان از خود برج علاوه بر نقش اصلی آن در سیستم بادگیر برای جذب نور خورشید و به‌عنوان یک سیستم ذخیره‌ی انرژی نیز استفاده کرد. مهم‌ترین عیب بادگیر عدم کارایی آن درزمانی است که سرعت باد کم است. در این حالت، می‌توان با ترکیب بادگیر و سیستم دودکش خورشیدی امکان برقراری جریان هوا را از طریق نیروی شناوری در داخل فضای مسکونی فراهم آورد. (محمودی،۱۳۸۷)



شکل 7 طراحی برج خنک کننده(tom Elliot)

نتیجه‌گیری

در کلام آخر، در صرفه‌جویی انرژی با استفاده از روش‌های غیرفعال، مانند دودکش خورشیدی، می‌توان به تهویه ساختمان، گرمایش و سرمایش آن تا حد زیادی کمک کرد. دودکش خورشیدی در اقلیم گرم و خشک نسبت به سایر اقلیم‌ها عملکرد بهتری دارد. از این مساله می توان این طور نتیجه گرفت که عرض جغرافیایی عامل مؤثری در عملکرد دودکش خورشیدی است. برای بررسی‌های بیشتر بر روی دودکش‌های خورشیدی می‌توان با تغییر در ابعاد اتاق، مصالح، اقلیم، عرض جغرافیایی، اندازه دودکش و ایجاد حیاط سایه‌دار به نتایج جدیدتری دست پیدا کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

محمودی، بهروز (۱۳۸۷)، ارزیابی یک عددی قدرتمند - مدل ریاضی برای بررسی جریان سیال از طریق برج و دودکش خورشیدی از برج باد (باد برج) با استفاده از روش حجم محدود.علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد.

ثقفی، محمد جواد، فخاری، مریم (۱۳۹۱)، بررسی تاثیر دودکش خورشیدی بر تهویه ساختمان در اقلیم های مختلف ایران، نشریه نقش جهان، ش ۳.

خمسه،وحید،(۱۳۸۹)، دودکش خورشیدی و تهویه ساختمان، ماهنامه تهویه و تاسیسات، ش۷.

حیدری، فخاری، مریم ، فخاری، (۱۳۹۲)، بهینه سازی دودکش خورشیدی و بررسی اثر آن بر تهویه ساختمان، نشریه معماری و شهرسازی،ش ۲.

شمسایی، ابوالفضل، محمودی، بهروز، سرلک، مهدی،وثوقی فر، حمیدرضا، (۱۳۹۰)، مدل ساز عددی جریان هوا در دودکش خورشیدی، نشریه مهندسی عمران و نقسه برداری، ش ۴.

فخاری، مریم، حیدری، شاهین، فیاض، ریما (۱۳۹۲)، عوامل موثر بر تهویه غیر فعال دودکش خورشیدی نمونه موردی : شهر اصفهان. مهنامه معماری و شهرسازی.

قیابکلو، زهرا، (۱۳۸۹)، مبانی فیزیک ساختمان ، تنظیم شرایط محیطی(۲)،جهاد دانشگاهی امیرکبیر،تهران.

Afonso,C. Oliveira. A.(2000)Solar chimneys: simulation and experiment: Energy and buildings 71-79

Bansal NK, Mathur R, Bhandari MS,(1994) A study of solar chimney assisted wind tower system for natural ventilation in building, bulding and Environment, No 3, 373-377.

Charvat p. jicah M. stetina J.(2004) solar chimneys for ventilation and passive cooling.Denver(USA): World Renewable Energy Congress.

Chantawong, Jongjit, Hirunlabh, Belkacem. Zeghmati,joseph. Khedari, sombat Teekasap. Maung,Maung, Win.(2006) Investigation on thermal performance of glazed solar chimney walls. Solar Energy 80,288-297.

Chen ZD, Bandopadhayay P, Halldorson J,Byrijalsen C,Heiselberg P,Li Y, An experimental investigation of a solar chimney model With uniform Wall heat flux. Build Environ 2003,38:893-906.

CIBSE Natural ventilation in non-domestic Buildings,(1997). Applications Manual AM10, the charteredinstitution of Building Services Engineers,London.

Khedari,joseph. Boonsri.Boonlert, Hirunlabh.Jongjit(2000) Ventitation impact of asolarchimney on indoor temperature fluctuation and airchange in a school building, Energy and Building, june 2000, pages 89-93.

Moshfegh B,sandberg M. flow and heat ransfer in the gap behind photovoltaic panels. Renew sustain Energy Rev 1998.

Pantavou,k. Theocharatos,G.Mavrakis,A. and Santamouris.M,(2011), Evaluating thermal comfort conditions and health responses during an extremely hot summer in Athens. Building and Environment,339-344.

Pantavou,K. Theocharatos,G. Mavrakis, A.and Santamouris.M.(2011), Evaluating thermal comfort conditions and health responses during an extremely hot summer in Athens, Building and Environment,339-344.

Punyasompun.S, Hirun.J, Khedari.J, Zeghmaf.B,(2009),Investigation on the applicaition of solar chimney for malti-storey buildings, renewable Energy.vol34, pp2545-2561.

Rakesh, Khanal, Chengwang,lei,(2012), Flow reversal effects on buoyancy induced air flow in a solar chimney,solar Energy 86,2783-2791.

REN21 (2009). Renewbles Global Status Report: 2009 Update P.8.

Sudaporn, Chungloo, Bundit, Limmeechokchai,(2009) Utilization of cool ceiling with roof solar chimney in Thailand: The experimental and numerical a nalysis, Renowable Energy,34, 623-633.

www.SID.ir