

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی



بررسی اثر نسبت سرعت هوای خروجی به سرعت ورودی در یک خنک کننده

تبخیری

کیهان لایق‌مند^۱، اسماعیل خادمی^۲

^۱ دانشجوی دکتری مکانیک تبدیل انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دشتستان
keyhan.layeghmand@gmail.com

^۲ دانشجوی دکتری مکانیک تبدیل انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دشتستان
Esmaeelkhademi@yahoo.com

چکیده

یک مبدل انتقال جرم و حرارت جدید با ترکیب مزایای خنک کننده تبخیری غیر مستقیم غیر فعال و رطوبت گیر فیلم مایع پیشنهاد شده است. از نکات این طرح جدید میتوان به خنک کردن و رطوبت گیری هوای تولیدی به طور همزمان در یک واحد اشاره کرد. شبیه سازی برای بررسی اثر نسبت سرعت ها بر روی کارایی خنک کننده انجام شد. مشاهده شد که دمای هوای محصول به پایین تر نقطه شبنم هوای ورودی کاهش یافته است. نتایج نشان داد که دما و رطوبت هوای تولیدی وابسته به نسبت سرعت هوای خروجی به هوای ورودی می باشد و هر چه سرعت هوای خروجی بالاتر باشد دمای هوای تولیدی پایین تر می آید.

کلمات کلیدی: خنک کننده هوا، خنک کننده تبخیری، سرعت هوا، انتقال حرارت و جرم

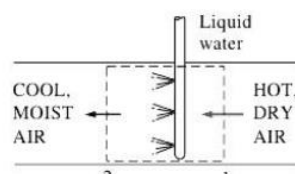
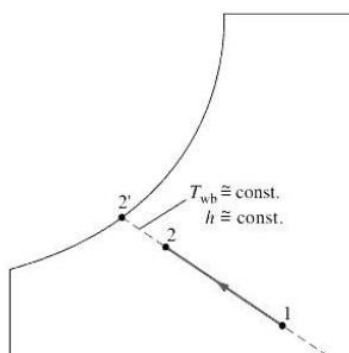
مقدمه

رشد سریع مصرف انرژی در جهان باعث نگرانیهای جدی در زمینه کاهش منابع انرژی و تغییرات زیست محیطی ناشی از آن شده است. این افزایش مصرف انرژی در سرتاسر جهان ناشی از مواردی از قبیل افزایش جمعیت جهان، رشد اقتصادی [۱]، توسعه شبکه های ارتباطی و تغییر در سبک زندگی ملت های توسعه یافته است. در دو دهه اخیر، مصرف انرژی اولیه (سوخت فسیلی) جهان حدود ۴۹٪ و تولید دی اکسید کربن تقریباً ۴۳٪ افزایش یافته است [۲]. با وجود اینکه بررسی های اخیر از کاهش ۱/۱ درصدی مصرف جهانی انرژی در سال ۲۰۰۹ به دلیل رکود اقتصادی پیش بینی نشده جهانی گزارش می دهد، ولی مصرف انرژی در چندین کشور در حال توسعه، مخصوصاً در مناطقی از آسیا با رشد اقتصادی بالا، به شدت در حال افزایش است. به خاطر رشد سریع جمعیت، بهبود سرویس های ساختمانی و افزایش مدت زمانی که در داخل ساختمان های سپری می شود، سهم مصرف انرژی در ساختمان ها در کشورهای توسعه یافته مثل ایالات متحده آمریکا و اروپا (بیشتر از ۲۰٪-۴۰٪ از کل انرژی مصرفی) از سهمی که برای بخش های صنعت و حمل و نقل استفاده میشود پیشی گرفته است. در سال ۲۰۰۴، مصرف انرژی ساختمان ها در کشورهای اروپایی ۳۷٪ از کل انرژی محاسبه شده است، یعنی بیشتر از مقادیر مربوط به صنعت (۲۸٪) و

حمل و نقل (۳۲٪). در انگلستان، سهم مصرف انرژی ساختمانها ۳۹٪ بود که از متوسط مقدار اروپا نیز بیشتر است [۱]. در کشورهای توسعه یافته، انرژی مصرفی در سیستمهای گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع، ۵۰٪ از انرژی مصرفی در ساختمانها و ۲۰٪ از کل انرژی مصرفی را شامل می شود. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، مثل چین، به دلیل عایق کاری ضعیف، استفاده از سیستمهای تهویه مطبوع ناکارا و تبدیل بازده پایین انرژی به گرما، مصرف انرژی سیستمهای تهویه مطبوع حدود ۷۰٪-۵۰٪ از انرژی مصرفی در ساختمانها را شامل می شود [۲]. در ایران مصرف انرژی در واحدهای تجاری و خانگی حدود ۴۰ درصد کل میزان مصرف انرژی کشور است و براساس آمارهای ارائه شده به طور متوسط سالانه ۱٫۶ درصد به میزان مصرف انرژی اضافه شده است [۳]. برای برآورده کردن نیاز افزایش تجهیزات تهویه مطبوع بدون استفاده از سیستمهای متداول قدیمی که مصرف انرژی الکتریکی بالایی دارند، لازم است از سیستمهایی استفاده شود که نیاز به مبردهای آلاینده (CFC) ندارند و با منابع انرژی طبیعی و پاک کار میکنند. یک نمونه از این سیستمها، سیستمهای سرمایش تبخیری است که از گرمای نهان تبخیر آب استفاده میکنند. مصرف انرژی در این سیستمها تنها ۲۰٪ انرژی مصرفی سیستمهای تهویه مطبوع تراکمی - بخار است و این معادل با کاهش ۴۴ درصدی دی اکسید کربن تولید شده با سیستمهای تهویه مطبوع تراکمی - بخار می باشد. یعنی این سیستمهای سرمایشی انرژی کمتری مصرف می کنند و دوستدار محیط زیست هستند.

سرمایش تبخیری

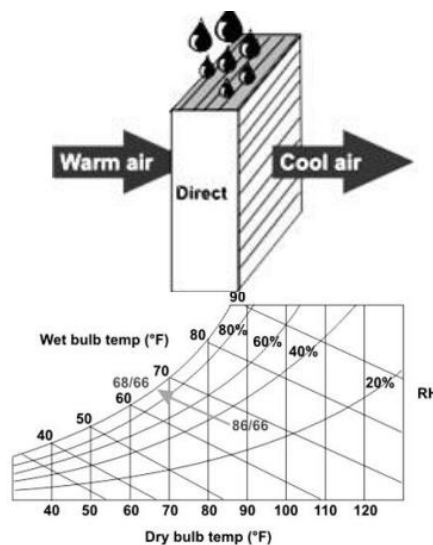
سرمایش تبخیری بر مبنای یک اصل ساده استوار است: با تبخیر آب، گرمای نهان تبخیر از آب و هوای اطراف جذب میشود. در نتیجه، آب و هوا در این فرآیند خنک میشود [۴]. در شکل ۱ فرآیند سرمایش تبخیری به طور طرحواره و در نمودار سایکرومتریک نشان داده است. هوای گرم و خشک در حالت ۱ وارد کولر تبخیری شده و در آنجا به آن آب پاشیده می شود. قسمتی از این آب با جذب گرما از جریان هوا تبخیر می شود. در نتیجه، دمای جریان هوا کاهش و رطوبت آن افزایش می یابد (حالت ۲) در حالت حدی، هوا به صورت اشباع در حالت ۲' از کولر خارج می شود. این کمترین دمایی است که با این فرآیند می توان بدست آورد. فرآیند سرمایش تبخیری با فرآیند اشباع آدیاباتیک اساساً یکسان است زیرا انتقال گرما بین جریان هوا و اطراف معمولاً ناچیز است. بنابراین، فرآیند سرمایش تبخیری در نمودار سایکرومتریک از خط دمایی ثابت پیروی می کند [۴]. سیستمهای سرمایش تبخیری به سه گروه اصلی یعنی مستقیم، غیرمستقیم و ترکیبی تقسیم بندی می شوند. نحوی عملکرد هر کدام از این سیستمها در ادامه بیان شده است.



شکل ۱: سرمایش تبخیری

سرمایش تبخیری مستقیم

در حال حاضر این روش پر کاربردترین روش سرمایش تبخیری در ایران است. کولرهای آبی مرسوم همگی از این روش برای خنک کردن محیط استفاده می‌کنند. در این روش در یک محفظه بسته، هوا از روی یک بستر بزرگ آب عبور داده می‌شود، در اینصورت آب تبخیر شده و بخار آب وارد هوا می‌شود. آب گرمای لازم برای تبخیر شدن را از هوا می‌گیرد بنابراین تماس مستقیم آب و هوا باعث خنک شدن هوای ورودی به محیط می‌گردد. این کار تا زمانی ادامه می‌یابد تا دیگر جایی برای ورود رطوبت به هوا وجود نداشته باشد یا به اصطلاح هوا اشباع شود. محدودیت مهم این روش این است که در مناطقی که رطوبت نسبی محیط بالا باشد امکان اضافه کردن رطوبت به هوا بسیار کم یا در بعضی مواقع غیر ممکن است. به طور کلی دمای هوایی که با روش تبخیری مستقیم خنک می‌شود را حداکثر میتوان تا دمای مرطوب آن هوا پایین آورد [۵].

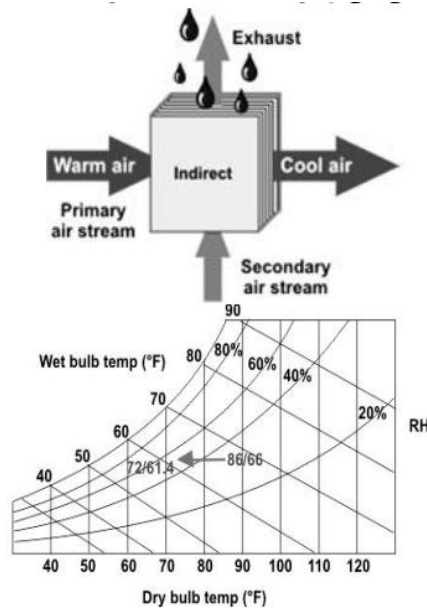


شکل ۲: شماتیک سرمایش تبخیری مستقیم و نحوی عملکرد در نمودار [۵]

سرمایش تبخیری غیرمستقیم

در این روش دو نوع هوا وجود دارد. هوای گرم اولیه که از فضای بیرون گرفته شده است. این هوا باید خنک شود و به محیط داخل وارد شود. هوای ثانویه نیز هوای گرمی است که از محیط بیرون گرفته شده است اما پس از خنک شدن از سیستم خارج می‌شود (به فضای اتاق وارد نمی‌شود)

به اینصورت که هوای ثانویه به روش مستقیم خنک می‌شود. سپس هوای گرم اولیه در مبدل حرارتی، بدون تماس مستقیم با هوای ثانویه خنک شده و سپس وارد فضای اتاق می‌گردد. نمایی کلی از این فرآیند در شکل ۳ نشان داده شده است [۵]. در روش غیر مستقیم هیچگونه رطوبتی به هوا اضافه نمیشود. بنابراین استفاده از روش غیرمستقیم نسبت به روش مستقیم هوای مطبوعتری را ایجاد می‌کند.

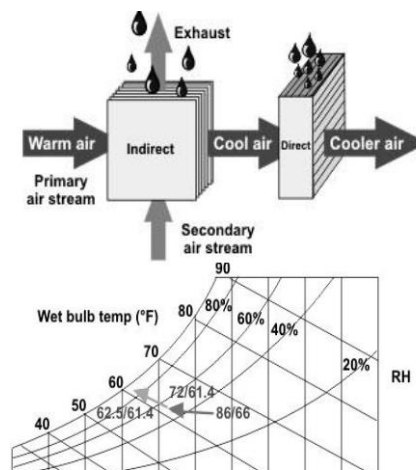


شکل ۳: شماتیک سرمایش تبخیری غیرمستقیم و نحوی عملکرد در نمودار [۵]

سرمایش تبخیری ترکیبی

این روش ترکیبی از دو روش قبل می باشد. در این روش هوای اولیه که به صورت غیرمستقیم خنک شده بار دیگر به روش مستقیم خنک میشود. همانطور که گفته شد حداقل دمای قابل حصول روش مستقیم، دمای مرطوب هوای ورودی است، در واقع این روش با کاهش دمای مرطوب هوا، دمای خروجی از سیستم سرمایشی را کاهش میدهد. این فرآیند در شکل ۴ نشان داده شده است [۵].

عمده ترین مزیت استفاده توأمان از هر دو نوع سیستم های سرمایشی به شکل مرکب، دمای پایین هوای رفت، قابلیت اطمینان بالا و ساعات آسایش بیشتر آن است. مزیت دیگر آن، مربوط به هزینه اولیه است که شامل هزینه نصب شبکه کانال شده و برای واحد مرکب ارزانتر خواهد بود، زیرا این سیستم ها، هوای خنک کننده را تأمین کرده و به کانال های کوچکتری احتیاج دارند.



شکل ۴: شماتیک سرمایش تبخیری ترکیبی و نحوی عملکرد در نمودار [۵]

سرمایش تبخیری مستقیم فعال

در این نوع سیستم ها میزان مصرف انرژی برای راه اندازی و کارکرد آنها نسبتاً زیاد می باشد. از جمله سیستم های سرمایش تبخیری فعال می توان به کولرهای آبی (قطرهای)، کولرهای تبخیری اسلینگر، کولرهای تبخیری با پد چرخان، کولرهای تبخیری با پد صلب اشاره کرد [۶].

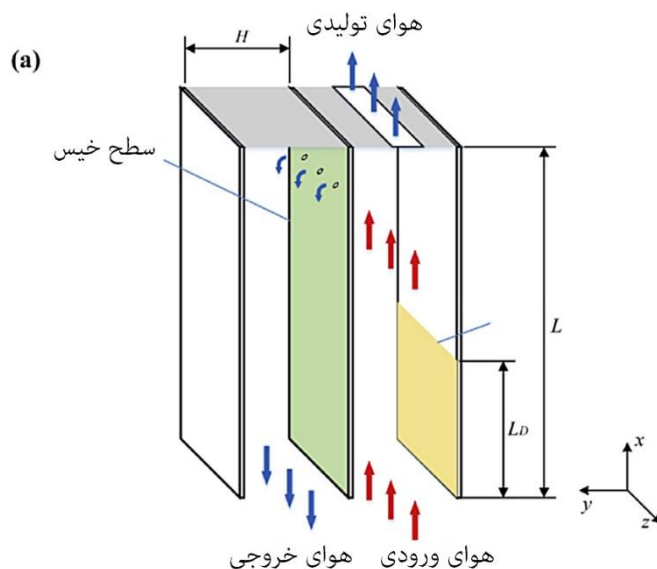
سرمایش تبخیری غیرفعال

سیستم های غیرفعال دارای فن نیستند و جریان هوا در آنها یا به صورت طبیعی و یا از طریق ترکیب با برخی سامانه های دیگر نظیر دودکش خورشیدی، بادگیر، دیوار تهویه شونده و ... تأمین می گردد. در این نوع سیستم ها معمولاً بخش قابل توجهی از انرژی مورد نیاز، از منابع تجدیدپذیر تأمین می شود از جمله سیستم های سرمایش تبخیری غیر فعال می توان به سامانه پرده آبی، سرمایش با حفره خنک کننده و دودکش خورشیدی، دیوار سرمایش، سرمایش با دو کلکتور خورشیدی، بادگیر با سرمایش تبخیری در گذشته، بادگیر با سرمایش تبخیری مدرن اشاره کرد [۷-۹].

روش حل مسئله:

برای حل معادلات انتقال حرارت و انتقالات جرم به منظور ساده سازی فرضیات زیر در نظر گرفته شده است

- ۱- جریان مایع و جریان گاز در حالت پایا و آرام می باشند.
 - ۲- در سطح تماس هوا و آب شرایط تعادل ترمودینامیکی برقرار است.
 - ۳- ضخامت فیلم فایلم در قسمت خشک کن ثابت می باشد.
 - ۴- صرف نظر از نیروی شناوری
- محیط شبیه سازی به منظور بررسی اثر سرعت هوای عبوری بر کارایی سرمایشی از محیط شبیه سازی ای که در شکل نشان داده شده است، استفاده شد.
- برای حل معادلات با استفاده از شرایط مرزی از نرم افزار COMSOL استفاده شده است که این نرم افزار بر پایه گسسته سازی بر اساس روش المان محدود می باشد. برای حل مسئله معادلات انتقال حرارت، انتقال جرم جزء غلیظ و حلال به صورت معادلات کوپل با هم حل شدند. و برای حل همه معادلات با یکدیگر حل شدند. شرایط مرزی در نظر گرفته شده برای حل مسئله در جدول ۱ نشان داده شده است. برای حل مسئله تمامی پارامترها را ثابت قرار داده و به بررسی نسبت سرعت هوا (سرعت هوای خروجی به هوای ورودی) می پردازیم.



شکل ۵: محیط شبیه سازی

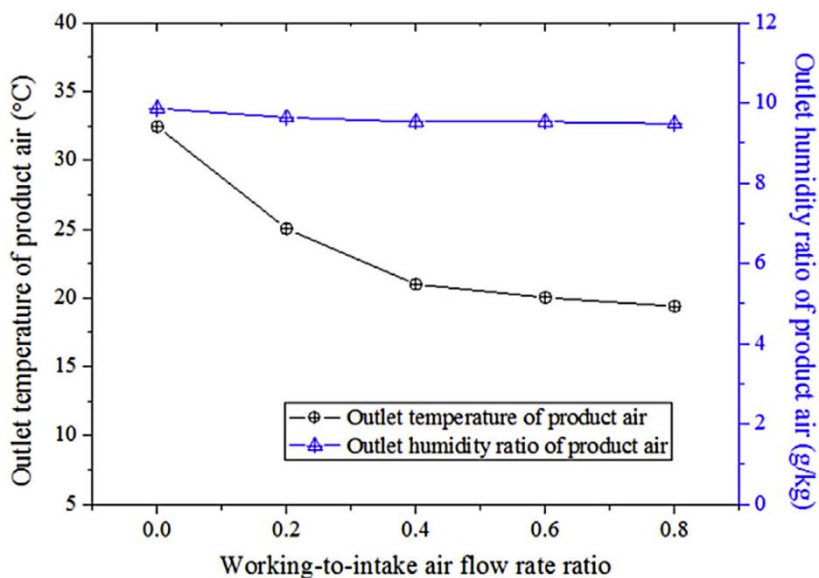
جدول ۱: شرایط مرزی

واحد	مقدار	پارامترها
متر	۱	طول کانال
متر	۰,۰۰۵	فضای بین کانال ها
متر	۰,۳	طول فیلم مایع
متر	۰,۰۰۰۳	ضخامت صفحه
متر	۰,۰۰۰۵	ضخامت فیلم مایع

نتایج و بحث روی نتایج

میزان نسبت سرعت هوا در سیستم خنک کننده تبخیری یکی از مهمترین و پارامترهای تاثیر گزار در فرآیند می باشد. در نمودار ۱ تاثیر نسبت سرعت هوای ورودی بر رطوبت و دمای هوا نشان داده شده است. هوای ورودی هوایی خشک با دمای حباب ۳۰ درجه ئ ر شویت ۱۶ گرم بر کیلوگرم در نظر گرفته شده است. طول لایه فیلم در خشک کن برابر ۰,۲ متر است. سرعت هوای ورودی برای شبیه سازی ۱ متر بر ثانیه ثابت در نظر گرفته شده است. در حالی که سرعت هوای خروجی از ۰ تا ۰,۸ متر بر ثانیه تغییر کرد.

در حالتی که نسبت هوای خروجی به ورودی برابر صفر است، خنک کننده تبدیل به یک رطوبت گیر می شود که هوای تولیدی بدون اینکه از مزایای سیستم خنک کننده تبخیری استفاده کند کار می کند. همان طور که در نمودار ۱ مشاهده می شود، رطوبت هوای تولیدی از ۱۶ گرم به ازاء کیلوگرم به ۹,۸۶ گرم به کیلوگرم کاهش یافته است و همینطور به علت آزاد شدن حرارت در فرآیند رطوبت گیری دمای هوا از ۳۰ درجه سلسیوس به ۳۲,۴۳ افزایش یافته است. با افزایش نسبت سرعت خروجی به ورودی از ۰ به ۰,۸ دمای هوای تولیدی به شدت از ۳۲,۴۳ به ۱۹,۳۹ درجه سلسیوس کاهش یافته است. که این کاهش دما را میتوان ناشی از جذب بخار توسط هوای خروجی می باشد. و همینطور رطوبت هوا با افزایش سرعت هوای خروجی نیز کاهش یافته است.



نمودار ۱: تغییرات رطوبت و دمای جریان تولیدی بر اساس تغییر نسبت سرعت خروجی به ورودی

نتیجه گیری

رشد سریع مصرف انرژی در جهان باعث نگرانیهای جدی در زمینه‌ی کاهش منابع انرژی و تغییرات زیست محیطی ناشی از آن شده است. در حال حاضر این روش پر کاربردترین روش سرمایش تبخیری است که در این روش در آب تبخیر شده و بخار آب وارد هوا می‌شود. آب گرمای لازم برای تبخیر شدن را از هوا می‌گیرد بنابراین تماس مستقیم آب و هوا باعث خنک شدن هوای ورودی به محیط می‌گردد. در این پژوهش به بررسی اثر میزان نسبت هوای خروجی به ورودی بر میزان رطوبت و دمای هوای تولیدی بررسی شد. که مشاهده شد با افزایش نسبت و افزایش سرعت هوای خروجی دمای تولیدی از خنک کننده به شدت کاهش می‌یابد، و از دمای ۳۲،۳۴ به ۱۹ درجه سلسیوس می‌رسد.

مراجع

- [۱] Perez-Lombard, L., Ortiz, J., et al. "A review on buildings energy consumption information." *Energy and Buildings*, vol. ۴۰, ۲۰۰۸, pp. ۳۹۴-۳۹۸.
- [۲] ص. قربانی فعال، م. یاری و م. افتخاری یزدی " بررسی امکان استفاده از کولر تبخیری میسووتسنکو در شهرهای مختلف ایران"، کنفرانس ملی علوم مهندسی، ایده های نو، تنکابن: موسسه آموزش عالی آیندگان تنکابن، ۱۳۹۳.
- [۳] م. امید آوج و ا. نبی " بررسی میزان مصرف انرژی در ساختمان و ارائه راه حل‌های معماری در راستای توسعه پایدار"، اولین کنفرانس تخصصی معماری و شهرسازی ایران، شیراز: موسسه عالی علوم و فناوری حکیم عرفی شیراز، ۱۳۹۴.
- [۴] Çengel, Yunus A., Michael A. Boles. *Thermodynamics: an engineering approach*. Ed. Mehmet Kanoğlu. McGraw-Hill Education, ۲۰۱۵.
- [۵] Palmer, James D., CEM PE. *Evaporative cooling design guidelines manual*. JD Palmer, PE, CEM—United States Department of Energy, ۲۰۰۲.
- [۶] ق. حیدری نژاد، اصول و کاربرد خنک‌کننده‌های تبخیری، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهران، ۱۳۸۶ چاپ اول.
- [۷] Ghiabaklou, Z. "Thermal comfort prediction for a new passive cooling system." *Building and environment*, ۳۸, ۲۰۰۳, pp. ۸۸۳-۸۹۱.
- [۸] ز. قیابکلو، مبانی فیزیک ساختمان ۴: سرمایش غیرفعال، نشر جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۳ چاپ دوم.
- [۹] Maerefat, M., A. P. Haghighi. "Natural cooling of stand-alone houses using solar chimney and evaporative cooling cavity." *Renewable energy*, ۳۵, ۲۰۱۰, pp. ۲۰۴۰-۲۰۵۲.

Study the effect of flow rate ratio in a evaporative cooling system

Keyhan Layeghmand

Ph.D. Student of Mechanics, University of Islamic Azad Dashtestan Branch,
Address, Iran, E-mail: keyhan.layeghmand@gmail.com

Esmaeel khademi

Ph.D. Student of Mechanics, University of Islamic Azad Dashtestan Branch,
Address, Iran, E-mail: *Esmaeelkhademi@yahoo.com*

Abstract. A compact desiccant-evaporative HMX (heat and mass exchanger) has been proposed by combining the benefits of the regenerative indirect evaporative cooling and the liquid desiccant dehumidification. In this design, the compact HMX was able to cool and dehumidify the product air simultaneously in a single unit. Simulations were performed to study the effect of air velocity ratio on the HMX's performance, the temperature of the product air could be reduced below the dew-point temperature of intake air. Simulation results showed that the outlet temperature and humidity of the product air was affected by the working-to-intake air flow rate ratio of the product air. And as the working flow rate increase the temperatures of product flow reduces.

Keywords: Air cooler, Evaporative cooling system, air velocity, Heat and mass transfer.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه

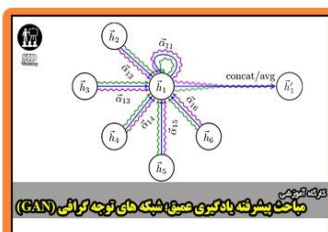


فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی