بهترین محل برای نصب چیلرهای هوا خنک

ترجمه : مهندس نیره شمشیری

اغلب به دلایل زیبایی، چیلرها پشت نمای معماری یا جایی که برای عابرین پیاده قابل‌رؤیت نباشد قرار می‌گیرند. بااین‌وجود این کار جریان هوای محیط به این چیلرها را محدود می‌کند. به‌علاوه عملکرد کندانسورهای هواخنک به دلیل سیرکولاسیون مجدد خروجی‌های تخلیه داغ از فن‌های کندانسور به ورودی هوای چیلر، در شرایط دمای بسیار بالا و باد شدید دچار مشکل می‌شود.
مقاله حاضر ترجمه مقاله ژانویه ۲۰۱۶ ژورنال اشری نوشته kishor khankari می‌باشد.

سرعت باد، جهت باد، فاصله بین چیلرها، فاصله تا ساختمان و ارتفاع دیوار ساختمان و نما می‌تواند بر پراکنده شدن خروجی‌های تخلیه از چیلرها تأثیر گذاشته و دمای هوای ورودی به کندانسور هواخنک را افزایش دهد. مطالعه و شبیه‌سازی دینامیک سیالات (CFD) برای پی بردن به تأثیر سرعت باد، جهت باد (جهت چیلرها نسبت به جهت باد)، فاصله بین چیلرها و فاصله چیلرها از ساختمان مجاور انجام شد.
عملکرد سرمایشی کندانسورهای هواخنک ازنظر الگوهای جریان هوا، پخش شدن خروجی‌های چیلرهای اطراف و توزیع دمای هوا در ورودی هوای چیلر ارزیابی می‌شود. گستره سیرکولاسیون مجدد خروجی تخلیه داغ تا ورودی هوا و تأثیر آن روی عملکرد چیلر ازنظر افزایش میانگین دماهای هوای ورودی برآورد می‌شود.

استقرار مجازی

یک مدل CFDسه‌بعدی، حالت پایدار و غیر ایزوترمال برای این آنالیز ساخته شد. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده‌شده، چیلرها کنار یک ساختمان سه‌طبقه با ارتفاع ۴۰ فوت (۱۲ متر) و مساحت ۱۲۰۰۰۰ فوت مربع (۱۱۱۰۰ مترمربع) گذاشته می‌شوند. هر چیلر مجهز به ۱۶ فن است که در دو ردیف چیده می‌شود. نرخ جریان هوای رفت برای هر فن ۱۰۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه (۴۷۰۰ لیتر بر ثانیه) و افزایش دمای هوا (TΔ) در کویل های کندانسور ۲۰ درجه فارنهایت (۱۱ درجه سانتی‌گراد) فرض می‌شود. پس هر چیلر ظرفیت دفع گرمای حدود ۳۴۷۰ MBH (۱۰۲۰ کیلووات) رادارد.
همان‌طور که در شکل ۱c نشان داده‌شده، ورودی هوا در هر طرف سه چیلر قرار دارد و تخلیه از فن‌های کندانسور بالای چیلرها واقع می‌شود. برای اهداف آنالیزی، دمای هوای محیط ۸۰ درجه فارنهایت (۲۶,۷ درجه سانتی‌گراد) فرض می‌شود که موقعیت حباب خشک ۱٪ یک تابستان گرم معمولی برای شهرهایی مثل سان دیگو را نشان می‌دهد.

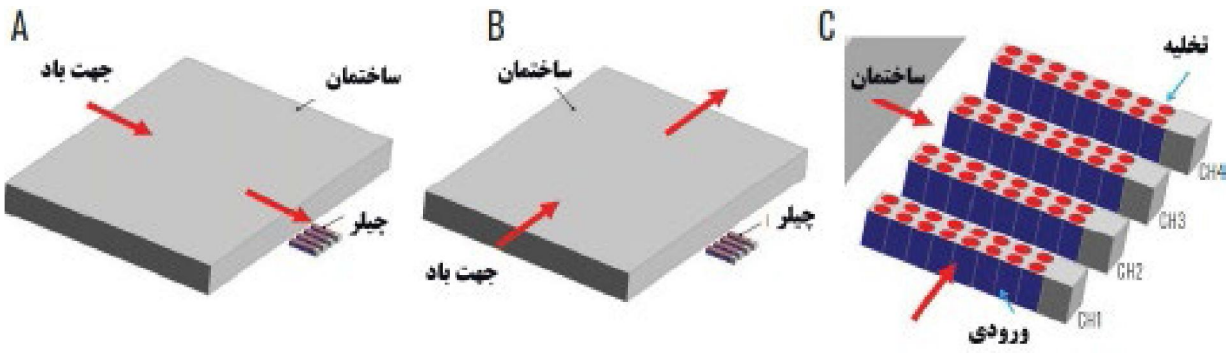
بهترین محل برای نصب چیلرهای هوا خنک

جهات باد موازی و عمود بر ورودی هوای چیلرها (که روی بعد بلند قرار دارد) در این مطالعه تحلیل می‌شود. جهت باد نسبت به جهت چیلرها به‌صورت فلش در شکل ۱نشان داده‌شده است.جهت باد را می‌توان به‌صورت جهت هوای ورودی چیلر به جهت باد غالب نیز بیان کرد.

موارد زیر در این مطالعه تحلیل شد. این آنالیزها به‌صورت سیستماتیک با تغییر تنها یک پارامتر در یک‌زمان انجام شد.

- سه سرعت باد، ۵، ۱۰ و ۱۵ مایل بر ساعت (۸، ۱۶ و ۲۴ کیلومتر بر ساعت) برای دو نوع جهت تحلیل شد؛ فاصله بین چیلرها ۱۲ فوت (۳,۷ متر) و فاصله از ساختمان مجاور ۱۰ فوت (۳ متر) نگه‌داشته شد.
- فاصله بین چیلرها از ۶ فوت (۱,۸ متر) ، ۸ فوت (۲,۴ متر) و ۱۲ فوت (۳,۷ متر) متغیر بود، درحالی‌که فاصله از ساختمان مجاور در ۱۰ فوت (۳ متر)، سرعت باد در ۱۰ مایل بر ساعت (۱۶ کیلومتر بر ساعت) و جهت باد موازی ورودی هوا (بعد بلند) چیلرها ثابت نگه‌داشته شد.

- فاصله چیلرها از ساختمان مجاور از ۵ فوت (۱,۵ متر) ، ۱۰ فوت (۳ متر) و ۱۵ فوت (۴,۶ متر) متغیر بود، درحالی‌که فاصله بین چیلرها در ۱۲ فوت (۳,۷ متر)، سرعت باد در ۱۰ مایل بر ساعت (۱۶ کیلومتر بر ساعت) و جهت باد موازی ورودی هوا (بعد بلند) چیلرها ثابت نگه‌داشته شد.



شکل ۱ : چیلرها کنار یک ساختمان سه‌طبقه با ارتفاع ۴۰ فوت (۱۲ متر) و مساحت ۱۲۰۰۰۰ فوت مربع (۱۱۱۰۰ مترمربع) گذاشته می‌شوند.

بهترین محل برای نصب چیلرهای هوا خنک

تأثیر سرعت باد

افزایش سرعت باد می‌تواند منجر به افزایش دماهای ورودی شود که این مسئله سبب کاهش عملکرد چیلرهای هوا خنک می‌شود. شکل‌های ۲ و ۲ به ترتیب توزیع دما در هوای ورودی چیلر و پراکندگی حاصل خروجی تخلیه از بالای چیلرها را نشان می‌دهند.

در این مورد که جهت باد، موازی ورودی هواست چیلرها در طرف مخالف باد ساختمان قرار می‌گیرد که wake zone – منطقه فشار پایین – تشکیل می‌شود. با افزایش سرعت باد، فشار در wake zone کاهش می‌یابد و گستره فضایی این ناحیه که اطراف چیلرها قرارگرفته افزایش می‌یابد.

درنتیجه با افزایش سرعت باد، خروجی داغ ناشی از اگزاست فن به سمت پایین رفته و سوار بر ورودی چیلر می‌شود. همان‌طور که در شکل ۲a نشان داده‌شده، در مورد سرعت باد کم (۵ مایل بر ساعت)، خروجی داغ به‌صورت عمودی به بالا رفته و از ورودی چیلر دور می‌شود. با افزایش سرعت باد از ۵ مایل بر ساعت به ۱۵ مایل، خروجی تخلیه برای سمت پایین رفته و در سرعت باد ۱۵ مایل بر ساعت تقریباً به زمین می‌رسد.

گرچه افزایش سرعت باد می‌تواند نرخ جریان هوای محیط را افزایش دهد و خروجی تخلیه دمای بالا را رقیق کند، انحراف خروجی‌های با دمای بالا به سمت ورودی هوای چیلر، بر این تأثیرات رقیق‌سازی شرایط باد زیاد غلبه دارد. در همه این موارد، دورترین چیلرها (CH۱ و CH٤) نسبت به محل‌های داخلی (CH۲ و CH۳)، کمترین تأثیر را می‌پذیرند. همین‌طور ورودی هوای واقع در مرکز یک ردیف چیلر بالاترین دمای هوای ورودی و احتمالاً کاهش عملکرد بیشتر از آن‌هایی که انتهای ردیف واقع شدند را نشان می‌دهد. با افزایش سرعت باد، بیشترین دمای هوای ورودی به سمت ساختمان حرکت می‌کند. چون در افزایش سرعت باد، خروجی تخلیه به سمت عقب در جهت ناحیه فشار پایین رفته و پشت سر ورودی‌های نزدیک‌تر به ساختمان قرار می‌گیرند.

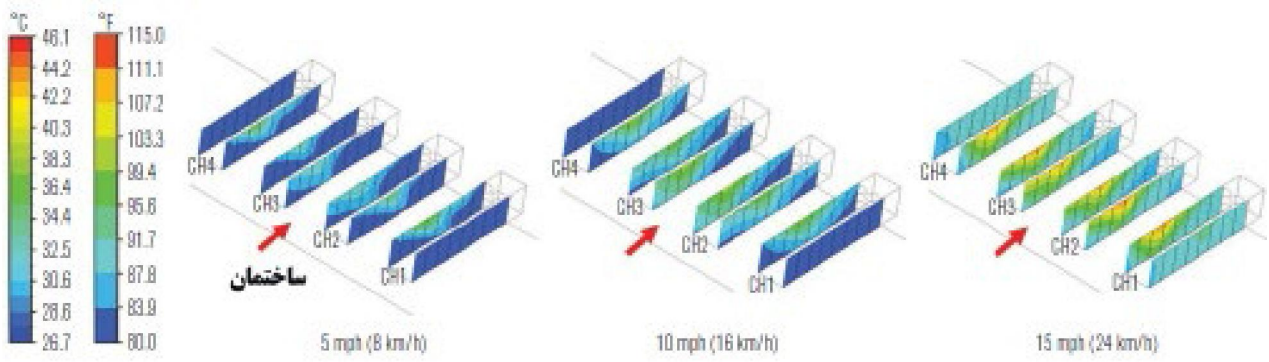
تأثیر جهت چیلرها

وقتی جهت باد عمود بر ورودی هوا (بعد بلند) چیلرها باشد، افزایش سرعت باد سبب افزایش دمای هوای ورودی می‌شود (شکل ۳). در این مورد، ورودی جلویی اولین چیلر (CH۱) مستقیم در جهت باد ورودی است و درنتیجه کمترین دمای هوای دریافتی را تجربه می‌کند. ازآنجایی‌که سایر چیلرها در ناحیه کم‌فشار این چیلر اول قرار دارند، دمای هوای ورودی بیشتری تجربه می‌کنند.

شبیه مورد قبلی در سرعت باد کم (۵ مایل بر ساعت)، خروجی داغ به‌صورت عمودی به سمت بالا حرکت می‌کند؛

بهترین محل برای نصب چیلرهای هوا خنک

و با افزایش سرعت باد، خروجی تخلیه به سمت پایین منحرف‌شده و تقریباً به زمین می‌رسد. برای همه سرعت‌های باد، ورودی هوای چیلرهای داخلی (CH۲ و CH۳)؛ دمای هوای ورودی نسبتاً بالاتری نسبت به بیرونی‌ها (CH۱ and CH٤) تجربه می‌کنند. درحالی‌که خروجی تخلیه داغ در جهت باد جریان دارد، خروجی چیلرهای رو به باد به سمت چیلرهای مجاور حرکت کرده و درنتیجه سوار بر ورودی چیلرهای سمت مخالف می‌شوند.



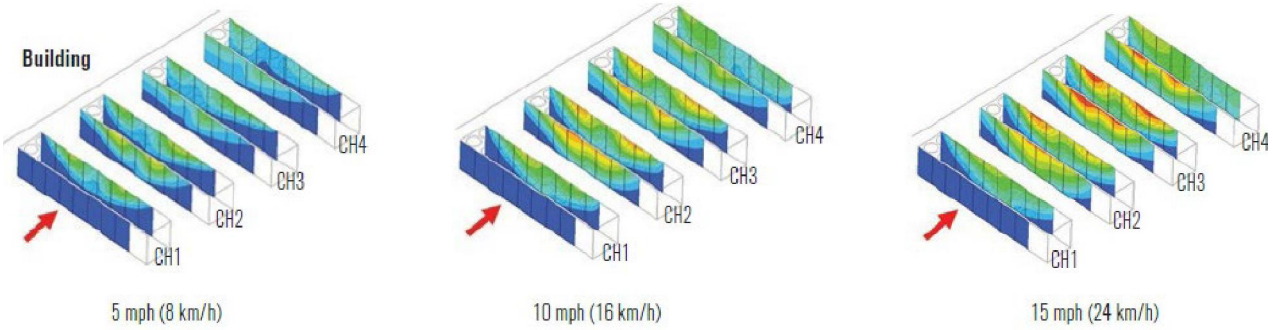
شکل ۲: توزیع دما در هوای ورودی چیلر و پراکندگی حاصل خروجی تخلیه از بالای چیلرها را نشان می‌دهند.

همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده‌شده، با افزایش سرعت باد، تأثیر این حرکت خروجی آبشاری غالب شده و منجر به دمای هوای ورودی بالاتر مخصوصاً برای ورودی چیلرهایی که در مرکز هر ردیف قرار دارند (CH۲ andCH۳) می‌شود. ازآنجایی‌که جهت باد عمود بر بعد بلند چیلرهاست، هوای محیط می‌تواند به‌سادگی از جلو و پشت چیلرها وارد راهروهای میان چیلرها شود. درنتیجه، توزیع دما روی ورودی چیلر نیمه متقارن است: در مرکز زیاد و در جلو و عقب کم.

شکل ۴ تأثیر سرعت و جهت باد روی میانگین دمای هوای ورودی چیلرها را نشان می‌دهد. این نمودارها به‌جای توزیع دما در محل‌های دریافت، میانگین دمای هوای ورودی را نشان می‌دهند.

دمای بالاتر هوای ورودی نشانه‌ای از سیرکولاسیون مجدد بیشتر خروجی‌های تخلیه داغ به ورودی هوای چیلر بوده و می‌تواند منجر به کاهش عملکرد بالاتر شود. به دلیل تأثیر آبشاری به دام افتادن خروجی داغ، وقتی جهت باد عمود بر هوای ورودی است، میانگین دمای هوای ورودی بیشتر است.

برای هر دو جهت افزایش سرعت باد، میانگین دمای هوای ورودی را افزایش می‌دهد. بااین‌وجود وقتی سرعت باد به ۱۵ مایل در ساعت (۲۴ کیلومتر در ساعت) برسد و هوای ورودی موازی جهت باد باشد، چنین افزایشی بسیار بیشتر است (شکل ٤a).



شکل ۳. تأثیر سرعت باد روی توزیع دما در ورودی هوای چیلر با جهت باد عمودی. هوای ورودی مستقیم به سمت باد ورودی کمتر تحت تأثیر است، درحالی‌که هوای ورودی بعدی افزایش قابل‌توجه در دمای هوای ورودی را نشان می‌دهد.

در مقابل وقتی هوای ورودی عمود برجهت باد باشد (شکل ٤b)، میانگین دمای هوای ورودی به‌تدریج با افزایش سرعت باد افزایش می‌یابد. در هر دو مورد، چیلرهای داخلی (CH۲ و CH۳) نسبت به خارجی‌ها (CH۱ و CH٤) دمای هوای ورودی بالاتری را نشان می‌دهند.

تأثیر فاصله بین چیلرها

وقتی فاصله بین چیلرها از ۱۲ فوت (۳,۷ متر) تا ۶ فوت (۱,۸ متر) کاهش می‌یابد، دمای هوای ورودی افزایش می‌یابد. شکل ۵ تأثیر فاصله بین چیلرها روی توزیع دما در هوای ورودی چیلرها را نشان می‌دهد. در مورد فاصله بیشتر (۱۲ فوت] ۳,۷ متر[)، هوای محیط از انتهای دور از ساختمان وارد راهروهای میان چیلرها می‌شود. این نشان‌دهنده مقاومت بالاتر برای هوا برای ورود از طرف ساختمان است.

وقتی فاصله بین چیلرها کاهش یابد، هوای محیط نمی‌تواند به مرکز راهروهای چیلر برسد؛ درنتیجه سبب می‌شود خروجی تخلیه داغ بیشتر به سمت هوای ورودی کشیده شود. این مسئله از دماهای بالاتر هوا در بالای ورودی چیلر مشخص است (شکل ۵). شکل ٥a این مسئله را بهتر نشان می‌دهد و دمای خروجی تخلیه و چگونگی پخش شدن آن در بالای چیلرها را مشخص می‌کند.

وقتی چیلرها در فاصله ۱۲ فوتی (۳,۷ متری) از همدیگر گذاشته می‌شوند، خروجی‌های تخلیه داغ از همدیگر جداشده و به سمت بالا حرکت می‌کنند. وقتی فاصله کم می‌شود، گازهای خروجی به همدیگر نزدیک شده و عمیق‌تر وارد راهروهای چیلر می‌شوند. این مسئله از افزایش دما داخل راهروها مشخص است (شکل ٥a).