



مقدمه

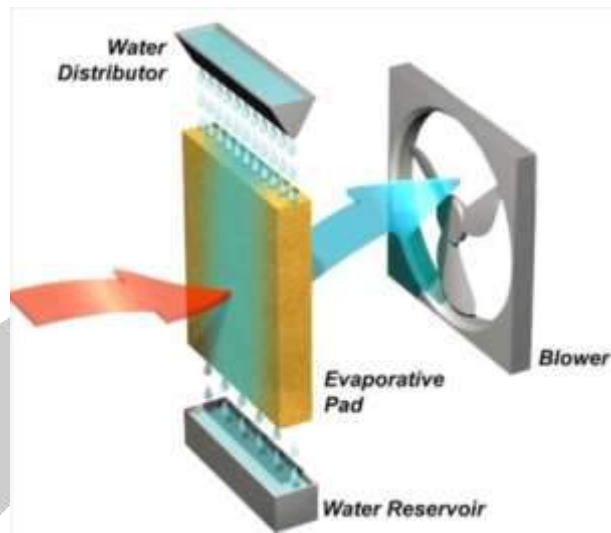
اگر درجه حرارت گلخانه به حدی رسید که به وسیله استفاده از سایه اندازها، دمنده‌ها و مکنده‌ها قادر به کنترل نباشد، استفاده از سامانه‌های کمکی خنک‌کننده در گلخانه ضرورت خواهد داشت. رایج‌ترین سامانه‌های خنک‌کننده در گلخانه از نوع تبخیری است. سیستم‌های سرمایش تبخیری از نظر نحوه خنک کردن هوا به دو دسته سرمایش تبخیری مستقیم و سرمایش تبخیری غیر مستقیم دسته بندی می‌شوند. سرمایش تبخیری برای کاربرد در مناطق با آب و هوای خشک و نیمه خشک بسیار مناسب است، ولی برای مناطق با آب و هوای مرطوب مناسب نیست، زیرا این سیستم در شرایط آب و هوای مرطوب نمی‌تواند دمای هوا را کاهش دهد و از طرفی در مناطق خشک باعث افزایش رطوبت هوا می‌شود که مزایای فراوانی به همراه دارد.

سرمایش تبخیری مستقیم

اصول کار سیستم‌های سرمایش تبخیری مستقیم بر پایه تماس آب با هوای خشک است که در طی آن قطرات آب با هوا ترکیب می‌شود و گرمای نهان هوا توسط قطرات آب گرفته می‌شود تا دمای هوا کاهش یابد. قطرات آب نیز با گرفتن این گرما به بخار آب تبدیل می‌شوند و همراه با گرفتن گرما به بخار آب تبدیل می‌شوند و همراه هوا وارد محیط داخل گلخانه می‌شوند. هر گرم آب با تبدیل شدن بخار، ۶۰۰ کالری برابر ۲۵۰۰ ژول انرژی گرمایی جذب می‌کند. در این سیستم، آب روی شبکه‌های الیافی پاشیده می‌شود تا سطح تماس قطرات آب با هوایی که به وسیله فن جریان می‌یابد، افزایش یابد. در این سیستم هوای تازه در اثر تماس با پوشال خیس خنک می‌شود و سپس وارد گلخانه می‌شود.

در سیستم سرمایش تبخیری مستقیم، رطوبت هوا تا حد اشباع (۱۰۰ درصد) می‌تواند بالا رود. در این حالت دمای حباب خشک کاهش می‌یابد، در حالی که دمای حباب مرطوب تغییر نمی‌کند. دمای حباب خشک دمایی است که با دماسنج اندازه گیری می‌شود. دمای حباب مرطوب دمایی است که هوا تا آن دما توسط تبخیر آب می‌تواند سرد شود و به اشباع برسد.

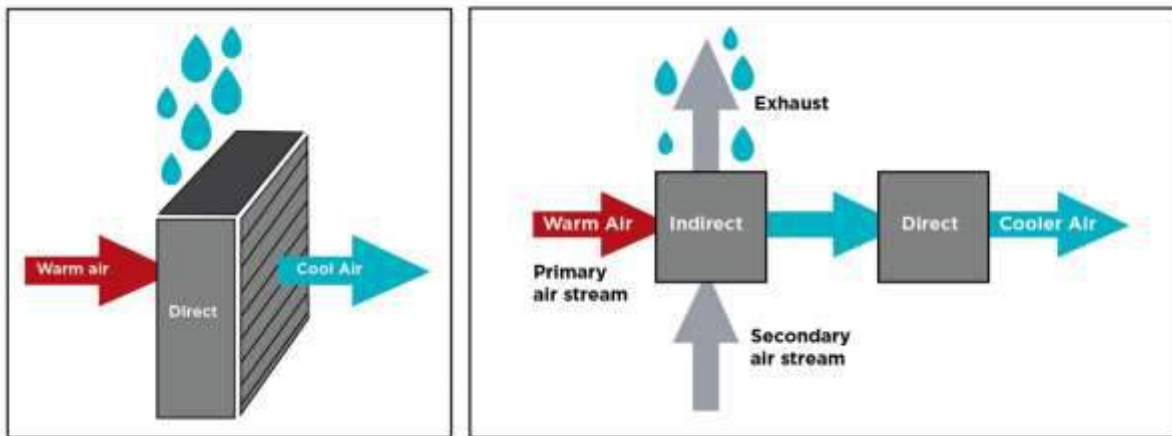




شکل ۱- سرمایش تبخیری مستقیم

سرمایش تبخیری غیرمستقیم

در سرمایش تبخیری غیرمستقیم، هوای گرم ورودی پس از برخورد با جریان هوای ثانویه خنک می‌شود. در این سیستم جریان هوای ثانویه با آب سرد می‌شود. این هوا در یک مبدل صفحه‌ای هوا به هوا با جریان هوای اولیه تبادل حرارتی می‌کند و باعث خنک شدن هوای اولیه به صورت غیرمستقیم می‌شود. در این حالت دمای حباب خشک و دمای حباب مرطوب هر دو کاهش می‌یابد. همچنین در فصل گرم میتوان با عبور هوای تخلیه به عنوان هوای ثانویه از مبدل، هوای گرم بیرون را خنک کرد. معمولاً سرمایش تبخیری غیرمستقیم برای گلخانه‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک کاربرد چندانی ندارد و با توجه به اینکه در شرایط هوایی مرطوب نمی‌تواند به خوبی دمای هوا را کاهش دهد، استفاده از آن در مناطق با رطوبت بالا نیز توصیه نمی‌شود. از این سیستم سرمایشی بیش‌تر در ساختمان‌های صنعتی یا مسکونی استفاده می‌شود که افزایش رطوبت مد نظر نیست.



شکل ۲- سرمایش تبخیری مستقیم (سمت چپ)، سرمایش تبخیری غیر مستقیم (سمت راست)

سیستم سرمایش تبخیری گلخانه

استفاده از سیستم سرمایش تبخیری مستقیم در مناطقی با رطوبت نسبی پایین بهترین روش خنک کردن گلخانه است. با استفاده از این سیستم در روزهای گرم تابستان میتوان تا ۱۵ تا ۲۰ درجه سلسیوس دمای گلخانه را کاهش داد. در این سیستم، هنگامی که هوای ورودی به سیستم خشک است، عمل تبخیر آب بیشتر است و گرمای بیشتری را جذب می کند، بنابراین مصرف آب در گلخانه بسیار بالا خواهد رفت.

فاصله ای که هوا بین فن ها و پدها حرکت می کند، یک عامل محدودکننده است و برای پرهیز از اختلاف زیاد دما و رطوبت بین نواحی مختلف گلخانه این فاصله نباید بیش از ۴۰ متر باشد. نحوه عمل سیستم سرمایش تبخیری مورد استفاده در گلخانه ها بدین صورت است که در یک طرف گلخانه چند فن تخلیه هوا را از داخل گلخانه بیرون می رانند و در طرف دیگر گلخانه (طرف مقابل فن ها) هوا از بین منافذ شبکه الیافی وارد گلخانه می شود. این شبکه الیافی که به پد معروف است، با جریان آب همواره مرطوب نگه داشته می شود. هوای گرم و خشک بیرون گلخانه در حین عبور از بین منافذ پد باعث تبخیر آب می شود، درجه حرارتش کم می شود و وارد گلخانه می شود.

استفاده از آب با کیفیت در این سیستم توصیه می شود و گرنه نمک های آب خیلی سریع سبب مسدود شدن پدها می شوند و باید آن ها را عوض کرد که تاثیری معنادار بر هزینه ها دارد.

میزان کاهش درجه حرارت گلخانه توسط سیستم سرمایش تبخیری مستقیم، تابعی از درجه حرارت محیط بیرون و رطوبت نسبی هوا است. تحقیقات نشان داده که چنانچه رطوبت نسبی هوای بیرون بالاتر از ۶۰ درصد

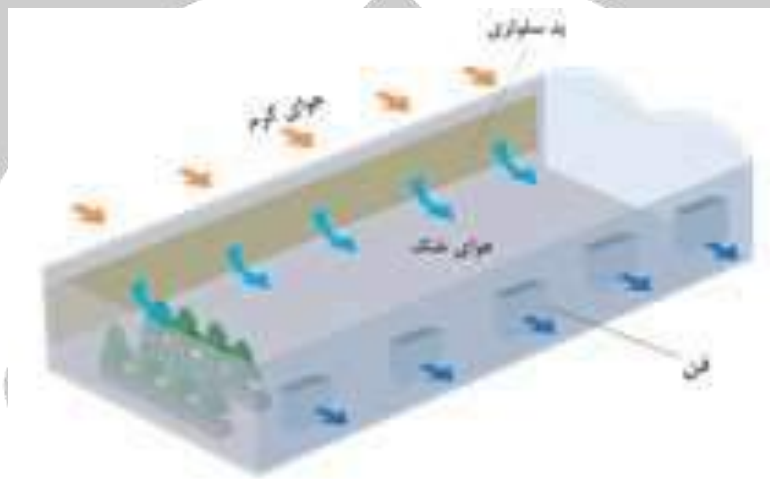
سیستم سرمایش تبخیر



PTMP/SK/R&D/A/ Greenhouse09 /10072021

باشد، بازدهی این سیستم بسیار پایین است و هر چه درجه حرارت محیط بیرون بالاتر و رطوبت نسبی هوا پایین تر باشد، بازدهی خنک کنندگی سیستم سرمایش تبخیری افزایش خواهد یافت.

در سیستم‌های سرمایش تبخیری، دمای نقاط مختلف داخل گلخانه بر حسب نزدیکی یا دوری از پد متفاوت است. با ورود هوای مرطوب به داخل گلخانه که از پد عبور کرده است، این هوا به تدریج با هوای گرم داخل گلخانه برخورد می‌کند و تبادل گرمایی انجام می‌گیرد و همانطور که به سمت فن‌ها حرکت می‌کند، دمای آن نیز افزایش می‌یابد.



شکل ۳- سیستم سرمایشی پد و فن در گلخانه

منبع

سعیدراد، محمد حسین؛ مومنی، داوود؛ رضوانی، سید معین الدین؛ ظریف نشاط، سعید. (۱۳۹۹). راهنمای جامع اصول سرمایش در گلخانه‌ها. تهران: نشر آموزش کشاورزی

