بررسی امکان استفاده از یک مبدل زمینی با جریان هوا برای ایجاد سرمایش گلخانه ای در دشت مشهد

محمد حسین عباسپور فرد[۱]، عادل غلامی[۲]

[۱]دانشیار گروه ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد [۲]دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه ماشین های کشاورزی، دانشگاه فردوسی

Abaspour@um.ac.ir

چکیده

مبدل زمینی با جریان هوا یکی از روش هایی است که معمولاً از گرمای ذخیره شده در عمق های کمتر از پنج متر زمین استفاده می شود. هدف از این تحقیق بررسی راندمان سرمایشی این سامانه در شرایط آب و هوایی دشت مشهد برای کمک به اعمال سرمایش تابستانه و زمستانه در گلخانه ها بود. برای این منظور از یک طرح آزمایشی فاکتوریل ۳×۲×۲×۲، عمق دفن لوله ها در دو سطح ۲ و ٤ متر؛ طول لوله ها در دو سطح ۹ و ۱۸ متر؛ جنس لوله در دو سطح آهنی و پلاستیکی؛ و سرعت جریان هوا در سه سطح ٤، ۷ و ۱۰ متر بر ثانیه، در قالب بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار استفاده گردید. آزمایش ها در هفته آخر تیر ماه که مصادف با گرم ترین روزهای سال است، انجام شده اند. تمامی فاکتورها در سطح احتمال ۱٪ اثری معنی دار بر روی سرمایش داشتند. در بین فاکتور های مورد مطالعه، عمق دفن بیشترین تأثیر را بر اختلاف دمای هوای خروجی و ورودی می‌گذاشت. بیشترین اختلاف دما، بیشترین مبادله انرژی گرمایی با خاک و بیشترین ضریب عملکرد در لوله آهنی با عمق ٤ و طول ۱۸ متر و به ترتیب در سرعت های جریان هوای ٤، ۱۰ و ۷ متر بر ثانیه بوجود می‌آمد. از بین این تیمار ها گزینه ای با لوله آهنی در عمق ٤ و طول ۱۸ متر و سرعت جریان هوای ۷ متر بر ثانیه بدلیل اینکه بهترین ضریب عملکرد (۵/۵۱) را داشت، بعنوان بهترین گزینه مشخص شد.

مقدمه

مبدل های زمینی با جریان هوا معمولاً بعنوان سامانه های گرمایشی مطرح می شوند. با این وجود چون تغییرات دمایی زیر زمین در طول سال نسبت به تغییرات دمایی بالای سطح زمین ثابت است، این امکان وجود دارد تا در مواقعیکه گرادیان دمایی زیر زمین نسبت به سطح زمین بر عکس می شود (هنگامیکه دمای محیط گرمتر از دمای زیر زمین است) از خنکی نسبی زیر زمین برای سرمایش تابستانه و بخصوص در مناطق کویری برای سرمایش زمستانه در گلخانه ها استفاده نمود. بمنظور بررسی عملکرد سرمایشی چنین سامانه هایی مطالعات محدودی در بعضی از کشورها مثل هند، یونان و ژاپن صورت گرفته است. در کلیه این تحقیقات مشاهده گردید که اگر چه کارایی سرمایشی این سامانه کمتر از حالت گرمایشی آن است (حدود ۱۰ درصد کمتر)، ولی می تواند در کاهش مصرف انرژی در هنگام اعمال سرمایش زمستانه و تابستانه موثر باشد [۱و۲]. با توجه به اینکه مناطق شرقی ایران (ازجمله دشت مشهد) جزو منطق کویری و خشک محسوب می شوند که در آنها تغییرات دمایی در طی سال و حتی شبانه روز به مراتب بیشتر از مناطق گرم و مرطوب مثل هند و مناطق معتدل مثل یونان است، این نواحی می توانند محل مناسبی برای استفاده از این سامانه جهت اعمال سرمایش در گلخانه باشند. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی عملکرد سرمایشی این سامانه در شرایط آب و هوایی دشت مشهد است تا ضمن کاهش مصرف انرژی، بدلیل کاهش دفعات استفاده از تجهیزات سرمایشی، عمر مفید آنها نیز افزایش یابد.

مواد و روش ها

سامانه مورد نظر در زمینی به مساحت تقریبی ۱۰۰ متر مربع واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در پاییز ۱۳۸۷ اجرا شد. در این سامانه برای ایجاد جریان هوا با سرعت های مختلف از یک دمنده الکتریکی مجهز به دمپر استفاده شد.

آزمون ها در قالب طرح آزمایشی فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. متغیر وابسته مورد مطالعه در این تحقیق اختلاف دمای هوای خروجی و ورودی از لوله های زیرزمینی و ضریب عملکرد سامانه بود. ضریب عملکرد در این سامانه ها عبارت از نسبت گرمای گرفته شده از سامانه به انرژی داده شده به آن است. ابتدا با حفر یک کانال لوله های آهنی و لوله های پلاستیکی در کف کانال به موازات هم و به فاصله ٤٥ سانتیمتر در عمق ۲ و ٤ متری قرار داده شدند. یک خروجی دیگر از وسط لوله ها، علاوه بر دو انتهای آن، به سطح زمین آورده شدند تا سطوح مورد نظر طول لوله حاصل شوند. هنگام خاکریزی ابتدا یک لایه ۲۰ سانتیمتری خاک نرم روی آنها ریخته شد تا لوله ها آسیب نبینند. ورودی هر لوله به دمنده و خروجی آنها به فضای بیرون متصل شدند. شکل۱ مراحل ایجاد سامانه، نحوه قرارگیری لوله ها، محل ورود و خروج هوا، و دمنده را در سامانه نشان می دهد. بافت خاک در آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مورد آزمایش قرارگرفت. نوع خاک لومی با ۳۸٪ شن،٤٤٪ سیلت و ۱۸٪ رس و با رطوبت ۱۸٪ تعیین گردید. آزمایش ها هفته آخر تیرماه و روزها از ساعت۱۱ ظهر تا ۵ بعد از ظهر هنگامی که هوا گرم بود انجام شد. آزمایشات در ۳ روز متوالی در همین ساعات تکرار می‌شد. میانگین رطوبت هوا ۱٤٪ و میانگین دمای هوا ۳٦/۵۳ درجه سانتیگراد در این سه روز حین آزمایش یادداشت شد. در ضمن دقت شده بود که دمای هوا در این سه روز تا حد ممکن یکسان باشد. با توجه به طرح فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار، در مجموع ۷۲ آزمایش با سطوح مختلف از متغیر های مستقل زیر انجام شد: عمق دفن لوله ها در ۲ سطح برحسب متر:۲ =A_1، ٤ =A_2؛ طول لوله ها در ۲ سطح بر حسب متر: ۹=B_1، ۱۸=B_2؛ جنس لوله ها در ۲ سطح : آهنی =C_1، پلاستیکی =C_2؛ سرعت جریان هوا در لوله ها در ۳ سطح بر حسب متر بر ثانیه: ٤ =D_1، ۷ =D_2 و ۱۰ =D_3. با توجه به طرح آماری به کار رفته، داده های به دست آمده از آزمایش ها در محیط نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و کلیه مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شدند.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل از آزمایش سرمایش نشان داد که عمق دفن (A)، طول لوله (B)، جنس لوله(C) و سرعت جریان هوا(D) در لوله به احتمال ۹۹٪ روی سرمایش اثر معنی داری داشته است. در بین این عوامل بیشترین تاثیر را در کاهش دمای خروجی عمق دفن داشته است که منطبق بر نتایج دیگر محققان است این امر عمده تاً بدلیل کمتر بودن دمای خاک در عمق های بیشتر نسبت به سطح زمین است که معمولاً در روزهای گرم وجود دارد. طول لوله در مرحله بعد بیشترین تاثیر را بر کاهش دمای هوای خروجی داشته است که علت آن فرصت بیشتر هوا برای تبادل حرارت با خاک در لوله بلندتر می‌باشد. همچنین اثرهای متقابل جنس لوله و سرعت جریان هوا(CD) ،عمق دفن و طول لوله (AB) و اثر متقابل سه جانبه عمق دفن، طول لوله و سرعت جریان هوا(ABD) در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. در ضمن اثرهای متقابل

عمق دفن و سرعت جریان هوا(AB) و طول لوله با سرعت جریان هوا (BD) در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شده اند. در مجموع تیماری با لوله آهنی و سرعت جریان هوای ٤ متر بر ثانیه($A_2B_2C_1D_1$) و طول ۱۸ متر که در عمق ٤ متر نصب شده بود بیشترین کاهش دمای هوای خروجی (برابر۱٤/٤۱ درجه سانتیگراد) از سامانه را داشته است. در جدول۱ نتیجه محاسبه میزان انرژی مبادله شده و ضریب عملکرد سرمایشی سامانه نشان داده شده است.

جدول۱- میزان انرژی مبادله شده با خاک و ضریب عملکرد سامانه سرمایشی با جریان هوا در تیمار های مختلف.

تیمار	گرمایی مبادله شده (ژول بر ثانیه)	ضریب عملکرد	تیمار	گرمایی مبادله شده (ژول بر ثانیه)	ضریب عملکرد
$A_1B_1C_1D_1$	٤۰٦/٥	۳/٤۳	$A_2B_1C_1D_1$	٥۱۱/۰٥	٤/۳۱
$A_1B_1C_1D_2$	٦٥٥/۸۲	۳/۸٥	$A_2B_1C_1D_2$	۸٥۷/٥	٥/۰۳
$A_1B_1C_1D_3$	۹۰۷/۲۹	۲/۷۱	$A_2B_1C_1D_3$	۱۲۰۰/۲٦	۳/٥۸
$A_1B_1C_2D_1$	٤۰۲/۰۷	۳/۳۹	$A_2B_1C_2D_1$	٤۸۳/۲۲	٤/۰۸
$A_1B_1C_2D_2$	٦۳٤/٥٥	۳/۷۲	$A_2B_1C_2D_2$	۸۳۱/۹۱	٤/۸۸
$A_1B_1C_2D_3$	۸۱۱/۹٦	۲/٤۲	$A_2B_1C_2D_3$	۱۰۸۱/۹۹	۳/۲۲
$A_1B_2C_1D_1$	٤۸۲/٥٥	٤/۰۷	$A_2B_1C_1D_1$	٥٦٤/۷٥	٤/۷۷
$A_1B_2C_1D_2$	۷۸۷/۷۳	٤/٦۲	$A_2B_2C_1D_2$	۹۳۸/٦٥	٥/٥۱
$A_1B_2C_1D_3$	۱۱۲٤/٥۲	۳/۳٥	$A_2B_2C_1D_3$	۱۲٦۲/۹۷	۳/۷۷
$A_1B_2C_2D_1$	٤۷۹/٤۲	٤/۰٥	$A_2B_2C_2D_1$	٥٦۰/۲۹	٤/۷۳
$A_1B_2C_2D_2$	۷٦٦/٤۷	٤/٥۰	$A_2B_2C_2D_2$	۸۹۲/٦۹	٥/۲٤
$A_1B_2C_2D_3$	۱۰۳٦/۹۲	۳/۰۱	$A_2B_2C_2D_3$	۱۱۸٥/٥٦	۳/٥۳

همانطور که مشاهده می شود بیشترین میزان انرژی مبادله شده در تیمارهایی با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه (D_3) مشاهده می شود. چون نرخ جریان حجمی هوا در این حالت بیشتر است. از میان این تیمار ها، گزینه $A_2B_2C_1D_3$ بیشترین مبادله انرژی با خاک را بمیزان ۱۲٦۲/۹۷ ژول بر ثانیه داشته است. البته زیاد بودن انرژی مبادله شده دلیل بر عملکرد بهتر نمی باشد زیرا سرعت زیاد انرژی مورد نیاز دمنده را افزایش داده و در نهایت ضریب عملکرد را کاهش می دهد. بنابراین مقایسه ضریب عملکرد تیمار ها بیان واقع بینانه تری از راندمان کاربرد آنها می باشد. همانطور که در جدول۱ نشان داده شده است بالاترین ظریب عملکرد مربوط به گزینه ای با لوله آهنی در عمق ٤ و طول ۱۸ متر و سرعت جریان هوای ۷ متر بر ثانیه ($A_2B_2C_1D_2$) بدلیل اینکه بهترین ضریب عملکرد (٥/٥۱) را داشت، بعنوان بهترین گزینه مشخص شد.

منابع

[۱] Santamouris, M., Mihalakakou, G., Balaras, C.A., Lewis, J.O., Vallindras, M., Argiriou, A. ۱۹۹٦. Energy conservation in greenhouses with buried pipes. Energy ۲۱ (٥), ۳٥۳–۳٦۰.

[۲] Sethi, V.P., Sharma, S.K. ۲۰۰۸. Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. Solar Energy ۸۲ (۲۰۰۸), ۸۳۲–۸٥۹.