

بسمه تعالی

محاسبه سیستمهای سرمایشی گلخانه با حل یک مثال

عرض ۶۴ متر : ۸ دهنه با عرض ۸ متر

طول : ۴۸ متر

مساحت : ۳۰۷۲ متر مربع

محل گلخانه : شهرستان محلات - دهکده گل

تهیه و تنظیم : شرکت صنایع گلخانه ای مرصوص کام

حسن فرقانی - سال ۱۳۹۶



فهرست

۱	.....	مقدمه
۱	.....	محاسبه سیستم سرمایه‌گذاری
۴	.....	تعداد فن‌ها
۴	.....	پد سلولوزی
۴	.....	پمپ آب
۵	.....	حجم مخزن
۵	.....	مصرف برق
۷	.....	ملاحظات نصب فریم
۸	.....	ملاحظات سیستم برق
۸	.....	توصیه‌های نگهداری، سرویس و نصب

مقدمه :

سیستم سرمایش تبخیری موثرترین روش برای خنک کردن گلخانه در مناطق خشک و گرم می باشد . مطالب و محاسباتی که در ادامه مشاهده میفرمائید حل یک مثال برای آشنایی با نحوه محاسبه مقدار پد و فن در گلخانه ها می باشد . محاسبه درست اجزاء سیستم سرمایش باعث میشود تا بهترین راندمان را بدست آورده و بهره لازم را از آنها ببریم .

مرجع این محاسبات فصل ۴ کتاب مدیریت گلخانه نوشته پاوول وی نلسون ، ترجمه سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران و کتاب مهندسی گلخانه نوشته روبرت ای آلدریچ می باشد . جداول مورد نیاز مستقیماً از این کتاب برداشته شده است . جهت دریافت فایل کتاب مذکور و همچنین کتب و مراجع دیگر مرتبط با گلخانه به کانال " مراجع و کتابهای مربوط به صنعت گلخانه " با لینک : <https://t.me/greenhousebooks> مراجعه نمایید .

محاسبه سیستم سرمایش :

پارامترهای متعددی در تعیین مقدار حجم هوای اگزاست شده موثرند از جمله ارتفاع از سطح دریای آزاد ، شدت نور منطقه ، اختلاف دمای ابتدا و انتهای گلخانه و همچنین فاصله بین پد و فن^۱ . با مراجعه به جداول مربوطه برای منطقه محلات خواهیم داشت :

$F_{elev} = 1.2$ ارتفاع از سطح دریای آزاد منطقه ۱۵۵۰ متر و با مراجعه به جدول ۴-۱

$F_{Light} = 1.0$ شدت نور ماکزیمم منطقه ۵۳.۸ Klux و با مراجعه به جدول ۴-۲

$F_{Temp} = 1.12$ اختلاف دمای ابتدا و انتها ۳.۵ درجه سانتیگراد و با مراجعه به جدول ۴-۳

$F_{Vel} = 1.0$ فاصله بین پد و فن ۴۸ متر و با مراجعه به جدول ۴-۴

$$F_{house} = F_{elev} \cdot F_{Light} \cdot F_{Temp}$$

$$F_{house} = 1.2 \times 1.0 \times 1.12 = 1.344$$

این ضریب از F_{Vel} بزرگتر است لذا F_{house} مبنای محاسبات ما قرار میگیرد .

فصل ۴ مدیریت گلخانه^۱

مقدار جابجایی هوا در یک گلخانه استاندارد معادل ۸ فوت مکعب به ازاء هر فوت مربع از مساحت کف گلخانه در دقیقه میباشد.

عدد بدست آمده با ضریب F_{house} اصلاح میگردد.

مقدار کل جابجایی هوا برای گلخانه با مساحت ۳۰۷۲ متر مربع (۸ دهنه به عرض ۸ متر و طول ۴۸ متر) خواهد شد:

$$= 3072 \times 10.76 \times 1.344 \times 8$$

$$= 355.404 \text{ CFM}$$

$$= 604.187 \text{ M}^3 / \text{hr} \quad (\text{CFM} * 1.7 = \text{M}^3 / \text{hr})$$

ضریب ۱۰.۷۶ تبدیل متر مربع به فوت مربع و ضریب ۱.۷ تبدیل فوت مکعب بر دقیقه به متر مکعب بر ساعت است.

جدول ۱-۴- فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت جابجایی هوا در ارتفاعات مختلف بالاتر از سطح دریا.

فوت	کمتر از ۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۰۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰
متر	کمتر از ۳۰۰	۳۰۰	۶۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۱۸۰۰	۲۱۰۰	۲۴۰۰
F_{elev}	۱	۱/۰۴	۱/۰۸	۱/۱۲	۱/۱۶	۱/۲۰	۱/۲۵	۱/۳۰	۱/۳۶

جدول ۲-۴- فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت خروج هوا در شدت نورهای ماکزیمم مختلف در گلخانه.

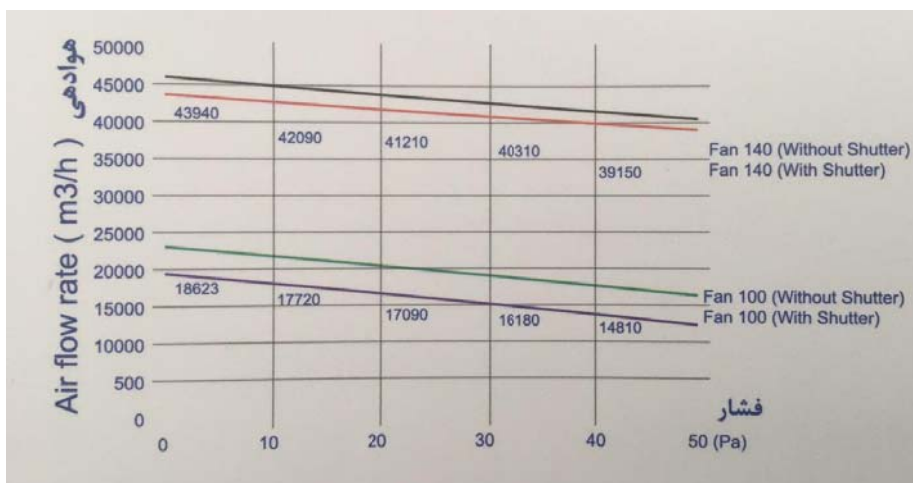
Fc	۴۰۰۰	۴۵۰۰	۵۰۰۰	۵۵۰۰	۶۰۰۰	۶۵۰۰	۷۰۰۰	۷۵۰۰	۸۰۰۰
Klux	۴۳/۱	۴۸/۴	۵۳/۸	۵۹/۲	۶۴/۶	۷۰	۷۵/۳	۸۰/۱	۸۶/۱
F_{Light}	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۱	۱/۲۰	۱/۳۰	۱/۴۰	۱/۵۰	۱/۶۰

جدول ۳-۴- فاکتورهای مورد استفاده برای تصحیح سرعت جابجایی هوا
برای افزایش دماهای (تشک تا پنکه) مختلف داده شده.

۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	°F
۲/۲	۲/۸	۳/۳	۳/۹	۴/۴	۵	۵/۶	°C
۱/۷۵	۱/۴	۱/۱۸	۱	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۷	F _{temp}

جدول ۴-۴- فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت حرکت هوا
برای فواصل مختلف تشک تا پنکه.

۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	فوت
۱۶/۸	۱۵/۲	۱۳/۷	۱۲/۲	۱۰/۷	۹/۱	۷/۶	۶/۱	متر
۱/۳۵	۱/۴۱	۱/۴۸	۱/۵۸	۱/۶۹	۱/۸۳	۲	۲/۲۴	F _{vel}
۱۰۰ و بیشتر	۹۵	۹۰	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	فوت
۳۰/۵	۲۹	۲۷/۴	۲۵/۹	۲۴/۴	۲۲/۹	۲۱/۳	۱۹/۸	متر
۱	۱/۰۲	۱/۰۵	۱/۰۸	۱/۱۲	۱/۱۶	۱/۲۰	۱/۲۴	F _{vel}



تعداد فن ها :

فنهای دهنه ۱.۴ متری با موتوری به قدرت ۱.۱ کیلو وات کار میکنند . این فنها قدرت تخلیه ای معادل ۴۵.۰۰۰ متر مکعب در ساعت در فشار صفر پاسگال (هنگامی که مانعی در مکش هوا وجود نداشته باشد) دارند . با وجود پد سلولزی این مقدار مکش در فشار ۳۰ پاسگال محاسبه میشود .

همانطور که در جدول فوق مشاهده میشود مقدار تخلیه هوا تا ۴۰.۳۱۰ متر مکعب در ساعت افت میکند .

$$= 604.187 / 40.310 = 15$$

اگر از فنهای ۱.۴ متری استفاده شود به ۱۵ عدد فن نیاز خواهیم داشت و به جهت تقارن میتوان ۲ عدد فن در هر دهنه استفاده کرد که در این صورت ۱۶ عدد فن خواهیم داشت . این تعداد فن در طول ۶۴ متری نصب میشوند لذا فاصله فنها از یکدیگر ۴ متر خواهد شد . ماکزیمم فاصله مجاز بین فنها ۷.۶ متر است و فاصله فنها در حد مجاز قرار گرفته است .

پد سلولوزی :

مقدار هوای مجاز برای پد سلولوزی ۱۰ سانتی ، ۲۵۰ CFM در هر فوت مربع میباشد . با توجه به قدرت مکش فنها برای هر فن با دهنه ۱ متر (با قدرت ۱۶.۱۸۰ متر مکعب در ساعت) به ۳.۵ متر مربع پد ۱۰ سانتیمتری و برای فن با دهنه ۱.۴ متر (با قدرت ۴۰.۳۱۰ متر مکعب در ساعت) به ۸.۸ متر مربع پد ۱۰ سانتیمتری نیاز خواهیم داشت .

$$= 15 \times 8.8 = 132 \text{ m}^2$$

در این گلخانه با وجود ۱۵ عدد فن نیاز به ۱۳۲ متر مربع پد ۱۰ سانتیمتری داریم . این مقدار پد در طول ۶۴ متری نصب میشود لذا پد با ارتفاع ۲ متری و طول ۶۴ متر نصب خواهد شد . (۱۲۸ متر مربع در عمل نصب میشود)

پمپ آب :

به ازاء هر متر طول پد سلولوزی ۱۰ سانتیمتری آب باید با سرعتی معادل ۶.۲ لیتر در دقیقه به بالا انتقال یابد (صفحه ۲۲۵ کتاب مدیریت گلخانه) . برای طولهای بزرگ دو و یا چند سیستم توزیع مشابه استفاده میشود . برای ۶۴ متر طول توان پمپ مورد نیاز ۳۹۶.۸ لیتر در دقیقه خواهد شد .

- محاسبه پمپ برای پد ۱۵ سانتیمتری ۹.۳ لیتر در دقیقه به ازاء هر متر طول خواهد بود .

حجم مخزن :

- حجم مخزن آب ۳۰.۵ لیتر به ازاء هر متر مربع پد سلولوزی ۱۰ سانتیمتری است (صفحه ۲۲۹ کتاب مدیریت گلخانه). برای ۱۲۸ متر مربع پد مخزن ۴۰۰۰ لیتری کفایت می نماید.
- حجم مخزن آب ۴۰.۷ لیتر به ازاء هر متر مربع پد سلولوزی ۱۵ سانتیمتری است.
- نحوه لوله کشی و نصب قاب پد را میتوانید در نقشه های پیوست مشاهده کنید.

مصرف برق :

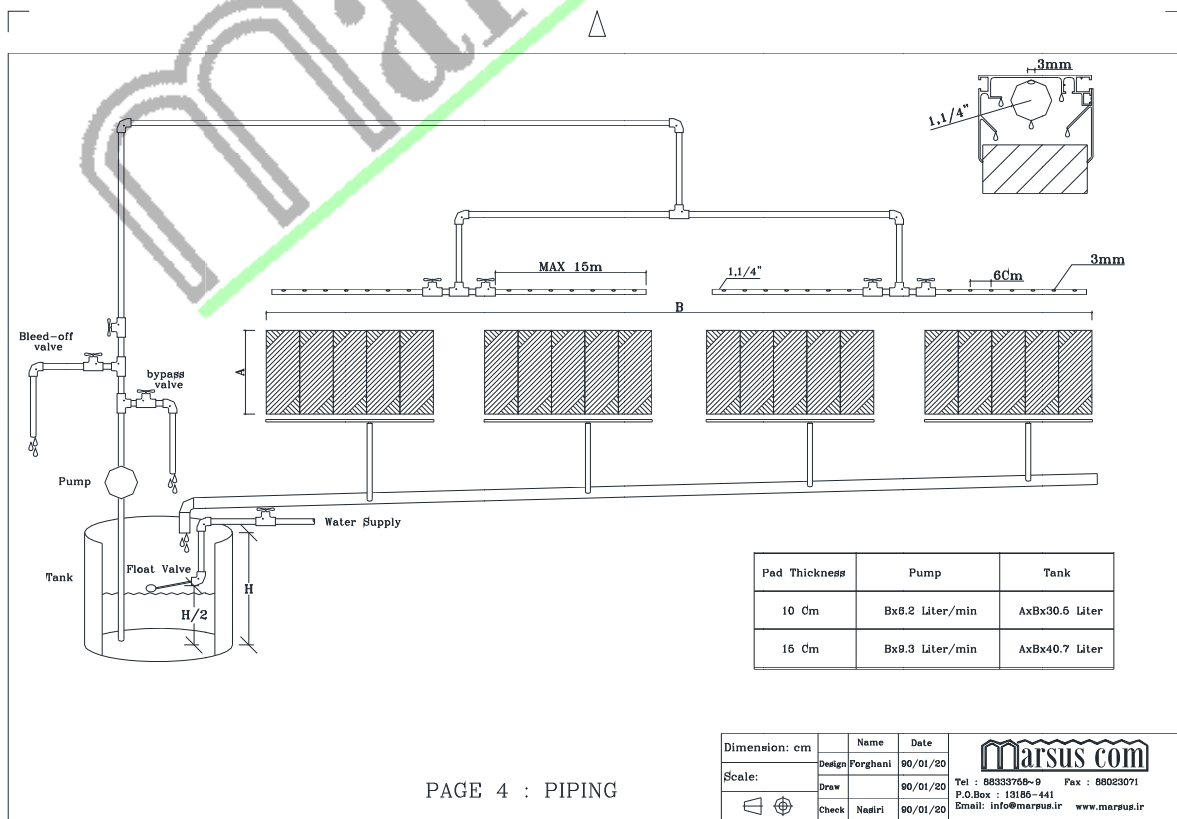
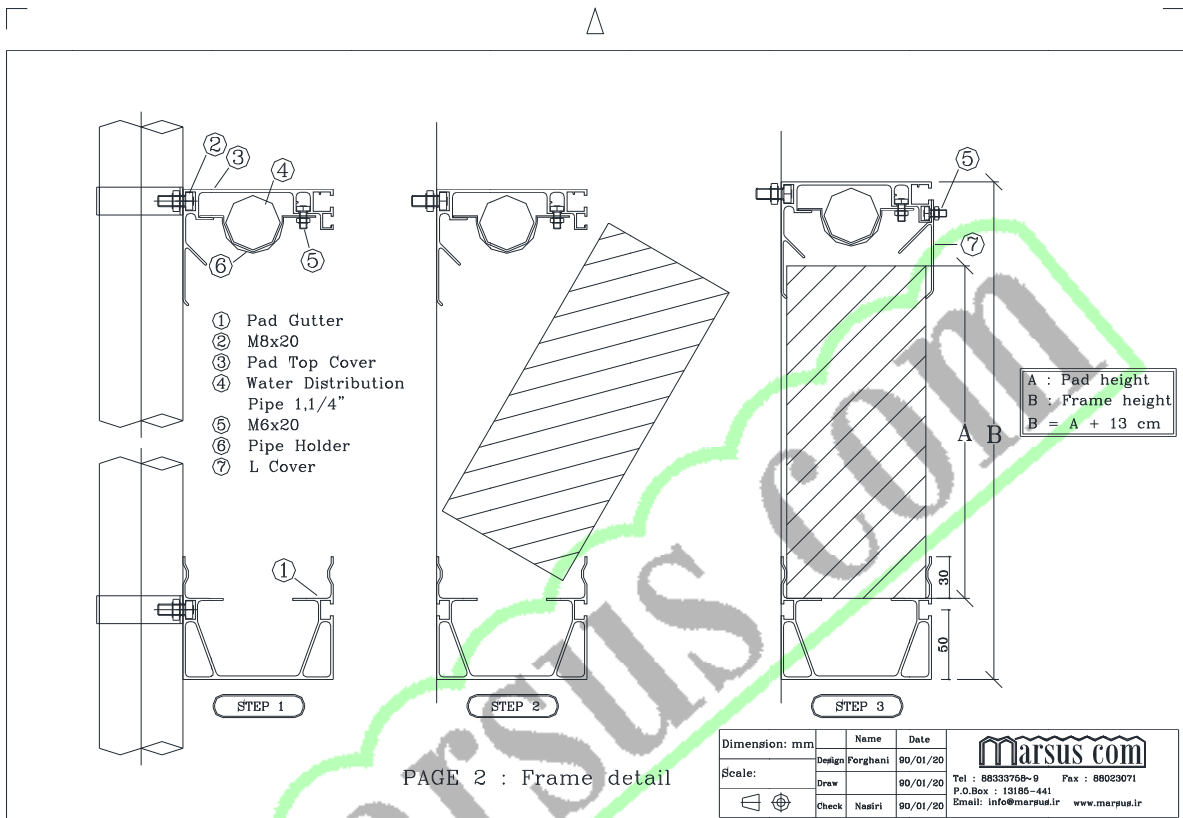
فنها با موتور ۱.۵ اسب یا ۱.۱ کیلو وات کار میکنند و جریان مصرفی آنها ۲.۸ آمپر است. با توجه به ۱۶ عدد فن مصرف برق ۴۴.۸ آمپر خواهد شد که به این عدد مصرف پمپ آب نیز اضافه میگردد لذا حداقل برق ۵۰ آمپر برای سیستم سرمایش گلخانه ۳۰۷۲ متر مربعی نیاز خواهد بود.

با مراجعه به جدول ۱-۱ کتاب مهندسی گلخانه نیز میتوانستیم از ابتدا تخمین مناسبی از مصرف برق داشته باشیم. در این جدول برای گلخانه تا مساحت ۲۷۰۰ متر ۵۰ آمپر و برای گلخانه تا مساحت ۳۷۰۰ متر ۶۶ آمپر پیش بینی شده است. این جدول بصورت کامل قابل مشاهده است. لازم به ذکر است که بیشترین هزینه انرژی در گلخانه برای سیستم سرمایش میباشد.

Table 1-1. Sizing the electrical system.

GREENHOUSE SIZE	ELECTRICAL SERVICE ENTRANCE SIZE ^(a) (amp/volts)
<5000	60/240
5,000-20,000	100/240
20,000-30,000	150/240
30,000-40,000	200/240
40,000-80,000	400/240
80,000-120,000	600/240
120,000-160,000	400/440
160,000-200,000	600/440
200,000-300,000	800/440

^(a)Excluding plant lighting and heavy machinery



ملاحظات نصب فریم :

- قاب پد آلومینیومی از ۳ قسمت تشکیل شده است :
- فریم ناودانی کف
 - فریم قاب بالا
 - رویه قاب بالا که بعد از قرار گرفتن پدها نصب میشود .
- ۱- قاب پد ۱۳ سانتیمتر از طول پد بزرگتر میباشد .
 - ۲- سر و ته ناودانی‌ها با ورقهای گالوانیزه بسته شده و با خمیر سیلیکون آب بندی میشود .
 - ۳- قاب پد بصورت طراز نصب شده و شیب تنها در لوله‌های خروجی لحاظ میشود .
 - ۴- ورودی آب با فلوتر در نیمه مخزن قرار میگیرد . این مسئله برای این است که پس از خاموش شدن پمپ آب ، آبهای برگشتی به مخزن از آن سر ریز نکند .
 - ۵- پمپ کف کش آب را از انتهای مخزن در سیستم جاری میکند . مقدار دبی آب با شیر بای پس کنترل میشود .
 - ۶- شیر Bleed Off برای خروج ۱ تا ۲ درصد از آب در حال گردش به بیرون از سیستم میباشد . خروج این مقدار آب باعث میشود تا ورودی آب به درون سیستم بیشتر از میزان تبخیر آب بر روی پدها باشد و در نتیجه از ایجاد نمک بر روی پدها جلوگیری میشود .
 - ۷- سایز لوله توزیع آب بر روی پدها ۴ (۱ و ۴ اینچ) میباشد و طول آن نباید از ۱۵ متر تجاوز کند .
 - ۸- لوله‌های توزیع آب در هر ۶ سانتیمتر با مته ۳ میلیمتر سوراخ میشوند . این سوراخها هنگام نصب به سمت بالا قرار میگیرند تا نیاز به هواگیری نداشته و ذرات معلق در آب باعث گرفتگی سوراخها نشوند .
 - ۹- در صورتیکه پدها در شبکه‌های مجزا استفاده شوند میبایست برای هر قاب شیرآب مجزا برای سرویس آنها تعبیه شود .
 - ۱۰- انتقال و توزیع آب از پمپ به سمت پدها بصورت شبکه تار عنکبوتی صورت میگیرد و در صورت استفاده از شبکه خطی با توزیع غیر یکنواخت آب مواجه خواهیم شد .
 - ۱۱- آب با سرعت ۰.۴ لیتر در دقیقه از هر ۱ متر مربع پد در یک روز گرم و خشک تبخیر میشود . به عبارتی دیگر برای ۱۲۸ متر مربع پد ، ۵۱.۲ لیتر در دقیقه مصرف آب خواهیم داشت .

ملاحظات سیستم برق :

- ۱- کابل کشی فن‌ها میبایست به نحوی صورت گیرد که ابتدا نیمی از فن‌ها (ردیف‌های فرد) و در صورت نرسیدن به دمای مطلوب نیمه دیگر (ردیف‌های زوج) وارد مدار شوند .
- ۲- به علت جریان راه انداز بالای موتورها نباید تمامی فن‌های یک گروه با همدیگر شروع بکار نمایند و میبایست با رله تاخیری این کار صورت گیرد .
- ۳- قبل از راه اندازی فن‌ها از باز بودن پنجره پشت پد اطمینان حاصل شود .

توصیه های نگهداری ، سرویس و نصب :

- ۱- در صورتیکه آب سیستم املاح زیادی داشته باشد بهتر است حداقل هر هفته آب مخزن کلا تعویض شود .
- ۲- فن سمت جنوب و پد در شمال گلخانه نصب میگردد تا پد ها سایه اندازی به داخل گلخانه نداشته باشند و همچنین تابش آفتاب روی پد باعث تبخیر سریع آب و رسوب کردن املاح روی پد نشود .
- ۳- در صورتیکه فن و پد بصورت شرقی غربی نصب شود ، به جهت استفاده حداکثری از آفتاب غرب میبایست پد ها در سمت شرق نصب شوند .
- ۴- محصول داخل گلخانه نباید مانعی برای حرکت هوای سیستم سرمایش ایجاد کند و جریان هوا میبایست براحتی از میان گیاهان عبور کند .
- ۵- در گلخانه هایی که محصولات مختلف نگهداری میشود ، میبایست به اختلاف دمای ابتدا و انتهای گلخانه توجه نمود و گیاهان بر اساس حساسیت به دما در گلخانه چیده شوند .
- ۶- طبق یک قاعده کلی هدف از اجرای سیستم سرمایش قرار دادن گیاه در دمای مطلوب میباشد لذا دمای زیر بستر کشت و همچنین بالاتر از سطح گیاه برای ما اهمیت ندارد . به همین جهت ارتفاع نصب فن و پد باید طوری باشد که هوا از زیر سطح گیاه عبور نکند .
- ۷- نقشه های نصب پد را از سایت شرکت با لینک زیر دانلود نمایید :

<http://marsus.ir/fa/data/downloads/pad96-installation.pdf>

با تشکر

شرکت صنایع گلخانه ای مرصوص کام - حسن فرقانی