

ارزیابی اثرات کنترل دما و رطوبت در تولید خیار گلخانه‌ای در منطقه جیرفت و کهنوج

داود مؤمنی^{۱*} - محمد هاشم رحمتی^۲

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۹

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۹

چکیده

دما و رطوبت دو پارامتر مهم و اثرگذار بر رشد کمی و کیفی محصولات گلخانه‌ای هستند لذا به منظور بررسی اثرات کنترل این دو پارامتر در تولید خیار گلخانه‌ای در منطقه جیرفت و کهنوج دو واحد گلخانه یکسان با ارتفاع نهایی، طول و عرض هر دهانه به ترتیب ۳/۵، ۴۰ و ۵/۵ متر بصورت دوقلو در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج ساخته شد. تمام موارد از لحاظ جنس قطعات سازه، ارتفاع نهایی، ارتفاع تا زیر ناودانی، پوشش گلخانه و موارد زراعی مانند آماده‌سازی بستر، کاشت، داشت برای دو واحد گلخانه بصورت یکسان انجام گرفت ولی در یکی از گلخانه‌ها از یک سیستم گرمایشی هوای گرم مجهز به مشعل گازوئیل سوز و سیستم سرمایشی شامل دو فن و یک پد استفاده شد و دیگری فاقد آنها بود. در طول فصل رشد دما و رطوبت داخل و خارج گلخانه‌ها به همراه عملکرد محصول برای هر دو گلخانه مجهز و عادی ثبت گردید. نتایج نشان داد که تغییرات دمای داخل گلخانه عادی با محیط بیرون هم‌فاز است و این نکته باعث اثرات سوء هوای سرد محیط آزاد بر تولید می‌گردد، بطوری که عملکرد محصول و تعداد میوه برداشت شده دو گلخانه عادی و مجهز در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. بیشترین عملکرد و تعداد میوه برداشت شده مربوط به گلخانه مجهز بود. بنابراین عدم استفاده از سیستم‌های گرمایشی در گلخانه‌های منطقه به هیچ عنوان توصیه نمی‌گردد. با توجه به تغییرات رطوبت نسبی در هوای بیرون گلخانه در انتهای دوره، کارایی سیستم خنک‌کننده پوشال و پنکه پایین بود، بنابراین صرف انرژی برای این نوع سیستم سرمایشی توصیه نمی‌شود و پیشنهاد می‌شود با استفاده از تهویه و سایه دهی دمای هوای گلخانه تعدیل و با اوج گرفتن گرمای هوای آزاد ادامه تولید در گلخانه قطع گردد.

واژه‌های کلیدی: خیار، سیستم سرمایشی، سیستم گرمایشی، عملکرد، گلخانه

مقدمه

محدودیت آب و خاک، ازدیاد جمعیت، افزایش نیاز به مواد غذایی، استفاده بیشتر از زمان و ... توجه دانشمندان را به این نکته معطوف ساخته است تا کمبود غذا را با افزایش محصول در واحد سطح جبران نمایند. یکی از تکنیک‌های جدید در ایران بهره‌برداری از کشت‌های گلخانه‌ای است. گلخانه محیط کشتی است که در آن با بهره‌گیری از زمین و تحت کنترل قراردادن اکثر شرایط لازم برای رشد گیاه مانند نور، رطوبت، تهویه، دما و نیاز غذایی محصول مورد نظر بدست می‌آید. منطقه جیرفت و کهنوج در جنوب استان کرمان، با شرایط مناسب آب و هوایی و داشتن بیش از ۱۲۰۰ هکتار کشت گلخانه‌ای مقام اول را در کشور داراست. از آنجا که بیشترین هزینه‌های

گلخانه‌های خیار در ایران مربوط به انرژی است (Sherafati, 2009, Mohammadi and Omid, 2010 and Heidari and Omid, 2011)، بدیهی است که مدیریت گلخانه‌ها بایستی به نحوی باشد که بتوان از انرژی‌های موجود بصورت بهینه استفاده نمود. برای آن که گلخانه‌ها دمای مطلوب داشته باشد باید با همان سرعتی که گرما از دست می‌دهد فضای آن را گرم نمود (Nissmo et al., 1983; Proctor, 1982). مهم‌ترین روش اتلاف حرارت در گلخانه‌های پلاستیکی از طریق هدایت یا رسانایی در گلخانه است که تحت تأثیر پوشش گلخانه، تفاوت دمای بین داخل و خارج گلخانه و مقاومت کل در مقابل انتقال حرارت تعیین می‌شود که برای جبران آن بایستی از سیستم‌های حرارتی استفاده کرد (Hassandokht, 2005).

(Omid and Shafaei (2004) در تحقیقات خود اشاره کرده-

اند با وجود این که گلخانه یک محیط بسته است ولی کاملاً از محیط بیرون ایزوله نیست. بنابراین شرایط داخل گلخانه تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی بیرون دائماً تمایل به تغییر دارد. دمای هوای بیرون، طول

۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی جیرفت

(*- نویسنده مسئول: Email:momenidavood@yahoo.com)

۲- عضو هیات علمی گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

سیستم خنک کننده تبخیری در گلخانه های سودان بدین نتیجه رسیدند که بعلت تفاوت رطوبت نسبی داخل و خارج گلخانه در ساعات مختلف شبانه روز عملکرد سه نوع سیستم خنک کننده تبخیری متفاوت است. نتایج ثبت شده مربوط به پارامترهای محصول نشان داد که سیستم خنک کننده پوشالی بالاترین کارایی را داشته است (Egbal Mohammed A. et al., 2011).

با توجه به این که در تولیدات گلخانه‌ای مصرف انرژی بالاست تولید در مناطقی که زمستان معتدلی دارند منطقی تر و به صرفه‌تر به نظر می‌رسد. به همین دلیل در این تحقیق اثرات کنترل دما و رطوبت در تولید خیار گلخانه‌ای در منطقه جیرفت و کهنوج در جنوب استان کرمان بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پروژه دو واحد گلخانه به سبک گلخانه‌های رایج منطقه جیرفت و کهنوج (Momeni, 2005) با ارتفاع نهایی کمتر از ۳/۵ متر، طول ۴۰ متر و عرض هر دهانه ۵/۵ متر بصورت دوقلو در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و کهنوج در موقعیت ۳۱' ۵۱" ۵۷° شرقی و ۴۸' ۳۲" ۲۸° شمالی ساخته شد. در ساخت این دو واحد گلخانه تمام موارد از لحاظ جنس قطعات سازه، ارتفاع نهایی، ارتفاع تا زیر ناودانی، ارتفاع دریچه‌ها و ... بصورت یکسان بودند ولی در یکی از گلخانه‌ها از یک سیستم گرمایشی هوای گرم با مشعل گازوئیل سوز و یک سیستم سرمایشی شامل دو فن در ضلع جنوبی و یک پد از جنس الیاف چوبی در ضلع شمالی استفاده شد. مشخصات هر دو گلخانه در جدول ۱ ذکر شده است.

کشت نشاء در هر دو واحد گلخانه بصورت مثلثی در دو ردیف بصورت ۴۰cm × ۴۰cm و عرض راهروها یک متر در نیمه دوم مهرماه و با رقم رویال انجام شد. با توجه به این که در منطقه جیرفت و کهنوج گازرسانی طبیعی وجود ندارد در سیستم گرمایشی طراحی شده برای گلخانه از مشعل گازوئیل سوز استفاده گردید. جهت پخش بهتر و یکنواخت‌تر حرارت داخل گلخانه از لوله‌های پلاستیکی برای توزیع حرارت در کل گلخانه استفاده گردید (شکل ۱).

در این تحقیق بر اساس اطلاعات پایه مانند مساحت سطح گلخانه، دمای بهینه روزانه و شبانه برای خیار، حداقل دمای مطلق در شب‌های سرد منطقه نیاز گرمایی گلخانه با فرمول (۱) محاسبه گردید که با احتساب ۱۰ درصد برای تلفات گرمایی حدود ۱۱۵۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت بدست آمد (Hassandokht, 2005).

$$H = K.A. (T_{\text{inside}} - T_{\text{outside}}) \quad (1)$$

H = گرمای مورد نیاز (کیلوکالری بر ساعت)

روز، شدت نور و رطوبت هوا دائماً در حال تغییر است. برای جبران این اثرات لازم است تجهیزات کنترلی متعددی در گلخانه نصب و تعبیه شود و دما و رطوبت از مهمترین پارامترهایی هستند که بایستی در یک گلخانه کنترل شود (Omid and Shafaei, 2004).

حیدری با مطالعه نقش اقلیم در طراحی گلخانه‌ها، پارامتر دما و کنترل آن در گلخانه را یکی از پارامترهای مهم در گلخانه‌ها دانسته‌اند که نقش اساسی در اقتصادی بودن تولید می‌تواند داشته باشد. او در مطالعه خود ارومیه را بعنوان یکی از نقاط کوهستانی کشور که تعداد روزهای یخبندان آن زیاد است مورد مطالعه قرار داده است و گزارش نموده که به منظور تولید بهتر در گلخانه‌ها از یک‌طرف و اقتصادی بودن تولید از طرف دیگر لزوم توجه به مصرف انرژی به ویژه انرژی سوخت‌های فسیلی بسیار حائز اهمیت است (Heidary, 2003).

عباسپور فرد و ابراهیمی نیک بیان کرده‌اند برای توزیع بهتر گرما در گلخانه در سیستم‌های گرمایشی منفرد بایستی از لوله‌های پلی اتیلنی یا گالوانیزه افقی استفاده کرد و به منظور کنترل و توزیع مناسب حرارت در گلخانه بایستی اندازه سوراخ‌های روی جداره آنها به گونه‌ای باشد که توزیع مورد انتظار گرما را فراهم کند. در گلخانه‌هایی که محصول بر روی زمین کاشته می‌شود توصیه بر آن است که لوله‌ها بصورت بالاگذر و در گلخانه‌هایی که محصول بر روی سکوها قرار دارند لوله‌ها بر روی زمین نصب می‌شوند. لذا در این پروژه نیز از این روش استفاده شد (Abbaspour-Fard and Ebrahimi-nik, 2008).

بارتزاناس و همکاران (۲۰۰۵) دو روش گرمایش را بر اقلیم داخل گلخانه و مصرف انرژی مقایسه کردند. آنها در یک روش تنها از سیستم گرمایشی آبگرم استفاده کردند و در روش دوم ترکیبی از آبگرم و هوای گرم استفاده شد. آنها بدین نتیجه رسیدند که استفاده از روش آبگرم می‌تواند دمای داخل گلخانه را ۱۰ درجه گرمتر از محیط بیرون کند در حالی که روش ترکیبی تا ۱۵ درجه دمای داخل گلخانه را گرمتر می‌کند و مصرف انرژی آن نیز ۱۹ درصد بیشتر است (Bartzanas et al., 2005).

وی‌هنگ و همکاران در مطالعه خود بدین نتیجه رسیدند که مصرف انرژی با افزایش کانوپی گیاه زیاد می‌شود. آنها گزارش کردند از هر دو منظر ذخیره انرژی و رشد گیاهی تنظیم دمای گلخانه بصورت ۱۹° C روزانه و ۱۵° C شبانه بهترین وضعیت را دارد (Weihong et al., 2005).

محمدی و امید (۲۰۱۰) و حیدری و امید (۲۰۱۱) در بررسی گلخانه‌های خیار استان تهران بدین نتیجه رسیدند که بیشترین انرژی ورودی به گلخانه‌ها مربوط به سوخت است (Heidary, H. 2003; Heidari, M.D. and Omid, M. 2011).

اقبال محمد و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی عملکرد سه نوع

جدول ۱- مشخصات گلخانه‌های مورد استفاده در پروژه
Table1- Greenhouses specifications using in this project

سیستم سرمایشی Cooling system	سیستم گرمایشی Heating system	نوع پوشش Type of coverage	ارتفاع نهایی (متر) Final height (m)	ارتفاع ستونها (متر) Post height (m)	عرض هر دهانه (متر) Width height(m)	طول (متر) Length (m)	نوع Type	گلخانه Green house
دارد Yes	دارد Yes	پلاستیک Plastic	3.5	2.4	5.5	40	دوقلو Bi-tunnel	مجهز Installed (Heated/ Cooled)
ندارد No	ندارد No	پلاستیک Plastic	3.5	2.4	5.5	40	دوقلو Bi-tunnel	عادی Bared (Unheated/ Uncooled)



شکل ۱- انتقال هوای گرم توسط کانال‌های پلاستیکی در گلخانه
Fig1- Heat transfer by plastic tubes in greenhouse

فاصله نیز در بسیاری از روزها سیستم خاموش بوده و تنها ساعتی قبل غروب آفتاب سیستم به مدت ۱۳-۱۴ ساعت روشن می‌شود. لذا از روش ثبت دما و رطوبت در نقاط مختلف گلخانه‌ها و هوای آزاد استفاده شد. بدین منظور در داخل هر گلخانه علاوه بر رطوبت سنج، شش عدد دماسنج کمینه- بیشینه^۱ (دماسنج‌های شماره ۱ تا ۶ برای هر گلخانه) و در خارج گلخانه‌ها نیز علاوه بر رطوبت سنج، دو عدد دماسنج کمینه- بیشینه (دماسنج‌های شماره ۷ و ۸) نصب گردید. برای دستیابی به روند تغییرات دما در لایه‌های مختلف داخل گلخانه- ها، دو دماسنج در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری از سطح زمین (دماسنج‌های شماره ۳ و ۶)، دو دماسنج در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری از سقف گلخانه (دماسنج‌های شماره ۱ و ۴) و دو دماسنج در محدوده رشد خیار (دماسنج‌های شماره ۲ و ۵) و در طرفین گلخانه‌ها (دماسنج‌های شماره ۳، ۴، ۵، ۶ در سمت دیواره شرقی

$K =$ ضریب انتقال
 $A =$ مساحت پوشش (مترمربع)
 $T_{inside} =$ دمای مطلوب گلخانه برای رشد گیاه بر حسب درجه سلسیوس
 $T_{outside} =$ حداقل دمای خارج گلخانه در سردترین شب سال بر حسب درجه سلسیوس
 محاسبات مربوط به سیستم خنک کننده نیز انجام شد و ظرفیت پنکه و مخزن آب ترتیب ۱۰۰۰ مترمکعب در دقیقه و ۷۰۰ لیتر بدست آمد (Hassandokht, 2005).

با توجه به این که استفاده از سیستم‌های گرمایشی در گلخانه‌های جنوب استان کرمان در مدت زمان کوتاهی صورت می‌گیرد تفکیک فصل و نوع گلخانه امکان پذیر نبود. لازم به یادآوری است که در کل دوره ۸ ماهه کشت‌های گلخانه‌ای در منطقه جیرفت و کهنوج، سیستم‌های گرمایشی حدود ۴۵ روز روشن هستند. در ضمن در این

1- min- max thermometer

نمودار آن (مجموعه M) ترسیم گردید.

$$\eta_{i-ave} = (\varepsilon_i + \delta_i) / 2 \quad (۴)$$

η_{i-ave} = میانگین دمای خارج گلخانه‌ها در روز i ام

$$M = \{(1, \eta_{1-ave}), (2, \eta_{2-ave}), (3, \eta_{3-ave}) \dots\}$$

دامنه تغییرات رطوبت داخل گلخانه: به منظور اندازه گیری

این پارامتر، پس از کالیبره کردن رطوبت سنج و نصب آن در داخل گلخانه، رطوبت نسبی بطور روزانه ثبت و در انتهای فصل، نمودار مربوط به آن رسم گردید.

نتایج و بحث

مقایسه عملکرد و تعداد میوه برداشت شده

مقایسه میانگین عملکرد و تعداد میوه برداشت شده از گلخانه‌های پروژه در کل دوره، اختلاف معنی داری بین آن‌ها نشان داد (جدول‌های ۲ و ۳). با توجه به حساسیت کدوئیان به دمای پایین این امر صحیح به نظر می‌رسد. این دمای پایین باعث می‌شود جذب آب و مواد غذایی کاهش یابد.

بررسی نمودارهای ۱ و ۲ نشان داد که تغییرات دمای داخل گلخانه با محیط بیرون هم فاز هستند. یعنی اینکه با گرم یا سرد شدن هوای بیرون گلخانه هوای داخل گلخانه نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. استفاده از پوشش پلاستیک بدون استفاده از سیستم گرمایشی باعث شده میانگین دمای داخل گلخانه نسبت به محیط بیرون چند درجه گرم‌تر گردد. در منابع متوسط دمای مناسب برای خیار در روز ۲۵ درجه سلسیوس و در شب ۲۰ درجه سلسیوس ذکر شده است. در دمای ۱۰ درجه سلسیوس رشد سریعاً کند و در دمای نزدیک صفر فعالیت گیاه به کلی متوقف می‌شود (Bidarigh, 1998). با توجه به این که عدم استفاده از سیستم‌های گرمایشی در شب‌های زمستان باعث می‌شود که دمای داخل گلخانه از مقدار بهینه کمتر باشد بنابراین رشد خیار در گلخانه عادی کمتر از گلخانه مجهز بود که باعث شده کاهش عملکرد محصول در سطح ۱ درصد معنی دار باشد (جدول ۲)، ولی با استفاده از سیستم‌های گرمایشی دمای گلخانه به حد بهینه آن نزدیک‌تر و رشد و عملکرد گیاه بهتر گردید. همچنین نمودار ۱ نشان می‌دهد در ماه‌های سرد لایه پایینی گلخانه که بوته‌های خیار در آن قرار دارند نسبت به سایر نقاط گلخانه سردتر است. در ضمن این اختلاف دما در طبقات مختلف داخل گلخانه را نشان می‌دهد.

این اختلاف دما باعث می‌شود تا یک جریان طبیعی در هوای گلخانه ایجاد گردد که سبب خروج هوای گرم در طول شب از دسترس گیاه و محبوس شدن در بالای گلخانه می‌گردد.

گلخانه‌ها) نصب گردیده و داده‌های آن‌ها در دی و بهمن ماه (ماه‌های سرد منطقه در کشت‌های گلخانه‌ای)، آذر، اسفند و فروردین ماه (ماه‌های معتدل منطقه در کشت‌های گلخانه‌ای) و اردیبهشت ماه (ماه گرم منطقه در کشت‌های گلخانه‌ای) بصورت روزانه قرائت و بیشینه و کمینه دما در ۲۴ ساعت گذشته به همراه رطوبت نسبی در لحظه قرائت (۸ صبح) یادداشت گردید. در انتهای فصل با انتقال داده‌ها به نرم‌افزار اکسل^۱، در ابتدا پارامترهای زیر محاسبه و سپس نمودار مربوط به آنها برای هر گلخانه در طول فصل رسم گردید.

دامنه تغییرات میانگین دمای داخل گلخانه‌ها در ارتفاعات مختلف:

برای بدست آوردن میانگین دما در هر ارتفاع، با استفاده از فرمول‌های (۳، ۴ و ۵) معدل دمای ثبت شده توسط دماسنج‌های نصب شده در هر ارتفاع بطور روزانه محاسبه و نمودار آن (مجموعه‌های C و B₃A) برای هر گلخانه رسم گردید.

$$\theta_{i-up} = (T_1 + t_1 + T_4 + t_4)_i / 4 \quad (۲)$$

θ_{i-up} = میانگین دمای لایه بالای گلخانه در روز i ام

T_1, t_1 = دمای کمینه و بیشینه مربوط به دماسنج شماره ۱

T_4, t_4 = دمای کمینه و بیشینه مربوط به دماسنج شماره ۴

$$\theta_{i-mid} = (T_2 + t_2 + T_5 + t_5)_i / 4 \quad (۳)$$

θ_{i-mid} = میانگین دمای لایه وسط گلخانه در روز i ام

T_2, t_2 = دمای کمینه و بیشینه مربوط به دماسنج شماره ۲

T_5, t_5 = دمای کمینه و بیشینه مربوط به دماسنج شماره ۵

$$\theta_{i-down} = (T_3 + t_3 + T_6 + t_6)_i / 4 \quad (۴)$$

θ_{i-down} = میانگین دمای لایه پایین گلخانه در روز i ام

T_3, t_3 = دمای کمینه و بیشینه مربوط به دماسنج شماره ۳

T_6, t_6 = دمای کمینه و بیشینه مربوط به دماسنج شماره ۶

$$A = \{(1, \theta_{1-up}), (2, \theta_{2-up}), (3, \theta_{3-up}) \dots\}$$

$$B = \{(1, \theta_{1-mid}), (2, \theta_{2-mid}), (3, \theta_{3-mid}) \dots\}$$

$$C = \{(1, \theta_{1-down}), (2, \theta_{2-down}), (3, \theta_{3-down}) \dots\}$$

دامنه تغییرات میانگین دمای داخل گلخانه‌ها: به منظور

اندازه‌گیری این پارامتر، با استفاده از فرمول (۵) معدل دمای سه لایه داخل گلخانه‌ها در هر روز محاسبه گردید. این محاسبات برای کل روزها در طول فصل کشت انجام شد و نمودار آن (مجموعه L) برای هر گلخانه ترسیم گردید.

$$\varphi_{i-ave} = (\theta_{i-up} + \theta_{i-mid} + \theta_{i-down}) / 3 \quad (۵)$$

φ_{i-ave} = میانگین دمای داخل گلخانه در روز i ام

$$L = \{(1, \varphi_{1-ave}), (2, \varphi_{2-ave}), (3, \varphi_{3-ave}) \dots\}$$

دامنه تغییرات میانگین دمای خارج گلخانه‌ها: به منظور

اندازه‌گیری این پارامتر، با استفاده از فرمول (۶) معدل دمای بیشینه و کمینه دماسنج‌های نصب شده در بیرون گلخانه‌ها در هر روز محاسبه شد. این محاسبات برای کل روزها در طول فصل کشت انجام و

جدول ۲- مقایسه عملکرد خیار در گلخانه‌ها

Table 2- Cucumber yield comparison in greenhouses.

نوع گلخانه		پارامتر Parameter
عادی Bared	مجهز Installed	
141.15	191.2	عملکرد تک بوته در هر چین (گرم) Picking Yield per every harvesting (g / plant)
1.5219		مقدار F F value
0.00191	0.0029	واریانس Variance
0.0116		انحراف استاندارد بین میانگین‌ها Standard deviation
4.4039		مقدار t T value
0.0001		احتمال در سطح ۵ درصد Probably in level 5%

جدول ۳- مقایسه تعداد میوه برداشت شده در گلخانه‌ها

Table 3- Fruit picking number comparison in greenhouses.

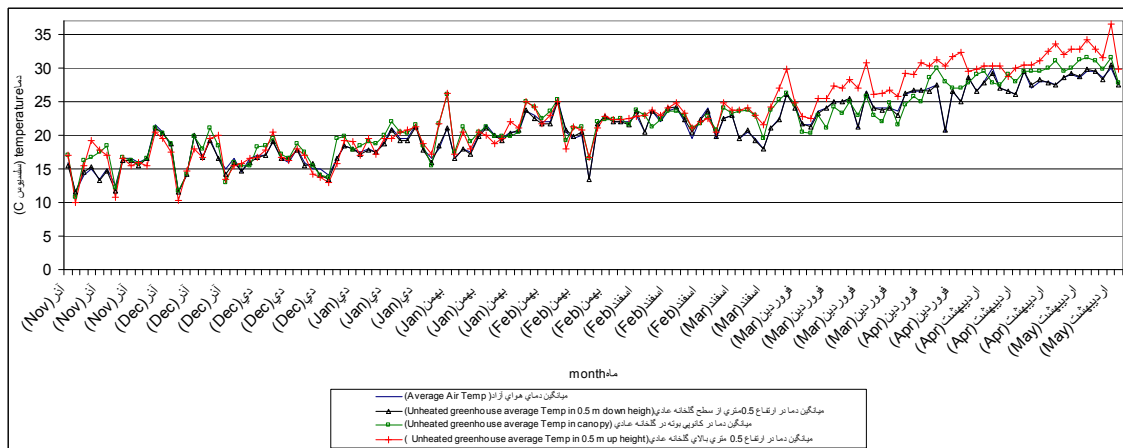
نوع گلخانه		پارامتر Parameter
عادی Bared	مجهز Installed	
1.73	2.2	تعداد میوه برداشت شده از هر بوته در هر چین Picking fruit number per plant in one harvesting
1.1232		مقدار F F value
0.249	0.279	واریانس Variance
0.1255		انحراف استاندارد بین میانگین‌ها Standard deviation
3.717		مقدار t T value
0.0008		احتمال در سطح ۵ درصد Probably in level 5%

این موضوع باعث اثرات منفی بر عملکرد محصول می‌گردد (Bidarigh, 1998). لذا با استفاده از سیستم‌های کمکی بایستی تعدیل دما انجام گیرد تا دامنه تغییرات دما در گلخانه تقلیل یابد. نمودار ۴ نشان می‌دهد با وجود معتدل بودن زمستان منطقه، حداقل دمای داخل گلخانه برای رشد خیار پایین بوده و استفاده از سیستم‌های گرمایشی ضروری است. همچنین این نمودار نشان می‌دهد که در انتهای فصل که مدت باز بودن دریاچه‌ها زیاد و همیشگی می‌شود اختلاف دمای هر سه محیط کم می‌شود. با توجه به متغیر بودن لحظه‌ای رطوبت هوای آزاد در آخر فصل،

بنابراین علاوه بر استفاده از فن‌های جابجا کننده هوا و پرده‌های پوشش دهنده داخل گلخانه بایستی کلیه منافذ گلخانه در شب‌های سرد بسته شوند تا این هوای گرم از گلخانه خارج نگردد. به حداقل رساندن دفعات باز و بسته کردن درب گلخانه در روزهای سرد و استفاده از درب‌های تو در تو نیز در کاستن از خروج هوای گرم از داخل گلخانه مؤثر است. نمودار ۳ دامنه تغییرات دمای داخل گلخانه عادی و هوای آزاد را نشان می‌دهد. بررسی این نمودار نشان داد که دامنه تغییرات دمای گلخانه (تفاوت بین بیشینه و کمینه دما) در برخی اوقات زیاد است که

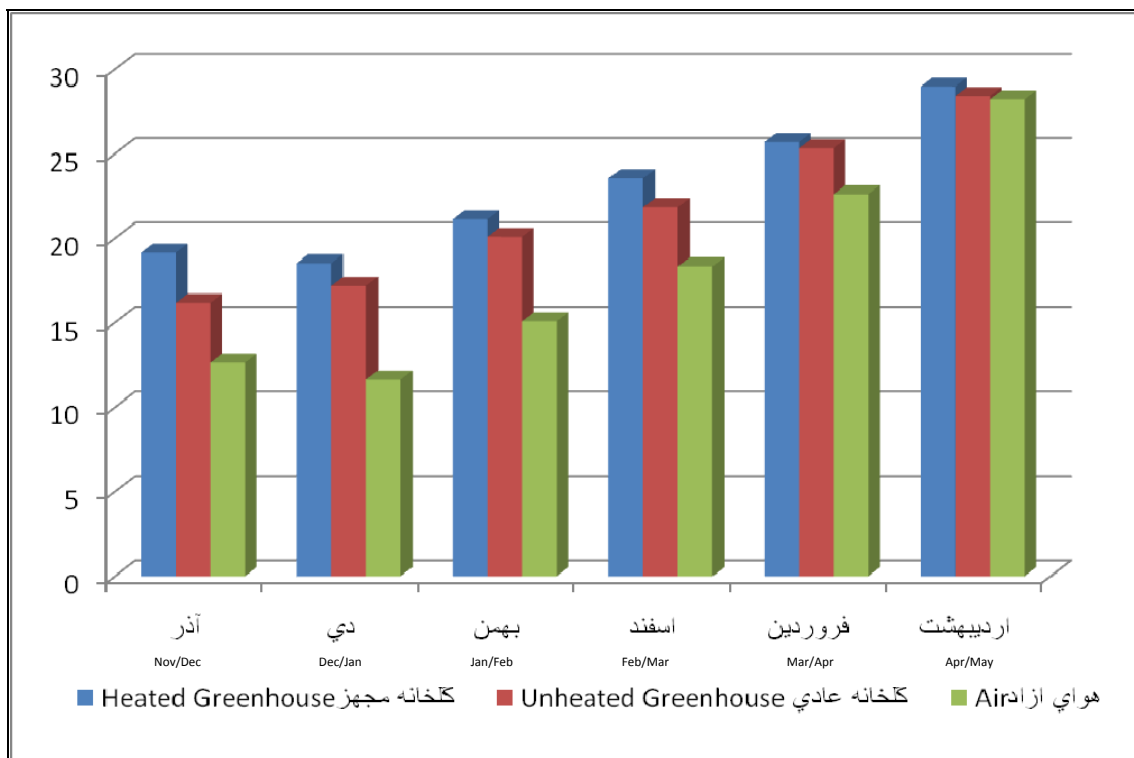
پلاستیک، پرده‌های سایه‌دهی و ... می‌توان فضای داخل گلخانه را از تابش مستقیم و شدید آفتاب دور نگه داشت تا محیط گلخانه کمتر گرم گردد و با این کار کمی دوره رشد را طولانی کرد و پس از گرم شدن شدید هوا ادامه تولید در گلخانه را قطع نمود.

سیستم سرمایشی عملکرد مطلوبی نداشت و در ساعاتی که اختلاف رطوبت داخل و خارج گلخانه زیاد بود گلخانه را خنک می‌کرد ولی با افزایش رطوبت نسبی بیرون گلخانه، کارکرد سیستم نه تنها در گلخانه تعدیل دما صورت نمی‌گرفت بلکه رطوبت نسبی داخل گلخانه نیز بالا می‌رفت. لذا استفاده از آن توصیه نمی‌گردد و پیشنهاد می‌شود تنها با استفاده از سایه‌بان‌های مصنوعی مانند گیل، آب آهک، رنگ



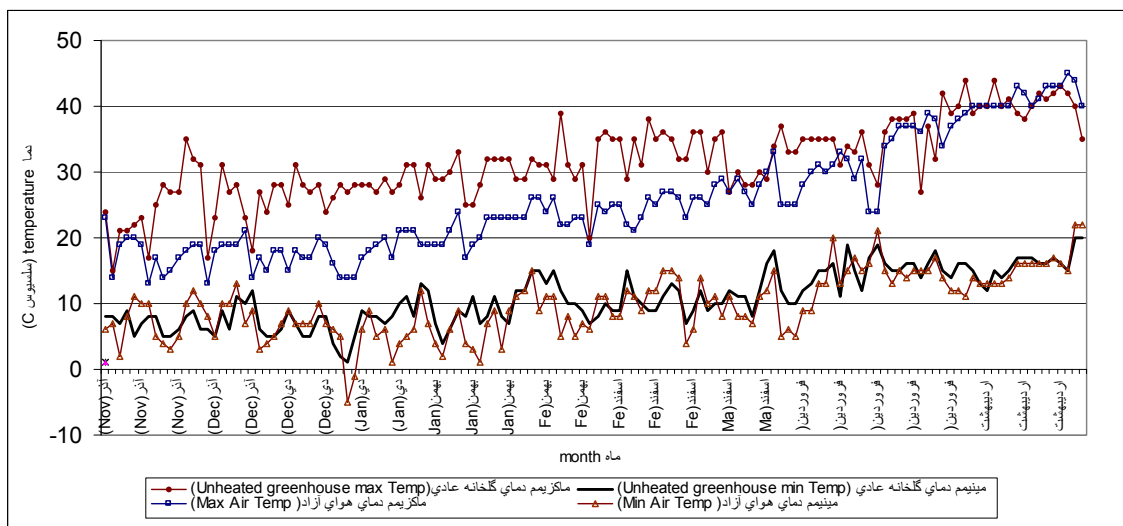
نمودار ۱- روند تغییرات میانگین دما در لایه های مختلف گلخانه عادی و هوای آزاد

Chart 1- Average temperature changing trend in air and different layers of unheated greenhouses.



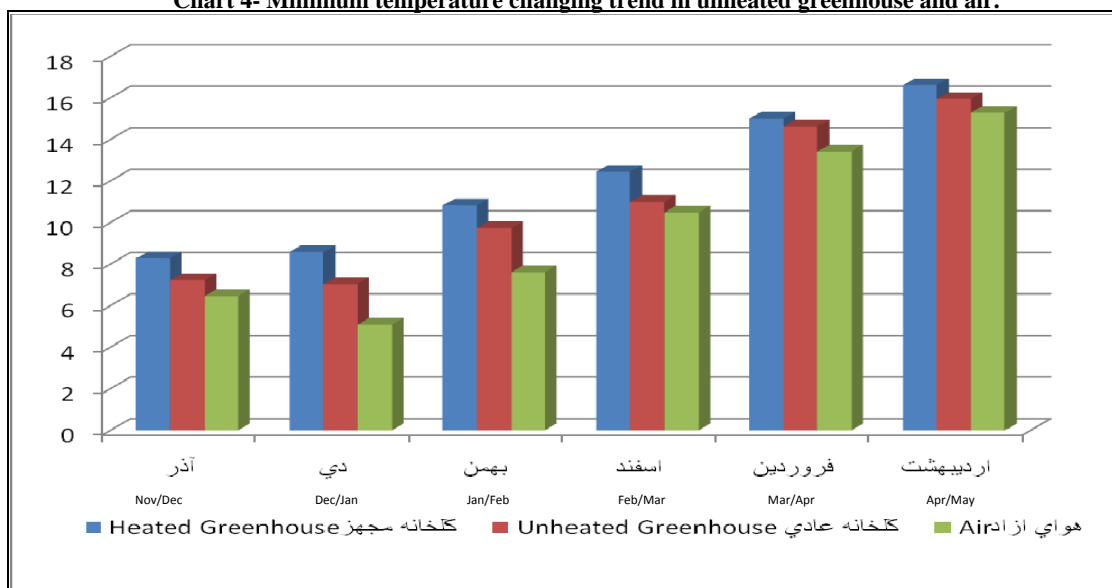
نمودار ۲- میانگین دمای گلخانه مجهز، عادی و هوای آزاد

Chart 2- Average temperature in air, unheated and heated greenhouses.



نمودار ۳- دامنه تغییرات دمای داخل گلخانه عادی و هوای آزاد
 Chart3- Temperature changing domain in air and unheated greenhouse.

نمودار ۴- حداقل دمای داخل گلخانه عادی و محیط بیرون
 Chart 4- Minimum temperature changing trend in unheated greenhouse and air.



نتیجه‌گیری

به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود زیرا باعث افت شدید عملکرد نهایی محصول می‌گردد. برای طولانی‌تر کردن دوره نیز پیشنهاد می‌شود در انتهای دوره با استفاده از سایه‌بان‌های مصنوعی شدت تابش وارده به گلخانه را کاهش یابد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد تغییرات دمای داخل گلخانه با محیط بیرون هم‌فاز هستند. ولی این روند هم‌فازی برای تغییرات رطوبت نسبی وجود ندارد. با وجود معتدل بودن زمستان منطقه عدم استفاده از سیستم‌های گرمایشی در گلخانه‌های جنوب استان کرمان

منابع

1- Abbaspour-fard, M.H and M.A. Ebrahimi-nik. 2008. Greenhouse engineering. Banafsheh press. IRAN (in

- Farsi).
- 2- Ahmed, E.M., O., Abbas, M. Ahmed, and M.R. Ismail. 2011. Performance evaluation of three different types of local evaporative cooling pads in greenhouses in Sudan. *Saudi Journal of biological sciences*. 18:45-51.
 - 3- Bartzanas, T., M. Tchamitchian, and C. Kittas. 2005. Influence of heating method on greenhouse microclimate and energy consumption. *Biosystems Engineering*.91 (4), 487-499.
 - 4- Bidarigh, S.1998. Culture of Cucumber, Tomato and Fragaria in the greenhouse. Varasteh press. IRAN. (in Farsi)
 - 5- Cemek, B., Y., Demir, Uzun, S. and V. Ceyhan. 2006. The effects of different greenhouse covering materials on energy requirement, growth and yield of aubergine. *Eney*, 31:1780-1788. www.elsevier.com/locate/energy.
 - 6- Chung, M., and S., Liao, 2010. Characterizing the performance of alternative cooling pad media in thermal environmental control applications, Taiwan 10617, republic of china.
 - 7- Heidary, H. 2003. The role of climate in greenhouse design emphasis on temperature parameters to reduce fuel usage. *Proceeding of the 1st scientific symposium of survey of structures and automation of greenhouses in IRAN and development strategies*. June. 2-3. Mahallat-IRAN.22. (in Farsi)
 - 8- Heidari, M.D. and M. Omid. 2011. Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran. *Journal of Energy* 36(1), 220-225.
 - 9- Hassandokht, M.R. 2005. Greenhouse management. Marz danesh press. IRAN. (in Farsi).
 - 10- Momeni, D. 2005. Suitable systems in design and manufacturing of vegetables greenhouses. *Proceeding of the 1st national festival and seminar on greenhouse products*. May. 18-19. Sari-IRAN.47. (in Farsi)
 - 11- Mohammadi, A. and M. Omid. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Journal of Applied Energy* 87(1), 191-196.
 - 12- Nissmo, J.A., J. A. Sundin, and L.B. Sjostrom. 1982. Method and apparatus for controlling the temperature in greenhouse. United States patent: NO: 4339074.
 - 13- Omid, M. and A. Shafaei. 2004. Investigation of temperature and humidity variations within a greenhouse using a computer based data acquisition sytem. *J.pajooresh and sazandeghi*. 64:67-73. (in Farsi).
 - 14- Sherafati. K. 2009. Assessment of energy consumption efficiency indices for cucumber production in common greenhouse of Tehran. Final research report of agricultural engineering research institute. No: 88-594.
 - 15- Weihong, L., Z. Hendrik Feije, D. Jianfeng, W. Xiaohan, S. Cecilia, and B. Chongxing. 2005. Simulation of Greenhouse Management in the Subtropics, Part I: Model Validation and Scenario Study for the Winter Season. *Biosystems Engineering*.90 (3), 307-318.