

تعیین و مقایسه تناسب اقلیمی در چند منطقه جنوبی ایران برای توسعه پایدار گلخانه‌ها

معین مختاری‌ستائی^۱، هوشنگ بهرامی^{۲*}، محمد جواد شیخ‌داودی^۳، داود مؤمنی^۴ و محسن سلیمانی^۵

چکیده

مکان‌یابی مناسب برای احداث گلخانه‌ها، نقش مهمی در ترویج و گسترش آن‌ها ایفا می‌نماید. بنابراین قبل از احداث گلخانه‌ها بایستی عواملی مانند تناسب اقلیمی منطقه، کیفیت و کمیت آب، وضعیت زیرساخت‌های لازم، مسائل اقتصادی و اجتماعی و غیره بررسی شوند. به منظور ایجاد یک اقلیم مناسب در گلخانه، دما، رطوبت، نور، میزان دی‌اکسید کربن و سایر پارامترهای موردنیاز گیاه باید در تعادل باشند. وجود تعادل در گلخانه باعث افزایش کیفیت محصول و مصرف بهینه نهاده‌ها خواهد شد. در این مطالعه، از روش استاندارد فائو، جهت تعیین تناسب اقلیمی استفاده شد. در این روش از اطلاعات هواشناسی بلند مدت و حدود بحرانی دما و رطوبت مورد نیاز گیاهان گلخانه‌ای برای ترسیم نمودارهای تناسب اقلیمی استفاده می‌شود. بدین منظور با استفاده از اطلاعات هواشناسی بلندمدت، نمودارهای تناسب اقلیمی شهرهای جیرفت، دزفول، کاکي، حاجی‌آباد و خاش ترسیم گردید. تحلیل نمودار دمایی این مناطق نشان می‌دهد که در صورت احداث گلخانه به منظور تولید محصولات سبزی و صیفی، در شب‌هایی از ماه‌های آذر، دی و بهمن، استفاده از سامانه گرمایشی لازم است. از طرف دیگر تولید در فصل تابستان، بدون استفاده از سامانه‌های سرمایشی، امکان‌پذیر نخواهد بود. لذا برنامه‌ریزی برای تولید اقتصادی در طول سال بایستی برای ماه‌های مهر تا اردیبهشت صورت گیرد. علاوه بر این، رطوبت نسبی پایین در این مناطق باعث خواهد شد تا تقریباً در تمام طول سال نیاز به تأمین رطوبت نسبی در گلخانه با استفاده از روش‌های کمکی وجود داشته باشد. این موضوع از دو منظر آب مصرفی مورد استفاده در سامانه خنک‌کننده و رطوبت نسبی محیط گلخانه اهمیت دارد. همچنین مناطق مذکور، در کل ماه‌های سال، از نظر دریافت پرتوهای خورشیدی و تأمین روشنایی مورد نیاز برای گیاهان گلخانه‌ای مناسب هستند. در مجموع مناطق حاجی‌آباد و خاش تقریباً هم‌اقلیم و مناطق جیرفت، کاکي و صفی‌آباد نیز شرایط آب و هوایی نسبتاً مشابهی دارند. لذا در برنامه‌های توسعه گلخانه در کشور می‌توانند به عنوان مناطق مناسب برای تولید سبزیجات گلخانه‌ای مورد بررسی تکمیلی قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: آمار هواشناسی، تهویه، گرمایش، سرمایش، تناسب اقلیمی.

ارجاع: مختاری‌ستائی م. بهرامی ه. شیخ‌داودی م. ج. مؤمنی د. و سلیمانی م. ۱۴۰۰. تعیین و مقایسه تناسب اقلیمی در چند منطقه جنوبی ایران برای توسعه پایدار گلخانه‌ها. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۲۰: ۳۱-۴۲.

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۲- دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۳- استاد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۴- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
۵- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

* نویسنده مسئول: bahrami16@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۱۷

مقدمه

جانمایی مناسب برای احداث گلخانه، یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار گلخانه‌ها است. برای این کار بایستی قبل از احداث گلخانه، پارامترهای مختلفی بررسی و تحلیل گردند. از جمله این موارد می‌توان به تناسب اقلیمی منطقه، کیفیت و کمیت آب، وضعیت زیرساخت‌های ضروری و نهاده‌های مهم تولید، فاصله از بازارهای عمده مصرف، امکان صادرات به خارج از کشور، کیفیت خاک منطقه در کشت‌های خاکی، وضعیت زمین‌شناختی، سایه‌اندازها و بادشکن‌های طبیعی موجود در منطقه، وضعیت زهکشی، نحوه خارج کردن آب و نمک‌های حل‌شده از سطح و زیرسطح گلخانه، وضعیت سیلاب در منطقه، روش‌های جمع‌آوری و دفع آب ناشی از بارندگی‌ها، وضعیت زیست‌محیطی منطقه در صورت اجرای پروژه‌های گلخانه‌ای و مسائل اقتصادی و اجتماعی اشاره کرد (Zarei et al., 2019).

در خصوص توسعه گلخانه‌های متناسب با اقلیم، مناطقی برای تولید سبزیجات و گیاهان زینتی گلخانه‌ای مناسب‌تر هستند که هزینه نهاده‌های تولید مانند آب، انرژی، بذر، سم، کود و غیره در آن پایین‌تر باشد. یک روش ساده و کارآمد برای بررسی مناسب بودن یک منطقه برای توسعه گلخانه‌ها، مقایسه داده‌های اقلیمی آن با سایر مناطقی است که کشت‌های گلخانه‌ای موفق بوده است (Cemek, 2005).

انرژی، بیشترین هزینه مربوط به تولید خیار گلخانه‌ای در ایران را به خود اختصاص می‌دهد (Sherafati, 2009; Heidari & Omid, 2011; Mohammadi & Omid, 2010). مصرف انرژی در گلخانه‌ها، تحت تأثیر سامانه‌های موجود در گلخانه مانند سامانه‌های کنترل اقلیم، رشد محصولات و تبخیر و تعرق قرار دارد (Iddio et al., 2020). برای دستیابی به تعادل انرژی در گلخانه باید هم عوامل داخلی نظیر شکل سازه، نوع پوشش، دما، نور و رطوبت و هم عوامل محیطی مثل تابش خورشید، سرعت باد، دما و رطوبت نسبی محیط، ارتفاع، عرض و جهت گلخانه را مد نظر قرار داد (Belkadi et al., 2019a). پارامترهای تبادل حرارت، تأثیر قابل توجهی در ایجاد تعادل انرژی و انتخاب کارآمدترین پوشش و شکل گلخانه را دارند (Belkadi et al., 2019b). هزینه گرمایش، بسته به شرایط آب و هوایی منطقه، اندازه و نوع سازه گلخانه و نوع گیاه کشت شده در

آن از ۲۰ تا ۶۰ درصد کل هزینه‌ها، متغیر است (Baytorun et al., 2017).

امروزه فناوری‌های موجود در کشت گلخانه‌ای، اجازه تولید هر نوع محصول را در هر نقطه‌ای از جهان می‌دهد، اما اگر هدف توسعه گلخانه‌های متناسب با اقلیم باشد، بایستی پس از بررسی تناسب اقلیمی نسبت به توسعه گلخانه اقدام نمود (Castilla, 2013). برای کاهش هزینه‌های مربوط به تأمین و مصرف انرژی و نیز یافتن شرایط بهینه و موقعیت اقتصادی - اجتماعی محل احداث گلخانه‌ها، روش استاندارد فائو برای مکان‌یابی آن‌ها باید مدنظر قرار گیرد (Zarei et al., 2019).

تابش خورشید، توزیع دما و رطوبت نسبی اصلی‌ترین پارامترهای مورد نیاز در ارزیابی تناسب اقلیمی یک منطقه، برای تولید محصولات در یک محیط حفاظت‌شده هستند. پارامترهای دیگر اقلیمی، مانند دمای خاک، باد، بارندگی و ترکیب هوا، تأثیر کمتری دارند. دی‌اکسید کربن و تابش فعال فتوسنتزی انباشته شده در طول روز نیز دو متغیر اصلی مؤثر بر رشد گیاه در گلخانه هستند (Sauser et al., 1997; Singh et al., 2016).

تابش خورشیدی اولین شاخص آب و هوایی است که در مطالعه تناسب اقلیم یک منطقه برای کشت حفاظت شده، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. طول روز و تابش خورشیدی دریافت شده در یک سطح افقی، کل تابش روزانه را تعیین می‌کند. دمای محیط، یکی دیگر از پارامترهای اساسی آب و هوایی است که باید در نظر گرفته شود (Castilla, 2013). در ارزیابی اثرات کنترل دما و رطوبت نسبی در تولید خیار گلخانه‌ای در منطقه جیرفت و کهنوج مشخص گردید که تغییرات دمای داخل گلخانه با محیط بیرون هم‌فاز است. در حالی که 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 به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود؛ زیرا عملکرد نهایی محصول را به میزان زیادی کاهش خواهد داد (Momeni & Rahmati, 2012).

بر اساس تطابق فتوپریودیک^۱ اکثر محصولات گلخانه‌ای حداقل شش ساعت در روز به نور آفتاب نیاز داشته و در طول سه ماه، از اواسط آبان‌ماه تا اواسط بهمن‌ماه، در مجموع به ۵۰۰ تا ۵۵۰ ساعت نور آفتاب نیاز دارند.

۱- اثر تغییر ساعات روشنایی بر محصولات گلخانه‌ای

به کمک مجموع حرارت کنترل شده از طریق پوشش، تلفات گرمایی در اثر نشت هوا و حرارت گرفته شده توسط تهویه، می‌توان تابش خورشیدی جذب شده در گلخانه‌ها را برحسب وات بر مترمربع محاسبه کرد. در مناطقی که دمای محیط حتی در گرم‌ترین ماه‌های تابستان به مقادیر زیادی نمی‌رسد؛ تهویه طبیعی مناسب است؛ اما اگر تولید در تمام طول سال مدنظر باشد، باید گرمایش و نور تکمیلی برای حدود شش ماه، در فصول بهار و زمستان فراهم شود (Kendirli *et al.*, 2007).

مقایسه شرایط آب و هوایی توکات^۲ با آنتالیا^۳ و سامسون^۴ نشان داد که مقدار تابش خورشیدی توکات و سامسون در ماه‌های نوامبر، دسامبر و ژانویه و آنتالیا در ماه‌های دسامبر و ژانویه کمتر از میزان مناسب است. گرمایش گلخانه‌ها در آنتالیا از دسامبر تا اواخر فوریه لازم است؛ در حالی که سامسون از نوامبر تا اواسط آوریل و توکات از نوامبر تا اواخر آوریل نیازمند استفاده از بخاری هستند. با توجه به گرمای بیش از حد آنتالیا در تابستان تولید محصول اقتصادی نیست. این در حالی است که با تهویه طبیعی و مقداری سایه‌دهی می‌توان، در تابستان، تولید در گلخانه‌های توکات را تداوم بخشید (Cemek, *et al.*, 2006).

میانگین دمای روزانه منطقه کوملوکا در استان آنتالیا از دسامبر تا آخرین هفته فوریه به زیر ۱۲ درجه سلسیوس می‌رسد، بنابراین برای حفظ کمیت و کیفیت محصولات گلخانه‌ای، باید در این دوره گرمایش گلخانه‌ها مدنظر واقع شود. اگر حد حیاتی تابش کل روزانه برای رشد گیاه، ۲/۳ کیلووات ساعت بر مترمربع در روز در نظر گرفته شود، این مقدار در نوامبر، دسامبر و ژانویه در منطقه کم است و باید از طریق نور مصنوعی تأمین شود (Emekly *et al.*, 2007). در مطالعه‌ای، در منطقه جنوب شرقی ترکیه، مناسب‌ترین دوره تولید محصولات گلخانه‌ای از منظر ویژگی‌های اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت و ماه‌هایی که گلخانه بر اساس شرایط اقلیمی نیازمند گرمایش، تهویه طبیعی، سرمایش و خیلی گرم است، مشخص شدند. بیشترین کمترین نیاز گرمایشی در طول سال، به ترتیب، مربوط به استان‌های کاری و گازیانتپ است. میزان تابش دریافتی در زمستان، در منطقه مورد مطالعه، کم و نور مصنوعی برای

همچنین، دامنه رطوبت مورد نیاز، معمولاً ۷۰ تا ۹۰ درصد است (Castilla, 2013; Zarei *et al.*, 2019).

طبق روش ارائه شده توسط فائو^۱، کشت محافظت شده در گلخانه‌ها یا تونل‌های مرتفع باعث افزایش درجه حرارت روزانه نسبت به هوای بیرون می‌شود که عمدتاً به خصوصیات مواد پوشش‌دهنده، سرعت باد، تابش خورشیدی مطلوب و تعرق محصولی که در داخل گلخانه کشت شده، بستگی دارد. در مقابل، به دلیل وارونگی حرارتی، دمای شبانه نسبت به بیرون اندکی افزایش یافته و در برخی موارد پایین‌تر نیز می‌رود. حداکثر افزایش درجه حرارت، برای یک مکان خاص با عرض جغرافیایی مشخص، به موقعیت زمانی بستگی دارد؛ زیرا تابش خورشیدی با تغییر موقعیت زمانی، تغییر می‌کند (Nisen *et al.*, 1990).

مطابق دستورالعمل فائو، محصولات سبزی و صیفی گلخانه‌ای به شرایط محیطی ذیل نیاز دارند: دامنه دمایی مطلوب برای این محصولات ۱۷ تا ۲۷ درجه سلسیوس است که در شرایط محل احداث گلخانه، این دما، به واسطه اثر گلخانه‌ای حدود ۱۲ تا ۲۲ درجه سلسیوس خواهد بود. در صورتی که میانگین دمای روزانه منطقه پایین‌تر از ۱۲ درجه سلسیوس باشد، گلخانه نیازمند گرمایش خواهد بود. در صورتی که میانگین دمای روزانه در مناطق غیر ساحلی بیش از ۲۲ و در مناطق ساحلی بیش از ۲۷ درجه سلسیوس باشد (به ویژه در ساعات شب)، بایستی گلخانه را خنک نمود. در محدوده دمای ۱۲ تا ۲۲ درجه سلسیوس، معمولاً نیازی به استفاده از سیستم گرمایشی نیست و تهویه طبیعی نیاز گلخانه را تأمین می‌کند. حداکثر دمای مطلق محیط رشد گیاه نباید بیش از ۳۵ تا ۴۰ درجه سلسیوس باشد. حداقل مقدار تابش خورشیدی ورودی به منطقه در دوره رشد محصول بیشتر از ۲۳۰۰ وات ساعت بر مترمربع در روز باشد. با افزایش بیش از حد تابش خورشیدی ورودی در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در تابستان، تولید محصول بدون سامانه خنک کننده کمکی دشوار است، اما اکثر گلخانه‌ها در این بازه زمانی تولیدی ندارند (Verlodt, 1990; Von Elsner *et al.*, 2000; Gruda, 2005; Von Zabeltitz, 2011; Anonymous, 2013).

2- Tokat
3- Antalya
4- Samson

1- FAO

تأمین نیاز گیاهان گلخانه‌ای در دسامبر و ژانویه لازم است. نتایج نشان داد که بهترین زمان برای تولید محصولات گلخانه‌ای در این منطقه، اواخر بهار، تابستان و اوایل پاییز می‌باشد (Yıldırım & Meral, 2010).

بررسی و مقایسه نمودارهای تناسب اقلیمی آمریکا (اسپانیا)، آنتالیا (ترکیه) و دی‌بالت (هلند) نشان می‌دهد، منطقه آنتالیا در ماه دسامبر و ژانویه از نور کافی برخوردار نیست. در تابستان آنتالیا نسبت به آمریکا، تابش کمتر، اما میانگین دمای بالاتر دارد. در هر دو منطقه، تولید محصول بدون خنک کننده مصنوعی در تابستان دشوار است، اما بیشتر گلخانه‌ها در این مدت تولیدی ندارند (Von Zabeltitz, 2011). متغیر مهم دیگر رطوبت نسبی است که در محدوده ۵۵ تا ۹۰ درصد، تأثیر کمی بر روی گیاهان دارد. مقادیر کمتر از ۵۵ درصد ممکن است هنگام تهویه در آب و هوای خشک و یا در هنگام جوانی گیاهان با برگ‌های کوچک اتفاق بیفتد و این می‌تواند تنش آبی ایجاد کند. رطوبت نسبی بیش از ۹۵ درصد برای دوره‌های طولانی، بخصوص در شب، مشکلات جدی ایجاد می‌نماید، زیرا این امر رشد سریع بیماری‌های قارچی مانند بوتریتیس سینرا (کپک خاکستری) را در پی دارد (Kittas *et al.*, 2013).

مقایسه تناسب اقلیمی استان‌های آنتالیا و کرشهر، در ترکیه، برای بررسی امکان توسعه گلخانه‌ها در کرشهر نشان داد که ماه‌های نیازمند گرمایش در آنتالیا، دسامبر تا فوریه است؛ در حالی که گلخانه‌های کرشهر در شش ماه نوامبر تا آوریل نیازمند گرمایش هستند. در بازه پنج ماهه اکتبر و نوامبر و همچنین مارس تا می، می‌توان با تهویه طبیعی در گلخانه‌های آنتالیا تولید داشت ولی بازه تولید با تهویه طبیعی در استان کرشهر به چهار ماه سپتامبر، اکتبر، می و ژوئن محدود می‌شود. در ماه‌های ژوئن و سپتامبر در آنتالیا و جولای و آگوست در کرشهر برای تداوم تولید، گلخانه‌ها نیازمند سرمایش هستند. در ماه‌های جولای و آگوست فقط در آنتالیا، به واسطه درجه حرارت بالا، گلخانه‌ها تولید ندارند. در صورت استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، نظیر انرژی زمین گرمایی، برای گرمایش گلخانه‌ها در استان کرشهر، تولید محصولات گلخانه‌ای با آنتالیا قابل رقابت خواهد بود (Boyacı, 2018). در پژوهشی در سال ۲۰۱۸ شرایط اقلیمی سه منطقه مدیترانه‌ای آنتالیا، مرسین و هاتای مورد بررسی قرار

گرفت. نتایج نشان داد که تابش کل روزانه در هر سه این شهرها، در خط ساحلی مدیترانه، در دسامبر و ژانویه زیر ۸/۴ مگاژول بر متر مربع در روز است. به منظور ورود تابش بیشتر خورشید به گلخانه در این دو ماه، سقف‌های گلخانه باید بوسیله ماده‌ای با نفوذپذیری بالا پوشانده شوند. میانگین دمای روزانه از دسامبر تا فوریه زیر ۱۲ درجه سلسیوس است. با این وجود، از آنجا که میانگین دما در این ماه‌ها به زیر ۷ درجه سلسیوس نمی‌رسد، تولید کنندگان، اقدامات گرمایی ساده‌ای را برای ادامه تولید در روزهای بسیار سرد انجام می‌دهند. یکی از مشکلات اساسی در گلخانه‌های منطقه مدیترانه که با پلاستیک پلی‌اتیلن پوشش داده شده و از وسایل گرمایشی در آن‌ها استفاده نشده این است که دمای گلخانه، در شب‌هایی که آسمان صاف است، به زیر دمای خارج می‌رسد. پرده حرارتی تا حدودی می‌تواند این مشکل را برطرف نماید. به منظور دستیابی به تولید یک ساله در گلخانه‌های منطقه مدیترانه، گلخانه‌ها باید در ساعت‌های شب در زمستان گرم شوند، در دوره‌هایی به کمک تهویه طبیعی و سایه‌دهی و در دوره‌های گرم، با استفاده از وسایل سرمایشی، خنک شوند (Baytorun & Zaimoglu, 2018).

نتایج مطالعه تناسب اقلیمی منطقه جیرفت، به عنوان بزرگترین منطقه تولید خیار گلخانه‌ای در کشور، نشان داد که در ماه‌های سرد سال، بدون استفاده از بخاری و تنها به کمک تهویه طبیعی می‌توان به تولید اقتصادی در گلخانه دست یافت. ولی با توجه به حساسیت خیار گلخانه‌ای به سرما و نزدیک بودن حداقل دمای منطقه به دمای بحرانی در ماه‌های آذر، دی و بهمن، برای ممانعت از توقف تولید و همچنین افزایش عملکرد محصول، لازم است در برخی از شب‌ها از سامانه گرمایشی استفاده نمود. همچنین با توجه به پایین بودن رطوبت نسبی در منطقه، استفاده از روش‌های کمکی برای تأمین رطوبت، تقریباً در تمام طول سال، ضروری است (Mokhtari *et al.*, 2020).

مواد و روش‌ها

برای رسم منحنی‌های تناسب اقلیمی از روش استاندارد فائو استفاده شد. بر اساس استاندارد فائو، روش کار به شرح زیر است:

اقلیمی و هزینه‌های کنترل شرایط اقلیم (گرمایش، سرمایش و ...)، منطقه برای تولیدات گلخانه‌ای مناسب است یا خیر؟

۸- ماه‌هایی که در قسمت بالای خط افقی مربوط به آستانه تابش خورشیدی قرار می‌گیرند، در فصول سرد سال نیازمند نور تکمیلی نیستند اما ماه‌هایی از سال که در پایین این خط واقع می‌شوند، نیاز به روشنایی تکمیلی دارند.

در این مطالعه، داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک جیرفت در جنوب استان کرمان، دزفول در شمال استان خوزستان، حاجی‌آباد در شمال استان هرمزگان، منطقه پشتکوه شهرستان خاش در استان سیستان و بلوچستان و کاکي در شرق شهرستان دشتی استان بوشهر استخراج شدند (شکل ۱). با استفاده از آن‌ها و همچنین داده‌های به دست آمده از بانک اطلاعاتی داده‌های تابش خورشیدی (سودا ۱۱)، نقشه‌های روند تغییر پارامترهای مورد نظر و نمودارهای تناسب اقلیمی، با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶، ترسیم شدند. سپس نمودارهای تناسب اقلیمی شهرستان جیرفت، به عنوان قطب توسعه کشت‌های گلخانه‌ای در جنوب کشور، با سایر مناطق مورد بررسی، مقایسه شد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد بررسی در جنوب کشور (Anonymous, 2020)

نتایج و بحث

شکل ۲ نمودارهای تناسب اقلیمی پنج منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مشخصات این نمودارها در جدول

۱- جمع‌آوری اطلاعات میانگین بلندمدت حداقل ۲۰ ساله دمای روزانه منطقه و سپس تعیین میانگین بلندمدت دمای ماهانه.

۲- جمع‌آوری اطلاعات میانگین بلندمدت حداقل ۱۰ ساله تابش خورشیدی روزانه منطقه و بر اساس آن‌ها تعیین میانگین بلندمدت تابش خورشیدی ماهانه.

۳- واحد محور X، دما برحسب درجه سلسیوس و واحد محور Y، انرژی دریافتی منطقه برحسب کالری بر سانتی‌مترمربع در روز، وات ساعت بر مترمربع در روز و یا مگا ژول بر مترمربع در روز است.

۴- روی محور X، دماهای ۱۲، ۲۲ و ۲۷ درجه سلسیوس را به عنوان شاخص، مشخص کرده و خط‌هایی در راستای محور عمودی، از این عددها به سمت بالا ادامه می‌دهیم.

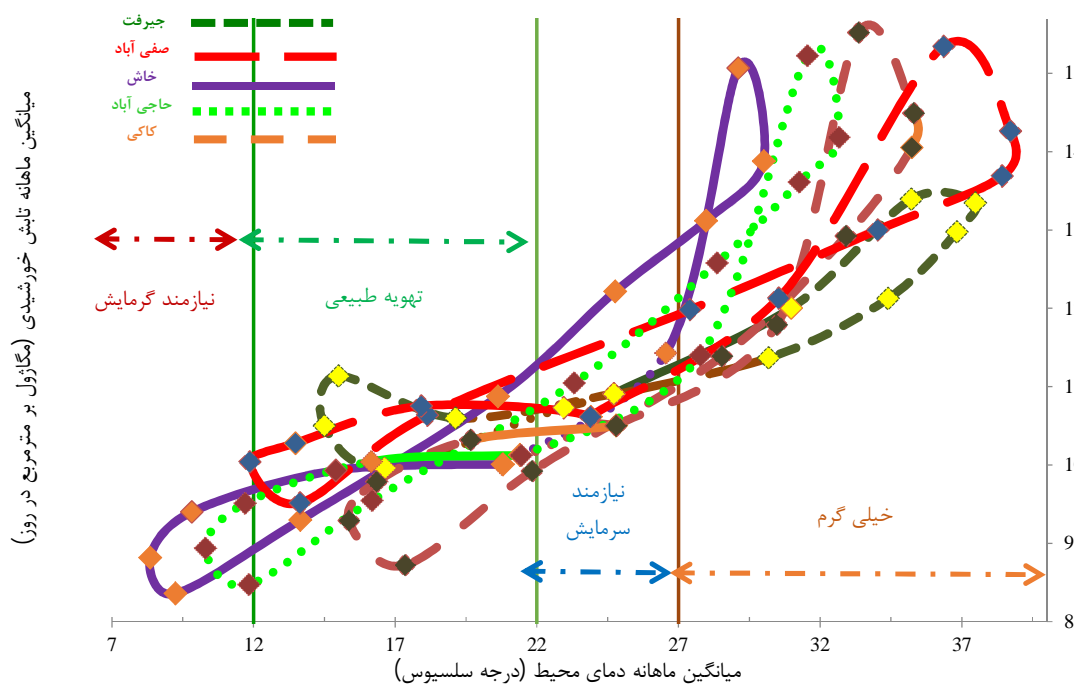
۵- روی محور Y، تابش خورشیدی ۲۰۰ کالری بر سانتی‌مترمربع در روز یا ۲/۳ کیلو وات ساعت بر مترمربع در روز و یا ۸/۳۷ مگاژول بر مترمربع در روز را به عنوان شاخص آستانه تابش مشخص کرده و خطی در راستای محور افقی، از این اعداد به سمت راست امتداد می‌دهیم.

۶- میانگین دمای فروردین‌ماه را در راستای محور عمودی، امتداد داده تا به میانگین تابش همان ماه برسیم. محل برخورد آن‌ها را به عنوان ماه فروردین علامت‌گذاری می‌کنیم. بقیه ماه‌های سال، که اردیبهشت تا اسفند است، نیز به همین ترتیب رسم می‌شوند. سپس از اتصال نقاط به دست آمده به یکدیگر، منحنی بسته‌ای حاصل می‌شود که در حالت کلاسیک و شرایط بدون باد و بارندگی، تا حدی به بیضی شبیه خواهد بود.

۷- ماه‌هایی که در بخش اول در سمت چپ واقع شده‌اند، نیازمند سامانه گرمایشی هستند، (گلخانه نیاز به گرمایش دارد)، ماه‌هایی که در قسمت میانه ۱۲ تا ۲۲ درجه سلسیوس قرار می‌گیرند، بجز مناطق دور از ساحل که ممکن است نیازمند گرمایش شبانه باشند، به طور معمول فقط به تهویه طبیعی و ماه‌هایی که در قسمت سوم ۲۲ تا ۲۷ درجه سلسیوس قرار می‌گیرند به سیستم سرمایشی نظیر، فن - پد و یا مه‌پاش نیاز دارند. همچنین ماه‌هایی که در سمت راست تقسیم‌بندی قرار می‌گیرند، در قسمت خط مربوط به دمای ۲۷ درجه سلسیوس، گرمای زیادی دارند و خنک کردن گلخانه در این ماه‌ها غیر قابل اجتناب خواهد بود. براساس ماه‌هایی که در هر یک از این چهار قسمت قرار می‌گیرند، می‌توان بررسی کرد که از لحاظ

برای این منطقه در طول سال به ترتیب ۱۹/۴۳ و ۳۱/۳۵ درجه‌ی سلسیوس بوده است. تحلیل نمودار تناسب اقلیمی جیرفت، مطابق شکل ۲، نشان می‌دهد که گلخانه‌های این منطقه، به منظور تولید محصولات کشاورزی، در شش ماه از سال (آبان تا فروردین)، بدون استفاده از وسیله گرمایشی و تنها با تهویه طبیعی می‌توانند تولید داشته باشند.

۱ آمده است. نتایج بررسی آمار بلندمدت شهرستان جیرفت نشان داد که در این منطقه پایین‌ترین دما ۴ درجه سلسیوس بوده که در دی‌ماه اتفاق افتاده است. میانگین کمینه و بیشینه دما برای جیرفت در طول سال به ترتیب ۲۰/۶۱ و ۳۲/۴۱ درجه سلسیوس بوده است. بررسی آمار بلندمدت منطقه صفی‌آباد نشان می‌دهد که در این منطقه، پایین‌ترین دما ۳/۸ درجه سلسیوس بوده که در دی‌ماه اتفاق افتاده است. میانگین کمینه و بیشینه دما



شکل ۲- میانگین تابش خورشیدی در مقابل میانگین دمای هوا برای پنج منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات نمودارهای شکل ۲

منطقه	شکل نمودار	ماه‌های واقع در محدوده نیازمند گرمایش	ماه‌های واقع در محدوده تهویه طبیعی	ماه‌های واقع در محدوده نیازمند سرمایش	ماه‌های واقع در محدوده خیلی گرم
جیرفت	-----	-	آذر تا اسفند	آبان و فروردین	اردیبهشت تا مهر
کاکلی	-----	-	آبان تا اسفند	فروردین	اردیبهشت تا مهر
صفی‌آباد	-----	-	آبان تا اسفند	فروردین	اردیبهشت تا مهر
حاجی‌آباد	آذر تا بهمن	آبان، اسفند و فروردین	مهر	اردیبهشت تا شهریور
خاش	-----	آذر تا بهمن	مهر، آبان، اسفند و فروردین	اردیبهشت و شهریور	خرداد تا مرداد

در پنج ماه از سال (ماه‌های آبان، آذر، بهمن، اسفند و فروردین)، بدون استفاده از تجهیزات گرمایشی و تنها با

تحلیل شرایط میانگین آب و هوایی منطقه صفی‌آباد مطابق شکل ۲ نشان می‌دهد که گلخانه‌های این منطقه،

است دمای محیط گلخانه‌ها در شب‌هایی از سه ماه آذر تا بهمن به کمک تجهیزات گرمایشی استاندارد در محدوده رشد گیاه حفظ شود.

بررسی نتایج به دست آمده (شکل ۲) نشان می‌دهد که در منطقه خاش بر خلاف جیرفت که تداوم تولید، به دلیل افزایش بی‌رویه دما، در شش ماهه اردیبهشت تا مهرماه، توجیه ندارد، در این منطقه فقط در سه ماهه خرداد تا مرداد این مشکل وجود دارد.

شکل‌های ۳ و ۴ گویای این مطلب هستند که مناطق حاجی‌آباد و خاش تقریباً هم‌اقلیم و مناطق جیرفت، کاکي و صفی‌آباد نیز شرایط آب و هوایی نسبتاً مشابهی دارند. هر چند که تشابه اقلیمی جیرفت و کاکي بیشتر است. لذا در برنامه‌های توسعه گلخانه در کشور می‌توانند به عنوان مناطق مناسب برای تولید سبزی و صیفی گلخانه‌ای مورد بررسی تکمیلی قرار گیرند. مناطق پنج‌گانه مورد بررسی، در تمام طول سال، از نظر دریافت پرتوهای خورشیدی و تأمین روشنایی مورد نیاز گیاهان گلخانه‌ای محدودیتی ندارند و از این حیث کاملاً شبیه به هم هستند.

نتایج به دست آمده در این مطالعه با نتایج مطالعات (Kittas *et al.*, 2013) که اقلیم‌های متفاوتی در آمستردام هلند، ولوس^۱ یونان و آلمریا^۲ در اسپانیا را مورد بررسی قرار دادند، تطابق دارد. آن‌ها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که بر خلاف هلند که اقلیم معتدلی دارد، در طول‌های جغرافیایی پایین‌تر مانند آلمریا و ولوس، سرمایش گلخانه در طول تابستان ضروری است. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه (Castilla, 2013) نیز که برای منطقه خشک و گرم آلمریا در اسپانیا انجام شده است مطابقت دارد. در بررسی انجام شده برای آلمریا و تریف (اسپانیا) و دی‌بلت (هلند) مشخص گردید که در مناطق گرمسیر آلمریا و تریف بدون نیاز به سامانه‌های گرمایشی و فقط به کمک تهویه طبیعی می‌توان در اکثر ماه‌های سال تولید محصول داشت. در حالی که در مناطق معتدل شبیه به دی‌بلت برای تداوم تولید در پاییز و زمستان نیاز به سامانه‌های گرمایشی وجود دارد ولی در ماه‌هایی از بهار و تابستان امکان تولید با تهویه طبیعی فراهم است که با یافته‌های این پژوهش نیز مطابقت دارد.

تهویه طبیعی می‌توانند اقدام به تولید محصول نمایند. برای تداوم تولید در دی‌ماه و جلوگیری از آسیب به محصول بایستی به کمک تجهیزات گرمایشی دمای محیط گلخانه افزایش یابد. نتایج بررسی تناسب اقلیمی این شهرستان نشان می‌دهد که در شش ماه از سال (اردیبهشت تا مهر)، مدیریت گلخانه بدون نیاز به سامانه سرمایشی، امکان‌پذیر نیست.

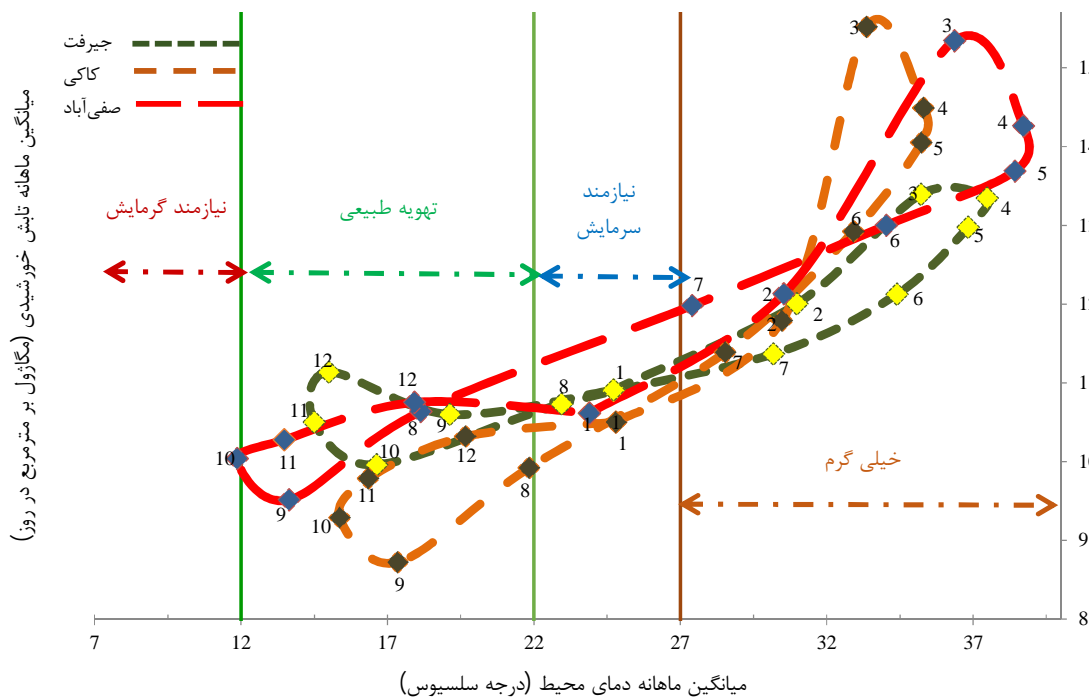
بررسی شرایط میانگین آب و هوایی منطقه کاکي نشان می‌دهد که گلخانه‌های این منطقه، به منظور تولید محصولات کشاورزی، در شش ماه از سال (آبان تا فروردین)، بدون استفاده از تأسیسات قوی و تنها با تهویه طبیعی می‌توانند تولید داشته باشند. میانگین کمینه و بیشینه دما برای این منطقه در طول سال به ترتیب ۱۹/۸۷ و ۳۱/۹۹ درجه سلسیوس است. نتایج به دست آمده در شکل ۲ نشان می‌دهد که در شش ماه از سال (اردیبهشت تا مهر) به دلیل افزایش بی‌رویه دما، خنک کردن محیط گلخانه‌ها در کاکي مشابه دو منطقه جیرفت و صفی‌آباد الزامی است.

آنالیز شرایط میانگین آب و هوایی شهرستان حاجی‌آباد، مطابق شکل ۲ نشان می‌دهد که در گلخانه‌های این منطقه برای چهار ماه از سال (مهر، آبان، اسفند و فروردین)، تولید محصول بدون استفاده از تأسیسات قوی و تنها با تهویه طبیعی امکان‌پذیر است. برای جلوگیری از خسارت به محصول، بایستی دمای محیط گلخانه را به کمک تجهیزات گرمایشی، در ماه‌های آذر، دی و بهمن در حد مناسب حفظ نمود. میانگین کمینه و بیشینه دما برای این منطقه در طول سال به ترتیب ۱۵/۸۶ و ۲۷/۹ درجه سلسیوس بوده است. این شکل نشان می‌دهد که در پنج ماه از سال (اردیبهشت تا شهریور) به دلیل افزایش بی‌رویه دما، خنک کردن محیط گلخانه‌ها در حاجی‌آباد برای تداوم تولید محصول، ضروری خواهد بود.

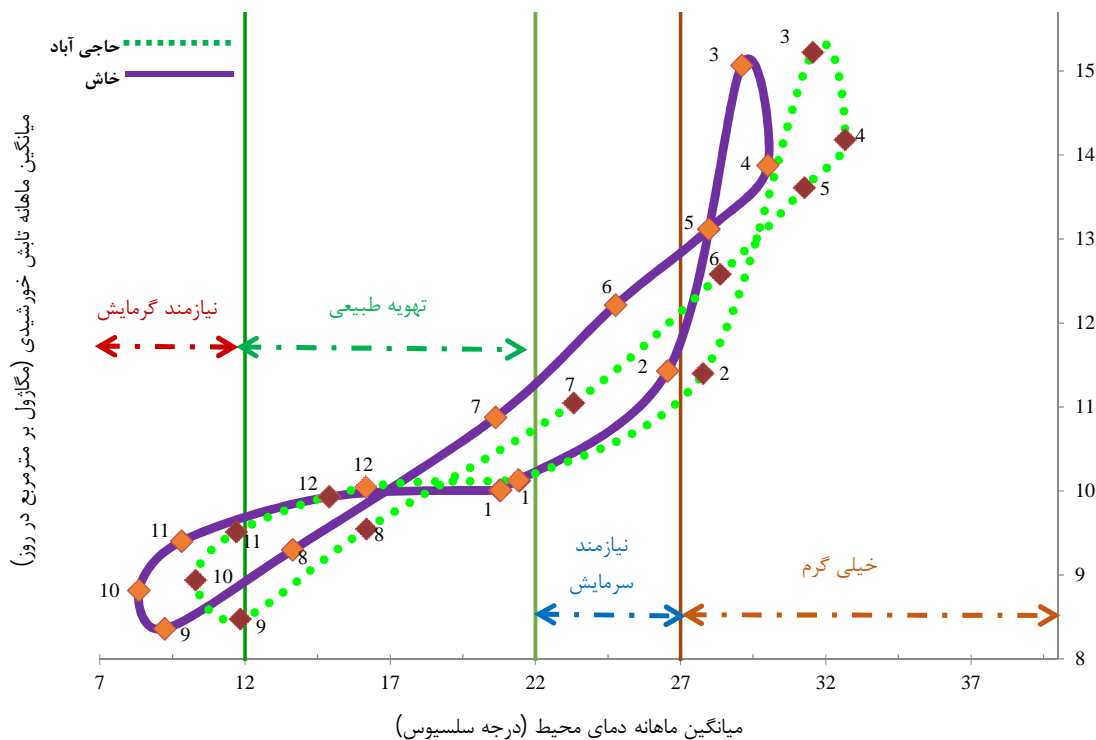
بررسی شرایط میانگین آب و هوایی منطقه خاش، بر اساس شکل ۲، نشان می‌دهد که گلخانه‌های این منطقه، در شش ماه از سال در دو بازه زمانی شهریور تا آبان و اسفند تا اردیبهشت، بدون استفاده از تأسیسات قوی و تنها با تهویه طبیعی می‌توانند تولید داشته باشند. میانگین کمینه و بیشینه دما برای این منطقه در طول سال به ترتیب ۱۴/۸۲ و ۲۴/۴۷ درجه سلسیوس بود. برای پیش‌گیری از خطر سرمازدگی و آسیب به محصول، لازم

1- Volos

2- Almeria



شکل ۳- میانگین تابش خورشیدی در مقابل میانگین دمای هوا برای سه منطقه جیرفت، کاکي و صفی آباد



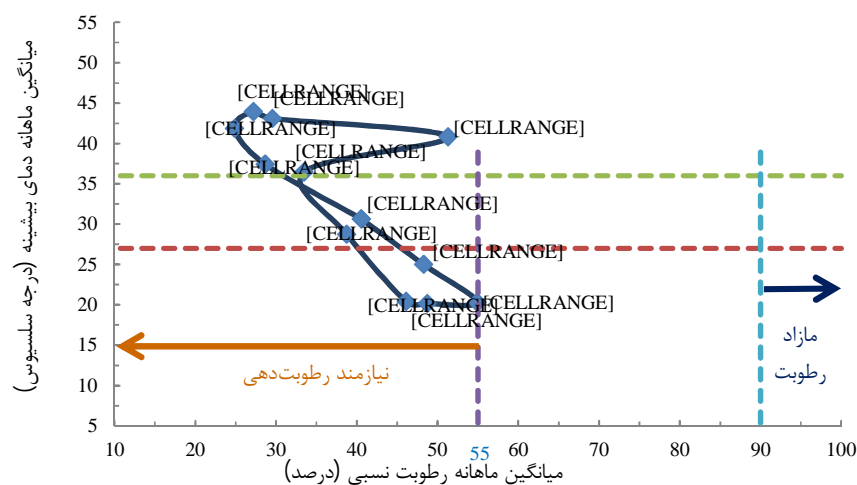
شکل ۴- میانگین تابش خورشیدی در مقابل میانگین دمای هوا برای دو منطقه خاش و حاجی آباد

جیرفت پائین است. این امر سبب می‌شود که تقریباً در تمام طول سال، با استفاده از روش‌های کمکی، نیاز رطوبتی گلخانه‌ها تأمین شود.

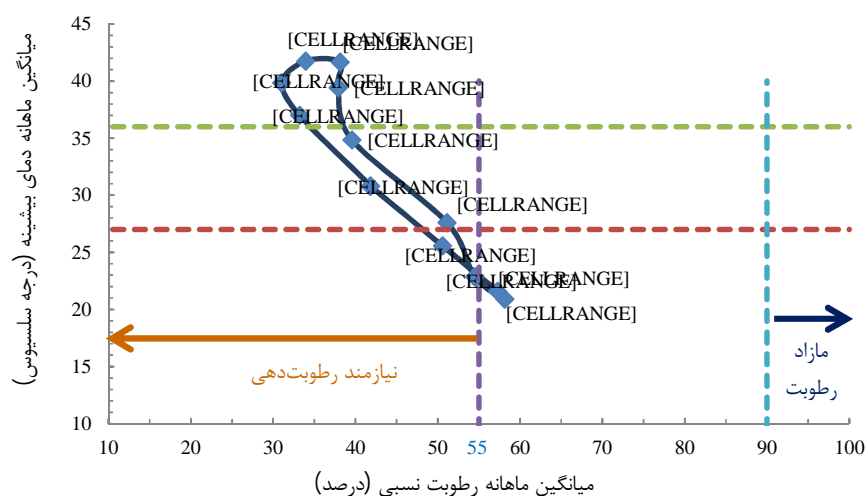
شکل‌های ۸ و ۹ نیز گویای این موضوع هستند که رطوبت نسبی مناطق حاجی‌آباد و خاش از سایر مناطق مورد مطالعه پائین‌تر است. این امر سبب می‌شود که در تمام طول سال نیاز به تأمین رطوبت نسبی در گلخانه با استفاده از روش‌های کمکی وجود داشته باشد.

منطقه جیرفت از رطوبت نسبی پایینی برخوردار است؛ بنابراین تأمین رطوبت نسبی مورد نیاز گلخانه‌ها، تقریباً در تمام طول سال، ضروری است (شکل ۵).

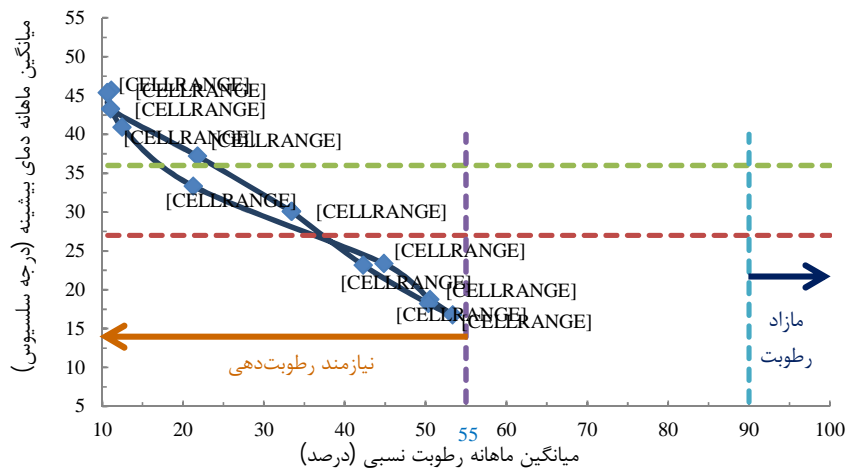
شکل ۶ نشان می‌دهد که رطوبت نسبی پائین در منطقه کاکي باعث شده، تقریباً در تمام طول سال به جز ماه‌های دی و بهمن، گلخانه‌ها نیازمند تأمین رطوبت نسبی، با استفاده از روش‌های کمکی باشند. شکل ۷ نشان دهنده این مطلب است که رطوبت نسبی صفی‌آباد نیز همانند



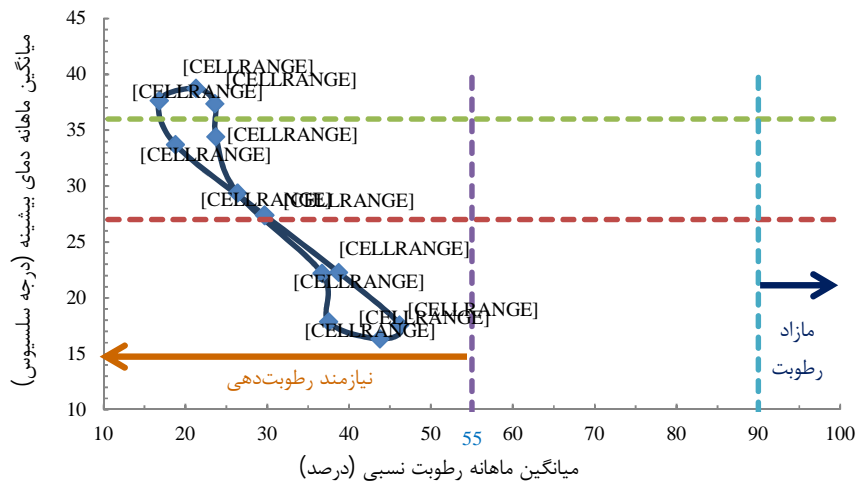
شکل ۵- نمودار تناسب اقلیمی جیرفت برای احداث و بهره‌برداری از گلخانه‌ها (میانگین دمای حداکثر - میانگین رطوبت نسبی)



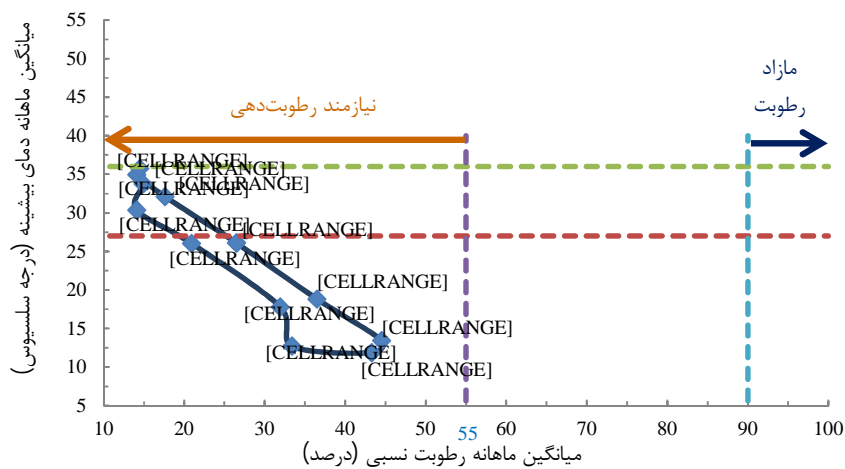
شکل ۶- نمودار تناسب اقلیمی کاکي برای احداث و بهره‌برداری از گلخانه‌ها (میانگین دمای حداکثر - میانگین رطوبت نسبی)



شکل ۷- نمودار تناسب اقلیمی صفی آباد برای احداث و بهره‌برداری از گلخانه‌ها (میانگین دمای حداکثر - میانگین رطوبت نسبی)



شکل ۸- نمودار تناسب اقلیمی حاجی آباد برای احداث و بهره‌برداری از گلخانه‌ها (میانگین دمای حداکثر - میانگین رطوبت نسبی)



شکل ۹- نمودار تناسب اقلیمی خاش برای احداث و بهره‌برداری از گلخانه‌ها (میانگین دمای حداکثر - میانگین رطوبت نسبی)

- Climate control in mediterranean greenhouses. IntechOpen
- Belkadi, A., Mezghani, D., & Mami, A. (2019a). Energy Design and Optimization of a Greenhouse. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(3): 4235-4242.
- Belkadi, A., Mezghani, D., & Mami, A. (2019b). Energy optimization of a Greenhouse, *7th International Conference on Renewable Energy Renouvelables* 19-22 December 2019, Tunisia-Sousse.
- Boyacı, S. (2018). Kırşehir ve Antalya İlleri İçin Seraların Isı Gereksiniminin Belirlenmesi ve Isıtımda Kullanılan Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(6): 976-986.
- Castilla, N. (2013). *Greenhouse technology and management*. Cabi. Published by Ediciones Mundi-Prensa, Madrid (Spain) and Mexico. PP. 22-27.
- Cemek, B. (2005). Determination of Indoor Climate Requirements of Greenhouses in Samsun Provinces with-GIS assisted. *Journal of the Faculty of Agriculture*, 36(2): 179-186.
- Cemek, B., Karaman, S., & Unlukara, A. (2006). Air conditioning requirements of greenhouses in Tokat region. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1): 25-36.
- Emekli, N. Y., Bastug, R., & Buyuktas, K. (2007). Current situation, problems and development of suitable solution proposals of the greenhouse in Kumluca, Antalya. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2): 273-288.
- Iddio, E., Wang, L., Thomas, Y., McMorro, G., & Denzer, A. (2020). Energy efficient operation and modeling for greenhouses: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117: 109480.
- Gruda, N. (2005). Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. *Critical reviews in plant sciences*, 24(3): 227-247.
- Heidari, M. D., & Omid, M. (2011). Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran. *Energy*, 36(1): 220-225.
- Kendirli, B., Cakmak, B., & Gökalp, Z. (2007). Analysis of climate factors for the development of greenhouses in Eastern Blacksea Region. *Building and environment*, 42(12): 4072-4078.
- Kittas, C., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Bakker, S. (2013). Greenhouse climate control and energy use. *FAO, Rome, Italy*.
- Mohammadi, A., & Omid, M. (2010).

نتیجه‌گیری

در اکثر مناطق جنوبی کشور تولید محصولات گلخانه‌ای در پاییز و زمستان و اوایل بهار به کمک تهویه طبیعی امکان‌پذیر است. ولی در مناطق پنج‌گانه مورد بررسی، برای افزایش کمیت و کیفیت محصول لازم است در شب‌های محدودی از فصول پاییز و زمستان به کمک تجهیزات گرمایشی استاندارد نسبت به اصلاح دمای محیط گلخانه اقدام نمود.

در مناطق مورد مطالعه به واسطه افزایش بیش از حد دمای هوا، بالا بودن شدت تابش خورشید و پایین بودن رطوبت نسبی در تابستان، تولید محصول در این مقطع توصیه نمی‌گردد.

این مناطق در تمام طول سال، از نظر دریافت پرتوهای خورشیدی و تأمین روشنایی مورد نیاز گیاهان گلخانه‌ای، محدودیتی ندارند.

رطوبت نسبی محیط گلخانه تقریباً در تمام مناطق مورد مطالعه و در تمام طول سال کمتر از میزان توصیه شده است. بنابراین برای افزایش کمیت و کیفیت محصول لازم است که به وسیله تجهیزات کمکی، میزان رطوبت نسبی محیط گلخانه افزایش یابد. لذا در نظر گرفتن حجم آب مورد نیاز برای سامانه‌های سرمایشی در برآورد نیاز آبی کل گلخانه، بسیار اهمیت دارد.

منابع

- Anonymous. (2013). Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops: Principles for Mediterranean climate areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAO plant production and protection paper*, 217: 641.
- Anonymous. (2020). Map of Political Divisions of the Country's Cities. *Statistical Center of Iran*.
https://www.amar.org.ir/Portals/0/Geo/maps/2020/re_2_map-shahrestan_2020.jpg (accessed February 2020) (In Persian).
- Baytorun, A. N., Üstün, S., Akyüz, A., & Çaylı, A. (2017). The Determination of Heat Energy Requirement for Greenhouses with Different Hardware under Climate Conditions Antalya. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(2): 144-152.
- Baytorun, A. N., & Zaimoglu, Z. (2018). *Climate Resilient Agriculture - Strategies and Perspectives*. IntechOpen. Chapter 9:

- greenhouse. Karaj, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Deputy for Promotion, Agricultural Education Publishing. (In Persian).
- Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Applied Energy*, 87(1): 191-196.
- Mokhtari, M., Bahrami, H., Shikhdavoodi, M.J., Momeni, D., & Soleymani, M. (2020). Climatic suitability for sustainable development of greenhouses in Jiroft city. *Extension Journal of Greenhouse Vegetables*, 3(1): 49-54. (In Persian).
- Momeni, D., & Rahmati, M. H. (2012). Evaluation of the effects of temperature and humidity control on greenhouse cucumber production in jiroft and kahnooj regions. *Journal of Agricultural Machinery Engineering*, 2(1): 38-45. (In Persian).
- Nisen, A., Grafiadellis, M., Jiménez, R., La Malfa, G., Martínez-García, P. F., Monteiro, A., ... & Bausoin, W. O. (1990). Protected cultivation in the Mediterranean climate. *FAO plant production and protection paper*, 90: 313.
- Sauser, B. J., Giacomelli, D. G. A., & Janes, D. H. W. (1997). *Modeling the effects of air temperature perturbations for control of tomato plant development* (pp. 87-92).
- 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.
- Singh, M. C., Yousuf, A., & Singh, J. P. (2016). Greenhouse Microclimate Modeling under Cropped Conditions: A Review. *Res. Environ. Life Sci*, 9: 1552-1557.
- Verloot, H. (1990). Greenhouses in Cyprus, protected cultivation in the Mediterranean climate. *FAO, Rome, Italy*. Chapter 2: Production Conditions. FAO.
- Von Elsner, B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mistriotis, A., Von Zabeltitz, C., Gratraud, J., & Suay-Cortes, R. (2000). Review of structural and functional characteristics of greenhouses in European Union countries: Part I, design requirements. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75(1): 1-16.
- Yıldırım, D., & Meral, R. (2010). Güneydoğu Anadolu Projesi (Gap) Bölgesi ve civarı illerde seraların iklimlendirme gereksinimleri. *HR. Ü. ZF Dergisi*, 14(4): 13-22.
- Von Zabeltitz, C. (2011). *Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, and Climate Control*. Springer.
- Zarei, Q., Momeni, D., & Javadi Moghaddam, J. (2019). *Comprehensive guide to locating a*