مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد ۴ شماره ۲ صفحه‌های ۱۸۱ تا ۱۹۸ (۱۳۹۸)

ارزیابی وضعیت شرایط جوی برای گلخانه‌ها در برخی از منطقه‌های ایران[1]

نعمت اله اعتمادی[2]، رضوان محمدی نژاد و ابوذر شیخ علیان[3]

چکیده

بهره‌گیری از گلخانه برای تولید گیاهان زینتی و صیفی و سبزی‌ها در سال‌های اخیر در منطقه‌های خشک دنیا جایگاه ویژه‌ای یافته است. طراحی سازه، ساخت و گزینش نوع پوشش گلخانه‌ای به‌طور کلی به عامل‌های کلیدی مانند اقلیم، نوع محصول و شرایط مالی سرمایه‌گذار بستگی دارد. در این بین، عامل‌های اقلیمی مانند دما (شامل میانگین دمای ماهیانه و تفاوت دمای روز و شب)، تابش خورشیدی (شامل طول دوره روشنایی، شدت و کیفیت تابش خورشید)، رطوبت نسبی و باد (سرعت بیشینه، میانگین و جهت) اهمیت زیادی بر توسعه پایدار صنعت گلخانه دارد. با توجه به وجود اقلیم‌های متعدد در ایران، در این مقاله نمودارهای اقلیمی مؤثر بر ساخت و مدیریت گلخانه‌های سبزی‌های فصل گرم، مانند دما و تابش خورشید، بر اساس روش ارائه شده به‌وسیله سازمان خواربار و کشاورزی جهان، فائو، تعیین شد. افزون بر عامل‌های یاد شده، عامل رطوبت به نمودارها اضافه شد و نمودارهای باد جداگانه رسم شد. در پایان، پیشنهادهای لازم برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در منطقه‌های مختلف ایران داده شده است.

واژگان کلیدی: باد، تابش خورشید، تناسب اقلیمی، سبزی‌های فصل‌گرم، دما، رطوبت نسبی، گلخانه.

مقدمه

تولید در گلخانه به دلیل افزایش محصول، کاهش مصرف آب و کاهش وابستگی به عامل‌های محیطی بیرون، سال‌هاست در دنیا اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. برای طراحی گلخانه، عامل‌های متعدد مؤثر هستند ازجمله وضع اقلیم منطقه، نوع گیاه، ضابطه‌های هر کشور برای احداث گلخانه و ارزیابی اقتصادی (۷). در کشورهای پیشرفته در صنعت گلخانه، پیش از ساخت گلخانه نمودارهای تناسب اقلیمی مانند نمودارهای میانگین دمای ماهیانه، مقدار تابش خورشیدی، رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و جهت باد را تهیه می‌کنند (۱۴). این نمودارها در تعیین نیاز سرمایشی و گرمایشی، مقدار تهویه لازم، نوع گیاهان قابل کاشت و مقاومت سازه گلخانه مؤثرند و به‌طورکلی به براورد تقریبی هزینه‌های احداث، کنترل شرایط محیطی و تولید کمک می‌کنند. با توجه به این‌که در کشور ما اطلاعات کمی در این مورد وجود دارد، هدف از این پژوهش ارزیابی نقش داده‌های اقلیمی دما، تابش خورشید، رطوبت نسبی و باد بر احداث گلخانه در مرکز برخی از استان‌ها و کمک به کاشت سبزی‌های فصل‌گرم است.

تابش خورشیدی- تابش طبیعی خورشید یکی از مهم‌ترین عامل‌های اقلیمی مؤثر در گزینش محل گلخانه است که در ماه‌های پاییز و زمستان هرسال به کمترین مقدار خود می‌رسد (۴، ۱۴). میانگین سالانه تابش خورشید در کمترین مقدار آن در دو قطب زمین دیده می‌شود و با کاهش عرض جغرافیایی تا ۲۰ درجه افزایش می‌یابد. در منطقه‌های استوایی، وجود

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۲۳

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: etemadin@cc.iut.ac.ir

۳- به ترتیب، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه واخنینگن هلند.

مقدار زیاد رطوبت در اتمسفر موجب هدر رفت قسمتی از تابش خورشید می‌شود. میانگین تابش خورشید در منطقه استوا در تابستان و زمستان به‌تقریب ثابت است، درحالی‌که با افزایش عرض جغرافیایی تفاوت در مقدار تابش بین فصل تابستان و فصل زمستان افزایش می‌یابد. در چند شهر نزدیک به استوا به دلیل بارندگی یا زیاد بودن رطوبت نسبی تابستان، تابش خورشید کاهش یافته، ولی در شهرهای دیگر که تابستانی خشک دارند افزایش می‌یابد (۱۴).

میانگین ماهیانه تابش روزانه خورشید اهمیت زیادی بر مقدار تولیدهای گیاهی دارد. تولید ماده خشک در گیاه با کاهش مقدار تابش خورشیدی کم و در نقطه موازنه نوری متوقف می‌شود. با بهره‌گیری از نور مصنوعی، می‌توان نیاز نوری گیاه را برطرف کرد (۱۴). مقدار تابش اگر زیادتر از نقطه اشباع نوری باشد، موجب توقف نورساخت[1] و گاهی از بین رفتن گیاه می‌شود. در این حالت‌ها به سایه‌اندازی نیاز خواهد بود (۱۴). در عرض‌های جغرافیایی شمالی و جنوبی کره زمین و در زمستان، به دلیل محدود بودن مقدار تابش خورشید، بدون استفاده از نور مصنوعی تولید گیاه امکان‌پذیر نیست. کمینه تابش روزانه جهانی ضروری برای رشد و گل‌دهی مناسب گیاهان در حدود ۲ تا ۲/۳ کیلووات بر مترمربع در روز است (۸، ۱۴).

دما- تغییر دما در هر منطقه به عامل‌های زیادی مانند عرض جغرافیایی، مقدار تابش خورشیدی، فصل، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از دریا، باد، ابری بودن و مه‌آلودگی منطقه بستگی دارد (۳، ۶، ۱۴). در عرض‌های جغرافیایی بین صفر تا ده درجه، تفاوت در میانگین دما بین گرم‌ترین و سردترین ماه، کمتر از پنج درجه سلسیوس است. این تفاوت در عرض‌های جغرافیایی بین صفر تا ۲۳ درجه، از ۱۳ درجه سلسیوس کمتر است. در عرض‌های جغرافیایی بین ۲۳ تا ۴۸ درجه، تفاوت در میانگین بیشینه و کمینه دما بین گرم‌ترین و سردترین ماه به ترتیب به ۲۴ و ۱۷ درجه سلسیوس می‌رسد (۱۴). در عرض‌های جغرافیایی پایین در زمین‌های با ارتفاع نزدیک به سطح دریا، به علت دمای یکنواخت، کاشت سبزی‌ها در سراسر سال امکان‌پذیر است، ولی در منطقه‌های مرتفع، کمینه دما ممکن است به زیر دمای بهینه زیستی گیاه برسد که مستلزم استفاده از وسایل گرمایشی است (۳، ۱۴). داده‌های دمایی هر منطقه می‌توانند کمک مناسبی برای بررسی اولیه و گزینش درست محل گلخانه و کاشت محصول باشند.

رطوبت نسبی- رطوبت نسبی محیط، عامل اقلیمی مهم دیگری است که در تعیین محل گلخانه می‌تواند مؤثر باشد. فراهم کردن رطوبت برای گیاهان در جاهایی با رطوبت نسبی اندک، نیازمند صرف هزینه بیشتر برای تهیه آب و نصب سیستم‌های مه‌افشان است. از سوی دیگر، کنترل رطوبت هوا در منطقه‌های دارای رطوبت خیلی زیاد نیز دشوار است. باید در نظر گرفت که محیط داخلی گلخانه به دلیل استفاده از سیستم آبیاری ویژه خود و تبخیر و تعرق گیاهان کاشت شده، نسبت به محیط آزاد رطوبت زیادتری دارد. در اصل، کاشت گیاهانی با نیاز رطوبتی کم در جاهایی با رطوبت نسبی زیاد، موجب افزایش بیماری‌ها و کاهش محصول می‌شود. افزون بر این، دشوار بودن کنترل رطوبت نسبی در چنین منطقه‌هایی موجب کاهش کیفیت، کاهش ماندگاری محصول پس از برداشت (۱۳) و پدیدار شدن برخی از کمبودهای غذایی در برخی از گیاهان می‌شود.

سرعت باد- از عامل‌های دیگری که می‌تواند در طراحی، تهویه طبیعی و حفظ انرژی گلخانه نقش مؤثری داشته باشد، سرعت باد است. بیشینه سرعت وزش باد در منطقه یکی از عامل‌هایی است که در طراحی، استحکام گلخانه و گزینش جهت گلخانه نقش دارد. مقاوم نبودن سازه گلخانه (به ویژه گلخانه‌های سنتی) در برابر طوفان موجب ویرانی گلخانه و از

1. Photosynthesis

بین رفتن سرمایه می‌شود. تعریف طوفان بر اساس مقیاس بوفورت[1] عبارت است از بادهایی که سرعت آن‌ها بین ۸۹ تا ۱۰۲ کیلومتر بر ساعت (در ارتفاع ۱۰متری) است (۱). این امر هنگام طراحی و ساخت گلخانه باید در نظر گرفته شود، حتی اگر باد با این سرعت‌ها هرچند سال یک‌بار بوزد. از سوی دیگر، وجود باد با سرعت مناسب (دو متر بر ثانیه یا ۷/۲ کیلومتر بر ساعت)، برای تهویه طبیعی در ماه‌های بهار و پاییز و کاهش تهویه مصنوعی، اهمیت فراوانی دارد و موجب کاهش استفاده از سیستم هواکش و درنتیجه کاهش در مصرف انرژی می‌شود (۳). در منطقه‌ای که سرعت باد در این ماه‌های سال کمتر از دو متر بر ثانیه است، استفاده از سیستم‌های مصنوعی (فعال) مانند هواکش ضروری است. برای کارایی بیشتر تهویه طبیعی (غیرفعال) می‌توان ارتفاع گلخانه را بیش از ۳ متر در نظر گرفت تا اثر دودکش[2] به حرکت هوای درون گلخانه و ایجاد تبادل هوا با خارج کمک کند (۲، ۵). در چنین منطقه‌ای نیاز به تهویه فعال و افزایش سطح دریچه‌ها و منفذهای تهویه نمایان‌تر می‌شود (۳). در منطقه‌هایی با زمستان‌های سرد، با افزایش سرعت باد، از دست دادن انرژی از راه پوشش و نیز از راه نشت هوا از درون گلخانه افزایش می‌یابد (۳). در حالت‌های ویژه که سرعت باد زیاد است، می‌توان با استفاده از پرده‌های گرمایی[3] هدر رفت انرژی را کاهش داد. پرده‌های گرمایی در اقلیم‌های آرام و با آسمان ابری تا ۵٪ و در اقلیم‌های با باد شدید و آسمانی صاف تا ۶۰٪ قادر به حفظ انرژی هستند (۳). احداث بادشکن در منطقه‌های دارای باد شدید می‌تواند هدر رفت انرژی گلخانه را کاهش دهد، ولی باید در نظر داشت که اگر سرعت باد در بهار و پاییز کمتر از دو متر بر ثانیه باشد، بادشکن می‌تواند مانع تهویه طبیعی شود.

در این بررسی، برپایه داده‌های هواشناسی بلندمدت کشور، برخی از نمودارهای داده‌های هواشناسی برای احداث گلخانه‌ها (۴، ۱۴، ۱۵) مانند منحنی‌های دمایی، تابشی، رطوبت نسبی و باد برای مرکز چند استان کشور رسم و نتایج آن‌ها واکاوی شدند.

مواد و روش‌ها

میانگین دمای ماهیانه، رطوبت‌نسبی، سرعت باد، بر مبنای ماه‌های میلادی، برای بازه زمانی ۶۰ ساله اخیر تا سال ۲۰۱۷ میلادی برای مرکز استان‌های مختلف از پایگاه سازمان هواشناسی کشور استخراج شد (۵). میانگین تابش خورشید نیز از کتاب راهنمای تابش خورشیدی به دست آمد (۲).

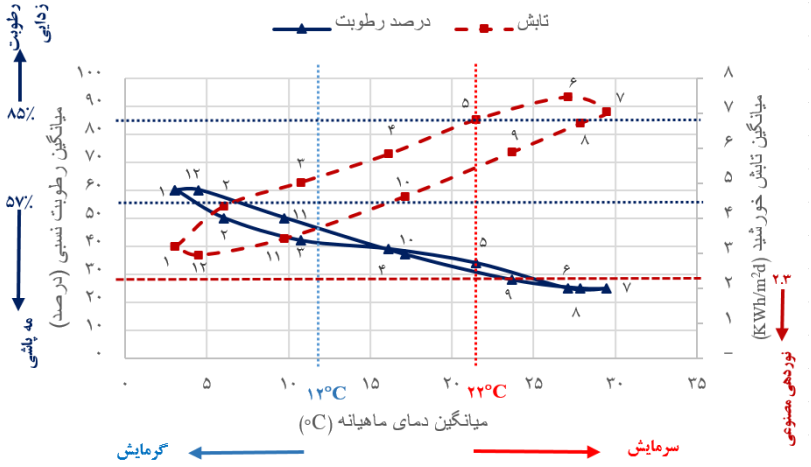
برای رسم نمودارهای اقلیمی، از روشی استفاده شد که سازمان خواربار و کشاورزی جهان (فائو) برای سبزی‌های فصل‌گرم (گوجه‌فرنگی و فلفل) تنظیم کرده است. منحنی‌های ارائه شده به وسیله فائو بدون منحنی رطوبت نسبی هستند. در این پژوهش، میانگین رطوبت‌نسبی مرکز استان‌ها به آن اضافه شد (۴). گیاهان مناسب این بررسی، سبزی‌های فصل‌گرم در نظر گرفته شدند. بر اساس منحنی‌های رسم شده، کمترین شدت تابش موردنیاز ۲/۳ کیلو وات ساعت بر مترمربع در روز (معادل ۸/۵ مگاژول بر مترمربع در روز) در نظر گرفته شد. کمترین و بیشترین میانگین دمای ماهیانه نیز ۱۲ و ۲۲ درجه سلسیوس و کمینه و بیشینه رطوبت نسبی مورد نیاز این گیاهان به ترتیب ۵۷ و ۸۵٪ به‌طور میانگین از داده‌های ارائه‌شده در منبع‌های مختلف (۴، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴) تعیین شدند. در تفسیر منحنی عامل‌های اقلیمی موجود در نمودارهای بخش نتایج، در زمان‌هایی که میانگین دمای ماهیانه کمتر از ۱۲ درجه سلسیوس (قسمت چپ نمودار) قرارگرفته باشد، برای پرورش سبزی‌های فصل گرم به سیستم گرمایشی نیاز است. میانگین دما اگر بین ۱۲ تا ۲۲ درجه سلسیوس (قسمت میانی نمودار) باشد، تنها به تهویه طبیعی، مانند باز کردن دریچه‌ها و پنجره‌ها نیاز است، اما با قرارگیری منحنی میانگین

1. Beaufort scale 2. Chimney effect 3. Thermal screens

دما در قسمت راست نمودار (بیش از ۲۲ درجه سلسیوس)، گلخانه‌ها نیاز به سیستم سرمایشی دارند. اگر بخش‌هایی از منحنی رطوبت‌نسبی از آستانه کمینه رطوبت کمتر باشند، استفاده از سیستم‌های کمکی مانند مه‌افشانی یا آبپاشی کف گلخانه موردنیاز است. اگر بخش‌هایی از منحنی رطوبت‌نسبی از آستانه بیشینه رطوبت بیشتر باشند، استفاده از سیستم‌های تهویه یا سامانه‌های رطوبت‌زدایی در گلخانه‌ها لازم است. اگر مقدار تابش خورشید از آستانه کمینه ۲/۳ کیلووات ساعت بر مترمربع در روز کمتر شود، استفاده از نور مصنوعی پیشنهاد می‌شود. روشن است که این روش گامی اولیه برای ارزیابی مناسب بودن اقلیم منطقه برای کاشت و پرورش انواع سبزی‌های فصل‌گرم است. از این روش می‌توان برای انواع دیگر سبزی‌ها و گیاهان زینتی با متناسب کردن آستانه‌های اقلیمی یادشده استفاده کرد.

نتایج

۱-اصفهان- در شکل ۱ مشاهده می‌شود که برای تولید محصول بهینه سبزی‌های فصل‌گرم با کاشت گلخانه‌ای در سراسر سال به سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی به ترتیب حدود ۴ تا ۵ ماه نیاز خواهد بود. در سه ماه از سال (ماه‌های ۴، ۵ و ۱۰ میلادی) نیز تنها با تهویه طبیعی می‌توان در گلخانه‌ها تولید داشت. با توجه به رطوبت نسبی اندک اصفهان، ده ماه از سال نیاز به تأمین رطوبت است که در چهار ماه با به‌کارگیری سیستم هواکش و پوشال[1] این نیاز تأمین می‌شود. در دیگر ماه‌ها باید از روش‌های مختلف برای تأمین رطوبت بهره گرفت. این منطقه در همه ماه‌های سال ازنظر مقدار دریافت تابش‌های خورشیدی و تأمین روشنایی موردنیاز گیاهان گلخانه‌ای کمبود ندارد.

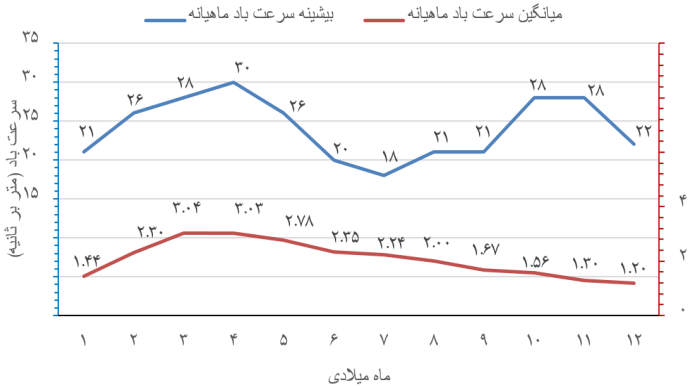


شکل ۱- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت‌نسبی ماهیانه شهر اصفهان.

در شکل ۲، بیشترین سرعت باد در اصفهان ۳۰ متر بر ثانیه (۱۰۸ کیلومتر بر ساعت) نشان داده شده است. بادهایی با این سرعت، می‌توانند به سازه و پوشش گلخانه‌ها خسارت وارد آورند. در ماه‌های زمستان میانگین ماهانه سرعت باد از ۳/۰۴ متر بر ثانیه (حدود ۱۱ کیلومتر بر ساعت) بیشتر نیست که اثری بر افزایش هدر رفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار میانگین سرعت باد اندکی بیش از دو متر بر ثانیه (۷/۲ کیلومتر بر ساعت) است که کمک به تهویه طبیعی در گلخانه است درحالی‌که در ماه‌های پاییز این سرعت به کمتر از دو متر بر ثانیه می‌رسد و ممکن است نیاز به نوعی تهویه فعال

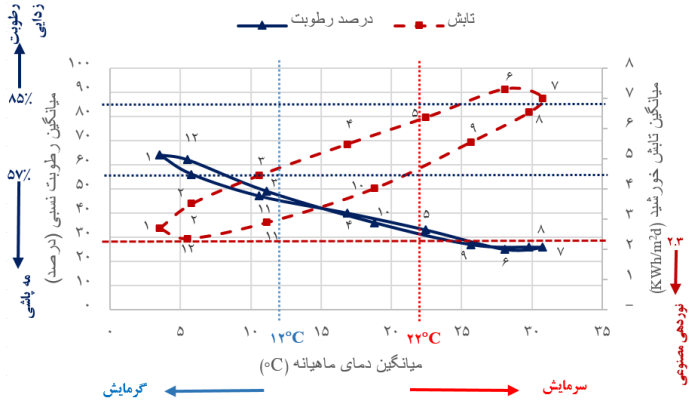
1. Fan and pad

باشد. در تابستان، به علت فعال بودن سیستم هواکش و پوشال، تهویه به‌صورت خودکار جریان دارد مگر هنگامی‌که سیستم خاموش شود که در آن موقع می‌توان با باز کردن پنجره‌ها، به تهویه کمک کرد.



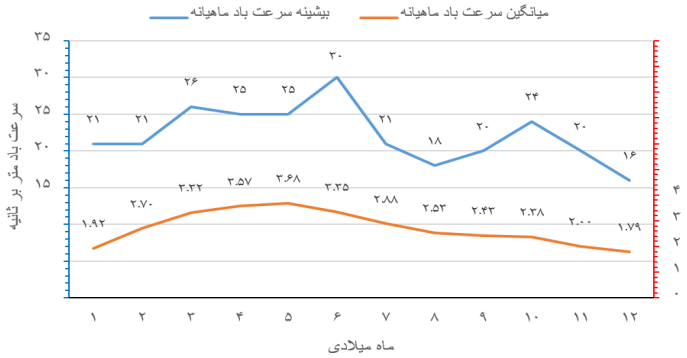
شکل ۲- بیشترین و میانگین سرعت باد در ماه‌های مختلف سال در اصفهان.

۲- <u>تهران</u>- نمودارهای اقلیمی تهران تا حدودی شباهت زیادی به نمودارهای اقلیمی اصفهان دارند. شکل ۳ نشان می‌دهد ۵ ماه از سال به استفاده از سیستم‌های سرمایشی و ۵ ماه دیگر به استفاده از سیستم‌های گرمایشی نیاز است. در دو ماه (ماه‌های ۴ و ۱۰ میلادی) می‌توان با باز کردن پنجره‌ها به‌صورت طبیعی گلخانه را تهویه کرد. رطوبت‌نسبی برای کاشت سبزی‌ها فصل گرم نزدیک به ۹ ماه از سال از حد متعارف کمتر است و از این رو نیاز به تأمین رطوبت خواهد بود که ۵ ماه از آن با استفاده از سیستم هواکش و پوشال تأمین می‌شود و نزدیک به ۴ ماه دیگر نیاز به فراهم کردن رطوبت از راه‌هایی مانند مه افشانی یا پاشیدن آب روی زمین است. مقدار تابش خورشیدی در تمام ماه‌ها (به‌جز ماه ۱۲ میلادی در زمستان) مناسب است.



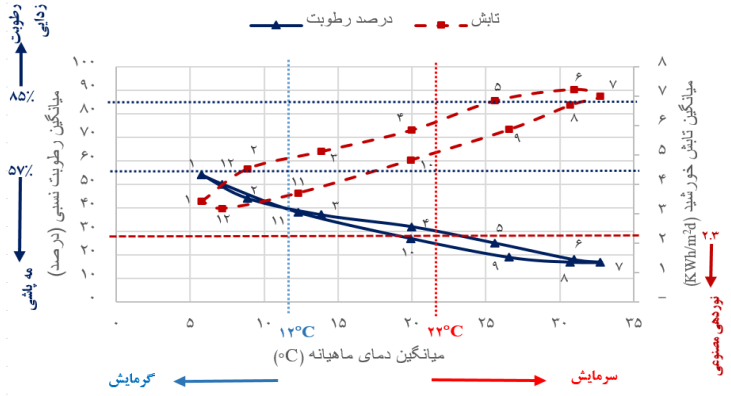
شکل ۳- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر تهران.

در شکل ۴ مشاهده می‌شود پرسرعت‌ترین باد در تهران به ۳۰ متر بر ثانیه (۱۰۸ کیلومتر بر ساعت) است که در محاسبه استحکام سازه گلخانه باید در نظر گرفته شود. بیشترین میانگین سرعت باد در زمستان (سردترین ماه‌ها) به حدود ۳/۳۲ متر بر ثانیه (۱۳ کیلومتر بر ساعت) می‌رسد و تأثیر کمی بر هدر رفت انرژی از راه پوشش گلخانه دارد. میانگین سرعت باد در بهار بالاتر از ۳ متر بر ثانیه (۱۰/۸ کیلومتر بر ساعت) و کمکی به تهویه طبیعی است، اما در پاییز گاهی به کمتر از این می‌رسد که به استفاده از تهویه مصنوعی نیاز خواهد بود.



شکل ۴- میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای هر ماه میلادی در شهر تهران.

۳- یزد- نیاز سرمایشی گلخانه‌ها در یزد به ۵ ماه و نیاز گرمایشی آن‌ها به حدود ۳ ماه می‌رسد (شکل ۵). در ۴ ماه از سال یعنی ماه‌های۳، ۴، ۱۰ و ۱۱ میلادی، نیاز به تهویه طبیعی است. رطوبت محیط در سراسر سال کمتر از حد بهینه برای پرورش این نوع سبزی‌ها فصل گرم است که می‌توان در ۵ ماه، همزمان با تأمین سرمایش از راه سیستم هواکش و پوشال، رطوبت موردنیاز را تأمین کرد. در دیگر ماه‌ها، رطوبت از راه مه افشانی یا آب‌پاشی زمین فراهم می‌آید. مقدار تابش خورشید بیشتر از آستانه کمینه است و نیاز به تأمین نور مصنوعی نیست.

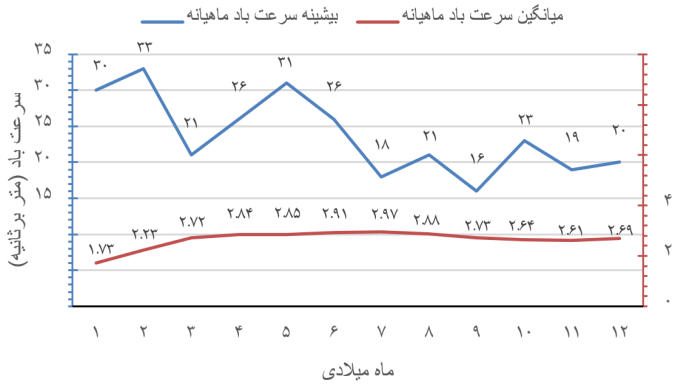


شکل ۵ - برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر یزد.

شکل ۶، نشان‌دهنده بیشینه سرعت باد در یزد است که به ۳۳ متر بر ثانیه (حدود ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت) می‌رسد و می‌تواند به راحتی به سازه و پوشش گلخانه آسیب زند. بیشترین میانگین سرعت باد در زمستان (ماه‌های ۱، ۲ و ۳ میلادی) کمتر از ۳ متر بر ثانیه (۱۰/۸ کیلومتر بر ساعت) است که اثر زیادی بر هدر رفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار (۴، ۵ و ۶ میلادی) و پاییز (۱۰، ۱۱ و ۱۲ میلادی) سرعت باد به بیش از ۲ متر بر ثانیه (۷/۲ کیلومتر بر ساعت) می‌رسد که به تهویه طبیعی درون گلخانه کمک می‌کند. در تابستان (ماه‌های ۷، ۸ و ۹) به خاطر فعال بودن سیستم هواکش و پوشال، نیاز به تهویه برطرف می‌شود.

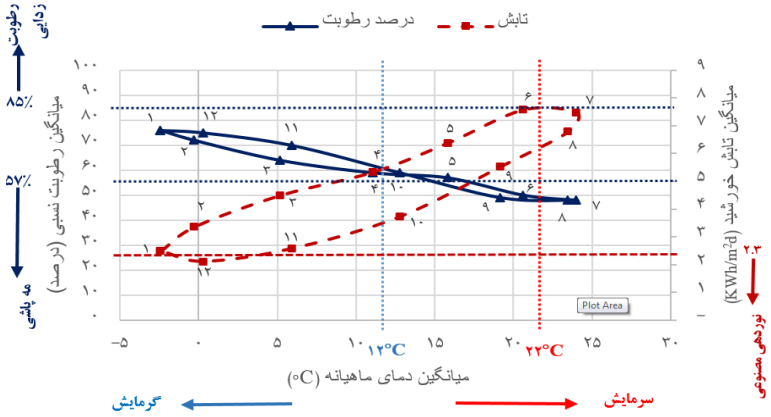
۴- ارومیه- گلخانه‌های شهر ارومیه در ۶ ماه از سال نیاز به تأمین گرما و در ۲ ماه از سال نیاز به سیستم سرمایشی دارند (شکل ۷). ۴ ماه نیز تهویه به صورت طبیعی خواهد بود. رطوبت مناسب برای ۷ ماه و رطوبت بیش از ۴۵٪ در دیگر ماه‌ها، نیاز به تأمین رطوبت در گلخانه را کاهش می‌دهد. حدود ۱ ماه از سال (ماه ۱۲میلادی)، گلخانه‌ها به علت کمتربودن شدت

تابش خورشید از ۲/۳ کیلووات ساعت بر مترمربع در روز، نیاز به تأمین نور مصنوعی دارند. به‌صرفه بودن استفاده از نور مصنوعی، به نسبت سود به هزینه بستگی دارد؛ اگرچه همچنان می‌توان از گیاهانی با نقطه اشباع نوری پایین استفاده کرد.



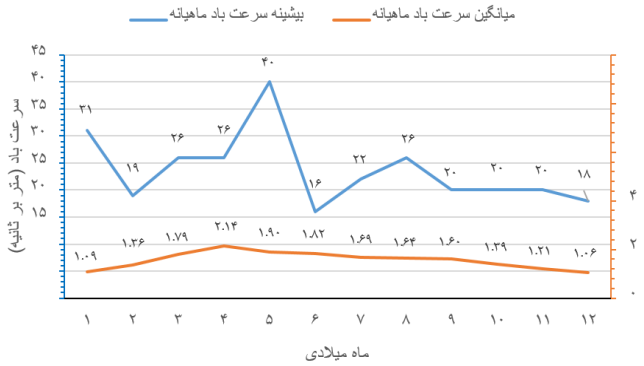
شکل ۶ - میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای هر ماه میلادی در شهر یزد.

بر اساس شکل ۸، بیشینه سرعت باد در ارومیه به ۴۰ متر بر ثانیه (۱۴۴ کیلومتر بر ساعت) و خیلی شدید است. این موضوع اگر در طراحی سازه گلخانه در نظر گرفته نشود، آسیب‌های جدی به گلخانه وارد می‌کند. میانگین سرعت باد در ماه‌های زمستان کم است. این سرعت کم، اثر زیادی بر افزایش هدررفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار (۴، ۵ و ۶ میلادی) و پاییز (۱۰، ۱۱ و ۱۲ میلادی) میانگین سرعت باد اغلب کمتر از دو متر بر ثانیه است که در این شرایط باید از تهویه فعال استفاده کرد. در تابستان در ماه‌های ۷ و ۸ میلادی با استفاده از سیستم هواکش و پوشال مشکل تهویه برطرف می‌شود و در ماه ۹ با کاهش دما می‌توان از سیستم فعال تهویه، مانند هواکش، استفاده کرد.

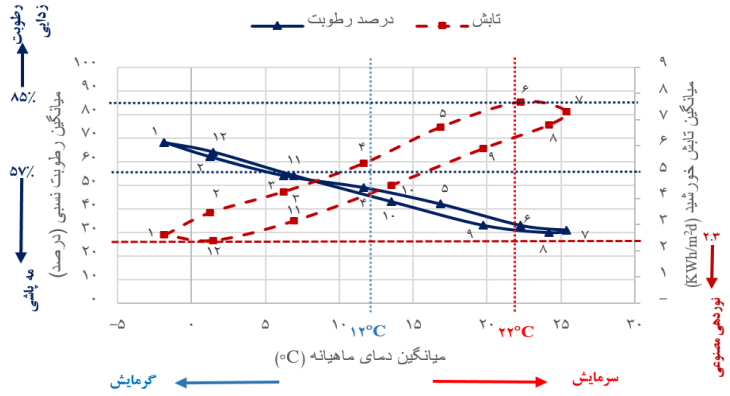


شکل ۷ - برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر ارومیه.

۵- <u>شهرکرد</u>- برابر شکل ۹، نیاز به سیستم گرمایشی در شهرکرد به بیش از ۶ ماه (ماه‌های ۱۱ تا ۱۲ و ۱ تا ۴ میلادی) و نیاز سرمایشی به ۳ ماه (۶، ۷ و ۸ میلادی) می‌رسد. ۳ ماه (۵، ۹ و ۱۰ میلادی) نیاز به تهویه طبیعی است. نیاز به سوخت مناسب و ارزان مثل گاز طبیعی برای تولید در این منطقه امری ضروری و تعیین‌کننده برای قدرت رقابت محصول تولیدی در بازار است. رطوبت در ۳ ماه از سال برای تولید مناسب است، اما ۹ ماه دیگر از سال نیاز به فراهم کردن رطوبت است. این منطقه در ۱۲ ماه سال ازنظر دریافت تابش‌های خورشیدی و تأمین روشنایی موردنیاز گیاهان گلخانه‌ای کمبودی ندارد.



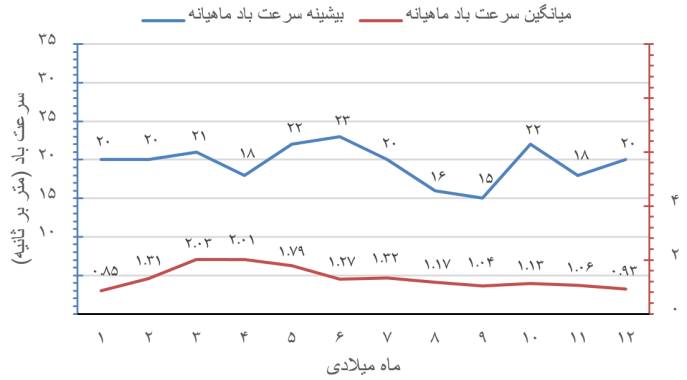
شکل ۸ - میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهر ارومیه.



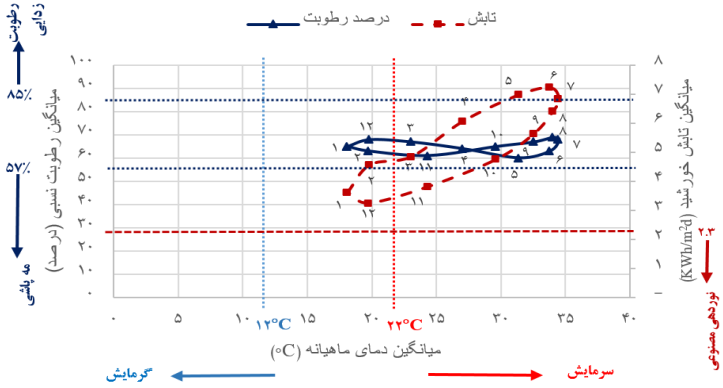
شکل ۹- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهرکرد.

بر اساس شکل ۱۰، بیشینه سرعت باد در شهرکرد به ۲۳ متر بر ثانیه (بیش از ۸۰ کیلومتر بر ساعت) ثبت شده است. میانگین تقریبی سرعت باد در ماه‌های زمستان کم است که اثر زیادی بر افزایش هدررفت انرژی ندارد. در ۲ ماه بهار و سراسر پاییز میانگین سرعت باد به ۲ متر بر ثانیه نمی‌رسد که مستلزم استفاده از تهویه فعال در گلخانه است. در ماه‌های ۷ و ۸ میلادی (تابستان)، استفاده از سیستم‌های هواکش و پوشال برطرف‌کننده نیاز به تهویه است، اما ماه ۹ میلادی، به علت کم بودن میانگین سرعت باد و استفاده نکردن از سیستم سرمایشی، نیاز به نوعی تهویه فعال مانند هواکش است.

۶- <u>بندرعباس</u>- بر اساس شکل ۱۱، به‌جز حدود ۳ ماه از سال، (ماه‌های ۱۲ و ۱ تا ۲ میلادی)، در دیگر ماه‌های سال استفاده از سیستم سرمایشی ضروری است. استفاده از سیستم‌های متعارف سرمایشی مانند هواکش و پوشال در منطقه‌هایی مانند بندرعباس، کمی مورد توجه است. کارایی سیستم هواکش و پوشال هنگامی بالاست که رطوبت‌نسبی محیط پایین باشد. در منطقه بندرعباس رطوبت نسبی در سراسر سال بیش از ۶۰٪ است و از این رو تا حدودی اثربخشی این سیستم کاهش می‌یابد. به دلیل این که دما در سراسر سال بیش از کمینه موردنیاز پرورش سبزی‌های فصل‌گرم است، گلخانه‌های این منطقه نیاز به سیستم گرمایشی ندارند و در ۳ ماه از سال، تهویه طبیعی برطرف‌کننده نیاز کاشت این گیاهان است. رطوبت در سراسر سال خیلی مناسب برای کاشت گیاهانی مانند گوجه‌فرنگی است. تابش خورشیدی همواره بیشتر از کمینه و مناسب کاشت است.



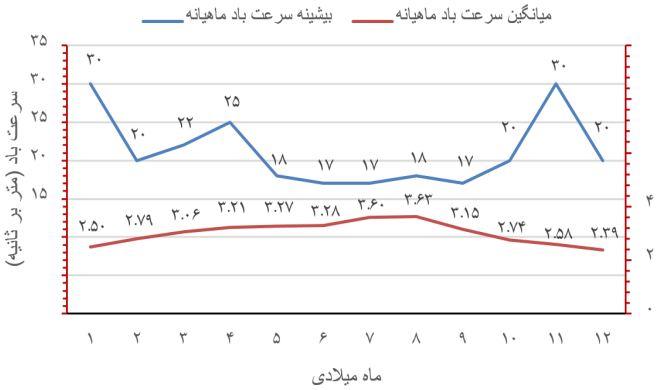
شکل ۱۰- میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهرکرد.



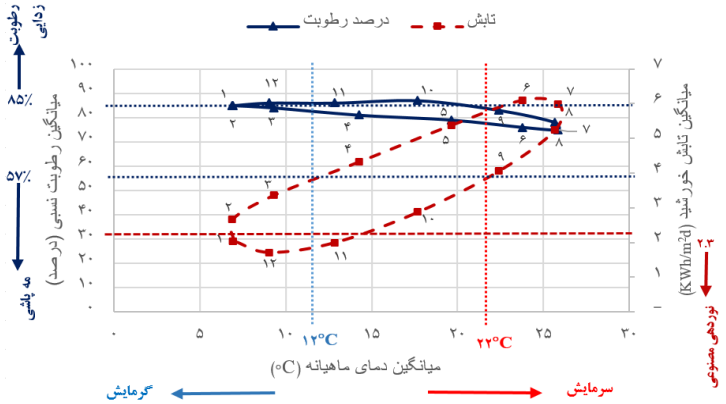
شکل ۱۱- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر بندرعباس.

بر اساس شکل ۱۲، بیشینه سرعت باد در بندرعباس به ۳۰ متر بر ثانیه (۱۰۸ کیلومتر بر ساعت) می‌رسد و از این رو نیاز است که اصول ساخت گلخانه‌های مقاوم به باد، رعایت شود. میانگین سرعت باد در ماه‌های زمستان به بیش از ۱۰ کیلومتر بر ساعت می‌رسد و این سرعت به علت سرد نبودن محیط در این زمان، اثر زیادی بر افزایش هدر رفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار و پاییز، میانگین سرعت باد بیش از ۲ متر بر ثانیه است که به تهویه طبیعی در گلخانه کمک می‌کند و گلخانه‌ها با باز شدن دریچه‌ها به صورت طبیعی می‌توانند تهویه داشته باشند. در تابستان، سرعت باد در حد معمول سال است و تهویه به خاطر فعالیت سیستم سرمایشی جریان دارد.

۷- رشت- بر اساس شکل ۱۳، در این شهر حدود ۴ ماه از سال (ماه‌های ۱۲، ۱، ۲ و۳ میلادی) نیاز به استفاده از سیستم‌های گرمایشی و در ماه‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ میلادی نیاز به استفاده از سیستم‌های سرمایشی است. در دیگر ماه‌های سال با استفاده از تهویه طبیعی می‌توان برنامه کاشت گیاهان را در گلخانه انجام‌داد. رطوبت نسبی منطقه زیاد است (۷۵ تا ۸۷٪) و مقدار تابش خورشیدی در ۳ ماه از سال کمتر از کمینه نیاز اغلب گیاهان مورد نظر است. بنابراین، برای این شهرستان کاشت گیاهان فصل‌گرم در ۳ ماه از سال (ماه‌های ۱۱ تا ۱ میلادی) دشوار خواهد بود و کاشت گیاهانی با نیاز رطوبتی زیاد و نقطه اشباع نوری کم پیشنهاد می‌شود.



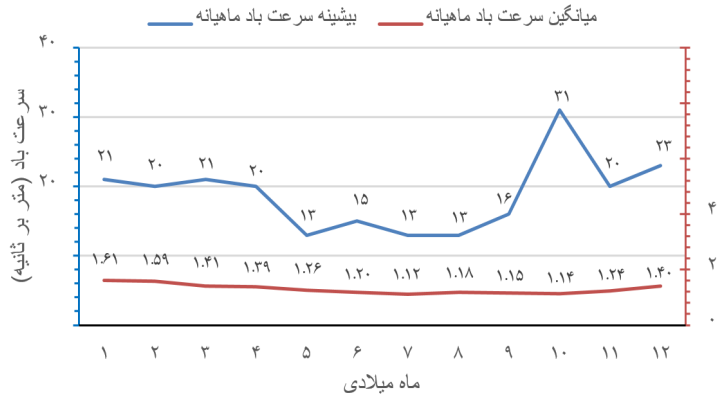
شکل ۱۲ - میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهر بندرعباس.



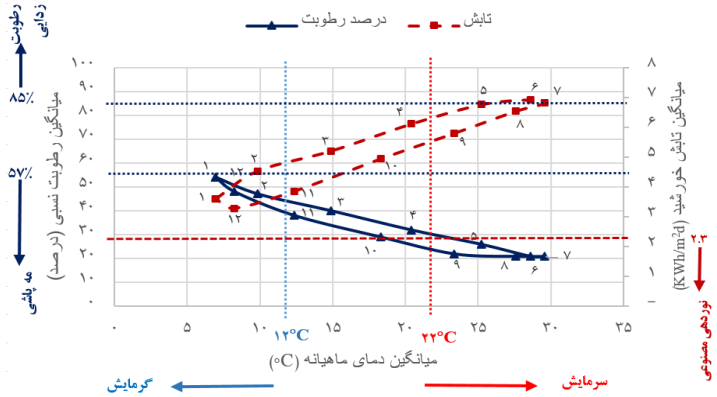
شکل ۱۳- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر رشت.

بیشینه سرعت باد در رشت به ۳۱ متر بر ثانیه (بیش از ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت) می‌رسد، (شکل ۱۴) که باید این موضوع را در طراحی و مقاومت گلخانه در برابر باد در نظر گرفت. سرعت باد در ماه‌های زمستان کم است و از این رو تأثیر چندانی در هدر رفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار و پاییز، میانگین سرعت باد کمتر از ۲ متر بر ثانیه است و به نوعی تهویه فعال نیاز خواهد بود. میانگین سرعت باد در تابستان در حد معمول سال است و از این رو تهویه از راه سیستم سرمایشی برقرار می‌شود.

۸- <u>زاهدان</u>- بر اساس شکل ۱۵، در این منطقه حدود ۵ ماه از سال (ماه‌های ۵ تا ۹ میلادی) نیاز به استفاده از سیستم سرمایشی و ۳ ماه از سال (ماه‌های ۱۲ تا ۲ میلادی) نیاز به سیستم گرمایشی است. در ماه‌های ۳، ۴، ۱۰ و ۱۱ میلادی فقط نیاز به تهویه طبیعی است. از آن‌جا که میانگین رطوبت‌نسبی در طول سال به آستانه ۵۷٪ نمی‌رسد، بنابراین، نیاز است که رطوبت لازم در سراسر سال فراهم گردد. کمینه تابش خورشیدی برای پرورش گیاهان فصل‌گرم در سراسر سال فراهم است.

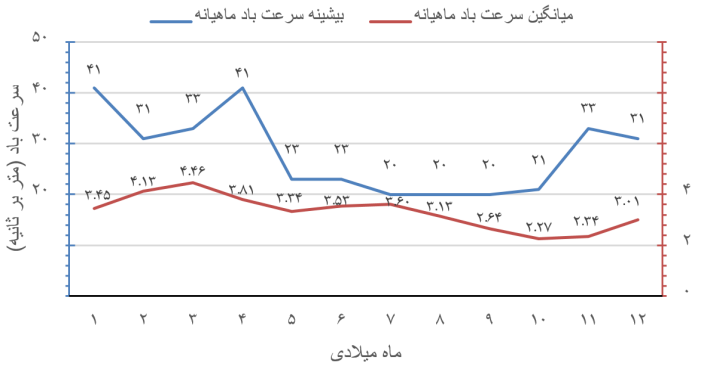


شکل ۱۴- میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهر رشت.



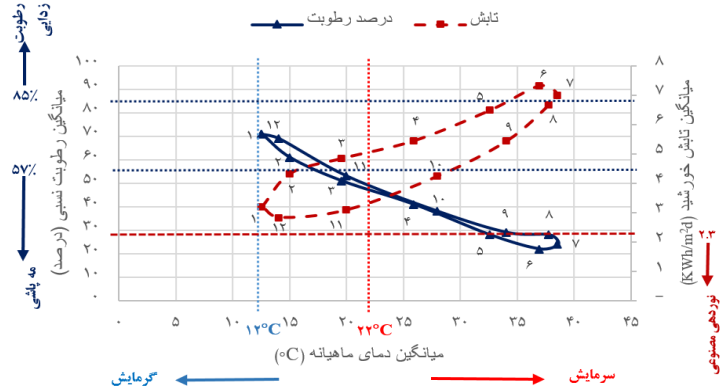
شکل ۱۵- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر زاهدان.

شکل ۱۶ نشان می‌دهد بیشینه سرعت باد در زاهدان ۴۱ متر بر ثانیه (۱۴۷ کیلومتر بر ساعت) و بسیار شدید است و به راحتی می‌تواند گلخانه‌ها را ویران کند. به همین دلیل این محدودیت باید در طراحی سازه در نظر گرفته شود. میانگین سرعت باد در ماه‌های زمستان حدود ۱۶ کیلومتر بر ساعت است و به علت سرد نبودن این منطقه در زمستان، اثر زیادی بر افزایش هدررفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار و پاییز نیز میانگین سرعت باد بیش از ۲ متر بر ثانیه است و از این رو تهویه طبیعی در گلخانه به راحتی برقرار می‌شود. در تابستان، سرعت باد در حد معمول سال است و تأثیری ویژه بر مدیریت گلخانه ندارد.



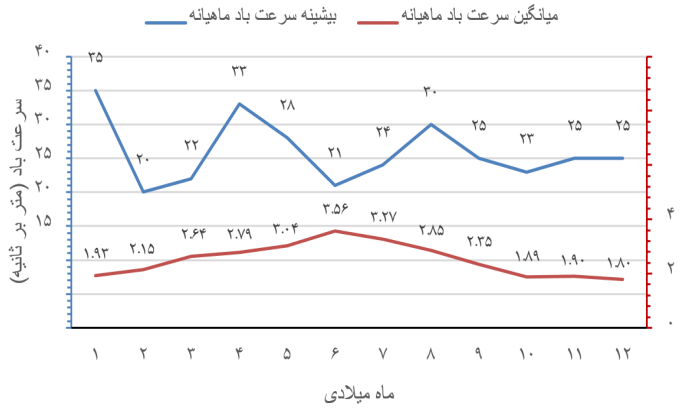
شکل ۱۶- میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهر زاهدان.

۹- اهواز- مطابق شکل ۱۷، در منطقه اهواز به تقریب نیاز به استفاده از سیستم گرمایشی نیست، درحالی‌که حدود ۷ ماه از سال (ماه‌های ۴ تا ۱۰ میلادی)، سیستم‌های سرمایشی کاربرد دارند. پنج ماه از سال (ماه‌های ۱۱ تا ۱۲ و ۱ تا ۳ میلادی) می‌توان با تهویه طبیعی برنامه کاشت گیاهان فصل گرم را پیش برد. بنابراین، در صورت الزام به احداث گلخانه توصیه می‌شود که گیاهان فصل‌گرم کاشته شوند. میانگین رطوبت در این منطقه در ۳ ماه از سال (ماه‌های ۱۲ و ۱ تا ۲ میلادی) مناسب کاشت این‌گونه سبزی‌هاست، ولی در دیگر ماه‌های سال کمتر از حدنصاب و نیاز به فراهم کردن رطوبت است. مقدار تابش خورشیدی در سراسر سال بیشتر از کمینه نیاز کاشت گیاهان گفته شده است.



شکل ۱۷- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر اهواز.

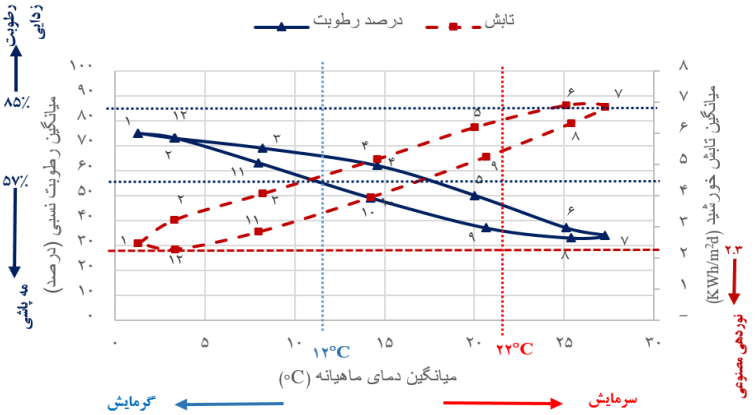
بیشینه سرعت باد در اهواز (شکل ۱۸)، ۳۵ متر بر ثانیه (۱۲۶ کیلومتر بر ساعت) و سرعت زیادی است، پس باید مقاوم‌سازی سازه‌های گلخانه در نظر گرفته شود. میانگین سرعت باد در ماه‌های زمستان کم است و این سرعت اثر زیادی بر افزایش هدر رفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار (۴ تا ۶ میلادی) میانگین سرعت باد بیش از ۲ متر بر ثانیه است که به تهویه طبیعی در گلخانه کمک می‌کند درحالی‌که در ماه‌های پاییز (۱۰ تا ۱۲ میلادی)، میانگین سرعت باد به کمتر از ۲ متر بر ثانیه می‌رسد و نیاز به نوعی تهویه فعال خواهد بود.



شکل ۱۸- میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهر اهواز.

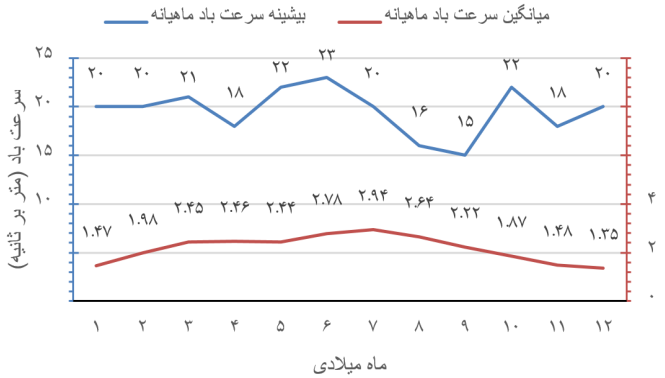
۱۰- مشهد- مطابق شکل ۱۹، در منطقه مشهد حدود ۵ ماه از سال (ماه‌های ۱۱ تا ۱۲ و ۱ تا ۳ میلادی) نیاز به استفاده از سیستم گرمایشی است، درحالی‌که فقط ۳ ماه از سال (۶ تا ۸ میلادی) از سیستم سرمایشی استفاده می‌شود. در ماه‌های ۴ تا ۵ و ۹ تا۱۰ میلادی، کاشت گیاهان با تهویه طبیعی میسر است. حدود ۶ ماه از سال (ماه‌های ۱۱ تا ۱۲ و ۱ تا ۴ میلادی)، رطوبت نسبی مشهد بسیار مناسب است و در زمان‌های کم‌رطوبت، می‌توان هنگام استفاده از سیستم سرمایشی

هواکش و پوشال یا آبپاشی روی زمین، کمبود رطوبت را جبران کرد. کمینه تابش موردنیاز برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در سراسر سال فراهم است.



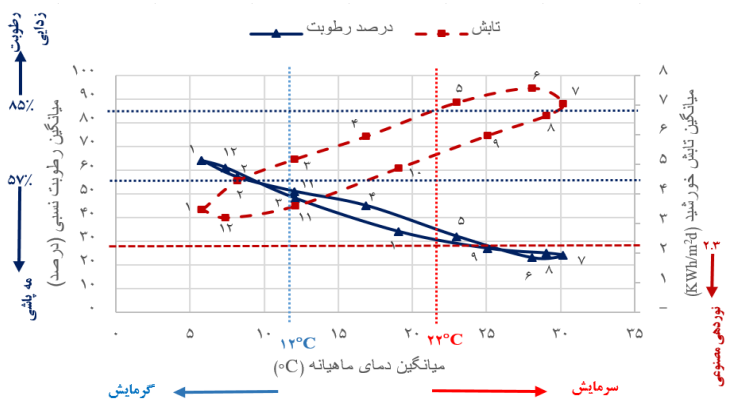
شکل ۱۹- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر مشهد.

بر اساس شکل ۲۰، بیشینه سرعت باد در مشهد ۲۳ متر بر ثانیه (۸۲ کیلومتر بر ساعت) است. میانگین سرعت باد در ماه‌های زمستان ۲/۴۶ متر بر ثانیه (حدود ۹ کیلومتر بر ساعت) است و این سرعت اثر چندانی در افزایش هدر رفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار، میانگین سرعت باد بیش از ۲ متر بر ثانیه است که به تهویه طبیعی در گلخانه کمک می‌کند درحالی‌که در ماه‌های پاییز میانگین سرعت به کمتر از ۲ متر بر ثانیه می‌رسد و نیاز به نوعی تهویه فعال خواهد بود. میانگین سرعت باد در تابستان در حد معمول است.



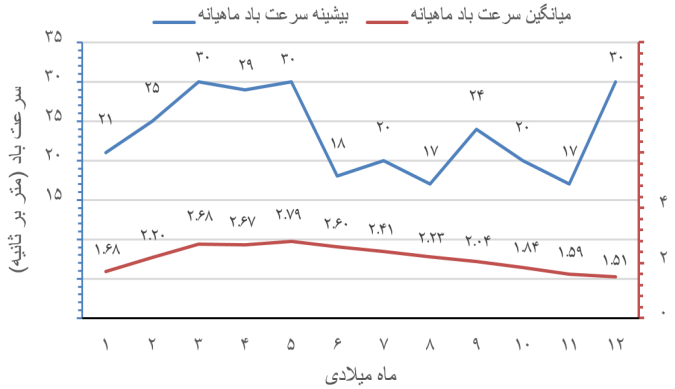
شکل ۲۰- میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهر مشهد.

۱۱- <u>شیراز</u>- در شکل ۲۱ مشاهده می‌شود که در شیراز برای تولید بهینه سبزی‌های فصل‌گرم به مدت حدود ۵ ماه از سال (ماه‌های ۵ تا ۹ میلادی) به سیستم‌های سرمایشی و ۳ ماه از سال (ماه‌های ۱۲ و ۱ تا ۲ میلادی) به سیستم‌های گرمایش نیاز خواهد بود. در ۴ ماه از سال (ماه‌های۳ تا ۴ و ۱۰ تا ۱۱ میلادی) تهویه به صورت طبیعی است. بیش از ۱۰ ماه از سال نیاز به فراهم کردن رطوبت برای گیاهان فصل‌گرم است که در ۳ ماه با به کارگیری سیستم هواکش و پوشال یا آب‌پاشی زمین تأمین می‌شود. تابش خورشیدی در سراسر سال مناسب است.



شکل ۲۱- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر شیراز.

برابر شکل ۲۲، بیشینه سرعت باد در شیراز ۳۰ متر بر ثانیه (۱۰۸ کیلومتر بر ساعت) است. میانگین سرعت باد در ماه‌های زمستان ۲/۶۸ متر بر ثانیه (حدود ۱۰ کیلومتر بر ساعت) است و این سرعت اثر چندانی در افزایش هدر رفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار، میانگین سرعت باد بیش از ۲ متر بر ثانیه (۷/۲ کیلومتر بر ساعت) است که به تهویه طبیعی در گلخانه کمک می‌کند درحالی‌که در ماه‌های پاییز میانگین سرعت باد به کمتر از ۲ متر بر ثانیه می‌رسد و نیاز به نوعی تهویه فعال خواهد بود. باد در تابستان با سرعت معمول می‌وزد.

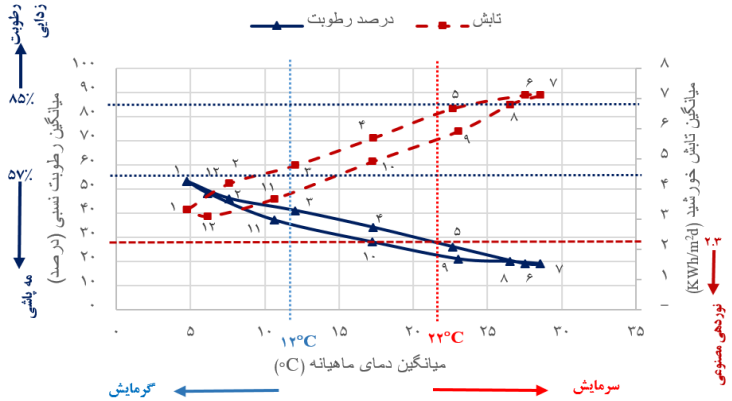


شکل ۲۲- میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهر شیراز.

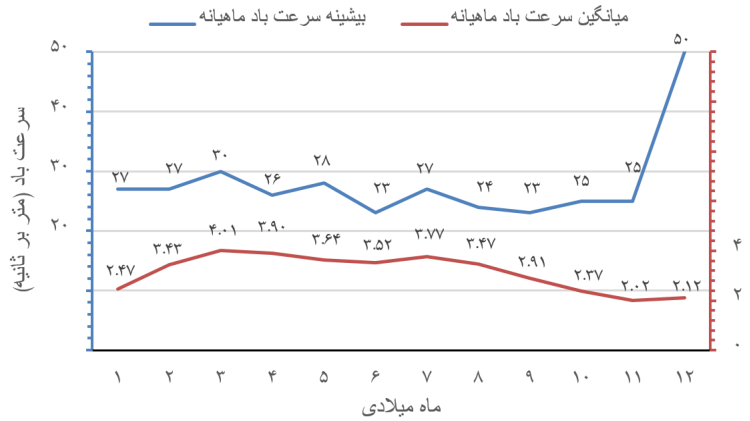
۱۲- کرمان- در شکل ۲۳ مشاهده می‌شود که برای محصول بهینه سبزی‌های فصل‌گرم در کرمان به ۵ ماه از سال (ماه‌های ۵ تا ۹ میلادی) به سیستم‌های سرمایشی و ۴ ماه از سال (ماه‌های ۱۱ تا ۱۲ و ۱ تا ۲ میلادی) به سیستم‌های گرمایشی نیاز خواهد بود. در ماه‌های ۴ تا ۵ و ۹ تا ۱۱میلادی، تهویه طبیعی برای کاشت و کار بسنده است. در کرمان در سراسر سال نیاز به تأمین رطوبت خواهد بود که حدود ۳ ماه آن با به‌کارگیری سیستم هواکش و پوشال تأمین می‌شود. در دیگر ماه‌ها نیاز به تأمین رطوبت از روش‌های مختلف خواهد بود. مقدار تابش خورشیدی برای پرورش گیاهان فصل‌گرم کفایت می‌کند.

در شکل ۲۴، بیشینه سرعت باد در کرمان ۵۰ متر بر ثانیه (۱۸۰ کیلومتر بر ساعت) نشان داده شده است که در محاسبه پایداری سازه گلخانه باید در نظر گرفته شود. در ماه‌های زمستان، میانگین سرعت باد به ۴/۰۱ متر بر ثانیه (حدود ۱۴ کیلومتر بر ساعت) می‌رسد. با این وجود، این سرعت اثر چندانی در افزایش هدر رفت انرژی ندارد. در ماه‌های بهار و

پاییز، میانگین سرعت باد بیش از ۲ متر بر ثانیه است که به تهویه طبیعی در گلخانه کمک می‌کند. در تابستان، میانگین سرعت باد در حد معمول است.



شکل ۲۳- برآورد تناسب اقلیمی برای کاشت سبزی‌های فصل‌گرم در گلخانه بر اساس میانگین‌های دما، تابش خورشیدی و رطوبت نسبی ماهیانه شهر کرمان.



شکل ۲۴- میانگین ماهیانه سرعت باد و بیشینه سرعت باد برای ماه‌های میلادی در شهر کرمان.

نتیجه‌گیری

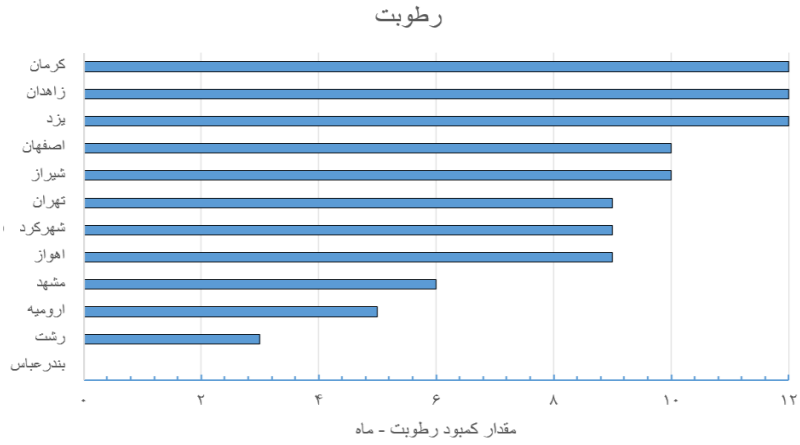
شرایط اقلیمی یکی از عامل‌های کلیدی بر طراحی سازه، ساخت، گزینش نوع پوشش و محصول گلخانه است. در این پژوهش پس از بررسی نمودار اقلیمی عوامل مهم اقلیمی از جمله دما، مقدار تابش خورشیدی، رطوبت نسبی و سرعت باد، اطلاعات مناسبی در جهت بررسی عامل‌های اقلیمی تأثیرگذار بر طراحی و ساخت سازه‌های گلخانه‌ای در منطقه‌های مختلف کشور با اقلیم‌های متفاوت ارائه شد.

بر اساس شکل ۲۵، کمترین مدت‌زمان استفاده از سیستم گرمایشی در اقلیم‌های مختلف مانند شهرهای اهواز، بندرعباس و بعد از آن در یزد، شیراز و زاهدان مشاهده می‌شود. درحالی‌که در اقلیم‌های ارومیه و بعد از آن مشهد و شهرکرد برای استفاده از سیستم سرمایشی در گلخانه به کمترین مدت زمان نیاز خواهد بود. نتایج بر اساس اطلاعات موجود در کشور است و میانگین بلندمدت دمای ماهانه نمی‌تواند معیاری دقیق از نیاز به سیستم گرمایشی و سرمایشی در

۱ ماه در گلخانه باشد. بنابراین، نیاز به بررسی‌های دقیق‌تر و موردی است تا بتوان به‌درستی درباره تناسب اقلیمی منطقه‌ها برای احداث گلخانه تصمیم‌گیری کرد.

شکل ۲۵- مدت‌زمان (ماه) فعال بودن سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی در منطقه‌های مورد بررسی.

با در نظر گرفتن نتایج به دست‌آمده از مدت زمان کمبود کمینه رطوبت، (شکل ۲۶)، می‌توان گفت که برای پرورش محصول‌های فصل‌گرم در شهرهایی مانند کرمان، زاهدان و یزد بالاترین کمبود رطوبتی (به تقریب در تمام ماه‌های سال) وجود دارد. در این فهرست، شهرهایی مانند ارومیه، رشت و بندرعباس کمترین مدت زمان کمبود رطوبتی را برای کاشت محصول‌های فصل‌گرم دارند. استفاده از سیستم‌های تولید رطوبت بر پایه میانگین بلندمدت رطوبت نسبی ماهیانه اقلیم منطقه‌ها، محاسبه شده است و رطوبت حاصل از تبخیر و تعرق گیاهان درون گلخانه در نظر گرفته نشده است. می‌توان برای کاهش هزینه‌های تولید، از روش‌های افزایش رطوبت نسبی کم‌هزینه مانند آب‌پاشی کف گلخانه استفاده کرد که درنتیجه نیاز به افزایش رطوبت در گلخانه‌ها به‌شدت کاهش خواهد یافت.



شکل ۲۶- مدت‌زمان (ماه) کمبود کمینه رطوبت برای کاشت گیاهان فصل‌گرم در شهرهای مورد بررسی.

به طورکلی، با توجه به نتایج به دست‌آمده از منطقه‌های مختلف بر اساس معیارهای اقلیمی و با در نظر گرفتن بخش زیادی از هزینه‌ها که به مصرف انرژی در گلخانه مربوط می‌شود، به نظر می‌رسد برپایی گلخانه در منطقه‌هایی مانند یزد، شیراز، اهواز و زاهدان برای کاشت محصول‌های مختلف مناسب‌تر است تا در دیگر منطقه‌ها. در زاهدان و منطقه‌هایی مانند آن به علت وقوع بادهای شدید، مقاوم‌سازی سازها باید در نظر گرفته شود. در اقلیم‌های مشابه اقلیم رشت و

بندرعباس، اگرچه هزینه انرژی کم است ولی به علت رطوبت زیاد منطقه، انتخاب گیاه مناسب برای کاشت و پرورش در گلخانه محدودیت دارد.

منابع

1. Beer, T. 2013. Beaufort wind scale. Encyclopedia of Natural Hazards, pp. 42-45.
2. Boxwell, M. 2017. The Solar Electricity Handbook: A simple, practical guide to solar energy–designing and installing solar photovoltaic systems. Greenstream Publishing. 172 p. Retrieved from http://solarelectricityhandbook.com/solar-irradiance.html.
3. Castilla, N. 2012. Greenhouse Technology and Management. CABI Press, Wallingford. Oxfordshire. England. 374 p.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 2013. Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops principles for Mediterranean climate areas. 616 p.
5. IRIMO, 2017. Iranian Meteorological Organization. Data Processing Center, Tehran, Iran. Retrieved from http://www.irimo.ir/far
6. Kumar, K.S., K.N. Tiwari and M.K. Jha. 2009. Design and technology for greenhouse cooling in tropical and subtropical regions: A review. Energy Buildings 41:1269–1275.
7. Nelson, P.V. 1991. Greenhouse Operation and Management. Prentice Hall., Inc. New Jersey, USA. 612 p.
8. Nisen, A. and Baudoin, W.O. 1988. Protected cultivation in the Mediterranean climate: Greenhouses in Syria. FAO, Rome, Italy. 32 p.
9. Snyder, R. 2016. Greenhouse Tomato Handbook. Extension Service of Mississippi State University. 36 p. Retrieved from http://extension.msstate.edu/publications/publications/greenhouse-tomato-handbook.
10. University of Alaska Fairbanks, 2013. Regional climate projections: Southwest Alaska and Aleutian Islands. 2 p. Retrieved from https://www.uaf.edu/files/ces/publications-db/catalog/anr/HGA-00435.pdf-
11. University of Arizona. Growing tomatoes hydroponically: Environmental control systems. 23 p. Retrieved from https://cals.arizona.edu/hydroponictomatoes/system.htm
12. University of Tennessee, Agricultural Extension Service. Controlling the environment in greenhouses used for tomato production. 10 p. Retrieved from https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/W017.pdf
13. Uulke V.M. and S. Aliniaeifard. 2016. Stomata and postharvest physiology. In: Postharvest Ripening Physiology of Crops. Pareek,S. (Ed.) CRC. 643 p.
14. Zabeltitz, B. and C. Zabeltitz. 2005. Greenhouses and shelter structures for tropical regions (FAO plant production and protection paper). Food and Agriculture Organization of the United Nations. 122 p.
15. Zabeltitz, C. 2011. Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. 363 p.

Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 4(2):181-198 (2019)

Evaluation of Climatic Conditions for Greenhouses in some Regions of Iran

N. Etemadi[1], R. Mohammadi Nejad and A. Sheikh Alyan[2]

Utilizing greenhouses for growing ornamental flowers and vegetables have attracted especial attention during last decades especially in arid areas of the world. Generally, designing, building, and choosing the cover type to be grown in the greenhouse, depend mainly on several fundamental factors such as climatic conditions, plant type and financial condition of the investor. Meanwhile, climatic conditions like temperature (average monthly temperature and difference between day and night temperatures), radiation (light duration, intensity and quality) and wind (maximum/average speed and direction) have particular importance in sustainable greenhouse systems. In this article due to existence of different climatic regions in Iran, effective climatic graphs, including temperature and radiation, for several major cities were presented to be used as guideline in design and management of greenhouse and the crops to be grown according to Food and Agriculture Organization (FAO) method. In addition, relative humidity was added to the graphs and the wind graphs (maximum speed and average monthly speed) were plotted separately. At the end, essential recommendations for growing thermophilic vegetables for different areas of Iran were suggested.

Key words: Climatic conditions, Greenhouse, Relative humidity, Sun radiation, Temperature, Warm-season vegetables, Wind.

1. Corresponding author, Email: etemadin@cc.iut.ac.ir
2. Associate Professor of Isfahan University of Technology, Ph.D. Candidate of University of Tehran, Iran, M.Sc. Graduate of Wageningen University, Netherlands, respectively.