پژوهش و سازندگی
در زراعت و باغبانی
شماره ۶۴، پاییز ۱۳۸۳

بررسی رفتار حرارتی و رطوبتی داخل گلخانه به کمک یک سیستم جمع آوری اطلاعات کامپیوتری

محمود امید و اردشیر شفایی، استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۳

چکیده

به منظور کنترل دما و رطوبت نسبی داخل گلخانه یک سیستم جمع آوری اطلاعات کامپیوتری طراحی و پیاده سازی گردید.سیستم برای انجام آزمایشات گوناگون میدانی داخل یک گلخانه مدل با سطحی به مساحت ۸ متر مربع و ارتفاع ۲ متر نصب و در شرایط مختلف جوی در ماه آذر سال ۱۳۸۲ در کرج مورد آزمون و ارزیابی قرارگرفت. در یکی از آزمایشات مشاهده گردید که مقادیر مربوط به دمای محیط داخل گلخانه همواره بالاتر از دمای محیط بیرون می‌باشد. با توجه به اینکه انرژی تابشی خورشید پس از عبور از پوشش شفاف در محیط گلخانه محبوس شده و بتدریج باعث افزایش دمای محیط گلخانه می‌گردد این روند قابل توجیه بوده و در واقع تائیدکننده اثر گلخانه‌ای است. از طرفی در طول مدت آزمایش نوسانات زیادی در درجه حرارت داخل گلخانه مشاهده گردید. ما این نوسانات را متاثر از شرایط طبیعی محیط شامل تبخیر سطحی درون گلخانه، تابش خورشید، درجه حرارت محیط بیرون و آفتابی و ابری شدن متناوب هوا در حین آزمایش تفسیر می‌کنیم. نوسانات مشهودی در تغییر رطوبت نسبی داخل گلخانه مشاهده نگردید اما با فعال شدن سیستم کنترل خودکار در دقایق آخری آزمایش این رطوبت نسبی روندی نزولی به‌خود گرفت. از طرفی سنسور دمای نصب شده نزدیک به نواحی مجاور پوشش گلخانه از آهنگ افزایش سریع تری برخوردار بود تا سنسوری که در مجاور گیاه قرار داده شده بود. این امر ناشی از تاثیر بیشتر انرژی تابشی خورشید بر گرمایش گلخانه در مجاورت پوشش می‌باشد.

کلمات کلیدی: اثرگلخانه‌ای، دما، رطوبت، سیستم جمع آوری داده

Pajouhesh & Sazandegi No: 64 pp: 67-73

Investigation of temperature and humidity variations within a greenhouse using a computer-based data acquisition system

By: M. Omid,Assistant Professor, Dept. of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, University of Tehran. and A. Shafaei,Graduate Student of Agricultural Machinery, University of Tehran

Archive of SID
Pajouhesh & Sazandegi
www.SID.ir

In order to control greenhouse environment, a computer-based control and monitoring system was designed and implemented. Performance of the system was evaluated by installing it in a constructed model greenhouse.The greenhouse has a floor area of 8m^2, covered with 200 ?m polyethylene film.The set of experiments were carried out during December 2003 in the city of Karaj.The simulation results achieved for the air temperature and relative humidity are shown. The results indicate that the outside temperature is always less than the inside one, because the solar radiation entered the greenhouse through transparent plastic.This is a further confirmation of greenhouse effect.The fluctuations in temperature inside the model greenhouse during observation time were recorded.These fluctuations were affected by natural conditions such as surface evaporation within the greenhouse, solar radiation and ambient temperature and weather changes. Also, it was found that the rate of change of temperature in the upper part, i.e. near the plastic cover, is higher than that of the height of plants. This rise of vertical temperature is due to receiving solar incident radiation.
Keywords:Greenhouse effect,Temperature, Humidity,Data acquisition system

مقدمه

گلخانه‌هـای مدرن امروزی دما و رطوبت محیط، شـدت و مدت زمان روشـنایی، میزان دی اکسـید کربن، دمای خاک و سـایر پارامترهای مؤثر بر رشـد محصولات گلخانه‌ای را به‌طور دقیق اندازه‌گیری، مانیتور و کنترل می‌نمایند. این سیسـتمها با توجه به مقادیر لحظه‌ای پارامترهای مذکور از سنسـورهای نصب شـده در داخل و خارج گلخانه و بر مبنای الگوریتم‌های پیچیده کنترلی، وضعیت گلخانه را در حالت بهینه تثبیت می‌کنند.

تاریخ گلخانه‌های کنترل شـده به سـال هـای اول ۱۹۷۰ بر می‌گردد (۳،۲،۱). ولی امروزه با پیشـرفت سیستم های کامپیوتری تاسیس این نوع گلخانه‌ها کاملاً تجاری شـده اسـت. در ایران نیز ضرورت اجرای طرح‌های مکانیـزه با توجـه به رویکرد وزارت جهاد کشـاورزی در ایـن زمینه کاملاً احسـاس می‌شـود. با این حال کنترل کامپیوتری این گلخانه‌ها در کشـور موضوع نسـبتاً جدیدی اسـت. فنآوری این نوع کنترل و حتی گلخانه‌های کنترل شده معمولی نیز در ایران موجود نمی‌باشد. وقت آن رسیده است که با انجام پژوهشـهای بنیادی به این فنآوری با ارزش در داخل کشـور دست یافـت. چـون دیگران به‌طور قطع آن را در اختیار مـا نخواهند گذارد و اگر هم از خارج وارد گردد باز برای تطبیق آن با شـرایط مملکت نیازمند کمک های خارجی بوده و از وابسـتگی رهایی نخواهیم یافت. لذا ضروری است با توجه به شرایط آب و هوایی کشور و محصولات مورد نظر، سیستم هایی را طراحی و توسعه داد که در عین نوین و کارا بودن، کم هزینه بوده و طراحی، ساخت و استفاده از آنها با فنآوری موجود در کشور هماهنگ باشد.

عوامل متعددی بر فرآیند رشـد و نمو گیاهان گلخانه‌ای تاثیر گذار ند. پارامترهائی مثل نور، دما، رطوبت، دی اکسیدکربن، کمیت و کیفت عناصر غذائی و آب، pH خا ک، آبیاری و مرحله رشد گیاه از جمله مهمترین آنها می‌باشـند (۱۱،۱۰،۹). قرار دادن گیاه در محیط بسته گلخانه امکان کنترل بهتر این پارامترها را فراهم می‌کند. با وجود اینکه گلخانه یک محیط بسته می‌باشد ولی کاملاً از محیط بیرون ایزوله شده نیست. بنابراین شرایط داخل گلخانـه تحت تاثیر تغییرات آب و هوائـی بیرون دائما تمایل به تغییر دارد. دمای هوای بیرون، طول روز، شـدت نور خورشـید و رطوبت هوا ساعت به سـاعت، روز به روز و فصل به فصل در حال تغییر اسـت. برای جبران این اثرات لازم اسـت تجهیزات کنترلی متعددی در گلخانه نصب و تعبیه شوند. وظیفه یک سیسـتم کنترلی تنظیـم و تثبیت پارامترهای موثر در رشـد گیاهان گلخانه‌ای است. بدین ترتیب شرایط مطلوب برای گیاه در هر مرحله از رشد آن تامین می‌شود (۵).

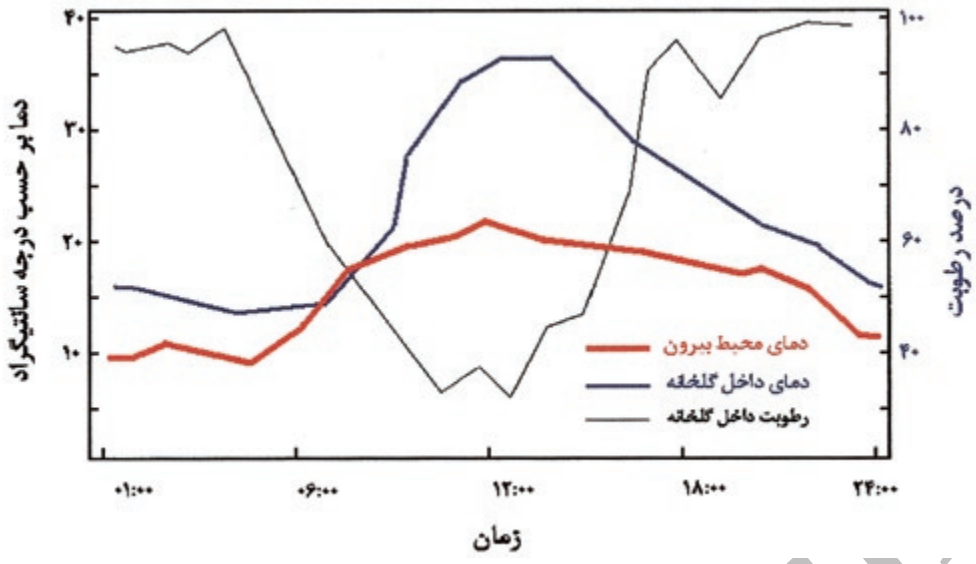
فرآینـد کنترل یک گلخانـه فرآیندی بلادرنگ[1] اسـت و نیازهای نرم افزاری، سخت افزاری، هزینه‌ها، کاربری و پشتیبانی آن با سایر سیستم‌های کنترلی تفاوتهای فاحشـی دارد. از جملـه عوامل مهم در ارزیابی و طراحی این سیستم ها می‌توان به مواردی مثل قابلیت اطمینان و دقت بالا، انعطاف پذیری عملیاتی، کاربر پسـند بودن و کاربری آسـان آنها اشاره نمود (۱۱). Jaehoon و همـکاران در سـال ۱۹۹۵ روی یک سیسـتم کنترل خودکار اندازه‌گیری شـرایط محیطی گلخانه مطالعاتی انجـام دادند (۶). هدف آنها طراحی کنترل کننده‌ای بود که بتواند شرایط محیطی بهینه را برای گلخانه فراهم کند. این سیستم از سه قسمت اصلی سنسور ها، برد میکروکنترلری و کامپیوتر تشـکیل شـده بود. Chalabi و همکاران در سـال ۱۹۹۵ یک الگوریتـم بلادرنگ را بـرای کنترل بهینه نقطه تنظیم‌های گرمایشـی یک گلخانه تجاری کاشت گوجه فرنگی مورد استفاده و آزمایش قرار دادند (۴). Laghrouche و همکاران در سال ۲۰۰۱ تحقیقی را در زمینه مانیتورینگ شـرایط محیطی یک گلخانه با استفاده از یک سیسـتم میکروکنترلری به انجام رسـاندند (۷). این سیسـتم توانائی پویش هم زمان ده سنسور را در بازه زمانی قابل برنامه‌ریزی از یک دقیقه تا یک ساعت دارا است و می‌تواند اطلاعـات مربوط به وضعیت یک مـاه محیط را جمع‌آوری و ذخیره کند. از این سیسـتم برای نظارت بر شـرایط محیطی یک گلخانـه پرورش موز در یک مکان دوردسـت در کشور الجزایر استفاده شده است. با استفاده از این سیسـتم مانیتورینگ امکان ارزیابی و مدیریت شرایط محیطی گلخانه‌های پـرورش موز در هر مکان و موقعیـت بخوبی فراهم می‌گردد ولی هیچ گونه کنترلی بر روی پارامترهای محیطی انجام نمی‌گیرد. اخیراً Marhaenanto و Singh طرحی را در زمینه مانیتورینگ و کنترل شـرایط محیطی گلخانه به انجام رسـاندند (۸). آنها توانستند با استفاده از کامپیوترهای قدیمی یک سیستم قابل برنامه‌ریزی برای مانیتورینگ و کنترل شرایط محیطی گلخانه در محیط DOS طراحی و به اجرا درآورند. این سیسـتم برای تثبیت سـه پارامتر دما، رطوبت نسبی و آبیاری گلخانه در حد مقادیر مطلوب و از پیش تعیین شده، طراحی شده است.

هـدف از این مقاله بررسـی رفتار حرارتی و رطوبتی گلخانه می‌باشـد. بـرای توضیحـات مربوط به طراحی سیسـتم و نقش و تاثیر سـایر عوامل

Archive of SID
www.SID.ir

موثر بر رشد گیاهان گلخانه‌ای نظیر نور، آبیاری و غیره به منبع (۲) که مقاله حاضر از آن استخراج گردیده، مراجعه شود. به‌طور خلاصه، ساختار این مقاله به قرار زیر است:

در بخش مواد و روشها مشخصات سیستم کنترل و مانیتورینگ کامپیوتری شرایط محیطی گلخانه که توسط مولفین طراحی و پیاده سازی شده است ارائه می‌گردد. از آنجا که دما و رطوبت از مهمترین عوامل موثر بر رشد گیاهان گلخانه ای و نیز میزان هزینه‌های جاری یک گلخانه بحساب می‌آیند در ابتدای بخش به بررسی این عوامل می‌پردازیم. سپس در بخش مشاهدات و نتایج به بررسی و تفسیر نتایج یکی از آزمایشاتی که در روز ۱۶ آذر ماه ۱۳۸۲ با استفاده از سیستم طراحی شده در (۲) می‌پردازیم. پیشنهادات و اهداف آتی ما در بخش نتیجه‌گیری و پیشنهادات گنجاده شده است. در انتها نیز فهرستی از منابع مورد استفاده ارائه شده است.



شکل ۱: روند تغییرات رطوبت با دما در طی شبانه روز برای یک گلخانه بدون کنترل

مواد و روشها

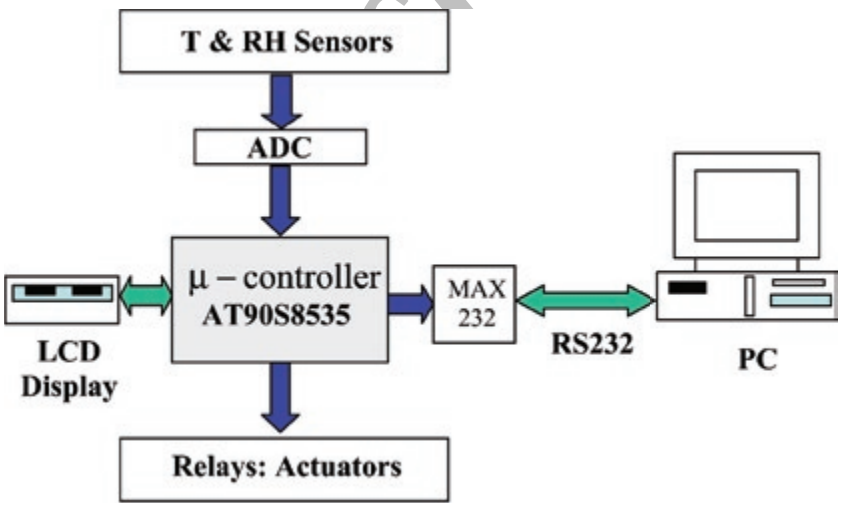
همانگونه که قبلاً اشاره شد دما و رطوبت از مهمترین پارامترهایی هستند که در هر گلخانه‌ای بایستی کنترل شوند.گستره تغییرات دما برای گیاهان گلخانه‌ای نسبتاً محدود بوده و در حدود ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این گستره تقریباً برای تمام گونه‌ها صادق است. رشد بهینه بعضی از محصولات ممکن است نیازمند شرایط و محدودیت‌های خاص دمائی باشد که در این زمینه سه نکته حائز اهمیت است (۱۰):

الف: هر گیاهی دارای یک دمای بهینه می‌باشد که در آن دما رشد و نمو گیاه نیز در بهترین وضعیت است. دمای بهینه ممکن است در مراحل مختلف رشد گیاه تغییر کند. مثلاً در اکثر موارد دمای بهینه دوره جوانه‌زنی بیشتر از مقدار دمای بهینه دوره گل‌دهی گیاهان است.

ب: برای بسیاری از گیاهان ممکن است شرایط بهینه رشد در وجود دماهای متفاوت شب وروز باشد. معمولاً دمای شبانه درون گلخانه برای گیاهان مختلف مقداری کمتر از دمای روز در نظر گرفته می‌شود.

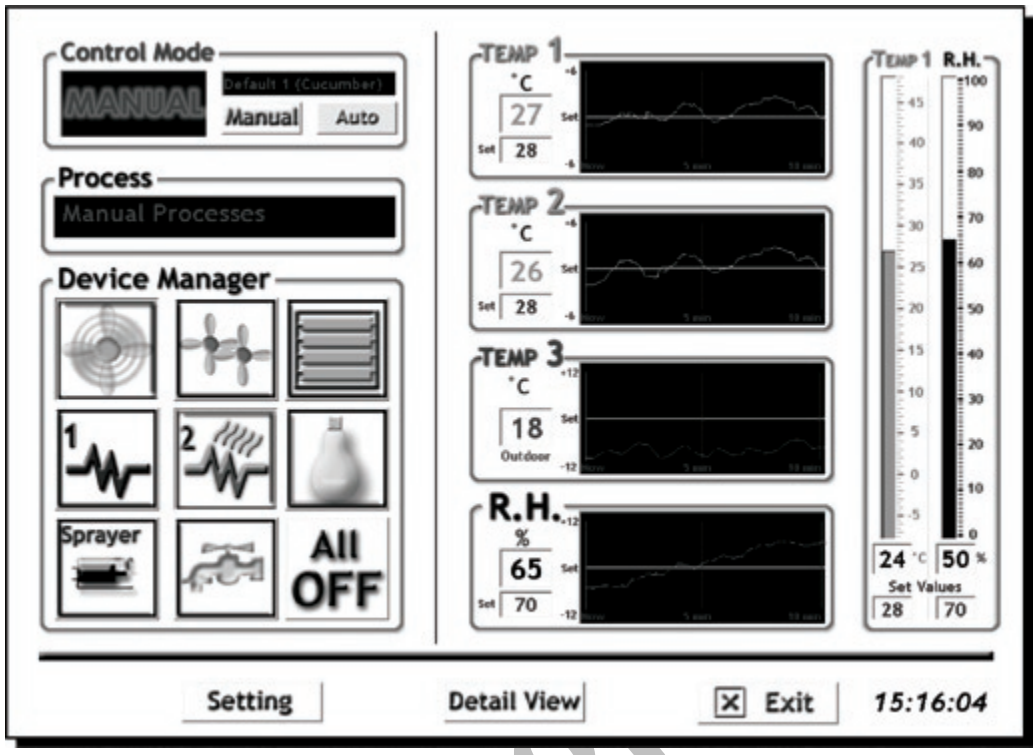
ج: برای اکثر گیاهان مقادیر حد اقل و حداکثر دما مهم است. درمحدوده حداقل و حداکثر دما، رشد گیاه نسبت به دمای بهینه کاهش می‌یابد. قرار گرفتن گیاه در محدوده‌ای خارج از آن باعث توقف رشد و حتی آسیب رسیدن به گیاه می‌گردد. اهمیت حداقل دمائی که برای گیاه مناسب است، بیشتر است.

دومین پارامتری که در یک گلخانه باید کنترل شود رطوبت است. لیکن در فرایند کنترل محیط گلخانه، کنترل دقیق رطوبت یکی از مشکل ترین موارد می‌باشد. رطوبت شاخصی از میزان بخار آب موجود در هوا می‌باشد. واحد متداول برای سنجش میزان رطوبت، رطوبت نسبی[۲] (RH) است که عبارت است از نسبت بخار آب موجود در هوا به حداکثر بخار آبی که هوا در آن دما می‌تواند نگهداری نماید. با افزایش دمای هوا، ظرفیت نگهداری رطوبت افزایش و RH کاهش می‌یابد. بلعکس کاهش دما باعث کاهش ظرفیت نگهداری رطوبت و افزایش RH می‌گردد (۵، ۹). تغییرات RH در داخل گلخانه باعث ایجاد تبخیر و تعرق می‌گردد. میزان تعرق گیاه



شکل ۲: اجزای اصلی سیستم کنترل و مانیتورینگ شرایط محیطی گلخانه

www.SID.ir



شکل ۳: منوی اصلی برنامه کنترل کامپیوتری شرایط محیطی گلخانه

بستگی به سطح رطوبت در روزنه‌های برگ گیاه و هوای محیط گلخانه دارد. این تغییرات بر فعالیت‌های متابولیکی گیاه نیز بی تاثیر نیستند. اکثر گیاهان گلخانه‌ای در RH بالاتر، از رشد و نمو بهتری برخوردارند. رطوبت بیشتر باعث افزایش طول ساقه‌ها، سطح برگ‌ها و حجم میوه‌های گیاه می‌گردد. به‌طورکلی برای اکثر گیاهان محدوده رطوبتی بین ۶۰ تا ۸۰ درصد مناسب می‌باشد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است میزان RH در محیط گلخانه به دلیل تغییرات زیاد دما و تا حدودی عوامل فرعی دیگر دائماً تغییر می‌کند(مثلاً هنگام فرا رسیدن شب و تغییر سریع دما). در صورتی که تغییرات رطوبت بیش از حد باشد و شرایط رطوبتی نامناسبی ایجاد گردد بایستی سیستم‌های کنترل کننده رطوبت فعال گردند. زمان و شرایط رطوبتی که تجهیزات گلخانه،برای کنترل رطوبت و تثبیت آن در حد بهینه فعال می‌شوند، را نقاط تنظیم[۳] گویند (۵).

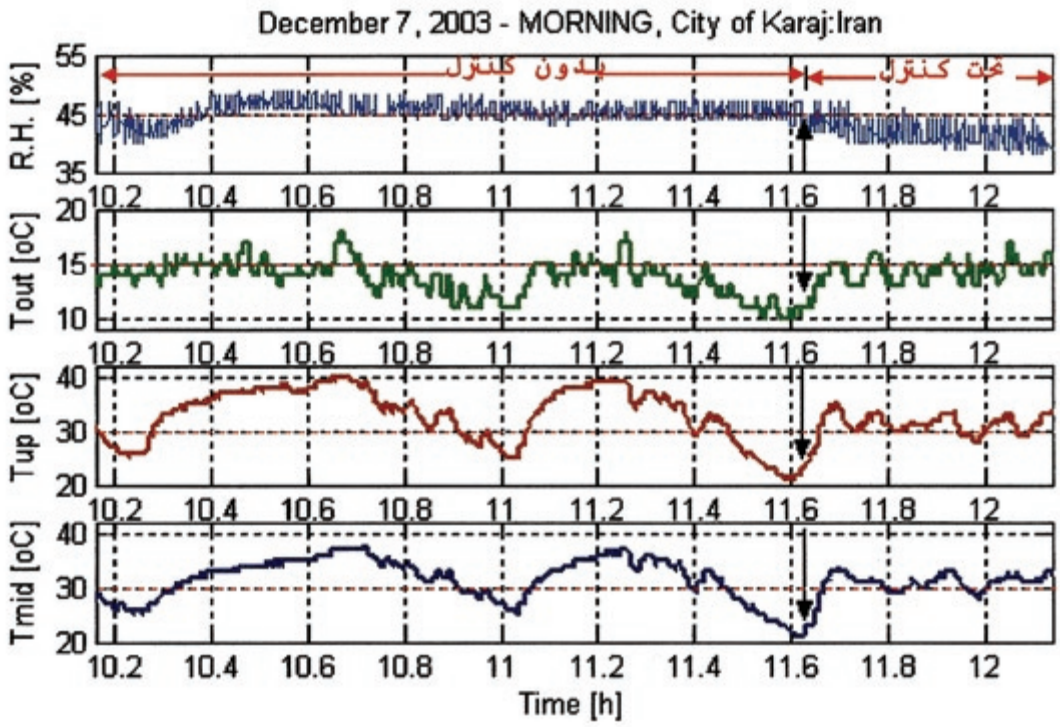
افزایش رطوبت در گلخانه تا حد مشخصی مطلوب می‌باشد ولی افزایش بیش از حد به دلیل شیوع انواع بیماری‌ها، نرم شدن بافت گیاهان، ضعیف شدن سیستم ریشه‌ای، کمبود بعضی از مواد معدنی مورد نیاز گیاه و در مجموع کاهش رشد گیاه مضر می‌باشد. و نیز فراهم شدن شرایط نقطه شبنم و تشکیل آب آزاد روی سطوح مختلف گیاه، مشکلات را تشدید می‌کند. بنابر این هدف اصلی در فرایند کنترل رطوبت، جلوگیری از ایجاد نقطه شبنم می‌باشد. برای رفع این مشکل معمولاً یک استراتژی منفرد یا ترکیبی اعمال می‌گردد. مثلاً تهویه برای جایگزینی هوای مرطوب داخل با هوای خشک بیرون، گرمایش برای کاهش RH و نیز کاهش افت دمای ناشی از تهویه، افزایش دمای سطوح گیاهان و یا جلوگیری از اتلاف گرما از سطوح آنها و نیز گرم کردن هوای ورودی. همچنین استفاده از سیستم‌های توزیع هوای مناسب نظیر پلی تیوپ[۴] برای یکنواختی بیشتر دما توصیه می‌گردد (۵، ۹). با وجود اینکه کاهش رطوبت ممکن است کاری پر هزینه باشد ولی افزایش رطوبت عملاً مشکل تر است. افزایش رطوبت بدون استفاده از حجم زیادی از آب، به سیستم های تبخیر رطوبت مثل انواع مه پاش‌ها، نم پاش‌ها، سیستم‌های تشک و پنکه و غیره نیاز دارد. تمام این سیستم ها با در معرض هوا قرار دادن آب و تبخیر آن میزان رطوبت هوا داخل گلخانه را افزایش می‌دهند که باعث افزایش RH هوا و درصد خنک کنندگی آن می‌شوند. برای داشتن کارائی مطلوب این سیستم ها، یک تهویه مناسب مورد نیاز است که پیوسته هوای گرم و مرطوب داخل را با هوای تازه بیرون جایگزین نماید. این مساله بیشتر در روز های گرم و خشک تابستان اتفاق می‌افتد اما افزایش رطوبت ممکن است دروسط روزهای خشک زمستان نیز لازم باشد، یعنی هنگامی‌که سیستم تهویه برای خنک کنندگی حجم زیادی از هوای خشک بیرون را وارد گلخانه می‌نماید (۹).

اخیراً به منظور کنترل دما و رطوبت نسبی گلخانه یک سیستم جمع‌آوری اطلاعات[۵] کامپیوتری طراحی و پیاده سازی شده است (۲). از این سیستم برای انجام آزمایشات گوناگون میدانی داخل یک گلخانه مدل استفاده گردید که در ادامه یکی از این نتایج ارائه می‌گردد.گلخانه

Archive of SID
www.SID.ir

مدل ساخته شده گلخانه‌ای است با سازه های قوسی شکل با سطحی به مساحت ۸ متر مربع و ارتفاع ۲ متر. اسکلت گلخانه از لوله‌های سبک پلی اتیلنی به قطر ۶ سانتی متر ساخته شده و برای پوشش گلخانه از دو لایه پلاستیک شفاف از جنس پلی اتیلن[۶] با ضخامت ۲۰۰ میکرومتر استفاده شده است. گلخانه ساخته شده، در گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران مستقر می‌باشد. برای کنترل بهینه دما، رطوبت و سایر عوامل تجهیزات کنترلی متعددی مطابق با ابعاد و شرایط گلخانه، طراحی و ساخته شدند (۲). به‌طور خلاصه، تجهیزات کنترلی به‌کار رفته عبارتند از یک سیستم گرمایشی شامل یک گرمکن سه مرحله‌ای (متشکل از هشت فیلامان الکتریکی)، یک سیستم تهویه مکانیکی شامل یک دمنده و دو مکنده، یک سیستم توزیع هوای یکنواخت شامل یک تیوب پلی اتیلنی مشبک به طول ۳ متر و قطر ۲۵ سانتیمتر، یک سیستم مه پاش شامل چهار نازل پودر کننده آب و یک سیستم آبیاری قطره‌ای شامل شیر برقی، شلنگ برای آبیاری گلدانها و هشت عدد قطره چکان. معادلات مربوط به محاسبه توان حرارتی مورد نیاز گرمکن، دبی خروجی دمنده و دیگر تجهیزات مستقر در گلخانه در منبع (۲) موجود است.

شمای کلی سیستم در شکل ۲ نشان داده شده است. بخش سخت افزاری آن از سه بخش اصلی شامل میکروکنترلر[۷]، سیستمهای کنترلی (رله‌ها و عملگرها[۸]) و سنسورهای اندازه‌گیری پارامترهای گلخانه می‌باشد. مانیتورینگ سیستم توسط یک کامپیوتر پنتیوم ۴ صورت گرفته است. کامپیوتر علاوه بر جمع آوری داده‌ها، وظیفه اجرای الگوریتم‌های کنترلی را نیز عهده دار است. در این سیستم ابتدا اطلاعات مربوط به وضعیت محیطی گلخانه که توسط سه سنسور دما و یک سنسور رطوبت اندازه‌گیری می‌شوند به یک میکروکنترلر منتقل می‌شوند. میکروکنترلر داده‌های دریافتی را از طریق درگاه سریال[۹] خود توسط رابط RS۲۳۲ به کامپیوتر ارسال می‌کند و هم زمان بر حسب مورد فرامین کنترلی از کامپیوتر را دریافت و سیستم های کنترلی گلخانه را در جهت تامین شرایط مطلوب تغییر وضعیت می‌دهد. بخش نرم افزاری سیستم با ویژوال بیسیک ۶ طراحی و پیاده سازی شده است. در این سیستم، کامپیوتر علاوه بر جمع آوری و مانیتورینگ اطلاعات وظیفه اجرای الگوریتم‌های کنترلی که از طریق منوهای برنامه در دسترس اپراتور قرار می‌گیرد را نیز برعهده دارد. این نرم افزار از چندین منو برای نمایش اطلاعات، راه‌اندازی تجهیزات داخل گلخانه و نیز انجام تنظیمات لازم تشکیل شده است. منوی اصلی برنامه در شکل ۳ نشان داده شده است. اپراتور سیستم قادر است تا دستگاههای مختلف داخل گلخانه مثل گرمکن، هواکش، دریچه تهویه، مه‌پاش، سیستم آبیاری و غیره را از طریق دکمه‌های تعبیه شده در این منو روشن و یا خاموش کند (کادرهای گوشه سمت چپ شکل ۳ را ببینید). اطلاعات لحظه‌ای مربوط به سه سنسور دما و سنسور رطوبت نسبی (RH) در کادرهای ستون وسطی شکل ۳ نمایش داده می‌شوند. تغییرات دما و رطوبت از لحظه جاری تا ده دقیقه قبل در این کادرها قابل مشاهده است. کادرهای میله‌ای سمت راست شکل ۳ نیز اطلاعات لحظه‌ای سنسور دمای شماره یک Tmid (دما در ارتفاع گیاه به عنوان دمای نقطه تنظیم) و سنسور RH داخل گلخانه را نمایش می‌دهند.



شکل ۴: تغییرات رطوبت نسبی (RH) و دمای داخل (Tmid, Tup) و خارج (Tout) گلخانه

www.SID.ir

مشاهدات و نتایج

به منظور بررسی عملکرد و ارزیابی سیستم چندین آزمایش در روزهای ۱۶ ، ۱۷ و ۲۶ آذرماه ۱۳۸۲ انجام گرفت. در این مقاله نتایج حاصل از یکی از آزمایشات که در صبح روز ۱۶ آذرماه ۱۳۸۲ انجام گرفته، ارائه و تفسیر می‌گردد. این آزمایش پس از نصب سیستم طراحی شده در داخل گلخانه مدل واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام گرفت. در انتهای آزمایش (حدوداً بین ساعات ۱۱/۳۰ و ۱۲) برای مقایسه نتایج حاصل از سیستم در وضعیت بدون کنترل با شرایط کنترل شده در یک فاصله زمانی ۲۰ دقیقه‌ای سیستم در وضعیت کنترل خودکار قرار داده شد. نتایج بدست آمده در شکل ۴ نشان داده شده است. در این شکل، Tmid مربوط به دمای داخل گلخانه در ارتفاع رشد گیاه (یک متر از سطح زمین)، Tup مربوط به دمای داخل گلخانه در مجاورت پوشش سقف، Tout دمای محیط بیرون و RH مربوط به رطوبت نسبی داخل گلخانه می‌باشد. نتایج بخش انتهایی شکل ۴، از محل رسم پیکانها روی نمودار، مربوط به وضعیتی است که سیستم در موقعیت کنترل خودکار قرار گرفته است. این نتایج در ادامه مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند:

در تمام طول مدت آزمایش $T_{mid}, T_{up} > T_{out}$ است. ما این مطلب را تایید کننده اثر گلخانه‌ای ۱۰ می‌دانیم. بدین ترتیب که انرژی تابشی خورشید پس از عبور از پوشش شفاف در محیط گلخانه محبوس شده و بتدریج باعث افزایش دمای محیط گلخانه می‌گردد. از شکل ۴ مشاهده می‌گردد که نرخ تغییرات دما باهم برابر نیست. در روند افزایش دما، همواره Tup از نرخ افزایش سریع تری نسبت به Tmid برخوردار بوده است. با توجه به اینکه تاثیر انرژی تابشی خورشید برگرمایش گلخانه از نواحی مجاور پوشش آغاز و بتدریج به سمت مرکز گلخانه توسعه پیدا می‌کند این مشاهدات قابل توجیه است. ما علت این روند نرخ افزایش دما را ناشی از تاثیر مستقیم انرژی تابشی خورشید بر گرمایش گلخانه می‌دانیم.از سوی دیگر، نظر به اینکه در هنگام کاهش دما بیشترین میزان تبادل حرارت با محیط بیرون از طریق پوشش گلخانه صورت می‌گیرد بنابر این این نواحی سریع تر تحت تاثیر قرار می‌گیرند.

در طول مدت زمان انجام آزمایش دمای محیط گلخانه (T_{mid}, T_{up}) متناوباً در نوسان بوده است. این موضوع با توجه به آفتابی و ابری شدن متناوب هوا در حین آزمایش قابل توجیه است. بدین صورت که هنگام آفتابی بودن هوا، دمای داخل گلخانه به سرعت سیر صعودی داشته تا جائی که مقدار آن به حدود ۴۰ درجه سانتی گراد نیز رسیده است. اما با قرار گرفتن خورشید در پشت ابر و کاهش شدید شدت نور بواسطه تبادل حرارتی سریع هوای داخل گلخانه با محیط خارج، دمای گلخانه سریعاً کاهش یافته و در بعضی موارد تا حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد نیز افت کرده است. سایر دلایلی که در ایجاد این نوسانات نقش دارند شرایط طبیعی محیط شامل تبخیر سطحی داخل گلخانه، تابش خورشید، وزش باد و تغییرات در درجه حرارت محیط خارج است. روند تغییرات دما به تغییرات شدت نور خورشید در T_{out} مورد نیز تا حدودی مشاهده می‌گردد. اما دمای بیرون به میزان کمتری تحت تاثیر این عوامل قرار گرفته است. نکته دیگری که در مقایسه دماهای با T_{out} دمای در شکل ۴ مشاهده می‌شود این است که در جریان تغییرات دما، مقادیر بیشینه و کمینه دمای داخل و دمای خارج تقریباً هم فاز هستند. بنابراین انتظار می‌رود که با استفاده از یک سیستم کنترلی بتوان نقش عوامل بیرونی و شرایط جوی را به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. این مطلب از محل رسم پیکانها روی نمودارهای شکل ۴، یعنی زمان اعمال کنترل خودکار و فعال شدن تجهیزات کنترلی به وضوع قابل مشاهده است.

در انتهای این آزمایش، جهت تثبیت دمای محیط گلخانه در حد ۳۰ درجه سانتی‌گراد، برای مدت ۲۰ دقیقه شرایط کنترل خودکار اعمال گردید. این نتایج نیز در شکل ۴ نشان داده شده است. عملکرد صحیح سیستم در تثبیت دما در محدوده نقطه تنظیم (۳. درجه سانتی‌گراد) بخوبی در قسمت انتهایی شکل ۴ یعنی از محل رسم پیکانها روی نمودار قابل مشاهده است. چون طول مدت آزمایش سیستم در وضعیت کنترل شده نسبتاً کوتاه است افت RH محسوس نیست.در شروع آزمایش، رطوبت تا رسیدن به حالت تعادل روندی افزایشی را طی نموده و سپس مقدار آن تا آغاز وضعیت کنترل شده تقریباً ثابت مانده و از این مرحله به بعد به‌خاطر انجام فرآیند تهویه RH مجدداً کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

اخیراً یک سیستم جمع‌آوری اطلاعات کامپیوتری به‌منظور کنترل و مانیتورینگ شرایط محیطی گلخانه توسط مولفین طراحی و پیاده سازی شده است (۲). برای ارزیابی سیستم آزمایشات میدانی متعددی در داخل یک گلخانه مدل در پائیز ۱۳۸۲ انجام گرفت. آزمایش سری اول در صبح روز ۱۶ آذرماه ۱۳۸۲ در دو حالت بدون کنترل و کنترل شده روی سیستم صورت گرفت تا عملکرد کلی آن مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج حاصل از این آزمایش در این مقاله مورد بحث و بررسی دقیق قرار گرفت. این آزمایش ضمن تصدیق عملکرد صحیح سیستم، حاکی از تائید اثر گلخانه‌ای دارد.

سیستم به گونه‌ای طراحی شده است تا به آسانی قابل توسعه و انعطاف پذیر باشد، یعنی با اعمال تغییرات جزئی در آن امکان ارزیابی و مدیریت سایر پارامترهای موثر در گلخانه نظیر دی اکسیدکربن، شدت نور، دما و pH خاک نیز وجود دارد. همچنین انجام تغییرات نرم افزاری در این سیستم برای بهبود کاربری آن و یا ارتقاء و توسعه الگوریتم‌های کنترلی سیستم کاملاً امکان پذیر می‌باشد. از این سیستم می‌توان برای خودکار کردن گلخانه‌های کشور، بدون ایجاد تغییرات عمده در ساختار آنها استفاده کرد. تحقیقات در زمینه توسعه سیستم فعلی برای کنترل از راه دور یک گلخانه با استفاده از پروتکل‌های TCP/IP[11]، بکار بردن هم زمان چندین سیستم مشابه در واحدهای مختلف مربوط به مجتمع‌های گلخانه‌ای بزرگ و ایجاد ارتباط بین آنها و اتصال آنها به یک سیستم کامپیوتر مرکزی از طریق نصب سرور و ایجاد شبکه محلی، که از جمله اهداف آتی ما می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد. امکان کنترل و مانیتورینگ دقیق پارامترهای محیطی نظیر دما و رطوبت در بسیاری موارد دیگر غیر از گلخانه نظیر دستگاه‌های پرورش طیور، تجهیزات مربوط به نگهداری و پرورش انواع دام، سالن‌های پرورش قارچ، سردخانه ها و محیط‌های کشت کنترل شده نیز وجود دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

پاورقی‌ها

1- Real Time
2- Relative Humidity
3- Set Points
4- polytube
5- Data acquisition system
6- Polyethylene (PE) film
7- Microcontroller
8- Actuators
9- Serial port
10-Greenhouse Effect
11 -Transport Control Protocol/Internet Protocol –TCP/IP

منابع مورد استفاده

۱ - اتوماسیون گلخانه. ۱۳۸۲ . مجموعه مقالات نخستین سمپوزیوم وضعیت موجود سازه‌ها و اتوماسیون گلخانه‌ای در ایران و راهکارهای توسعه، محلات، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی.

۲ - شفایی، اردشیر. ۱۳۸۲.کنترل کامپیوتری شرایط محیطی گلخانه - طراحی و ساخت مدل، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۴۰ صفحه.

۳ - نلسون، پاول، وی. ۱۳۷۴.مدیریت گلخانه (ترجمه)، انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری تهران.

4- Chalabi, Z.S., B.J. Bailey, and D.J. Wilkinson,1995.,A real-time algorithm for greenhouse heating. Silose Research Institute, 13 pp.

5- Jackson, H.A., and D.E. Darby, .2000.,Greenhouse ventilation.Canada Plan Service, M-6704, 9 pp.

6- JaeHoon, S., K. KyungMan, K. KwangHyun, and H. WeonSik .1995.,A study on the automatic measurement and control system for greenhouse environment. J. Agri. Sci., vol. 37, no. 2, pp. 681-686.

7- Laghrouche, M., A. Adane, and S. Ameur,.2001.,Monitoring a greenhouse using a microcontroller-based meteorological data acquisition system." Renewable Energy, pp. 19-30.

8- Marhaenanto, B., and G. Singh, .2002.,Development of a computer-based greenhouse environment controller.World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources, Brazil , pp. 136-146.

9- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food,.1994.,Understanding humidity control in greenhouses. British Columbia, Floriculture Fact Sheet 400-5, 8 pp.

10- Ross, D.S.,.1996., Planning a home greenhouse. Fact Sheet 645. Cooperative Extension Service, University of Maryland System. 8 pp.

11- Zylstra, A.R.,.2000.,Greenhouse environment control system considerations.National Greenhouse Manufacturers Assoc. (NGMA), 2. pp.

Archive of SID

www.SID.ir