



گلخانه هوشمند

گلخانه‌های هوشمند

بهروز خوش‌قلب^۱

مصطفی جعفریان^۲



۱- دانشجوی رشته تکنولوژی تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی شیروان

۲- دانش‌آموخته دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران و مدرس مجتمع آموزش عالی شیروان



1-behroozkhoshqalb@gmail.com

2-m.jafarian@ut.ac.ir





مقدمه

علم پرورش گل و گیاه در داخل گلخانه از تاریخچه طولانی برخوردار نیست. این روش تولید تقریباً از حدود نیم قرن گذشته در ایران آغاز شده است. در طول این مدت، تحول چندانی در زمینه کنترل عوامل محیطی گلخانه در ایران صورت نگرفته است؛ به همین دلیل بازده و عملکرد در واحد سطح گلخانه‌ها در کشور ما بسیار پایین‌تر از کشورهای توسعه‌یافته است؛ اما در سال‌های اخیر به علت افزایش هزینه‌ی حامل‌های انرژی، کشت گلخانه‌ای رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است. مزیت‌های فراوان شرایط کنترل شده گلخانه‌ای برای تولید، از یکسو و تأثیرات مثبت اقتصادی از سوی دیگر باعث شده است که بررسی روش‌های مدیریت بهینه گلخانه‌ها در اولویت‌های برنامه چهارم توسعه قرار گیرد. علی‌رغم تمامی مزیت‌های کشت گلخانه‌ای، مصرف بالای انرژی در گلخانه‌ها، به‌ویژه در فصل سرما از مواردی است که نیاز مبرم به بررسی‌های علمی دارد. سالانه میزان زیادی از محصولات گلخانه‌ای به دلیل استفاده از سامانه‌های سنتی از بین رفته و همچنین بسیاری از محصولات تولید شده از عملکرد قابل قبولی برخوردار نیستند. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش هزینه‌های جاری از جمله انرژی و نیروی انسانی، تولیدکنندگان را بر آن داشته است که به روش‌های مکانیزه و گلخانه‌های هوشمند روی آورند. در گلخانه‌های هوشمند هزینه سوخت تا ۷۰ درصد کاهش می‌یابد، همچنین کاهش چشمگیر هزینه نیروی انسانی و خطاهای انسانی از دلایل جذابیت آن برای تولیدکنندگان است.

از جمله مهم‌ترین مزیت‌های گلخانه‌های هوشمند می‌توان به افزایش کمی و کیفی محصولات تولید شده، کاهش آفات و بیماری‌ها، افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و همچنین استفاده بهینه از سایر صنایع مدرن در راستای تولید محصولات اشاره کرد.



اهمیت کشت محصولات گلخانه‌ای

۱- افزایش تولید در واحد سطح:

بررسی سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی نشان می‌دهد که قاره آسیا دارای ۳۱ درصد از اراضی قابل کشت و ۵۸ درصد جمعیت جهانی است. تراکم جمعیت در رابطه با اراضی کشاورزی حدود ۸ نفر برای هر هکتار زمین می‌باشد، این رقم برای ایران حدود ۴ نفر در هر هکتار است. علی‌رغم وسعت زیاد کشورمان به علت محدودیت‌هایی مانند کوهستانی و بیابانی بودن، شوری یا قلیایی بودن خاک سطح اراضی قابل کشت بسیار محدود است و بایستی عملکرد در واحد سطح افزایش یابد. امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت از یک‌سو و محدودیت آبی و خاکی از سوی دیگر، اهمیت کشت محصولات گلخانه‌ای بیش از پیش احساس می‌شود. در کشت گلخانه‌ای، با استفاده از روش‌های تغذیه‌ای درست، بخصوص استفاده از ریزمغذی‌ها و نیز به‌کارگیری روش‌های نوین تولیدات گلخانه‌ای، منجر به بهره‌برداری فشرده از زمین می‌شود به‌طوری که حتی کشاورزانی که اراضی کوچک دارند و دارای محدودیت آبی هستند قادر به کسب درآمد کافی خواهند شد.

۲- بازارپسندی محصولات گلخانه‌ای:

از آنجایی که برای تولید محصولات گلخانه‌ای از بذر خالص و اصلاح شده استفاده می‌شود، کیفیت محصولات تولید شده، بسیار بالاست که علاوه بر بازارپسندی خوب در داخل کشور، امکان صادرات محصولات تولیدی نیز وجود دارد که از نظر اقتصادی برای تولیدکنندگان اهمیت بالایی دارد.

۳- مصرف بهینه آب:

از آنجایی که امکان استفاده از آبیاری قطره‌ای در کشت‌های گلخانه‌ای وجود دارد، صرفه‌جویی قابل

توجهی در مصرف آب می‌شود. از جمله مزایای این سامانه، می‌توان به کوددهی از طریق آب آبیاری، تزریق سموم و حشره‌کش‌ها به آب آبیاری جهت کنترل آلودگی‌های خاک، کنترل بهتر میزان رطوبت گلخانه اشاره نمود. کنترل بهتر رطوبت گلخانه، باعث می‌شود تا بیماری‌های قارچی که در رطوبت بالا فعال می‌شوند، کنترل شوند.

۴- تولید محصولات در خارج از فصل:

گلخانه‌ها علاوه بر افزایش تولید در واحد سطح با تولید محصول در خارج از فصل معمول، قیمت نهایی بالاتری را در پی دارند که از نظر اقتصادی برای تولیدکننده مقرون به صرفه است به عنوان مثال در تولید سبزی و صیفی، زودرسی عامل مهمی در کسب درآمد بیشتر می‌باشد که تولیدکننده با داشتن علم و مهارت روش‌های پیش‌رس کردن می‌تواند یک سری از محصولات را زودتر از موعد مقرر، تولید و به بازار عرضه نماید.

۵- استفاده بهینه از نیروی انسانی:

نیروی انسانی مورد نیاز برای تولید ۲۰ تن محصول در گلخانه نسبت به تولید در فضای آزاد به میزان ۱/۳ کاهش می‌یابد.

۶- امکان پرورش و نگهداری گیاهان در خارج

از موطن اصلی آن‌ها:

با کشت گلخانه‌ای امکان پرورش و نگهداری گیاهان در خارج از موطن اصلی آن‌ها امکان‌پذیر است.



معایب کشت گلخانه‌ای

کشت یا تولید گلخانه‌ای مشکلات ویژه‌ای دارد که به‌طور اجمال عبارت‌اند از:

سرمایه‌گذاری اولیه زیاد است: عمده سرمایه صرف احداث گلخانه می‌شود. البته در صورت مدیریت صحیح تولید، در مدت سه تا پنج سال این هزینه باز خواهد گشت.

نیاز به مراقبت پیوسته: اندک غفلت ممکن است باعث خسارت جبران‌ناپذیر شود برای مثال کاهش ناگهانی دمای گلخانه در یک شب سرد زمستان همه‌ی محصول را از بین خواهد برد.

گلخانه‌های هوشمند

امروزه فناوری‌های پیچیده‌ای در صنعت گلخانه‌داری به‌کار گرفته می‌شود که برخلاف پیچیدگی ساختاری موجب سادگی کنترل و اداره گلخانه شده است. گلخانه‌داری به‌عنوان یک حرفه و تخصص چندین سال است که در دنیا دنبال می‌شود و هر روزه تجربه و دانش جدیدی به این عرصه وارد می‌شود که موجب بالا رفتن بهره‌وری و افزایش تولید می‌شود. بالاتر رفتن کیفیت و کاهش هزینه و ریسک و تلفات از مهم‌ترین ویژگی‌های گلخانه هوشمند است.



مزایای گلخانه‌ی هوشمند

۱- حفاظت از گیاهان در برابر شدت دما:

نوسانات دما می‌تواند تنها ظرف چند ساعت به گیاه آسیب‌های جبران‌ناپذیری بزند البته در گلخانه‌های هوشمند که قابلیت کنترل از راه دور را دارند، سامانه به نوسانات حساس بوده و در صورت تغییر دما سامانه‌های گرمایش یا سرمایش را به کار می‌اندازد و می‌توان گفت که نوسان دما در گلخانه‌های هوشمند صورت نمی‌گیرد.

۲- صرفه‌جویی در مصرف آب:

با توجه به مشکل کمبود آب در کشور ایران سامانه گلخانه هوشمند می‌تواند با مدیریت آب مورد استفاده به صرفه‌جویی قابل توجهی در این زمینه دست یابد. در باور عموم این‌گونه قلمداد می‌شود که مصارف آب شهری از مهم‌ترین علل هدر رفت و کمبود آب در کشور است ولیکن این‌گونه نیست و درصد بالایی از آب بیش از ۷۰٪ فقط در بخش کشاورزی که به صورت سنتی، غیرعلمی و غیراصولی انجام می‌شود به هدر می‌رود.

طی تحقیقاتی که صورت گرفته محققان به این عقیده هستند که صرفه‌جویی در مصرف آب از طرف مردم باعث صرفه‌جویی (۵٪) خواهد شد اما با ساخت گلخانه‌های هوشمند و زیر کشت بردن آن‌ها می‌توان مصرف آب را از (۸۰٪ به ۵۰٪) کاهش داد.

۳- هم‌زمانی کشت چند نوع محصول:

این ویژگی گلخانه‌ی هوشمند باعث رونق کشاورزی و بهبود وضعیت آن می‌شود که این نوع کشت را برای کشاورزان و باغداران بسیار مقرون به صرفه می‌کند.

۴- تأمین نور مورد نیاز در تمام فصول سال:

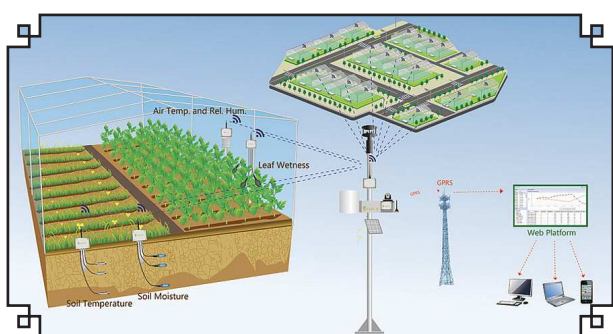
در ایران باور عمومی این است که کشور ما از لحاظ نور خورشید با کمبود مواجه نیست، اما



سطح کافی با بلندترین ارتفاع گیاه داشته باشد تا گیاهان در معرض مستقیم جریان هوا قرار نگیرد دستگاه تهویه باید در خلاف جهت باد غالب نصب شود.

حس گر رطوبت گلخانه هوشمند:

رطوبت داخل گلخانه با توجه به نقش آن در افزایش کمیت و کیفیت محصول و کنترل آفات و بیماری‌ها باید به نحو مقتضی در حد بهینه کنترل شود و بهترین میزان رطوبت نسبی در گلخانه‌ها حدود ۷۵٪ است. رطوبت نسبی کمتر از ۶۰٪ توأم با دمای بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد منجر به ریزش غنچه‌ها و میوه‌ها می‌شود اگر رطوبت نسبی بالاتر از ۷۵٪ و دما کمتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد بیماری‌های قارچی افزایش می‌یابد بنابراین استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج الزامی می‌باشد.



این موضوع صحیح نیست و اکثر کشاورزان در فصل زمستان با کمبود شدید نور مواجه هستند که این مشکل نیز در گلخانه‌های هوشمند و با استفاده از طیف‌های نوری مورد نیاز برای کشت گیاهان قابل برطرف شدن است.

۵- امکان تولید طبقاتی محصول:

این ویژگی امکان استفاده بیشتر و بهینه‌تر از فضا را به کشاورز می‌دهد و نیز محصولات تولید شده به دلیل حذف سموم و در امان بودن محصولات از آفات گیاهی تا حد زیادی، طبیعی و تمیز هستند.

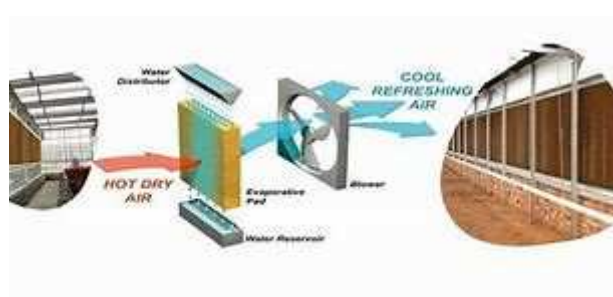
تجهیزاتی که در گلخانه‌های هوشمند وجود دارند

سامانه‌های کنترل هوشمند دما، میزان رطوبت، نور، آبیاری و سامانه خطر سنج در گلخانه، مانیتورینگ آنلاین سالن گلخانه هوشمند، تابلو فرمان کنترل سامانه سایبان متحرک، تابلو فرمان وضعیت‌های اضطراری، تابلو فرمان کنترل مه‌ساز و فن، تابلو فرمان کنترل هیترها، تابلو برق اضطراری، تابلو کنترل باد، تابلو فرمان اتوماتیک، تابلو فرمان سامانه هیدروپونیک، ایستگاه هواشناسی بیرون گل‌خانه، سامانه آبیاری از سقف (مه پاش) و سامانه آبیاری در نزدیکی ریشه.

تهویه:

به معنای نصب پنجره در سقف یا اطراف گلخانه به منظور تبادل هوای داخل و خارج گلخانه است که انواع آن عبارت‌اند از تهویه زمستانی، تهویه با فن، تهویه طبیعی. تهویه اتوماتیک باعث کاهش هزینه کارگری، تهویه یکنواخت و ثابت نگه داشتن دما برای رشد و نمو گیاهان می‌شود. دستگاه تهویه در محلی نصب می‌شود که اختلاف





سامانه‌های آبیاری گلخانه هوشمند:

یک سامانه آبیاری از اجزاء مختلفی تشکیل شده است که باید به صورت هماهنگ کار کنند تا هدف از اجزاء سامانه را تأمین نمایند. در کارهای کشاورزی سامانه‌های آبیاری برای این طراحی و اجرا می‌شوند که آب مورد نیاز زراعت را در زمان معین در اختیار گیاه قرار دهند.



کنترل دمای گلخانه هوشمند:

در زمستان گلخانه قادر نیست، تمامی گرما مورد نیاز خود را از طریق نور خورشید تأمین کند، بنابراین نیاز گلخانه به گرما می‌بایست از طرق مختلف فراهم شود. سیستم‌های گرمایی که برای گرم کردن گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند باید امکان تأمین حرارت مورد نیاز در سردترین شب سال را داشته باشند و نیز حرارت را در سرتاسر گلخانه به طور یکنواخت پخش کند که این موضوع باعث کاهش بیماری‌ها، رشد مناسب گیاهان و افزایش کارایی آن‌ها می‌شود.

خنک کردن:

خنک کردن گلخانه بسیار سخت‌تر و پرهزینه‌تر از گرم کردن آن است در تابستان، هوا در داخل گلخانه اغلب ۱۱ درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای بیرون است. اثرات زیان‌بار دماهای بالا عبارت‌اند از: عدم استحکام ساقه، کاهش اندازه گل، تأخیر در گل‌دهی و مرگ جوانه. خنک کردن به منظور جلوگیری از نفوذ تابش‌های زیاد آفتاب در تابستان صورت می‌گیرد. روش‌های خنک کردن عبارت‌اند از: سایه دادن، رنگ‌آمیزی پوشش گلخانه (رنگ قابل شستشو)، سایه دادن با آب آهک، روش تبخیری پوشال و پنکه

و...



نور گلخانه هوشمند:

با توجه به نقش تعیین کننده نور در فتوسنتز گیاه و تأمین بخشی از دمای گلخانه، تنظیم نور (شدت، تابش و نوع منبع روشنایی) درون گلخانه با در نظر گرفتن نوع محصول و اقلیم منطقه صورت می گیرد لازم به ذکر است که شدت نوری لازم برای گیاهان گلخانه‌ای بین ۱۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ لوکس است و استفاده از دستگاه نورسنج (لوکس متر) در گلخانه‌ها با توجه به شرایط اقلیمی منطقه (ابرناسی) الزامی است.



سامانه اعلام خطر در گلخانه هوشمند:

اکثر اوقات به دلیل حجم زیاد کار گلخانه‌ها، مزارع و باغات، مالکان گلخانه‌ها از خرابی برخی سامانه‌های خود بی‌اطلاع می‌مانند، اما با استفاده از سامانه پایش و کنترل هوشمند می‌توان کوچک‌ترین خرابی سامانه را به دستگاه انتقال داده و آژیر خطر را راه بیندازد و به‌صورت آنلاین روی تلفن همراه مالک نمایش دهد و مالک را از خرابی‌های سامانه‌های سالن باخبر سازد تا در اسرع وقت آن را تعمیر کند.



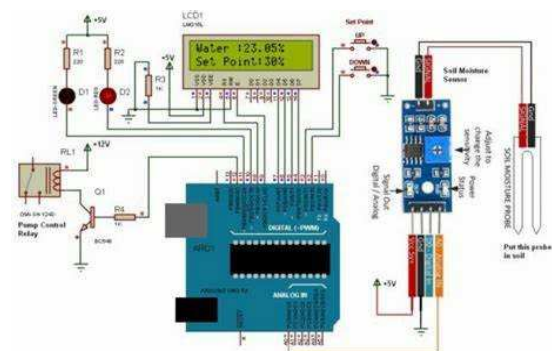
تابلو فرمان کنترل سامانه سایبان متحرک:

این تابلو فرمان، به کمک حس‌گرهای نور و دما، باز و بسته کردن توری سایبان را کنترل می‌کند.



تابلو فرمان کنترل پنجره‌ها (تمام اتوماتیک):

کنترل باز و بسته شدن پنجره‌های گلخانه به صورت دستی و اتوماتیک توسط این تابلو فرمان دریافت می‌کند.



تابلو فرمان کنترل هیترها:

چنانچه دمای گلخانه از حد معین کاهش یابد و یا از حد مجاز افزایش یابد، این تابلو با کنترل هیترها دمای داخل گلخانه را مناسب می‌کند.



تابلو کنترل باد:

تابلو کنترل باد به کمک حس گرهای سرعت و جهت باد در وضعیت‌های حساس بر اساس سرعت و جهت باد، در هنگام وزش بادهای شدید، وظیفه بستن پنجره‌ها را بر عهده دارد.



تابلو فرمان وضعیت‌های اضطراری:

کلیه حس گرهای دما، رطوبت، نور، باران، برف و... از طریق این تابلو به تابلوهای دیگر فرمان‌های اضطراری را می‌دهد.



تابلو فرمان اتوماتیک:

کنترل اتوماتیک پنجره‌ها با قابلیت نصب حس گر باد، جهت باد، حس گر باران و برف، حس گر دما و آلارم را بر عهده دارد.





تابلو فرمان هیدروپونیک:

معمولاً دارای ۵ شیر برقی جهت ۵ مخزن کود با امکان کنترل زمان آبیاری، میزان کوددهی، حسگر میزان اکسیژن موجود در آب، حسگر املاح موجود در آب و حسگر تعیین میزان فشار پمپاژ آب را بر عهده دارد.



تابلو برق اضطراری:

در مواقع قطع برق سراسری به کمک سامانه برق اضطراری می‌توان مانع خسارات جبران‌ناپذیر شد. این سامانه به کمک پنل‌های خورشیدی، سامانه ذخیره برق و البته در مواردی هم یک ژنراتور برق عمل می‌کند.



تابلو فرمان اتوماتیک:

کنترل اتوماتیک پنجره‌های سقفی و جانبی، توری سایبان، گرمایش، فن و فوگر، پد و فن، فن‌های خروجی، فن‌های سیرکوله و... با قابلیت نصب حسگرهای متفاوت دیگر. در واقع این تابلو به عنوان اصلی‌ترین تابلو در گلخانه عمل می‌کند و به تابلوهای دیگر فرمان‌ها را صادر می‌کند.



نتیجه گیری

نیز یارانه‌های آشکار و پنهان زیاد انرژی برای بخش کشاورزی، هدر رفتن انرژی در بخش کشاورزی بسیار زیاد است. اجرای گلخانه به صورت هوشمند ممکن است در ابتدا هزینه زیادی در برداشته باشد ولی با گذشت یک سال علاوه بر اینکه هزینه‌های خود را جبران می‌کند به سوددهی نیز می‌رسد.

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و افزایش قیمت حامل‌های انرژی، توجه به نحوه استفاده درست از انرژی‌های موجود از جمله مباحث مهم روز به شمار می‌رود. با توجه به اجرای نادرست گلخانه در ایران و

منابع و مآخذ



سعیدی، رضا. گلخانه‌های پروبونیکی، ۱۳۹۱
کیانی، علی و مطهری، احمد. سیستم‌های گرمایش و سرمایش گلخانه‌ها، ۱۳۹۲
فرجاد نسب، محمد. پیاده‌سازی گلخانه اتوماتیک، پروژه کارشناسی ناپیوسته کنترل فرآیند،
موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی خراسان.
شاهین رخسار، پریسا و عباسپور فرد، محمدحسین. کنترل محیط گلخانه. اولین کارگاه فنی
ارتقا کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای ۲۶/مهر/۱۳۸۶

Brewester,c,Roussaki,I,Kalatzis,N, Doolin,K,2017.IOTin agriculture.Internet of Things Journal.55.9.2633-

Elijah,O,abdul Rahman,T,2018. An overview of Internet of things IOT and Data Analytics in agriculture: bene –fits and challenges, (review). Internet of Things Journal.5(5),23274662-.

BAKKER J.C. 1989. The effect of air humidity on growth and fruit production of sweet pepper (*Capsicum annuum* L). J Horti Sci 64, 4146-.

M. Azaza, K. Echaieb, F. Tadeo, E. Fabrizio, A. Iqbal and A. Mami, "Fuzzy Decoupling Control of Greenhouse Climate, Arabian Journal for Science and Engineering, vol. 40(9), pp. 28052015 ,2812-

A. Shukla, G. N. Tiwari and M. S. Sodha, "Experimental study of effect of an inner thermal curtain in evaporative cooling system of a cascade greenhouse, Solar Energy, vol. 82, pp. 612008 ,72-.