بهینه سازی ابعاد گلخانه به منظور بهینه سازی مصرف انرژی بر اساس الگوریتم‌های فرا ابتکاری

محمد یونسی الموتی[*1]،احمد بناکار[2] ، حمید خفاجه[3]، محمد زارعین[4] ، سید مرتضی صداقت حسینی[5]

۱- دانشیار مرکز آموزش عالی امام خمینی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(mohamadyounesi@yahoo.com)

۲- دانشیار مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، تهران، ایران (Ah_banakar@ modares.ac.ir)

۳- دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، تهران، ایران (H.khafajeh@modares.ac.ir)

٤- دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، تهران، ایران. (m.zarein@modares.ac.ir)

٥- استادیار مرکز آموزش عالی امام خمینی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (mohamadyounesi@yahoo.com)

چکیده

هدف اصلی یک گلخانه بهبود شرایط محیطی است که در آن گیاهان رشد می‌کنند. افزایش قیمت انرژی چالش بزرگی برای صاحبان گلخانه ها است. در بسیاری از موارد ، مصرف انرژی گلخانه ها به دلیل عدم استفاده از فن آوری های جدید افزایش. در این تحقیق ، هدف بهینه سازی شکل و جهت گلخانه برای به حداقل رساندن انرژی مورد نیاز برای گرم شدن است. پارامترهای طراحی در این کار برای دو نوع گلخانه مختلف با عملکردهای هدف ، با روش بهینه سازی گرگ خاکستری تعیین می شود. بهینه سازی مصرف انرژی برای مدل های مختلف گلخانه و مواد مختلف با استفاده از الگوریتم گرگ خاکستری انجام شد. بر این اساس ، در هر حالت ، بهترین پارامترهای طراحی و مدل گلخانه ای به دست آمد.

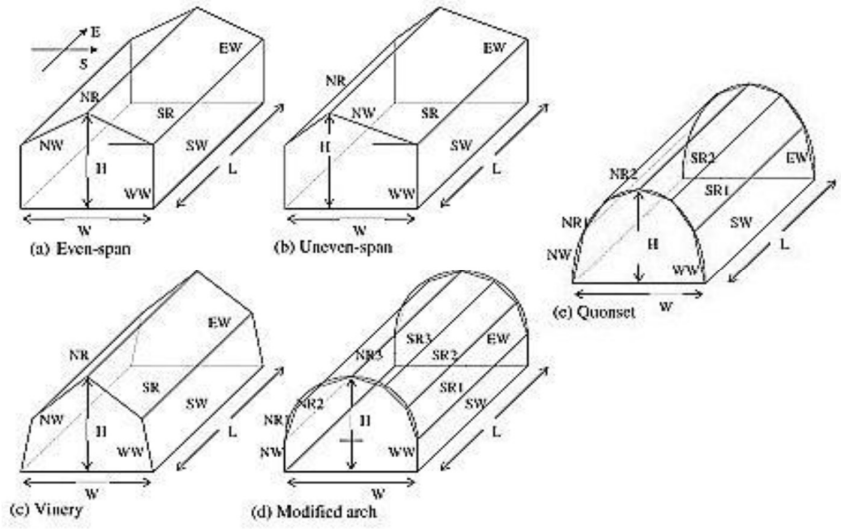
کلمات کلیدی: الگوریتم گرگ خاکستری ، بهینه سازی ، مصرف انرژی ، گلخانه.

***نویسنده مسئول: محمد یونسی الموتی (دانشیار مرکز آموزش عالی امام خمینی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران)**

مقدمه

امروزه پایداری تأمین مواد غذایی از یک‌سو و بحران آب و انرژی از سوی دیگر بشر را واداشته است که به دنبال افزایش تولید و بهینه کردن منابع مصرفی باشد. از جمله روش‌های پربازده کشاورزی، تولید محصولات گلخانه‌ای است. افزایش شمار تولیدکنندگان و رقابت بالا باعث توسعه روش‌های جدید در زمینه مدیریت گلخانه و تولید محصولات گلخانه‌ای شده است [3]. صنعت گلخانه یکی از بخش‌های در حال رشد در بخش کشاورزی است و بنابراین افزایش مصرف انرژی در این صنعت پیش‌بینی شده است [6] .با توجه به هزینه بالای انرژی در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، روش‌های زیادی برای کم کردن مصرف انرژی در گلخانه مورد مطالعه قرار گرفته است [4] . افزایش قیمت انرژی در کشور به عنوان یک چالش و مخاطره بزرگ برای تولیدکنندگان محصولات گلخلنه‌ای مطرح است. هر چند در کشور نسبت به سالهای گذشته افزایش قیمت انرژی چشمگیرتر بوده است، ولی این افزایش در تمام کشورهای جهان مشهود بوده است. در یک بررسی اجمالی می توان دریافت که مصرف انرژی در گلخانه‌های ایران تا چندین برابر نیاز واقعی است. با این وجود در بسیاری از موارد شرایط محیطی فضای گلخانه به دلیل عدم استفاده از فناوریهای نوین، آن گونه که باید تنظیم نشده، تولید کاهش یافته، در نتیجه مصرف انرژی به ازای تولید هر واحد محصول باز هم افزایش می‌یابد. با به کار بستن روش‌های کاهش مصرف انرژی می توان مصرف انرژی را تا حدی کاهش داد که اغلب باعث شگفتی خواهد شد. امروزه بارزترین خصوصیت استاندارد گلخانه های چند دهانه و پیشرفته دنیا، ارتفاع بلند و عرض زیاد آنهاست [8]. چرا که هر چه گلخانه مرتفع تر باشد حجم هوای داخل گلخانه بیشتر خواهد شد و این خود نه تنها باعث کاهش مصرف انرژی گرمایش و سرمایش گلخانه خواهد گشت بلکه باعث کاهش رطوبت اضافی و نیز تجمع هوای نامطلوب در بالای گلخانه و در دسترس قرار گرفتن هوای تازه در کنار گیاه خواهد شد. حجم زیاد هوای گلخلنه امکان ثلبت تگه داشتن دمای داخل گلخلنه را نیز فراهم می‌آورد و در نتیجه خطرات ناشی از تنش های وارده بر گیاه در اثر تغییر ناگهانی دمای خارج گلخلنه از بین می رود. در این بررسی مشاهده گردید که میانگین عملکرد گلخلنه های با سازه فلزی مدل تونلی ۲۰ کیلوگرم در مترمربع بوده و میانگین عملکرد گلخانه های با سازه فلزی مدل گل کلمی ۲۵ کیلوگرم در متر مربع در حالیکه میزان و نوع سوخت و شرایط مدیریت تولید آنها یکسان بوده است. لذا پیشنهاد می گردد جهت مجتمع های گلخانه ای در حال احداث، مسئولین با بررسی و مطالعه بیشتر نسبت به انتخاب سازه مناسب با تکنولوی های جدید سازه های اسپانیائی، چینی و...) با رعایت مدیریت بهینه الگوی مصرف سوخت و عملکرد محصول تصمیم سازی نمایند [1].ستی در سال ۲۰۰۸ با استفاده از روش مدلسازی حرارتی و محاسبه مقدار تشعشع خورشیدی در هر ساعت برای شهر پنجاب هند به مقایسه ۵ نوع مختلف گلخانه متداول پرداخت، که همه آنها دارای طول عرض و ارتفاع یکسان به ترتیب ٦، ٤و٣ متر بودند (شکل ۱). هدف او رسیدن به بیشترین دمای ممکن با استفاده از انرژی دریافت شده از خورشید در داخل گلخانه برای روزهای سرد سال و دمای کمتر برای روزهای گرم تابستان بود. محاسبات او تنها برای دو جهت خاص قرارگیری شرق-غرب و شمال جنوب بود، همچنین در محاسبه مقدار تشعشع خورشید اثر شکست نور را نیز بررسی کرد اما تنها از کسر خورشیدی دیوار شمالی به جای کسر خورشیدی کل استفاده کرده بود بنابراین از انرژی دریافتی از دیوارها و سقف های تشعشع کلی خورشیدی موجود در گلخانه برای یک روز در هر ماه برای هر کدام از شکل ها در جهت شرق-غرب برای ۳ عرض جغرافیایی ۱۰، ۳۱و ۵۰ محاسبه شد. نتایج نشان داد که گلخانه نامتقارن بیشترین مقدار انرژی خورشیدی در هر ماه برای هر ۳ عرض جغرافیای دریافت می کند. همچنین گلخلنه نیمه استوانه ای کمترین انرژی خورشیدی را برای هر کدام از ماه های سال دریافت می کند. محاسبات نشان می دهند که روند و مقدار انرژی خورشیدی موجود در گلخلنه در عرض های جغرافیایی مختلف متفاوت است. در عرض جغرافیایی ۱۰ درجه تمامی شکل ها مقدار بیشتری انرژی خورشیدی در زمستان و مقدار کمتری در تابستان دریافت

می کنند. و این ناشی از بیشتر بودن زاویه بلندای خورشید در ماه های تابستان است که باعث کم شدن انرژی خورشیدی ورودی از دیوارهای کناری است. در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه همان شکل های مشابه گلخانه مقدار کمتری از انرژی خورشیدی را در زمستان و مقدار بیشتری در تابستان دریافت می کنند. این تغییرات در عرض جغرافیایی ۵۱ درجه افزایش یافته به صورتی که مقدار انرژی خورشیدی دریافتی در زمستان بسیار کمتر از تابستان است .



شکل ۱- انواع گلخانه های استفاده شده در تحقیقات ستی

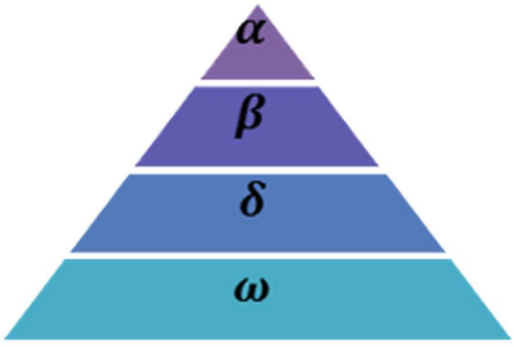
دمای داخل گلخانه در هر ساعت برای هر کدام از شکل های گلخانه برای دوجهت شرق- غرب و شمال- جنوب بوسیله معادلات بدست آمده از مدلسازی حرارتی با نتایج آزمایش مقایسه شد. قابل مشاهده است که دمای داخل برای گلخانه نامتقارن به مقدار قابل توجه ای بیشتر از دمای محیط اطراف است (برای همه ساعتها). به علاوه گلخانه نامتقارن دارای بیشترین دمای داخل نسبت به بقیه شکل های گلخانه است. همچنین مشخص است که افزایش دمای داخل گلخانه کاملا به شکل گلخانه وابسته است. مقایسه نتایج بدست آمده از آزمایش و نتایج بدست آمده از مدلسازی ریاضی خود برای دمای داخل گلخانه نشان داد که این مقادیر بسیار به یکدیگر نزدیک بوده اند و خطای آزمایش آنها با روش میانگین مربعات برابر ۳.۲۶ ٪ بود که نشان داد محاسبات آنها دارای دقت بالایی است[9]. در تحقیقی دیگر تیواری و همکاران در سال ۲۰۱۱ با مدل کردن یک گلخانه متقارن و آنالیز سایه های ناشی از برخورد پرتو های خورشید با گلخانه با استفاده از نرم افزار اتوکد کسر انرژی خورشیدی و کسر انرژی خورشیدی کل را برای سه نوع گلخانه متقارن با اندازه های مختلف در شهر نیو دهلی (عرض جغرافیایی ۲۸/۵ درجه) بدست آوردند. آنها با محاسبه مقدار مساحتی که سایه گلخانه بعد از برخورد پرتوهای خورشید با آن بر سطح افقی به وجود می آورد مقدار کسر انرژی خورشیدی و کسر انرژی خورشیدی کل را در هر ساعت از روز بدست آوردند. آنها محاسبات خود را برای یک روز خاص در زمستان و تابستان و برای جهت های صفر، ۳۰، ٤٥، ٦٠ و ۹۰ درجه انجام دادند. نتایج نشان می دهد که برای گلخانه، کمترین مقدار کسر خورشیدی کل برای جهت های مختلف (٤٥، ۳۰ و ٦٠ درجه) قبل از ظهر است، اما، برای چرخش ساعتگرد (۳۰- ٤٥و ٦٠-) کمترین مقدار در بعد از ظهر مشاهده می شو [7]. سوریانو و همکاران در سال ۲۰۰٤ با استفاده از روش آنالیز ابعادی و شبیه سازی آزمایشگاهی به مطالعه مقدار تشعشع خورشیدی مستقیم عبوری از سقف گلخانه های چند دهانه متقارن و نامتقارن پرداختند. آنها ۷ شیب مختلف برای سقف را با مقیاس ۱:۱۵ ساخته و مقدار انرژی خورشیدی عبوری از هر کدام سقف ها را برای یک روز در زمستان و تابستان بدست آوردند و با نتایجی که از محاسبات ریاضی بدست آوردند مقایسه کردند. آزمایشات آنها در مرکز تحقیقات

کشاورزی شهر گرانادای اسپانیا (عرض جغرافیایی ۳۷. ۱۰) انجام شد. در محاسبات آنها منظور از زاویا سقف ۸-۱۸، زاویه شیب ۸ درجه برای سقف جنوبی و زاویه شیب ۱۸ درجه برای سقف شمالی است . هر کدام از مدل های آنها دارای سه دهانه و هر دهانه ۱۱۰ سانتی متر طول و ٤٠ سانتی متر عرض داشت، که با مقیاس ۱ به ۱۵ برابر ٦ متر عرض و ١٦ . ٥ متر طول داشت. پوشش به کار رفته در مدل ها از شیشه یک جداره با ضخامت ۸ میلی متر بود که در قابهای فلزی قرار داده شده. همچنین سطح کف (زمین) مدلها برای حداقل کردن مقدار انعکاس سیاه شده بود. همچنین مقدار تشعشع خورشیدی عبوری با استفاده از دستگاه سولاریمیتر اندازه گیری شده است. نتایج آنها نشان داد که تشعشع خورشیدی مستقیم عبوری خورشید با افزایش زاویه سقف تا حدود ۳۰ درجه افزایش می یابد. بویژه در ماههای زمستانی که تشعشع مقدار کم و محدودی است. آنها همچنین برای مدل خود به این نتیجه رسیدند که گلخانه نامتقارن همیشه بیشتر از گلخانه متقارن تشعشع خورشیدی را عبور نمی دهد، در واقع در آزمایشات آنها مدل با زاویه برابر ۲۷-۲۷ درجه بیشترین مقدار عبور تشعشع خورشید در زمستان را دارا بود [8]. در این تحقیق سعی شده است تاثیر ابعاد و شکل انواع گلخانه بر مصرف انرژی بررسی شود و ابعاد بهینه استخراج شود.

مواد و روش ها

الگوریتم بهینه سازی گرگ خاکستری

الگوریتم گرگ خاکستری (سگ لوپوس) متعلق به خانواده سگ سانان است. گرگ خاکستری به عنوان شکارچیان راس مورد ملاحظه قرار می‌گیرد، به این معنی که آنها در بالای زنجیره غذایی قرار می‌گیرند. گرگ های خاکستری اغلب ترجیح می دهند که به صورت دسته ای زندگی کنند. اندازه گروه بطور متوسط ۵-۱۲ می باشد. علاقه خاص آنان این است که آنان یک سلسله مراتب مسلط -اجتماعی بسیار سخت دارند که در شکل (۲) نشان داده شده است. رهبران یک نر و یک ماده، به نام آلفا هستند. آلفا بیشتر مسئول تصمیم گیری در مورد شکار، مکان خواب، زمان بیداری و غیره... می‌باشد. تصمیم گیری های آلفا به دسته د یکته می شود. با این حال برخی موارد از نوع رفتار دموکراتیک مشاهده شده است که در آن یک آلفا از یکی دیگر از گرگ های دسته پیروی کند. در گرد همایی ها کل دسته با پایین نگه داشتن دم خود، آلفا را تصدیق می کنند. گرگ آلفا نیز گرگ غالب نامیده می‌شود که دستورات او بایستی توسط دسته پیروی شود. گرگ آلفا تنها مجاز به انتخاب جفت در دسته خود می باشد. جالب توجه اینکه، ضرورتی بر قوی‌ترین بودن آلفا در دسته نمی باشد بلکه بهترین عضو از لحاظ مدیریت است. این نشان می دهد که سازماندهی و نظم و انضباط یک دسته بسیار مهم تر از قدرت آن است.



شکل ۱- سلسله مراتب از گرگ خاکستری (تسلط از بالا به پایین کاهش می یابد)

سطح دوم در سلسله مراتب از گرگ های خاکستری بتا می باشد. عضو بتا، گرگ های تابع هستند که در تصمیم گیری یا فعالیت‌های دیگر دسته به آلفا کمک می‌کنند. عضو بتا هم می‌تواند نر یا ماده باشد و احتمالا او بهترین نامزد

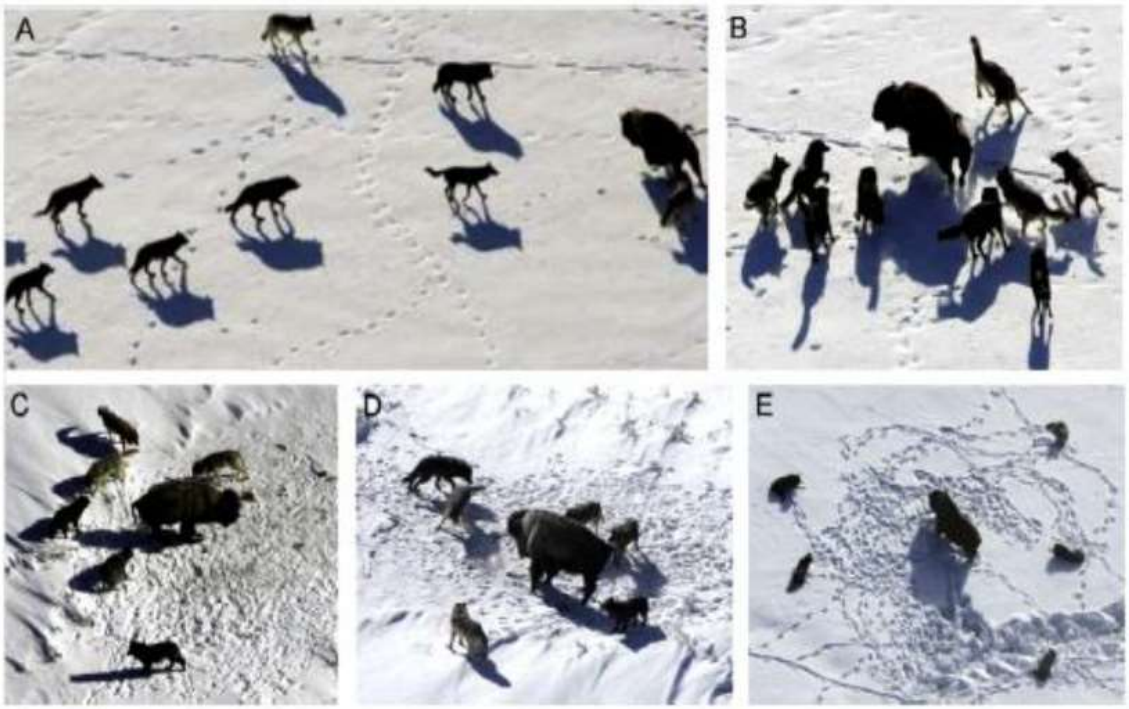
برای عضو آلفاست، در مواردی که یک گرگ آلفا دور از دسته است یا بسیار پیر شده است. گرگ بتا باید به آلفا احترام بگذارد ولی می تواند به دیگر سطوح پایین تر گرگ ها دستور دهد. این عضو نقش یک مشاور آلفا و ناظم دسته را ایفا می کند. بتا دستورات آلفا را در سراسر دسته تقویت کرده و بازخورد ها را به آلفا باز می گرداند. پایین ترین رتبه بندی گرگ خاکستری امگا می‌باشد. امگا نقش قربانی را بازی می کند. گرگ امگا همیشه باید در مقابل گرگ های غالب، تسلیم شود. آنها آخرین گرگ‌هایی هستند که اجازه خوردن دارند. ممکن است به نظر بیاید که اعضای امگا یک عضو مهم در دسته نیستند اما مشاهده شده است که کل دسته با از دست دادن امگا دچار مبارزه و مشکلات داخلی شده است. این منجر به تخلیه از خشونت و سر خوردگی تمام گرگ ها توسط امگاها می شود. این مسئله کمک می کند کل دسته راضی شده و ساختار سلطه را حفظ کنند. در برخی موارد امگا بچه داری در دسته را نیز انجام می دهند. اگر گرگی یک آلفا، بتا یا گاما نباشد، او یک تابع یا (دلتا در برخی موارد) می باشد، گرگ دلتا باید تسلیم آلفا و بتا باشد ولی مسلط بر امگا باشد. پیشاهنگان، ماموران، شکار چیان، و سرپرستان متعلق به این دسته هستند. پیشاهنگان مسئول نظارت بر مرزهای قلمرو و هشدار به دسته در صورت هر گونه خطر هستند. ماموران، حفاظت و تضمین ایمنی دسته را بر عهده دارند. ریش سفید ها، گرگ‌های با تجربه ای هستند که برای عضو آلفا یا بتا از آنها بهره گرفته می شود. شکارچیان به آلفا و بتا هنگام شکار طعمه و تامین غذا برای دسته کمک می کنند. در نهایت سرپرستان، مسئول مراقبت از گرگ های ضعیف، بیمار و زخمی در دسته هستند.

علاوه بر سلسله مراتب اجتماعی گرگ ها، شکار گروهی رفتار اجتماعی جالب دیگری از گرگ خاکستری است. با توجه به Mure و همکاران فاز های اصلی از شکار گرگ خاکستری به شرح ذیل است :

ردیابی، تعقیب، نزدیک شدن به طعمه:

ردیابی، محاصره و آزار طعمه تا زمانیکه متوقف شود.

حمله به سمت طعمه:



شکل ۲- رفتار شکار گرگ خاکستری: (A) تعقیب، نزدیک شدن، و ردیابی شکار، (B–D) اذیت و آزار و محاصره (E) وضعیت ثابت و حمله

تعریف مسئله بهینه سازی

در این تحقیقات برای بهینه سازی مصرف انرژی در گلخانه، ابتدا تابع هدف به صورت " انرژی خورشیدی موجود - اتلاف حرارت" در زمستان یا انرژی لازم برای گرمایش و رسیدن به دمای طراحی اتاق در روزهای سرد سال تعریف شده است. هدف بهینه سازی رسیدن به شکل و جهت مناسب قرار گیری گلخانه برای کمینه کردن انرژی لازم برای گرمایش است.

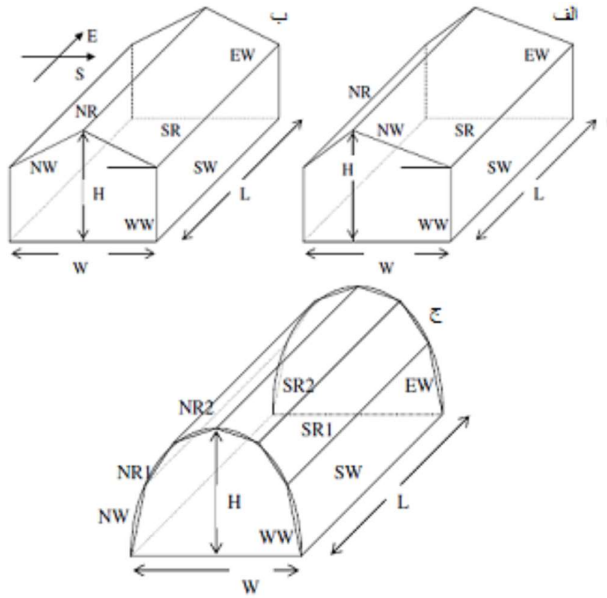
پارامترهای طراحی در این اثر برای دو نوع متفاوت از شکل گلخلنه ها با توابع هدف ذکر شده، با روش بهینه‌سازی گرگ خاکستری تعیین شده اند.

بررسی روابط و مشخصات مدلسازی گلخانه

برای انجام مدلسازی مورد نظر لازم است روابط حاکم بر گلخانه‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد و معادلات حاکم بر مصرف انرژی در نظر گرفته شود. حال به بیان این روابط و مشخصات گلخانه ها پرداخته شده تا مقدمات لازم جهت بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از الگوریتم گرگ خاکستری انجام گیرد.

انواع گلخانه از نظر شکل

انواع گلخانه های مورد استفاده برای مدلسازی حرارتی گلخانه به منظور محاسبه مقدار انرژی خورشیدی دریافتی و همچنین مقدار حرارت تلف شده و مورد نیاز گلخانه از چند شکل متداول گلخانه که عبارتند از گلخانه متقارن، نامتقارن و نیمه استوانه ای استفاده شده است. برای مقایسه واقعی‌تر بین اشکال مختلف حجم و سطح کف گلخانه‌ها ثابت در نظر گرفته شده و همچنین هر کدام از شکل‌ها را به چند قسمت و بخش‌های مختلفی تقسیم کرده که در شکل (۲) این صفحه‌ها مشخص شده اند(دیوارها و سقف ها). جهت قرارگیری گلخانه ها در ابتدا در جهت شرق-غرب و به عنوان جهت صفر درجه در نظر گرفته شده اند. در این تحقیق گلخانه دو طرفه مورد ارزیابی قرار گرفته است.



شکل ۳: انواع گلخانه‌های مرسوم الف- گلخانه نیمه دو طرفه ب- گلخانه دو طرفه ج- گلخانه نیمه استوانه‌ای

گلخانه نیمه دو طرفه نامتقارن

گلخانه نیمه دو طرفه نامتقارن شبیه گلخانه ها دو طرفه است، با این تفاوت که سقف آن از دو شیب نامساوی پوشانیده شده است که در شکل (۲ الف) نشان داده شده است. در این نوع گلخانه بهترین استفاده از نور بعمل می‌آید و نیاز به سقف کمینه می‌رسد. در مناطقی که شدت نور در زمستان کم است، گلخانه با دو شیب نامساوی (نیمه دو طرفه) که سطح جنوبی آن نسبت به شمال نور بیشتری دریافت می کند، ساخته می شود. اگر سقف جنوبی آن با سطح افقی زاویه ۲۵ درجه و سطح شمالی با سطح افقی زاویه ۵۵ درجه تشکیل دهد، ۱۱ درصد نور بیشتر توسط پوشش دریافت می شود. اگر زاویه سقف ۹۰ درجه و زاویه سطح شمالی با سطح افقی ٦٥ درجه باشد، نور بیشتری نسبت به حالت قبل دریافت می شود دیوار شمالی را می توان با مواد عایق منعکس کننده نور تعبیه کرد، در نتیجه مقدار نور رسیده به گیاهان بیشتر و گرمای از دست رفته از گلخانه کمتر می شود[2].

گلخانه دو طرفه متقارن

در این نوع گلخانه پهنای دو سقف مساوی است. ارتفاع گلخانه در بالاترین نقطه سقف معمولا ۲/۵ الی ۳/۵متر و عرض آن بین ۳ تا ٦ متر است. زاویه شیب سقف با سطح افقی ۳۵ الی ۵۵ درجه می باشد(شکل ۲ ب)[2]. .

گلخانه نیم استوانه‌ای با کوانست

اسکلت گلخانه نیم استوانه‌ای توسط لوله‌های آب ساخته می‌شود که قوس ۱۸۰ درجه دارند (قطر لوله ۱/۸۸ الی ۲/۵ سانتی متر) و توسط تیرهای فرعی که در امتداد طولی گلخانه قرار گرفته اند، نگهداشته می‌شود. فاصله تیرهای اصلی از هم ٤/۵ متر و فاصله تیرهای فرعی از هم ۰/۹ الی ۱/۲ متر می‌باشد این نوع گلخانه به صورت مجزا یا جوی پشته‌ای ساخته می‌شود. (شکل ۳-٤ ج)(هارتمن، ۱۹۹۷)

انواع گلخانه از نظر دما

انواع گلخانه‌ها از نظر دما عبارتند از:۱- گلخانه سرد ۲- گلخانه نیمه گرم ۳- گلخانه گرم

گلخانه گرم مخصوص تولید سبزی در خارج از فصل است در مناطق سردسیر به منظور کاهش تغییرات هوای خارج گلخانه روی دما و رطوبت داخل گلخانه، آن را به صورت گود و دیوار آن را سیمانی انتخاب می کنند.

گلخانه گرم و مرطوب: دمای داخل این نوع گلخانه مانند گلخانه گرم بوده با این تفاوت که رطوبت هوای این نوع گلخانه بیشتر است.

جدول ۱- بیشینه و کمینه دما در روز و شب گلخانه‌های مختلف

نوع گلخانه	زمستان C		تابستان C	
	کمینه دمای شب	کمینه دمای روز	کمینه دمای شب	کمینه دمای روز
سرد	۷-۱۳	۱۳-۱۸	۱۸	۲٤
نیمه گرم	۱۳	۱۸-۲۱	۲٤	۳۰
گرم	۱۸	۲۵	۲٤	۳۰-۳۸

جهت گلخانه

تعیین جهت گلخانه بستگی به شرایط منطقه دارد. در صورتی که منطقه‌ی مورد نظر بادخیز باشد، جهت باد غالب در تعیین جهت گلخانه اهمیت بیشتری دارد. اگر باد غالب منطقه خسارت زا نباشد و سایر بادهایی که در منطقه می وزند خسارت زا باشند، جهت گلخانه در جهت بادهای خسارت زا باید باشد. باد در زمستان از دست رفتن گرما و در

تابستان خنک کردن گلخانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. برای حفظ گرما در زمستان، کوچک ترین مقطع گلخانه (معمولا دیوار انتهایی) باید رو به باد غالب باشد. دیوار انتهایی می‌تواند به راحتی عایق کاری شود. بنابراین توصیه می‌شود در صورت باد خیز بودن منطقه، گلخانه را طوری بسازند تا باد از روی گلخانه به راحتی عبود کند. به عبارت دیگر گلخانه در امتداد جهت باد غالب باشد.

پوشش گلخانه

مهمترین ویژگی پوشش گلخانه توانایی عبور نور آن است. پوشش گلخانه باید بتواند بیشینه مقدار نور موجود را به گیاه برساند بنابراین، درصد عبور نور از پوشش گلخانه عامل مهمی در انتخاب آن است. عبور نور به صورت مقدار نوری که از سطح عبور می کند تعریف می شود. هیچ ماده‌ای نمی تواند صد در صد نور را عبور دهد. وقتی نور به سطحی برخورد می کند، قسمتی از آن منعکس می شود، قسمتی از آن جذب و بقیه از آن عبور می‌کند. این مقادیر بسته به نوع پوشش متفاوت است. مثلا وقتی تور به یک سطح سیاه برخورد می کند، مقدار کمی از نور منعکس می‌شود، مقدار زیادی جذب و مقدار بسیار کم، با هیچ، از آن عبور می‌کند. بیشترین میزان عبور نور توسط شیشه شفاف حاصل می‌شود. درصد عبور نور در طول موج‌های مختلف بسته به نوع پوشش متفاوت است. جنس پوشش گلخانه عبارتند از:

شیشه، پلاستیک، پلی اتیلن معمولی، فیبر شیشه یا فیبر گلاس مقاوم، پلی کربنات

زاویه شیب سقف گلخانه

زاویه شیب سقف گلخانه نقش مهمی در طراحی گلخانه دارد. زاویه شیب سقف گلخانه با سطح افقی بستگی به شکل گلخانه و منطقه مورد استفاده دارد. در گلخانه پلاستیکی این زاویه حدود ٤٠ و در گلخانه‌های شیشه‌ای ٣٣ درجه است. زاویه سقف گلخانه در میزان ریزش قطرات ناشی از بخار آب بر روی گیاهان داخل گلخانه موثر است. هر چه این زاویه بیشتر باشد، میزان ریزش قطرات آب کمتر است. زاویه شیب سقف بخش مهمی در طراحی گلخانه است. اگر شیب کم باشد درصد زیادی از نور خورشید توسط سقف گلخانه منعکس می شود[1].

محاسبه نیاز گرمایی گلخانه

برای محاسبه میزان گرمای مورد نیاز برای گرم کردن گلخانه، باید میزان اتلاف گرما از گلخانه را محاسبه کرد. مقدار گرمای لازم برای گرم کردن گلخانه برابر مقدار گرمای تلف شده از گلخانه است. مقدار حرارت از دست رفته از گلخانه بستگی به نوع پوشش گلخانه، مساحتی از گلخانه که در معرض هوا است، سرعت باد، وضعیت گلخانه (از نظر نو بودن یا کهنه بودن و داشتن درز زیاد در محل های اتصال و یا شکسته بودن شیشه)، دمای بیرون گلخانه و دمای مورد نیاز برای گیاه مورد نظر دارد. این میزان گرما به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$q_t = q_c + q_i \quad (1)$$

$$q_c = UA(T_i - T_0) \quad (2)$$

$$q_i = 0.5VN(T_i - T_0) \quad (3)$$

که در روابط بالا: U = ضریب کلی اتلاف حرارت، ($\frac{w}{m^2k}$) مطابق جدول های ٢ و ٣؛ A = مساحت سطح خارجی، (متر مربع)؛ T_i = دمای داخل (سلسیوس)؛ T_0 = دمای خارج C؛ V = حجم داخلی گلخانه(متر مکعب)؛ N = تعداد تبادل هوا در هر ساعت(مطابق جدول ٤)؛

جدول ٢- ضرائب انتقال حرارت کلی برای پوشش های مختلف

مصالح		ضریب کلی اتلاف حرارات
شیشه	یک جداره	٤/٦

	دو جداره	٤
	دو لایه	٨/٦
پلاستیک	سه لایه	٤
	یک لایه روی شیشه	٤/٨
	دو لایه روی شیشه	٣/٨
فایبر گلاس	صفحات تقویت شده	٦/٨
	١٦ میلی متر	٣/٣
پلی کربنات	٨ میلی متر	٣/٧
	٦ میلی متر	٤/١

جدول ٣- ضریب ساخت برای ضریب انتقال حرارت U

چهارچوب فلزی با پوشش شیشه ای ٤٠٠ تا ٦٠٠ میلی متر ضخامت	١/٠٨
چهارچوب فلزی با پوشش شیشه ای ١٢٠٠ میلی متر ضخامت	١/٠٥
فایبر گلاس با چهارچوب فلزی	١/٠٣
پلاستیک با چهارچوب چوبی	١/٠٢
فایبرگلاس با چهارچوب چوبی	١

جدول ٤- تعداد دفعات پیشنهادی برای تعویض هوا در هر ساعت

شیشه یک جداره بدون درزگیری	١/٢٥
شیشه یک جداره درزگیری شده	١
فیلم های نایلونی	٠-١/٦
صفحات پلاستیکی	١
فیلم های نایلونی بر روی شیشه	٠/٩

انتخاب محل احداث گلخانه

گلخانه باید در جای احداث شود تا بیشینه نور را دریافت کند. نور آفتاب در تمام روز لازم است، اما نور آفتاب در صبح که خورشید از شرق طلوع می کند، برای گیاهان کافی است. آفتاب صبح برای شروع غذا سازی (فتوسنتز) بیشتر مورد نیاز است و در نتیجه آن رشد گیاه بیشینه است. مقدار نور در ماه های آذر تا اسفند، یک سوم خرداد است (حسندوست، ١٣٧٨)

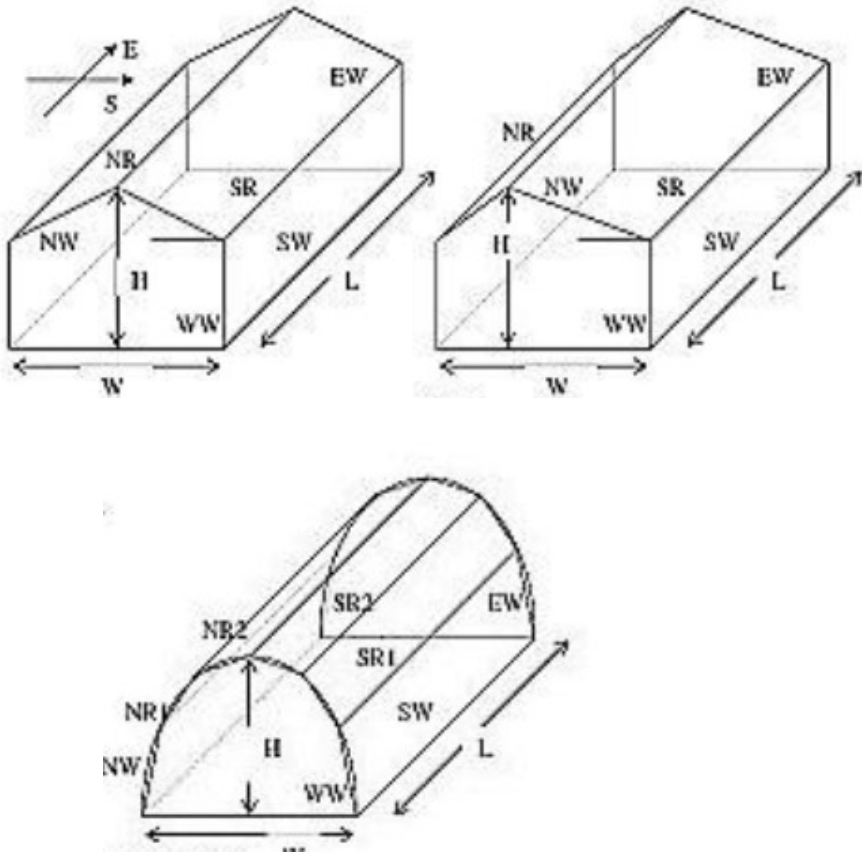
تشعشع خورشیدی

تشعشع خورشیدی تأثیر مهمی بر روی حرارت دریافت شده و حرارت از دست رفته از یک ساختمان دارد. تا حد بسیار زیادی این اثر به موقعیت خورشید در آسمان و صاف بودن اتمسفر (هوا) و همچنین به نوع و جهت

ساختمان بستگی دارد. بنابراین بهتر است راههای پیش بینی تغییرات موقعیت خورشید در آسمان در طول یک روز و همچنین در فصل‌های مختلف را برای مناطق مختلف سطح زمین به دست آورد(زکایی، ۲۰۰۳)

مشخصات گلخانه ای تحت بهینه سازی

برای مدلسازی حرارتی گلخانه به منظور محاسبه مقدار انرژی خورشیدی دریافتی و همچنین مقدار حرارت تلف شده و مورد نیاز گلخانه از چند شکل متداول گلخانه که عبارتند از گلخانه متقارن، نامتقارن و نیمه استوانه‌ای استفاده شده است برای مقایسه واقعی تر بین اشکال مختلف حجم و سطح کف گلخانه ها ثابت در نظر گرفته شده و همچنین هر کدام از شکلها را به چند قسمت و بخش های مختلفی تقسیم کرده که در شکل ٤-١ این صفحه ها مشخص شده اند (دیوارها و سقف ها). جهت قرار گیری گلخانه ها در ابتدا در جهت شرق-غرب و به عنوان جهت صفر درجه در نظر گرفته شده‌اند. برای گلخانه هایی که دارای اشکال قوس دار و منحنی هستند از چند صفحه تخت برای سهولت محاسبات به جای انحنا شکل‌ها استفاده شده است. مساحت کلیه گلخانه ها برابر ۱۰۰ متر مربع در نظر گرفته شده است.



شکل٤- مشخصات ابعادی گلخانه

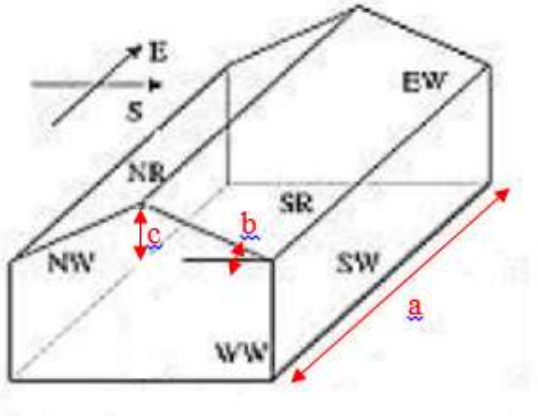
پارامترهای بهینه سازی ابعادی و محدودیت های آن

برای بهینه سازی مصرف آب و انرژی لازم است ابعاد گلخانه بنحوی درست انتخاب شود تا با توجه به نوع مصالح انتخابی بیشترین جذب گرما در فصل تابستان و کمترین خروج گرما در فصل تابستان را داشته باشند. همچنین

ابعاد مورد نظر در مسئله شامل محدودیت هایی می باشد. پارامترهای بهینه سازی هر سه نوع گلخانه مذکور شامل موارد زیر می‌باشد.

گلخانه متقارن

اولین نوع گلخانه‌ها جهت بهینه‌سازی، گلخانه‌های متقارن هستند که در حالت کلی برای آنها سه پارامتر طراحی در نظر گرفته می‌شود. اولین پارامتر طراحی طول گلخانه برای مساحت کف ثابت می باشد. دومین پارامتر طراحی جهت چرخش کلی گلخانه و سومین آن ارتفاع سقف گلخانه می‌باشد. این پارامترها به ترتیب با پارامترهای a ، b و c در شکل ٥ نمایش داده شده است.



شکل ٥- پارامترهای بهینه سازی گلخانه متقارن

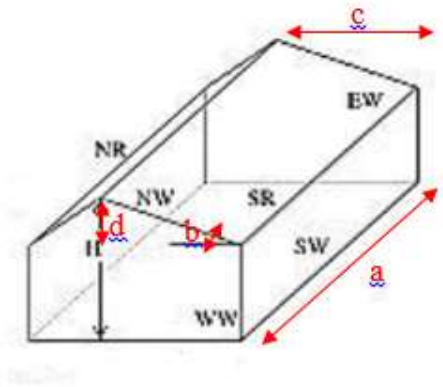
محدودیت های پارامترهای بهینه سازی در گلخانه متقارن شامل موارد زیر می باشد.

جدول ٥- محدودیت های پارامترهای گلخانه متقارن

پارامتر بهینه سازی	حداقل	حداکثر
a	١٠ متر	٣٠ متر
b	٠ رادیان	$\frac{\pi}{2}$ رادیان
c	٠/٥ متر	١/٥ متر

گلخانه نامتقارن

دومین نوع گلخلنه‌ها جهت بهینه سازی، گلخلنه های نامتقارن هستند که در حللت کلی برای چهار پارامتر طراحی در نظر گرفته شده‌اند. اولین پارامتر طراحی طول گلخانه برای مساحت کف ثابت بوده و پارامتر دوم جهت چرخش کلی گلخانه می باشد. پارامتر سوم محل برخورد دو صفحه سقف گلخانه یا فاصله دیوار تا بلندترین نقطه گلخانه است که از دیوار شمالی اندازه گرفته می شود و به صورت یک ضریب در عرض گلخانه ضرب می شود. پارامتر چهارم طراحی ارتفاع سقف گلخانه است. که به ترتیب با پارامترهای a، b، c و d نشان داده می‌شوند. در شکل٤-٣ این موضوع نشان داده شده است.



شکل ٦ - پارامترهای بهینه سازی گلخانه نامتقارن

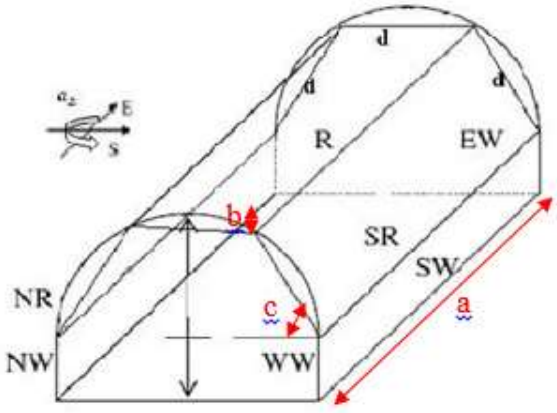
محدودیت های مورد نظر در پارامترهای این گلخانه عبارتند از:

جدول ٦- محدودیت های پارامترهای گلخانه نامتقارن

پارامتر بهینه سازی	حداقل	حداکثر
a	۱۰ متر	۳۰ متر
b	۰ رادیان	$\frac{\pi}{2}$ رادیان
c	۰/۵ متر	۱/۵ متر
d	۰/۵ متر	۱/۵ متر

گلخانه نیمه استوانه ای

سومین نوع گلخانه ها جهت بهینه سازی، گلخانه های نیمه استوانه ای هستند، که شبیه شکل ٤-٤ نشان داده شده به جای قسمت انحنا دار آن از ۳ صفحه با اندازه های برابر استفاده شده است. در حالت کلی برای آنها سه پارامتر طراحی در نظر گرفته می شود. اولین پارامتر طراحی طول گلخلنه برای مساحت کف ثلبت، پارامتر دوم جهت چرخش کلی گلخانه (مانند گلخانه دو طرفه) و پارامتر سوم زاویه بین صفحه ای از سقف که به دیوار متقاطع است. و برای دیوار و سقف جنوبی و دیوار و سقف شمالی این زاویه برابر است. که به ترتیب با پارامترهای a، b، c در شکل ٤-٤ نشان داده شده‌اند.



شکل ۷- پارامترهای بهینه سازی گلخانه نیمه استوانه ای

محدودیت های پارامترهای مورد نظر عبارتند از:

جدول ۷- محدودیت های گلخانه نیمه استوانه‌ای

پارامتر بهینه سازی	حداقل	حداکثر
a	۱۰ متر	۳۰ متر
b	۰ رادیان	$\frac{\pi}{2}$ رادیان
c	۰ رادیان	$\frac{\pi}{4}$ رادیان

مصالح مورد نظر

بهینه سازی ابعاد بر اساس کمترین میزان انرژی برای مصالح مختلف صورت می پذیرد. انواع مصالح در نظر گرفته شده در این پژوهش عبارتند از:

۱- استفاده از شیشه دو جداره

۲- پلاستیک دو لایه برای سقف ها و دیوارها

۳- پلاستیک یک لایه برای سقف و شیشه دو جداره برای سقف

نتایج

بهینه سازی ابعاد گلخانه بر اساس الگوریتم گرگ خاکستری محاسبه می گردد و کمترین میزان مصرف سرمایشی و گرمایشی با توجه به ابعاد بهینه سازی شده بدست آمده است. این موضوع در سه نوع گلخانه تعریف شده و چهار نوع مصالح اندازه گیری شده است.

گلخانه متقارن

مقادیر انرژی گرمایشی و سرمایشی بدست آمده در این گلخانه تحت مصالح مختلف عبارتند از موارد زیر می‌باشد.

گلخانه متقارن با شیشه دوجداره در سقف و جداره ها

همچنین پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ۸- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه متقارن با شیشه دوجداره در سقف و جداره‌ها

	تابستان	زمستان
a	۱۲	۲۷
b	۰/۵۵	۰/۲۸
c	۱/٤	۱/٤٦

گلخانه متقارن با پلاستیک دو لایه برای سقف ها و دیوارها

همچنین پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ۹- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه متقارن با پلاستیک دو لایه برای سقف ها و دیوارها

	تابستان	زمستان
a	۱٦	۱۹
b	۰/۱۲	۱/۰٤
c	۱/٤	۱/۳

گلخانه متقارن با پلاستیک یک لایه برای سقف و شیشه دو جداره برای سقف

پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ۱۰- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه متقارن با پلاستیک یک لایه برای سقف و شیشه دو جداره برای سقف

	تابستان	زمستان
a	١٤	٢٦
b	٠/٧٤	٠/٤٥
c	١/٥	١/٥

گلخانه نامتقارن

پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ۱۱- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه نامتقارن با شیشه دوجداره در سقف و جداره‌ها

	تابستان	زمستان
a	١٢/٠٨	١٣
b	٠/٤	٠
c	٠	١
d	٠/٨	١/١

گلخانه نامتقارن با پلاستیک دو لایه برای سقف ها و دیوارها

پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ۱۲- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه نامتقارن با پلاستیک دو لایه برای سقف ها و دیوارها

	تابستان	زمستان
a	١٢	١٥
b	٠/٣	٠/٥
c	٠	٠/٩٢
d	٠/٧	١/٤

گلخانه نامتقارن با پلاستیک یک لایه برای سقف و شیشه دو جداره برای سقف

پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ۱۳- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه نامتقارن با پلاستیک یک لایه برای سقف و شیشه دو جداره برای سقف

	تابستان	زمستان
a	١٢	١٣
b	٠/٢٥	٠/٠٤
c	٠	٠/٩
d	٠/٥	١/٣

گلخانه نیمه استوانه ای

پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ١٤- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه نیمه استوانه ای با شیشه دوجداره در سقف و جداره‌ها

	تابستان	زمستان
a	١٣	١٤
b	٠/١	٠/٤
c	٠/٥	٠/٥

گلخانه نامتقارن با پلاستیک دو لایه برای سقف ها و دیوارها

همچنین پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ١٥- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه نامتقارن با پلاستیک دو لایه برای سقف ها و دیوارها

	تابستان	زمستان
a	١٧	١٩
b	٠/٠٨	٠/٥
c	٠/٥	٠/٥

گلخانه نیمه استوانه ای با پلاستیک یک لایه برای سقف و شیشه دو جداره برای سقف

پارامترهای بهینه سازی شده در این مجموعه عبارتند از:

جدول ١٦- پارامترهای بهینه سازی شده گلخانه نامتقارن با پلاستیک یک لایه برای سقف و شیشه دو جداره برای سقف

	تابستان	زمستان
a	١٢	١٣
b	٠/٢٥	٠/٠٤
c	٠	٠/٩

نتیجه‌گیری

در این تحقیقات بهینه سازی مصرف انرژی و با استفاده از الگوریتم فرا ابتکاری گرگ خاکستری در گلخانه ها انجام گرفت. برای این منظور روابط ارائه شده برای جذب و خروج انرژی در گلخانه ها با توجه به جنس مصالح، زاویه خورشید و ... ارائه گردید. سپس به الگوریتم فرا ابتکاری گرگ خاکستری پرداخته شد و جزئیات روابط آن مورد ارزیابی قرار گرفت. بهینه‌سازی مصرف انرژی برای مدل های مختلف گلخانه و با جنس مصالح متفاوت با استفاده از الگوریتم گرگ خاکستری انجام گرفت. بر این اساس در هر حالت بهترین پارامترهای طراحی و مدل گلخانه حاصل گردید.

مراجع:

[۱] حسندخت م (۱۳۸٦). مدیریت گلخانه (تکنولوژی تولید محصولات گلخانه ای) قم : انتشارات سلسبیل.

[2] Hartman, D. T., Kester, D. E., Davies, Jr. and Geneve, R. L. 1997. Plant propagation: Principales and Practice, Sixth Edition, Prentice Hall International INC, 770 pp.

[3] He, H., & Xue, H. (2012). The Design of Greenhouse Environment Control System Based on Variable Universe Fuzzy Control Algorithm. In D.

[4] Moreton, O. R., & Rowley, P. N. (2012). The Feasibility of Biomass CHP as an Energy and CO2 Source for Commercial Glasshouses. Applied Energy, 96, 339-346. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.02.023

[5] Ozkan, B., A. Kurklu & H. Akcaoz. 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. Biomass and Bioenergy, 26(1): 89-95.

[6] Pilkington, L.J., Messelink, G., van Lenteren, J.C., Le Mottee, K., 2010. "Protected Biological Control"–Biological pest management in the greenhouse industry. Biol. Control 52, 216–220.

[7] Ravi Gaupota. G.N Tiwari. Anil Kumar. 2011. Calculation of total solar fraction for different orientation of greenhouse using 3D-shadow analysis in auto-CAD. Energy and buildings. 47. 27-34.

[8] T Soriano. J.I Montero. M.C sanchez-Guerrero. E. Medrano. 2004. A Study of Direct Solar Radiation Transmissin in Asymmetrycal Multi-span Greenhouses using Scal Model and Simulation Model. Biosystems Engineering. 88(2) . 243-253

[9] V.P Sethi. 2008. On the selection of shape and orientation of greenhouse: Thermal modeling and experimental validation. SOLAR ENERGY. 83. 21-38.

Title : Optimization of greenhouse dimensions in order to optimize energy consumption based on meta-innovative algorithms

Mohammad Younesi Alamouti[1*], Ahmad banakar[2], Hamid Khafajeh[3], Hohammad Zarein[4] and Morteza Sedaghat Hosseini[5]

[1]Imam Khomeini Higher Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

[2]Biosystems Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

[3]Biosystems Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

[4] Biosystems Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

[5]Imam Khomeini Higher Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Abstract

Increasing energy prices is a major challenge for greenhouse owners. In many cases, energy consumption of greenhouses are increased due to the lack of use of new technologies, as they should not be regulated, reduced production. In this research, the goal is to optimize the shape and direction of the greenhouse to minimize the energy required for heating. The design parameters in this work are determined for two different types of greenhouses with the target functions, with the gray wolf optimization method. Optimization of energy consumption for different models of greenhouse and different materials was performed using gray wolf algorithm. Accordingly, in each case, the best design parameters and greenhouse model were obtained.

Key words: Gray Wolf Algorithm, Optimization, Energy Consumption, Greenhouse.

*Corresponding author
E-mail: mohamadyounesi@yahoo.com