

سازه‌ها و پوشش‌های گلخانه‌ای موجود و لزوم انتخاب مناسب آن با توجه به نیاز و اقلیم کشور

حمید رضا قزوینی و مختار میران‌زاده^۱

چکیده

در جهان امروز به منظور کنترل شرایط محیطی در تولید محصولات کشاورزی، با بهره‌گیری از گلخانه‌های پیشرفته، بسیاری از مشکلات تحت کنترل درآمده‌است. فن‌آوری به‌کار رفته در گلخانه، بر توان کنترل عوامل محیطی تاثیر می‌گذارد. از مهمترین فاکتورهای موثر بر این کنترل، نوع سازه و پوشش بکاررفته در گلخانه است. گستردگی و تنوع اقلیمی در ایران، مطالعه و بررسی انواع سازه و پوشش گلخانه‌ای را جهت ارائه الگوی صحیح منطقه‌ای ضروری می‌سازد. هم‌اکنون در بسیاری از مناطق کشور از الگوی یکسان سازه و پوشش استفاده می‌شود که در اکثر آنها تناسبی علمی میان فاکتورهای اقلیمی، نوع محصول، نوع سازه و پوشش مناسب به چشم نمی‌خورد و در تعداد زیادی از این واحدهای تولیدی هزینه‌های مصرفی در زمینه تامین انرژی، سرمایش، گرمایش و یا به‌عبارتی کنترل عوامل محیطی، غیرمتعارف است. بنابراین لزوم استانداردسازی در گلخانه‌ها و کاربرد دستورالعمل‌های بین‌المللی مانند دستورالعمل IACS با کاربرد GIS در گلخانه‌ها ضروری به نظر می‌رسد. هم‌اکنون سازه‌ها و پوشش‌های مختلف به‌صورت تجاری در جهان ارائه شده‌اند که در ادامه به‌صورت اجمالی بررسی می‌گردند. بدیهی است که مطالعه انواع آنها به ارائه الگوی مناسب برای کشور کمک می‌کند. مهمترین گروه سازه‌های گلخانه‌ای که در تولیدات تجاری کشاورزی مورد استفاده واقع می‌شوند شامل گلخانه‌های لبه‌دار (Ridge frame)، Ground to ground و نیمه‌استوانه‌ای (Quonset) هستند. رایج‌ترین پوشش‌های مورد استفاده در گلخانه‌های تجاری به‌طور کلی در چند گروه تقسیم بندی می‌شوند که شامل پلی اتیلن، پلی فیلم، پلی کربنات، آکرلیک و فایبرگلاس هستند.

کلمات کلیدی: گلخانه، پوشش، سازه، انرژی، استاندارد

مقدمه

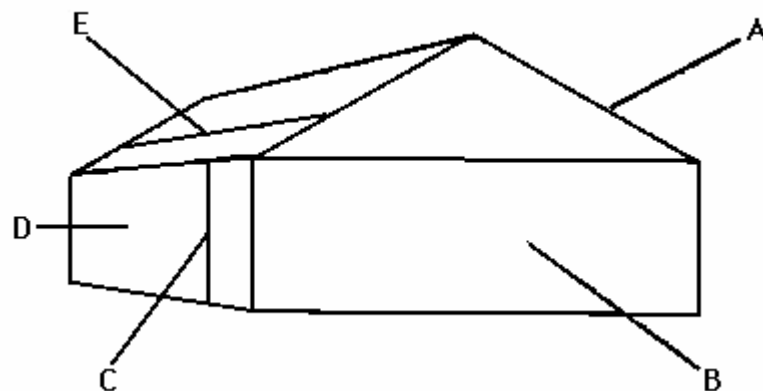
انتخاب یک طرح مخصوص در میان انواع سازه‌ها ارائه شده امروزی، نیازمند بررسی آنها از نظر نوع نیاز، تجارب کاربر و محاسبات فنی لازم است. چه گیاهی (گیاهانی) برای کشت در نظر گرفته شده‌اند، آنها چگونه

^۱ - اعضا کمیته تحقیقات گلخانه‌ای به ترتیب در زمینه‌های سازه و آبیاری بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

مدیریت می‌شوند، تجارب کاربر و آشنایی آن با سیستم‌های مدیریت گلخانه چگونه است، با این اطلاعات اولیه و پایه می‌توان یک طرح قابل اجرا را مد نظر قرار داده و سپس با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی مربوطه، آن را انتخاب نمود. در حال حاضر در بسیاری از مناطق کشور از الگوی یکسان‌سازه و پوشش استفاده می‌شود در حالی که با توجه به پهناوری و تنوع اقلیمی ایران و نیز نوع گیاهان تحت کشت، مطالعه و بررسی انواع سازه‌ها و پوشش‌های گلخانه‌ای برای ارائه الگوی منطقه‌ای ضروری بوده و تاثیر مستقیم بر بخش بزرگی از هزینه‌های تأمین انرژی، سرمایش، گرمایش و به عبارتی کاملتر بر هزینه کنترل عوامل محیطی مؤثر در تولید خواهد داشت.

اجزاء سازه گلخانه‌ای

امروزه گلخانه‌های تجاری از مواد متفاوتی ساخته می‌شوند. آلومینیوم، آهن گالوانیزه، استیل و چوب از رایج‌ترین آنهاست. در این بین آلومینیوم بادوام‌ترین و احتمالاً اقتصادی‌ترین است. آلومینیوم در ضخامت‌ها و اشکال مختلف ارائه می‌شود. انواع پروفیل‌های آلومینیومی را می‌توان به عنوان اجزاء مختلف یک سازه به کار برد. استفاده از چوب در گلخانه‌های تجاری رواج کمتری دارد. مهمترین علت آن فسادپذیری و پوسیدگی چوب به دلیل شرایط محیطی گلخانه است. آن‌گونه که در شکل ۱ دیده می‌شود مهمترین قسمت‌های یک سازه گلخانه‌ای شامل: تیرهای عرضی (Rafters)، دیواره‌های انتهایی (End Wall)، تیرهای عمودی طرفین گلخانه (Side Post)، دیواره‌های جانبی (Side wall) و دیرک‌های اتصال (Purlin) هستند.



شکل ۱: اجزاء یک سازه گلخانه‌ای (A تیر عرضی، B دیواره انتهایی، C تیر عمودی، D دیواره جانبی، E دیرک اتصال)

تیرهای عرضی بخش مهمی از سازه در جهت حمایت از ایستایی گلخانه است. این تیرها عموماً با فواصل ۶۰، ۹۰ و یا ۱۲۰ سانتی‌متر و با توجه به مقاومت مورد نیاز نصب می‌شوند. تیرهای عرضی می‌توانند به صورت داربستی و یا به صورت کمانی، با توجه به عرض گلخانه مورد نظر نصب گردند. عموماً در گلخانه‌های با عرض بیش از ۱۵ متر لازم است یک شاه‌تیر اصلی نیز در مرکز سقف سازه و به جهت افزایش مقاومت مورد نیاز نصب شود. دیرک‌های اتصال (Purlin) نگهدارنده‌های افقی هستند که در جهت عمود بر تیرهای عرضی قرار داشته و آنها را به همدیگر متصل می‌کنند. این جزء سازه عموماً با فواصلی از ۱۲۰ تا ۲۴۰ سانتی‌متر با توجه به اندازه و مقاومت مورد نیاز گلخانه نصب می‌شوند. در مکان‌های که نیاز است سازه بار بیشتری را

تحمل نماید، در محل تلاقی دیرک‌های اتصال و تیرهای عرضی (Rafters) با اتصالات مناسب این نقاط به یکدیگر متصل می‌شوند و در نتیجه مقاومت بیشتری در نواحی بادخیز و برف‌گیر برای سازه ایجاد می‌شود. تیرهای عمودی طرفین گلخانه (Side Post) به همراه ستون‌ها، در حقیقت پایه‌های عمودی سازه هستند. این تیرها معمولاً دارای ارتفاعی از ۳۰ سانتی‌متر تا ۳ متر هستند. ارتفاع این تیرها تعیین‌کننده ارتفاع موردنیاز برای رشد گیاهان تحت کشت است و تأثیر زیادی بر راندمان تولید گلخانه دارد. دیواره‌های جانبی گلخانه (Side Wall) در تهویه و ایزوله نمودن گلخانه نقش مهمی بر عهده دارند.

انواع پوشش‌های گلخانه‌ای

یک گلخانه مطلوب نیازمند یک پوشش مناسب است. این پوشش نور را به مقدار بهینه عبور می‌دهد و در همان حال دارای یک مقاومت مناسب بوده و از نظر اقتصادی نیز به صرفه است. تا اواخر دهه ۱۹۵۰ گلخانه‌های شیشه‌ای تنها انتخاب برای تولیدات تجاری بودند. شیشه ضریب گذردهی نور بالایی داشته و انتقال حرارت را بیشتر از پوشش‌های دیگر انجام می‌دهد و هزینه اولیه بالایی دارد. با ورود محصولات سنتتیک هیدروکربنی، پوشش‌های جدیدی برای گلخانه‌ها به بازار عرضه شدند. انتخاب هر یک از این پوشش‌ها برای گلخانه‌های تازه تأسیس یا گلخانه‌هایی که تحت پروژه‌های نوسازی قرار گرفته‌اند، نیازمند بررسی فاکتورهای عملکردی و اقتصادی آنها است. همچنین، از آنجایی که آلودگی هوا نیز از عوامل مؤثر بر کارایی پوشش‌های گلخانه‌ای است، محل احداث گلخانه نیز از نظر آلودگی هوا نیازمند بررسی است. در حال حاضر رایج‌ترین انواع پوشش‌های گلخانه‌ای عبارتند از:

الف- پلی‌کربنات‌ها

پلی‌کربنات‌ها یکی از جدیدترین موادی است که هم‌اکنون برای پوشش گلخانه‌ها در دسترس قرار دارد. اگرچه هنوز پاره‌ای از خصوصیات آن برای استفاده در گلخانه در دست ارزیابی قرار دارد، لیکن این پوشش دارای استحکام کافی بوده و در همین حال انعطاف‌پذیری مناسبی نیز دارد، در نتیجه امکان استفاده از آن در گلخانه‌های نیمه‌استوانه‌ای نیز وجود دارد. این پوشش اگرچه هزینه اولیه بالایی دارد، ولی بعضی از سازندگان عمر مفید آن را تا ۱۵ سال تضمین می‌نمایند. صفحات پلی‌کربنات در حال حاضر در انواع دو لایه و سه لایه نیز وجود دارد و در نتیجه مقاومت زیادی در مقابل ضربه، تبادل حرارتی و فشار از خود نشان می‌دهند. ضریب گذردهی نور در آنها بیش از ۹۰٪، مقاومت آنها به ضربه ۲۰ برابر فایبرگلاس و ۴۰ برابر شیشه و آکرلیک است، مقاومت آنها به UV بالا و دارای وزن نسبتاً کمی هستند. این پوشش به بسیاری از مواد شیمیایی مانند گروهی از اسیدها، اوره و کودهای شیمیایی مقاوم است.

ب- آکرلیک

آکرلیک‌ها هم از انواع پوشش‌های جدید به شمار می‌آیند. این گروه هم بسیار بادوام بوده و بسیاری از سازندگان طول عمر مفید آن را حداقل ۱۰ سال تضمین نموده‌اند. مهمترین محدودیت این نوع پوشش، هزینه

بالای اولیه آن است. این پوشش ضریب گذردهی نور بسیار بالایی دارد. در انواع استاندارد این پوشش، ضریب گذردهی نور به بیشتر از ۹۱٪ بالغ می‌گردد. مقاومت آنها به ضربه و فشار بسیار بالاست و از نظر مقاومت به شکستگی، آکرلیک‌ها بسیار مقاوم‌تر از شیشه ولی دارای وزنی تقریباً نصف وزن شیشه هستند، همچنین در برابر اشعه UV نیز کاملاً مقاوم اند. از مزایای این پوشش کارکردن آسان با آنها است و به راحتی تحت عملیات نصب (سوراخکاری، برش با اره و دیگر ابزارها، شکل‌دهی حرارتی، برش لیزری، رنگ‌آمیزی) قرار می‌گیرند. از نظر مقاومت شیمیایی، آکرلیک‌ها به بسیاری از مواد شیمیایی مانند ترکیبات آمونیاکی، اسیدهای رقیق و هیدروکربن‌های آلیفاتیک از خود مقاومت خوبی نشان می‌دهند. قابلیت شستشوی آنها نیز بسیار مناسب است و با شونده‌های رایج و آب بهداشتی تمیز می‌شوند. از نظر تغییرات سطحی، آکرلیک‌ها ۳ تا ۸ برابر بیشتر از شیشه دارای خاصیت انقباض و انبساط هستند و بنابراین ضروری است که در محاسبات مدنظر قرارگیرد. این صفحات پوششی عموماً در انواع بی‌رنگ، برنز، خاکستری و سفید ارائه می‌شوند که با توجه به نوع و رنگ آن می‌تواند دارای خاصیت گذردهی نور از ۱۲٪ تا ۹۲٪، ضریب انتقال حرارتی خورشیدی از ۲۰٪ تا ۸۹٪ و ضریب سایه از ۰/۴۳ تا ۱۱/۴ داشته باشد. از معایب مهم این پوشش‌ها قابلیت اشتعال بعضی از انواع آنها است.

ج- فایبرگلاس

فایبرگلاس هم یکی دیگر از پوشش‌های گلخانه‌ای بوده که با توجه به مزایایی که دارا هستند، نسبت به شیشه عمومیت بیشتری یافته‌اند. فایبرگلاس‌ها قابلیت تحمل بسیار بالایی داشته و از استحکام مناسبی برخوردارند. انواع موجود آنها دارای ضرایب گذردهی متفاوتی هستند. از معایب عمده فایبرگلاس‌ها تأثیر سوء اشعه UV بر آنها، زوال آنها پس از چند سال و بدنال آن بادکردگی و فرسوده و ضعیف شدن آنها است. در ادامه این روند، بتدریج سرعت گذردهی نور آنها کاهش می‌یابد و گیاهان با کمبود نور مواجه می‌شوند. به طور کلی دوام این پوشش با توجه به کیفیت و استانداردهای به کار رفته در آن، حدود ۵ سال عنوان می‌گردد، لازم به ذکر است که می‌توان با استفاده از پوشش‌های محافظ، دوام آنها را افزایش داد. از دیگر معایب فایبرگلاس‌ها قابلیت اشتعال بالا و خش‌پذیری زیاد سطح آنها است.

د- پلی اتیلن

پلی اتیلن‌ها یکی از رایج‌ترین و ارزانترین پوشش‌های مورد استفاده در گلخانه‌های تجاری هستند، با توجه به هزینه نسبتاً پائین اولیه نسبت به پوشش‌های دیگر، این پوشش به طور گسترده‌ای در گلخانه‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در استفاده از این روش، یک پوشش دو لایه از پلی اتیلن استفاده می‌شود که در گلخانه‌های مدرن‌تر از هوای فشرده در بین دو لایه نیز جهت کاهش تبادل حرارتی با محیط استفاده می‌شود. در حال حاضر هر روز پوشش‌های جدیدتری در این گروه ارائه می‌شود و پاره‌ای از تولیدکنندگان بعضی از انواع تولیدات خود را تا ۴ سال تضمین می‌نمایند. بهترین انواع این پوشش دارای خصوصیتی همچون مقاومت به اشعه UV و تغییرات کم‌رنگ در مقابل نور خروشید (کدرشدن) هستند. این پوشش مقامت بسیار کمتری در مقابل خسارت ناشی از باد، تکرگ و برف نسبت به دیگر انواع پوشش‌های موجود دارد. اما آنچه آنرا مورد توجه قرار

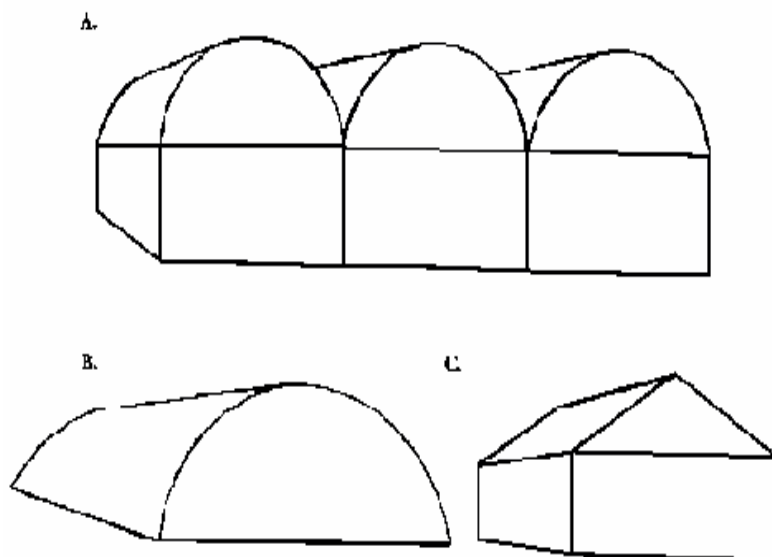
می‌دهد هزینه کمتر اولیه و بی‌نیازی به بعضی از اجزاء سازه‌بوده که در پوشش‌های دیگر مورد نیاز است. از جمله موادی که در ساخت گلخانه‌های تجاری با پوشش پلی‌اتیلن لازم است مدنظر قرار گیرد و می‌تواند عمر اقتصادی این پوشش‌ها را افزایش دهد استفاده از مواد ضد تشکیل قطره (Anti-Drip Material) است. این مواد باعث جلوگیری از تشکیل قطرات آب بر روی پوشش داخلی گلخانه می‌شوند. در نتیجه تشکیل قطرات آب، ورود نور مناسب به داخل کاهش می‌یابد و با ریزش قطرات آب به سطح برگ گیاهان کشت شده، بیماری‌های قارچی و گندیدگی برگ‌ها ایجاد می‌شود. همچنین، استفاده از مواد مناسب اتصال پوشش (Poly Patch) برای اتصال بهتر صفحات با یکدیگر نیز بر افزایش عمر اقتصادی موثر است.

انواع سازه‌های گلخانه‌ای برای تولیدات تجاری کشاورزی

بهره‌وری تولید محصول در کشت‌های گلخانه‌ای وابستگی زیادی به سازه مورد استفاده در یک گلخانه دارد. از آنجایی که این سازه‌ها در انواع گوناگون در بازار ارائه می‌شوند، آشنایی با این تنوع و نیز شناخت مزیت‌ها و کاستی‌های هر یک، در تولید و مدیریت بهینه مؤثر و تأثیر مستقیم بر هزینه‌های تولید را در پی خواهد داشت. آنچه که در ادامه می‌آید، بحث مختصری در زمینه سازه‌ها و اجزاء آنها در تولید تجاری محصولات گلخانه‌ای است.

مهمترین انواع گلخانه

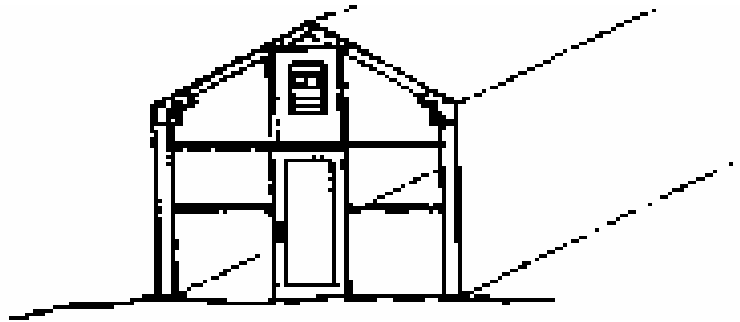
در یک نمای کلی، سازه‌های گلخانه‌ای که در تولیدات تجاری کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، مطابق شکل ۲ می‌توان در دو گروه اصلی طبقه‌بندی نمود. این گروه‌ها عبارتند از گلخانه‌های لبه‌دار یا Ridge Frame و نیمه استوانه‌ای یا Quonset. هر یک از این گروه‌ها می‌توانند دارای طراحی ساده تا پیچیده بوده که این مقوله به نوع طراحی و نیازهای مهندسی آن بستگی دارد.



شکل ۲: A و B گلخانه‌های نیمه استوانه‌ای، C گلخانه لبه‌دار

۱- گلخانه‌های لبه‌دار (Ridge Frame)

مشخصه ظاهری این سازه سه گوش بودن سقف و یا تمام سازه است (شکل ۳). ساختار این سازه به گونه‌ای است که برای استفاده از پوشش‌های سنگین‌تر مانند شیشه و فایبرگلاس مناسبتر است. این نوع گلخانه دارای دیواره‌های جانبی عمودی و دیرک‌های اصلی در سقف برای ایجاد یک محوطه بزرگ و فضای مناسب در زیر سقف است. این سازه به نوعی طراحی می‌گردد که معمولاً ستون‌های عمودی (غیر از آنچه در دیواره‌ها استفاده می‌شود) برای نگهداری سقف به کار نمی‌رود.

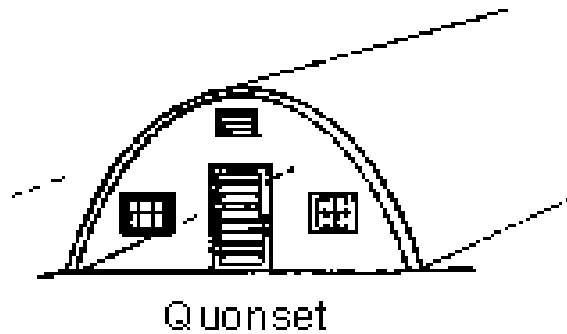


شکل ۳: نمونه‌ای از گلخانه لبه‌دار

سقف سه گوش و دیواره‌های جانبی باعث ایجاد حداکثر فضای داخلی و جریان هوا در این نوع گلخانه می‌شود. برای تأمین مقاومت دیواره‌های جانبی و تحمل بارهای عرضی، این سازه نیازمند یک بسترسازی مناسب است. برای افزایش مقاومت این سازه و همچنین افزایش عرض مورد استفاده گلخانه، به کارگیری تیرهای عمودی تقویتی در دیواره‌های جانبی و انتهایی اجتناب‌ناپذیر است. افزایش عرض گلخانه راندمان جریان گردش هوا را نیز افزایش می‌دهد. در این نوع سازه امکان پوشش آن با فایبرگلاس، پلی‌کربنات، آکرلیک و یا دیگر پوشش‌های سنگین وجود دارد و همچنین در آنها، امکان طراحی براساس تطبیق با محیط فیزیکی، بیشتر از انواع سازه‌های دیگر وجود دارد. انواع تجاری این سازه با ابعاد، عرض از ۴/۵ متر تا ۱۶ متر، دیواره جانبی از ۱/۸ متر تا ۴/۵ متر ارتفاع و مقدار تحمل به بار از حدود ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع تا ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و یا بیشتر عرضه می‌شود. این سازه‌ها در صورت رعایت استانداردها و ملاحظات فنی قادر به تحمل بادهایی تا سرعت ۴۰ متر بر ثانیه خواهد بود که این مقدار قابل افزایش نیز هست.

۲- گلخانه‌های نیمه استوانه‌ای (Quonset)

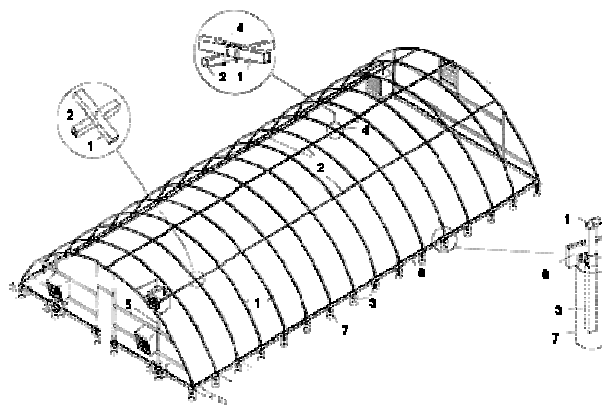
رایج‌ترین انواع گلخانه‌های تجاری در این گروه قرار دارند. بارزترین مشخصه ظاهری این گروه سازه کمائی شکل آنهاست (شکل ۴). این گروه سازه معمولاً در دو انتهای خود دارای دیواری صلب و محکم بوده تا بتوانند قسمتی از بارهای جانبی را تحمل نمایند. این دسته از گلخانه‌ها دارای ابعاد متنوع و مناسب برای بسیاری از اقلیم‌ها و محصولات هستند و هر نوع با نام‌های تجاری مختلف عرضه می‌گردند. فرم ظاهری سازه از نظر انحنا در طرفین، ممکن است محدودیت‌هایی برای رشد گیاهان کناری ایجاد نماید که لازم است در زمان احداث آن باتوجه به گیاه مورد نظر ارتفاع مناسب دیواره‌های جانبی مدنظر قرار گیرد.



شکل ۴: نمونه‌ای از گلخانه نیمه استوانه‌ای

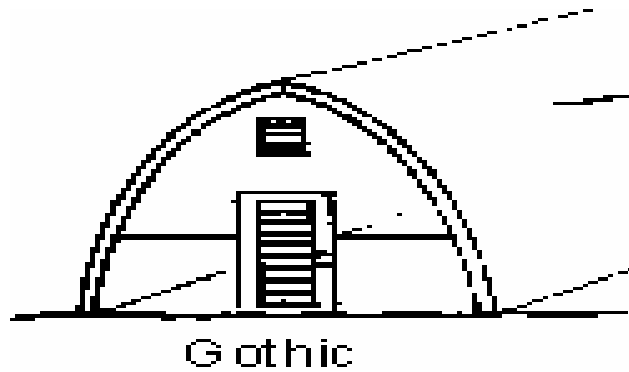
انواع گلخانه‌های نیمه استوانه‌ای

الف- گلخانه‌های *Ground to Ground*. این سازه هم برای گلخانه‌های فصلی و هم چندساله استفاده می‌شود (شکل ۵). هزینه ساخت این سازه بسیار متفاوت بوده و بستگی به بار محاسبه شده، نوع و جنس اسکلت، فرم ظاهری آن (گرد کامل و یا گرد دیواره‌دار) دارد.



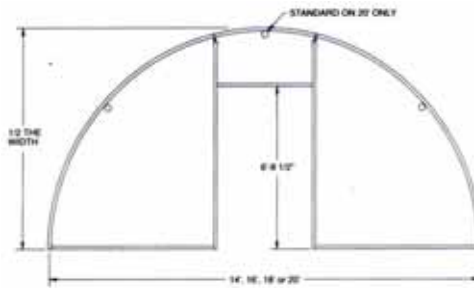
شکل ۵: نمونه‌ای از گلخانه *Ground to Ground*

با افزایش عرض سازه هزینه ساخت آن در مترمربع کاهش می‌یابد. این نوع سازه در طول‌های متفاوتی تا بیش از ۱۸۰ متر احداث می‌شود. این سازه ممکن است دارای دیواره جانبی باشد. ارتفاع این دیواره جانبی گاهی به بیش از ۱۸۰ سانتی‌متر نیز بالغ می‌شود، اگرچه ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر می‌تواند مطلوب باشد. عموماً عرض این نوع سازه از ۴/۵ متر تا بیش از ۹ متر است، اما ساخت با عرض‌های بیشتر نیاز به محاسبات اختصاصی دارد. دیواره‌های انتهایی این سازه تقویت شده و درب‌های ورودی و تجهیزات تهویه روی آن نصب می‌گردد. بدنه اصلی این سازه با پروفیل‌های با مقطع مربع و دایره و از مواد مختلف (آلومینیوم، آهن گالوانیزه و ...) ساخته می‌شود. در سازه‌هایی که با لوله ساخته می‌شوند با توجه به بار مورد نیاز از لوله‌های یک و ۱/۴ تا دو و ۱/۲ اینچ استفاده می‌شود. در نوع دیگری از این سازه که بیشتر برای تولید گیاهان خانگی و یا گروهی از گیاهان گلدار استفاده می‌شود. فرم ظاهری سازه به صورت گوتیک است (شکل ۶). نوع اخیر فضای بیشتری نسبت به انواع استاندارد این گروه دارند.



شکل ۶: نمونه‌ای از گلخانه گوتیک

نوع دیگری از این گروه سازه گاهی نام تجاری Kool House به آنها اتلاق می‌شود (شکل ۷). فرم ظاهری این سازه تقریباً به شکل یک نیم دایره و فاقد دیواره‌های جانبی (Side wall) است. این سازه عموماً دارای ابعاد ۴ تا ۶ متر عرض و ۷ الی ۳۰ متر طول است. پوشش آنها عموماً پلی اتیلن و ارتفاع تاج آن معمولاً $\frac{1}{2}$ عرض آن است.



شکل ۷: نمونه‌ای از گلخانه Kool House

ب- گلخانه‌های Quonsetter. این گروه از سازه‌ها نسبت به گروه پیشین دارای حداقل سطح پوشش سقف هستند و باتوجه به سطح خارجی کوچکتر در یک نیم‌رخ عرضی، راندمان مصرف انرژی در آنها بالاتر خواهند بود. دیواره‌های جانبی این سازه دارای ارتفاع بیشتری نسبت به انواع Ground to Ground است و عموماً ارتفاع این دیواره‌های جانبی به حدود ۳ متر می‌رسد. پوشش مناسب این سازه از نوع پلی اتیلن یک لایه یا دو لایه، پلی کربنات ها و یا فایبرگلاس است و پوشش های سنگین تر مانند آکرلیک‌ها برای این سازه نامناسب است. این نوع سازه را می‌توان یکی از رایج‌ترین انواع گلخانه عنوان نمود زیرا نسبت به دیگر سازه‌ها دارای هزینه احداث اولیه کمتری بوده، امکان توسعه و گسترش آن براحتی امکان‌پذیر و انواع مختلفی از پوشش را می‌توان روی آن نصب نمود. انواع رایج این سازه دارای عرضی حدود ۹ متر و طولی از ۱۵ الی ۹۰ متر هستند. این سازه قابلیت طراحی برای بسیاری از اقلیم‌ها را داراست و در سراسر جهان از مناطق استوایی تا قطبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این سازه نیز امکان تغییر فرم مقطع عرضی آن به فرم گوتیک وجود دارد. ستون‌های کناری در این سازه دارای فواصلی از ۱۸۰ تا بیش از ۴۵۰ سانتی‌متر هستند که این فاصله باتوجه به بار مورد نیاز، تعیین می‌شود. ارتفاع دیواره‌های جانبی از ۱۸۰

سانتی‌متر تا بیش از ۴۸۰ سانتی‌متر در این سازه تغییر می‌کند. عرض این سازه از ۵/۵ تا بیش از ۱۲/۵ متر متغیر است.

نتیجه‌گیری

فرم ظاهری یک گلخانه که تأثیر فراوانی بر راندمان تولید دارد را می‌توان مرکب از پوشش و سازه دانست. انتخاب و ترکیب مناسبی از این دو، با توجه به گستردگی کشور و تنوع اقلیمی آن نیازمند شناخت همه فاکتورهای مؤثر بر فرآیند تولید محصولات گلخانه‌ای است. شناخت و آشنایی صحیح با این اجزاء، پاسخی برای چالش‌های موجود در زمینه سازه گلخانه‌های تجاری است. سازه‌های تجاری را می‌توان به دو بخش عمده تقسیم کرد و از پوشش‌های مختلف با توجه به نیاز هر اقلیم و هر نوع سرمایه‌گذاری اقتصادی بهره‌جویی نمود. در گام بعدی، این حرکت نیازمند استانداردسازی سازه‌ها و انطباق برای هر بخش از کشور است. هم‌اکنون در بسیاری از کشورهای جهان از استانداردهای مشخصی در زمینه گلخانه (همچون استاندارد IACS اروپا با کاربرد GIS در گلخانه‌ها) پیروی می‌شود.

منابع

- ۱- حسندوخت، محمد رضا. ۱۳۸۴. مدیریت گلخانه. انتشارات مرز دانش
- ۲- صادقی، صادق. ۱۳۸۵. بررسی وضعیت اقلیمی جهت احداث و مدیریت گلخانه. مجموعه مقالات سمپوزیوم ملی راه کارهای بهبود تولید و توسعه صادرات گل و گیاهان زینتی ایران
- 3- F.A.O. 1990. Greenhouse and shelter structures for tropical reigns.
- 4- F.A.O. 1990. Protected Cultivation in the Mediterranean climate , No. 90
- 5- <http://www.greenair.com>.
- 6- <http://www.greenhouses.usgr.com>.
- 7- NRAES. 19904 Greenhouse EngineeringRobb Hall. New York . U.S.A.