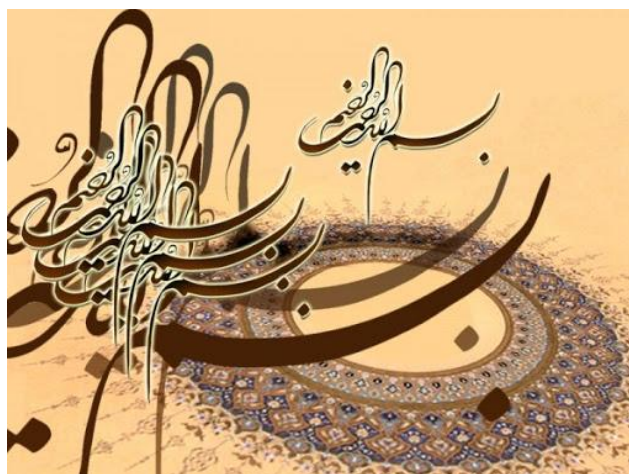




ردیف درس: ۶-۱	تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد: نظری	نوع درس: تخصصی	درس پیش نیاز: ندارد	عنوان درس به فارسی: مدیریت گلخانه و اتوماسیون عنوان درس به انگلیسی: Greenhouse management and automation
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
سفر علمی ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

هدف:

آشنایی با محیط، ساختار و سیستم های کنترلی گلخانه

رئوس مطالب:

-نظری

معرفی صنعت جهانی گلخانه - آشنایی با محیط و اقلیم گلخانه - ساختار سیستم های همراه گلخانه (گرمایشی، خنک کننده، تهویه، آبیاری، تغذیه، ...). - کنترل کامپیوتری گلخانه - نحوه عمل گلخانه های اتوماتیک و اتوماسیون آن - آشنایی با سیستم های کنترل اقلیم گلخانه - آشنایی با برخی نرم افزارهای رایج کنترل سیستم در گلخانه.



-عملی

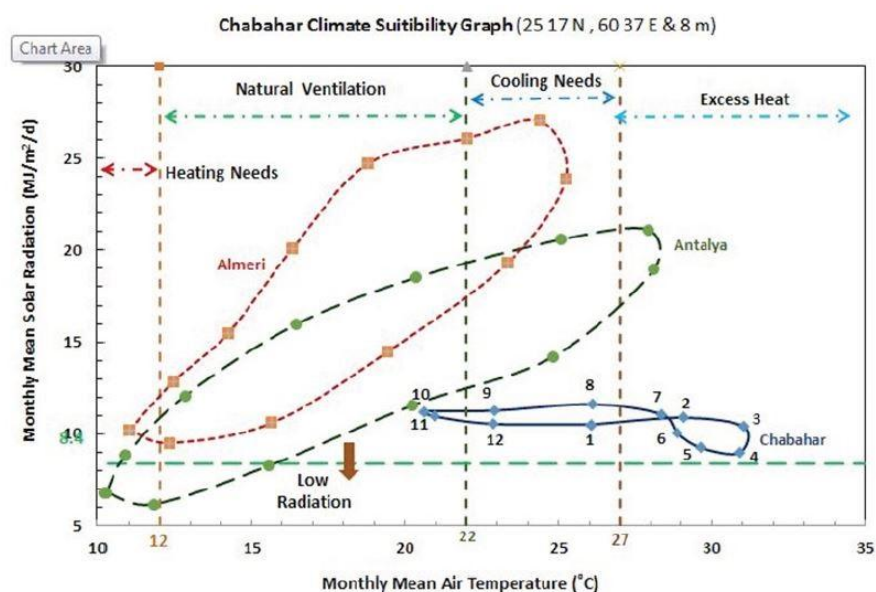
- Nelson, P.V. 2012. Greenhouse operation and management. 7th ed, Prentice Hall. 351p.
- Ponce, P., Molina, A., Cepeda, P., Lugo, E. and MacCleery, B., 2014. Greenhouse Design and Control. CRC Press. 354 p.
- Hanan, J.J., 1997. Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture. CRC press.

سؤال: چرا تأمین مواد غذایی در حال حاضر نسبت به گذشته با اهمیت و دشوارتر شده است؟

- افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به مواد غذایی
- ریسک بالای فعالیتهای کشاورزی

حل مشکل بالا در گرو ارائه روشهای نوین و موثر در تولید مواد غذایی مانند ایجاد گلخانه است.

گلخانه محیطی است برای غلبه بر شرایط نامطلوب اقلیمی، همراه با بکارگیری رایگان منبع انرژی خورشیدی که ساختمان آن عمدتاً بستگی به شرایط آب و هوایی منطقه و نوع کشت دارد.



مقایسه تناسب اقلیمی سواحل مکران (بندر چابهار) با سواحل دریای مدیترانه (مناطق آلمریا در اسپانیا و آنتالیا در ترکیه)

در بعضی از نقاط جهان ممکن است گلخانه‌ها به گرمایش نیاز داشته باشند. بدیهی است در این شرایط فعالیتهای مورد نیاز و مسائل اقتصادی در آنها متفاوت با مناطقی خواهد بود که هم به گرمایش و هم به سرمایش نیاز دارند.

در برخی از نواحی ممکن است به دلیل کمبود روشنایی خورشید نیاز به روشنایی تکمیلی در دوره‌هایی از سال باشد.

به طور کلی نوع سازه و فعالیتهایی که در گلخانه صورت می‌گیرد به

- نوع محصول،
- شرایط اقلیمی،
- شرایط اقتصادی،
- سیاسی و
- اجتماعی منطقه بستگی دارد.

ایجاد گلخانه باعث می‌شود به اهداف زیر برسیم:

- ✓ کنترل عوامل اقلیمی و کاهش اثرات سوء پدیده‌های اقلیمی و در نتیجه افزایش تولید محصول
- ✓ استفاده موثرتر از منابع آب و خاک
- ✓ امکان کاربرد مناسب سایر نهاده‌ها (انرژی، کود، سم، بذر و ...) یعنی بهره‌وری بالای عوامل تولید
- ✓ امکان تولید در خارج از فصل و در نتیجه عرضه مستمر محصولات در طول چهار فصل سال
- ✓ برداشت محصول فراوان از مساحت کم در کنار شهرهای بزرگ.

کشت گلخانه‌ای به عنوان یک روش تولید متفاوت با بهره‌وری بسیار زیاد، در سالهای اخیر به ویژه در مناطق کم آب نظیر ایران مورد توجه قرار گرفته و در حال توسعه روز افزون است.

تولید محصولات کشاورزی در گلخانه باعث:

- ✓ افزایش عملکرد در واحد سطح
 - ✓ کاهش مصرف آب برای تولید محصول
 - ✓ که دو عامل بالا باعث افزایش قابل توجه در بهره‌وری آب و سایر نهاده‌های تولید محصول می‌شود.
- همچنین غلبه بر محدودیتهای زیر با بهره‌گیری بهینه و پایدار از منابع محدود آب کشور (که در کشت گلخانه‌ای قابل دستیابی است) عملی می‌شود:

- ✓ محدودیت توسعه اراضی قابل کشت به ویژه در کنار شهرهای بزرگ
- ✓ بهره‌وری پائین تولید در کشت فضای باز
- ✓ مسائل زیست محیطی، خشکسالی و ...
- ✓ وجود اقلیم خشک و نیمه خشک در ایران

به آمارهای زیر توجه کنید:

➤ راندمان مصرف آب در تولید گوجه فرنگی در کشتهای فضای باز در کشورهای حوزه دریای مدیترانه $16-17 \text{ kg/m}^3$

➤ راندمان مصرف آب در تولید گوجه فرنگی در گلخانه کشورهای حوزه دریای مدیترانه $24-39 \text{ kg/m}^3$ و

➤ راندمان مصرف آب در تولید گوجه فرنگی در گلخانه کشور هلند $45-66 \text{ kg/m}^3$ است.

یعنی با استفاده از تجهیزات و فناوریهای مناسب می‌توان راندمان مصرف آب را تا ۵ برابر افزایش داد.

توجه به آمارهای زیر در مورد کشور هلند که از پیشرفته‌ترین کشورها در زمینه توسعه و استفاده از فناوریهای مدرن در صنعت کشاورزی است، نیز خالی از لطف نیست:

➤ یک چهارم صادرات محصولات کشاورزی و غذایی وابسته به خاک، در اروپا مربوط به کشور هلند است،

- در سال ۲۰۱۶ هلند رتبه دوم صادرات گوجه فرنگی در جهان را با رقم ۱/۶ میلیارد دلار از آن خود کرد (کل صادرات ایران تقریباً ۵۰ میلیارد دلار است)،
- هلند بزرگترین صادر کننده گل لاله در جهان است و درآمد ارزی ناشی از آن در سال ۲۰۱۶ برابر با ۲۱ میلیارد دلار (معادل ۶۰٪ صادرات نفتی ایران) بوده است. همچنین تقریباً نصف تجارت جهانی محصولات وابسته به گل و گیاهان زینتی در اختیار هلند است،
- مساحت کشور هلند با مجموع مساحت استانهای گیلان و مازندران تقریباً برابر است و از نظر بارش باران هم شبیه این دو استان می باشد،
- هلند پس از ایالات متحده رتبه دوم را در صادرات کشاورزی جهان در اختیار دارد؛ این در حالی است که هلند با داشتن ۰.۳٪ مساحت آمریکا، دومین صادر کننده محصولات کشاورزی است،
- در سالهای اخیر هلند نه تنها در صادرات محصولات کشاورزی بلکه در صادرات ماشینهای کشاورزی، مواد (نهاده‌های) گلخانه‌ای و ماشین آلات مورد استفاده در بخش صنایع غذایی هم پیشرفت داشته است،
- هلندیها برای دستیابی به این جایگاه ترکیبی کارآمد از همکاری میان مراکز علمی، شرکتهای تولید کننده و کشاورزان ایجاد کرده‌اند. به لطف این همکاری، آخرین دستاوردهای علمی کاربردی به سرعت شکل یک محصول نهایی را به خود می‌گیرد؛ دستاوردهای علمی که با سرعت بالایی به دست کشاورزان رسانده می‌شود.

مزایای ایران در توسعه کشتهای گلخانه‌ای عبارتست از:

- موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی کشور
- طول روز بلند و شدت تابش مناسب خورشید
- وجود اقلیم‌های مختلف
- نزدیکی به بازارهای مصرف منطقه‌ای

اما با وجود موارد عنوان شده هنوز سطح زیر کشت گلخانه‌های کشور از مرز ۲۰ هزار هکتار فراتر نرفته است

هدف گیری برنامه توسعه در زمینه گلخانه‌ها در ایران (افق ۱۴۰۴) رسیدن به اهداف زیر است:

- ✓ افزایش سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای به ۴۸ هزار هکتار
- ✓ تولید حدود ۲۱ میلیون تن محصولات گلخانه‌ای
- ✓ ارزآوری ۱۲ تا ۱۴ میلیارد دلاری

چالشهای عمده بر سر راه تحقق اهداف بالا عبارتند از:

- ❖ امکان استفاده از فناوریهای روز دنیا
- ❖ امکان تامین نهادههای مصرفی مورد نیاز
- ❖ امکان استفاده از تجهیزات مطلوب

در سطح کلان توسعه کشت گلخانه‌ای در حیطه‌های زیر تاثیرگذار است:

امنیت غذایی و خودکفایی جامعه

کمک به اشتغال در جامعه

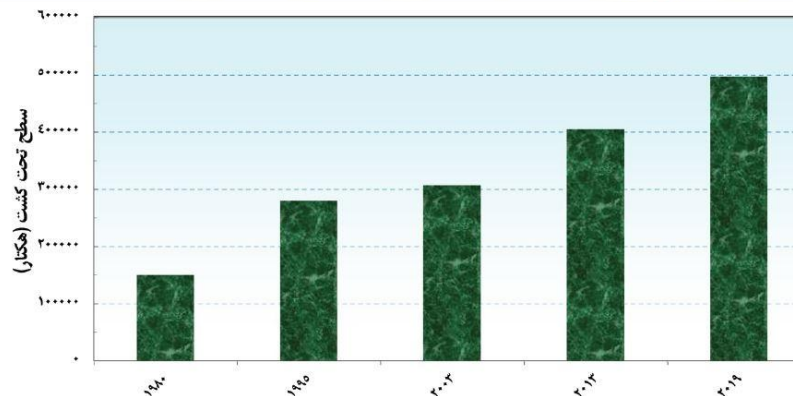
بهبود اقتصاد جامعه

گلخانه‌ها فرصت بسیار خوبی ایجاد می‌کنند تا علم و دانش کشاورزی و فناوریهای روز دنیا در خدمت تولید انواع محصولات کشاورزی قرار گیرند، زیرا یک تولید کننده محصولات گلخانه‌ای با افزایش علم و دانش کشاورزی، رعایت کردن نکات فنی گلخانه و نیز استفاده از فناوریهای جدید، تولید اقتصادی تر و پایدارتری خواهد داشت.

توسعه گلخانه‌ها در جهان و ایران:

آمارهای جدول زیر مربوط به سال ۲۰۰۳ میلادی است:

مناطق / کشورها	سطح کل (هکتار)	گلخانه‌های با پوشش پلاستیک (درصد)	گلخانه‌های با پوشش شیشه یا فایبرگلاس (درصد)
اتحادیه اروپا	۸۲۴۰۰	۷۳	۲۷
کشورهای اطراف دریای مدیترانه	۹۱۲۹۵	۹۳	۷
ژاپن	۴۳۰۰۰	۹۶	۴
آمریکا	۴۰۰۰	۷۵	۲۵
چین	۳۳۳۰۰۰	<۹	-
ترکیه	۲۵۰۰۰	۸۷	۱۳
ایران	۵۳۴۰	۹۵	<۵
جهان (به جز چین)	۳۰۷۰۰۰	۸۷	۲۳



رشد توسعه گلخانه‌های جهان در چهار دهه اخیر (سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۹)

با مقایسه اعداد جدول و نمودار بالا به این نتیجه می‌رسیم که سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۹ تقریباً ۱/۷ برابر شده است. در ایران هم اگر ملاک سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای فعلی را ۲۰ هزار هکتار قرار دهیم، در این بازه زمانی سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای ۳/۸ برابر شده است.

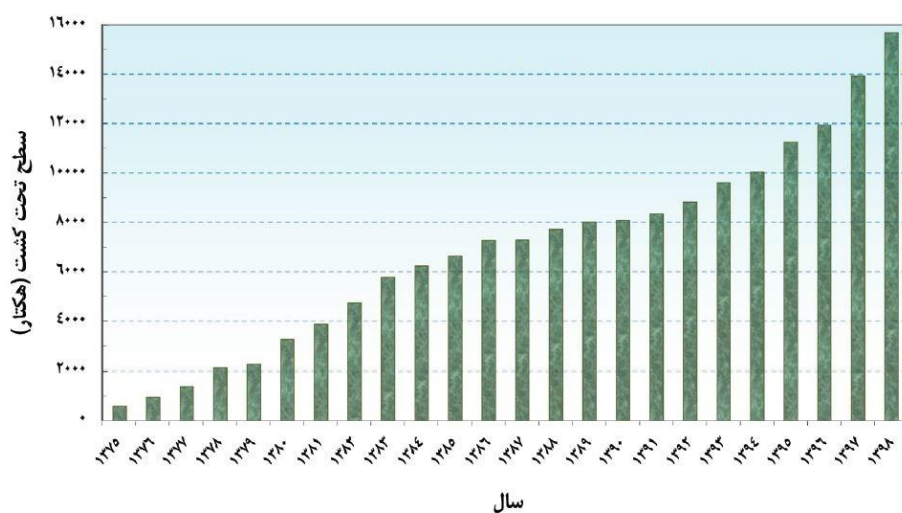
۸۵٪ محیط کشت گلخانه‌های کشور خاکی است.

استانهایی که بیشترین سهم از سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای را دارند عبارتند از: تهران، کرمان، اصفهان، یزد، مرکزی و مازندران.

سهم بندی نوع محصولات کاشته شده در گلخانه‌های کشور:

- ۷۰٪ سبزی و صیفی
- ۲۵٪ گل و گیاهان زینتی
- ۵٪ گیاهان دارویی و نشاء

روند افزایش سالانه سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای در ایران در شکل زیر نشان داده شده است:



روند توسعه سطح گلخانه‌های کشور در چند دهه اخیر

فناوریهای مورد نیاز در گلخانه‌ها درشش محور زیر دسته بندی می‌شوند:

- ✓ آب مورد استفاده برای آبیاری
- ✓ طراحی مناسب سازه و تجهیزات
- ✓ حفظ و نگهداری از خاک
- ✓ مصرف انرژی
- ✓ کنترل اقلیم
- ✓ کنترل آفات و بیماریها

طبقه بندی گلخانه ها از نظر میزان فناوری به کار رفته در آن با توجه به شاخصهایی که در جدول زیر آورده شده است، امکانپذیر می شود:

شاخص های مهم و انواع گلخانه ها از نظر میزان فناوری بکار رفته در آنها

شاخص ها	نوع گلخانه	فناوری پایین	فناوری میانه	فناوری پیشرفته
توغ پوشش		پلاستیک یک لایه	پلاستیک یک لایه پلاستیک دو لایه با هوای فشرده بین آنها شیشه	پلاستیک دو لایه با هوای فشرده بین آنها پلی کربنات شیشه
بلندی گلخانه (متر) از زیر ناودانی سقف		≤ 2 ≤ 3	≤ 4 $5 < H \leq 7$	≥ 5 $7 < H \leq 11$
شکل سطح مقطع هندسی		تونل های کوتاه یک دهانه گلخانه های چنددهانه چوبی یا فلزی	گلخانه های انحدار چنددهانه (قوسی یا گنبدی) به نسبت بلند	گلخانه های انحدار چند دهانه (قوسی یا گنبدی) بلند گلخانه های بدون اتحنای چنددهانه (طرح ونلو هلندی) بلند
سطح کنترل (اتوماسیون، مکانیزاسیون و هوشمند)		ضعیف	متفاوت و (در حد میانه (خودکار بیشتر شیمیایی و در موارد کمی غیرشیمیایی	(پیشرفته) هوشمند بیشتر غیرشیمیایی و در موارد کمی شیمیایی
شیوه کنترل آفت ها و بیماری ها		شیمیایی	(کنترل تلفیقی ضعیف)	(کنترل تلفیقی قوی)
وسایل کنترل شرایط محیطی (گرمایش، سرمایش، تهویه و غیره)		به طور معمول ندارند	به طور معمول دارند	کامل هستند
روش کشت		خاکی	خاکی یا غیرخاکی باز (غیر چرخشی)	غیرخاکی بسته (چرخشی)

در جدول بالا ارتفاع سقف گلخانه نیز به عنوان یکی از شاخصهای طبقه بندی گلخانه ها در نظر گرفته شده است. دلیل آن این است که با بیشتر شدن ارتفاع سقف گلخانه، تغییرات آب و هوایی داخل گلخانه تدریجی تر می شود که این وضعیت روی کنترل پذیری بیشتر گلخانه موثر است. همچنین امکان کاشت درختان میوه در گلخانه های دارای ارتفاع بلند وجود دارد.

آمارهایی درباره بهره وری آب در گلخانه های کشورهای مختلف

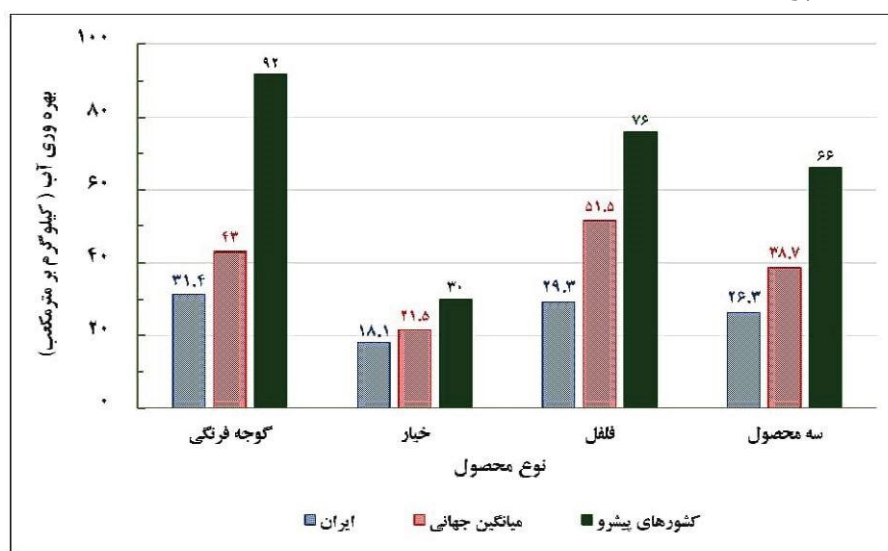
در جدول زیر بهره وری آب در کشت گوجه فرنگی گلخانه ای تحت روشهای کشت مختلف نشان داده شده است:

بهره‌وری آب (kg m ⁻³)	کشور	شرایط کشت و تولید
۱۷ ۱۴ ۲۵ ۲۴	فلسطین اشغالی (کشت خاکی) فرانسه (کشت خاکی) اسپانیا (کشت خاکی) فرانسه (کشت خاکی)	فضای باز
۳۳ ۲۳ ۴۷	فلسطین اشغالی (کشت خاکی) ایتالیا (کشت غیرخاکی باز) ایتالیا (کشت غیرخاکی بسته)	گلخانه‌های پلاستیکی بدون گرمایش
۳۹ ۴۵ ۶۶	فرانسه (سیستم باز) هلند (سیستم باز) هلند (سیستم بسته)	گلخانه‌های با کشت غیرخاکی و دارای سامانه‌های کنترل-اقلیم

بهره‌وری آب گوجه‌فرنگی در شرایط اقلیمی مختلف و سیستم‌های کشت متفاوت

در کشورهای واقع در حوزه دریای مدیترانه و شمال اروپا در یک دهه گذشته

در جدول زیر به مقایسه بهره‌وری آب در ایران نسبت به کشورهای پیشرو و میانگین جهانی در کشت خیار، گوجه و فلفل گلخانه‌ای پرداخته شده است:



مقایسه بهره‌وری آب در تولید محصولات گلخانه‌ای ایران و جهان

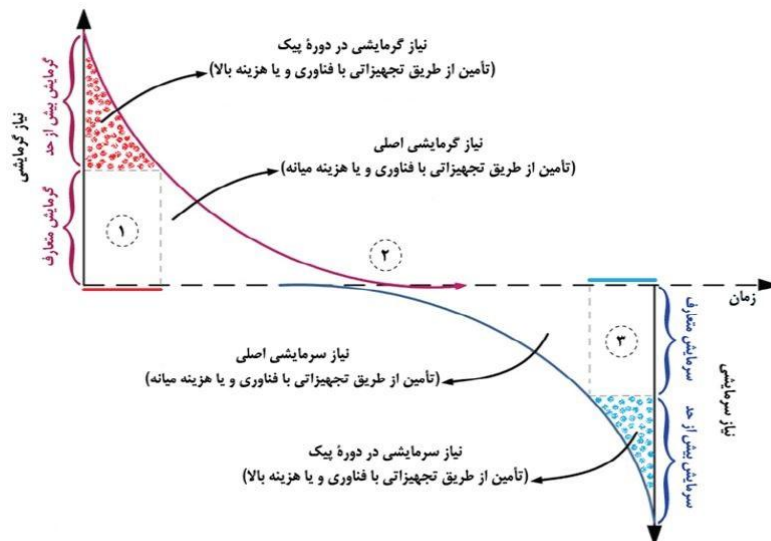
با توجه به داده‌های جدول بالا اختلاف بهره‌وری آب در کشور نسبت به کشورهای پیشرو در این صنعت، بیش از ۵۰٪ است که جای تامل و اقدام در جهت بهبود دارد.

مصرف انرژی در گلخانه:

رویکردهای توسعه گلخانه‌ها در دنیا از جهت مصرف انرژی:

✓ رویکرد کنترل غیرفعال اقلیم (تولید به صورت فصلی)

✓ رویکرد کنترل فعال اقلیم



انرژی مصرفی برای کنترل شرایط دمائی داخل گلخانه‌ها

با توجه به شکل بالا در رویکرد کنترل غیرفعال، کاشت محصولات در ناحیه زمانی ۲ صورت می‌گیرد (به عبارت دیگر در این رویکرد در مواقعی از سال که نیاز گرمایشی و سرمایشی بیش از حد است یعنی نواحی زمانی ۳ و ۱، کشت انجام نمی‌شود). ویژگی این رویکرد آن است که با وجود تولید نامنظم و مقطعی و عملکرد پائین‌تر، هزینه‌های تولید محصول هم نسبت به رویکرد دوم پائین‌تر است. رویکرد کنترل غیرفعال گلخانه در مناطق معتدل، نیمه گرم و گرمسیر قابل اجراست.

گلخانه‌هایی که در رویکرد کنترل فعال استفاده می‌شوند،

- دارای سطح فناوری بالایی هستند،
- محصول را در تمام طول سال تولید می‌کنند (تولید در تمام نواحی زمانی ۱ و ۲ و ۳ انجام می‌شود) و
- محصول بیشتر و با کیفیت بهتر تولید می‌کنند، اما
- به دلیل کنترل فعال اقلیم هزینه‌های تولید هم بالاتر خواهد رفت.
- از این گلخانه‌ها در عرضهای جغرافیایی بالا (مناطق سردسیر مثل شمال اروپا و کانادا) استفاده می‌شود.

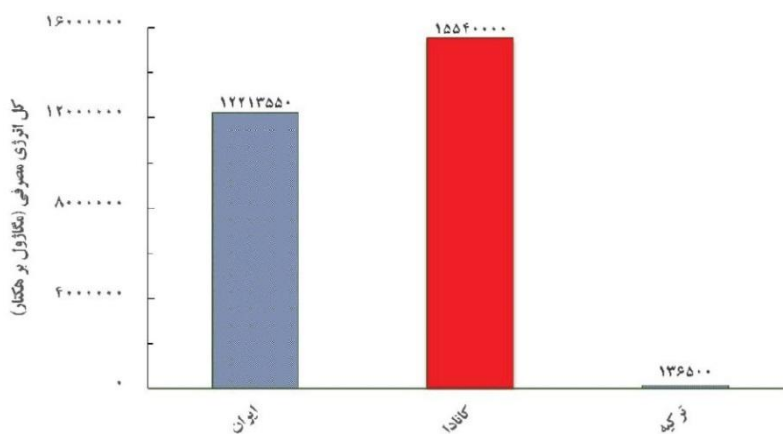
سهم بندی انرژی در تولید محصولات گلخانه‌ای:

- انرژی مستقیم: ۶۶٪ از انرژی کل مصرفی گلخانه که عمدتاً صرف گرمایش می‌شود
- انرژی غیرمستقیم: ۳۴٪ از انرژی کل که مربوط به استفاده از نهاده‌های تولید مانند کودهای شیمیایی، نیروی کارگری، بسته بندی، ماشین آلات و سایر موارد می‌شود.

در آینده مسائل زیست محیطی و قوانین بازدارنده مصرف سوختهای فسیلی، مصرف آنها را سخت‌گیرانه‌تر و همراه با جریمه خواهد کرد، بنابراین در کنار توسعه گلخانه‌ها باید به کاهش شدت مصرف سوختهای فسیلی فکر شود. در این راستا توجه به نکات زیر حائز اهمیت است:

- ✓ می‌توان بخشی از انرژی مورد نیاز گلخانه‌ها را از طریق منابع انرژی تجدید پذیر تامین کرد
- ✓ جالب است بدانیم استفاده از پوشش دولایه برای گلخانه در مقایسه با یک لایه تا ۵۰٪ بر کاهش مصرف سوخت برای گرمایش گلخانه موثر است
- ✓ استفاده از پرده‌های حرارتی در طول شب باعث ۶۰٪ صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای گرمایش گلخانه می‌شود.

توجه به شکل زیر درباره مقایسه مصرف انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای در کشورهای ترکیه، ایران و کانادا قابل تامل است:



مقایسه مصرف انرژی برای تولید خیار گلخانه‌ای در سه کشور ایران (ورامین)، کانادا و ترکیه

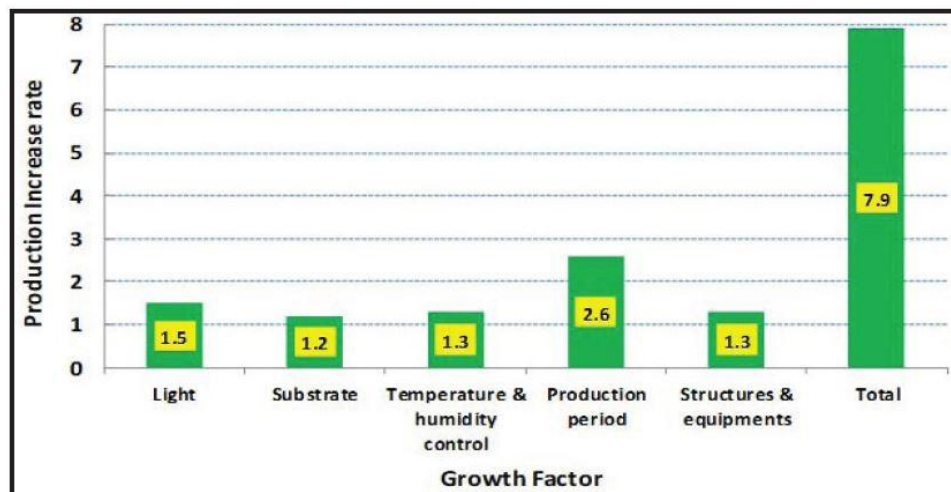
البته توجه به نکات زیر در تعدیل این اختلاف فاحش در شدت انرژی مصرفی در گلخانه‌های ایران و ترکیه حائز اهمیت است:

- قسمتی از این تفاوت ناشی از شرایط آب و هوایی معتدل واقع در مجاورت دریای مدیترانه در کشور ترکیه است، که نیاز به صرف انرژی زیاد برای گرمایش ندارد
- استفاده بهینه از انرژی و داشتن گلخانه‌های استاندارد، دلیل دیگر بالا بودن راندمان مصرف انرژی در گلخانه‌های ترکیه است
- بالا بودن قیمت انرژی در ترکیه که دقت بیشتر در مصرف انرژی را الزامی کرده
- در کانادا به رغم وجود سرمای شدیدتر نسبت به ایران، به دلیل استفاده مناسب از سیستم‌های عایق بندی و ذخیره انرژی تابشی در گلخانه‌های خورشیدی این کشور، مقادیر انرژی مصرفی اندکی بیشتر از گلخانه‌های ایران است.

اثر استفاده از فناوریها در افزایش بهره‌وری تولید محصولات گلخانه‌ای:

اصولاً در گلخانه‌ها، پیوندی بین منابع آب و انرژی به صورت یکپارچه برای تولید مواد غذایی به وجود می‌آید. در نظر گرفتن نقطه بهینه برای پیوند آب و انرژی، باعث ارائه ترکیب بهینه فناوریها و مصرف بهینه منابع (نهادها) برای تولید محصول می‌شود.

برای افزایش کمی و کیفی عملکرد محصول و کاهش مصرف نهاده‌هایی همچون آب و انرژی در گلخانه‌ها، عوامل متعددی تأثیرگذارند (در شکل زیر به سهم چندین عامل در افزایش کمی و کیفی محصول گوجه فرنگی از کشت در گلخانه سنتی به گلخانه مدرن اشاره شده است):



اثر و سهم عوامل فناورانه در عملکرد محصولات گلخانه‌ای

همانطور که از این شکل مشاهده می‌شود مجموع عوامل فناورانه در یک گلخانه سنتی قادر به افزایش عملکرد گوجه فرنگی به ۷ تا ۸ برابر در واحد سطح هستند. به طور کلی عوامل تأثیرگذار بر بهبود کارایی گلخانه‌ها که با اعمال روشهای فناورانه قابل پیاده‌سازی است، عبارتند از:

- ارتقای کیفیت سازه و تجهیزات گلخانه‌ای
 - افزایش دوره کشت محصولات در گلخانه‌ها به حداکثر ممکن
 - بازچرخانی آب و مواد غذایی (محلولهای کشت) در کشتهای هیدروپونیک
 - به کارگیری فناوریها و دانش فنی روز دنیا در خصوص صنعت گلخانه
 - کمک به افزایش فرآیند فتوسنتز در گیاهان توأم با حفظ تعادل رشد در گیاهان
- ذکر این نکته اهمیت دارد که در بخش تجهیزات مورد نیاز گلخانه‌ای حدود ۷۰٪، بذر بیش از ۹۵٪ و در تأمین بسترهای کشت مورد نیاز بیش از ۹۰٪ کشور به واردات خارجی وابسته است که با توجه به ظرفیتهای نیروی انسانی، توان سرمایه‌گذاری و زیر ساخت‌های مورد نیاز در داخل کشور امکان بالقوه مناسبی برای انتقال، بومی سازی و ارزان سازی فناوریهای مورد نیاز و نیز تولید تجهیزات و نهاده‌ها وجود دارد.

اصول گلخانه

نحوه ایجاد اثر گلخانه‌ای

ابتدا باید دانست که دما و عمده‌ترین طول موج نور تابش شده از چشمه نور رابطه عکس با هم دارند، یعنی هرچه چشمه نور داغ‌تر باشد، جهت تغییر تابش نور از نور فروسرخ به نور ماوراءبنفش است. بنابراین خورشید که دمای سطح آن ۶۰۰۰ درجه سانتیگراد است، نور دارای طول موج کوتاه تابش می‌کند.

پوشش گلخانه و لایه ازن نسبت به طول موجهای کوتاه نفوذپذیر و شفاف هستند، بنابراین تابش خورشیدی از این لایه‌ها عبور کرده و به زمین می‌رسد و زمین گرم می‌شود. به علت گرم شدن زمین، از طریق پدیده‌های رسانش و همرفت هوای اطراف زمین هم گرم می‌شود و پوشش گلخانه مانع از هدر رفت گرمای ایجاد شده می‌شود.

از طرف دیگر اشیاء گرم شده خود به عنوان چشمه نور عمل کرده که چون دمای پائینی دارند، تابش دارای طول موج بلند ایجاد می‌کنند و نکته اینجاست که پوشش گلخانه و یا لایه ازن نسبت به تابشهای دارای طول موج بلند نیمه کدر است و این عامل باعث حفظ گرما در محیط گلخانه و یا جو زمین می‌شود، که به آن اثر گلخانه‌ای گفته می‌شود.

تولید دی اکسید کربن و سایر گازهای بیش از دو اتمی که در اثر فعالیتهای بشر به وجود می‌آیند اثرث مشابه لایه پوششی گلخانه داشته که باعث تشدید اثر گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین می‌شود.

Greenhouse Effect

The greenhouse effect refers to circumstances where the short wavelengths of visible light from the sun pass through a transparent medium and are absorbed, but the longer wavelengths of the infrared re-radiation from the heated objects are unable to pass through that medium. The trapping of the long wavelength radiation leads to more heating and a higher resultant temperature. Besides the heating of an automobile by sunlight through the windshield and the namesake example of heating the greenhouse by sunlight passing through sealed, transparent windows, the greenhouse effect has been widely used to describe the trapping of excess heat by the rising concentration of carbon dioxide in the atmosphere. The carbon dioxide strongly absorbs infrared and does not allow as much of it to escape into space.

Sunlight warms your car

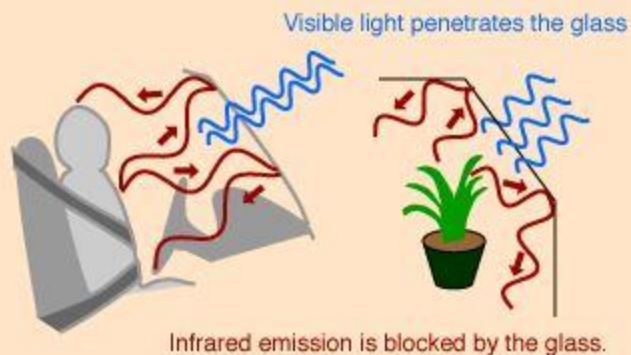
Increasing atmospheric carbon dioxide

Global warming

Transmission of water vapor

Earth's energy balance

Role in the absence of water on Venus?



A major part of the efficiency of the heating of an actual greenhouse is the trapping of the air so that the energy is not lost by convection. Keeping the hot air from escaping out the top is part of the practical "greenhouse effect", but it is common usage to refer to the infrared trapping as the "greenhouse effect" in atmospheric applications where the air trapping is not applicable.

دوباره به طبقه‌بندی گلخانه‌ها بر اساس اصول کاری اشاره می‌شود:

• گلخانه غیرفعال، گلخانه غیرفعال دارای ویژگیهای زیر است:

- به انرژی مکانیکی برای به جریان انداختن سیالات برای عملکرد گلخانه احتیاج ندارند،
- انتقال سیالات و انرژی به وسیله گرادیان دمایی که به وسیله جذب تابش خورشیدی ایجاد می‌شود، صورت می‌گیرد،
- گلخانه به عنوان یک جمع کننده، ذخیره کننده و توزیع کننده انرژی خورشید با فرآیندهای طبیعی رسانش، همرفت و تابش عمل می‌کند،
- این سیستمها به طور کامل وابسته به طرح معماری استفاده شده هستند تا بتوانند دریافت انرژی خورشیدی را در زمستان حداکثر و در تابستان حداقل کنند تا بار گرم سازی و خنک سازی بترتیب در زمستان و تابستان کاهش یابد.

- گلخانه فعال، گلخانه فعال دارای ویژگیهای زیر است:
 - منبع گرمایی خارجی یا به وسیله سوخت فسیلی و یا جمع کننده‌های انرژی خورشیدی به داخل گلخانه تغذیه می‌شود،
 - در این گلخانه به کمک انرژی مکانیکی پمپها و پنکه‌ها به کار می‌افتند تا سیالات و انرژی داخل گلخانه به جریان بیفتد.

فاکتورهای مؤثر بر طراحی گلخانه

- فاکتورهای اقتصادی شامل:
 - سرمایه در دسترس
 - درصد تورم و سود وام و سپرده بانکی
 - کوچک و بزرگ بودن بنگاه اقتصادی (خرده فروشی و یا عمده فروشی بودن محصولات تولیدی)
- فاکتورهای سیاسی شامل:
 - مقررات حکومتی و سیاستهای مالیاتی
 - وجود کدهای ساختمانی و قوانین ناحیه بندی زمین که از انجام فعالیتهای بخصوصی در بعضی مناطق ممانعت می‌کند
- انتخاب محصول مورد نظر برای کاشت که تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرند، شامل:
 - اندازه گلخانه
 - امکانپذیر بودن کاشت محصول از نظر اقتصادی

Commonly Grown Greenhouse Crops

<i>Vegetables</i>	<i>Fruits</i>	<i>Ornamental Crops</i>	<i>Other</i>
Tomato	Strawberries	Roses	Tobacco
Cucumber	Grapes	Poinsettias	Nurse
Lettuce	Citrus	Potted Plants	Chrysanthemums
Onion	Melons	—	Plants
Cabbage	—	—	—
Beans	—	—	—
Peas	—	—	—
Spinach	—	—	—
Egg Plant	—	—	—
Peppers	—	—	—
Squash	—	—	—
Chilies	—	—	—

- در دسترس بودن خدمات تجاری مورد نیاز گلخانه شامل:
 - امکان انتقال محصول تولیدی با دسترسی به جاده، راه‌آهن، هواپیما و کشتی

○ وجود زیرساختهای موردنیاز از جمله آب، برق، گاز و تلفن در منطقه

ویژگیهای سازه گلخانه:

- سازه گلخانه باید سبک بوده و در عین حال قادر به تحمل نیروهای ویژه‌ای برای یک طراحی مشخص باشد
- سازه گلخانه یک سازه نیمه دائمی است و برای عمر در نهایت ۲۵ سال باید طراحی شود
- سازه گلخانه باید در مقابل بارهای وزن خود سازه، باد و برف مقاومت داشته باشد
- سازه و پوشش آن باید قادر به انتقال حداکثر مقدار نور خورشید باشد
- برای طراحی یک گلخانه هوشمند، حداقل عمر سازه باید ۱۰ سال باشد

نکات مهمی که در طراحی سازه گلخانه باید مد نظر قرار داد عبارتند از:

- برای جلوگیری از بروز آسیبها و صدمات سازه‌ای، حدود مجاز تنش وارده به سازه باید در نظر گرفته شود. در صورت تجاوز از این حدود مجاز، خطر از هم پاشیدن سازه و از دست رفتن یکپارچگی آن که ممکن است تلفات جانی به همراه داشته باشد، محتمل است
- حدود بار نهایی که باید به آنها توجه شود عبارتند از:
 - بارهایی که باعث از دست رفتن تعادل سازه می‌شوند (تحلیل استاتیکی سازه)
 - بارهایی که باعث از دست رفتن حد مجاز تحمل بار سازه می‌شوند (تحلیل مقاومت مصالحی سازه)
- حدود بار نهایی که در بالا به آن اشاره شد باید در کل عمر سازه برقرار باشد. به بیان دیگر مسئله خوردگی سازه باید در محاسبه حدود بار نهایی در مرحله طراحی در نظر گرفته شود.

موادی که در ساخت سازه گلخانه مورد استفاده قرار گرفته می‌شود عبارتند از:

- مواد استاندارد شامل:
 - لوله‌های فلزی
 - چوب
 - آلومینیوم
- مواد ویژه شامل
 - لوله پلاستیکی
 - فلز نورد شده
 - گچهای تقویت شده با فایبر گلاس

نکاتی که در انتخاب محل گلخانه باید مد نظر قرار داد عبارتند از:

- به بازار نزدیک باشد، به منظور:
 - خرید تجهیزات
 - فروش محصولات
- دسترسی به روشهای ارتباطی از جمله تلفن و ... داشته باشد
- در دسترس بودن و تأمین آب و برق
- گلخانه‌ها و دفاتر خدماتی آن باید هم ارتفاع باشند تا هم جابجایی پرسنل در گلخانه ساده بشود و هم امکان خودکار کردن گلخانه فراهم باشد. در نتیجه می‌توان گفت از ابتدا باید گلخانه در محلی جانمایی شود که پستی و بلندی کمی داشته باشد و هزینه تسطیح اندکی به احداث کننده تحمیل کند.
- محل گلخانه باید زه‌کشی خوبی داشته باشد، اگر نداشته باشد توصیه می‌شود که کاشی‌های زه‌کش در زیر محوطه گلخانه نصب شود.
- بهتر است محل گلخانه بادشکن طبیعی داشته باشد (در سمت شمالی).
- در مناطق دارای بارش فراوان برف، باید درختان حدود ۳۰ متر از گلخانه فاصله داشته باشند تا حالت برف بردگی از درختان به روی گلخانه اتفاق نیفتد.
- اگر در سمت شرق و غرب و جنوب درختانی وجود داشته باشند، باید فاصله آنها تا ساختمان ۲/۵ برابر ارتفاعشان باشد تا روی گلخانه سایه نیاندازند
- برای توسعه گلخانه باید محوطه گلخانه فضای اضافی داشته باشد.

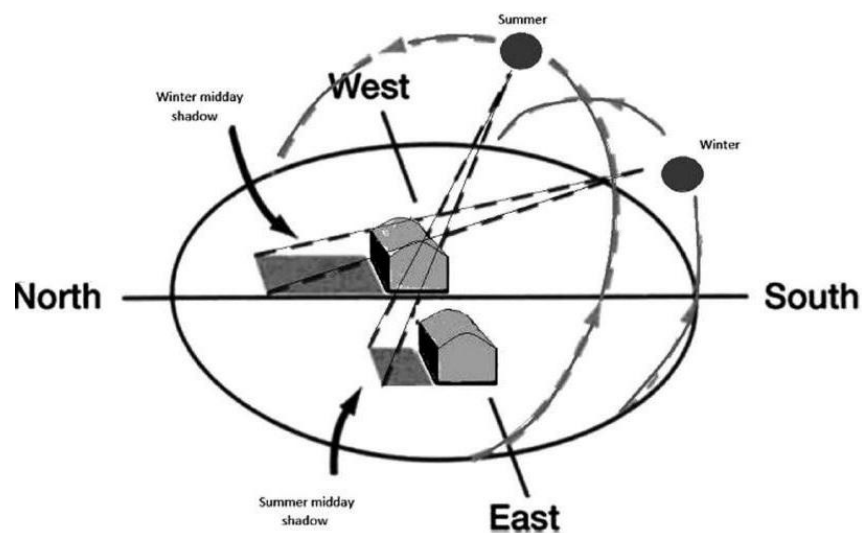
دو معیار کلی برای انتخاب جهت گلخانه عبارتست از:

- مقدار نور در گلخانه برای رشد گیاهان باید کافی و یکنواخت باشد:
 - در عرضهای جغرافیایی بالای ۴۰ درجه در نیمکره شمالی، جهت گلخانه‌های تک باید شرقی-غربی باشد تا نور مایل در زمستان بتواند به جانب گلخانه بتابد نه به ته گلخانه. اگر نور به ته گلخانه بتابد، سایه ستونهای سازه نوردهی را محدود می‌کند.
 - در عرضهای پائین‌تر از ۴۰ درجه در نیمکره شمالی جهت گلخانه تک باید شمالی-جنوبی باشد تا از شدت تابش نور به گلخانه کاسته گردد.
 - جهت گلخانه‌های طرح چندقلو در تمام عرضهای جغرافیایی شمالی-جنوبی است. اگر از این طرح استفاده نشود، گلخانه جنوبی‌تر روی گلخانه شمالی سایه می‌اندازد. چون سایه ستونهای گلخانه در جهت شمالی-جنوبی، خیلی کمتر از سایه کل گلخانه جنوبی‌تر روی گلخانه شمالی در الگوی شرقی-غربی است.
- باد غالب منطقه نباید تأثیر منفی بر سازه و یا کارکرد گلخانه داشته باشد.

- در گلخانه‌های با تهویه طبیعی، دریچه ورود هوا باید در جهت باد غالب ساخته شود.
- احداث بادشکن‌های یکپارچه که باعث ایجاد تلاطم در جریان هوا می‌شود اثربخشی کمتری از بادشکنهایی دارد که اجازه می‌دهد کمی باد از آنها عبور کند.

نکاتی درباره نقش سایه‌دهی روی طراحی گلخانه:

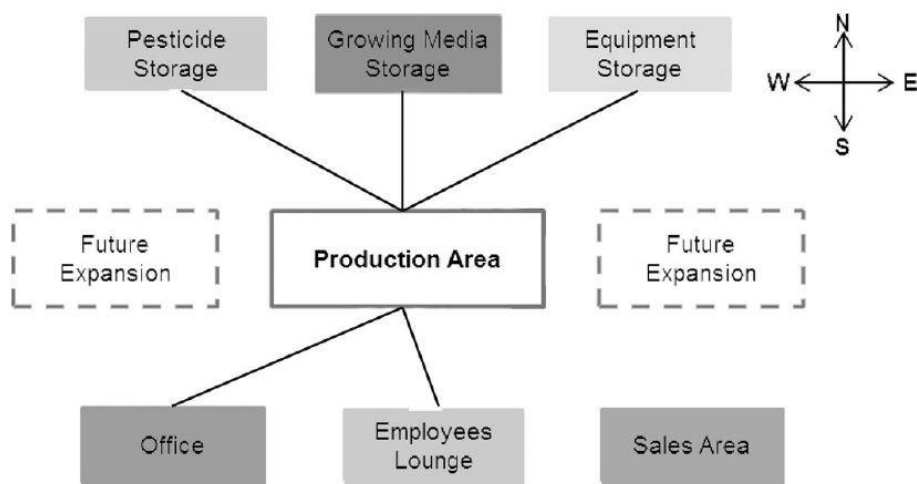
- گلخانه‌ها را نباید نزدیک ساختمانها، درختان و موانع بلند دیگر احداث کرد. چون باعث سایه اندازی روی گلخانه می‌شود.
- به عنوان یک قانون کلی نباید هیچ مانعی با ارتفاع بیش از ۳/۵ متر در شعاع ۹ متری گلخانه‌ها در جهات شرقی، جنوبی و غربی گلخانه قرار داشته باشد.
- مقدار سایه‌اندازی وابسته است به زاویه تابش نور خورشید و بنابراین زمان مورد نظر در سال.



Location Priorities for Greenhouse based on Ambient Sunlight.

چیدمان مکانها در محوطه گلخانه

در محوطه گلخانه علاوه بر ناحیه تولید محصول، فضاهایی نیز باید برای ذخیره‌سازی نهاده‌های تولید و محصولات تولید شده و تجهیزات گلخانه‌ای در نظر گرفته شود.



Plan Layout of a Greenhouse Along with other Support Facilities.

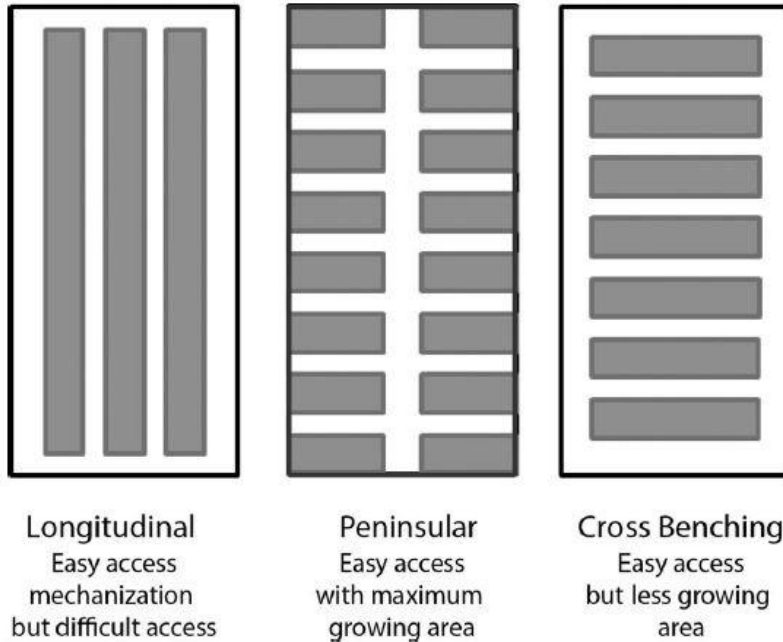
عواملی که برای تعیین چیدمان مکانها در محوطه گلخانه باید در نظر گرفته شوند عبارتند از:

- مکان تجهیزات گلخانه‌ای باید در بخش شمالی ناحیه تولید واقع شود،
- ناحیه ذخیره مواد ورودی باید نقطه دسترسی مجزایی داشته باشد،
- مشتریان و بازدید کنندگان نباید اجازه ورود به محوطه تولید را داشته باشند.

ناحیه تولید: چیدمان سکوها و بستر کاشت

نکاتی که در انتخاب چیدمان سکویی و یا بستر کاشتی باید مد نظر قرار داد عبارتند از:

- اگر ارتفاع گیاه معمولی باشد، می‌توان کاشت را روی سکو انجام داد؛ به هر حال ارتفاع این سکوها باید کم باشد تا عملیات غنچه زدایی، محلول پاشی و برداشت در ارتفاع مناسب قابل انجام باشد،
- گیاهان بلندتر در بسترهای کاشت، کاشته می‌شوند تا ارتفاع آنها در حداقل ممکن قرار گیرد. چیدمانهای معمول سکوها و بسترهای کاشت در شکل زیر نشان داده شده است.



Benches and Beds Arrangements.

در دسترس بودن آب

نکات مربوط به در دسترس بودن آب:

- قبل از اقدام به خرید سایت برای احداث گلخانه باید منبع آب در دسترس از نظر کیفیت آزمایش شود.
- همچنین کمیت آب اهمیت دارد، چون بیش از ۲۰ لیتر آب در هر نوبت آبیاری باید به ۱ متر مربع از سطح ناحیه تولید گلخانه داده شود.
- عوامل مؤثر بر مقدار دقیق آب مصرفی عبارتند از:
 - مساحت ناحیه تولید
 - نوع محصول
 - شرایط آب و هوایی
- آب چاه با توجه به نکات زیر برای آبیاری گلخانه مناسب است:
 - گرانی قیمت آب شهری
 - آب شهری ممکن است دارای فلوراید باشد که برای مصرف در گلخانه مضر است
- آب رودخانه و دریاچه هم برای مصرف در گلخانه به علت وجود میکروارگانیسمها به استرلیزه کردن شدید احتیاج دارد
- هدایت الکتریکی آب و مقدار کل نمکهای محلول در آب مورد استفاده در گلخانه باید آزمون شود.

نقش آب در تولید محصولات گیاهی عبارتست از:

۱. آب باعث حل شدن مواد غذایی مورد نیاز گیاه می‌شود
۲. آب باعث انتقال مواد غذایی از طریق سیستم آوندی گیاه می‌شود
۳. وجود آب باعث سفتی بافت گیاه می‌شود
۴. عمل تبخیر و تعرق باعث خنک شدن گیاه می‌گردد.

به اثرات بیش از اندازه و یا کمتر از اندازه آب دادن به گیاه در جدول زیر اشاره شده است:

Watering Effects.

Under Watering	Over Watering
Wilt	Large, soft new growth
Stress	Excessively tall
Reduced photosynthesis	May wilt under high light
Smaller leaves	Will not ship or last well
Shortened internodes	Oxygen depletion in root-zone
“Hard”	

نکته آخر اینکه؛ هنوز بروز اشتباهات در آبیاری باعث بیشترین کاهش در کیفیت محصولات تولیدی در گلخانه می‌شود.

در دسترس بودن الکتریسیته:

برای کارکرد بدون توقف تجهیزات الکتریکی مانند پنکه‌ها، لامپهای روشنایی و تجهیزات اندازه‌گیری گلخانه‌ای به منبع توان الکتریکی مطمئن احتیاج است.

به نیاز کل گلخانه‌ها به انرژی الکتریکی با توجه به مساحت آنها در جدول زیر اشاره شده است:

Electrical Power Requirement for Greenhouses of Different Size.

Greenhouse Size (m ²)	Electrical Power Requirement (kW)
500	15
500–2000	24
2000–3000	36
3000–4000	48
4000–8000	96
8000–12000	145

انرژیهای تجدیدپذیر:

تجارب زیادی در مورد شدمی بودن و مؤثر بودن به کار انداختن پمپها از طریق الکتریسیته تولید شده از منابع تجدیدپذیر وجود دارد.

در گلخانه‌ها به دو صورت از انرژیهای تجدیدپذیر استفاده می‌شود:

۱. در تولید محصولات گلخانه‌ای به شدت از انرژی خورشیدی و انرژی بادی (برای تهویه طبیعی گلخانه) استفاده می‌شود

۲. برای به کار انداختن دستگاههایی که محیط گلخانه را برای پرورش محصولات ایده‌آل می‌کند، به انرژی احتیاج است که می‌تواند درصدی از انرژی مورد نیاز این دستگاه‌ها را از منابع تجدیدپذیر تأمین کرد.

اینکه کدام نوع از انرژی تجدیدپذیر را برای گلخانه به کار بریم به مکانی که گلخانه در آنجا واقع شده است برمی‌گردد:

- اگر گلخانه در منطقه‌ای با شدت زیاد تابش نور خورشید قرار داشته باشد بهترین گزینه استفاده از سلولهای فتوولتائیک برای تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی است.



Greenhouse Solar Panel System (Courtesy of ININSA Greenhouses, www.fabricanteinvernaderos.com/english/).

- اگر گلخانه در مناطق بادخیز قرار داشته باشد، گزینه بهینه استفاده از توربین بادی برای تبدیل انرژی جریان هوا به انرژی الکتریسیته است.



Wind farm.

- اگر منطقه از هر دو موهبت بهره‌مند باشد، می‌توان از سیستم انرژی تجدیدپذیر هیبریدی (انرژی باد + انرژی خورشید) استفاده کرد.

مزایا و معایب استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر عبارتند از:
مزایا:

۱. سوخت فسیلی مصرف نمی‌کنند
۲. دستگاه‌های مربوطه عمر طولانی دارند (۱۵ تا ۲۰ سال)
۳. تأثیرات محیط زیستی حداقلی دارند
۴. هزینه کارکرد و نگهداری پائینی دارند.

معایب:

۱. به سرمایه‌گذاری اولیه نسبتاً زیادی احتیاج دارند
۲. در دسترس بودن تعمیرکار و محل تعمیر دستگاه‌های استحصال انرژی از منابع تجدیدپذیر ممکن است مشکل باشد.

با توجه به نیاز الکتریکی گلخانه خودکار که در جدول زیر به آن اشاره شده است، می‌توان گفت که توان تولیدی در دسترس در تمام طول روز از منابع انرژی تجدیدپذیر (پنل‌های خورشیدی و توربین بادی) باید حدود ۴/۹۶ کیلو وات باشد.

Table 3.5 Electric Loads for a Common Hi-Tech Greenhouse.

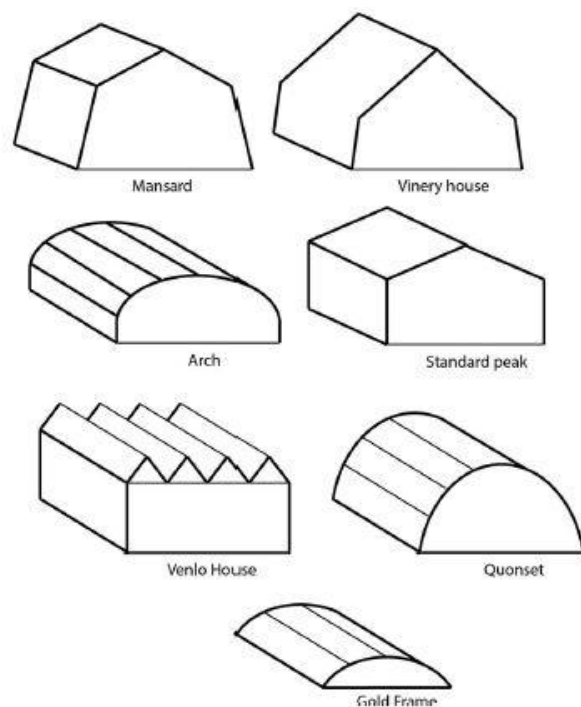
System	Actuator	Unit Power (W)	Total (W)
Passive Ventilation	3 Motors	370	1110
Active Ventilation	2 Motor (Fan)	370	740
Shading System	1 Motor	370	370
Heater	1 Heater	2000	2000
Fog System	1 Pump	370	370
Irrigation System	1 Pump	370	370
		Total	4960

معیارهای لازم در انتخاب الگوی سازه گلخانه عبارتست از:

۱. باعث ایجاد حداکثر عایق سازی ممکن شود،
۲. با حداقل قیمت تمام شده حداکثر سطح زمین ناحیه کاشت را پوشش دهد،
۳. از نظر سازه‌ای استحکام داشته باشد.

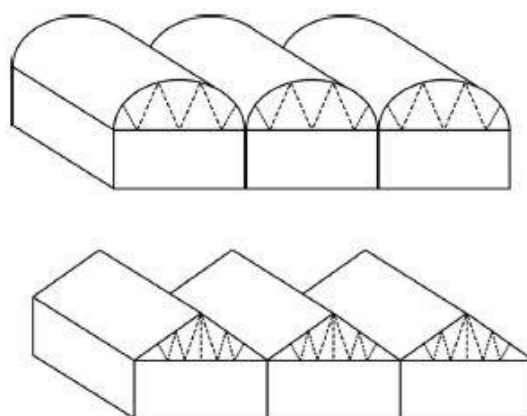
به طور کلی گلخانه‌های تکی به یکی از دو فرم زیر ساخته می‌شوند:

- سقف نوک تیز (Peak (A-frame)
- سقف قوسی (Arch (Curvilinear)



Basic Structures of Greenhouse.

استفاده از طرح قوسی نسبت به سقف نوک تیز نه به خاطر بهبود عبور نور، بلکه به این دلیل که هزینه ساخت آن ۲۵٪ کمتر از طرح نوک تیز می‌شود مورد اقبال قرار گرفته است. می‌توان به عنوان پوشش سقف گلخانه‌های قوسی، هم از مواد صلب استفاده کرد و هم از مواد انعطاف پذیر. با در کنار هم قرار دادن چندین گلخانه تک، گلخانه چندقلو و یا جوی و پشته‌ای (ridge and furrow) به وجود می‌آید.



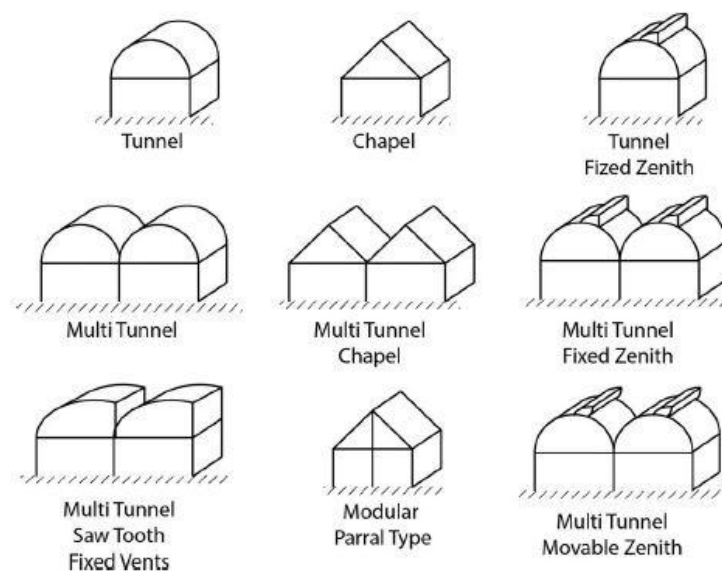
Ridge and Furrow Configuration of Greenhouse Structures.

دلیل این نامگذاری، شکل شبیه جوی و پشته سقف این گلخانه‌های چند قلوست.

ویژگی گلخانه‌های چندقلو نسبت به چند گلخانه تک در این است که:

۱. هزینه ساخت آن پایین‌تر است،
۲. باعث افزایش راندمان استفاده از ناحیه کاشت محصول می‌شود،
۳. هزینه گرم کردن گلخانه به ازاء واحد سطح کمتر می‌شود.

به الگوهای سازه گلخانه در استاندارد مکزیکی در شکل زیر اشاره شده است:



Greenhouse Structure Designs based on Mexican Standard.

دقت کنید که در برخی از الگوها یک دریچه سقفی در نظر گرفته شده که به تهویه بهتر گلخانه کمک خواهد کرد (مشابه بادگیرهایی که در معماری شهر یزد وجود دارد عمل می‌کند).

توصیف برخی از معمولترین گلخانه‌ها در سطح جهان:

۱- گلخانه سقف قوسی (تونلی)

استفاده از این گلخانه به دلایل زیر گسترش پیدا کرده است:

- توانایی بالا در کنترل شرایط آب و هوایی میکرو (micro-climate)
- مقاومت بالا در برابر وزش بادهای شدید
- نصب سریع آن در نتیجه استفاده از مصالح پیش ساخته



Arch Roof Greenhouse (Multi-Span) (Courtesy of ININSA Greenhouses, www.fabricanteinvernaderos.com/english).

ویژگیهای سازه‌ای گلخانه سقف قوسی عبارتست از:

- ✓ پایه‌های سازه از آهن گالوانیزه ساخته شده که از هم $5m \times 8m$ و یا $3m \times 5m$ فاصله دارند،
- ✓ بیشینه ارتفاع این نوع گلخانه بین $3/5$ تا 5 متر است
- ✓ ارتفاع دیواره این گلخانه بین $2/5$ تا 4 متر است
- ✓ عرض این گلخانه بین 6 تا 9 متر است و اجازه پیاده‌سازی گلخانه‌های چندقلو را می‌دهد
- ✓ تهویه گلخانه از طریق پنجره‌های جانبی و سقفی صورت می‌گیرد.

مزایا:

- ۱- عبور دادن مطلوب نور خورشید
- ۲- حجم هوای داخل گلخانه بالاست (گلخانه اینرسی دمایی بالایی دارد)
- ۳- مقاومت بالا در برابر باد
- ۴- فضای داخل گلخانه کاملاً باز است که اجازه به جابجایی آسان پرسنل، خاک‌ورزی مکانیزه و انجام عملیات زراعی و ... را براحتی می‌دهد
- ۵- از آنجا که مصالح مورد استفاده پیش ساخته است، پیچیدگی ساخت گلخانه کم تا متوسط است

معایب:

- ۱- هزینه ساخت بالاست
- ۲- اگر گلخانه به صورت چندقلو ساخته شود و سیستم تهویه سقفی نداشته باشد، با مشکلات تهویه‌ای روبرو می‌شویم.

۲- گلخانه دارای سقف نوک تیز استاندارد

ویژگیهای گلخانه دارای سقف نوک تیز عبارتست از:

- ✓ از قدیمی‌ترین سازه‌های گلخانه‌ای است
- ✓ شیب سقف این گلخانه برحسب مقدار تابش خورشید و بارندگی می‌تواند از ۱۵ درجه تا ۳۵ درجه متغیر باشد.
- ✓ عرض گلخانه از ۶ تا ۱۲ متر متغیر است
- ✓ ارتفاع دیواره بین ۲ تا ۲/۵ متر و ارتفاع نوک بین ۳ تا ۳/۵ متر است
- ✓ تهویه این گلخانه‌ها به شکل تک بدون مشکل صورت می‌گیرد و مشکل تهویه مربوط به حالت چند قلوست.

مزایا:

- ۱- پیچیدگیهای مربوط به ساخت از کم تا متوسط است
- ۲- می‌توان برای ساخت از مواد ارزان در دسترس در ناحیه استفاده کرد
- ۳- تهویه جانبی به سادگی صورت می‌گیرد. نصب پنجره سقفی هم به راحتی امکانپذیر است
- ۴- برای پوشش گلخانه استفاده از هر دو مواد پوششی صلب و یا انعطاف پذیر امکانپذیر است
- ۵- براحتی آب باران از سقف تخلیه می‌شود.

معایب:

- ۱- تهویه این گلخانه در حالت چندقلو به راحتی صورت نمی‌گیرد
- ۲- این گلخانه در مقایسه با گلخانه سقف خمیده با ارتفاع یکسان، حجم هوای کمتری را در بر می‌گیرد
- ۳- سایه‌اندازی ایجاد شده با اجزای سازه این نوع گلخانه زیاد است
- ۴- اجزای حمایت کننده سازه باعث کم شدن فضای حرکت پرسنل و منطقه رشد گیاه می‌شود.

۳- گلخانه دندانه اره‌ای

در نواحی دارای بارندگی کم و تشعشع خورشیدی بالا از گلخانه دارای سقف تکی دارای زاویه تمایل ۵ تا ۱۵ درجه استفاده می‌شود. با اتصال چند گلخانه از این دست، گلخانه دندانه اره‌ای به وجود می‌آید.



SawTooth Design (Courtesy of Murat Kacira, www.ag.arizona.edu).

مزایا:

- ۱- پیچیدگی ساخت این گلخانه متوسط است
- ۲- این گلخانه تهویه عالی دارد که آن را از سایر گلخانه‌ها متمایز می‌کند
- ۳- امکان استفاده از مواد ارزان قیمت و در دسترس در منطقه برای ساخت این گلخانه وجود دارد.

معایب:

- ۱- به علت وجود المانهای حمایت کننده زیاد، سایه‌اندازی این نوع گلخانه زیاد است
- ۲- حجم هوایی که در این گلخانه محبوس می‌شود از گلخانه دارای سقف دو شیبی با ارتفاع یکسان کمتر است.

۴- گلخانه Venlo House

- ✓ این نوع گلخانه در مناطق دارای بارندگی زیاد ساخته می‌شود
- ✓ ماده پوشش دهنده در این گلخانه شیشه است
- ✓ عمدتاً از این گلخانه در کشورهای شمال اروپا مثل هلند استفاده می‌شود
- ✓ دیوارهای این گلخانه روی کانالهای جمع آوری آب باران بنا می‌شوند
- ✓ این گلخانه پنجره جانبی ندارد (شاید به این خاطر که در هلند نیاز زیادی به تهویه گلخانه وجود ندارد)
- ✓ اما این گلخانه پنجره سقفی دارد که به صورت زیگزاگ روی دو صفحه شیبدار سقف نصب می‌شوند.



Venlo House (Courtesy of Duijnisveld & zn b.v., www.duijnisveld.nl).

مزایا:

۱- کارایی دمایی این گلخانه به علت استفاده از نوع مواد به کار رفته در ساخت این گلخانه بالاتر از سایر گلخانه هاست

۲- در این گلخانه می‌توان به‌شدت شرایط آب و هوایی را کنترل کرد

معایب:

۱- قیمت تمام شده ساخت این گلخانه بالاست

۲- انتقال نور در این گلخانه نه به علت نوع مواد پوششی مورد استفاده که به علت وجود المانهای حمایت کننده زیاد سازه که در اثر وزن زیاد مواد پوششی، به‌کارگیری آنها غیر قابل اجتناب است، محدود می‌شود

۳- چون از شیشه در ساخت این گلخانه استفاده می‌شود که عمر آن بالاست، انتقال نور در این گلخانه با نشستن گرد و غبار و تشکیل خزه و جلبک و روی سطح شیشه تحت تأثیر قرار می‌گیرد