

زنگنه

بسم الله الرحمن الرحيم

مدیریت گلخانه

جلد اول

مؤلف : پاول.وی.نلسون



سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران

مدیریت گلخانه (جلد اول)

ناشر : سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران

مؤلف : پاول، وی، نلسون

مترجم : واحد انتشارات سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران

ویراستاران علمی : دکتر منصور عبائی، دکتر علی وزوائی

چاپ اول : تابستان ۷۴

تیراژ : ۵۰۰۰ نسخه

قیمت دوره دوجلدی : ۱۳۰۰۰ ریال

طرح و اجرا : شرکت پیام رسا

کلیه حقوق این اثر متعلق به ناشر بوده و هرگونه برداشت از کتاب
تنها با اجازه کتبی از ناشر میسر است.

سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران به عنوان متولی فضای سبز شهر تهران و تخصصی ترین ارگان کشور در زمینه فضای سبز، در جهت ارتقاء دانش دست‌اندرکاران فضای سبز شهرها بمنظور حفظ و توسعه فضاهای سبز و تولید اقلام گیاهی مورد نیاز اقدام به تألیف، ترجمه، چاپ و نشر معتبرترین و تازه‌ترین کتابها و مباحث علمی در این زمینه نموده است.

کتاب ارزشمند Greenhouse operation and management در راستای دستیابی به اهداف مورد اشاره انتخاب و ترجمه شده است. در این کتاب ضمن بحث در خصوص تازه‌ترین دیدگاهها در مورد تولید و تکثیر گیاهان، توضیحات کاملی در زمینه بکارگیری سیستمهای مجهز و پیشرفته گلخانه‌های بزرگ نیز ارائه می‌گردد. امید است تلاش دست‌اندرکاران فضای سبز کشورمان در زمینه تولید و تکثیر گلها و گیاهان ایرانی که خواستاران بسیاری نیز در جهان دارد با بهره‌گیری از این کتاب قرین موفقیت بیشتری باشد.

علی محمد مختاری

مدیرعامل سازمان پارکها و فضای سبز

شهر تهران

فهرست

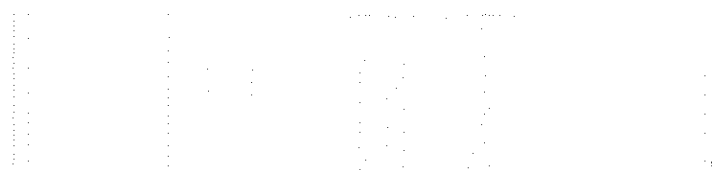
مقدمه	۱۱
..... فصل ۱	
پرورش گل - صنعتی پویا	۱۵
منشاء صنعت گلخانه	۱۶
توسعه گلخانه در آمریکا	۱۸
گل‌های وارداتی	۲۵
عوامل تعیین‌کننده نواحی تولید	۳۲
تولید در آمریکا	۳۴
تقاضای روبه‌افزایش محصولات گیاهی	۴۴
تغییر مسیر فروش	۴۶
مسیر آتی تولید	۵۲
عوامل مؤثر در تضمین آینده شما با تولید گل و گیاه	۵۸
مرجع	۶۰

..... فصل ۲

۶۱	..... ساخت گلخانه
۶۲	..... مکان
۶۷	..... نقشه گلخانه
۶۸	..... گلخانه‌های شیشه‌ای
۷۶	..... گلخانه‌های پوشیده از ورقه‌های نازک پلاستیک
۹۷	..... گلخانه‌های ساخته شده از صفحات محکم
۱۰۶	..... سکوها، کشت و بسترها
۱۱۵	..... هزینه ساختن گلخانه‌ها
۱۱۸	..... طرحهای جدید گلخانه
۱۲۲	..... خلاصه
۱۲۵	..... مرجع

..... فصل ۳

۱۲۷	..... گرم کردن گلخانه
۱۳۱	..... منبع گرما
۱۵۳	..... توزیع حرارت
۱۷۱	..... تشخیص و تنظیم هوای گلخانه
۱۷۶	..... ژنراتورها و بخاریهای اضطراری
۱۸۰	..... سوخت
۱۸۵	..... محاسبه نیازهای گرمایی
۲۰۱	..... حفظ گرما
۲۰۹	..... خلاصه
۲۱۲	..... مرجع



..... فصل ۴

۲۱۵	.....	خنک کردن گلخانه
۲۲۰	.....	سیستمهای خنک کننده تابستانی گلخانه
۲۴۵	.....	سیستم خنک کننده زمستانی گلخانه
۲۵۳	.....	تلفیق سیستمهای خنک کننده و گرم کننده
۲۵۷	.....	خنک کردن گلخانه های کوچک
۲۵۹	.....	خلاصه
۲۶۲	.....	مرجع

..... فصل ۵

۲۶۳	.....	انواع محیط رشد ریشه (بسترهای کاشت)
۲۶۴	.....	وظایف محیط رشد ریشه
۲۶۵	.....	تغییر خاک مزرعه برای به کار بردن آن در ظروف کاشت
۲۶۹	.....	خصوصیات مطلوب محیط رشد ریشه
۲۷۸	.....	اجزای محیط رشد ریشه
۲۹۸	.....	محیطهای کشت حاوی خاک
۳۰۲	.....	محیط کشت بدون خاک
۳۱۲	.....	در نظر گرفتن موارد اقتصادی در محیط کشت
۳۱۴	.....	زیرو رو نمودن و مخلوط کردن اجزای تشکیل دهنده محیط کشت
۳۲۱	.....	خلاصه
۳۲۴	.....	مرجع

..... فصل ۶

۳۲۵	.....	ضد عفونی محیط کشت
۳۲۷	.....	ضد عفونی توسط بخار آب

۳۴۵	ضد عفونی شیمیایی.....
۳۵۳	تلقیح دوباره
۳۵۵	جنبه های اقتصادی.....
۳۵۶	خلاصه
۳۵۸	مرجع

..... فصل ۷

۳۵۹	آبیاری
۳۶۰	تأثیر آبیاری بر روی گیاهان.....
۳۶۱	روند آبیاری.....
۳۶۴	کیفیت آب
۳۶۷	سیستم های آبیاری
۳۸۷	خطوط لوله آب گلخانه
۳۹۱	مراقبت های لازم
۳۹۵	خلاصه
۳۹۷	مرجع

..... فصل ۸

۳۹۸	کوددهی و تغذیه گیاه
۴۰۱	برنامه کوددهی
۴۲۷	کودهای شیمیایی به تدریج حل شوند.....
۴۳۹	علائم ظاهری
۴۷۷	روش های اصلاح
۴۸۰	خلاصه
۴۸۲	مرجع



مقدمه

صنعت تولیدات گلخانه‌ای هم‌اکنون نسبت به آنچه که تا پیش از جنگ جهانی دوم، به آن پرداخته می‌شد، آسانتر به نظر می‌رسد. دلیل آن این است که در آن زمان گلخانه‌های پلاستیکی یا دارای مواد شفاف (برای عبور نور)، سیستم حرارت مرکزی، محیط‌های کشت بدون خاک، پاستوریزه کردن محیط رشد ریشه، آبیاری و کوددهی اتوماتیک (خودکار)، اتوماسیون بزرگ مقیاس، و در امریکا فروشگاه‌های پرتجمع^۱ وجود نداشت. اکثر ابداعات گفته شده پس از جنگ جهانی دوم، یعنی زمانی که نیروهای متخصص نظامی برای امور غیرجنگی بسیج شده‌اند، انجام شده است. در خلال سی سال پس از جنگ جهانی دوم، تکنولوژی با شدت بیشتری رو به پیشرفت گذاشت. زمانی که انتشار چاپ اول این کتاب در سال ۱۹۷۸ آغاز شد، انقلابی در تکنولوژی بازاریابی و تولید در اوایل انتشار آن به‌وقوع پیوست و در خلال دهه ۱۹۸۰ دارای تحول زیادی شد. تغییرات کنونی که در صنعت گلخانه ایجاد شده است با دوره‌های پیشین قابل قیاس نیست.

عوامل متعددی در تسریع تحولات اخیر دخیل بوده‌اند. کمبود نفت در خلال دهه ۱۹۷۰ موجبات تحقیقات جهانی در مورد استفاده بهینه از انرژی را فراهم آورد. و بدین علت در اواخر دهه ۱۹۷۰ مطالعاتی بر روی امکان استفاده از پوشش‌های گلخانه‌ای موثر در نگهداری گرما، بخاریها و دیگهای بخار مناسب سیستم حرارتی گرم‌کننده کف گلخانه، و حتی نحوه طراحی گلخانه به‌عمل آمد.

توسعهٔ زیاد تولیدات گل و گیاه در افریقا و اروپای شرقی، بازارهای اروپای غربی را تحت فشار قرار داد. بازار پرورش گل و گیاه در امریکا برای تولیدکنندگان اروپایی و فلسطین اشغالی که با بازار را کد مواجه شده بودند و برای ملل آمریکای لاتین که با مشکل فقدان بازارهای وسیع داخلی روبرو بودند نقطهٔ امیدی به‌شمار می‌رفت. رنگها و فرمهای جدیدی که از اصلاح محصولات قدیمی به‌دست آمد و همچنین تولیدات جدید، باعث افزایش واردات شد ولی این امر منجر به تولید آنها توسط تولیدکنندگان داخلی و تحریک مصرف‌کنندگان برای خرید شد. در پانزده سال گذشته فروشگاههای پرتجمع به‌صورت خصوصی درآمد، تا این افزایش تولید را بسمت خود متمایل کند.

برای جبران قیمت نسبتاً کم این تولیدات که نتیجهٔ رقابت بین بازارهای جهانی بود؛ تولیدکنندگان مجبور به ساخت سیستمهایی با تولید بیشتر و کارایی بالایی شدند. هم‌اکنون، کامپیوتر برای کنترل محیط داخلی گلخانه به‌کار گرفته می‌شود که نتیجهٔ آن کاهش هزینه کار، صرفه‌جویی در انرژی و دستیابی به تکنولوژی بالاتر است که امور فوق از طریق کنترل معمولی امکان‌پذیر نیست. در ده سال اخیر دیده شده است که در تولیدات گلخانه‌ای از روباتها استفاده می‌شود.

بدینوسیله، سکوها^۱ گلخانه‌ای به‌طور خودکار در طول روز به بیرون از گلخانه رفته و در شب به داخل گلخانه برمی‌گردند. این عمل برای حداکثر استفاده از امکانات گلخانه‌ای، در دوردیف انجام می‌شود. همچنین تحت این سیستم، سکوها از محل تولید تا بسته‌بندی یعنی جایی که گونه‌ها و کالتیوارها به‌طور مکانیکی جمع‌آوری می‌شوند، در طول یک ریل به حرکت درمی‌آیند. ماشینهایی نیز در این سیستم برای کاشتن نشاها در گلدانها وجود دارند. ماشینهای دیگری گلدانهای حاوی گیاهان را با فاصله مناسب در روی سکوها قرار می‌دهند به مرور زمان که گیاهان رشد می‌کنند این ماشینها، گلدانها را

1- benches

بلند کرده و جابه‌جا می‌کنند. این همه امکانات فقط می‌تواند در اختیار پرورش‌دهندگانی که فعالانه در این مسیر به کار می‌پردازند، قرار گیرد. به این ترتیب محلی که کارگران در آن کار می‌کنند به ساختمان سرویس^۱ محدود می‌شود. وقتی چنین تحولاتی ایجاد می‌شود باید به مسایل جنبی آن نیز توجه داشت. تغییرات ایجاد شده می‌تواند مفید یا مضر باشند. شخصی که آشنایی کامل با چنین تحولاتی دارد و لوازم مناسب این تغییرات را مهیا می‌کند با شخصی که از این امکانات بهره می‌گیرد فرقی ندارد، زیرا او به این تغییرات با توجه به شرایط، جهت می‌دهد. بسیاری از پرورش‌دهندگان گل که در این مسیر با جدیت کار می‌کنند در طول مدتی که تغییرات گفته شده (اتوماسیون) را انجام می‌دهند متضرر خواهند شد. چنین افرادی فقط به این منظور این تغییرات را انجام می‌دهند که این تحولات در چند سال آینده مفید خواهند بود. حرکت در مسیر تولیدات باغبانی فقط با دانستن چگونگی پرورش محصولات مقدور نخواهد بود. چه شما مالک محل کسب خود باشید یا برای شخص دیگری کار کنید، موفقیت شما بستگی به توانایی شما در مدیریت امکانات، سرمایه و وقت دارد، چه این موارد به شما تعلق داشته باشد چه به دیگران، در نهایت بدون داشتن این توانایی دانش فنی‌تان در مورد پرورش محصولات مفید نخواهد بود.

در کنار این دانش فنی شما باید اطلاعاتی در زمینه حسابداری، مدیریت و بازاریابی داشته باشید. اهمیت این موارد برای دانشجویانی که به تازگی در زمینه تولید گل به فعالیت پرداخته‌اند چندان زیاد نیست، این کتاب علاوه بر پرداختن به موضوعات مربوط به پرورش گیاهان، موارد فوق را نیز در متن گنجانده است.

مزیت این کتاب دادن قدرت تصمیم‌گیری در مواردی است که شخص دخیل در پرورش تجاری گل با آن مواجه خواهد شد. در ابتدای کتاب به بحث در مورد

تصمیم‌گیری در این زمینه در سطح جهانی، پرداخته شد. تصمیم‌گیری در مورد موضوعات دیگر گلخانه‌های تجاری از قبیل انتخاب محل، نوع گلخانه، سیستم‌های گرمایشی و برودتی در بخشهای دیگر این کتاب مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت. بعد از آن به بحث در مورد انواع محیط رشد ریشه (محیط کشت) که محصولات در آن پرورش می‌یابند، پاستوریزاسیون محیط کشت، ایجاد شرایطی که بیماری بداخل گلخانه راه نیابد، اصول آبیاری و سیستمهای اتوماتیک آبیاری، تعیین نسبت کودها و روشهای کاربرد آنها، سیستمهای مختلف تولید از قبیل NFT (که مواد غذایی در لایه نازکی از محیط کشت قرار می‌گیرند) راک وول^۱، و سیستم بسته کشت، تزریق گاز دی‌اکسیدکربن به اتمسفر گلخانه، نور، درجه حرارت، تنظیم رشد بوسیله مواد شیمیایی، کنترل آفات، عملیات بعد از تولید محصولات، و تعیین قیمت‌ها خواهیم پرداخت. موارد فوق تقسیم‌بندی کلی مباحث این کتاب می‌باشد که شما را در نحوه تصمیم‌گیری در طرح گلخانه، ساخت و اجرای مواردی که در گلخانه‌های تجاری با آن مواجه می‌شوید، کمک خواهد کرد.

۱- راک وول (Rockwool) یکی از اجزای محیط کشت است که از عبور دادن بخار آب بر روی سنگ آهک مذاب بدست می‌آید.

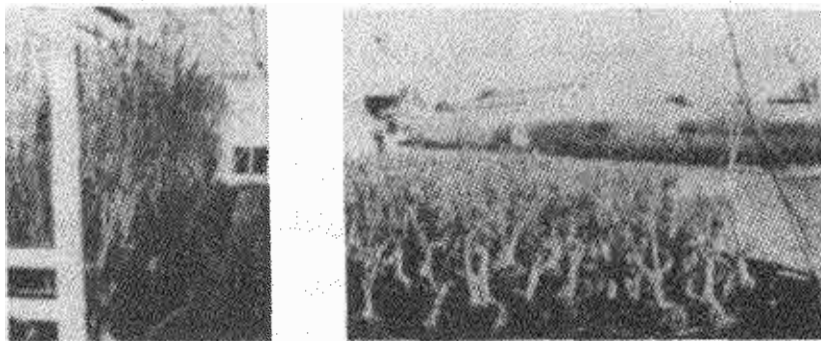
۱. پرورش گل - صنعتی پوپا

گلها در مناطقی که بشر برای استقرار برگزیده است می‌رویند. در مناطق گرمسیری (حاره‌ای) گلها در فضای آزاد کشت میشوند و تعداد محدودی از آنها توسط آماتورها پرورش یافته چنین تولیداتی و نظایر آن به بازارهای فروش محلی راه یافتند. میل شدید به خرید محصولات گیاهی در مناطق معتدل و سرد زیاد است یعنی جایی که گل و گیاه طبیعی بطور فراوان یافت نمی‌شود نیاز به برقراری ارتباط با طبیعت در طول فصل غیرفعال زمستان وجود دارد. برخی از مناطق حاره‌ای متوجه این نیاز شده و تأسیسات تولید قابل ملاحظه‌ای از این قبیل را توسعه داده‌اند. در مناطق غیرحاره‌ای مقادیر عظیمی از محصولات گیاهی در محیطهای سرپوشیده تولید می‌شوند.

مراکز پیشرو این تولیدات در کشورهای شمالی، اروپای غربی، ژاپن و آمریکا قرار دارند (آمریکا در این کتاب به کانادا و ایالات متحده اطلاق می‌شود). مقادیر متوسطی از محصولات گیاهی در شوروی سابق، کشورهای اروپای شرقی، استرالیا و نیوزلند تولید می‌شوند. اخیراً کشورهای گرمسیری واقع در آمریکای مرکزی، همچنین کشورهای کلمبیا، فلسطین اشغالی، کنیا و آفریقای جنوبی از مناطق مهم این تولیدات هستند و بیشترین محصولات خود را روانه بازارهای اروپای غربی و آمریکا می‌کنند.

..... منشاء صنعت گلخانه

بر طبق اطلاعاتی که امروزه در دسترس است، صنعت گلخانه‌ای در عصر طلایی یعنی سالهای ۱۶۰۰ در شرایط حاکم بر کشور هلند پا به عرصه وجود نهاد. هلند در طول نیمه اول قرن هفدهم بصورت بزرگترین قدرت آبی جهان درآمد. تعداد کشتی‌های تجاری آن کشور تا جایی افزایش یافت که نیمی از حمل و نقل جهان توسط آنها انجام می‌شد و آمستردام شهر پیشرو تجاری در دنیا شد. و بدین جهت مردم هلند به بالاترین سطح زندگی در جهان دست یافتند. در سال ۱۶۰۲ شرکت هلندی هند شرقی تأسیس شد و در سال ۱۶۲۱ شرکت هلندی هند غربی تجارت خود را آغاز کرد و این دو شرکت در سرتاسر امپراطوری مستعمره تجارت خود را گسترش دادند. در طول این دوره نیز اغتشاشاتی وجود داشت یعنی در سال ۱۵۸۱ با اعلام عدم وابستگی به اسپانیا



ب

الف

شکل ۱-۱: الف - یاس‌های بنفش یکی از اولین محصولات گیاهی در هلند بوده و هستند. در اواخر فصل پاییز یعنی زمان خواب درختچه‌ها را از خاک درآورده و انبار می‌کنند. ب - در خلال فصل زمستان آنها به تدریج به گلخانه آورده تا گرمای مورد نیاز را برای گلدهی دریافت کنند.

اغتشاش آغاز شده و در طول جنگ‌های سی‌ساله (۱۶۴۸-۱۶۱۸) که اکثر اروپا را دربرگرفت ادامه یافت. در اوج جنگ سی‌ساله، هلند به هدف خود رسیده و به صورت ملتی مستقل درآمد.

خاندان سلطنتی اروپا در این زمان تمایل به شکوه و جلوه‌ظاهری داشته و درصدد فراهم نمودن آن بودند. وجود گل‌های بهاری در زمستان و میوه‌جات غیر فصلی برای آنها اغواکننده بود. توانایی تولید تعداد زیادی از مردم طبقه متوسط جامعه و کانال‌های تجارت متعلق به این بازرگانان باعث بوجود آمدن آن چیزی که امروزه بزرگترین صنعت گلخانه جهان می‌باشد در هلند شد. انگور در امتداد دیوارهای سنگی موجود در زیر محفظه‌های شیشه‌ای در غرب هلند پرورش داده می‌شد. (این محفظه‌ها به سبک آن روز ساخته می‌شدند).

گلخانه‌های مزبور انرژی خورشید را در طول زمستان در خود نگه داشته و موجب تولید انگور زودرس می‌شدند امروزه گلخانه‌های وسیع سبزیجات و صنعت تولید گل بریده در ناحیه وست‌لند وجود دارند که نتیجه مستقیم این فعالیت اولیه هستند.

در ناحیه‌ای نزدیک آمستردام درختچه‌های یاس بنفش پرورش می‌دهند که درختچه‌ها را در اواخر پاییز قبل از یخ زدن از زمین خارج ساخته و در بیرون گلخانه انبار می‌کنند. بتدریج در طول زمستان، بوته‌ها به گلخانه‌ها برده می‌شوند، تا دوره خواب آنها شکسته شده و گل دهند (شکل ۱-۱).

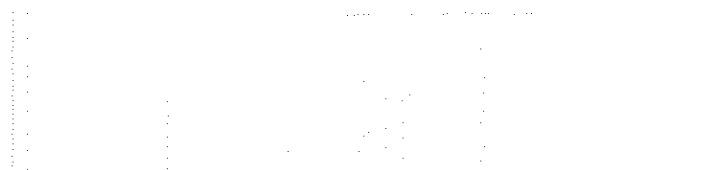
گل‌های بریده این گیاه زینت‌بخش قصرهای سلطنتی قرن هفدهم در بریتانیای کبیر، فرانسه، آلمان و دیگر کشورها بود. این صنعت امروزه نیز به قوت خود باقی است، اگرچه بیشتر این ناحیه در اطراف آلزمیر^۱ مرکزیت یافته و بطور کلی پرورش آن بصورت یک گیاه گلدانی انجام می‌گیرد.

توسعه گلخانه در آمریکا

توسعه صنعت گلخانه در آمریکا مدت‌ها بعد انجام شد زیرا این سرزمین جدید در آن زمان رشد اقتصادی چندانی نداشت. تکنولوژی گلخانه توسط مهاجرین اروپایی به آنجا راه یافت و این امر برای ایجاد صنعتی در جهت تزئینات، در قرن نوزدهم انجام شد. عملاً گلخانه آمریکایی توسط جیمز بکمن^۱ در شهر نیویورک احداث شد (کاپلان ۱۹۷۶). تولید گل در آغاز اطراف مراکز پرجمعیت بوستن، نیویورک، فیلادلفیا و بعداً شیکاگو شروع شد. در آن روزها، طرق معمول حمل و نقل باعث میشد که تولید در مناطق نزدیک به بازار انجام گیرد. همان طوری که کامیونها در اوایل قرن بیستم عمومیت یافتند حمل و نقل راحت‌تر انجام می‌شد و مناطق پرجمعیت ماساچوست شرقی، کانکتیکات و شهر نیویورک، مخصوصاً لانگ‌آیلند بصورت مراکز عمده تولید میخک درآمد. تولید رز مخصوصاً در ایالات شمال شرقی همچنین شیکاگو اهمیت یافت. تولید گیاهان گلدانی به گسترش خود در سایر قسمت‌های آمریکا به تبعیت از مراکز پرجمعیت ادامه داد.

روند مزبور در طول دهه ۱۹۵۰ دچار تحول شد. حمل و نقل هوایی به حدی توسعه یافت که ارسال گل‌های بریده به هر نقطه‌ای از آمریکا ممکن شد. پرورش گل‌های بریده در فضای باز در مناطق گرم و همچنین ارسال آن به بازارهای دور ممکن گردید. تولید گل‌های داودی بریده با سرعت خیلی زیادی در فلوریدا، کالیفرنیا، جنوبی و تا حد کمتری در تگزاس افزایش یافت. در این مناطق در طول سال محصولات در زیر شاسی‌هائیکه بر روی چهارچوب‌های ارزان نصب شده‌اند پرورش یافته و در حال حاضر نیز به این طریق پرورش می‌یابند (شکل ۱-۲). در این روش نیازی به گرم یا سرد کردن نبود زیرا هزینه حمل و نقل بیش از آن بود که بتواند جبران هزینه‌های زیاد تولید یعنی وسایل

1- James Beckmen



پرورش گران قیمت، هزینه سوخت و کارگر را بکند.

تولید گل شب بو (بصورت گل بریده که از نظر اهمیت در درجه دوم می باشد) در گلخانه های کالیفرنای شمالی ضرورتاً متوقف شد چرا که پرورش دهندگان کالیفرنای جنوبی جوابگوی کل تقاضا بودند (شکل ۳-۱) پرورش دهندگان گل داودی در کالیفرنای شمالی از این نظر که دوباره دچار ضرر گذشته شوند هراس داشتند. تولید گل داودی در مزرعه بطور جالبی در طول سالهای ۱۹۶۰ به پایین ترین حد خود رسیده و با سایر قسمتهای آمریکا به توازن رسید. بوجود آمدن چنین وضعیتی باعث شد که بسیاری از پرورش دهندگان گلخانه ای از تولید این محصول صرف نظر کنند.

پرورش دهندگان کالیفرنای شمالی که روند مزبور را پیش بینی کرده بودند کیفیت تولید خود را بالا بردند و به رقابت با تولید کنندگان گل هایی با کیفیت ضعیفتر (که در طول دوره های سخت آب و هوایی در مزارع رشد یافته بودند) پرداختند. در نواحی شمالی، مخصوصاً خطوط انتهایی توزیع در نزدیکی مزارع جنوبی، پرورش دهندگان گل داودی یک برنامه زمانبندی شده تولید در طول سال را بنا نهادند که ارائه مستمر گلها در سال را تضمین می کرد. جایی که امکان رقابت با گل های شاخه ای داودی موجود در جنوب در طول ماههای زمستان وجود نداشت، پرورش دهندگان خبره به پرورش گل داودی ها در گلخانه های استاندارد که در آن زمان در مزارع خوب رشد نمیکرد، روی آوردند.

شکل ۲-۱ - نواحی وسیعی که تحت کشت محصولات مخصوصاً گل های بریده هستند مثلاً این محصول گل داودی که در گلخانه پرورش می یابد در فلوریدا و کالیفرنیا در شاسی پرورش می یابند.



توازن بین گلهای داودی گلخانه‌ای و مزرعه‌ای که قبلاً از آن نام برده شد بعلت عدم کنترل روی عوامل طبیعی بخصوص آب و هوای محیط مزرعه‌ای شدت بیشتری یافت. یخبندانها، بادهای و طوفانهای شدید، بارندگی‌های شدید فصلی و حمله ناگهانی حشرات (که در قدیم بوده و امروزه نیز بچشم می‌خورد) همه کنترلشان خیلی مشکل و در بعضی مواقع در مزارع غیرممکن بود. وقتی عوامل فوق وارد عمل شدند، تقاضای بازار از نظر کمی و کیفی برآورده نمی‌شد و محصولاتی که محیطشان کنترل شده (در گلخانه پرورش یافتند) راه خود را به بازار باز میکردند. گلهای رُز مثال خوبی در این مورد هستند این گلهای مخصوصاً در معرض بیماری سفیدک حقیقی^۱ کنه‌های تار عنکبوتی^۲ و هر نوع عامل زیان‌آور می‌باشند. بخاطر عامل کیفیت، تولید مزرعه‌ای رُزها بعنوان گل بریده توسعه نیافته است.

با توجه به نیاز به حداقل رساندن هزینه تولید در طول ۳۰ سال گذشته، صنعت گلخانه‌ای با وسعت زیاد برای تولید گلهای بریده در کالیفرنیا گسترش یافته است (شکل ۱-۴). بنا به سرویس آمار ملی دپارتمان کشاورزی ایالات متحده در سال ۱۹۷۶ و ۱۹۸۹، کالیفرنیا با درصدهای زیر از کل تعداد گلهای بریده تولید شده در ۲۸ ایالت مختلف آمریکا، مقام اول را کسب کرده است: ۵۲ و ۸۲ درصد گل داودی پومپون^۳، ۷۱ و ۸۲ درصد گل داودی استاندارد^۴، ۶۹ و ۸۲ درصد میخک استاندارد^۵، ۴۶ و ۶۷ درصد رُز تی^۶، ۳۰ و ۵۳ درصد رُز سویت‌هارت^۷.

بنا به این آمار از کل گلهای بریده ایالات متحده، ۵۷ درصد آن در کالیفرنیا تولید شده بود. این آمار به روشنی نشان می‌دهد که نسبت گلهای بریده تولید شده در کالیفرنیا سیر صعودی داشته است. از بقیه محصولات گیاهی تولید شده در ایالات متحده در سال

- | | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1- powdery mildew | 2- spider mites | 3- pompon chrysanthemum |
| 4- standard chrysanthemum | 5- standard carnation | 6- tea rose |
| 7- sweetheart rose | | |



۱۹۸۹، ۱۹ درصد آن در کالیفرنیا تولید شد. این رقم تقریباً ۲۳ درصد میزانی است که ده سال قبل یعنی در سال ۱۹۷۹ تولید شده است و ۲۸ ایالتی که این آمار از آنها گرفته شده است تولیدکننده بیش از ۹۰ درصد محصول ایالات متحده می باشد.

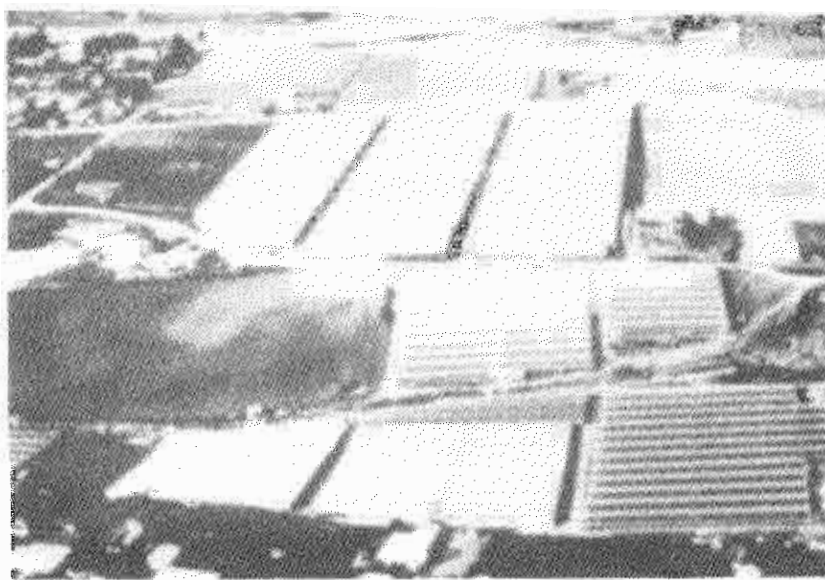
بخاطر عوامل زیر کالیفرنیا به چنین برتری دست یافت: در آب و هوای ملایم آن هزینه ای که صرف گرم کردن گلخانه می شود پایین است، بازار بزرگی در جنوب غربی و شمال غربی، محصولات کالیفرنیا را به سوی خود متمایل می کند و شرایط کشت در این منطقه مناسب است. همچنین هزینه نسبتاً کم حمل و نقل هوایی کالاها به طرف شرق، از عوامل بسیار مهم می باشد. حرکت محموله هایی که با هواپیما حمل می شد در سال ۱۹۵۰ عمدتاً به طرف غرب بود که منجر به این شد که هواپیماها در بازگشت به شرق خالی باشند. به این ترتیب کرایه کمتری برای حمل و نقل با این هواپیماها به طرف شرق دریافت می شد این عمل بطور مؤثری بازارهای شرق را به روی پرورش دهندگان غرب گشود و در عین حال از بازارهای غرب علی رغم رقابت پرورش دهندگان شرقی حمایت کرد.

مقایسه نرخ حمل و نقل هوایی از سان فرانسیسکو به شیکاگو بین سالهای ۱۹۵۰ و ۱۹۹۰ جالب خواهد بود (جدول ۱-۱). تأثیر این نرخها در توسعه باغبانی جنوب شرقی بلافاصله نمایان شد. افزایش نرخ از ۲۱/۴۷ دلار* به ازای هر ۱۰۰۰ گل میخک بریده در ۱۹۵۰ به ۲۱/۶۵ دلار در سال ۱۹۶۵ شوک بزرگی به تولیدکنندگان وارد کرد. این نرخ در سال ۱۹۷۲ به ۱۵/۱۵ دلار رسید. اگرچه این نرخ به اندازه نرخ سال ۱۹۵۰ بالا نبود ولی تعیین کننده بود. چرا که این کاهش زمانی اتفاق افتاد که وارد کردن میخک از آمریکای لاتین آغازگر رقابتی جدی برای نواحی تولید سان فرانسیسکو و دنور^۱ شد.

* - با توجه به این موضوع که هزینه ها و درآمدهای تولیدات گلخانه ای در جهان به دلار محاسبه می شود ترجمه این کتاب نیز این ارقام برحسب دلار بیان شده است.



شکل ۳-۱- پرورش نسبتاً ارزان قیمت در مزرعه مثل این محصول شببوی پرورش یافته در مزرعه کالیفرنیا جایگزین محصولات گلخانه‌ای ایالت‌های شمالی شد.



شکل ۴-۱- در سه دهه گذشته توسعه زیادی در صنعت پرورش گلخانه‌ای گل‌های بریده در کالیفرنیا داده شد.

افزایش نرخ تا ۲۰/۷۵ دلار در سال ۱۹۸۰ ادامه یافت. این افزایش موجب شد که ارسال کالا توسط کامیون مقرون به صرفه باشد.

توسعه تکنولوژی بسته‌بندی و ساخت کامیونهای یخچال‌دار راه‌حل مناسبی برای کاهش کرایه حمل‌ونقل بود. اگرچه در سال ۱۹۷۵ بیش از ۹۰ درصد گلهای بریده توسط هواپیما از کالیفرنیا ارسال می‌شد. ولی در سال ۱۹۸۰ در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد آن توسط کامیون انجام شد. در طول دهه ۱۹۸۰ نرخهای کرایه کامیون سریعتر از نرخهای حمل‌ونقل هوایی افزایش یافت بطوری که امروزه نرخهای کرایه هوایی فقط کمی بالاتر از کامیون هستند. بخاطر ارسال سریعتر و تأثیری که زمان می‌تواند روی کیفیت گلها بگذارد، حمل‌ونقل هوایی بار دیگر مزیت خود را به اثبات رساند. در سال ۱۹۹۰ در حدود ۶۰ درصد گلهای بریده توسط هواپیما از کالیفرنیا به شرق ارسال شد.

رشد سریع صنعت گل بریده در کالیفرنیا به پایان رسیده است پیشرفت صنعت تولیدات گیاهی در کالیفرنیا در کل با بقیه ایالتها هماهنگ است. سیر صعودی هزینه‌های حمل‌ونقل، افزایش مستمر واردات گلهای بریده، تولیدکنندگان گیاهی را که قسمت اعظم تولیدات آنها را گلهای بریده تشکیل می‌دهند دچار هراس کرده است. شرکت‌های انفرادی و همچنین صنعت تولیدات گیاهی کالیفرنیا در کل تا زمانی وضعیت موجود را حفظ خواهند کرد که (۱) گلهای کمی تولید شوند، (۲) بازارهای غربی و شرقی بطور مناسبی سرویس داده شوند (۳) سطح تولید و فروش به موازات تکنولوژی جدید پیش رود. سرویس‌دهی بازار شامل: تضمین ارائه فراوان گلها در ۵۲ هفته از سال با کالتیوارهای متنوع، همچنین نوع‌آوری در گونه‌های جدید و کالتیوارها، روشهای ارسال، بسته‌بندی، و غیره می‌شود.

احتمال اینکه تولید گل بریده دوباره از حالت تمرکز یافته به حالت محلی برگردد وجود ندارد سؤال اصلی این است که مراکز جغرافیایی تولید گل در آینده کجا خواهند بود؟

جدول ۱-۱- نرخ حمل و نقل هوایی از سان فرانسیسکو به شیکاگو*

سال	نرخ
۱۹۵۰	۲۱/۴۷ دلار
۱۹۵۷	۱۳/۰۳ دلار
۱۹۶۵	۱۲/۶۵ دلار
۱۹۶۹	۱۳/۴ دلار
۱۹۷۲	۱۵/۱۵ دلار
۱۹۸۰	۲۰/۷۵ دلار
۱۹۹۰	۲۵/۰۰ دلار

* به ازای هر ۱۰۰۰ گل میخک بریده

بخشی جالب از باغبانی آمریکا را می توان در تولید وسیع میخک مشاهده کرد. مراکز تولید این گل قبل از سال ۱۹۵۰ در نیواینگلند و نیویورک بود. بر اثر تلاشها و آینده نگری افرادی مثل پروفیسور دابلیر، دی، هالی از دانشگاه ایالتی کلورادو، محیطهای مناسب تری مورد شناسایی قرار گرفت که نیازهای این محصول را به نحو مناسبتری برآورده می ساخت. این نیازها عبارتند از: حرارتهای ۱۱ درجه سانتیگراد در شب و ۲۳ درجه سانتیگراد در روز، نور با شدت زیاد و طول روز ۱۲ ساعته. منطقه دنور کلورادو، دارای درجه حرارت معتدلتری در تابستان و نور با شدت زیاد، بخاطر مرتفع بودنش می باشد. اساساً تولیدات وسیع گیاهی در سال ۱۹۵۰ انجام نمی شد ولی بعد از آن تولید میخک بطور قابل ملاحظه ای وسعت یافت که به این ترتیب در سال ۱۹۶۴، ۲۳ درصد و در سال ۱۹۷۶، ۲۶ درصد گلهای فروخته شده به ۲۷ ایالت بزرگ را شامل می شد.

تولید میخک به سرعت در سان فرانسیسکو دنبال شد. هر چند شدت نور در این ناحیه کمتر بود ولی درجه حرارت معتدل در زمستان و تابستان و در دسترس بودن نیروی کار بیشتر، این کاستی را جبران می کرد. از کل گیاهان میخک ایالات متحده ۴۴

1
A
B
C

درصد در سال ۱۹۶۴ و ۶۹ درصد در سال ۱۹۷۶ و ۸۳ درصد در سال ۱۹۸۱ در کالیفرنیا پرورش یافت. توسعه صنعت تولیدات گیاهی کالیفرنیا تولید این گل را در سایر مناطق تحت تاثیر قرار داد بطوری که تولید میخک در کلرادو در سال ۱۹۸۱ به ۱۵ درصد تولید ایالات متحده نزول کرد. توسعه بی نظیر در کلرادو و بعداً در کالیفرنیا تاثیر سوئی روی تولیدات نواحی شرقی داشت.

..... گل‌های وارداتی

اگر تاریخچه تولید میخک را بیشتر بررسی کنیم مشخص می‌شود که در سال ۱۹۶۶ در باگوتای کلمبیا و در آمریکای جنوبی میخک‌های با کیفیت بالا را با قیمتهای بسیار کمی تولید می‌کردند. تا سال ۱۹۶۹ یک شرکت آمریکایی و بعداً شرکتهای دیگر به آنها پیوستند. امروزه در نواحی باگوتا بیش از ۳۰۰ شرکت وجود دارند. ۸۰ درصد تولید گیاهی کشور در اطراف باگوتا انجام می‌شود و این در زمانی است که کل نواحی تولید گیاهی در کشور ۲۷۱۴/۹۵ هکتار می‌باشد.

بخاطر نزدیکی باگوتا به استوا این ناحیه دارای طول روزی نزدیک به ۱۲ ساعت در طول سال است. درجه حرارت شبانه در این ناحیه بین ۱۶-۴° و درجه حرارت روزانه بین ۲۹-۱۶° در تمامی فصول است. این ناحیه بخاطر ارتفاع زیادش دارای نور شدیدی است. تمامی این عوامل در تولید گل‌های با کیفیت بالا مهم هستند بعلاوه، هزینه کارگر پائین بوده و هزینه‌ای نیز صرف گرم کردن گلخانه نمی‌شود.

در سال ۱۹۷۰ میخک‌های کلمبیا نیم درصد کل میخک‌های بفروش رسیده در بازار ایالات متحده را تشکیل می‌دادند که رقم کمی بود ولی در پایان سال ۱۹۷۴ این رقم افزایش غیر قابل تصویری داشت و به ۲۵ درصد رسید. اگرچه بخاطر انگیزه‌های سیاسی تأکید روی بازارهای اروپا بیشتر شده و رقم مزبور در سال ۱۹۷۵ اندکی کاهش یافت،

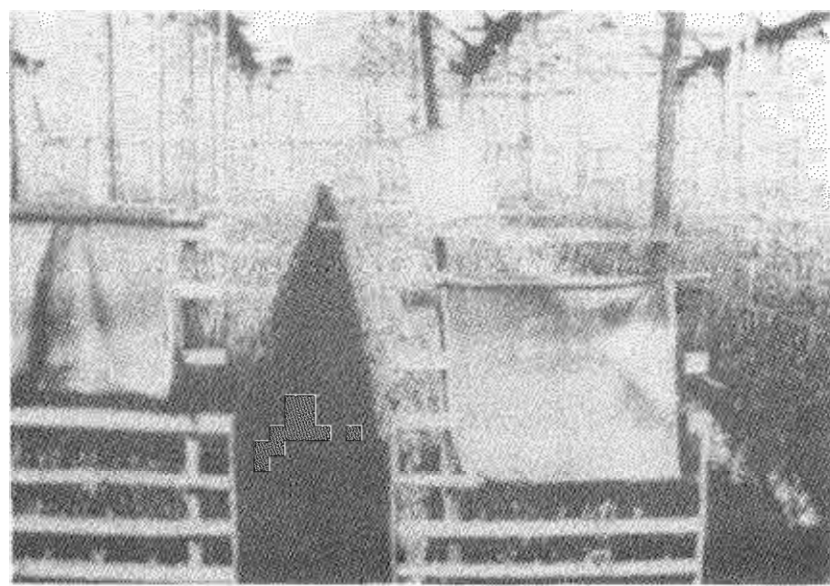
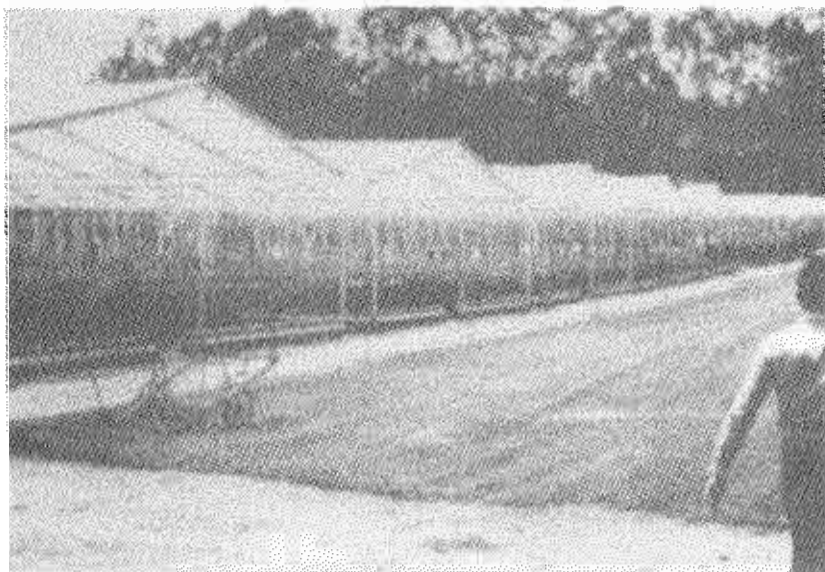
لیکن دوباره میزان فروش شدت یافت و به حدود ۲۹ درصد در سال ۱۹۷۶، ۴۰ درصد در سال ۱۹۷۸، ۴۶ درصد در سال ۱۹۷۹، ۶۰ درصد در سال ۱۹۸۱، ۷۶ درصد در سال ۱۹۸۸ رسید. این رقیب جدید (کلمبیا) افزایش کارآیی تولید گل را در کالیفرنیا و کلرادو ضروری کرده و باتفاق آنها صنعت پرورش میخک را در بقیه قسمت‌های ایالات متحده از بین برده است. ارزش صادرات گیاهی کلمبیا به کشورهای مختلف در جدول ۱-۲ نشان داده شده است. در سال ۱۹۸۷، ۸۱/۵ درصد صادرات کلمبیا در ایالات متحده بفروش رفت. درصد کل هر یک از گلهای بریده صادر شده از کلمبیا در سال ۱۹۸۸ در جدول ۱-۳ نشان داده شده است. میخک بیشترین درصد از محصولات صادر شده و سپس رزها و گلهای داودی دومین و سومین مقام را دارا هستند.

جدول ۱-۲- ارزش توزیع جهانی صادرات گلهای بریده از کلمبیا در سال ۱۹۸۶ (به دلار آمریکا)*

کشور	ارزش (میلیون دلار)	درصد کل
ایالات متحده	۱۴۱/۷۷	۸۱/۵
انگلستان	۸/۹۸	۵/۲
آلمان غربی	۶/۱۷	۳/۶
کانادا	۴/۰۷	۲/۳
سوئد	۲/۷۸	۱/۶
هلند	۱/۵۷	۰/۹
سوئیس	۱/۴۳	۰/۸
دیگر کشورها	۷/۱۳	۴/۱
کل	۱۷۳/۸۸	۱۰۰/۰

* - از گراور تکس (۱۹۸۹)

واردات گیاهی ایالات متحده عمدتاً گلهای بریده هستند. علاوه بر میخک، ۷۱ درصد از گل داودی پومپون، ۳۸ درصد از گل داودی استاندارد و ۳۴ درصد از رزهای فروخته



شکل ۵-۱- تولید میخک در منطقه باگوتای کلمبیا

شده در ایالات متحده در سال ۱۹۸۸ از خارج وارد شدند کشورهایی که ایالات متحده در سال ۱۹۸۸ از آنها گل وارد کرده است در جدول ۴-۱ نشان داده شده است. کشور کلمبیا با ۶۱/۹ درصد در رأس جدول قرار دارد و بدنبال آن هلند با ۲۲/۴ درصد در مقام دوم است.

جدول ۳-۱- صادرات گل از کلمبیا در سال ۱۹۸۸ بصورت تفکیک شده.
ارقام موجود در جدول نشاندهنده درصد صادرات کل گل‌های بریده می‌باشند*

محصول	درصد
میخک (استاندارد)	۴۰/۱
رز	۲۰/۹
گل داودی (پومپون)	۱۸/۵
میخک (مینیاتور)	۶/۱
آلسترومریا ^۱	۴/۳
گچ دوست ^۲	۳/۰
گل بی‌مرگ ^۳	۰/۸
دیگر گل‌ها	۳/۶

* - از گراور تکس (۱۹۸۹)

نواحی عظیمی از فلوریدا که زمانی محل تولید گل‌های بریده بودند تقریباً در طی ۱۰ سال گذشته بخاطر واردات، از زیر کشت خارج شدند. اکثر مراکز تولید ثعلب بخاطر واردات، از اقضا و اکناف جهان، برچیده شدند. چندین محصول دیگر از قبیل سوسن پروئی، فریز یا، سوسنهای شاخه‌بریده و محصولات پیازی گل‌دهنده در بهار از هلند، گل بی‌مرگ، گچ دوست و از دایزیس^۴ از کلمبیا، پروتئا^۵ از نواحی حاره‌ای، نخل‌های بریده برای گل‌آرایی از مکزیکو و گواتمالا در حال حاضر وارد می‌شوند. تمامی این محصولات

1- Alstroemeria
4- daisies

2- Gypsophila
5- protea

3- Statice

قبلاً به میزان قابل ملاحظه‌ای در ایالات متحده تولید می‌شد.

جدول ۴-۱- کشورهای صادرکننده گل‌های بریده به ایالات متحده در سال ۱۹۸۸ و ارزش هر یک از آنها به دلار ایالات متحده و درصد هر یک از آنها نسبت به کل واردات*

کشور	میلیون دلار درصد نسبت به کل واردات	
کلمبیا	۱۷۵/۵۷۱	۶۱/۹
هلند	۶۳/۵۷۱	۲۲/۴
مکزیکو	۷/۲۷۵	۲/۶
کانادا	۶/۱۱۰	۲/۲
فلسطین اشغالی	۵/۹۳۶	۲/۱
فلسطین اشغالی	۳/۹۰۷	۱/۴
اکوادور	۳/۸۸۵	۱/۴
تایلند	۲/۷۹۸	۱
پرو	۲/۷۶۲	۱
فرانسه	۲/۳۹۵	۰/۸
گوآتمالا	۲/۱۱۱	۰/۷
ایتالیا	۱/۲۶۸	۰/۴
دیگر کشورها	۶/۰۱۶	۲/۱
کل	۲۷۷/۴۸۹	۱۰۰

* - از جانسون (۱۹۹۰)

از آنجائیکه واردات رز اخیراً افزایش بیشتری یافته است به بررسی آن می‌پردازیم. واردات رز در سالهای ۱۹۷۵، ۱۹۷۸، ۱۹۸۱، ۱۹۸۴، ۱۹۸۸ به ترتیب ۱، ۷/۸، ۲۵، ۱۵ و ۳۴ درصد فروش این گل در ایالات متحده بود. واردات رز از واردات میخک و گل‌های داودی کمتر بود زیرا تولید گیاهان اخیر نیاز به ساختمانهای پیچیده گلخانه‌ای و مراقبت

زیاد دارد. صنعت تولیدات گیاهی آمریکای لاتین در مراحل اولیه توسعه، برای برآورده کردن نیازها مشکل داشت. بهر حال این موضوع مانعی موقتی بود. شرایط رشد در کشورهایی نظیر کلمبیا که می‌تواند محصولی با کیفیت بالا تولید نماید و مکزیکو یکی از کشورهایی است که پتانسیل قابل ملاحظه‌ای برای دخالت در بازار آمریکا را دارد. باعث افزایش سرعت صادرات رُزها و دیگر گل‌های بریده شدند.

واردات گل‌ها عمدتاً از نقاطی از دنیا آغاز شد که دارای کانال‌های تجارتی شناخته هستند زیرا تجارت بین این دو قسمت از دنیا معمول بوده است و به همین منوال آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی شرکای تجارتی هستند. به این ترتیب وسایل حمل و نقل مشخصی در این کانال‌ها بکار گرفته می‌شود هزینه ارسال کالاها از این کانال‌ها نسبت به ارسال کالا از کانال‌های دیگر موجود در سایر نقاط دنیا، گران‌تر نیست. اگرچه کانال‌های مشخص تجارتی بین ژاپن و ایالات متحده، همچنین بین اروپا و ایالات متحده وجود دارد، ایالات متحده مقادیر قابل توجهی از تولیدات گیاهی را از ژاپن وارد نمی‌کند. علت این امر آن است که هزینه‌های تولید و بازاریابی بین این دو منطقه اختلاف چندانی ندارد تا بتواند سود قابل توجهی عاید سازد. در هر دو منطقه هزینه کارگر، تأمین انرژی و هزینه‌های ارسال بالا هستند.

این وضعیت بین آمریکا و هلند متفاوت است. هلند در ده سال قبل از نظر صادرات گل و گیاه به آمریکا کشور مهمی به حساب نمی‌آمد ولی امروزه بصورت دومین منبع عمده صادرات گل‌های بریده به آمریکا توسعه پیدا کرد (جدول ۴-۱) علیرغم هزینه‌های نیروی کار و فراهم آوردن انرژی، هلند به چند دلیل توانست دارای چنین موقعیتی شود. سیستم مزایده‌ای بازار در هلند به پرورش‌دهندگان اجازه می‌دهد در پرورش فقط یک محصول یا چند محصول مرتبط به هم که نیاز به امکانات و تجهیزات و درجه حرارت یکسان دارند تخصص پیدا کنند. انواع متعدد گل‌های بریده و گیاهان گلدانی در حراج به‌طور مخلوط فروخته می‌شوند تا عمده‌فروشان دارای کالاهایی با تنوع و ترکیب مورد



نیاز باشند و به این ترتیب دست پرورش‌دهندگان برای تمرکز بیشتر روی تولید را باز میگذارند.

در آمریکا بازاریابی قسمت مهمی از مسئولیت هر شرکت را تشکیل می‌دهد به این ترتیب بر تعداد مدیران نیز افزوده می‌شود. در آمریکا پرورش‌دهندگان انفرادی معمولاً محصولات متنوعی را پرورش می‌دهند تا بتوانند عمده‌فروشان و خرده‌فروشان که در ارتباط مستقیم با آنها هستند را راضی کنند. این مسئله کار یک مدیر را پیچیده کرده و منجر به نقصان کارآیی تولید می‌شود. با توجه به استانداردهای هلند اگر یک شرکت بزرگ آمریکایی تأسیس شود ممکن است نتواند به اندازه همکار هلندی‌اش به سیستم اتوماتیک مجهز شود چرا که این شرکت برای پرورش هر محصول به بخشهای کوچکتر تقسیم می‌شود و هر بخش نیازمند به شکل منحصر بفردی از اتوماسیون است. یک ناحیه استثنایی در آمریکا منطقه ونکوورکانادا است یعنی، جایی که برپایی یک حراج موفق گل اجازه تخصص یافتن در همان نوع از محصول را می‌دهد و این همان چیزی است که در هلند دیده می‌شود.

بازار اشباع شده اروپا به‌نوبه خود رقابتی را ایجاد کرده است که به سطحی عالتر از اتوماسیون در تولید منجر می‌شود. پتانسیل توسعه بازارها در آمریکا برای جذب واردات گیاهی رفته رفته بیشتر خواهد شد و شرکتهای تولیدات گیاهی که به تولید بالا و کارآیی بازاریابی دست یافتند و سیستم‌های بازاریابی جدیدی را ابداع می‌کنند چه آمریکایی باشند چه غیرآمریکایی، موفق خواهند شد.

می‌توان از طریق قیمت‌گذاری، با واردات گل بریده مبارزه کرد. سود ناشی از تفاوت بین هزینه‌های تولید، بازاریابی و درآمدهای ناشی از فروش است. افزایش سود توسط افزودن قیمت‌ها فقط به مدت کوتاهی مؤثر است. این عمل واردات خارجی را افزایش می‌دهد چرا که هزینه‌های حمل‌ونقلشان را کاملاً جبران می‌کند. نیز می‌توان با کاستن هزینه‌های تولید و بازاریابی سود را افزایش داد. این روش بهترین روندی است که

صنعت تولیدات گیاهی داخلی می‌تواند دنبال کند. تثبیت قیمت‌ها، تولیدکنندگان خارجی را دچار مشکل می‌کند کاهش هزینه را می‌توان توسط مدیریت مؤثر بر پرسنل و بطور کلی بر تجارت، استفاده بهینه از انرژی و جانشین کردن سرمایه به جای نیروی کار (اتوماسیون) انجام داد. (این موضوعات بعداً در این کتاب مورد بحث قرار خواهند گرفت.)

برای مبارزه با واردات، کاهش هزینه و سرویس‌دهی به بازار دارای اهمیت یکسان می‌باشند. منفعت دائم در بازار بستگی به فراهم کردن مستمر گلها، گلهایی با کیفیت بالا، انتخاب مناسب گلها و نوآوریهای جدید بازاریابی دارد. آخرین نکته در مورد رزها نیاز به کالتیوارهایی با عمر طولانی‌تر است. برای بازارهای پرتجمع، گل‌های کوچکتر مناسبتر هستند، که بدین ترتیب زمینه برای تولید بیشتر گلها و رنگها و فرمهای جدید فراهم می‌گردد. در جهان صنعتی، تقاضا برای گل‌های بریده رو به افزایش است. و فقط این سؤال مطرح است که آیا این نیاز توسط تولیدکنندگان داخلی برآورده شود یا توسط تولیدکنندگان خارجی. جواب این سؤال در مدیریت صحیح تولید و بالاخص تکنولوژی بازاریابی جدید نهفته است.

عوامل تعیین‌کننده نواحی تولید

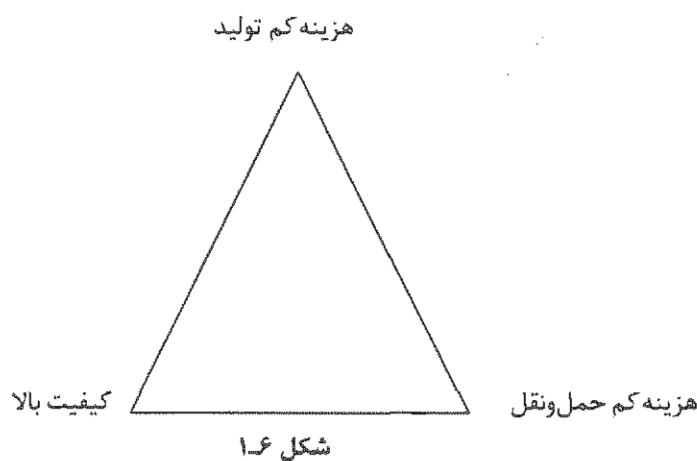
از بحث قبلی روشن می‌شود که صنعت تولیدات گیاهی صنعتی پویاست. سه عامل در موقعیت آن موثراند: (۱) هزینه تولید، (۲) کیفیت و (۳) هزینه حمل‌ونقل (شکل ۱-۶). برای مثال قبل از سال ۱۹۵۰ میخک‌ها عمدتاً در ایالات شمالی علی‌رغم پائین بودن کیفیت بعلمت ماههای تاریک زمستان پرورش داده می‌شدند. زمانی که مشکل حمل‌ونقل به مسافتهای دور تا حدود زیادی حل شد، تولید میخک به کلرادو یعنی جایی که تولید با کیفیت بالا مدنظر بود، منتقل شد. انتقال گل داودی به مزارع فلوریدا و



کالیفرنیا بدلیل هزینه‌های کمتر تولید در آن نواحی بود. صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید بیشتر از هزینه‌های اضافه شده حمل و نقل بود و به این ترتیب، انتقال محل تولید به این منطقه انجام پذیرفت. گل‌هایی که در مزرعه پرورش می‌یابند بعلت اینکه مزرعه دارای کیفیت لازم برای پرورش نمی‌باشد، قابل رقابت با گل‌های گلخانه‌ای نبودند. تولید در کلمبیا دارای وضعیت باثباتی است زیرا هزینه‌های تولید پایین‌تر از کلرادو بوده کیفیت بطور معقولی بالاست و هزینه‌های حمل و نقل در حد متوسطی هستند. با تکنولوژی موجود انتقال مجدد مناطق تولید میخک خیلی مشکل است.

تولید رزها بخاطر بالا بودن کیفیت در گلخانه‌ها همچنان ادامه دارد. هرگونه تلاشی که تاکنون در جهت کنار گذاشتن محیط‌های کنترل شده گلخانه برای تولید انجام شده است منجر به کاهش شدیدی در کیفیت گردیده است. گیاهان گلدانی گل‌دهنده بخاطر در نظر گرفتن کیفیت و هزینه ارسال در جوار بازارهای فروش تولید می‌شوند.

مثلت موجود در شکل ۶-۱ را باید در حین مطالعه سایر بخش‌های این کتاب در نظر داشته باشید چرا که مثلث مزبور دربردارنده نکاتی در مورد موقعیت و انواع گلخانه‌هایی که شما برای فعالیت تجاریتان انتخاب می‌کنید (بخش ۲) می‌باشد و همچنین در زمان



تصمیم‌گیری بر روی درجهٔ اتوماسیون و نوع سیستم تولید که در سایر بخشها بحث شده است مثلث مزبور را از یاد نبرید. بخاطر داشته باشید که تنها «عشق به گلهای» دلیلی برای پرداختن به این تجارت نیست. بلکه شما می‌بایستی سود هم ببرید.

می‌توان مناطق تولید محصول را براساس سه عامل تعیین نمود که عبارتند از: هزینه تولید، کیفیت و هزینه حمل و نقل. اگر همهٔ سه عامل مطلوب باشند، قادر به رقابت با سایرین خواهیم بود. اگر شرایط مطلوب نباشد کما اینکه معمولاً اینگونه است، ضعف یکی از عوامل را می‌بایست با تقویت یک یا هر دو عامل دیگر جبران کرد تا آن نواحی بتوانند به رقابت با تولیدکنندگان دیگر بپردازند.

تولید در آمریکا

تلاش بر این است که محصولات گلخانه‌ای را تحت عناوین زیر طبقه‌بندی کنند:

- ۱- گلهای بریده: گلهایی که قبل از فروش از گیاه بریده می‌شوند.
- ۲- گیاهان گلدان: گیاهان گل‌دهنده‌ای که در گلدان بفروش میرسند.
- ۳- گیاهان سبز: گیاهانی که در گلدان بفروش میرسند و بیشتر به خاطر برگهایش ارزش دارند نه به گلهایشان.
- ۴- گیاهان زمینی: گیاهان جوانی که برای کاشتن در اطراف منزل بفروش می‌رسند و شامل نشاهای سبزیجات نیز می‌شوند.
- ۵- سبزیجات: بعد از بلوغ و باروری به فروش می‌رسند.

گلهای بریده

در طی دو دههٔ گذشته تقاضای مصرف‌کنندگان برای گلهای بریده افزایش یافته است. بنا به دلایلی تولید در آمریکا رو به کاهش گذاشته است و افزایش خرده‌فروشی



عمدتاً بدلیل وارد کردن گلها می باشد. به شکل ۷-۱ توجه کنید که تولید میخک استاندارد در ایالات متحده به مدت یک دهه کاهش یافته و در همان سطح پایین نگهداشته شده است. تولید گلهای داودی استاندارد و پومپون برای مدتی با شروع واردات در یک سطح تقریباً ثابتی باقی ماند و بعد به مدت بیش از یک دهه کاهش یافت. تولید تی رز دورگه^۱ در طول دهه ۱۹۷۰ کاهش یافته و در دهه ۱۹۸۰ افزایش یافت.

فشار واردات میخک و گلهای داودی سودآوری تولید این محصولات را برای بسیاری از پرورش دهندگان آمریکایی کاهش داده است. در نتیجه آنها به تولید گیاهان گلدانی و زمینی روی آورده اند. به کاهش قابل ملاحظه تعداد پرورش دهندگانی که محصولات متنوع گیاهی را در ایالات متحده تولید می کردند در جدول ۵-۱ توجه کنید. افزایش تولید داخلی رز نتیجه افزایش کارایی تولید از طریق اتوماسیون و توجه به رنگ قرمز و بالا بودن نسبت رنگهای سیرتر و انتخاب کالتیوارهای جدید است.

آینده گلهای بریده در دهه ۱۹۹۰ درخشان است. واردات از هلند عمده‌تاً شامل محصولاتی است که در آمریکا یا اصلاً پرورش داده نشده اند یا در سطح وسیعی پرورش نمی یابند. چنان محصولاتی شامل: سوسن پروئی، فریزیا، سوسن دورگه بریده، آلاله، ژربرا، و لیاتریس^۲ می باشد. ارائه این محصولات برای مصرف عمومی با موفقیت روبرو شده و تقاضا برای این گلها و گلهای جدید را افزایش داده است. امروزه، بازار رو به توسعه ای برای گلهای یک ساله و چندساله وجود دارد. گلهای بریده ای که به منظور تجارت در حال حاضر پرورش می یابند عبارتند از: بومادران، ابری، گل مینا، سوسن پروئی، تاج الملوک، گل اشرفی، زلف عروس، میخک باغی، گلرنگ زینتی، گل ستاره ای، کراسپدیا^۳، زبان در قفا، ژوزه، شنداب، گل فنجانی، تکمه ای، مرجان، لیسیانтус^۴،

1- Hybrid tearose

2- liatris

3- Craspedia

4- Lisianthus

گرگی یا باقلای مصری، کوکب کوهی، سدم، گل شاه‌پسند و سیزاب. این لیست تقریباً ناقص است. گیاهان این لیست در دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی رشد می‌کنند.

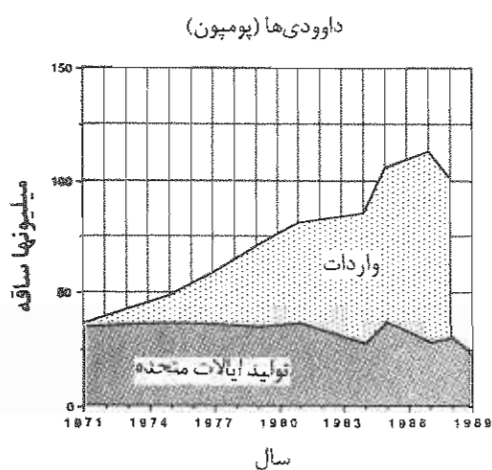
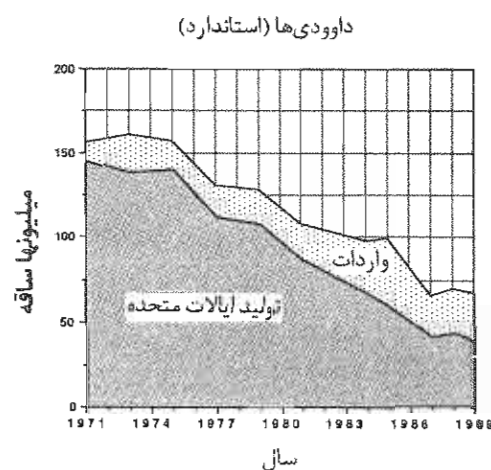
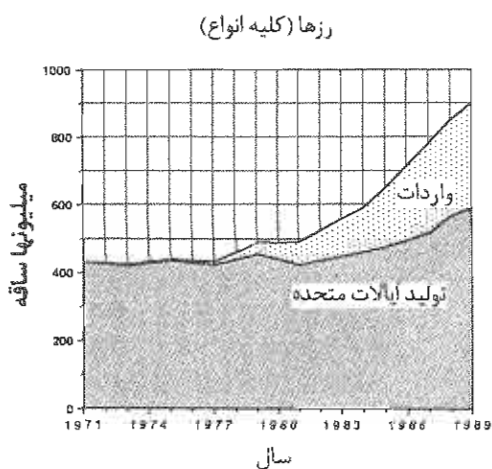
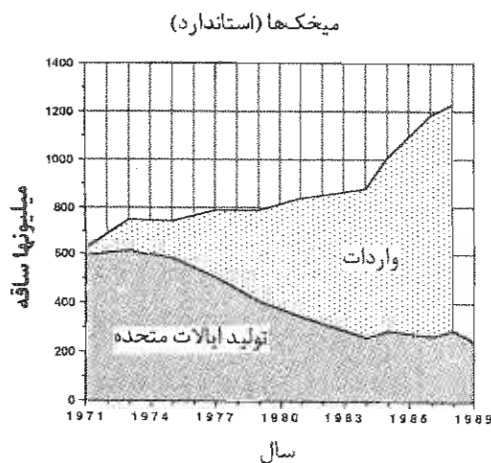
پرورش‌دهندگان می‌بایست در آینده بتوانند محصولاتی را بیابند که با شرایط موجود سازگار باشد.

گیاهان گلدانی گلدار

از میان گیاهان گلدانی گلدار، گل‌های داودی (شامل انواع باغی و گلخانه‌ای آن)، بنت‌القنسل، شمعدانی و سوسن (نوع ایستر^۱ و انواع دورگه آن) قابل توجه هستند. ارزش تولید این محصولات بشدت در ایالات متحده افزایش یافته است (شکل ۸-۱) بازار تعدادی از گیاهان گلدار که در نیمه اول این قرن محبوبیت خود را از دست داده بود، دوباره قوت یافت. مرجان، گل کیفی، پامچال فرنگی و سیکلامن مثالهایی از این گلها هستند. برخی محصولات جدید نیز به بازار معرفی شده‌اند که شامل بگونیا ریجر، معین‌التجار، اغزاکوم و ژربرا می‌باشد. بهرحال این محصولات برای اروپا یعنی جایی که طیف وسیعتری از انواع این گیاهان بطور تجارتي پرورش می‌یابند، جدید نیستند.

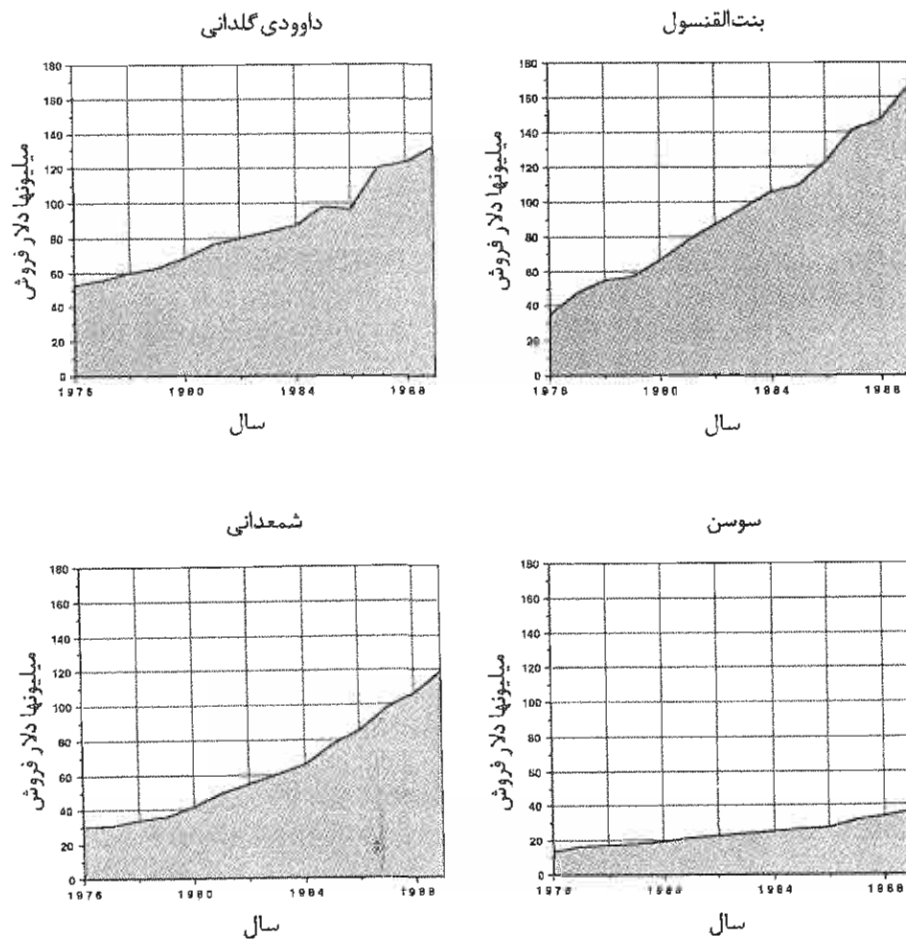
اگرچه زمان حاضر برای رونق گیاهان گلدانی گلدار امیدبخش بنظر می‌رسد، ولی آینده آن کاملاً مشخص نیست. اعمال قرنطینه‌ای که برای جلوگیری از هجوم بیماری و آفات انجام می‌شود باعث شده است که وارد کردن گیاهان گلدانی به حداقل برسد. تولیدکنندگان اروپایی و آمریکای لاتین خواستار مستثنی بودن از چنان مقرراتی هستند. تا حدودی بخاطر استفاده از محیط کشت فاقد خاک، بدون شک چنین

1- Easter



شکل ۱-۲- تعداد گلها یا دسته‌های (در مورد پومپون) گل‌های بریده مختلف که سالانه از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۹ در داخل ایالات متحده تولید و یا به آنجا وارد شده‌اند.

استثنائاتی افزایش خواهند یافت. وقتی که رقابت وارداتی بوقوع بپیوست برای پرورش‌دهندگان گل‌های بریده این امکان بوجود آمد که به پرورش گیاهان گل‌دانی روآورند. تولید و کارآیی بازاریابی برای پرورش‌دهندگان آمریکایی بیش از پیش مهم است.



شکل ۸-۱- ارزش عمده‌فروشی گیاهان گلدار گل‌دانی که در ایالات متحده از ۱۹۷۶ تا ۱۹۸۹ تولید شده‌اند.

بطور خلاصه ما در حال حاضر بسرعت بطرف یک صنعت واحد بین‌المللی پرورش گل حرکت می‌کنیم که در آن تولید هر نوع کالایی از این دسته در اختیار آن گروه از پرورش‌دهندگان قرار خواهد گرفت که بتوانند به بهترین وجه هزینه‌ها را کنترل کنند.

گیاهان زمینی

گیاهان زمینی گروهی بی نظیر از گیاهان هستند. پنجاه گونه گیاهی یا بیشتر که شامل سبزیجاتی مثل گوجه فرنگی، کلم و بادمجان و گل‌هایی مثل اطلسی، جعفری، گل حنا می‌شود جزو این گروهند. این گیاهان که در ظروف کوچک، سینی‌ها و گلدانهای کوچک کاشته می‌شوند برای استفاده در باغهای منازل، جعبه‌های گل جلوی پنجره، یا نمایشگاهها بفروش می‌رسند. فروش سالانه این گیاهان از اواسط سال ۱۹۷۰ بیش از ۱۵ درصد افزایش یافته است. ارزش عمده‌فروشی این محصول در ایالات متحده در سال ۱۹۸۹، ۸۶۷ میلیون دلار یا ۳۶ درصد کل فروش گیاهی بوده است.

آینده خوشبینانه‌ای را برای گیاهان زمینی می‌توان تصور کرد. تغییر قابل ملاحظه‌ای در تکنولوژی گلخانه در دهه اخیر بخاطر تولید نهال در ظروف کوچک^۱ بوجود آمده است. در این سیستم بذور بطور مکانیکی در سینی‌هایی که دارای ۶۰۰-۲۶۸ هجره کوچک هستند کاشته می‌شوند. برخلاف پاشیدن بذر در یک سینی بدون حجره و بعداً کندن نشا برای بازکاشت، یک گیاه در هر هجره تولید می‌شود. معمولاً بذور موجود در ظروف کوچک در اتاق‌هایی که بطور ایده‌آل شرایط رشد را مهیا می‌کنند، جوانه می‌زنند. از آنجا سینی‌ها به گلخانه برده می‌شوند و در آنجا به مدت چندین هفته با توجه به گونه گیاه بصورت متراکم در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. بومهای اسپری اتوماتیک عمل آبیاری و کوددهی را برعهده داشته و شرایط را دوباره برای دومین مرحله رشد ایده‌آل می‌سازند. این نشاهای رشد یافته در ظروف کوچک ممکن است توسط تولیدکنندگانشان مورد استفاده قرار گیرند یا به شرکتهای کوچکتر که توانایی خرید تجهیزات و امکانات تولید ظروف کوچک را ندارند فروخته شوند. بیشترین نیروی کار در

تولید گیاهان زمینی در مرحله نشاکاری آنها مورد نیاز است. در این مرحله نشاهای موجود در ظروف کوچک اجازه می‌دهد که بتوان اتوماسیون را به‌طور نسبتاً کاملی اجرا کرد. سینی‌هایی که نشاها می‌بایستی بداخلشان انتقال یابند را می‌توان به‌طور اتوماتیک با محیط کشت (خاک و امثالهم) پر کرد و سوراخی برای کاشت یک نشا در آن ایجاد نمود. سینی‌های حاوی ظروف کوچک در امتداد یک تسمه نقاله به جایی که ظروف بطور اتوماتیک برداشته می‌شوند، حرکت می‌کنند. در این نقطه کارگران ظروف کوچک را در حفرات موجود در سینی‌ها قرار می‌دهند.

تکثیر توسط این ظروف کوچک، انقلابی در صنعت گیاهان زمینی بوجود آورده و تا حد بسیار زیادی به صنعت محصولات گلدانی سبز و گلدار که از بذر تولید می‌شوند کمک کرده است. مزیت این روش، هزینه‌های کم تکثیر و نگهداری (بخاطر اینکه نهالها را می‌توان در تراکم زیاد به مدت قابل ملاحظه‌ای نگهداشت)، امکان بیشتری برای وجود آوردن شرایط ایده‌آل کشت در طی دوره‌های اولیه رشد به منظور پایین آوردن زمان تولید، صدمه کمتر به نشا در زمان انتقال و کاهش نیروی کار مورد نیاز برای بذرپاشی و نشاکاری می‌باشد.

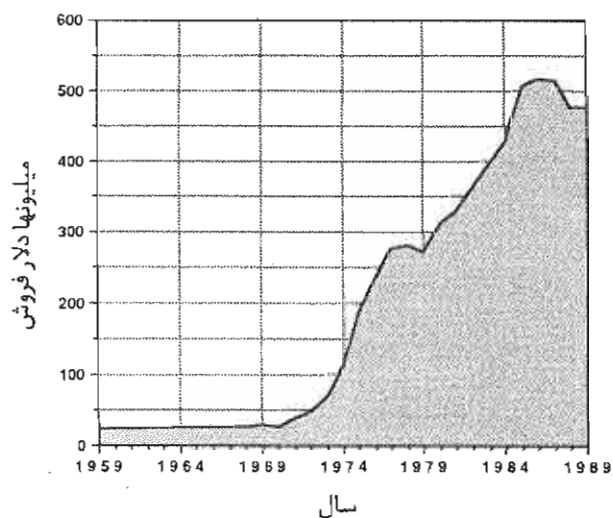
شرکت‌هایی که توانستند همگام با پیشرفت تکنولوژی پیش روند توانستند به سود سرشاری برسند. با کاربرد تکنولوژی جدید و وسعت این امر قیمت محصولات کاهش می‌یابد. این مسئله از تولیدکنندگانی سرچشمه می‌گیرد که سعی دارند سهم بیشتری در بازار داخلی (با پایین‌تر آوردن قیمت‌هایشان نسبت به قیمت ارائه شده توسط رقبا) داشته باشند. وقتی چنین وضعیتی پیش بیاید تولیدکنندگان دیگر می‌بایست صرفاً برای عدم کاهش سود فعلی‌شان به تکنولوژی جدید روی آورند، افرادی که وارد تجارت گیاهان زمینی می‌شوند باید استفاده از ظروف کوچک را در فعالیت تجاری‌شان مورد مطالعه قرار دهند.



گیاهان سبز

گیاهان سبز که به آنها معمولاً گیاهان برگری نیز اطلاق می‌شود در حدود ۲۰ درصد تولیدات گیاهی ایالات متحده را در سال ۱۹۸۹ به خود اختصاص دادند. این گیاهان شامل فیلودندرون، دراسنا، فیکوس، کرچک هندی، تعداد زیادی از گیاهان سبزی آویز و بسیاری از گیاهان دیگر می‌باشد. سود حاصل از این محصولات تا سال ۱۹۷۰ با ارزش عمده‌فروشی حدود ۲۵ میلیون دلار کاملاً ثابت بود. بعد از آن با یک افزایش ناگهانی به ۲۸۲ میلیون دلار در سال ۱۹۷۸ رسید (شکل ۹-۱) مناطق تحت کشت این محصولات از سال ۱۹۶۸ تا ۱۹۷۸، ۳۰۸ درصد افزایش یافت در حالی که ارزش عمده‌فروشی آن ۹۶۸ درصد افزایش یافت! در سال ۱۹۷۸ بازار اشباع گردید، قیمت‌ها یکنواخت شد و بسیاری از تولیدکنندگان متضرر شدند. این فشار ایجاد تغییر را در پرورش‌دهندگان مبتکر تقویت کرد. توجه به کیفیت، عادت دادن گیاهان به محیطی که مصرف‌کنندگان آنها نگهداری می‌کند (برای تضمین بیشتر بقای آنها) و عکس‌العمل نشان دادن به تغییر سلیقه مصرف‌کنندگان، همه منجر به افزایش تقاضا در سالهای ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۵ گردید و ارزش عمده‌فروشی تا ۵۰۸ میلیون دلار در سال ۱۹۸۵ بالا رفت. در سال ۱۹۸۶، صنعت گیاهان سبز وارد دوره‌ای دیگر از تعدیل قیمت شد و از آن موقع تاکنون هیچ افزایشی در قیمت آن صورت نگرفت. یکی از عواملی که منجر به این امر شد، وجود تعداد زیادی از پرورش‌دهندگان بود که در دوره افزایش شدید قیمت وارد این تجارت شدند. (جدول ۱-۵)

از کل تولید گیاهان سبز (برگی) ایالات متحده در سال ۱۹۸۹، ۸۵ درصد در فلوریدا، ۱۹ درصد در کالیفرنیا و ۵ درصد در تگزاس پرورش یافتند. این سه ایالت از ایالات بزرگ تولیدکننده هستند. بغیر از گیاهان سبزی آویز فقط تعداد نسبتاً کمی از گیاهان در ایالات دیگر پرورش می‌یابند. بسیاری از این گیاهان منشأ گرمسیری دارند و می‌توان آنها را بطور اقتصادی در نواحی نیمه گرمسیری نیز تولید کرد.



شکل ۹-۱- ارزش عمده‌فروشی گیاهان سبز (برگی) که در ایالات متحده از سال ۱۹۵۹ تا ۱۹۸۹ تولید شدند.

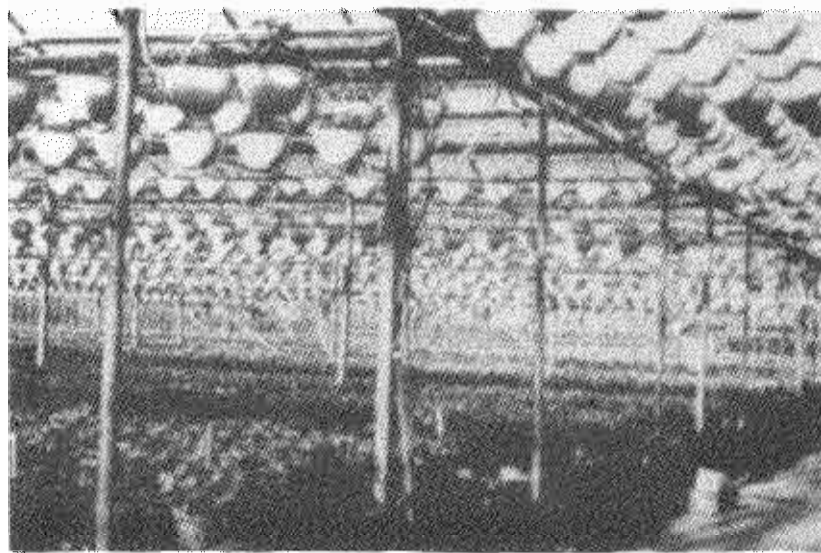
جدول ۵-۱- تعداد کل پرورش‌دهندگانی که محصولات مختلف گیاهی را در ایالت‌های بزرگ ایالات متحده تولید می‌کنند و ۹۰ درصد از تولیدات ایالات متحده یا بیشتر را در اختیار دارند.*

محصول	تعداد پرورش‌دهندگان			درصد تغییر
	۱۹۸۹	۱۹۷۹	۱۹۷۱	
گل‌های داودی پومپون	۴۷۷	۹۹۹	۲۱۶۸	-۷۸
گل‌های داودی استاندارد	۳۹۷	۸۲۹	۲۱۳۴	-۸۲
میخک استاندارد	۲۵۴	۴۱۸	۱۵۲۵	-۸۳
رز تی دورگه	۲۸۵	۲۳۸	۳۲۳	-۱۲
گل داودی گلدانی	۱۰۹۰	۱۴۲۴	۱۳۹۴	-۲۲
گیاهان سبز (برگی)	۲۰۹۴	۱۶۸۷	۸۳۵	+۱۵۱
گیاهان زمینی	۴۴۵۸	۲۸۱۹	-	-
بنت‌القنصول ^۱	۳۰۶۹	۱۹۷۷	-	-

* - از هیئت آمار کشاورزی^۲، (۱۹۹۰، ۱۹۸۰، ۱۹۷۲)

در نواحی شمالی که نیاز به گرم کردن گلخانه‌ها وجود دارد، علیرغم این که آب و هوایشان سردتر از نواحی نیمه گرمسیری است، می‌توان به پرورش اقتصادی گیاهان سبز (برگی) امیدوار بود. گیاهان سبزی آویز موجود در گلدانهای بزرگ بخاطر حجم زیاد و مشکل جابجا کردنشان، برای ارسال پرهزینه هستند بهترین محل برای پرورش آنها نواحی نزدیک به بازار است. هزینه تولید گیاهان سبز آویز بخاطر مشترک بودن در بسیاری از هزینه‌های ثابت، مثل استهلاک و گرمای گلخانه با محصولات دیگر موجود در روی سکوها یا زمین گلخانه، پایین است. سبداویز وسیله‌ای برای استفاده از فضایی معادل صد درصد فضای کف گلخانه است (شکل ۱۰-۱)

بسیاری از گلخانه‌های تجاری که در نواحی معتدل واقع هستند گیاهان سبز (برگی) را که در مناطق گرمسیر پرورش یافته و در مراحل پایانی رشد هستند خریداری کرده و



شکل ۱۰-۱ - هزینه تولید گیاهان سبزی آویز با دیگر محصولات مشترک است چرا که سبدها، فضای بالای گلخانه را که معمولاً مورد استفاده قرار نمی‌گیرد اشغال می‌کنند. بدین ترتیب امکان استفاده از فضایی معادل صد درصد فضای کف گلخانه فراهم می‌آید.

آنها را در گلخانه جهت دستیابی به اندازه بزرگتر پرورش میدهند تا اینکه بتوانند آنها را به شبکه‌های خرده‌فروشی که در ارتباط مستقیم با آنها هستند، بفروشند. و همچنین گیاهان سبز (برگی) نیمی از رشد خود را انجام داده‌اند توسط این گلخانه‌ها خریداری شده و تا مراحل پایانی برای عرضه به بازار پرورش می‌یابند.

تقاضای رو به افزایش محصولات گیاهی

هر کسی که به اروپا مسافرت کرده از استفاده گسترده گلها متحیر شده است. در چندین کشور اروپایی یعنی جایی که مناطق مسکونی آپارتمانی فراوان است، ساکنین به نگهداری گل و گیاه در درون آپارتمان رو آورده‌اند. در این مناطق آپارتمانها با توجه به نیاز گیاهان ساخته شده‌اند و دارای پنجره‌های بزرگ با آستانه‌های کم ارتفاع می‌باشند که باعث افزایش شدت نور می‌گردد. و بدین ترتیب محیط مصفایی در منازل مسکونی ایجاد می‌گردد. رسوم متعددی وجود دارند که استفاده از گلها را شدت می‌بخشند. برای مثال از آنجا که مهمانی رفتن بدون تقدیم هدیه‌ای به میزبان، بی‌حرمتی محسوب می‌شود، اغلب اوقات میهمانها گیاه یا گلهایی را با خود می‌آورند. گلها در زندگی روزانه نقش زیادی دارند یعنی در تزئین چهارراهها، لچکی‌ها، زیر تیر چراغ برق، ماشین عروس و حتی داشبورد یک اتومبیل و بسیاری از موارد دیگر از گل و گیاه استفاده می‌شود.

بعضی‌ها می‌گویند که امریکایی‌ها به اندازه اروپائی‌ها به گل تمایل ندارند، ولی در سالهای اخیر اشتباه بودن این عقیده ثابت شد. در خوابگاههای دانشگاههای آمریکا گیاه به وفور یافت می‌شود. فروش گلها و گیاه در داروخانه‌ها، فروشگاههای زنجیره‌ای مواد غذایی و غیره، در سرتاسر کشور انجام می‌گیرد. تعداد افرادی که بطور دائم گل می‌خرند آنقدر زیاد شده است که تاکنون بی‌سابقه بوده است. سخن کوتاه اینکه اگر به

نحو مناسبی گل و گیاه در اختیار امریکایی‌ها قرار گیرد، بیشتر از اروپایی‌ها به گل و گیاه علاقه نشان خواهند داد.

بنا به آمار ارائه شده از سوی خدمات ملی آمار کشاورزی وابسته به دپارتمان کشاورزی ایالات متحده که هر ساله صنعت مزبور (تولید گل و گیاه) را ممیزی می‌کند، رزش عمده‌فروشی تولیدات گیاهی در ایالات متحده در سالهای ۱۹۶۹، ۱۹۷۹ و ۱۹۸۹ به ترتیب ۸۳۸،۲۲۸ و ۲۴۳۰ میلیون دلار بوده است. رقمهای جداگانه دیگری که هر ۱۰ سال توسط اداره سرشماری امور باغبانی آمریکا ارائه می‌گردد حدوداً ۵۰ درصد بالاتر را نشان می‌دهد. ارقام آماری اخیر تمام پرورش‌دهندگان کل ایالات را دربرمی‌گیرد. دپارتمان کشاورزی ایالات متحده^۱ تولیدات پرورش‌دهندگانی را که دارای تاسیساتی در اندازه مشخص و فقط در ۲۸ ایالت وجود دارند را مورد بررسی قرار میدهد ولی باید توجه داشت که افزایش ۵۰ درصد به رقم ارائه شده از USDA در سال ۱۹۸۹، ارزش عمده‌فروشی تولیدات گیاهی را به ۳/۶۴۵ میلیارد دلار رسانده است. اگر در کل معدل افزایش را ۲۰۰ درصد تصور کنیم، ارزش خرده‌فروشی حدوداً به ۱۰/۹ میلیارد دلار در سال ۱۹۸۹ می‌رسد.

تغییرات اجتماعی در بسیاری از جنبه‌ها، به نفع تولیدکنندگان گیاهی بوده است. اقدامات زیست‌محیطی باعث بالا رفتن آگاهی مردم نسبت به طبیعت و دخالت دادن گیاهان در زندگی شخصی شده است. بحرانهای نیمه اول دهه ۱۹۷۰ بطور حتم به صنعت تولیدات گیاهی ضربه وارد ساخت که این امر در مورد دیگر قسمتها نیز صادق است. در عوض توجه بسیاری از مردم را از تفریحات پرهزینه به پرورش گل و گیاه در داخل منزل و خارج آن معطوف کرد. در حال حاضر، گسترش ممتد مناطق شهری زندگی گیاهان را مورد تهدید قرار داده و به علاقه مردم را به آنها افزوده است و این امر

موجب افزایش درس‌های باغبانی دبیرستانها و تدریس این دروس در دوره‌های آموزشی بزرگسالان گردیده است.

تغییر مسیر فروش

گلفروش‌های سنتی

از قدیم‌الایام، آمریکایی‌ها گل‌های مورد نیازشان را از خرده‌فروشی‌هایی که خدمات را بطور کامل ارائه می‌دهند، خریداری می‌کرده‌اند. در گذشته خرید از این فروشگاه‌ها به منظورهای متفاوتی انجام می‌شد. در اوایل دهه ۱۹۵۰، ۸۵ درصد از فروش گل‌های بریده برای مراسم تشییع جنازه و عروسی صورت می‌گرفت. قسمت اعظم فروش گل‌های بریده و گیاهان گلدانی به تعطیلی‌های سنتی اختصاص داشت مثلاً سوسن ایستر^۲ در عید پاک، بنت‌القنسل در کریسمس و ژر در روز ۱۴ فوریه بفروش می‌رسید. بجز مشتریهای عروسی، تشییع جنازه و تعطیلات که دارای انگیزه بودند، مشتریهای معمولی فقط درصد کمی یعنی در حدود ۲۵ درصد از خریداران را تشکیل می‌دادند.

خرده‌فروشی‌هایی که خدمات را بطور کامل ارائه می‌دهند گل‌های بریده را از عمده‌فروشان و آنها نیز به نوبه خود گل‌ها را از پرورش‌دهندگان خریداری می‌کنند. عمده‌فروشان بطور متوسط گل‌ها را به احتساب ۲۵ درصد بالای قیمت خرید، می‌فروشند، گل‌های گلدانی گلدان معمولاً مستقیماً از پرورش‌دهنده به خرده‌فروش تحویل می‌شود. پرورش‌دهندگان حق کمیسیون فروش پرداخت نمی‌کنند ولی خودشان باید هزینه حمل‌ونقل و فروش را تأمین نمایند.

خرده‌فروشان که خدمات را بطور کامل ارائه می‌دهند علاوه بر فروش محصولات

2- Easter lily



گیاهی، حق خدمات خود را نیز دریافت می‌کنند. از نظر حرفه‌ای گل‌های بریده باید بطریق ویژه‌ای مرتب شوند که انجام این عمل از عهده مصرف‌کنندگان معمولی خارج است. گیاهان گلدانی در ورقه‌های آلومینیومی قرار گرفته و با روبان بسته می‌شوند. این خدمات بر اعتبار فروشگاه می‌افزاید. از خدمات مهم، تحویل گل در منزل است. از طریق خدماتی که گل‌فروشیهای تلفنی^۳ ارائه می‌دهند، مشتریان می‌توانند با تلفن کردن به گل‌فروشیها، سفارشات خود را در محل مورد نظر، بطور مرتب شده تحویل گیرند.

برای خرده‌فروشان، با توجه به هزینه پرسنل ماهر و هزینه سرمایه‌های ثابت از قبیل ساختمانها و کامیونها ارائه خدمات خرج زیادی دربردارد. این هزینه‌ها می‌بایست توسط مشتری تأمین شود. که به این ترتیب سه یا چهار برابر شدن قیمت خرده‌فروشی گلها در مقایسه با قیمت پرداخت شده عمده آنها غیرمنتظره نیست. با توجه به هزینه سرمایه‌های ثابت، تجهیزات و پرسنل این قیمتها مناسب بوده و مورد قبول مشتریهایی هستند که از این امکانها بطور مرتب خرید می‌کنند. و همچنین باید در نظر داشت که تأثیر معنوی یک گل که توسط فرزندی به مادرش در روز تولد او و از فاصله ۳۰۰۰ مایلی تقدیم می‌شود، خیلی زیاد است و آمدن ماشین یک گل‌فروش برای تحویل گلها به منزل صاحب خانه در یک شب‌نشینی باشکوه به اندازه خود گلها اهمیت دارد.

بازارهای پرتجمع

همه افراد یک جامعه بر خدمات تأکید نمی‌نمایند و همه توانایی پرداخت هزینه خدماتی کاملی که گل‌فروش ارائه می‌دهد را ندارند. درست مثل بسیاری دیگر از کالاها، در جامعه آمریکا، روشهایی برای قابل دسترس بودن و کاهش قیمتهای خرده‌فروشی

تولیدات گیاهی ابداع شده است که خریدهای مکرر را برای بخش اعظمی از جامعه آمریکا ممکن می‌سازد. این بخش که ۷۵٪ از جمعیت آمریکا را تشکیل می‌دهد در گذشته قادر به خرید گل و گیاه نبودند.

بازارهای پرتجمع محصولات گیاهی مسئولیت فروش این مواد را در مکانهای پرتجمع مثل سوپرمارکتها، فروشگاههای بزرگ، کیوسکها، محل‌های پرتدد، ترمینالها، فرودگاه و غیره برعهده دارد (شکل ۱۱-۱). هدف چنین بازارهایی فعالیت گسترده تجاری است. از آن جاکه معمولاً مشتریان بدون تصمیم قبلی اقدام به خرید می‌نمایند، قیمتها باید بحد کافی برای خرج پول اضافی (پولی که بعد از خرید ضروریات زندگی باقی می‌ماند) پایین باشند. به این ترتیب از خدمات پرهزینه مثل مرتب نمودن گلها و تحویل آن باید پرهیز کرد. این چنین فروشگاههایی معمولاً کالای خود را بصورت نقدی بفروش می‌رسانند.

بازارهای پرتجمع گل مدتها پیش در اروپا توسعه یافته و اخیراً بیش از پیش تکامل پیدا کرده است. این چنین بازارهایی فقط در ۲۵ سال گذشته در ایالات متحده شروع به توسعه نموده، اما پتانسیل ایجاد و گسترش چنین بازارهایی قبل از آن وجود داشت.

نتایج پروژه بازاریابی منطقه‌ای شمال شرقی (۸ - NEM) که در دهه ۱۹۵۰ توسط زوادرکی و همکاران ارائه شد نشان‌دهنده موفقیت ایجاد بازارهای پرتجمع برای گل‌های بریده می‌باشد این نتایج از طریق تحقیق بر درخواستهای مکرر مصرف‌کنندگان برای کالاهای دیگر (غیر از گل) بدست آمده است. تا حدی بخاطر ابتدایی بودن و کمبود امکانات مورد نیاز چنین بازارهایی و تا حدی بخاطر توجه بیشتر به صنعت، توسعه اولیه آن بکندی صورت گرفت و بدین ترتیب بسیاری از گل‌فروشان سنتی در سالهای دهه ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ پرورش‌هنگانی را که در بازارهای پرتجمع کالای خود را بفروش می‌رسانند از دور خارج کردند. در ظاهر، بازارهای پرتجمع وسیله‌ای برای تقویت بازار



شکل ۱۱-۱- این مکان فروش گل‌های بریده در کنار خیابان در شهر سان فرانسیسکو یکی از اشکال بازارهای پرتجمع است که در سالهای اخیر معمول شده است. دیگر موارد شامل مکانهای فروش بدون خدمات در سوپرمارکتها، فرودگاهها و کیوسکها هستند که کالایشان را بصورت نقدی می‌فروشند.

گلفروشان سنتی بود ولی قیمت‌های پایین‌تر و حجم بالای تولید، برطبق پیش‌بینیهای خوش‌بینانه‌ای که از مطالعات بازاریابی بدست آمد، گلفروشان سنتی را به هراس انداخت. چنان مطالعاتی نشان دادند که موارد استفاده گل‌های خریداری شده از بازارهای پرتجمع نسبت به گل‌های خریداری شده از بازار گلفروشان سنتی متفاوت است. این مطالعات همچنین نشان دادند که بازارهای پرتجمع باعث می‌شوند که مردم امریکا ارزش بیشتری برای گل‌ها قائل شوند و به این ترتیب فروش در بازار گلفروشان سنتی نیز بالا رود.

تقریباً نیمی از ۳۰۴۰۰ سوپرمارکت موجود در ایالات متحده دارای گلفروشی هستند. میزان خرده‌فروشی این بازارها در سال ۱۹۸۹، ۱/۶ میلیارد دلار بود. این رقم

۱۶ درصد کل خرده‌فروشی گل‌وگیاه در ایالات متحده بود و بیشتر از درصد خرده‌فروشی در سال ۱۹۸۶ (۱۴ درصد) می‌باشد. آینده بازارهای پرتجمع خیلی امیدوارکننده است. در سوپرمارکتها، اخیراً تحولاتی برای ارائه خدمات بیشتر به چشم می‌خورد، سی‌ویک درصد از سوپرمارکتهای زنجیره‌ای، خدمات گمرکی ارائه می‌دهند. ۲۵ درصد از گلفروشی‌های موجود در بازارهای پرتجمع در حال حاضر پرسنل تمام‌وقت دارند. معمولاً قیمتهای خرده‌فروشی ۱/۵ تا ۲ برابر قیمتهای عمده‌فروشی است. این تفاوت قیمت برای فروشگاههای مزبور سودآور هستند. در چنین فروشگاههایی از کل کالاهای بفروش رفته ۳۰ درصد مربوط به گل‌های بریده (که از ۲۰ درصد سال ۱۹۸۲ بیشتر است)، ۵۳ مربوط به درصد گیاهان سبز (برگی) و گیاهان گلدان و ۱۷ درصد بقیه مربوط به گیاهان زمینی، گل‌های خشک، و گل‌های مصنوعی می‌باشد.

علاوه بر سوپرمارکتها، فرمهای دیگری از بازارهای پرتجمع برای فروش گل‌وگیاه وجود دارند که شامل فروشگاههای بزرگ، گلفروشیهای واقع در وسط بازارهای محلی، سالن‌های فرودگاه و روی گاریهای پارک شده در کنار خیابانهای شهر می‌باشد. بعضی‌ها برآورد می‌کنند که حدود ۶۰ درصد از گیاهان سبز (برگی)، گیاهان گلدانی گلدان و گیاهان زمینی در بازارهای پرتجمع فروخته می‌شود. در حالیکه ۳۰ درصد از گل‌های بریده در این بازارها بفروش میرسند. نسبت ارزش این محصولات در بازارهای پرتجمع بمراتب کمتر از نسبت تولیدات انفرادی است زیرا، قیمت واحدها در بازارهای پرتجمع پایین‌تر از بازارهای خرده‌فروشی می‌باشد.

نکته جالب این است که پرداختن به این عمل با سنت‌گرایی محدود نمی‌شود خریداران جدید محصولات جدید را می‌خرند، رنگها، شکلهای و اندازه‌های جدید را می‌پذیرند و مشتاق چنین محصولاتی از طریق روشهای جدید عرضه هستند. بعنوان یک پرورش‌دهنده یا فروشنده، شما در بکارگیری افکارتان در این زمینه آزاد بوده و شانس موفقیت‌تان نیز زیاد است. هدف شما ممکن است تولید گل‌هایی با ساقه کوتاه‌تر در

زمان کمتر و با هزینه پایین تر باشد. یا شما ممکن است تولید بسیاری از گونه های گیاهی شامل گل های باغی و گل های وحشی (که می توانند در بیرون و یا داخل گلخانه ها پرورش یابند)، را انتخاب کنید. زمینه برای پرورش کالتیوارهای جدید کاملاً مهیا است. بجای پرورش گل های بزرگ گران قیمت، هدفشان می تواند تولید گل های متعدد کوچکتر در زمانی کوتاهتر باشد. در بازارهای پرتجمع مردم مقید به سنت نیستند. بنابراین طیف وسیعی از گونه ها، رنگ ها و اشکال گیاه می توانند برای این بازار مناسب باشند. از آنجائیکه موزیک محبوب، سبک های لباس و دیگر سرگرمیها برای ثبات فروش، مرتباً تغییر می کنند و به این دلیل نوع گلها را نیز باید عوض کرد. گلها را می توان به مناسبت های ویژه در تعطیلات مختلف، موارد شخصی، مناسبت های اجتماعی و سیاسی و در هر زمان مناسب دیگر استفاده کرد.

افزایش کلی فروش گل برای مردم آموزنده بوده و به آنها راه های بهتر کردن زندگی شخصی شان را نشان داده است. همچنین افزایش فروش، موارد استفاده دیگری را برای گل و گیاه ارائه کرده و باعث افزایش بیش از پیش این موارد نیز خواهد شد. برای مثال، یکی از فعالیتهای تجاری جالب در سالهای اخیر ایجاد فضای سبز در داخل ساختمان است، فعالیتی که تا حدودی مربوط به پرورش و تا حدی وابسته به تجارت است. شرکتهایی که به این امر می پردازند ساختمانهای تجاری، فروشگاهها و غیره را تزئین می کنند. این شرکتها بصورت پیمانی کار می کنند و برطبق مقاطعه فضای سبز مورد نظر را ایجاد می کنند. هرازگاهی گیاهان موجود در فضای سبز ایجاد شده را برای احیاء مجدد به گلخانه ها برگردانده و گیاهان جدیدی به جای آنها قرار می دهند.

مسیر آتی تولید

تولید بیشتر و قیمت فروش پایین تر با سود معقول

آینده روشنی برای تولیدات گل و گیاه آمریکا متصور است. بازار به گسترش سریع خود ادامه داده و نیاز به تولید گل و گیاه بیشتری را ایجاب می کند. اخیراً سیستمهایی یافت می شوند که بر کارایی تولید و عملیات بعد از تولید افزوده و بدین وسیله موقعیت تولید آمریکا و سود قابل ملاحظه را تضمین خواهند کرد. سه عامل به موارد فوق جامعه عمل می پوشاند:

۱- می توان از تبلیغات بطور کاملتری سود برد. جامعه گلفروشان آمریکا^۴ که به عنوان سازمان صادر در تمام بخشهای این صنعت که شامل پرورش، حمل و نقل، عمده فروشی و خرده فروشی عمل می کند، به همراه مشاوره بازاریابی گلفروشان آمریکا^۵ اقدامات وسیعی برای برپایی گردهمایی هایی در این زمینه نموده است. افراد شرکت کننده در این گردهمایی به منظور تبلیغات بیشتر در زمینه تولیدات گل و گیاه، گرد هم می آیند. گلفروشی های تلفنی و گلفروشی هایی که خدمات را بطور کامل ارائه می دهند بودجه هایی را به تبلیغات اختصاص می دهند. با در نظر گرفتن کل صنعت گل و گیاه در آمریکا، احتمالاً کمتر از یک درصد ارزش خرده فروشی در امر تبلیغات خرج می شود. صنعتی که می خواهد پایدار بماند باید بودجه بیشتری را صرف تبلیغات نماید. در سطح ملی کار بیشتری در این زمینه باید انجام شود. خوشبختانه این نیاز شناخته شده و در حال پی گیری است. با این عمل (تبلیغات) بدون شک بازار محصولات گل خیلی سریع توسعه خواهد یافت و با خود موفقیت های زیادی را برای پرورش دهندگان به ارمغان خواهد آورد.

۲- می‌توان کارآیی تولید را بهبود بخشید. تولید فعلی سودمند است ولی هنوز هم کارآیی بالایی ندارد. سیستم‌هایی برای افزایش کارآیی تولید و بدست آوردن سود بیشتر وجود دارد. در گلخانه‌های سلسله‌ای، از آنجائیکه از چندین گلخانه مجزای کوچک تشکیل می‌شوند، نمی‌توان بطور مناسبی از دستگاههای اتوماتیک استفاده کرد این گلخانه جای خود را به گلخانه‌های جوی و پشته‌ای جدید که با صرف هزینه معقولی احداث می‌گردند، داده‌اند. در این گلخانه‌ها از بسیاری از سیستم‌های اتوماتیک استفاده می‌شود که در این کتاب مورد بحث قرار گرفته است. سیستم‌های پرورش گیاهان گلدانی روی سکوها قابل حرکت که بعنوان سیستم حمل‌ونقل در داخل گلخانه نیز بکار می‌روند باعث جابجایی مؤثرتر گیاهان و استفاده از ۹۵ درصد فضای گلخانه یا بیشتر به جای استفاده از ۶۷ درصد از فضای گرم گلخانه که بطور سنتی انجام می‌شود را فراهم می‌آورد. سیستم‌های گرمایی جدید و بخاریهایی با کارآیی بالا می‌توانند هزینه انرژی را کاهش دهند. کنترل محیط توسط کامپیوتر می‌تواند هزینه‌های انرژی را بیشتر کاهش داده و عملکرد را بالا ببرد. سرانجام و شاید مهمتر از همه، تمایلات روحی و عشق به گیاهان که در بسیاری از پرورش‌دهندگان گل یافت می‌شود در حال حاضر افزایش یافته تا رضایت کامل مدیریت گلخانه تجاری را فراهم آورد.

۳- عملیات بعد از تولید گل و گیاه نقش ویژه‌ای در بهبود این صنعت دارد.

مطالعه‌ای که در دانشگاه ایالتی اهایو^۶ توسط استابی و همکاران در سال ۱۹۷۶ انجام شد عملیات بعد از برداشت گل‌های بریده را مورد بررسی قرار داد یافته‌ها نشان دادند که ۵ درصد محصولات گل‌های بریده برداشت نمی‌شد و ۲۰ درصد از گل‌هایی که برداشت شده بود در نهایت برای فروش مناسب نبود. برای کاهش قابل ملاحظه این

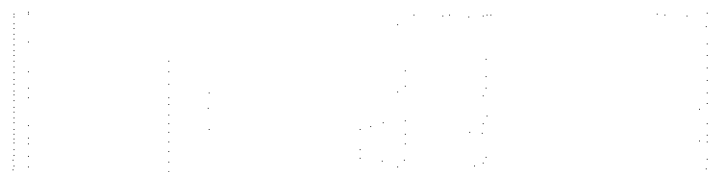
افت، تکنولوژی بخصوصی وجود دارد.

عملیاتی قبل از بسته‌بندی گل و گیاه انجام می‌شوند که فروش را بهبود بخشیده و طول عمر محصول را افزایش می‌دهند. بسته‌بندی گیاهان گل‌دانی با مواد شفاف می‌تواند به دریافت نور توسط گیاه کمک کرده و تا زمانی که گیاه در یک اتمسفر مرطوب قرار دارد خشک نشود و در طی زمان مورد نیاز برای فروش نیازی به آبیاری ندارد. خود بسته می‌تواند حامل اطلاعاتی برای خریدار باشد که شامل دستورالعمل مواظبت از گیاه و تبلیغ بیشتر برای خرید محصول می‌باشد.

گل‌های بریده در بازارهای پرتجمع زمانی که تصویری از این گل‌ها به همراه شاخ و برگ سبز آن ارائه شود خیلی بهتر بفروش میرسند بعضی از بسته‌بندی‌ها طوری انجام می‌شوند که وقتی بسته حاوی گل باز شود، دسته گل خودبخود نظم و ترتیب می‌یابد. و چنین بسته‌بندی‌هایی این امر را ممکن می‌سازد که مشتری بتواند در فروشگاه‌های شلوغ سلف‌سرویس در پی خرید اجناس دیگر نیز باشد. ذکر قیمت و مجاور بودن هرچه بیشتر جنس به خریدار باعث فروش بیشتر می‌گردد.

همان طوری که مرزهای سیاسی و جغرافیایی بتدریج برداشته می‌شوند، رقابت از قسمتهای دیگر دنیا قوت می‌گیرد. هر لحظه دنیا به سمت وضعیتی که آقای ژان تینبرگن^۷ برنده جایزه نوبل در سال ۱۹۶۹ از هلند، توصیف نموده است پیش می‌رود. این وضعیت تولید هر محصولی را در سطح کیفی مطلوب با مؤثرترین نحوه تولید ایجاب می‌کند. این رقابت نیروی محرکه‌ای را برای بوجود آوردن کارآیی در تولید و بازاریابی در آمریکا ایجاد خواهد کرد. بسیاری از پرورش‌دهندگان که نمی‌توانند با زمان پیش بروند از دور خارج خواهند شد ولی سایر تولیدکنندگان موفق خواهند بود. انتظار می‌رود شرکت‌های بزرگ و متعددی که پرورش‌دهنده گل نیستند وارد این صنعت شده و با

7- Jan Tinbergen



اجرای اصول صحیح مدیریتی به سود سرشاری برسند.

پرورش گل و گیاه در آینده

تولید در آینده به چه نحوی انجام خواهد شد؟ پاسخ این سؤال شاید با بحث بر روی موارد زیر آسانتر شود: (۱) تولید برای گلفروشیهایی که خدمات را بطور کامل ارائه می دهند، (۲) تولید برای بازارهای پرتجمع و (۳) فعالیت تجاری جدید تولید.

تولید برای گلفروشیهایی که خدمات را بطور کامل ارائه می دهند بصورت فعلی خود ادامه خواهد یافت. گلهای بریده عمدتاً در مناطق ویژه (جایی که می توان به تولید با کیفیت بیشتر و هزینه کمتر دست یافت) تولید خواهند شد. تولیدکنندگان آمریکایی به رقابت در این زمینه ادامه داده و به افزایش کارایی تولید، عملیات بعد از تولید و همچنین به تولید محصولات جدید خواهند پرداخت.

تولید گیاهان گلدانی گلدان برای فروشگاههای خرده فروشی گل تا مدتی در سرتاسر آمریکا در مجاورت بازارها، انجام خواهد شد. هزینه بالای حمل و نقل برای گیاهان گلدانی سنگین و نیازمند به محیط کنترل شده برای تولید با کیفیت مورد نظر این فروشگاهها، نزدیکی به بازار را ضروری می سازد.

گیاهان سبز (برگی) با منشأ گرمسیری به شرایط مزرعه ای مناطق نیمه گرمسیری کشورها وفق داده می شوند و می توانند بطور ارزان و با کیفیت بالا در این نواحی تولید شوند. کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری بیش از پیش به رقابت با این تولیدکنندگان خواهند پرداخت. عوامل موفقیت در چنین مواردی مبارزه با آفات و بیماریها، بالا بودن کیفیت تولیدات، و سازگار نمودن گیاهان به شرایطی از قبیل نور ضعیف و رشد کم که عمدتاً در منازل مصرف کنندگان وجود دارد، می باشد. مصرف کنندگان با امنیت خاطر بیشتری این گیاهان را خریده و به این وسیله موفقیت در بازار تضمین می شود. انواع و اندازه های جدیدی از گیاهان برای جلب رضایت مصرف کنندگانی که دارای سلیقه های

مختلف هستند مورد نیاز خواهد بود.

نوع دوم تولید یعنی تولید برای بازار پرتجمع، در حال حاضر بیشتر از نصف تولیدات گل و گیاه آمریکا را تشکیل میدهد. در نهایت این تولید احتمالاً ۸۰ درصد کل تولید را به خود اختصاص خواهد داد. این افزایش تولید به کاهش بهای گلهایی که در خرده‌فروشیها بفروش می‌رسد، نمی‌انجامد، زیرا آنها با توجه به افزایش جمعیت و بهبود وضعیت اقتصادی مردم، بر قیمت کالا می‌افزایند. افزایش تولید برای بازار پرتجمع با جذب بخش بزرگی از جامعه، که قبلاً مشتری‌های دائمی گل نبودند، حمایت خواهد شد.

تولید گلهای بریده برای بازارهای پرتجمع، به سمت تولید گیاهانی با شاخه‌های کوتاه‌تر و انواع متنوع‌تری از گونه‌ها که قبلاً ذکر شده است، متمایل خواهد شد. در آینده جنبه‌هایی از تولید که باید در نظر گرفته شوند عبارتند از: (۱) تجهیز بازار بطور مداوم در طول سال با گلهای بریده دارای کیفیت بالا (۲) توانایی افزایش تولید برای دوره‌هایی که تقاضا در بالاترین حد خویش است. (۳) قیمت نسبتاً کم و (۴) بسته‌بندی مخصوص برای افزایش طول عمر گیاه.

تولید گیاهان گلدانی برای بازارهای پرتجمع نسبت به تولید این گیاهان برای خرده‌فروشیها، متفاوت خواهد بود. طیف بمراتب وسیع‌تری از محصولات گلدانی برای بازارهای پرتجمع پرورش خواهند یافت و بسیاری از محصولات که در اروپا اهمیت دارند در آمریکا توسعه خواهند یافت. بازارهای پرتجمع زنجیره‌ای منجر به توسعه گلخانه‌های سلسله‌ای بزرگ (که می‌توانند جوابگوی قراردادهای تعداد زیادی از محلهای فروش باشند) خواهند شد. گلخانه‌های سلسله‌ای بزرگ به نوبه خود قادر خواهند بود بطور مؤثری به تولید پرداخته و تولیدات خود را با قیمت پایین بفروش برسانند. چنین توسعه‌ای، تولید محصولات گلدانی بزرگ را برای پرورش‌دهندگان کوچک مشکل خواهد کرد مگر اینکه آنها محصولاتی با کیفیتهای استثنایی و به اندازه

غیر معمولی تولید کنند و یا بتوانند تولیدات خود را به فروشگاههای نسبتاً دور تحویل دهند.

سومین نوع تولید شامل فعالیتهای تولیدی جدید می شود. امروزه بهترین فرصت برای پرداختن به تولید گیاهان گلدانی است. محصول بدست آمده از هر ۹۳۰ سانتی متر مربع گلخانه های سلسله ای کوچک، برای پرورش گلهای بریده بسیار کم است.

برای شروع، تولید گیاهان زمینی نیز مناسب به نظر می رسد. هزینه کار برای پرورش این محصول بالا است. ولی شخصی که این فعالیت را آغاز کرده تا زمانی که فعالیت مزبور توسعه نیافته، می تواند کارها را شخصاً انجام دهد. دو نوع یا انواع بیشتری از این گیاهان را می توان از ژانویه تا ماه مه در بعضی از نقاط کشور به عمل آورد و تا قبل از اینکه این دوره به پایان برسد کسب درآمد نمود. در ضمن هزینه ای که در ابتدای کار مصرف می شود زیاد نیست. شاسی های سرد را می توان در اواخر این دوره در گلخانه بکار برد. و به این وسیله هزینه عمومی را کاهش داد ولی این شاسی ها نیاز به کار بیشتری داشته و بندرت در نواحی شمالی از آنها استفاده می شود.

وقتی که در آینده بر کارایی تولید گیاهان گلدانی افزوده می شود، ممکن است پرداختن به تولید گیاهان بزرگ با مشکل مواجه شود. سود حاصله از پرورش گیاهان بزرگ برای گلخانه های سلسله ای کوچک بسیار کم خواهد بود زیرا این گلخانه ها قادر به بهره گیری از اتوماسیون برای کاهش هزینه تولید نیستند. چنان تولیدکننده ای فرصتی می یابد تا به پرورش محصولات ویژه که تقاضای کمی دارد بپردازد. از آن جا که تولید این محصولات را می توان در خط تولید انجام داد، میزان سود برای پرورش دهندگان کوچک و فاقد گلخانه های اتوماتیک قابل ملاحظه خواهد بود. معرفی محصولات جدید و گیاهانی که در منطقه طرفدار دارند در این مقوله می گنجند. تولید محصولات محتاج به کار یدی نیز برای این تولیدکنندگان مناسب است ولی این افراد برای افزایش تولید

این محصولات با مشکل مواجه می‌شوند. برای مثال پرورش گیاهان مختلف در باغ شیشه‌ای^۸ را می‌توان نام برد که هر کدام از گیاهان دارای برنامه کشت متفاوت هستند و حجم هیچکدام زیاد نیست.

وقتی که یک پرورش دهنده مبتدی، خرده فروش هم باشد بتدریج می‌تواند به تولید تجاری گل و گیاه بپردازد. این عمل در واقع پرداختن به دو حرفه جداگانه است که در نهایت با توسعه یافتن هر یک از این حرفه‌ها، شخص باید به هر کدام که سودآورتر است بپردازد. بهر حال در ابتدای کار پرداختن به هر دو حرفه می‌تواند سود لازم را برای ادامه کار فراهم سازد. بسیاری از مردم طبعاً عادت دارند که بطور جسته گریخته نگاهی به محصولات موجود در گلخانه انداخته و گیاه مورد نظرشان را انتخاب کنند حتی در شهرهای کوچک تعداد خریداران برای حمایت از چنین پیشه‌ای کافی است. بعد از مدتی حجم تولیدات به اندازه‌ای می‌رسد که می‌توان آنها را بطور عمده فروخت و سود سرشاری نیز کسب کرد.

عوامل موثر در تضمین آینده شما با تولید گل و گیاه

وضعیت امروز و پیش‌بینی فردا نشان می‌دهند که زمان حاضر بهترین فرصت برای پرداختن به تولید تجاری گل و گیاه است. گسترش مداوم بازارهای سنتی و بازارهای پرتجمع که هنوز پتانسیل آن بخوبی شناخته نشده است، دستیابی به سود سرشار را در آینده نوید می‌دهد.

بطور موكد نمی‌توان گفت که دانش فنی پرورش گل در نیمه راه مسیر تولید تجاری گل و گیاه است. ولی شما می‌بایست بخوبی با اصول مدیریت تجاری و بازاریابی آشنا



شوید. این اصول را می‌توان با شرکت در دوره‌های آموزشی رسمی فراگرفت ولی چنین اصولی را می‌توانید بطور ایده‌آل در طی پرداختن به این حرفه بطور تجربی کسب کنید. شما می‌توانید این کار را با خواندن کتابهایی در این زمینه، با آبونه شدن در مجلات مربوط به این حرفه و مهمتر از همه با برقراری ارتباط با افرادی که در مراحل پیشرفته‌تر صنعت گل هستند، انجام دهید. علاوه بر حضور در جلسات و انجمن‌های پرورش‌دهندگان محلی گل‌وگیاه و دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت، می‌بایست در کنفرانس‌هایی که در زمینه‌های دیگر مربوط به گل‌وگیاه نظیر حمل‌ونقل، عمده‌فروشی و خرده‌فروشی برگزار می‌شود شرکت کنید. انجمن گل‌روشان آمریکا یک چنین سازمانی است که می‌تواند شما را در این راستا یاری کند.

هیچ دانشی دارای ارزش نیست مگر اینکه انسان آنرا بصورت برنامه و طرحی مدون درآورده و به مرحله اجرا بگذارد. وقتی که با پرورش دادن گیاهی مسرور می‌شوید و یا به هنگام قدم زدن در یک گلخانه احساس هیجان به شما دست میدهد، بدانید که به شغل مناسبی ابراز علاقه کرده‌اید. هم‌اکنون بخودتان بقبولانید که شما نیز می‌توانید در این زمینه به فعالیت پرداخته و موفق شوید بنابراین در تعیین صحت یا سقم انتخابتان انرژی بیشتری را تلف نکنید. تمام تلاشهای خود را صرف تهیه برنامه‌ای موفقیت‌آمیز و طرحی مناسب، نمائید. همین حالا بنشینید و در روی کاغذ بنویسید که میخواهید به چه چیزی در زندگی دست یابید. این مطالب به شما در تصمیم‌گیریهایتان کمک خواهد کرد. همانطوری که به بررسی موارد می‌پردازید در بکارگیری آنها در طرحتان فکر کنید. در پی کسب اطلاعات بیشتر برای غنی‌تر کردن طرحتان باشید. این عمل را می‌توانید با مطالعه مراجع ذکر شده در آخر هر بخش، با حضور در کلاسهای آموزشی کوتاه‌مدتی که برای پرورش‌دهندگان محلی تشکیل می‌شود، با برقراری ارتباط با دست‌اندرکاران این

تجارت و مهمتر از همه اشتغال در این زمینه انجام دهید. شاید مورد اخیر به صورت پاره‌وقت در طول سال تحصیلی یا بصورت تمام‌وقت در تابستان باشد. اگر تصمیم به بکارگیری اطلاعات تئوری‌تان دارید، دیر یا زود برای تکمیل این اطلاعات می‌بایست به کسب تجربه عملی بپردازید. فقط فراهم بودن زمینه برای دستیابی به موفقیت کارساز نیست بلکه مهمترین عوامل در موفقیت، دانستن چیزی است که می‌خواهید در زندگی به آن برسید، اعتماد به نفس‌تان و تلاش مستمرتان در رسیدن به هدف می‌باشد.

..... مرجع

1. Agricultural Statistics Board. 1990. Floriculture crops, 1989 summary. Natl. Agr. Statistics Ser. Sp. Cir. 6-1 (90). USDA, Washington, D.C. (Available annually except in 1983 and 1984.)
2. Ball, V. 1976. Early American horticulture. *Grower Talks* 40 (3):1-56.
3. _____. 1980. Trends. *Grower Talks* 44 (5):1-19.
4. _____. 1985. *The Ball Red Book*, 14th ed. Reston, VA: Reston Publishing.
5. Johnson, D. C. 1990. Floricultural and environmental horticulture products: A production and marketing statistical review: 1960-88, Commodity Economics Div., Economic Res. Ser., USDA, Statistical Bul. No. 817.
6. Kaplan, P. 1976. Origins of commercial floriculture in U.S. found to predate Declaration of Independence. *Florist* 10 (2):39-46.
7. Kiplinger, D. C., and R. W. Sherman. 1962. Florist crops for mass market outlets. Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 928.
8. Miller, R. 1989. From Bogota to Miami, Colombian cut flowers continue to rise. *Grower Talks* 53 (6):32, 34, 36-38.
9. Robertson, J., B. Behe, S. Born, P. Holness, T. Prince, and B. Raudsep. 1984. 1984 foliage market survey. *Florists' Review* 174 (4512):38, 41-44, 46.
10. Staby, G. L., J. L. Robertson, D. C. Kiplinger, and C. A. Connover. 1976. *Proc. National Floricultural Conference on Commodity Handling*. Ohio Florists' Assoc., 2001 Fyffe Ct., Columbus, OH 43210.
11. Voigt, A. O. 1984. The shop, the nation, and the consumer. *Florists' Review* 174 (4502):30-32.
12. Zawadzki, M. I., W. E. Larmie, and A. L. Owens. 1960. Selling flowers in supermarkets. Univ. of Rhode Island Agr. Exp. Sta. Bul. 355.

۲. ساخت گلخانه

گلخانه در آمریکا به ساختمانی اطلاق می‌شود که با مواد شفاف برای عبور نور طبیعی جهت رشد و نمو گیاهان پوشانده شده است. این ساختمان معمولاً به‌طور مصنوعی گرم می‌شود و با دیگر ساختمانهای مناسب پرورش گیاه مانند شاسی‌های سرد^۱ و بسترهای گرم^۲ متفاوت است. زیرا به اندازه کافی برای کار کردن فرد در داخل آن، بلند است. ولی در اروپا گلخانه به ساختمانی گفته می‌شود که به گرمای کمی نیاز دارد و هیچ گرمای مصنوعی به آن نمی‌رسد. خانه شیشه‌ای^۳ در اروپا به ساختمانهایی که به‌طور مصنوعی گرم می‌شوند اطلاق می‌شود. دو یا چند گلخانه‌ای که در یک مکان واقع شده‌اند گلخانه سلسله‌ای^۴ خوانده می‌شود. سالن مرکزی^۵ یا ساختمان سرویس^۶ به ساختمانی گفته می‌شود که برای انبار کردن یا انجام عملیات تقویتی پرورش گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند و خودشان تنها به کار نمی‌آیند. گلخانه‌ها به اشکال گوناگون یافت می‌شوند که شامل گلخانه‌های دو طرفه (A شکل)^۷، گلخانه‌های کوانست^۸ و گلخانه‌هایی که سقف‌های آنها از کنار به هم متصل است^۹ می‌باشد. مواد پوشاننده شفاف گلخانه‌ها بسیار گوناگون‌اند. در آغاز شیشه بعنوان پوشش گلخانه به کار می‌رفت ولی اکنون ورقه‌های نازک پلاستیک، پلاستیکهای تقویت شده با فایبرگلاس^{۱۰}، صفحات اکریلیک^{۱۱} و صفحات پلی‌کربنات نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. آینده نویدبخش مواد پوشاننده جدیدی است که هزینه گرم کردن و خنک کردن را کاهش خواهند داد و همچنین گلخانه‌هایی با طرحهای جدید و اسکلتهایی که اقتصادی‌ترند پا به عرصه وجود خواهند گذاشت.

1- cold frames

2- hotbeds

3- glass house

4- agteenhouse range

5- head house

6- service building

7- A- shaped

8- Quanset

9- gutter counected

10- FRP

11- acrylic

..... مکان

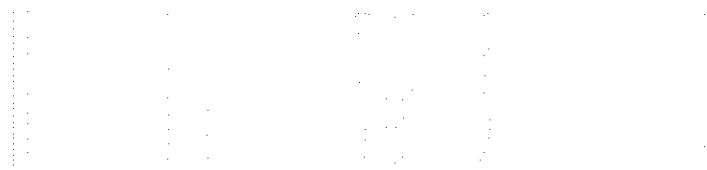
اولین نکته‌ای که برای تاسیس یک گلخانه سلسله‌ای باید مدنظر باشد، مکان گلخانه است. در این مورد عوامل زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

فضای توسعه

باید در پی قطعه زمینی که بزرگتر از نیازهای اولیه است بود یعنی در ابتدا باید اندازه نهایی گلخانه سلسله‌ای پیش‌بینی گردد و منطقه دیگری نیز باید، به این رقم پیش‌بینی شده اضافه شود تا ساختمان سرویس، انبار و راههای ارتباطی را در آن ایجاد کرد. (دو برابر کردن مساحتی که توسط گلخانه‌ها اشغال می‌شود به‌ندرت حداقل فضای لازم را فراهم می‌آورد) و در نهایت یک فضای اضافی برای احتیاجات پیش‌بینی نشده باید در نظر گرفته شود. برای مثال، ممکن است به دلیل کمبود مواد، لازم باشد که مواد ضروری را انبار و بسته‌بندی کنید یا در آینده به حوضچه‌هایی برای نگهداری آبهایی که از گلخانه‌های سلسله‌ای زهکشی می‌شوند نیازمند باشید، تا بتوانید محتوای تغذیه‌ای آن را، پیش از آنکه به جویها بریزد یا به سفره آب زیرزمینی بپیوندد، کاهش دهید.

مساحت کف ساختمانهای سرویس که برای شرکتهای کوچک مورد نیازند، باید برابر با ۱۳ درصد مساحت کف گلخانه باشد. این مساحت با گسترش شرکت به مساحتی برابر با ۷/۵ درصد سطح مورد نیاز برای پرورش، کاهش می‌یابد که این امر در مورد شرکتهای بزرگ با مساحت ۳۷۰۰۰ مترمربع صادق است. به‌طور متوسط مساحت ساختمانهای سرویس برابر با ۱۰ درصد سطح مورد نیاز برای پرورش می‌باشد.

(پروفیلد و همکاران ۱۹۸۱)



توپوگرافی

محل ساختمان باید تا حد امکان مسطح باشد تا هزینه تسطیح کاهش یابد. در محل مسطح (هموار) می‌توان گلخانه بزرگی احداث نمود و اتوماسیون را در آن اجرا کرد. به دلیل استفاده گسترده از آب در عملیات گلخانه‌ها، احداث یک سیستم زهکشی مناسب ضروری است.

در مناطقی که زهکشی به سختی انجام می‌شود؛ قرار دادن لوله‌های سفالی در زیر زمین، پیش از آن‌که گلخانه ساخته شود کاری عاقلانه است. همچنین صلاح در این است که محلی با بادشکن طبیعی مثل ردیفی از درختان یا تپه در طرف شمال و شمال غربی برای احداث گلخانه انتخاب شود. در جاهایی که در فصول سرد برف می‌بارد، درختان باید به فاصله ۲۰ متری از یکدیگر قرار داشته باشند تا بتوانند جلوی توده‌های برف را قبل از رسیدن به گلخانه بگیرند. برای جلوگیری از سایه‌اندازی روی محصول، فاصله درختان از گلخانه، در شرق، غرب یا جنوب باید ۲/۵ برابر ارتفاعشان باشد.

پیش‌بینی‌های لازم در استفاده از زمین برای احداث گلخانه

قوانین منطقه‌ای و مالیاتی بعثت فشارهای ناشی از توسعه حَرَف دائماً در حال تغییرند. چنین تغییراتی باعث خاتمه فعالیت بعضی از گلخانه‌ها شده است که نمونه آن، صنعت گسترده گلخانه‌ای شرق نیویورک است که به فعالیت خود خاتمه داد. توسعه گذشته در منطقه مورد نظر باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرد تا مسیر آینده آن مشخص شود. بعضی از دولتهای منطقه‌ای گلخانه‌ها را در زمره حرفه‌های کشاورزی قرار داده‌اند و آنها را از پرداخت مالیات معاف می‌کنند. دولتهای منطقه‌ای دیگر برای جلوگیری از گسترش بی‌رویه صنعت گل و گیاه از دادن اجازه برای توسعه این صنعت خودداری می‌کنند.

آب و هوا

همان طور که قبلاً نیز گفته شد، شرایط آب و هوایی تاثیر زیادی بر حرفه باغبانی دارد. جایی که مه دائمی یا آب و هوای نامساعد یا سایه ناشی از واقع شدن در طرف شمالی کوههای بلند وجود داشته باشد به طور کل برای پرورش محصولات مناسب نیست. شدت زیاد نور ناشی از ارتفاع زیاد برای محصولاتی نظیر میخک و رز مناسب است ولی برای محصولاتی که نیاز به شدت نور پایین دارند مثل بنفشه آفریقایی^۱، بگونیا^۲، گلوکسینیا^۳ و بیشتر گیاهان سبز سودمند نیست. محل گلخانه باید با توجه به محصولاتی که مدنظر است، انتخاب شود. یکی از گلخانه‌های تولید گل میخک که مجبور شد به فعالیت خود در لانگ آیلند و نیویورک پایان دهد و به محل مرتفع‌ای در کوههای آپالاچی (در جنوب شرقی ایالات متحده) انتقال یابد مثال خوبی در این زمینه است. این محل، بالاتر از لایه مه صبحگاهی معمول در این منطقه واقع شده است و از شدت نور بالا و درجه حرارت خنک در تابستان یعنی شرایطی که برای پرورش میخک ایده‌آل است برخوردار می‌باشد. تجربیات و یادداشتهای مکرر در حین تولید، عامل انتخاب محل مناسب تولید می‌باشد.

نیروی کار

نیازهای فعلی و آتی نیروی کار، باید بررسی و میزان تامین نیروی کار در منطقه باید مشخص شود. دست‌یابی و تامین نیروی کار، یکی از مشکلات همیشگی در صنعت باغبانی است. به نظر می‌رسد حل این مساله در نزدیکی به مناطق شهری نهفته باشد ولی این امر خود مشکل دست‌مزد بالا را در پی دارد. دست‌مزد کارگر در گلخانه‌ها کم است و این مسئله باعث شده است که صنایع دیگر پیشرفته از نظر تکنولوژی نسبت به جذب

1- African videt

2- begonia

3- gloxinia

نیروی کار، از این صنعت پیشی گیرند. به نظر می‌رسد راه حل این مساله، پرداخت حق الزحمه بالاتر برای پیروز شدن در رقابت باشد. می‌توان با اجرای اتوماسیون در این صنعت تعداد کارگران را کمتر و تولید را افزایش داد و در نتیجه دستمزد بالای کارگران را تأمین نمود.

در دسترس بودن امکانات در محل احداث گلخانه

محل احداث گلخانه باید در جایی انتخاب شود که راههای حمل و نقل در نزدیکی آن قرار داشته باشند. هزینه فروش گل و گیاه، تقریباً یک چهارم سود ناخالص عمده‌فروشی است. به حداقل رساندن هزینه‌های حمل و نقل با احداث گلخانه در نزدیکی بازار، در مراحل اولیه گسترش حرفه و استفاده از وسایل نقلیه در فواصل طولانی (مانند اتوبوس، کامیون یا هواپیما) در مراحل بعدی و موفقیت‌آمیز توسعه این حرفه، تا حد زیادی این مشکل را حل خواهد کرد.

محل احداث گلخانه، اغلب عامل تعیین‌کننده نوع سوخت مورد استفاده است. در بعضی از مناطق، گاز طبیعی ارزانترین منبع انرژی نسبت به انواع سوخت دیگر است. بعضی از گلخانه‌ها نمی‌توانند از گاز طبیعی استفاده کنند زیرا دور از خط لوله‌های گاز قرار دارند. در یکی از مناطق، جایی که گلخانه برای استفاده از نور بیشتر در ارتفاعات ساخته شد، دوری محل باعث شد که نفت را از یک تانکر بزرگ به یک تانکر کوچک و سرانجام به گلخانه منتقل کنند که این امر منجر به افزایش هزینه نفت گردید.

آب

در احداث گلخانه‌های تجاری، آب یکی از مواردی است که غالباً از نظر دور می‌ماند. قبل از اینکه، محلی خریداری شود، منبع تأمین آب موجود باید از نظر کمیت و

کیفیت آزمایش شود. (به بخش ۷ مراجعه کنید) گاهاً مشاهده می‌شود که گلخانه‌های احداث شده در نواحی ساحلی یا اطراف رودخانه‌ها را به نواحی دیگری که دارای آب باکیفیت بالاتری اند انتقال می‌دهند. هزینه جدا کردن یونهای مثل سدیم، کلراید و بی‌کربنات زیاد است ولی در صورت عدم انجام این امر، به گیاه صدمه وارد می‌شود. مقدار آب نیز همانند کیفیت آن مهم است. زیرا به ازای هر $\frac{1}{9}$ مترمربع از سطحی که گیاه در آن رویانده شده در هر بار آبیاری به $\frac{2}{25}$ لیتر آب نیاز است. استفاده از آب چاه بهتر است. زیرا آب شهر اغلب بیش از حد گران است و ممکن است دارای فلوراید و مضر باشد (در بخش ۷ در مورد کیفیت آب بحث خواهد شد). آب برکه یا رودخانه آلوده به عوامل بیماری‌زا است و ممکن است نیاز به ضدعفونی به وسیله کلر داشته باشد.

جهت گلخانه

اسکلت گلخانه‌ها سایه ایجاد می‌کند که اندازه سایه‌ها به زاویه تابش نور خورشید و فصل سال بستگی دارد. تاثیر سایه بر رشد گیاه در زمستان (زمانی که اغلب شدت نور کم است) بسیار زیاد می‌باشد.

گلخانه‌های تک‌واحدهی که در عرض‌های بالاتر از 40° شمالی واقع‌اند باید در امتداد شرق به غرب ساخته شوند تا بتوانند نور آفتاب زمستانی که زاویه تابش پایینی دارد را به نحو مناسبی دریافت کنند. در عرض‌های پایینتر از 40° درجه شمالی، امتداد گلخانه‌ها باید شمالی - جنوبی باشد زیرا زاویه تابش نور خورشید به مراتب بیشتر است. گلخانه‌هایی که در امتداد طولشان به هم متصلند، در تمامی عرض‌های جغرافیایی باید در جهت شمال به جنوب باشند تا بتوانند اثر سایه را در قسمت شمالی گلخانه کاهش دهند. جهت شمال به جنوب باعث می‌شود که سایه در طول روز در عرض کف گلخانه حرکت کند. در حالی که در جهت شرق به غرب این امر ممکن نیست. ال. جی ماریس در



انگلستان محاسباتی را در عرض جغرافیایی حدود ۵۰° شمالی انجام داده است (جدول ۲-۱). این محاسبات تأکید می‌کند که امتداد یک گلخانه تک‌واحدی باید از شرق به غرب باشد. زیرا تفاوت شدت نور به دلیل این که در طول تابستان که زاویه تابش نور خورشید زیاد است، کم می‌باشد و این تفاوت در زمستان یعنی زمانی که شدت نور موضوع مهمی بشمار می‌رود، بسیار بیشتر است.

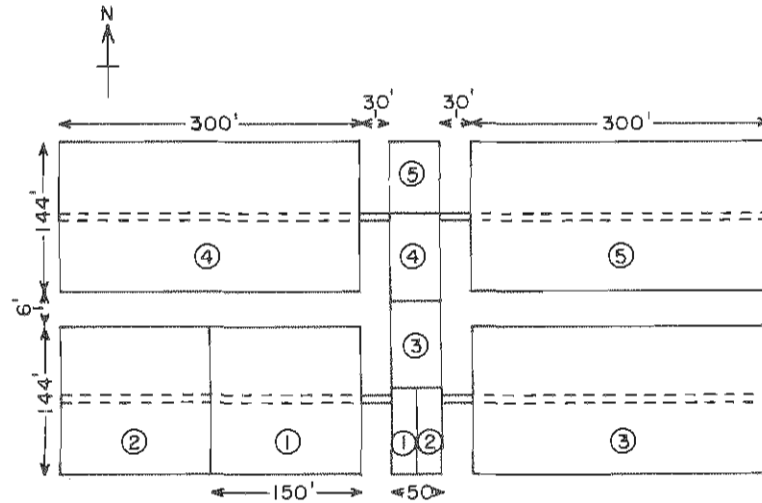
جدول ۲-۱- درصد انتقال

جهت	وسط تابستان	وسط زمستان
شمال - جنوب	۶۴	۴۸
غرب - شرق	۶۶	۷۸

نقشه گلخانه

نقشه گلخانه‌ای که انتظار می‌رود گسترش بیشتری در آینده داشته باشد، بسیار مهم است. اگر زمین شیب‌دار باشد، عملیات ساختمانی باید در نقطه وسط شیب (ارتفاع متوسط) شروع شود. به این ترتیب که عملیات تسطیح را از این نقطه شروع کرده و فضای لازم را برای احداث و گسترش گلخانه‌های سلسله‌ای فراهم می‌کنیم (مانند طرحی که در شکل ۲-۱ آمده است). این نوع روش اجازه افزودن ساختمانهای سرویس و گلخانه‌های دیگر را بدون اینکه نیازی به جابجایی ساختمانهای قبلی یا متمرکز کردن ساختمانهای سرویس باشد، را می‌دهد. ساختمان مرکزی سرویس بصورت یک طرح تقریباً مربع‌شکل که در آن فواصل برای جابه‌جایی گیاهان و مواد به حداقل بنا می‌شود.

درهای بین گلخانه‌ها و ساختمان سرویس باید ۲/۷ متر ارتفاع و ۲/۴ متر عرض



شکل ۱-۲. چنین نقشه‌ای موجب می‌شود که احداث گلخانه‌های تجاری در پنج مرحله انجام شود. مراحل ساخت در پنج مرحله به دنبال هم شماره گذاری شده‌اند. گلخانه‌ها توسط فواصلی به عرض ۹ متر از هم جدا می‌شوند تا از به وجود آمدن سایه در نواحی رویش گیاهان جلوگیری بعمل آید.

داشته باشد تا وسایلی مثل تراکتور بتوانند از آن رد شوند. گلخانه باید در جهت شمال - جنوب بوده و طول آن باید ۴۴ متر باشد. ساختمان سرویس باید دارای عرض ۴/۹ متری باشد تا بتوان از درهایی با عرض ۳/۷ و ارتفاع ۴/۲ استفاده کرد. چنین درهایی برای عبور تریلر و کامیونهایی که برای تخلیه مواد اولیه و هم‌چنین ارسال گیاهان لازم‌اند، مناسب می‌باشند.

..... گلخانه‌های شیشه‌ای

تا قبل از سال ۱۹۵۰ فقط گلخانه‌های شیشه‌ای وجود داشت. امروزه، این گلخانه‌ها از پرهزینه‌ترین انواع گلخانه‌ها هستند. اگرچه، چنین ساختمانهایی ۱۰۰ سال و با نگهداری صحیح، حتی بیش از این نیز دوام می‌آورند، هزینه متوسط آنها به دلیل مصرف زیاد سوخت، بیشتر از گلخانه‌های ساخته شده با ورقه‌های نازک پلاستیکی

است. با توجه به کاربرد و برآورده کردن نیازهای مشخص، چند نوع از گلخانه‌های شیشه‌ای طراحی می‌شوند.

گلخانه یکطرفه و نیمه دوطرفه در کنار ساختمان بنا می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۲-۲ الف) در این سبک بهترین استفاده از نور خورشید بعمل می‌آید. و نیاز به سقف را به حداقل می‌رساند. گلخانه دوطرفه که دو سقف با پهنای مساوی دارد. (شکل ۲-۲ ب). امروزه این سبک به ندرت به کار می‌رود. زیرا این گلخانه‌ها با اتوماسیون سازگار نیستند. چنین گلخانه‌های منفردی که از همدیگر جدا هستند، با آب و هوای سرد سازگارند زیرا برف به آسانی از سقفهای آنها سر می‌خورد و به پائین می‌ریزد. طرح جوی و پشته‌ای، به دو یا چند گلخانه A شکل گفته می‌شود که به هم متصل شده‌اند (شکل ۲-۲ د). ناودانها همچون جوی یا زهکش برای انتقال باران یا برف ذوب شده به کار می‌روند. در این سبک، دیوار بین گلخانه‌ها برداشته می‌شود و به این ترتیب ساختمانی پدید می‌آید که دارای یک فضای داخلی بزرگ و واحد است. داشتن یک فضای داخلی واحد، نیروی کار را کم، هزینه اتوماسیون را پایینتر، مدیریت پرسنل را بهتر و مصرف سوخت را کاهش می‌دهد. زیرا سطحی که در معرض هوای آزاد است و گرما از آن به بیرون می‌رود کاهش می‌یابد. در ساخت اسکلت این گلخانه‌ها، وزن برف را باید مدنظر داشت. برف در این گلخانه‌ها نمی‌تواند مثل گلخانه‌های جدا و منفرد سر بخورد و به پائین بریزد بلکه باید ذوب شود. معمولاً به همین منظور لوله‌های حرارتی، زیر ناودانها قرار می‌گیرند. علیرغم وزن برف، گلخانه‌های جوی و پشته‌ای به‌طور موثری در کشورهای شمالی اروپا و کانادا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اساساً این سه نوع اسکلت در اندازه‌های مختلف و مواد متفاوتی ساخته می‌شوند. برای گلخانه‌هایی با پهنای ۶ متر، از اسکلت‌های چوبی استفاده می‌شود. ستونها و تیرهای کناری (بدون اینکه از ستونهای عمودی وسط استفاده شود) از چوب ساخته می‌شوند.

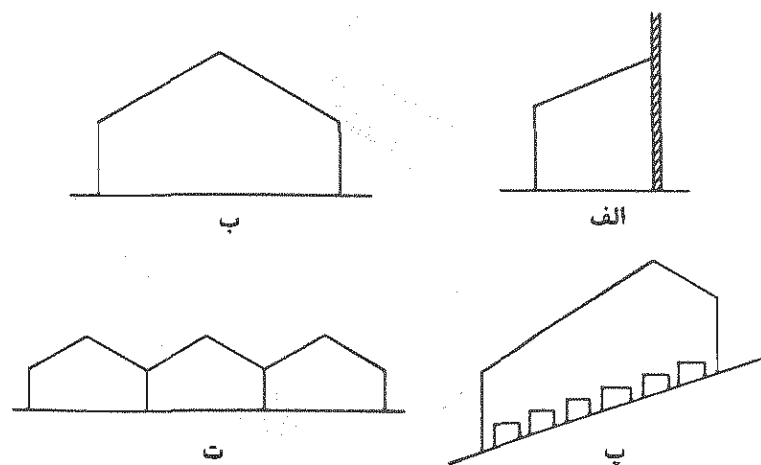
گلخانه‌های گسترده‌تر به اسکلتی محکم‌تر نیاز دارند. برای گلخانه‌هایی با پهنای حدوداً ۱۲ متری، اسکلت‌های لوله‌ای^۱ مناسبند. (شکل ۲-۴ الف). تیرهای کناری، ستون‌ها، تیرک‌های عرضی افقی و تیرک‌های طولی افقی از لوله ساخته شده‌اند و باز هم ستون عمودی وسط استفاده نشده است. اجزای لوله از داخل گلخانه به هم مرتبط نیستند ولی برای استقرار و استحکام باید به قاب پنجره، متصل باشند. اغلب گلخانه‌هایی که پهنای آنها بیش از ۱۵ متر است بر روی اسکلت خربای (سوله‌ای) ساخته می‌شوند (شکل ۲-۳ ب و ۲-۴). اجزای فولادی پهن و لوله‌ای یا آهن‌آلات در زوایایی به هم می‌پیوندند تا (اسکلتی) خربای (سوله‌ای) بسازند که در محل اتصالات بست‌ها و شمع‌ها هستند. شمع‌ها، اجزای حمایت‌کننده در مقابل فشار هستند. در حالی که بست‌ها، اجزای حمایتی در مقابل کشش‌اند. تیرک‌های طولی افقی تحت آن زاویه‌ای که در طول گلخانه امتداد دارند به اسکلت سوله چفت می‌شوند. چهارچوبی که به این ترتیب ساخته شده است می‌تواند بدون حمایت قاب پنجره‌ها بایستد. ستون‌های وسط فقط در اسکلت‌های بسیار وسیع سوله‌ای که ۲۱ متر و یا بیشتر پهنای دارند به کار می‌روند.

امروزه، گلخانه‌های شیشه‌ای بیشتر از نوع سوله‌ای‌اند. گلخانه‌های دارای اسکلت سوله‌ای بیشتر بخاطر اینکه اقتصادی‌ترند و براحتی ساخته می‌شوند، مدنظر می‌باشند. همچنین اتوماسیون، در گلخانه‌های بزرگی که استحکام زیادی دارند، قابل اجرا است.

شیشه گلخانه به قاب پنجره متصل می‌شود، در اوایل قابها فقط از چوب ساخته می‌شوند که بیشتر از چوب سرو و سرخدار بودند. چوب مزبور هر چند وقت به رنگ کردن نیاز داشت تا بتوان از پوسیدگی آن جلوگیری کرد. در حالت عادی، بخش‌های بیرونی هر

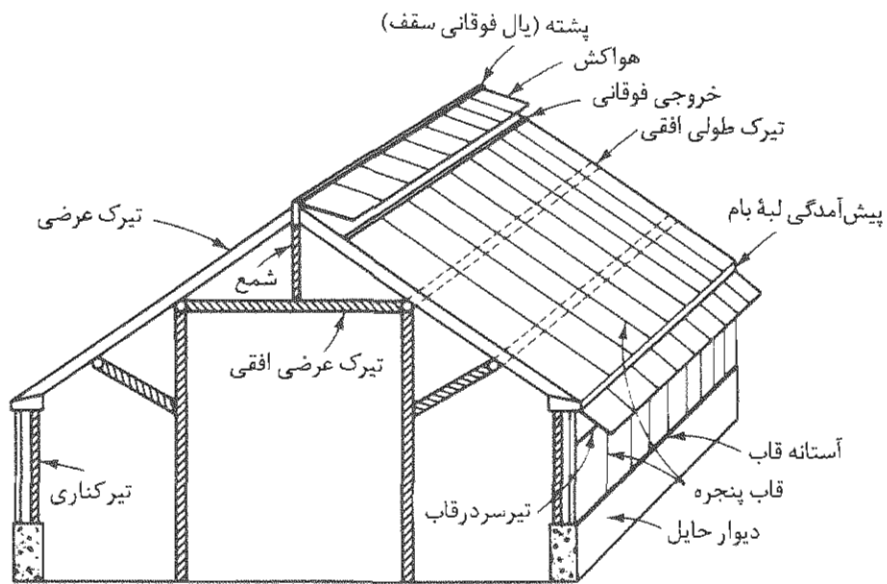
1- Pipe Frames



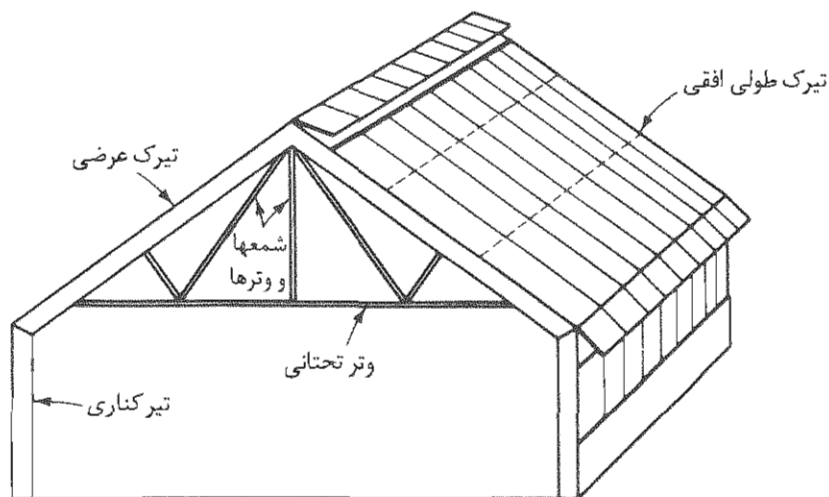


شکل ۲-۲- چهار طریقه اصلی ساخت گلخانه : الف) یکطرفه ب) دوطرفه پ) نیمه دوطرفه
ت) جوی و پشته‌ای.

دو سال و بخشهای داخلی آن هر پنج تا ده سال یکبار رنگ می‌شوند. اما این کار پرهزینه است. قابها و هواکشهای آلومینیومی در اول سالهای دهه ۱۹۵۰ به بازار عرضه شد. گلخانه‌های تمام‌فلزی ساخته شده، در اوایل بسیار گران بودند ولی به سرعت به رقابت با گلخانه‌هایی که قاب چوبی داشتند برخاستند. گلخانه‌های تمام‌فلزی از نظر نگهداری هزینه کمتری دارند زیرا نیاز به رنگ کردن ندارند. امروزه در عمل تمام اسکلت گلخانه‌های شیشه‌ای از فلز ساخته می‌شوند. همچنین آلومینیوم به همراه قابهای چوبی مورد استفاده قرار گرفت یعنی روپوش آلومینیومی برای پوشاندن آن بخش از قابها که در خارج گلخانه قرار داشتند، مورد استفاده قرار گرفت و به این ترتیب، دیگر نیازی به رنگ کردن بخش خارجی قابها نیست. (شکل ۲-۵). برای پوشاندن قابها با چنین روپوشهایی نیاز به نیروی کار قابل ملاحظه‌ای است ولی مزیت آن، ارزش این کار را دارد. پیش از به کارگیری این روپوش‌ها، صفحه‌های شیشه‌ای به صورت متمایل به کار رنگ کردن بخش خارجی قابها نیست. (شکل ۲-۵). برای پوشاندن قابها با چنین روپوشهایی

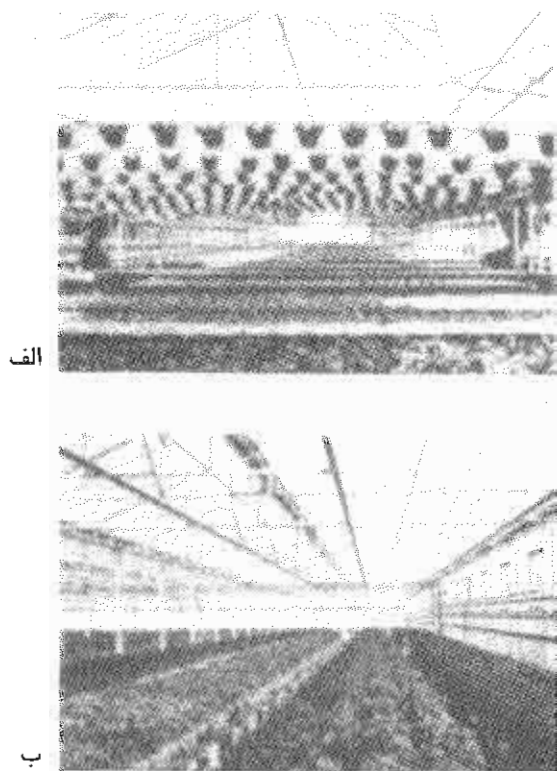


الف



ب

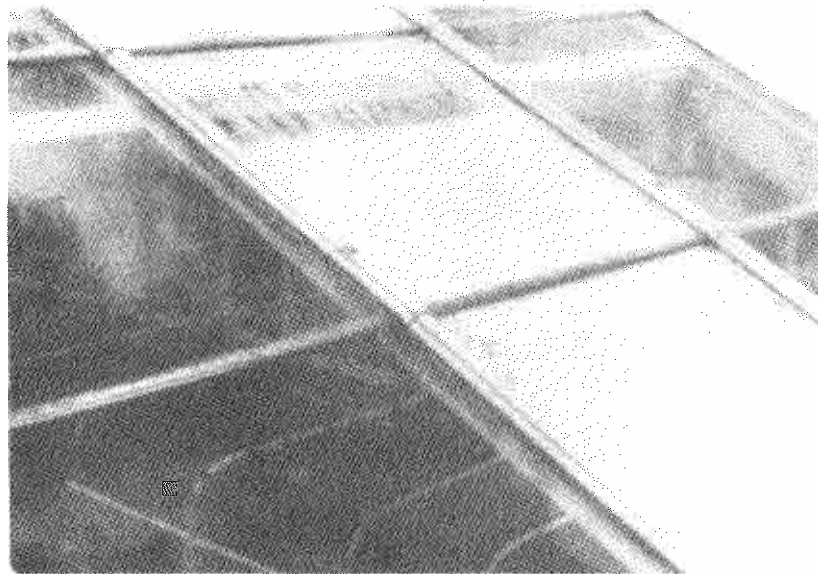
شکل ۳-۲. اجزای ساختمانی الف) گلخانه دارای اسکلت سوله‌ای و ب) گلخانه دارای اسکلت سوله‌ای که طرح آن تا حدودی در احداث گلخانه به کار می‌رود پ) تیرهای کناری، تیرک عرضی، وترها، شمعه‌ها اجزای اسکلت سوله‌ای می‌باشند.



شکل ۴-۲ الف) نمای بالا از گلخانه جوی و پشت‌های دارای اسکلت
سوله‌ای ب) نمای پایینی از گلخانه دارای اسکلت سوله‌ای

نیاز به نیروی کار قابل ملاحظه‌ای است ولی مزیت آن، ارزش این کار را دارد. پیش از به کارگیری این روپوش‌ها، صفحه‌های شیشه‌ای به صورت متمایل به کاررنگ کردن بخش خارجی قابها نیست. (شکل ۲-۵). برای پوشاندن قابها با چنین روپوشهایی نیاز به نیروی کار قابل ملاحظه‌ای است ولی مزیت آن، ارزش این کار را دارد. پیش از به کارگیری این روپوش‌ها، صفحه‌های شیشه‌ای به صورت متمایل به کارمی‌رفتند تا استحکام گلخانه را افزایش دهند. از آنجائیکه انتهای پایینی هر روپوش برای نگهداری لبه‌های پایینی صفحه‌های شیشه‌ای در هر دو طرف قاب و جلوگیری از لغزیدن آنها تا میخورند، شیشه‌ها، باید در حال حاضر به ردیفهای موازی باشند و فقط از شیشه‌های کامل

استفاده شود. اجزای ساختمانی گلخانه‌ها سایه‌هایی به وجود می‌آورند که رشد گیاه را در طی ماههای تاریک سال کاهش می‌دهد. می‌توان از قابهای آلومینیومی که محکمتر از انواع چوبی است استفاده کرد و به این ترتیب از صفحه‌های شیشه‌ای عریضتر به همراه میله‌های آلومینیومی بهره گرفت.



شکل ۵-۲. روپوشهای آلومینیومی روی قابهای چوبی قرار می‌گیرند و آنها را در مقابل پوسیدگی حفظ کرده و نیاز به نقاشی را مرتفع می‌سازند و سایه‌ای که ایجاد می‌کنند، شدت نور داخلی را در طول تابستان کاهش می‌دهد.

در ابتدا پهنای شیشه‌های مورد استفاده در گلخانه ۴۱ سانتیمتر بود ولی بتدریج شیشه‌هایی با پهنای ۵۱ سانتیمتر، ۶۱ سانتیمتر، ۷۳ سانتیمتر، ۹۱ سانتیمتر و ۱۰۰ سانتیمتر ساخته شد. و اکنون در اروپا با این پهنای، در بازار یافت می‌شود. و طول آن در ابتدا ۴۶ سانتیمتر بوده ولی، امروزه به ۷۶-۹۱ سانتیمتر رسیده است و حتی می‌توان شیشه‌هایی را با طول ۱/۴۵ متر در آمریکا و ۱/۶۵ متر در گلخانه‌های هلندی مشاهده کرد که با ضخامت ۳/۱۷۵ میلیمتر و با استحکام دو برابر نسبت به شیشه‌های قبلی در



گلخانه‌ها به کار می‌روند.

اخیراً شیشه‌ها به قیمت ۰/۸۵ دلار به ازای هر $\frac{1}{9}$ مترمربع به فروش می‌رسند. صفحه‌های شیشه‌ای بزرگتر در گلخانه‌های هلندی بسیار محکم‌تر بوده و به ضخامت ۴ میلیمترند. شیشه‌های مشجر (شیشه دارای سطح زمخت و ناهموار) در گلخانه‌های هلندی به کار می‌رود. این شیشه نور را پراکنده می‌کند، به‌طوری که شدت آن در تمام فضای گلخانه‌ها یکسان است و به رشد یکنواخت محصول منجر می‌شود. به دلیل میزان بالای شکستگی در حین ارسال و جابه‌جایی از شیشه مشجر کمتر استفاده می‌شود. اغلب از شیشه دارای آهن کم در گلخانه‌های رز (به علت انتقال زیاد نور توسط آن) استفاده می‌شود که میزان انتقال نور آن (۹۰-۹۲ درصد) در مقابل شیشه بدون فلز (۸۸ درصد) بیشتر است. شیشه دارای آهن کم به میزان یک دلار برای هر ۳۰ سانتیمترمربع به فروش می‌رسد. گلخانه‌های شیشه‌ای امروز را می‌توان در تصویر بالا (شکل ۲-۴ الف) یا تصویر پایین (شکل ۲-۴ ب) مشاهده کرد. در هلند گلخانه‌هایی که در تصویر پایین مشاهده می‌شوند بیشترین محبوبیت را دارند. ناودانها، تقریباً به فاصله $\frac{3}{2}$ متر از یکدیگرند و هر واحد شیشه‌ای از ناودان تا لبه امتداد پیدا می‌کند. در تصویر پائین تا حدودی سطح کمتری در معرض هوا قرار می‌گیرد به این طریق، هزینه سوخت کاهش می‌یابد. به‌هرحال گفته می‌شود که خنک کردن این گلخانه‌ها در آب و هوای گرم یعنی جایی که دستگاه تهویه^۱ مورد نیاز است، هزینه بیشتری دارد. خنک کردن از طریق هواکش آنچنان موثر نیست و این به دلیل ارتفاع کم زمین از هواکش است و به همین جهت خنک کردن با دستگاه تهویه، به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در آمریکای شمالی، اخیراً هر دو گلخانه موجود در تصویر پایین و بالا عمومیت پیدا کرده است. به نظر می‌رسد که قیمت، عامل تعیین‌کننده‌ای در محبوبیت نسبی

این گلخانه‌ها باشد. گلخانه‌های موجود در تصویر بالا با قابهای ویژه که دو و یا حتی سه لایه شیشه‌ای را نگه می‌دارند اکنون ساخته می‌شوند این لایه‌ها یک یا دو فضای مرده هوا^۱ به وجود می‌آورند که باعث نگهداری گرما می‌شود. (به جدول ۳-۱ نگاه کنید).

گلخانه‌های پوشیده از ورقه‌های نازک

پلاستیک

نقش:

برای پوشاندن گلخانه‌ها از ورقه‌های نازک پلاستیکی مانند پلی‌اتیلن، پلی‌استر، پلی‌کلریدوینیل (P.V.C)، پلی‌فلوئوریدوینیل (P.V.F) استفاده می‌شود. امروزه به دو دلیل عمده از پلی‌اتیلن استفاده می‌شود. اولاً، این پلاستیک را می‌توان روی اسکلت‌های دائمی گلخانه به کار برد که خود، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای با توجه به هزینه گلخانه‌های شیشه‌ای است. حتی می‌توان پلاستیک را روی اسکلت‌های کم‌دوام نظیر آنهایی که در گلخانه‌های کوانست^۲ به کار می‌روند، مورد استفاده قرار داد. دوم، هزینه حرارتی این گلخانه‌ها در مقایسه با گلخانه‌های شیشه‌ای یک لایه‌ای یا گلخانه‌های FRP ۴۰ درصد پایینتر است. استفاده از پلاستیک پلی‌اتیلن در اواخر دهه ۱۹۳۰ در انگلستان گسترش یافت و حدوداً تا اواسط این قرن، از آن بیشتر در پوشاندن گلخانه‌ها استفاده می‌شد. در ایالات متحده، حدود ۱۶ هکتار از گلخانه‌ها در اواسط دهه ۱۹۵۰ و حدود ۹۲۰ هکتار تا اواسط دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۲۰ هکتار در سال ۱۹۷۷ دارای پوشش پلاستیکی بودند. امروزه گلخانه‌های پلاستیکی پلی‌اتیلن کسر بسیار بزرگی از گلخانه‌های موجود در ایالات متحده را به خود اختصاص می‌دهد. اما، محبوبیت آنها در

1- dead air spaces

2- Quonset



اروپای شرقی زیاد نیست. ورقه‌های نازک پلاستیکی در مقایسه با شیشه و FRP، علاوه بر مزایا، معایبی نیز دارند یعنی در مقایسه با شیشه و FRP این مواد پوششی عمر کوتاهی دارند. ورقه‌های نازک پلی‌اتیلنی که دارای بالاترین کیفیت، مقاوم به نور ماورای بنفش (UV) و ضخامت ۰/۱۵ میلی‌مترند، چهار سال دوام می‌آورند. اشعه ماورای بنفش نور خورشید باعث شکنندگی و تیرگی پلاستیک می‌شود و در نهایت موجب پارگی آن می‌گردد ولی زمان مورد نیاز برای پوشاندن گلخانه‌های کوانست به ابعاد ۹/۱ متر در ۳۰ متر کم است (حدود ۸ ساعت) به‌هرحال با مدیریت صحیح، صرفه‌جویی در سوخت و همچنین خرید مواد اولیه با قیمت کم، هزینه تولید در گلخانه‌های ساخته شده با ورقه‌های نازک پلاستیکی کمتر از گلخانه‌های شیشه‌ای است.

انواع پوشش‌های پلاستیکی

پلی‌اتیلن، بیشترین مورد استفاده را در پوشش گلخانه‌ها دارد. تقریباً تمام گلخانه‌های اخیر دو لایه‌اند. لایه بیرونی معمولاً شش میل ضخامت دارد. در حالی که لایه درونی ممکن است ۰/۱ یا ۰/۵ میلی‌متر ضخامت داشته باشد. پلی‌اتیلن مورد استفاده برای پوشاندن گلخانه حاوی ماده ضد UV (اشعه ماورای بنفش) هستند. در غیر این صورت، چنین ورقه نازکی فقط می‌توانست به مدت یک فصل گرما دوام بیاورد. طول عمر معمول این ورقه‌ها ۳ سال است. و اخیراً نوعی ورقه پلاستیکی تولید شده است که ۴ سال عمر دارد و به بازار نیز عرضه شده است. پلی‌اتیلن حاوی ماده ضد UV در پهنای ۱۵/۲ متر (به صورت صفحه‌های مسطح) و ۷/۶ متر به صورت توپ^۱ موجودند. طولهای استاندارد این ورقه‌ها در توپ، شامل ۳۰/۵، ۳۳/۵، ۴۵/۵ و ۶۷ متر می‌باشد. پوشش

پلی اتیلنی در زمستان سردتر از هوای داخل گلخانه است. وقتی هوای گرم و مرطوب گلخانه با پلی اتیلن سرد تماس پیدا می کند، سرد می شود. در نتیجه بخار آب روی سطح پلی اتیلن به مایع تبدیل شده و از آنجا که سطح دافع آب است قطرات آب به پایین لغزیده و به هم می پیوندند و قطرات بزرگتری تشکیل می دهند که به پایین می رود و روی گیاهان می افتند. گیاهان مرطوب سریعتر بیمار می شوند و باعث گسترش بیماریها می شوند و در عین حال با افزایش رطوبت خاک میزان اکسیژن آن کمتر می شود. اگر سطح پلاستیک، آب را سریعتر دفع می کرد، بخار متراکم به صورت قطرات ریز در می آمد که به سرعت به طرف سطح زمین جاری می شد. اسپری کردن سطح با یک ماده پاک کننده این تاثیر سودمند را خواهد داشت. ولی ماده پاک کننده، خیلی سریع از روی سطح شسته می شود. مایعی به نام^۱ موجود است که وقتی با آب رقیق شود و در سطح پلاستیک اسپری شود، دوام خواهد داشت و کار ماده پاک کننده را می کند. هزینه اسپری هر مترمربع از سطحی که اسپری می شود ۰/۰۷۵ دلار است.

نتیجه دیگری که از این اسپری کردن به دست می آید، جلوگیری از کاهش انتقال نور است. امروزه صفحات پلی اتیلن و همچنین FRP، اکریلیک^۲ و پلی کربنات که با صفحات ضدمه پوشانده می شوند در دسترسند. در شب، هر چیز گرم، مثل گیاهان، انرژی نورانی مادون قرمز (تابشی) به اطراف می تاباند. این وضعیت باعث می شود که مقادیر زیادی از گرما در گلخانه ها از دست برود. پلی اتیلن مانع ضعیفی در برابر نور مادون قرمز (IR) است. به کار بردن مواد نگهدارنده مادون قرمز (IR) در ساختن پلی اتیلن، باعث نگهداری حدوداً نصف گرمای تابشی خواهد شد. در شبهای صاف و سرد، به این وسیله تا حدود ۲۵ درصد از کل گرمای تابشی که از دست می رود را می توان در گلخانه نگه داشت و در شبهای ابری فقط می توان حدود ۱۵ درصد را ذخیره کرد. نوری که در عمل فتوسنتز

1- Sun clear

2- acrylic

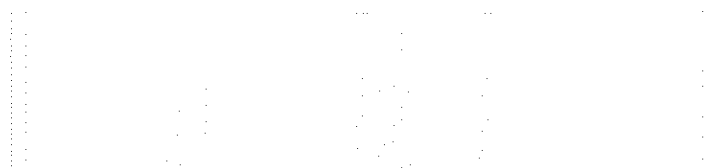
مورد استفاده قرار می‌گیرد، تابش موثر فتوسنتز (PAR) نامیده می‌شود. که دارای طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است. انتقال PAR از میان پلی‌اتیلن را می‌توان، با توجه به نوع و مواد شیمیایی اضافه شده در پلی‌اتیلن تغییر داد. (جدول ۲-۲) پلی‌اتیلنهایی که از عبور نور ماورای بنفش جلوگیری می‌کنند، به‌طور متوسط حدود ۸۷ درصد از PAR را منتقل می‌کنند. پلی‌اتیلنهایی که مانع عبور IR می‌شوند و اتلاف گرمای تابشی را کاهش می‌دهند، حدوداً ۸۲ درصد از PAR را منتقل می‌کنند. مقدار نور عبور یافته از میان دو لایه‌ای که گلخانه را پوشانده در حدود مربع کسری اعشاری (کوچک‌تر از واحد) است که از یک لایه می‌گذرد. جایی که ۸۷ درصد ($0/87$) از میان یک لایه پلی‌اتیلن مانع UV می‌گذرد، فقط ۷۶ درصد ($0/87 \times 0/87$) از میان دو لایه می‌گذرد. انتقال PAR از میان دو لایه پلی‌اتیلن جاذب IR، ۶۷ درصد است. از آنجائیکه پلی‌اتیلن دو لایه‌ای نور کمتری از شیشه یک لایه‌ای منتقل می‌کند، جای این پرسش باقی است که آیا نور کمتری در گلخانه پلی‌اتیلنی وجود دارد یا نه؟ کوزای و همکاران (۱۹۷۸) مدلی مشابه با یک گلخانه شیشه‌ای که در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی واقع است درست کردند. اگرچه آنها انتقال نور ۸۶ درصد را با زاویه ۹۰ درجه انتظار داشتند. انتقال نور برای کل گلخانه بین ۵۰ درصد تا ۶۰ درصد متغیر بود که بستگی به فصل و جهت گلخانه داشت. تفاوت بین ۶۰ و ۸۶ درصد به دلیل زاویه تابش نور، قاب پنجره‌ها و اجزای ساختمانی می‌باشد و این مساله می‌تواند تا حد زیادی، اختلاف انتقال نور را از میان دو لایه پلی‌اتیلن و یک لایه از شیشه را کم کند.

اخیراً در تکنولوژی تولید پلی‌اتیلن از فرایند ساخت همزمان استفاده می‌شود. در این فرایند سه مایع رزینی، همزمان با هم شکل می‌گیرند. به‌طوری که این پلاستیک می‌تواند سه ماده شیمیایی متفاوت را در خود داشته باشد. در ورقه‌های نازک سه لایه کنونی، قسمت درونی حاوی ماده ضدمه است. این ماده شیمیایی کاملاً با پلی‌اتیلن سازگار نیست و نیروهای دافع باعث می‌شوند که عامل مزبور از بخش درونی و از میان

دولایه پلی اتیلن بیرونی که این عامل را نگه نمی‌دارد، به آسانی خارج شود و به همین دلیل این پلاستیک فقط چند سال دوام می‌آورد.

ماده شیمیایی بازدارنده IR نیز در بخش درونی قرار می‌گیرد. این ماده شیمیایی باعث کم شدن پلی اتیلن می‌شود. اگر پلی اتیلنی که محتوی این ماده است، کشیده شود، تیره می‌شود. با کم کردن عامل بازدارنده IR در بخش درونی، می‌توان به پلاستیک سه لایه‌ای دست یافت که به‌طور عجیبی محکم و شفاف بوده و تا حدود زیادی مشکل تیره شدن در آن برطرف شده است. همچنین این عمل استحکام کلی ورقه را بیشتر از ورقه استاندارد که (سه سال دوام می‌کند و) دارای همان ضخامت است، می‌نماید. بعضی از ورقه‌های سه لایه‌ای، زمانی که دارای ضخامت ۶ میل (۰/۱۵ میلیمتر) اند و در روی یکی از لایه‌های پوششی درونی یا بیرونی گلخانه قرار می‌گیرند به مدت چهار سال دوام می‌آورند. ورقه‌های دارای ضخامت ۴ میلی (۰/۱۰ میلیمتری) نیز اگر در زیر ورقه ۶ میلی بازدارنده UV به کار روند به مدت چهار سال دوام می‌آورند. ورقه چهار میلی سه لایه‌ای به اندازه کافی محکم است تا بتواند با طول عمر ورقه‌های اخیر سه ساله و ۶ میلی برابری کند. ورقه‌های متوسط پوششهای پلی اتیلن ۶ میلی سه ساله به ازای هر مترمربع، ۰/۷۵ دلار برای بازدارنده UV، ۰/۸۹ دلار برای بازدارنده UV به همراه ضربه و ۱/۰۲ دلار برای بازدارنده UV به همراه بازدارنده IR می‌باشد. قیمت ورقه‌های سه لایه‌ای ۶ میلی چهار ساله معادل ۰/۷۹، ۰/۸۹ و ۱/۰۹ دلار به ازای هر مترمربع با توجه به موارد فوق است چندین شرکت ساخت گلخانه‌ها را می‌توان برای پوشش مجدد گلخانه‌ها استخدام کرد. قیمت‌ها بین ۹۰ تا ۱۸۰ سنت به ازای هر مترمربع از زمین متغیرند.

وینیل - پوششهای وینیل مقاوم به نور ماورای بنفش مانند پلی کلریدوینیل با ضخامت‌های ۰/۲۰ و ۰/۳۰ میلیمتر به ترتیب به مدت ۴ و ۵ سال دوام می‌آورند. این طول عمر در سالها پیش، وقتی که پلی اتیلن فقط یک یا دو سال دوام می‌آورد، مزیت



عمده‌ای بود. با ظهور پلی اتیلن چهار ساله اخیر، این امر دیگر مزیت محسوب نمی‌شود. قیمت وینیل ۰/۳۰ میلیمتری ۱۹۳/۵ سنت به ازای هر مترمربع است که سه برابر پلی اتیلن ۰/۱۵ میلیمتری است. اگرچه ورقه وینیل در توپ‌هایی^۱ که تا ۱/۲۷ متر عرض دارند، تولید می‌شود. ولی تهیه کننده می‌تواند نوارهای وینیل را به هم بچسباند. پوششهای وینیل قابلیت تجمع الکتریسیته ساکن را دارند که باعث جذب و نگهداری غبار می‌شود و این به نوبه خود انتقال نور را کاهش می‌دهند، مگر اینکه شسته شوند. ورقه‌های وینیل در آمریکا به طور گسترده به کار برده نمی‌شود. پلی استر - پوشش پلی استر با مارک مایلر که محکم و بادوام بود برای مدتی به بازار عرضه شد. چنین پوششهایی با ضخامت ۰/۱۳ میلیمتر، برای سقفها به کار رفتند و چهار سال دوام داشتند. در حالی که پوششهای ورقه‌ای ۰/۰۸ میلیمتری که در روی دیوارهای عمودی به کار می‌رفتند، طول عمر هفت ساله داشتند. اگرچه قیمت مایلر بالاتر از پلی اتیلن بود ولی با توجه به طول عمر اضافی آن از نظر اقتصادی بصره بود. مزیت‌های دیگر آن شامل انتقال نور برابر با شیشه و عدم تجمع الکتریسیته ساکن (که غبار را جمع می‌کند) است. در اواسط دهه ۱۹۶۰ برای مایلر استفاده‌های صنعتی دیگری پیدا شد و به زودی قیمت آن به قدری افزایش یافت که دیگر در گلخانه از آن استفاده نشد. به هر حال هنوز هم پلی استر به عنوان پرده‌های نگهدارنده گرما (به دلیل ظرفیت بالای آن در نگهداری انرژی تابشی) به کار می‌رود.

پلی فلورید وینیل (PVF)^۲

جدیدترین نوع از پوششهای پلاستیکی برای پوشاندن گلخانه‌ها، پلی فلورید وینیل (PVF) است که با مارک تجاری تدلر^۳ در دسترس است (شکل ۲۶). در عمل این ورقه،

جدول ۲-۲- میزان انتقال نور برای پوششهای مختلف گلخانه‌ای

پوشش	تعداد لایه	درصد انتقال
شیشه (حاوی فلز با دو برابر استحکام، ۳/۲ میلیمتر)	۱	۸۸
	۲	۷۷
شیشه (با درصد کم آهن، ۳/۲ میلیمتر)	۱	۹۰-۹۲
	۲	۸۱-۸۵
FRP (شفاف، ۰/۶۴۰ میلیمتر)	۱	۸۱
	۲	۷۷
پلی اتیلن (جاذب U.V.، ۰/۱۰ یا ۰/۱۵ میلیمتر، ۴ تا ۶ میل)	۱	۸۷
	۲	۷۶
پلی اتیلن (جاذب IR، ۰/۱۰ یا ۰/۱۵ میلیمتر، ۴ تا ۶ میل)	۱	۸۲
	۲	۶۷
وینیل شفاف	۱	۹۷
وینیل مات	۱	۸۹
ورقه پلی فلوریدوینیل (۰/۱۰ میلیمتر)	۱	۹۲
	۲	۸۵
صفحات اکریلیک (۸ یا ۱۶ میلیمتر)	۱	۸۳
صفحات پلی کربنات (۶ یا ۸ میلیمتر)	۲	۷۹

همچون پوشش محافظ روی صفحات FRP برای سالیان زیادی به کار می‌رود. طول عمر برآورد شده ۱۰ سال یا بیشتر است. انتقال نور از ورقه‌های ۴ میلی (۰/۱۰ میلیمتری) PVF، ۹۲ درصد است که بیشتر از شیشه که عموماً در گلخانه‌ها به کار می‌رود، است. PVF به صورت توپهای ۰/۵ + ۰/۸ میلیمتری در دسترس است. ترکیب ۰/۵ + ۰/۸

میلیمتری در شرایط معمولی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حالی که ترکیب $0/05 + 0/10$ میلیمتری برای شرایطی با شدت نور بالا به کار می‌رود. PVF چهار میلی ($0/1$ میلیمتری) چهار برابر از نظر مقاومت کششی از پلی اتیلن ۶ میلی ($0/15$ میلیمتری) قویتر است. توپهای PVF در عرضهای $2/6$ ، $3/0$ و $3/2$ متری و در طولهایی تا ۶۷ متر موجودند.

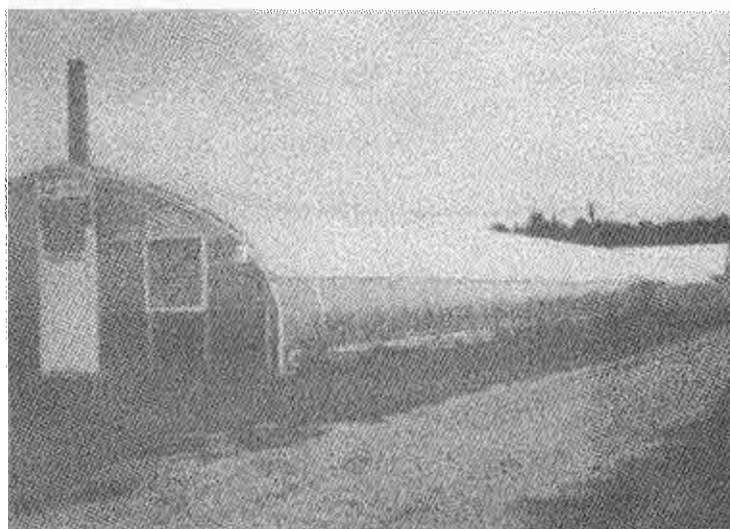
قیمت فعلی برای ورقه‌هایی با ترکیب $0/05 + 0/08$ میلیمتری، $7/86$ دلار به ازای هر مترمربع است. یک توپ پلی اتیلن دوبل ($0/15$ میلیمتری، ضربه، با عمر سه ساله) حدوداً $1/72$ دلار در هر مترمربع قیمت دارد. می‌توان با استفاده از PVF (به دلیل برطرف کردن نیاز دوباره پوشاندن که در هر ۱۰ سال، $2/3$ بار تکرار می‌شود و نیز به علت رشد بیشتر محصولات در شرایط نور بالا) به صرفه اقتصادی دست یافت در هر مترمربع از مساحت سطح گلخانه (نه مساحت کف)، هزینه دوباره پوشاندن یک گلخانه پلی اتیلن دولایه‌ای معادل $1/08$ دلار برای نیروی کار و $1/72$ دلار پلاستیک، می‌باشد. یکی از اشکالات عمده در استفاده از PVF، پهنای کم آن و نیاز به استفاده از ریل‌های اتصالی برای چسباندن تکه‌ها به همدیگر در روی گلخانه است. پوشش PVF را می‌توان روی چهارچوبها برای ساخت صفحات ایده‌آل به منظور عدم استفاده از شیشه یا FRP نصب کرد (شکل ۲۶). پوشش PVF روی چهارچوب برگردانده می‌شوند تا دو لایه تشکیل دهد و سپس با نوار چسب چسبانده می‌شود. سپس با قرار دادن آن در حرارت، سطح آن در عرض ۵ تا ۱۰ دقیقه کشیده و صاف خواهد شد.

طرحهای گلخانه با پوشش پلاستیکی

وقتی برای اولین بار پلی اتیلن وارد حرفه باغبانی شد از آن در کارهای موقتی



الف

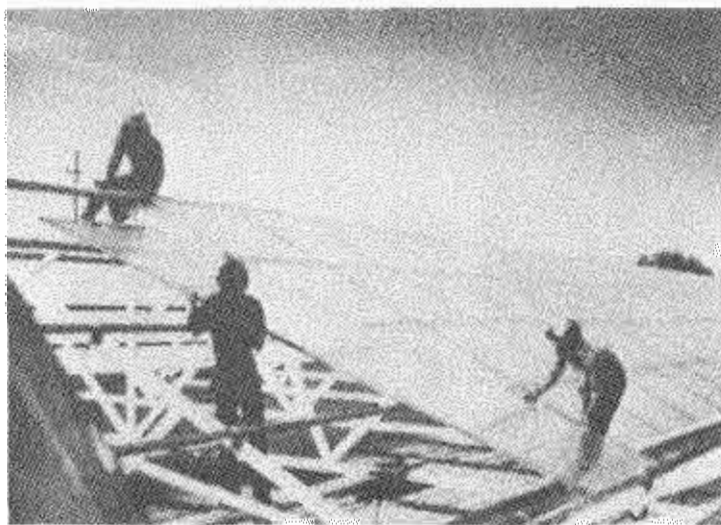


ب

شکل ۲-۶ الف و ب) گلخانه رزهای واریته الیوت و ویلیامز، که با لایه دوبل از ورقه‌های پلاستیکی تدلر پوشانده شده است. به ریل‌های اتصالی دوبل که در طول گلخانه امتداد یافته توجه کنید که به آنها صفحه‌های پهن سه متری، وصل شده است. خارجی‌ترین قسمت ورقه پلاستیک در هر طرف پلی‌اتیلن است.

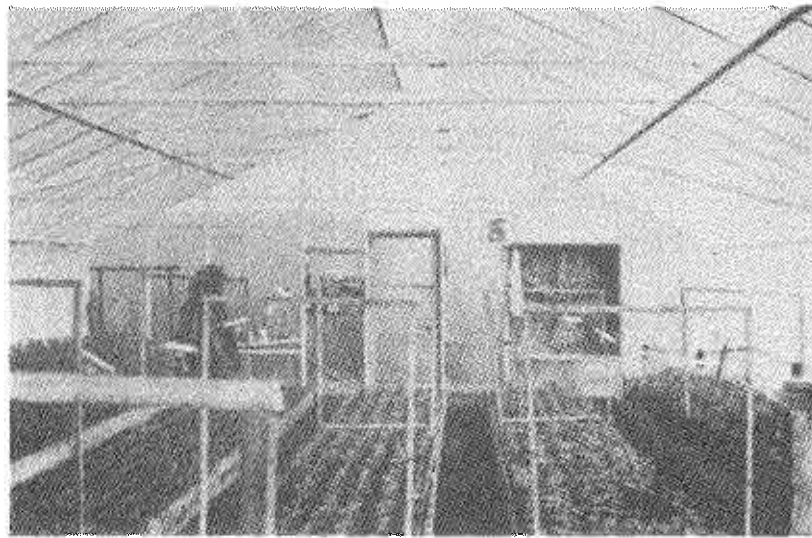
پ) یک گلخانه چوبی که پیش از این با FRP پوشانده می‌شد، که در مرحله نصب صفحات دوبل تدلر روی چهارچوب‌های فلزی گالوانیزه در گلخانه تگودربرایتون است.



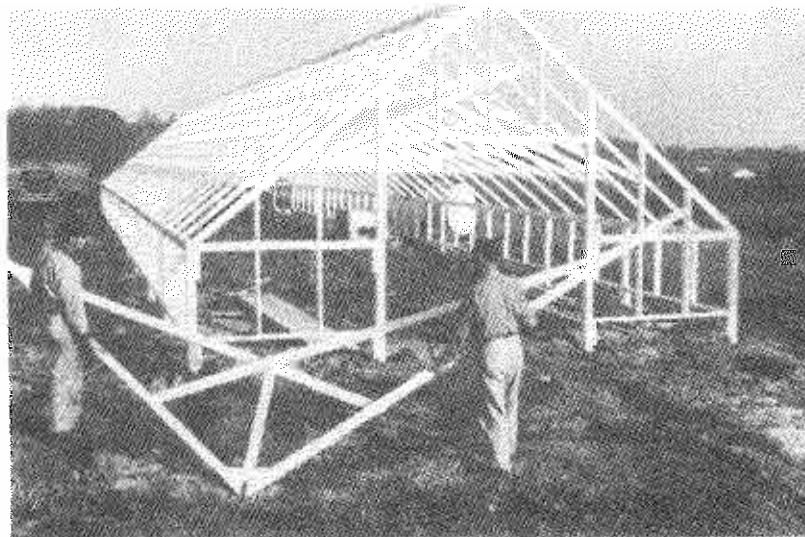


استفاده گردید. و همه به دنبال اسکلت‌های ارزانتر بودند. معمولاً از چوب^۱ کاج برای ساخت اسکلت استفاده می‌شد. از سال ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ اسکلت‌های متعددی طراحی شد. اسکلت‌های A (شکل ۲-۷) یکی از اسکلت‌های معمول بود. اسکلت دارای سربندی متقاطع (شکل ۲-۸) بسیار محکم بود. این اسکلت‌ها و اسکلت‌های دیگر که دارای ستون حمایتی بیرونی می‌باشد برای گلخانه‌هایی با پهنای ۶/۱ متری تا ۹/۱ متری مورد استفاده قرار می‌گرفت.

عموماً از یک واحد پوششی یک لایه‌ای تا اوایل دهه ۱۹۶۰ استفاده می‌شد. که این امر موجب افزایش هزینه سوخت می‌گردید. پوشش‌های دوبل پلاستیکی برای صرفه‌جویی در حدود یک سوم هزینه سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد، در ابتدا، لایه دوم از داخل گلخانه کار گذاشته می‌شود. چنین کاری در گلخانه‌هایی که ستون دارند مشکل است و به همین دلیل طرح‌های سوله‌ای محکمتری ارائه شدند که در آنها هیچ ستونی در داخل گلخانه وجود ندارد.



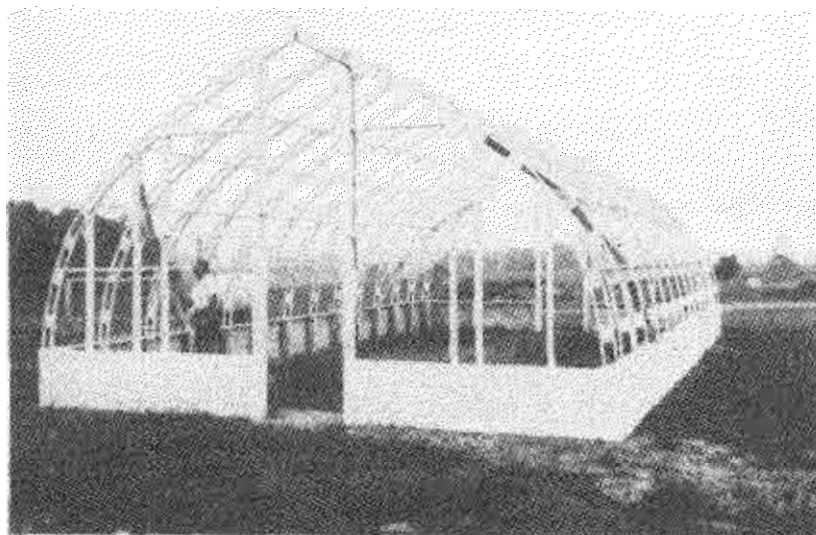
شکل ۷-۲. گلخانه‌ای ارزان ولی موقتی با اسکلت A شکل از پوشش پلاستیکی که در روزهای اول پیدایش گلخانه‌های ساخته شده از ورقه‌های پلاستیکی محبوبیت زیادی داشتند.



شکل ۸-۲. گلخانه‌ای سوله‌ای با پوشش پلاستیکی و سربندی متقاطع که در موسسه پلی تکنیک ویرجینیا، طراحی شد. و طراحی محکم است.

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	۱۰۰
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

بعدها ضخامت فضای دارای هوای مرده، مورد توجه قرار گرفت. به طور ایده آل فضای دارای هوای مرده باید $1/25$ تا 10 سانتیمتر ضخامت داشته باشد. (آژانس مالی مسکن و شهرسازی ایالات متحده ۱۹۵۴) وقتی که فضای مزبور از 10 سانتیمتر تجاوز می کند، جریان هوا می توانند در داخل آن برقرار شوند و خاصیت عایق بودن این فضا را کاهش دهد. هوای گرمی که بلافاصله در بالای پوشش درونی قرار می گیرد بالا آمده و با پوشش بیرونی تماس پیدا می کند. و در همین محل که گرما را از دست می دهد. همین که هوا سرد می شود، سنگین شده و دوباره روی پوشش درونی قرار می گیرد و گرم می شود. اتلاف گرما تا رسیدن ضخامت 46 سانتیمتر محسوس نیست. ضخامت هوای مرده اگر کمتر از $1/25$ سانتیمتر باشد، خاصیت عایقی، دوباره کاهش می یابد و وقتی دو لایه تماس پیدا می کنند خاصیت عایقی کاملاً از بین می رود. در ساختمانهایی که ستون حمایتی دارند، برای نصب ستون سوراخهایی در لایه درونی ایجاد می کنند. عموماً این سوراخها کاملاً بسته نمی شوند، به این ترتیب راههایی برای ورود هوای گرم به داخل



شکل ۲-۹. یک گلخانه گاتیک آرچ (از نوعی که در موسسه پلی تکنیک ویرجینیا طراحی شد). در برپایی این گلخانه ها، از طرح سوله ای استفاده می شود. این گلخانه ظاهری دلپذیر داشته و در داخل آن ستونی دیده نمی شود.

فضای دارای هوای مرده باقی می ماند که خاصیت عایقی را بیشتر کاهش می داد. اسکلت های A شکل و سوله ای باید دارای فضای هوای مرده ای به ضخامت چند فوت باشند. برای حل این مشکل، گلخانه گاتیک آرج در موسسه پلی تکنیک ویرجینیا گسترش پیدا کرد. (شکل ۹-۲) گلخانه هایی که عرض ۹/۱ m و چهارچوب هایی با ضخامت ۱۱ سانتیمتر دارند، می توانند بدون استفاده از ستونها ساخته شوند.

گلخانه هایی که تاکنون در مورد آنها بحث شده است از چوب هایی با طول عمر کم ساخته می شدند که نیاز به نقاشی ممتد برای جلوگیری از پوسیدگی داشتند، معمولاً از رنگ سفید برای نقاشی گلخانه ها، استفاده می گردد تا شدت نور داخلی را افزایش دهد. وقتی رنگ در قسمت داخلی یا خارجی گلخانه به کار برده می شود، نباید از رنگ جیوه دار استفاده کرد. زیرا جیوه موجود در رنگ، شروع به تبخیر می کند و در نتیجه برای محصول زیان آور است. رنگ هایی که برای نقاشی گلخانه ساخته می شوند، بی خطرند. برای جلوگیری از آسیب جیوه، می توان از رنگ های دیگر استفاده کرد. اگر رنگ جیوه دار، اشتباهاً استفاده شود، می توان با پوشاندن آن با مخلوط وزنی حاوی ۵ قسمت قارچ کش آهک - گوگرد و ۱۰ قسمت آرد گندم در ۱۰۰ قسمت آب جلوی زیان به محصول را گرفت.

تیرها و چوب های دیگر که در تماس با زمین هستند باید با یک ماده محافظ آغشته شوند. ممکن است چوب های دارای پوشش محافظ را بتوان خریداری کرد. چندین ماده محافظ موجود است که همه این مواد بی خطر نیستند. از پنتاکلروفنل^۱ و کریوزت (کریوزف)^۲ هرگز استفاده نکنید. کریوزت وقتی با ریشه و برگها تماس پیدا می کند آنها را می سوزاند. پنتاکلروفنل، بخاراتی تولید می کند که بیش از یک سال دوام دارند و برای گیاهان سمی هستند. بعضی از مواد محافظ قادرند تمام گیاهان گلخانه را از بین ببرند. با

1- pentachlorophenol

2- creosote



انتقال محصولات به گلخانه‌هایی که تیرکهای آن به تازگی به مواد محافظ آغشته شده‌اند باعث مرگ این محصولات می‌شود. یکی از محافظین مناسب چوب نفتنات مس است^۱ که با نامهای تجاری مختلفی به فروش می‌رسد و معمولاً دارای ۲ درصد از محلول نفتنات مس است و به صورت اسپری، شستشو دادن، یا با استفاده از قلم‌مو به کار می‌رود. این ماده محافظ عالی برای اسکلت و نیز برای سکوها و طبقات چوبی بسیار مناسب است. چوبهایی که تحت فشار با نمک وُلْمَن^۲ آغشته شده‌اند را نیز می‌توان برای گلخانه‌ها به کار برد. این ماده نیز بی‌خطر است.

با گذشت زمان قیمت چوب در مقایسه با فلز به‌طور شگفت‌انگیزی بالا رفت و هزینه نقاشی مداوم چوب نیز مزید بر علت بود. تا سال ۱۹۷۰ طرحهای گلخانه‌های دارای پوشش پلاستیکی بیشتر از دو نوع بودند. اولین نوع که حداقل هزینه را دارد و امروزه نیز از آن استفاده می‌شود، گلخانه کوانست است. (شکل ۱۰-۲). گلخانه‌های کوانست را می‌توان به صورت پیش‌ساخته خرید و یا در محل درست کرد. اغلب این سوله‌ها از لوله‌های آبی که قوسهای ۱۸۰ درجه دارند ساخته می‌شوند. که برای هرچه عمودی‌تر قرار دادن دیواره‌های جانبی اصلاحاتی در آن صورت می‌گرفت. در گلخانه‌هایی که ۶/۱ m عرض دارند لوله دارای ۱/۸۸ سانتیمتر قطر و برای گلخانه‌هایی که عرض ۹/۱ m دارند، لوله دارای ۲/۵ سانتیمتر قطر به کار می‌روند. نباید از لوله‌های برگمان آلومینیومی استفاده کرد. زیرا توانایی کافی برای نگهداری وزن برف را ندارد. برای ساخت این گلخانه‌ها کمانهای لوله‌ای که تا حدی بزرگتر است به داخل زمین، فرو می‌کنند. الوار چوبی دارای مقطع ۵×۲۰ سانتیمتر طوری نصب می‌شود که مقداری از آن را خاک می‌پوشاند. این الوار نقطه اتکا را برای نصب پوشش پلاستیکی فراهم می‌کند. کمانهای لوله‌ای توسط تیرهای افقی که در امتداد طولی خانه قرار گرفته‌اند، حمایت

1- copper naphthenate

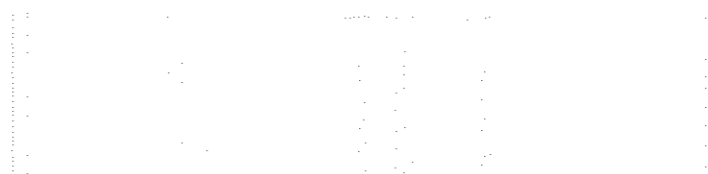
2- Wolman salt

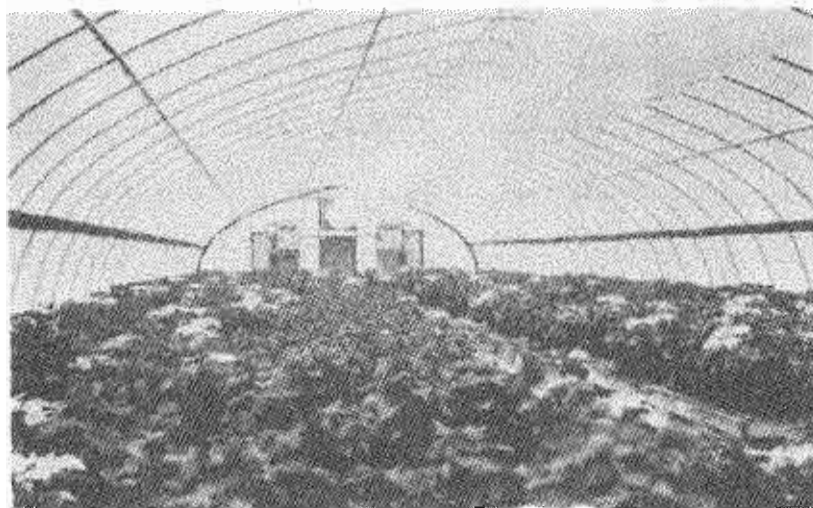
می‌شوند. کمانها به فاصله‌های ۹۰ - ۷۵ سانتیمتری از یکدیگر قرار می‌گیرند. عرض پوشش پلاستیکی مورد استفاده برای پوشاندن گلخانه‌های کوانست با توجه به ارتفاع و شکل سوله‌ها متغیر می‌باشد. معمولاً گلخانه‌ای با عرض ۶/۱m نیاز به صفحه پلاستیکی با عرض ۹/۸m دارد عرض پوششی که برای گلخانه‌های کوانستی با پهنای ۹/۱m به کار می‌رود تا حد زیادی متغیر است. بیشترین عرضهای معمول ۱۲/۲ و ۱۲/۸ متری‌اند.

گلخانه‌های کوانست ممکن است یا به صورت مجزا ساخته شده یا به صورت جوی و پشته‌ای همانطوری که در شکل (۲-۱۱) نشان داده شده است، ساخته شوند. در این گلخانه‌های جوی و پشته‌ای کمانها به تعداد کافی به هم متصل می‌شوند. و به این ترتیب فضای درونی بزرگ و واحدی به وجود می‌آید که ساختار آن با حرکت‌های نیروی کار ماشینی در داخل آن سازگاری دارد. و به عبارت دیگر اتوماسیون در آن قابل اجرا است.

دومین طرح گلخانه‌ای ساخته شده از ورقه‌های پلاستیک که اخیراً عمومیت یافته است، گلخانه‌هایی است که سقفهای قوسی‌شان از عرض به هم متصل است. شکل (۲-۱۲). آبروها می‌توانند در این نوع گلخانه در ارتفاعات بالاتری نسبت به گلخانه‌های کوانست و جوی و پشته‌ای، قرار گیرند. در این نوع گلخانه فضای لازم برای فعالیت تراکتورها و کامیونها وجود دارد. آبروها در فواصل ۳/۶۵ تا ۱۲/۲ متری قرار می‌گیرند که بستگی به سازنده آن دارد. ستونها را می‌توان در گلخانه‌هایی که آبروهایشان به فاصله ۳/۶۵ متری از یکدیگرند، زیر هر آبرو، بطور یک در میان و یا سه در میان قرار گیرند. فاصله‌گذاری ۱۱ متری بین ردیف ستون اگرچه پرهزینه است، اما این امکان را فراهم می‌کند که به این وسیله بتوان با پارچه سیاه، روی گیاهان سایه انداخت.

در گلخانه‌هایی که سقفهای قوسی‌شان از عرض به هم متصل است سطح کوچکتري





شکل ۱۰-۲. گلخانه کوانست دارای اسکلت فلزی که امروزه بین استفاده کنندگان پوشش پلاستیکی بسیار پرطرفدار است. ساخت این گلخانه خیلی کم هزینه بوده، نیاز به نقاشی ندارد و برای استفاده از پوششهای دوبل (دولایه‌ای) پلاستیکی بسیار مناسب است.

در معرض هوا قرار می‌گیرد و در نتیجه هزینه سوخت کم می‌شود. فقط یک پوشش پلاستیکی ۱۱/۱ متری برای پوشاندن مساحتی از سقف که بین دو ستون واقع شده است، در این نوع گلخانه مورد نیاز است. مساحت مابین ستونهایی که دارای فاصله‌های ۳/۷، ۵/۲، ۶/۴، ۶/۷ و ۹ متری هستند را می‌توان با ورقه‌های پلاستیکی دارای ۴/۳، ۶/۱، ۷/۳، ۱۰/۷ و ۱۱ متر عرض، پوشاند. وقتی قسمت جدیدی به این گلخانه اضافه می‌شود می‌توان پوشش پلاستیکی را از روی دیوار کناری موجود برداشت و قسمت جدید را در آن نقطه بدون اینکه فاصله‌ای به وجود آید به گلخانه متصل کرد. به این روش در ابتدا گلخانه‌ای که با اتوماسیون سازگاری ندارد ساخته می‌شود و به تدریج با اضافه کردن قسمت‌های جدید، به ساختمانی که برای اتوماسیون مناسب است تبدیل می‌شود. امروزه بیشتر گلخانه‌های جدید در آمریکا، (چه موقتی و چه دائمی) با پوشش پلاستیکی است.

پوشش دولایه‌ای

امروزه عملاً تمام گلخانه‌های دارای پوشش پلاستیکی، از سیستم هوای فشرده بین دو لایه استفاده می‌کنند. دولایه پلاستیک که یکی از آنها مستقیماً روی سطح خارجی ورقه دیگر قرار می‌گیرد، توسط بالشتکی از هوای فشرده، از یکدیگر جدا می‌شوند. صفحه‌های پلاستیکی دولایه‌ای که در امتداد طولی گلخانه باز می‌شود و برای پوشاندن کل سوله به اندازه کافی عریضند برای این کار مناسب‌اند. توپهای این صفحات پلاستیکی در طول گلخانه (چه در گلخانه‌های کوانست و چه در گلخانه‌هایی که سقف‌های قوسی‌شان از عرض به هم متصل است)، غلتیده و باز شده و نصب می‌شوند. این صفحات در دو طرف جانبی گلخانه‌های کوانست به زمین متصل بوده و در گلخانه‌های دارای سقف‌های قوسی متصل از عرض، به آبروها متصل می‌باشند. این صفحات هرگز بر روی سوله محکم نمی‌شوند و فقط به طول چند سانتیمتر روی هم

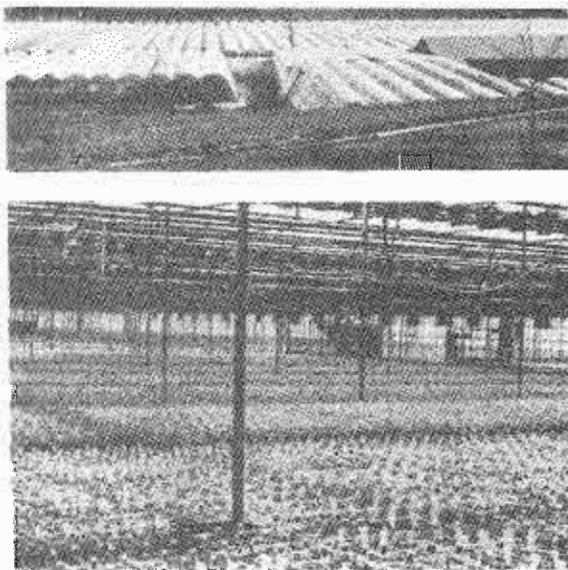


۲-۱۱. ترتیب گلخانه‌های کوانست به هم پیوسته که فضای داخلی بزرگی که متشکل از چندین واحد است را به وجود می‌آورد. به این ترتیب گلخانه‌ای متناسب با نیازهای اخیر اتوماسیون و کارایی بیشتر به دست می‌آید.

می‌افتند و فقط در قسمت‌های انتهایی گلخانه این صفحه‌دولایه‌ای محکم می‌شود. گاه در گلخانه‌های کوانست، صفحات پلاستیک با قرار دادن زهوارهای چوبی، روی آن محکم می‌شوند. بعضی از پرورش‌دهندگان از نوارهای پلاستیکی ضخیمی که ۲/۵ سانتیمتر عرض دارند استفاده می‌کنند که می‌توان آنها را از شرکت‌های تجهیزات گلخانه‌ای تهیه کرد. بسیاری از گلخانه‌ها با بسته‌های شیاردار پلاستیکی یا فلزی مجهزند. لایه‌های پوششی پلاستیکی روی شیار قرار گرفته و به داخل شیار رانده می‌شود و پلاستیک را محکم نگه می‌دارد. لایه خارجی پلاستیک جهت کاهش نور ماورای بنفش (U.V.) باید ۰/۱۵۲ میلیمتر ضخامت داشته باشد، در حالی که لایه درونی فقط نیاز به ۰/۱۰۲ میلیمتر ضخامت دارد زیرا میزان نور U.V. در این محل کمتر است. توپ پلی‌اتیلنی که ۷/۶m پهنا دارد، اغلب برای پوشاندن گلخانه‌های کم‌عرض به کار می‌رود. و به این روش هر دو لایه در یک مرحله نصب می‌شوند و نتیجتاً هزینه کارگر کمتر می‌شود. میزان کششی که به پلاستیک جهت نصب وارد می‌شود، مهم است. زیرا پوشش پلاستیکی با تغییرات درجه حرارت منقبض و منبسط می‌شود. وقتی که پوشش در یک روز سرد نصب می‌شود باید آن را سخت کشید. در یک روز گرم با درجه حرارتی نزدیک به ۲۷°C، باید به اندازه ۵ تا ۸ سانتیمتر در یک طرف از سرتاسر طول گلخانه (کوانست با عرض ۶/۱m) پلاستیک را آزاد گذاشت (کمتر کشیده شود) تا در موقع انقباض در هوای سرد، پاره نشود. اگر در هوای گرم پلاستیک محکم کشیده شود در هوای سرد زمستان پوشش پلاستیکی در نقطه‌های اتصال پاره خواهد شد و برعکس در هوای سرد اگر ورقه محکم کشیده نشود، شل شدن بیش از حد در هوای گرم باعث به وجود آمدن فضای اضافی هوا در بین دو لایه خواهد شد.

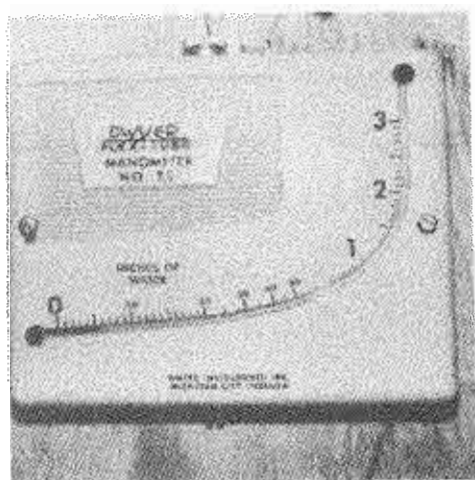
یک کمپرسور هوا در داخل گلخانه برای دمیدن هوا بین دو لایه پلاستیکی تعبیه می‌شود (شکل ۲-۱۳) فشار هوا بین ۵/۱ و ۷/۶ سانتیمتر ستون آب نگه داشته می‌شود.

حتی فشارهای بالاتر از ۱۳ سانتیمتر در زمانی که باد شدید می‌وزد استفاده شده است. به دلیل کشیده شدن پلاستیک، فشار زیاد نباید مورد استفاده قرار گیرد کمپرسور باید دارای دریچه قابل تنظیم جهت تنظیم فشار هوای بین دو لایه باشد. برای گلخانه‌ای به اندازه ۸m در ۲۹m فشار هوایی که کمپرسور ایجاد می‌کند باید بین ۵/۷-۱۱/۳ سانتیمتر باشد و در صورت نیاز به فشار زیاد فشار ۱۳ سانتیمتر ستون آب کافی است. در زمان بارندگی برف، وقتی که برف به سقف می‌چسبد، ممکن است خاموش کردن کمپرسور لازم باشد. این کار باعث خواهد شد که دو لایه پلی‌اتیلن به هم رسیده و تاثیر عایقی فضای هوای مرده را از بین ببرد. در نتیجه گرمای زیادتری از پوشش عبور می‌کند و باعث ذوب شدن برف و از بین رفتن فشار حاصل از وزن برف روی سقف می‌شود. معمولاً کمپرسور روی دیوار انتهایی گلخانه نصب می‌شود، سوراخی در دیوار انتهایی متصل به کمپرسور ایجاد می‌شود، طوری که هوای تغذیه‌کننده کمپرسور از بیرون



شکل ۱۲-۲. نمایی از قسمت درونی و بیرونی گلخانه پلی‌اتیلن که سقف‌های قوسی شکل آن از عرض به هم متصل است. آقای آرت ون وین‌گردن در هرس‌شو، کارولینای شمالی.





ب



الف

شکل ۱۳-۲ الف) کمپرسوری که برای دمیدن هوا در فضای بین دو لایه پلاستیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. دریچه کناری را می‌توان برای تنظیم هوای تغذیه کننده کمپرسور و در نتیجه فشار بین دو پوشش گلخانه تنظیم کرد.

ب) یک فشارسنج به کار رفته برای اندازه گیری فشار هوای بین دو لایه پلاستیکی.

تأمین می‌شود. هوای بیرون سردتر از هوای بین دو لایه پلاستیکی است. همچنانکه هوای سرد بین دو لایه سقف گرم می‌شود، منبسط می‌گردد. این عمل به کنترل تراکم بین دو لایه پلاستیک کمک می‌کند. چنان تراکمی مقدار نور را کمی کاهش می‌دهد و همچنین مشکلات فرسودگی را فراهم می‌کند. اگر هوای مرطوب و گرم داخل گلخانه مورد استفاده قرار گیرد، سرد شده و بخار آب در بین دو لایه به مایع تبدیل خواهد شد.

لوله‌ای انعطاف پذیر بین کمپرسور و لایه درونی پلاستیک برای هدایت هوای فشرده به کار برده می‌شود. یک بریدگی به شکل + در داخل لایه درونی پلاستیک ایجاد و لوله از میان آن رد می‌شود. چهار نقطه‌ای که از بریدن پلاستیک حاصل می‌شود، به طرف بیرون کشیده شده و روی لوله چسبانده می‌شوند تا هوایی خارج یا داخل نشود. هوا از طریق این لوله از کمپرسور به فضای بین دو لایه هدایت می‌شود. این سیستم برای

دمیدن هوا در کل سقف گلخانه سبک کوانست کافی است. معمولاً پلاستیک دولایه در قسمت یال بالایی سقف گلخانه‌های A شکل، سخت کشیده می‌شوند و به این وسیله سقف را به دو بخش مجزا برای دمیدن تقسیم می‌شود. و هوا را به هر یک از این بخشها، توسط لوله‌های قابل انعطافی که درست در زیر یال بالایی سقف^۱ قرار می‌گیرند، هدایت کرد. در دیواره‌های کناری و انتهایی نیز می‌توان بدون استفاده از کمپرسورهای اضافه هوا دمید.

تکه‌هایی از لوله آبیاری باغ را می‌توان بین دو لایه پلاستیک قرار داد تا فضای بین دو لایه سقف را به فضای بین دو لایه دیوارهای کناری یا انتهایی مرتبط کنند. یا می‌توان از لوله‌ها ارتباطی انعطاف‌پذیری که برای این منظور ساخته می‌شوند استفاده کرد.

فشار بین لایه‌های پلاستیک، باید برای جدا نگه داشتن لایه‌ها در هنگام وزش باد کافی باشد و در عین حال برای جلوگیری از پاره شدن لایه‌ها فشار خیلی زیاد نباشد. می‌توان برای اندازه‌گیری این فشار، فشارسنجی را از شرکت‌های تجهیزات گلخانه‌ای خرید. فشارسنج وسیله ساده‌ای است و خود پرورش دهنده می‌تواند آن را به ترتیب زیر به آسانی بسازد.

۱. یک تکه طویل ۶۱ سانتیمتری از لوله پلاستیکی شفاف را به شکل U خم کنید و آن را به یک تخته بچسبانید.

۲. یک بریدگی به شکل + در لایه درونی پلاستیک ایجاد کنید و یکی از سرهای لوله پلاستیکی را در آن جا دهید.

۳. پوشش پلاستیکی را به لوله با استفاده از نوار پلاستیکی بچسبانید.

۴. در حدود ۲۰ سانتیمتر آب در لوله، بریزید که در قعر لوله U شکل قرار گیرد. هر دو سر

1- ridge



لوله را باز بگذارید.

۵. خط کشی را به تخته در پشت یا در کنار طوئی لوله پلاستیکی بچسبانید. فشار بین لایه‌های پلاستیک، آب را در آن طرف از لوله U شکل که به ورقه پلاستیک وصل است به سمت پایین می‌راند و در طرف مقابل ستون آب به طرف بالا می‌رود. صعود آب به میزان ۵/۱-۷/۶ سانتیمتر نشان‌دهنده فشار مطلوب است. اگر ماده رنگی به آب اضافه کنیم بهتر دیده شده و فشار به آسانی خوانده می‌شود.

استفاده از سیستم‌های هوای فشرده بهترین روش برای پوشاندن گلخانه‌های دارای پوشش دو لایه‌ای پلاستیکی است. مزیت دیگر این سیستم طول عمر بیشتر آن است. چرا که لایه خارجی پلاستیک روی بالشتکی از هوا قرار می‌گیرد. پلاستیک به کار برده شده در روشهای دیگر، (غیر از سیستم هوای فشرده) با برخورد مکرر به سوله، (به وسیله بلند شدن و افتادن) توسط باد فرسوده می‌شود. پلی اتیلن موجود در پوشش دو لایه‌ای حاوی هوای فشرده سه سال دوام می‌آورد.

گلخانه‌های ساخته شده از صفحات محکم

پلی وینیل کلراید^۱

صفحات محکم پلی کلرید وینیل (PVC) در اکثر نقاط بدون استفاده مانده‌اند. در ابتدا تصور می‌شد که از نظر هزینه، این صفحات، ارزانترند. (حدود ۴۰ درصد کمتر از هزینه FRP). این صفحات، زمانی که پلی اتیلن یک سال عمر داشت، طول عمر تقریبی آن پنج سال یا بیشتر بود. استفاده تجاری از این صفحات موجب شد که این عمر به کمتر از ۲ سال برسد. همچنین هزینه صفحات PVC ۴ تا ۵ برابر بیشتر از ورقه پلی اتیلن

1- Polyvinyl chloride

و نیاز به زمان بیشتری برای نصب دارد. PVC محکم مثل ورقه‌های پلاستیکی دیگر در معرض تاثیر تخریب‌کننده نور UV بود که باعث تیره شدن و شکنندگی آن می‌شود و در ابتدای کار، انتقال نور کاهش می‌یابد و بعد از مدتی صفحات می‌شکند. PVC محکم به صورت چین‌دار در پهنای ۶۶ تا ۷۱ سانتیمتر و طول ۲/۴ تا ۳/۷ متری و به رنگهای مختلف در بازار وجود دارند. به‌هرحال صفحات روشن برای استفاده در گلخانه به کار می‌رود.

فایبرگلاس مقاوم (FRP)

نقش: فایبرگلاس مقاوم، FRP از دهه گذشته تا به حال بیشتر، برای پوشش گلخانه‌ها به کار می‌روند. همانند PVC، صفحات چین‌دار FRP به دلیل استحکام بیشترشان مورد استفاده قرار می‌گیرند. گاه صفحات مسطح در روی دیوارهای کناری و انتهایی، یعنی جایی که سنگینی بار کمتر می‌باشد، استفاده می‌شود. صفحات با پهنای ۱/۳ متر و در ازای ۷/۳ متری در رنگهای مختلف در بازار یافت می‌شوند. صفحات به اندازه کافی برای نصب بر روی گلخانه‌های کوانست انعطاف‌پذیرند. و به دلیل همین خاصیت است که از FRP به چندمنظوره استفاده می‌شود.

FRP را می‌توان در اسکلت‌های ارزان‌قیمت گلخانه‌های پلاستیکی (شکل ۱۴-۲) یا در اسکلت‌های مستحکم گلخانه‌های شیشه‌ای به کار برد (شکل ۱۵-۲). در مورد اول، هزینه FRP حد واسط پوشش پلاستیکی و شیشه‌ای است ولی این هزینه به علت عدم نیاز به تعویض جبران می‌شود. در مورد دوم گلخانه‌های حاوی FRP به همان اندازه گلخانه‌های شیشه‌ای هزینه دارد. گلخانه‌های FRP و شیشه‌ای هر کدام مزایا و معایبی دارد. FRP در برابر عوامل شکننده‌ای مثل تگرگ یا عوامل مخرب دیگر مقاومتر است. نور خورشید که از FRP می‌گذرد، توسط الیاف صفحات پخش می‌شود که در نتیجه آن شدت نور (در مقایسه با گلخانه‌هایی که پوشش شیشه‌ای دارند) تا حدی یکنواخت‌تر

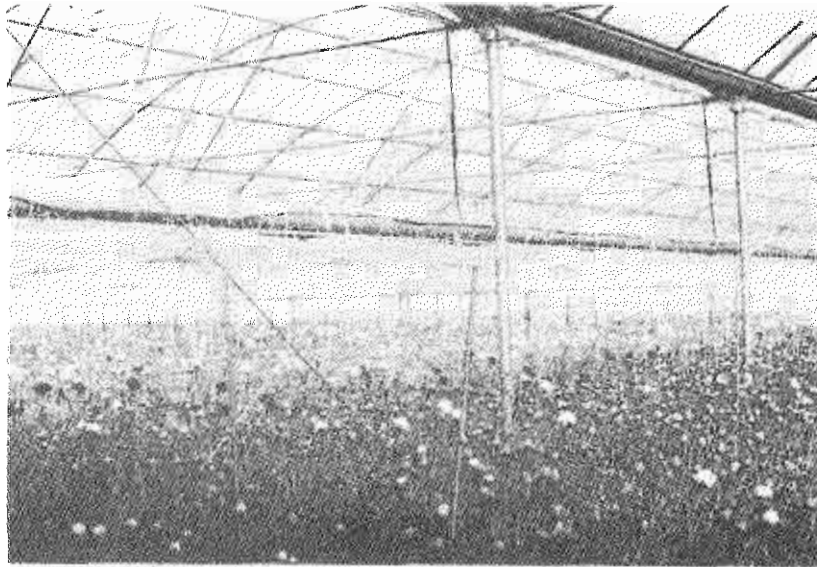


است و گیاهانی که در کناره‌های شمالی گلخانه قرار دارند، بهتر رشد می‌کنند. شیشه مشجر نیز مزیت پخش‌کنندگانی نور یکنواخت آن را داراست.

سطح صفحات FRP در معرض ساییدگی و خوردگی قرار می‌گیرد و به تدریج روی آنها گردوغبار جمع می‌شود و مکان مناسبی برای جلبکها می‌شود، که در نتیجه آن، صفحات سیاه شده و انتقال نور کم می‌شود. می‌توان با ساییدن سطح FRP با استفاده از یک فرچه سفت یا سیم ظرفشویی و سپس آغشته کردن آن با رزین اکریلیک وضع را بهبود بخشید. این ماده ارزان ولی نیاز به نیروی کار زیاد دارد. نیاز به آغشته کردن با شکل توجه به کیفیت FRP خریداری شده فرق می‌کند. بعضی از آنها ضمانت‌نامه نداشته و ممکن است فقط پنج سال یا کمتر دوام آورند. بعضی دیگر دارای ضمانت‌نامه‌هایی تا ده سال می‌باشند. آنهایی که دارای محافظ در برابر نور UV هستند، عمر طولانی‌تری دارند. در مقایسه با FRP شیشه می‌تواند به اندازه عمر پرورش‌دهنده یا بیشتر عمر کند. در حالی که FRP حدوداً نصف آن زمان دوام می‌آورد. تصمیم‌گیری در مورد انتخاب بین



۲-۱۴. گلخانه کوانست که با صفحه‌های FRP موج‌دار پوشانده شده است.



شکل ۱۵-۲. گلخانه‌ای با اسکلت آهنی و پوشش FRP

شیشه و FRP آسان نیست. بعضی از پرورش‌دهندگان بخشهای شمالی ایالات متحده گلخانه‌های شیشه‌ای را با FRP می‌پوشانند تا شدت نور داخل آن را افزایش دهند. آن بخش از اشعه‌های آفتاب که روی سقف شمالی می‌افتد، به جای منعکس شدن به طرف خارج، به داخل انتقال می‌یابد.

انتقال نور؛ مقدار کل نوری که از میان FRP شفاف انتقال می‌یابد، تقریباً با نوری که از میان شیشه انتقال می‌یابد برابر است (جدول ۲-۲) ولی با توجه به رنگ آن کاهش پیدا می‌کند. برای محصولات گلخانه به‌طور کلی، فقط FRP شفاف، انتقال نور رضایت‌بخشی دارد (۸۸ تا ۹۰ درصد). FRP رنگی استفاده محدودی در گلخانه‌ها دارد و برای مثال برای رشد بعضی از گیاهان خانگی که نیاز به شدت نور پایین دارد به کار می‌روند و نیز در نمایشگاه‌ها که گیاهان را در طول دوره فروش نگه می‌دارند استفاده می‌شوند.



انتقال گرما؛ از این نظر FRP، مزیت‌هایی بر شیشه دارد. FRP آسانتر خنک می‌شود. در آزمایشی که در دانشگاه ایالتی کلرادو روی دو گلخانه‌ای که از نظر سبک و اندازه یکی بود و یکی را با FRP شفاف و دیگری را با شیشه پوشاندند انجام شد، طول مدتی که فن‌های خنک‌کننده در هر گلخانه کار می‌کرد (از چهارم ماه ژوئن ۱۹۶۱ تا ۱۴ ژوئن ۱۹۶۲). در گلخانه FRP، برای خنک کردن به تعداد ساعات کمتری در هر ماه نیاز بود. در پایان این مدت، کلاً ۲۰۶۶ ساعت برای خنک کردن گلخانه شیشه‌ای مورد نیاز بود، در حالی که برای گلخانه FRP، مدت زمان مورد نیاز برای خنک کردن فقط ۱۶۶۸ ساعت بود. و تفاوت این دو، ۱۹ درصد بود. اما نیاز گرمایی زمستان برای گلخانه‌هایی که با FRP چین‌دار (موج‌دار) پوشانده شده‌اند حدوداً معادل گلخانه‌های شیشه‌ای کوچک است.

ساخت: گلخانه‌های FRP به اجزای ساختمانی کمتری نسبت به گلخانه‌های شیشه‌ای نیاز دارند. زیرا به قاب پنجره نیازی نیست. بنابراین در امر ساختن گلخانه‌های FRP به نیروی کار کمتری نیاز است. FRP هم دارای کیفیت بالاتر است و هم هزینه آن نسبت به شیشه کمتر است. صفحات FRP ۱/۳۴m-۱/۲۸m پهن‌تر دارند. ولی در زمان نصب که بخش‌هایی از آنها روی هم می‌افتد عرض مفید آنها به ۱/۲۲ متر کاهش می‌یابد، یعنی ۱/۲۲m پهنای پوششی موثر دارند. ضخامت FRP با توجه به وزن هر $\frac{1}{9}$ مترمربع اندازه‌گیری می‌شود. جایی که احتمال برف سنگین می‌رود صفحات ۱۴۰ گرمی (با ضخامت ۰/۷۶ میلیمتر) روی بخش‌های مسطح سقف مورد استفاده قرار می‌گیرند و صفحات ۳۹۲ گرمی (با ضخامت ۰/۷۶ میلیمتر) روی طاق سقف‌ها و دیوارهای عمودی به کار می‌روند. به این ترتیب خرپاها به فاصله ۲/۴-۳ متر و تیرکهای طولی افقی به فاصله ۱/۲ متری از یکدیگر قرار می‌گیرند.

تا آنجا که ممکن است گلخانه باید طوری ساخته شود که اجازه ورود هوا به داخل را ندهد. آب‌بندهای پلاستیکی چین‌داری (شکل ۱۶-۲) وجود دارند که بین پانل FRP و

اجزای اسکلت (مثل پیشامدگی لبه بام^۱) و پایه قرار گرفته و جلوی هوای خارجی را می‌گیرند. درزگیرهایی را می‌توان برای جلوگیری از نفوذ آب باران از محل اتصال صفحات FRP واقع در قسمت فوقانی سقف به کار برد. درزگیرها را می‌توان از آلومینیوم یا FRP چین‌دار درست کرد. و با پیچهای خودکار مخصوص چوب یا آلومینیوم به تیرکهای طولی افقی وصل کرد. این پیچها دارای واشرهای لاستیکی‌اند که در زیر سر پیچ قرار گرفته و سوراخ به وجود آمده توسط آن را می‌بندند.

زمانی که عمل میعان در سطح درونی FRP انجام می‌شود، در طول فرورفتگیهای چین جریان می‌یابد. اگر صفحات FRP مستقیماً به تیرکهای طولی افقی وصل شوند، فرورفتگیهای چین با تیرکهای طولی افقی تماس پیدا می‌کند. آب با رسیدن به این نقطه به طرف تیرک طولی افقی جریان پیدا می‌کند و از لبه آن پایین می‌چکد و به این ترتیب به گیاهان واقع در زیر آن آسیب می‌رساند. صفحه FRP باید بالاتر از تیرک طولی افقی قرار گیرد که برای این امر از پایه‌های فلزی U شکل بین تیرک طولی افقی و فرورفتگی صفحه FRP استفاده می‌شود. میخ یا پیچی که صفحه را به تیرک طولی افقی وصل می‌کند، از میان پایه می‌گذرد (شکل ۲-۱۷).

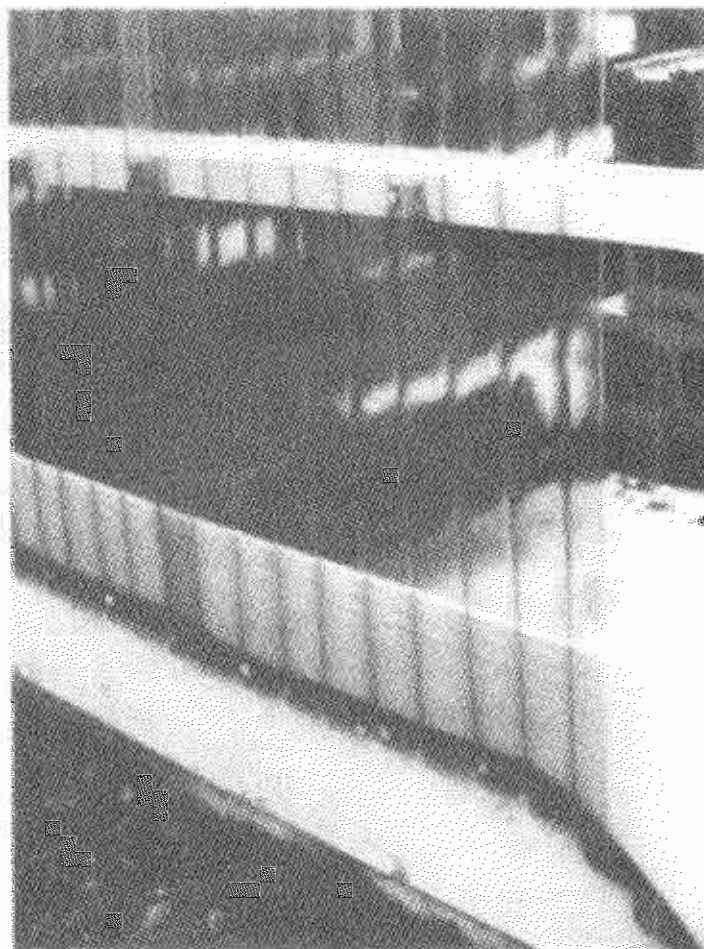
خطر آتش‌سوزی: بسیاری از گلخانه‌ها از این نظر بیمه‌اند. آتش در گلخانه‌های شیشه‌ای خطر مهمی محسوب نمی‌شود ولی نگرانی‌های زیادی را در گلخانه‌های FRP به وجود می‌آورد. فایبرگلاس خالص نمی‌سوزد ولی رزینهای پلی‌استر^۲ و اکریلیک^۳ که آنها را به هم چسبانده، می‌سوزد. چند سال پیش در شبی که باد تندی می‌وزید، آتشی که تصور می‌شد ناشی از سیم الکتریکی خراب واقع در زیر پرده پارچه‌ای سیاه (سایه‌انداز) بود، به پوشش FRP یک گلخانه جوی پشته‌ای سرایت کرد. و بدین ترتیب بیش از ۴۸۴

1- eaving

2- Polyester

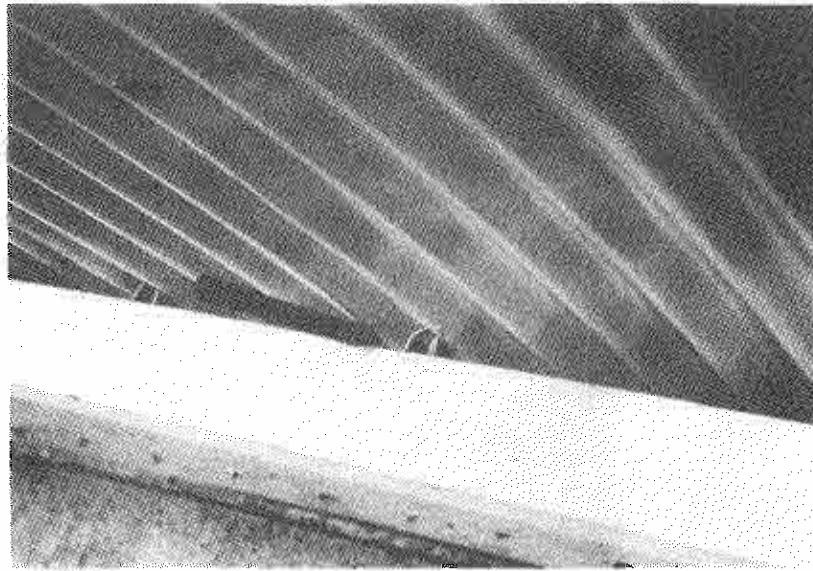
3- acrylic





شکل ۱۶-۲- یک نوار آبند پلاستیکی چین دار که جهت جلوگیری از ورود هوای بیرون در نقطه‌ای که صفحه FRP چین دار به اجزای اسکلت متصل می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

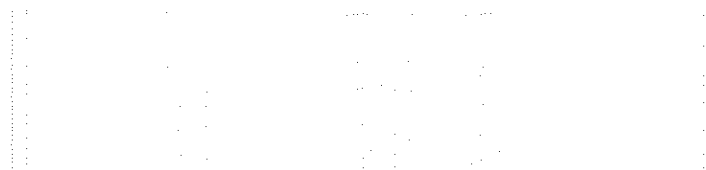
مترمربع گلخانه در عرض ۲۰ دقیقه سوخت. نرخهای بیمه که برحسب احتمال خطر بیشتر، ارائه می‌شوند، برای گلخانه‌های FRP زیادترند. صفحات FRP که به آسانی شعله‌ور نمی‌شوند نیز، وجود دارند که از بهترین نوع FRP می‌باشند. این صفحات وقتی که مستقیماً در معرض آتش قرار می‌گیرند، هیچ کمکی برای جلوگیری از شعله‌ها نمی‌کنند.



شکل ۱۷-۲ پایه‌های فلزی U شکل بین تیرک طولی افقی و صفحه FRP قرار می‌گیرند تا فضایی را جهت جریان آبی که از عمل میعان به وجود آمده بتواند در طول سطح درونی صفحه به طرف ناودان فراهم کند. علامتی که مشاهده می‌شود برای نشان دادن این محل است.

آکریلیک و پلی‌کربنات

صفحات آکریلیک و پلی‌کربنات دولایه‌ای محکم، با عمر حدود ۱۰ سال برای استفاده در گلخانه یافت می‌شوند. تعدادی از موسسات تحقیقاتی از این صفحات استفاده می‌کنند. ولی در صنعت تجاری کاربرد این صفحات کم است. بیشترین استفاده‌ای که از آنها تاکنون شده است در دیوارهای انتهایی گلخانه‌های ساخته شده از ورقه‌های پلاستیکی و FRP و شیشه‌ای کهنه قابل استفاده، بوده است. تعداد کمی از گلخانه‌های جدید کاملاً با این صفحات پوشانده می‌شوند. صفحات آکریلیک به میزان زیادی، قابلیت اشتعال دارند، ولی پلی‌کربنات‌ها این قابلیت را ندارند. صفحات آکریلیک در ضخامتهای ۱۶ میلیمتر و ۸ میلیمتر وجود دارند. صفحات ضخیمتر نمی‌توانند خم شوند ولی صفحات نازکتر خم می‌شوند تا مناسب گلخانه‌هایی که سقف خمیده دارند،



باشند. صفحاتی وجود دارند که برای جلوگیری از میعان ساخته شده‌اند. دو لایه اکریلیک این صفحات توسط رگه‌هایی که در فواصل ۱۶-۲۴ میلیمتری قرار گرفته‌اند از هم جدا می‌مانند. این صفحات دارای پهنای ۱۲۰ سانتیمتر بوده و درازایشان تا ۱۱/۹m می‌رسند. پهنای پوششی موثر صفحه ۱۲۲ سانتیمتر است زیرا تکیه‌گاه پایه فلزی فضای بین صفحات را پر می‌کند. میزان گرمای از دست رفته (U) از صفحات ۸ و ۱۶ میلیمتری به ترتیب $(3/68 \text{ w/m}^2.k)$ و $(3/29)$ است. میزان گرمای از دست رفته از شیشه $(6/40 \text{ W})$ است که تقریباً دو برابر میزان فوق است.

میزان عبور نور از صفحات (PAR) ۸۳ درصد است. صفحات نازک این نوع پوشش، کمی بیش از ۳ درصد از انتقال نورشان در مدت ۱۰ سال کاهش می‌یابد. صفحات با ضخامت هشت میلیمتر، ۱۷/۲۲ دلار به ازای هر مترمربع به فروش می‌رسند، در حالی که قیمت صفحات ۱۰ میلیمتری تقریباً ۲۱/۵۳ دلار به ازای هر مترمربع است. صفحات پلی‌کربنات با ضخامت ۶/۴، ۸، ۱۰ و ۱۶ میلیمتر عرضه می‌شوند. صفحات نازک‌تر قابلیت خم شدن دارند و مناسب گلخانه‌های دارای سقف خمیده می‌باشند. ولی صفحات ضخیم‌تر را نمی‌توان خم کرد و مشخصات آنها مشابه صفحات اکریلیک است. صفحات دارای پوشش برای جلوگیری از ریزش قطرات آب (بخار آب میعان شده) و اگر دارای پوشش اکریلیک باشند برای ممانعت از عبور نور UV ساخته می‌شوند. این صفحات با پهنای ۱۲۲ سانتیمتر تا ۲۴۴ سانتیمتر و درازای ۹/۷۵ متر موجود می‌باشند. میزان گرمای از دست رفته از این صفحات $(3/69, 3/29 \text{ m}^2.kw)$ به ترتیب برای صفحات نازک و ضخیم بوده و انتقال نور (PAR) ۷۹ درصد است. کاهش انتقال نور در صفحات نازک در هر سال یک درصد تخمین زده می‌شود. صفحات ۶ و ۸ میلیمتری به ترتیب ۱۷/۲۲، ۱۴/۵۳ دلار به ازای هر مترمربع بفروش می‌رسند.

سکوهای کشت و بسترها

گلهای بریده (شاخه بریده)

اولین تقسیم در پرورش گلهای بریده این است که آیا آنها را در سکو پرورش دهیم یا در زمین. اگر محصول دارای ارتفاع متوسط است مثل گل داودی و میمون می توان از سکو استفاده کرد. به هر حال این سکوها باید نزدیک زمین قرار داده شوند تا گیاهان در ارتفاعی که امکان حذف جوانه ها، محلول پاشی و برداشت وجود داشته باشد، قرار گیرند. رزها به مدت حدوداً ۵ سال پرورش پیدا می کنند و در طول این مدت به طور فزاینده ای طویل می شود. بیشتر آنها را در زمین پرورش می دهند تا در ارتفاع پایینتری قرار گیرند. دوره رشد میخکها حدود یک تا دو سال است و آنها نیز خیلی بلند می شوند. سالها پیش این گیاه بیشتر در زمین پرورش داده می شد، ولی به وجود آمدن یک بیماری (پژمردگی باکتریایی)، این روش پرورش را در شمال ایالات متحده منسوخ کرد زیرا پاستوریزه کردن خاک اطراف ریشه در بسترهای زمینی به اندازه کافی ممکن نبود و گیاه مرتباً دچار بیماری می شد. از آن زمان به بعد آنها را در سکو پرورش می دهند.

اگر بسترهای زمینی برای پرورش انتخاب شوند، باید آنها را به گونه ای مورد استفاده قرار داد که خاک اطراف ریشه را از قسمت های دیگر خاک مجزا گردد. به این ترتیب، خاک اطراف ریشه را می توان به طور کامل براساس برنامه ای منظم پاستوریزه کرد و احتمال بیماری را کاهش داد. بتون برای بسترهای زمینی خیلی مناسب است (شکل ۱۸-۲) ته بستر باید ۷ شکل بوده و از دو سطح مورب ساخته شده باشد، محل تقاطع این دو سطح حداقل ۴ سانتیمتر پایینتر از اطراف باشد. باید روی محل تقاطع را با آجرهای نصفه پوشاند و بستر باید در هر ۱۲۰۰ سانتیمتر یک سانتیمتر اختلاف ارتفاع داشته باشد تا زهکشی به خوبی انجام گیرد و بعد از این عمل کل بستر را با سنگ ریزه پوشاند تا اجازه



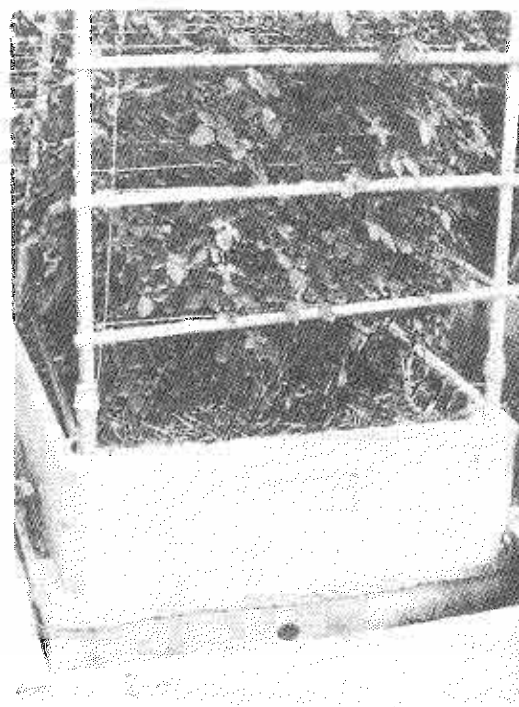
حرکت جانبی آب را به طرف آجر بدهد. در نقطه‌ای که آجر با بستر تماس پیدا می‌کند باید سوراخی برای زهکشی آب تعبیه شود. آجر نیاز دیگری را نیز برآورده می‌کند و آن این است که بخار داده شده، از میان آجر و متعاقب آن از خاک عبور کرده و آن را پاستوریزه می‌کند.

بسترهای زمینی به طریق دیگری نیز ساخته می‌شوند که هزینه بیشتری دارند (شکل ۱۹-۲). در این بسترها دیواره‌های کناری از چوب روکش دار یا بلوکهای بتونی می‌باشند. دیواره باید حداقل تا عمق ۲۰ سانتیمتری در خاک فرو رود تا به خاک زیرین دارای زهکشی خوب مثل خاک تحت‌الارض شنی برسد. اگر خاک زیرین دارای زهکشی مناسبی نباشد، باید لوله‌های سفالی زهکشی در زیر بستر تعبیه شود. راهروها باید با سنگ‌ریزه پوشانده شوند، راهروهای سنگفرش شده باید برای زهکشی شیب‌دار باشند. جدا کردن راهروها از بسترها مهم است زیرا: (۱) به آسانی توسط خاک چسبیده به ته کفش آلوده می‌شوند و آلودگی به بسترها گسترش پیدا می‌کند و (۲) در موقع آبیاری، آب از بسترها به راهروها جریان می‌یابد.

بسترهای زمینی برای گلهای بریده بلند مثل رزها و میخک کاملاً مناسبند. اگر سکوها برای گلهای بریده استفاده می‌شوند، باید بسیار نزدیک به زمین قرار گیرند. یک بلوک سیمانی ۲۰ سانتیمتری پایه مناسبی برای جدا کردن سکوها از زمین است. باید سوراخهای زهکشی متعدد در امتداد طول سکو ایجاد کرد. سکو باید کاملاً تراز بوده تا آب‌گرفتگی و خشکی در بعضی از سطوح به چشم نخورد. سکوهای کشت عموماً از سیمان و چوب روکش دار ساخته می‌شوند. سکوی سیمانی را می‌توان در محل گلخانه درست کرد و یا به صورت قالبهای سیمانی پیش‌ساخته تهیه نمود. برای هر سطوح جانبی سکو یک قالب به کار می‌رود. چند قالب که به صورت طولی قرار می‌گیرند، برای ته سکو استفاده می‌شوند. و برای انجام عمل زهکشی آنها به فاصله ۱/۳ سانتیمتر از هم قرار می‌دهند. از بسترهای آهنی گالوانیزه برای محکم کردن این

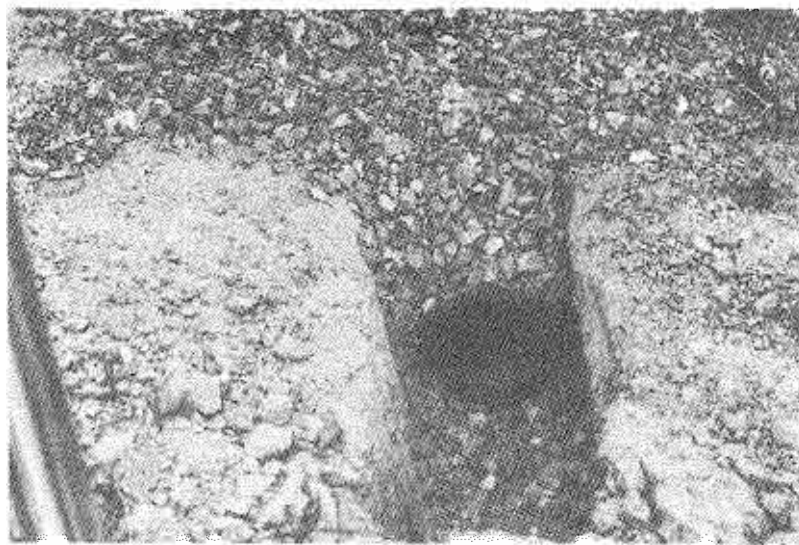
قالبها به چهارچوب لوله‌ای یا پایه‌های سیمانی که در زیر کف شاسی هستند، استفاده می‌شود.

چوبهایی که برای ساختن سکو مناسبند شامل چوب سرو، سرخدار، اقاچیا و سدرند که در برابر پوسیدگی مقاوم می‌باشند. سکوهای چوبی برای محافظت باید با نفتنات مس^۱ رنگ شوند. از آنجا که مواد نگهدارنده طبیعی موجود در سرخدار باعث خورده شدن آهن و فولاد می‌شود به جای استفاده از میخها و پیچها و بستهای آهنی

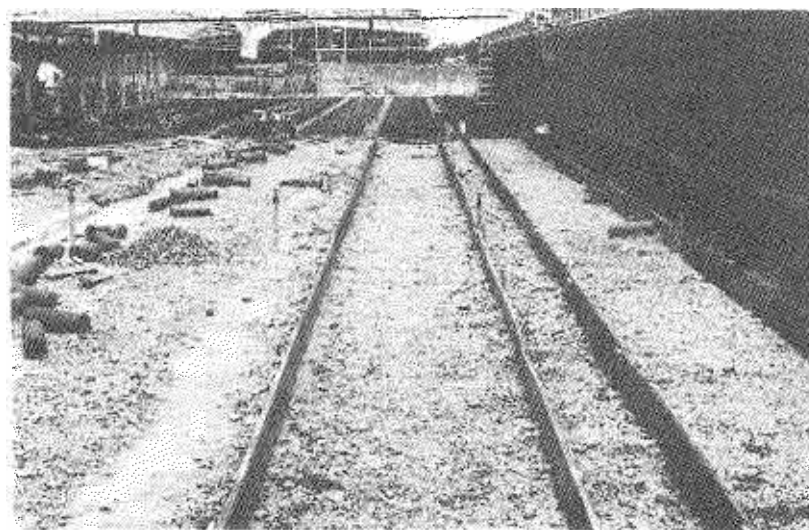


شکل ۱۸-۲- بستر زمینی بتونی برای تولید گل بریده به کار می‌رود. بستر دارای شیب و ۷ شکل است. ردیفی از آجرهای نصفه در طول بستر در پایین‌ترین نقطه قرار می‌گیرد. تا آب را به طرف شیار زهکش موجود در کف بستر هدایت کند. زهکش بتونی که در عرض گلخانه قرار گرفته آب تمام بسترها را جمع می‌کند و به بیرون از گلخانه هدایت می‌نماید. می‌توان بخار را از داخل سوراخ زهکش برای پاستوریزه کردن بستر تزریق کرد.

1- copper naphthenate



الف



ب

شکل ۱۹-۲ الف) لوله‌های سفالی زهکشی در سنگ‌ریزه‌ها و در زیر زمین قرار می‌گیرند.
ب) بسترهای زمینی با دیواره‌های چوبی روکش‌دار. خاک روی سنگ‌ریزه بستر که
دربرگیرنده زهکش است قرار می‌گیرد.

باید از نوع آلومینیومی یا برنجی یا رویی استفاده کرد.

عرضهایی که برای سکوهای کشت گلهای بریده در نظر گرفته می شود ۱/۱ تا ۱/۲ می باشد. رزها در بسترهایی که پهنای ۱/۲ متری دارند، پرورش می یابند. زیرا بوته ها به فاصله ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر (در هر جهت) کاشته می شوند. به این ترتیب، ۴ گیاه در عرض بستر قرار می گیرد. دیگر گلهای بریده ممکن است به فاصله های مختلفی از یکدیگر کاشته شوند، غیر از گلخانه های بسیار وسیع، سکوهای کشت در طول گلخانه ها قرار می گیرند. سکوهای کشت و بسترها باید دارای ۲۰ سانتیمتر خاک باشند تا ریشه گیاهانی که عمقشان ۱۸ سانتیمتر است را در خود جای دهند. اما بسترهای رز که باید ۳۰ سانتیمتر عمق داشته باشند، از این قاعده مستثنی هستند. راهروهایی با عرض ۴۶ سانتیمتر باید بین سکوهای کشت وجود داشته باشد. برای قسمت های مرکزی گلخانه به راهروی ۶۱ سانتیمتری نیاز است. به این ترتیب استفاده از سکوهای کشت، موجب می شود که حدود ۶۷ درصد از مساحت گلخانه تحت پرورش گل باشد.

محصولات گلدانی

سکوهای کشت، معمولاً برای محصولات گلدانی به کار می روند. برای آسانی کار باید ارتفاعشان از سطح زمین ۸۱ تا ۹۱ سانتیمتر باشد. اگر سکو در مقابل دیواری قرار گرفته است نباید پهنای آن از ۹۱ سانتیمتر تجاوز کند، و یا اگر از دو طرف می توان به آن دسترسی داشت پهنای سکو نباید از ۱/۸۳ متر تجاوز کند. کار بر روی گیاهانی که در مرکز سکوهای با عرض بیشتر قرار دارند، مشکل است و کارآیی کارگر کم می شود. وجود جریان هوا در اطراف هر گیاه مهم است تا اشباع رطوبتی در اطراف برگ و در نتیجه امکان بیماری کاهش داده شود. سکوهای کشت گیاهان گلدانی نباید دیواره داشته باشند. کف سکوها تا آنجا که ممکن است باید منفذ داشته باشد. تخته های چوب سرخدار به همراه تور سیمی محکم برای ساختن کف سکوها مناسبند. تخته های چوب



سرخدار می‌توان بر روی چهارچوبی با مقطع ۵ در ۱۰ سانتیمتر (شکل ۲۰-۲) یا با چهارچوبی که از لوله ساخته شده قرار دارد.

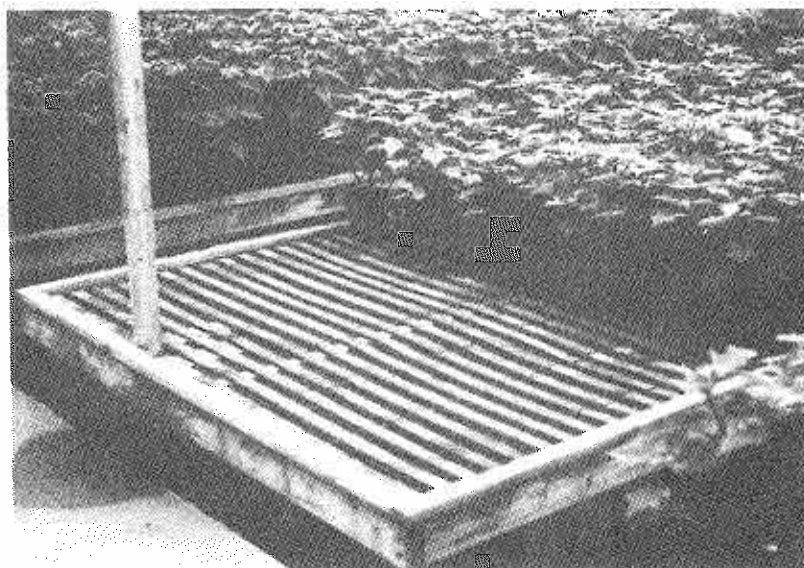
این چهارچوب، اغلب روی بلوکهای بتونی قرار می‌گیرند. تور سیمی دارای مربعات ۲/۵ سانتیمتر مربعی که دارای ۱۴ ردیف طولی از سیم است را می‌توان برای ساخت سکوها به کار برد. این سکوها موجب می‌شوند که هوا به میزان مناسبی جریان یابد.

نوع خاصی از سکوهای کشت گیاهان گلدانی برای سیستم کشت بسته به کار می‌رود. این سکوها نسبت به آب نفوذناپذیرند آنها را با محلولهای کود پر می‌کنند و با لوله به مخزنی که در زیر آن قرار گرفته وصل می‌نمایند تا محلول مزبور را در زمان عدم نیاز در خود ذخیره کند. (برای درک جزئیات این سیستم به بخش ۹ رجوع کنید).

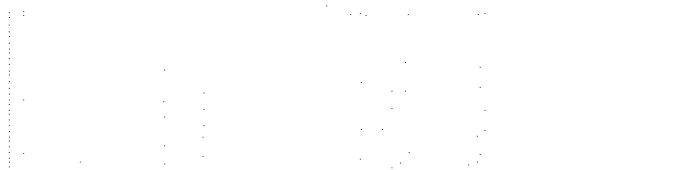
سکوهای کشت گلهای بریده به صورت طولی در گلخانه قرار می‌گیرند تا تعداد قیم‌های انتهایی را که برای نگهداری گیاهان مورد نیازند و همچنین زمان لازم برای نصب سیمهای حمایتی را به حداقل برسانند. از آنجا که نصب محکم در سکوهای گیاهان گلدانی مورد نظر نیست، می‌توان این سکوها را در عرض گلخانه قرار داد تا مشکل جابه‌جایی گلدانهای سنگین را به حداقل برسانند. راهروی مرکزی با پهنای ۰/۶ تا ۱/۲ متری در امتداد طولی گلخانه‌های کوچک درست می‌شود تا گاریهای موتوری، جهت حمل و نقل گیاهان و مواد قادر به حرکت باشند. در گلخانه‌های سلسله‌ای بزرگتر باید راه ماشین‌روی ۲/۴ متری مرکزی برای حمل و نقل در داخل گلخانه فراهم گردد. راهروهای فرعی باید در اکثر جاها ۴۶ سانتیمتر پهنای داشته باشد و در جایی که این راهرو منتهی به دیوار است باید دارای پهنای ۹۱ سانتیمتری باشد و سکوها در انتهای راهروها واقع می‌شوند و سکوهایی که به این ترتیب مرتب شده‌اند به سکوهای شبه جزیره‌ای معروفند این امر منجر به استفاده از ۸۰٪ مساحت گلخانه می‌شود. ولی این میزان برای گلخانه‌هایی که سکوها در آن به صورت طولی مرتب شده‌اند ۷۶٪ است.

یکی از روشهای جدیدتر در استفاده موثر از فضای گلخانه‌هایی که در آن گیاهان گلدانی بر روی سکو پرورش می‌یابند، استفاده از سیستم سکوهای متحرک است. چنین سیستمی می‌تواند فضای تولید را تا حدود ۹۰٪ درصد مساحت کف گلخانه افزایش دهد. با چرخاندن اهرمی در انتهای سکو یا در انواع ساده‌تر با هل دادن سکو، می‌توان آن را به هر طرف حرکت داد. وقتی که سکو از راست به چپ حرکت داده می‌شود، راهروی طرف چپ بسته شده و راهروی جدیدی در طرف راست باز می‌شود (شکل ۲۰-۲۱) وقتی که چندین سکوی متحرک مورد استفاده قرار می‌گیرند، فقط یک راهرو مورد نیاز است که می‌تواند در هر موقعیتی قرار گیرد.

تعداد سکوهایی که باید در هر راهرو قرار گیرد، خود مسئله مهمی است. در روشی که نیمکتهای بطور ثابت قرار می‌گیرند، عملیات تولید را می‌توان به‌طور همزمان در هر راهرو انجام داد. این کار به سود محصولاتی است که نیاز به توجه مستمر، مثل تغییر فاصله



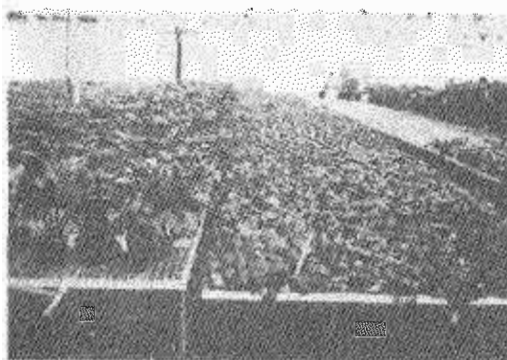
شکل ۲۰-۲۱- سکوی پرورش گیاهان گلدانی که کف آن از تخته سرخدار ساخته شده است، چهارچوب از الواری به سطح مقطع ۴ در ۱۰ سانتیمتر ساخته شده است. برای پایه‌های سکوها از بلوکهای بتونی استفاده می‌شود.



گیاهان، چیدن جوانه‌های اضافی، سربرداری کردن یا انتخاب گیاهان برای بازار دارند. محصولی مثل زنبق ایستر^۱ یا بنفشه آفریقایی^۲ که نیاز به عملیات زیاد تولید ندارند و در مدت کوتاهی به مصرف بازار نمی‌رسند سازگاری خوبی با سکوها‌های متحرک دارند. ممکن است تعداد ۵ سکو را در هر راهرو به عرض ۶۱ سانتیمتر برای چنین محصولی به کار برد. سکوها در زمره هزینه‌هایی‌اند که بیشتر در برآورد هزینه گلخانه‌های تجارتي فراموش می‌شوند. سکوها‌ی پیش‌ساخته در طرحهای مختلف وجود دارند و قیمت آنها ۱۹/۳۸ تا ۳۷/۶۷ دلار به ازای هر مترمربع از سکو، است. هزینه اضافی شامل ۵/۳۸ تا ۱۰/۷۶ دلار به ازای هر مترمربع برای نصب آنها است. در گلخانه‌های سلسله‌ای جوی و پشته‌ای که دارای یک فضای داخلی بزرگ و واحدند، نیاز به سنگفرش کردن کف یا اسفالت حفره‌دار یا بتون و بستر سنگریزه‌ای در زیر برای پرورش گیاهان گلدانی دارند (شکل ۲-۲۲). آب از میان سنگفرش بستر سنگریزه نفوذ می‌کند، ولی علفهای هرز نمی‌توانند از میان این لایه رشد کنند. می‌توان از اسفالت استاندارد که با زیرسازی کمتر همراه است یا از بتون منفذدار استفاده کرد که ترکیبی است از ۰/۷۶ مترمکعب سنگریزه شسته شده، ۵/۵ کیسه سیمان و ۸۸ لیتر آب. بتون منفذدار معمولاً در لایه‌ای به ضخامت ۱۰ سانتیمتر ریخته می‌شود. این سیمان با آزمایش مقاومت به فشار، معادل ۴۱۳۷ کیلو پاسکال مقاومت نشان داده است بنابراین می‌توان از وسایل حمل و نقل سبک در روی کف برای جابه‌جایی و انتقال محصولات استفاده کرد. این سیستم امکان استفاده از ۹۰ درصد مساحت گلخانه که برای پرورش محصول استفاده می‌شود، فراهم می‌آورد. یکی از معایب این سیستم این است که هزینه کار در آن زیاد است زیرا کار در روی زمین خسته‌کننده است و کارآیی کارگران را پایین می‌آورد. گیاهانی که در بستر کاشت می‌شوند مثل آزالیا، برخی گیاهان سبز و احتمالاً بنفشه



الف



ب

شکل ۲۱-۲ استفاده از سکوی متحرک برای کاهش سطح اشغال شده: الف - سکوی سمت راست در انتها الیه موقعیت راست واقع شده است: ب - سکوی سمت راست به سمت چپ قابلیت حرکت دارند که در نتیجه راهروها به سمت راست انتقال می یابند.



شکل ۲۲-۲ یک سلسله از گلخانه های حوی پشته ای (ridge-and-furrow) که در آن گیاهان گلدانی در کف گلخانه بر روی سطحی از آسفالت متخلخل پرورش می یابند. در این گلخانه فضای لازم برای پرورش به حداکثر خود می رسد و می توان در آن از تراکتور و بارکشها جهت انتقال و جابجایی گیاهان و مواد استفاده کرد.

آفریقایی سازگاری خوبی با این سیستم دارند.

..... هزینه ساختن گلخانه‌ها

جدول ۲-۳ میزان هزینه‌های ساخت انواع مختلف گلخانه‌های تجاری به مساحت $1858m^2$ را در سال ۱۹۹۰ نشان می‌دهد. هزینه‌ها شامل ساختار کلی، پوششهای منفذدار نقاط انتهایی گلخانه برای خنک و مرطوب کردن گلخانه، درها و کارگر مورد نیاز برای برقراری سیستمهای گرمایی و خنک‌کننده است. سیستمهای گرمایی از نوع بخاری‌های مجهز به فن می‌باشند. سیستمهای حرارت مرکزی که با آب گرم و بخار کار می‌کند ۱۶ تا ۳۲ دلار در مترمربع از گلخانه هزینه دارد. عمل خنک کردن در زمستان توسط عمل کنوکسیون (همرفت) انجام می‌شود ولی در تابستان برای خنک کردن از پوشالهای سلولزی مرطوب و فن که در پشت آن تعبیه شده است، استفاده می‌شود. صفحه‌های گرماده که به نام پرده‌هایی گرمایی نیز معروفند، قیمتشان در یک مساحت مشخص با توجه به تعداد پرده‌های به کاررفته متغیر است.

قیمت کلی و معقول گلخانه پلی اتیلن می‌تواند به میزان $1/50$ دلار در هر $\frac{1}{4}$ مترمربع باشد. ولی این میزان هزینه شامل پوشش، دیوارهای انتهایی، هزینه برپایی، سیستمهای گرمایشی و سرمایشی، سیم‌کشی و لوله‌کشی نمی‌شود. وقتی این هزینه‌ها نیز در نظر گرفته شوند هزینه کل به ۵۸ تا ۸۴ دلار در مترمربع می‌رسد. اگر هزینه سکوها و صفحه‌های گرماده نیز اضافه شود، قیمت به ۸۸ تا ۱۵۴ دلار در مترمربع می‌رسد. تا اینجا قیمت زمین و هموار کردن آن، ساختمانهای سرویس، راههای منتهی به گلخانه و پارکینگها در نظر گرفته نشده است که موارد اخیر به آسانی می‌تواند $2/50$ دلار در هر $\frac{1}{4}$ مترمربع به رقم فوق اضافه کرده و هزینه موارد بالا در مجموع ۱۱۵ تا ۱۷۸ دلار در هر مترمربع از گلخانه می‌رسد. گلخانه‌های شیشه‌ای با هزینه بیشتری ساخته می‌شوند.

جدول ۲-۳- هزینه (دلار در هر ۹ مترمربع از مساحت گلخانه) گلخانه‌های تماماً شیشه‌ای، گلخانه‌هایی که کمتر در آن شیشه به کار رفته، گلخانه‌هایی که سقف‌های قوسی شکل آن از عرض به هم متصل است، و گلخانه‌های با پوشش پلی اتیلنی دولایه که همگی به مساحت ۱۸۵۸ مترمربع ساخته شدند.^۱

موارد	گلخانه تماماً شیشه‌ای	گلخانه‌ای که شیشه کمتری در آن به کار رفته	گلخانه‌های پلی اتیلن
ساختار اولیه (به انضمام هزینه کار)	۸/۵۰ - ۱۱/۰۰ دلار	۵/۷۴ - ۵/۰۰ دلار	۴/۰۰ - ۲/۷۵ دلار
سیستم گرمایی ^۲	۰/۵۰ - ۱/۰۰ دلار	۰/۵۰ - ۱/۰۰ دلار	۰/۵۰ - ۱/۰۰ دلار
سیستم خنک کننده	۰/۷۵ - ۱/۱۵ دلار	۰/۷۵ - ۱/۱۵ دلار	۰/۷۵ - ۱/۱۵ دلار
لوله کشی	۰/۵۰ - ۱/۰۰ دلار	۰/۵۰ - ۱/۰۰ دلار	۰/۵۰ - ۱/۰۰ دلار
سیم کشی	۰/۵۰ - ۱/۱۰ دلار	۰/۵۰ - ۱/۱۰ دلار	۰/۵۰ - ۱/۱۰ دلار
هزینه عمده	۱۴/۵۸ - ۱۱/۱۵ دلار	۹/۶۰ - ۷/۶۵ دلار	۷/۸۵ - ۵/۴۰ دلار
سکوها	۳/۵۰ - ۱/۸۰ دلار	۳/۵۰ - ۱/۸۰ دلار	۳/۵۰ - ۱/۸۰ دلار
صفحه گرماده	۳/۰۰ - ۱/۰۰ دلار	۳/۰۰ - ۱/۰۰ دلار	۳/۰۰ - ۱/۰۰ دلار
هزینه (کل)	۲۱/۳۵ - ۱۳/۹۵ دلار	۱۶/۱۰ - ۱۰/۴۵ دلار	۱۴/۳۵ - ۸/۳ دلار

۱. قیمت‌ها از بسیاری از فروشندگان تجهیزات گلخانه‌ای در آمریکا در سال ۱۹۹۰ گرفته شده است.
 ۲. هزینه سیستم گرمایی و هزینه سیستم خنک کننده در کنار هم درج شده‌اند. تا بیانگر هزینه گلخانه‌های موجود در نواحی گرم باشند. در حالی که عکس این حالت بیانگر هزینه زیاد سیستم گرمایشی در گلخانه‌های موجود در مناطق سرد است. سیستم‌های گرمایی از نوع بخاریهای مجهز به فن برای به جریان انداختن هوا، است. سیستم‌های خنک کننده شامل سیستم پوشال مرطوب - فن و سیستم لوله - فن است.

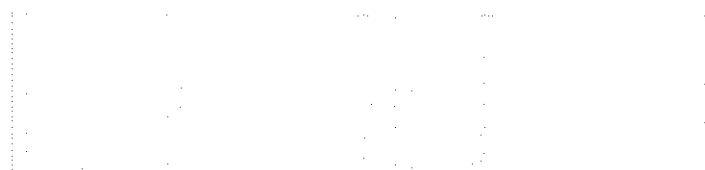
دیگر هزینه‌های گلخانه در جدول گنجانده نشده‌اند. اگر صفحات اکریلیک و پلی‌کربنات روی اسکلت‌های دایمی به کار برده شوند بیشتر از گلخانه‌های شیشه‌ای هزینه دارند و اگر از FRP روی اسکلت‌های دایمی استفاده شود هزینه‌ها همانند گلخانه‌های شیشه‌ای است. هزینه گلخانه‌های کوانست پلی‌اتیلنی نصف هزینه گلخانه‌های پلی‌اتیلنی که سقف‌های قوسی شکل آن از عرض به هم متصل است، می‌باشد.

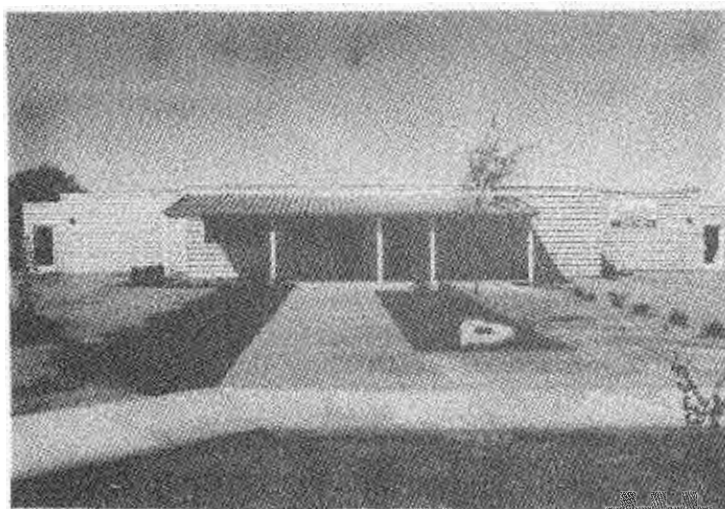
انتخاب یک گلخانه نباید تنها براساس قیمت کل خرید یا هزینه ساخت آن باشد. نگهداری از قبیل دوباره پوشاندن گلخانه با پلی‌اتیلن که در هر سه سال، با PVF که در هر ۱۰ سال یا با FRP که در هر ۲۰ سال انجام می‌شود باید به این هزینه اضافه شوند.

صرفه‌جویی ۴۰ درصد در سوخت در گلخانه ساخته شده از ورقه‌های پلاستیکی دولایه، یا صرفه‌جویی تقریباً ۵۰ درصد سوخت در گلخانه‌های ساخته شده از صفحات اکریلیک و پلی‌کربنات در مقایسه با شیشه یک‌لایه، باید در تصمیم‌گیری مدنظر باشند. اکثر مدیران امروزی گلخانه‌ها ورقه‌های پلاستیکی را برمی‌گزینند. به‌هرحال در دنیا نواحی وجود دارند که هنوز در آنها شیشه به سبب دلایلی نظیر زیاده‌تر بودن شدت نور در داخل گلخانه و استحکام در برابر سنگینی برف و بادهای بیشتر به کار می‌رود. ورقه‌های PVF می‌تواند از لحاظ شدت نور با شیشه رقابت کند. به‌دلیل وجود انواع مختلف گلخانه و تفاوت‌ها در قیمت اسکلت‌های گلخانه، پوشش‌ها، سیستم حفظ گرما و سیستم‌های گرم‌کننده، بسیار مهم است که متصدی گلخانه اطلاعات موجود را بررسی و تحلیل مناسبی از قیمت‌ها داشته باشد. باید این نکته را مدنظر داشت که به‌کارگیری تکنولوژی خیلی ارزان قیمت، موجب دور شدن از هدف خواهد شد.

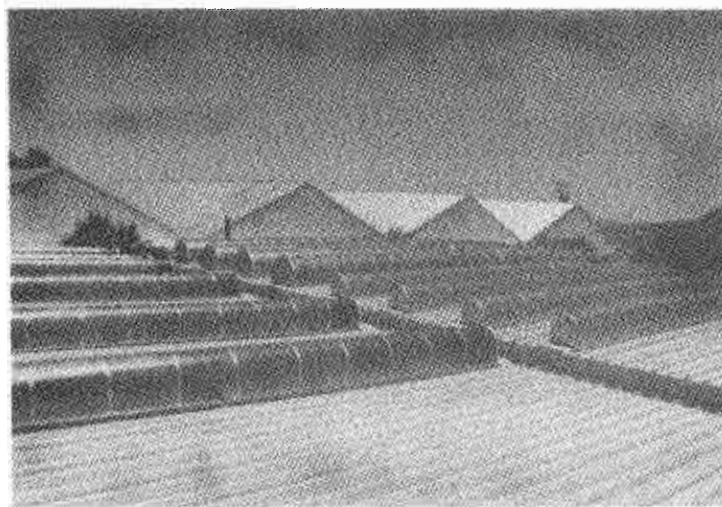
طرحهای جدید گلخانه

وقتی که عایقهای ضعیف حرارتی در طرحهای اخیر در مقایسه با ساختمانهای دیگری مثل منازل مقایسه می‌شوند، درمی‌یابیم که امکان زیادی برای بهبود وجود دارد. یک دیوار منزل را که تشکیل شده از مواد پوششی، مانند تخته چندلایه ۱/۲۵ سانتیمتری، عایق فایبرگلاس ۱/۷۵ سانتیمتری و یک لایه گچ به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر را در نظر بگیرید. ارزش R برای انتقال گرما از میان چنین دیواری حدوداً ۱۴/۵ است. در مقام مقایسه، ارزشهای R برای گلخانه‌هایی که یا با شیشه و یا با پلی‌اتیلن دولایه پوشیده شده‌اند به ترتیب فقط ۰/۹۳ و ۱۱/۴۳ است. هرچه ارزش R بالاتر باشد، مقاومت دیوار در برابر انتقال گرما به طرف خارج در زمستان و به طرف داخل در تابستان زیادتر می‌شود. گلخانه پلی‌اتیلنی گرما را ۱۰ بار بیشتر از دیوار فوق‌الذکر انتقال می‌دهد. کارایی انرژی در گلخانه با این واقعیت افزایش می‌یابد که تمام نور در دسترس برای بعضی از گیاهان در زمستان و نصف آن و یا کمتر از نصف در تابستان مورد استفاده قرار گیرد. شرکت آپتیمم گرین هاوس (گلخانه مطلوب)، گلخانه‌ای را با دیوار و بخش بیشتری از سقف را از فولاد و عایق مناسبی را که عامل R در آن بیش از ۳۰ است، ایجاد کرده است. فقط ۲۰ درصد از سقف (در کالیفرنیا جنوبی) (شکل ۲-۲۲) تا ۵۰ درصد آن (در کانادا) نیاز به باز بودن جهت ورود نور خورشید دارد. بخشهای باز سقف با طاقهای شفاف پوشانده شده‌اند که از شرق به غرب امتداد داشته و عرض قاعده آن ۴۵ تا ۷۵ سانتیمتر می‌باشند. عامل R برای این طاقها حدوداً ۲/۲۵ است که به مراتب بهتر از گلخانه‌های شیشه‌ای دولایه است. طاقها را می‌توان با یک لایه از پلاستیک فایبرگلاس تقویت شده ساخت. به بخشی از جدار درونی این لایه که دیواره شمالی طاق را تشکیل می‌دهد ورقه منعکس‌کننده‌ای چسبانده می‌شود تا نور آفتاب را به داخل گلخانه منعکس کند. طاقهایی نیز وجود دارند که به صورت دولایه ساخته می‌شوند.





الف



ب

شکل ۲۳-۲ الف) نمای خارجی گلخانه مطلوب (optimum) در گوبلر ارکیدز لاندرز. از آنجائیکه نور فقط از طریق سقف وارد می‌شود می‌توان از هر روش دیگری برای رساندن نور به مناطق غیرنورگیر تحت پرورش استفاده کرد. ب) سقف یک گلخانه مطلوب (optimum). طاقهای منعکس‌کننده کوچک نوری را با شدت 16klux در محیط داخل گلخانه فراهم می‌آورند در حالیکه طاقهای منعکس‌کننده بزرگتر شدت نور داخلی را تا 32 کیلو لوکس افزایش می‌دهند. مقادیر دیگری از شدت نور قابل دستیابی است. پ) محصولات تجارتي ارکیده‌ها در گلخانه مطلوب (optimum) در گوبلر ارکیدز (Gubler orchids)



ب

سطح بالایی این طاقها از یک صفحه پلی کربنات تشکیل می شود. بعد از آن یک لایه هوا وجود دارد و در زیر لایه هوا یک ورقه اکریلیک قرار می گیرد. ورقه اکریلیک پخش کننده نور است و برای پخش نور به کار می رود. به طوری که تاثیر سایه ای آن بخش از سقف که کدر است در داخل گلخانه از بین می رود. ابعاد طاق کاملاً وابسته به عرض جغرافیایی محلی است که گلخانه در آنجا قرار گرفته و همچنین وابسته به شدت نور مورد نظر در گلخانه است. با افزایش ارتفاع طاق، جلوگیری از ورود نور به گلخانه به تدریج به میزانی می رسد که توسط گلخانه های سنتی انجام می شود. در گلخانه های با طرح طاقی، فقط ۲۰ تا ۵۰ درصد سقف نیاز به باز بودن دارد، بقیه آن با عایق مناسب پوشانده می شود. طاقها به حد کافی از همدیگر فاصله پیدا می کنند تا جلوی سایه انداختن بر روی یکدیگر را در کوتاهترین روز سال بگیرند. شدت نور در تمام روز، در داخل گلخانه های با طرح طاقی تقریباً ثابت است. در صبح و عصر، نور خورشید توسط منعکس کننده طاق به بهترین نحو جهت می یابد، تا انتقال نور را در داخل گلخانه به حداکثر برساند. به این ترتیب میزان نور دریافتی به مراتب بیشتر از گلخانه های سنتی است. همان طوری که زاویه تابش نور خورشید در طول روز افزایش می یابد. مقدار نور کمتری توسط



منعکس کننده به داخل فرستاده می شود و بخشی از آن به قسمت کدر سقف برخورد می کند و به این نحو، شدت نور در سراسر سال نیز تقریباً ثابت می شود. در ماه دسامبر (اواخر آذر، اوایل دی) در نیمکره شمالی، که نور خورشید با زاویه کوچتری می تابد در گلخانه های با طرح طاقی تقریباً تمام نوری که به سقف می رسد، توسط منعکس کننده های طاق به داخل هدایت می شود. در ژوئن (تیرماه)، وقتی که خورشید نسبت به سطح زمین تقریباً عمود می تابد. مقدار زیادی از نور اضافی توسط بخشهای کدر سقف جذب می شوند. همچنین جلوی بخشی از نور خورشید که به منعکس کننده می رسد، گرفته می شود. چرا که انحنای بالایی منعکس کننده روی بخشی از سطوح باز سقف سایه می اندازد. میزان از دست دادن گرما در طی فصل گرما و به دست آوردن گرما در طول فصل خنک می تواند در یک گلخانه سنتی از یک ششم تا یک دهم گلخانه های دارای سقف طاقی باشد که به همین میزان هزینه انرژی در گلخانه های با طرح طاقی کم می شود. اولین بخش سیستم کنترل هوا، به طور مرتب هوای مرطوب گلخانه را توسط مبادله کننده گرمای موجود در خاک گلخانه به جریان درمی آورد. در خلال سرمادهی به گلخانه، رطوبت در هوای گرم گلخانه، متراکم شده (عمل میعان صورت می گیرد) و به خنک شدن این هوا توسط زمین نیز کمک می کند. وقتی که هوای خنک شده به گلخانه برمی گردد و گرم می شود، خشکتر است. هوای خشک نیز، خنک شدن توسط عمل تبخیر را در برگ گیاه افزایش می دهد. در فصول سرد، هوای گلخانه توسط زمین گرم می شود و نیز هوا را برای کنترل بهتر بیماری خشک می کند. کف این گلخانه مطلوب فلزی است ولی می توان از بتون نیز استفاده کرد. این امر بسیار مهم است که کف گلخانه توسط لایه غیرقابل نفوذ رطوبت پوشانده شود تا از خنک شدن تبخیری ناخواسته جلوگیری شود.

بخش دوم سیستم کنترل هوا، مرتب هوای داخلی را با هوای خارجی به میزان خیلی کمی مبادله می کند که این تبادل برای نگهداری سطح دی اکسیدکربن محیط لازم

است. خنک کردن بیشتر توسط دو سیستم کنترل زمانی دما که مبادله کننده گرما در خاک نمی تواند بار گرمایی را کنترل کند انجام می گیرد. سیستم اول از طریق رطوبت زدایی خنک می کند. (هوا یا بیرون مبادله نمی شود). سیستم دوم هوا را به بیرون می راند. زمانی که گرمای مورد نیاز با تابش خورشید و مبادله کننده گرما در خاک برآورده نشود، باید سیستم حرارتی تقویتی به کار رود. برای این منظور، امکان تعبیه یک جذب کننده انرژی خورشیدی در دیوار جنوبی وجود دارد. زیرا آن دیوار برای ورود نور به کار نمی رود.

..... خلاصه

۱. مکان گلخانه به اندازه طرح گلخانه اهمیت دارد. در انتخاب محل گلخانه باید عوامل زیر را در نظر داشت:

الف - فضای لازم برای توسعه

ب - محل مسطح با زهکشی مناسب

پ - میزان پرداخت مالیات در حال و آینده

ت - آب و هوای مناسب برای محصول مورد نظر

ث - موجود بودن نیروی کار

ج - دسترسی به وسایل و راههای ارسال

چ - منبع غنی آب با کیفیت خوب

۲. گلخانه های شیشه ای دایمی اند و می توانند به اندازه عمر صاحب گلخانه و یا بیشتر دوام بیاورند. در گلخانه های شیشه ای هزینه مواد و کارگر مورد نیاز برای جایگزینی دوباره این مواد به خاطر شیشه ای بودن بسیار کاهش می یابد. ولی هزینه های ساخت گلخانه های شیشه ای بالاتر است. عموماً دو نوع گلخانه موجود است:



گلخانه‌های تمام‌شیشه‌ای آمریکایی که می‌توانند به سبک مجزا یا پیوسته یعنی به صورت جوی و پشته‌ای باشند و گلخانه‌های نیمه‌شیشه‌ای به سبک هلندی که به صورت جوی و پشته‌ای تنها به دلیل عرض کم‌شان (۲/۲ متری) ساخته می‌شوند.

۳. گلخانه‌های ساخته شده از ورقه‌های پلاستیکی کم‌ترین هزینه ساخت را دارند که می‌توان به‌طور موقتی یعنی فقط در یک فصل سال از آنها استفاده کرد. و در جاهایی که مزیت مالیاتی برای ساختمانهای غیردایمی وجود دارد، نیز ساخته می‌شوند. گلخانه‌های پلاستیکی، روشهای کم‌خرجی را برای وارد شدن به حرفه پرورش گل ارائه می‌دهند. به‌هرحال می‌توان گلخانه‌های پلاستیکی را با اسکلت‌های دایمی (فلزی) به صورت جوی و پشته‌ای ساخت که با این اسکلت‌ها می‌توان اتوماسیون را اجرا کرد و کارآیی این گلخانه همانند گلخانه‌های ساخته شده از FRP یا شیشه‌ای است. پلی‌اتیلن معمولترین پلاستیک مورد استفاده است. و معمولاً به صورت دو لایه حاوی لایه‌ای از هوا به کار برده می‌شود. خاصیت عایقی پوشش دولایه مصرف سوخت را حدوداً ۴۰ درصد در مقایسه با پوشش یک‌لایه‌ای، شیشه، یا FRP کاهش می‌دهد و موجب کمتر شدن هزینه خرید مواد پوششی و هزینه جایگزینی دوره‌ای پلاستیک‌ها، هزینه نصب و برپایی، می‌شود. گلخانه‌های جدید بیشتر از ورقه‌های پلاستیکی ساخته می‌شوند.

۴. نوع سوم، گلخانه‌های ساخته شده از صفحات FRP (پلاستیک تقویت شده با فایبرگلاس) است. صفحات FRP را می‌توان خم کرد که برای اسکلت گلخانه‌های ساخته شده از ورقه‌های پلاستیکی نیز مناسب است. استفاده از FRP باعث کاهش کارگر مورد نیاز برای جایگزینی ورقه‌های پلاستیکی می‌شود زیرا با توجه به کیفیت آن، می‌تواند ۵ تا ۲۰ سال دوام بیاورد. همچنین FRP روی گلخانه‌های دایمی (اسکلت فلزی) به کار می‌رود. در مورد اخیر هزینه ساخت تقریباً برابر با هزینه ساخت گلخانه‌های شیشه‌ای است. پوشش FRP به اندازه شیشه دوام نمی‌آورد ولی در

مقابل شکستگی مقاومت و برای خنک کردن در تابستان هزینه کمتری را موجب شده و در سرتاسر گلخانه شدت نور یکنواخت‌تری ایجاد می‌کند. گلخانه‌های FRP در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل ۱۹۸۰ از رونق افتاد ولی در حال حاضر FRP هنوز در بازار به فروش می‌رسد. مرکز عمده استفاده از آنها در کالیفرنیاست.

۵. صفحات اکریلیک و پلی‌کربنات دولایه‌ای به تدریج دارای کاربرد بیشتری می‌شوند. صفحات ضخیم ۱۶ میلی‌متری می‌توانند اتلاف گرما را تا ۵۰ درصد در مقایسه با شیشه تک‌لایه‌ای کاهش دهند. صرفه‌جویی در گرما توسط صفحات نازک‌تر نسبتاً قابل توجه است. هزینه زیاد، پایین بودن عمر مفید و در مورد اکریلیک قابلیت احتراق آن بوده و پذیرش آنها را با مشکل مواجه کرده است. صفحات نازک‌تر ۶ و ۸ میلی را می‌توان خم کرد تا مناسب طرح گلخانه‌های کوانست شوند. این صفحات به میزان زیادی برای پوشاندن دیوارهای جانبی و انتهایی و گلخانه‌های ساخته شده از ورقه‌های پلاستیکی و تعمیر دوباره گلخانه‌های شیشه‌ای کهنه و گلخانه‌های FRP به کار می‌روند.

۶. گل‌های بریده یا در بسترهای زمینی و یا در سکوها پرورش می‌یابند. چنان بسترهایی دارای پهنای ۱/۱ تا ۱/۲ متری و عموماً عمق ۲۰ سانتیمتری اند ولی برای بسترهای رز ۳۰ سانتیمتر بهترین عمق است. بسترهای گل‌بریده را در جهت طولی گلخانه با ایجاد راهروهای ۴۶ سانتیمتری در بین آنها به وجود می‌آورند. ترتیب مزبور بسترها اجازه ۶۷ درصد استفاده از فضای کف را برای پرورش گل‌ها می‌دهد.

۷. می‌توان گیاهان گلدانی را روی سکوها و یا مستقیماً روی کف گلخانه پرورش داد. ته سکوها باز است و از تور سیمی، فلز، تخته‌های چوب سرخدار، تخته‌های پوشیده از مواد نگهدارنده با ایجاد ۱/۳ سانتیمتر فاصله در بین‌شان، ساخته می‌شوند. کناره‌های این بستر یا برآمده نیستند و یا دارای ارتفاع کمی‌اند. سکوها دارای عرض ۱/۵-۱/۸ متراند و به صورت شبه‌جزیره‌ای (متراکم دارای سه‌راه دسترسی) در



گلخانه قرار می‌گیرند. یک راهروی مرکزی به عرض ۹۱ سانتیمتر یا بیشتر در طول گلخانه در نظر گرفته می‌شود. راهروهای کوچکتر از راهروی مرکزی منشعب می‌شوند. چنان ترتیبی استفاده از مساحت گلخانه را مؤثرتر و تا ۸۰ درصد برای پرورش افزایش می‌دهد. و حمل گیاهان با دست را به حداقل می‌رساند. برخی از محصولات گلدانی مستقیماً روی سطحی پرورش می‌یابند که با اسفالت یا بتون منفذدار پوشیده شده است. آب در کف گلخانه نفوذ می‌کند و از رشد علفهای هرز نیز جلوگیری می‌شود. این سیستم استفاده از مساحت گلخانه را به ۹۰ درصد می‌رساند.

مرجع

Various greenhouse manufacturers offer literature concerning products and technical information.

1. Aldrich, R. A., W. A. Bailey, J. W. Bartok, Jr., W. J. Roberts, and D. S. Ross. 1976. *Hobby Greenhouses and Other Gardening Structures*. Pub. NRAES-2. Northeast Reg. Agri. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
2. Aldrich, R. A., and J. W. Bartok, Jr. 1989. *Greenhouse Engineering*. Pub. NRAES-33. Northeast Reg. Agr. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
3. Aldrich, R. A., and T. J. Krall. 1978. Compression strength of porous concrete. *Pennsylvania Flower Growers' Bul.* 307:1-6.
4. American Society of Agricultural Engineers. 1991. Engineering practices—Commercial greenhouse design and layout. In *Engineering Standards*. Amer. Soc. Agr. Engineers, St. Joseph, MI 49085-9659.
5. Bartok, J. W., Jr. 1984. Greenhouse startup and expansion. *Greenhouse Manager* 3 (1):57-78.
6. Beese, E. J. 1978. Wood preservatives and treated lumber for use in landscape construction. *Illinois State Florists' Assoc. Bul.* 377 (May-June):20-21.
7. Brumfield, R. G., P. V. Nelson, A. J. Coutu, D. H. Willits, and R. S. Sowell. 1981. Overhead costs of greenhouse firms differentiated by size of firm and market channel. *North Carolina Agr. Res. Ser. Tech. Bul.* 269.
8. Courter, J. W. 1965. Plastic greenhouses. Univ. of Illinois Coop. Ext. Ser. Cir. 905.
9. Duncan, G. A., and J. N. Walker. 1973. Preservative treatment of greenhouse wood. AEN-6. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
10. ———. 1973. Greenhouse coverings. AEN-10. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.

11. Godbey, L. C., T. E. Bond, and H. F. Zornig. 1979. Transmission of solar and long-wavelength energy by materials used as covers for solar collectors and greenhouses. *Trans. Amer. Soc. Agr. Engineers* 22 (5):1137-1144.
12. Gray, H. E. 1956. *Greenhouse Heating and Construction*. Florists' Publishing Co., 343 S. Dearborn St., Chicago, IL.
13. Kozai, T., J. Gourdriaan, and M. Kimura. 1978. *Light Transmission and Photosynthesis in Greenhouses*. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
14. Laurie, A., D. C. Kiplinger, and K. S. Nelson. 1979. *Commercial Flower-Forcing*, 8th ed. New York: McGraw-Hill.
15. Robbins, F. V., and C. K. Spillman. 1980. Solar energy transmission through two transparent covers. *Trans. Amer. Soc. Agr. Engineers* 23 (5):1224-1231.
16. Sheldrake, R., Jr., and R. M. Sayles. 1974. *Plastic Greenhouse Manual: Planning, Construction and Operation*. Dept. of Vegetable Crops, New York State College of Agr. and Life Sci., Cornell Univ., Ithaca, NY 14850.
17. U.S. Housing and Home Finance Agency. 1954. The thermal insulating value of air spaces. Res. Paper 32. Office of Administration, Div. of Housing Res., Washington, D.C.
18. Walker, J. N., and G. A. Duncan. 1973. Greenhouse structures, AEN-12. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
19. _____. 1973. Greenhouse benches. AEN-13. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
20. _____. 1973. Rigid-frame greenhouse construction. AEN-15. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
21. _____. 1974. Painting greenhouses and equipment. AEN-14. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
22. _____. 1974. Greenhouse location and orientation. AEN-32. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
23. Wiebe, Jr., and R. E. Barrett. 1970. Plastic greenhouses. Ontario Dept. of Agr. and Food. Pub. 40.

۳. گرم کردن گلخانه

گرما را براساس واحد حرارتی انگلستان (Btu) اندازه گیری می کنند که بنا به تعریف، عبارت است از مقدار گرمایی که لازم است تا دمای یک پوند آب را یک درجه فارنهایت افزایش دهد. وقتی مقدار عددی گرما برحسب واحد Btu بزرگ است، مانند آنچه به هنگام گرم کردن گلخانه ها رخ می دهد، استفاده از قوه اسب (hp) که واحد بزرگتری است آسانتر می باشد. یک اسب بخار برابر 2545 Btu است. برای تبدیل Btu به اسب بخار باید آن را بر 2545 تقسیم کرد. در سیستم متریک، یک کالری (Cal) عبارت است از مقدار گرمایی که لازم است تا دمای ۱ گرم آب را یک درجه سانتیگراد افزایش دهد. یک کیلوکالری معادل 1000 کالری یا 3912 Btu است. در واحدهای بین المللی، از ژول (J) که معادل 0.239 کالری یا 0.00095 Btu است، استفاده می شود. متقابلاً یک Btu معادل 252 کالری یا 1055 ژول می باشد. یک وات نیز معادل ۱ ژول بر ثانیه است.

مقدار حرارت لازم برای گرم کردن گلخانه معادل گرمای اتلاف شده است. بخش بیشتر گرما از طریق رسانایی یا هدایت^۱ از پوشش گلخانه ها از دست می رود. خاصیت رسانایی مواد مختلف مانند قابهای آلومینیومی، شیشه ها، پلی اتیلن و دیوارهای حاجب از جنس پنبه نسوز متفاوت است و اساس سنجش آن سرعتی است که این مواد، حرارت را از محیط گرم داخلی به محیط سرد خارجی منتقل می کنند. به عنوان مثال قابهای آلومینیومی حرارت را سریعتر از چوب هدایت می کنند و به همین دلیل، گرما را زودتر از دست می دهند. (از آنجایی که هزینه نگهداری و بازسازی چوب خیلی بیشتر است

استفاده از آن توصیه نمی‌شود). شیشه کمی سریعتر از فایبرگلاس فشرده مسطح (FRP) حرارت را هدایت می‌کند. بنابراین هزینه گرم کردن یک گلخانه ساخته شده از صفحات مسطح FRP کمتر است. وقتی از صفحات موجدار FRP استفاده می‌شود، به ازای هر مترمربع از پوشش گلخانه بیش از یک مترمربع سطح هادی خواهیم داشت و بدین ترتیب، اتلاف گرما افزایش می‌یابد زیرا این امر به مساحت سطح هادی بستگی دارد. مقدار اتلاف گرما در گلخانه‌هایی که از صفحات موجدار ساخته شده است کمی بیش از گلخانه‌های شیشه‌ای است. جدول ۱-۳ میزان اتلاف گرما را در چند نوع پوشش گلخانه نشان می‌دهد. به عنوان مثال گلخانه‌ای که از یک لایه پلی‌اتیلن پوشیده شده است، وقتی دمای محیط خارج $17/3^{\circ}$ سانتیگراد کمتر از داخل است میزان اتلاف گرما در هر ساعت $11/2 \text{ Btu}$ از هر مترمربع از سطح پوشش آن خواهد بود. اگر لایه دومی از پلی‌اتیلن به عنوان پوشش اضافه کنیم، فقط $0/7 \text{ Btu}$ حرارت اتلاف خواهد شد. بدین ترتیب می‌توان حدود ۴۰٪ از اتلاف گرما را کاهش داد.

روشهای محدودی وجود دارد که بتوان پوشش گلخانه را عایق کرد و در عین حال، مانعی در مقابل عبور نور ایجاد نشود. همانگونه که پیش از این عنوان شد بهترین روش، ایجاد لایه‌ای هوای ساکن بین دو لایه پوشش گلخانه است. با افزایش لایه دومی به پوشش گلخانه می‌توان حدود ۴۰٪ از حرارت مورد نیاز را ذخیره کرد. وقتی فاصله بین دو لایه پوشش گلخانه به حدی افزایش یابد که هوا در آن جریان یابد (معمولاً ۴۶ سانتیمتر یا بیشتر) امکان ذخیره حرارت کاهش می‌یابد و اگر دو لایه با یکدیگر تماس پیدا کنند خاصیت عایق بودن خود را از دست خواهند داد.

گرچه پانلهای شیشه‌ای ترموپین (دو لایه شیشه که در کارخانه به یک دیگر مهر و موم شده‌اند و بین آنها هوای ساکن وجود دارد) تا حد زیادی از اتلاف گرما جلوگیری می‌کنند، اما بسیار گران هستند. داخل برخی قابها دو یا حتی سه لایه شیشه تعبیه شده‌اند و این امر باعث می‌شود یک یا دو لایه هوای ساکن در بین شیشه‌ها حضور داشته باشد که میزان اتلاف گرما در حالت اول ($3/97 \text{ W}$) و $0/7 \text{ Btu}$ و حالت دوم ($2/66 \text{ W}$) $0/47 \text{ Btu}$ خواهد بود. پانلهای سخت دو لایه‌ای از جنس پلاستیک پلی‌کربنات یا آکریلیک نیز گرما را براساس خاصیت لایه‌ای از هوای ساکن حفظ می‌کنند. با وجود آنکه

جدول ۱-۳- میزان اتلاف حرارت در چندین نوع پوشش گلخانه‌ای

ماده پوشاننده	اتلاف گرما (U) ^۱		اتلاف به طریق تابش (درصد از کل) ^۲
	W	Btu	
شیشه	۶/۴۰	۱/۱۲	۴/۴
شیشه (دو لایه)	۳/۹۷	۰/۷	-
لایه نازکی بر روی شیشه	۴/۸۲	۰/۸۵	-
دو لایه نازک بر روی شیشه	۳/۸۶	۰/۶۸	-
PVC (سخت)	۵/۲۱	۰/۹۲۳	-
FRP (موجدار)	۶/۸۰	۱/۲۰	۱/۰
آکریلیک یا پلی کربنات (پانلهای ۱۶ میلیمتری)	۳/۲۹	۰/۵۸	-
آکریلیک یا پلی کربنات (پانلهای ۸ میلیمتری)	۳/۶۹	۰/۶۵	-
پلی کربنات (پانلهای ۶ میلیمتری)	۴/۰۸	۰/۷۲	-
پلی اتیلن (یک لایه، ۶ میل، عایق در برابر اشعه ماوراء بنفش)	۶/۸۰	۱/۲۰	۷۰/۸
پلی اتیلن (دو لایه، ۶ میل، عایق در برابر ماوراء بنفش)	۳/۹۷	۰/۷۰	-
لایه نازکی از پلی استر (مایلر، یک لایه نازک)	۵/۹۵	۱/۰۵۴	۱۶/۲
PVF (تدler، یک لایه نازک)	-	-	۳۰/۰۵
PVF (تدler، دو لایه نازک)	۴/۳۱	۰/۷۶۶	-

۱- $U: W/m^2.k, Btu/hr/Ft^2/F^{\circ}$ مجموع اتلاف گرما به طریق هدایت و تابش است. ۲- تابشهای هدر رفته
گوپای مقدار حرارت تابشی است که از پوشش گلخانه عبور می‌کند و در واقع درصدی از کل تابشهای حرارتی است که به
پوشش گلخانه می‌تابد. ۳- اختصاصات سازنده ۴- ویلر (۱۹۶۳) ۵- شری (۱۹۸۳)

در مقایسه با پوششهای سنتی گرانتر هستند اما پانلهای ۱۶ میلیمتری آنها مقدار کمتری
حرارتی یعنی (۳/۲۹W) ۰/۵۸Btu گرما از دست می‌دهند.

طریقه دیگر اتلاف گرما، نفوذ تدریجی هوا است، شکافهای موجود در بین قطعات
FRP یا شیشه‌ها و اطراف تهویه‌ها و دربها اجازه خروج هوای گرم و ورود هوای سرد را

می‌دهند. تصور عموم بر آن است که، هوای داخل یک گلخانه پلی‌اتیلن دو لایه‌ای هر ۶۰ دقیقه یک‌بار، یک گلخانه FRP یا شیشه‌ای جدید هر ۴۰ دقیقه یک‌بار، یک گلخانه قدیمی خوب نگهداری شده هر ۳۰ دقیقه یک‌بار و یک گلخانه شیشه‌ای قدیمی که خوب نگهداری نشده است هر ۱۵ دقیقه یک‌بار از دست می‌رود (به جدول ۲-۳ مراجعه کنید) (جامعه آمریکایی مهندسين کشاورزی، سال ۱۹۹۰). در گلخانه‌های شیشه‌ای که ساختار محکمی دارند حدود ۱۰٪ کل گرما از طریق نفوذ تدریجی هوا اتلاف می‌شود.

جدول ۲-۳

نفوذ تدریجی هوا در گلخانه‌ها^{۱۱}

نوع گلخانه	تبادل هوا در ساعت
پلی‌اتیلن، دو لایه	۰/۵-۱/۰
شیشه‌ای، ساختمان جدید یا FRP	۰/۷۵-۱/۵
شیشه‌ای، ساختمان قدیمی، وضعیت خوب	۱-۲
شیشه‌ای، ساختمان قدیمی، وضعیت بد	۲-۴

* - راس و همکاران (۱۹۷۸)

سومین طریق اتلاف گرما در گلخانه‌ها، تشعشع یا تابش است. اجسام گرم انرژی تشعشعی از خود متصاعد می‌سازند. این تشعشعات بدون آن که موجب گرم شدن قابل توجه هوا شوند از آن عبور می‌کنند و به اجسام سرد می‌رسند و آنها را کمی گرم می‌کنند. شیشه، پلاستیک وینیل، FRP و آب تقریباً، مانع عبور انرژی تشعشعی می‌شوند (اجازه نمی‌دهند گرمای تابشی به سهولت از آنجا عبور کند) در حالی که پلی‌اتیلن این خاصیت را ندارد (جدول ۱-۳). گلخانه‌های پلی‌اتیلنی مقدار قابل توجهی گرما به صورت تابش از دست داده و این گرما به اجسام سردتر واقع در بیرون منتقل می‌شود، اما تشکیل لایه‌ای رطوبت بر روی پلی‌اتیلن به صورت مانع عمل می‌کند.



منبع گرما

برای جبران گرمایی که از طریق رسانایی، نفوذ تدریجی، و تشعشع از دست می‌رود باید از دیگ بخار یا بخاری استفاده کرد. برای این منظور باید، از یک منبع گرمایی مرکزی یا موضعی بهره‌گیریم. در سیستم مرکزی، یک یا چند دیگ بخار در یک محل واقعند و بخار آب یا آب داغ تولید شده، از طریق لوله‌هایی به نقاط مختلف گلخانه منتقل می‌شوند. در سیستم موضعی، از بخاریهای متعددی استفاده می‌شود که در نقاط مختلف قرار داده شده‌اند و فقط محیط اطراف خود را گرم می‌کنند.

هزینه تهیه اسباب و نصب یک سیستم مرکزی تقریباً سه برابر یک سیستم موضعی است.

سیستم حرارت مرکزی

سیستم موضعی نیازمند سرمایه‌گذاری ابتدایی پایینی است که از این نظر مناسب گلخانه‌هایی است که در آغاز کوچک بوده و به‌طور پیوسته گسترش می‌یابند و بنابر نیاز، بخاریهای جدید خریداری می‌شوند. بخش اعظم هزینه ابتدایی بالای سیستم دیگ بخار مرکزی تا توسعه آتی و استفاده از کل ظرفیت دیگ قابل توجه نمی‌باشد. سیستم دیگ بخار مرکزی برای گلخانه‌هایی مناسب است که در مساحت‌های بزرگ (۰/۴ هکتار) آغاز به کار کرده و گسترش آنها نیز در مقیاسهای بزرگ است. کارایی دیگ بخاری که بخشی از ظرفیت آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، بسیار کم است. مقدار زیادی گرما صرف گرم کردن دیگ بخار و لوله‌کشیهای مربوط به آن می‌شود تا گلخانه گرمای خالصی دریافت کند. با افزایش گرمای خالص لازم برای گلخانه، مقدار اتلاف حرارت، کاهش می‌یابد و بدین ترتیب کارایی دیگ بخار افزایش می‌یابد. بنابراین تناسب بین دیگ بخار و فضای گلخانه مهم است. از آنجایی که خرید دیگهای بخار بزرگ اقتصادی است.

گسترش گلخانه‌ها در مقیاسهای بزرگ توصیه می‌شود.

مقدار هزینه اضافی که در سیستم حرارت مرکزی در مقایسه با سیستم حرارت موضعی مصرف می‌شود باید در جایی جبران شود. این امر به هنگام سوزاندن چوب که حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد نفت هزینه دارد میسر می‌باشد و در صورت سوزاندن زغال یا نفتهای با درجه سنگین^۱ مقداری از این هزینه قابل جبران است. اما در بخاریهای موضعی خودکار نمی‌توان از این گونه سوختها استفاده کرد. برای یک مؤسسه بزرگ، هزینه نگهداری یک یا تعدادی دیگ بخار بزرگ، ارزانتر از تعداد زیادی بخاریهای موضعی است. در نهایت پرورش دهندگانی که گیاهان آنها از خاکهای گرمتر بهره می‌گیرند باید دیگ بخاری داشته باشند که آب داغ را درون زمین و بسترهای کاشت به جریان اندازند. بدین ترتیب اطلاعات جامع اقتصادی برای توجیه برتری یک منبع حرارتی بر دیگری در دست نمی‌باشد.

سالها پیش، معمولاً سیستم مرکزی در اتفاقی جدا از گلخانه قرار داشت. امروزه دیگهای بخار را می‌توان در ساختمان خدمات یا داخل گلخانه یافت. اگر دیگ بخار خارج از گلخانه واقع شود و حتی عایق‌بندی مناسب نیز صورت گیرد باز هم مقدار زیادی گرما از طریق پوشش دیگ بخار، لوله‌های آب داغ و بخار آب و لوله‌های برگرداننده آب سرد یا آب حاصل از میعان به دیگ بخار از دست می‌رود. اگر دیگ بخار داخل گلخانه قرار گیرد، گرمای فرار در تأمین حرارت لازم برای گیاهان شرکت می‌کند. اما قرار دادن دیگ بخار داخل گلخانه، این عیب را دارد که رطوبت بالای محیط موجب پوسیدگی و شکستن پیش از موقع کلیدها، پمپها و موتورهای می‌شود. اگر دیگ بخار را در ساختمان سرویس قرار دهیم مناسبتر است زیرا در آنجا نیز به گرما نیاز داریم و هوا نیز در مقایسه با گلخانه خشکتر است.

۱- به انتهای همین فصل مراجعه شود.

برخی از انواع گلخانه‌های آمریکایی علاوه بر آب داغ، توسط بخار آب نیز گرم می‌شوند. در گلخانه‌هایی که مساحت کف آنها کمتر از ۱۸۲۰ مترمربع (۲۰۰۰۰ فوت مربع) است از سیستم آب داغ با حرارت تقریباً 82° سانتیگراد استفاده می‌شود. از آنجایی که اگر دمای ۱ گرم آب، 1° سانتیگراد کاهش یابد فقط ۱ کالری انرژی حرارتی آزاد می‌شود ($1 \text{ Btu/P water/F}^{\circ}$) باید مقادیر زیادی آب در این‌گونه سیستمها مورد استفاده قرار گیرد. در ضمن برای به جریان درآوردن آب در سیستم به پمپهایی نیازمندیم.

در گلخانه‌های بزرگتر، به طور سنتی، از سیستمهای بخار آب استفاده می‌شد. زیرا حجم آب مورد نیاز خیلی کمتر است. وقتی ۱ پوند بخار آب جوش 100° به آب جوش 100° تبدیل می‌شود 970 Btu انرژی حرارتی آزاد می‌کند و از آن پس به ازای هر درجه کاهش در دمای آب 1 Btu انرژی آزاد می‌شود. مزایای سیستمهای بخار به این شرح است: دیگ بخار آنها کوچکتر است، فاقد پمپهای به جریان درآورنده آب می‌باشند و به لوله کشی کمتری نیاز دارند.

در گذشته به هنگام شب، گلخانه‌های کوچک به خوبی گلخانه‌های بزرگ رسیدگی و یا به‌طور خودکار کنترل نمی‌شدند، به همین علت احتمال یخ زدن گیاهان در این‌گونه گلخانه‌ها بیشتر بود. در سیستمهای آب داغ، منبع تولید گرما حجم زیادی آب است که به آرامی گرما آزاد می‌کند و در صورت از کار افتادن دیگ بخار نیز ساعتها از یخ زدن گلخانه جلوگیری می‌کنند. اما در سیستمهای بخار آب چون گرما به سرعت پراکنده شده و تحلیل می‌رود، تداوم کار دیگ بخار اهمیت بیشتری دارد.

در گلخانه‌هایی که دارای سیستم حرارتی آب داغ می‌باشند دما، ثابت‌تر می‌ماند اما اگر دما سهواً نزول کند، در سیستمهای بخار می‌توان به نتیجه مثبت سریعتری برسیم، بدون شک هر دو سیستم آب داغ و بخار آب دارای مزایایی می‌باشند.

در سیستمهای اروپایی، حتی در گلخانه‌های بزرگتر نیز از آب داغ استفاده

گسترده‌تری می‌شود. در این موارد از سیستمهای تحت فشار ۱۱ اتمسفر، ۱۴/۷ پوند بر اینچ مربع) استفاده می‌شود که در آنها دمای آب بیشتر صعود کرده (20.3° فارنهایت یا 9.5° سانتیگراد در مدخل ورودی گلخانه) و ظرفیت گرمایی سیستم در مقایسه با سیستمهای کم فشار افزایش می‌یابد. این عامل موجب می‌شود که نیاز چندانی به لوله‌ها و دیگهای بخار با اندازه‌های مورد استفاده در سیستمهای آمریکایی فشار پایین نباشد. امروزه در گلخانه‌های بزرگتر آمریکایی نیز اغلب از یک چنان سیستمهای آب داغ با فشار بالا استفاده شود.

در سیستم حرارت مرکزی، باید محل و ارتفاع دودکش را مورد توجه قرار داد. ارتفاع دودکش باید طوری انتخاب شود که تغییر جهت باد موجب ورود گازهای متصاعد شده به درون گلخانه نشود زیرا در صورت ورود گیاهان صدمه خواهند دید. بهترین روش، آن است که دودکش را در جایی قرار دهیم که بادهای غالب، دود را از زنجیره گلخانه‌ها دور کنند و همچنین بر روی گیاهان سایه نیاندازد. برای مثال اگر جهت باد غالب از غرب باشد، سمت شمال و گوشه شمال شرقی محل مناسبی برای قرار دادن دیگ بخار و دودکش است.

سیستم حرارتی موضعی

در سیستم حرارتی موضعی گلخانه‌ها، از بخاریهایی با طرحهای متنوع استفاده می‌شود. این بخاریها در سه دسته اصلی جای می‌گیرند: ۱) بخاریهای منفرد یا تراکمی ۲) کنوکسیون یا همرفتی ۳) بخاریهای تابشی با انرژی پایین قرار می‌گیرند. بخاریهای منفرد: بخاریهای منفرد اغلب بخاریهای تراکمی نیز نامیده می‌شوند. نرخ یک سیستم بخاری تراکمی با توجه به آب و هوای محلی که در آن واقع است، متفاوت می‌باشد.

این بخاریها، همان‌طور که در شکل ۱-۳ نشان داده شده است از سه بخش اصلی



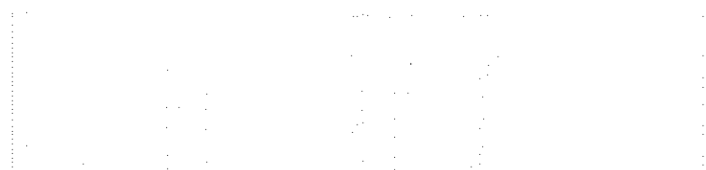
تشکیل یافته‌اند. سوخت در جعبه احتراق سوزانده می‌شود تا گرما تولید کند. گرما، ابتدا در بخاراتی است که از درون یک سری لوله‌های فلزی با دیواره نازک عبور کرده و به دودکش می‌رسند. بخارات گرم، حرارت را به دیوارهای سرد لوله منتقل می‌کنند. بخارات در مسیر خود به سمت دودکش که از طریق آن گلخانه را ترک می‌کنند، بخش بیشتر حرارت خود را از دست می‌دهند. هوای گلخانه، به وسیله پنکه‌ای که در پشت بخاری تراکمی قرار گرفته به درون کشیده می‌شود و از بخش خارجی لوله‌ها عبور می‌کند، سپس از جلوی بخارات دوباره به محیط گلخانه وارد می‌شود. هوای سردی که از اطراف لوله‌های فلزی گرم عبور می‌کند گرم می‌شود. به‌طور خلاصه لوله‌های فلزی به عنوان تبادل‌کنندگان گرما عمل می‌کنند یعنی گرما را از بخارات گرمی که از داخل آنها می‌گذرند جذب می‌کند و به هوا سرد گلخانه، که در اطراف سطح خارجی آنها جریان دارند، منتقل می‌کند.

معمولاً منبع سوخت و پنکه به ترموستاتی که در جای مناسبی از گلخانه واقع است متصل می‌باشند. فقط در صورت لزوم گرما تولید می‌شود، خودکار بودن این بخاریها مزیت بارز آنها است. در بخاریهای تراکمی می‌توان از سوخته‌های متعددی مثل روغن شماره ۲، نفت سفید، گاز Lp و گاز طبیعی استفاده کرد. اما در صورت تغییر سوخت باید تغییراتی در بخاری نیز ایجاد کرد.

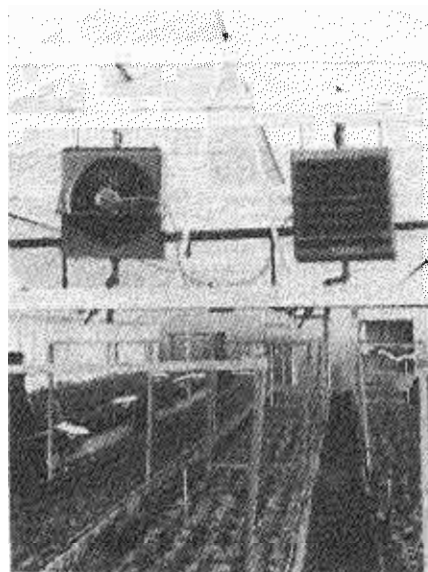
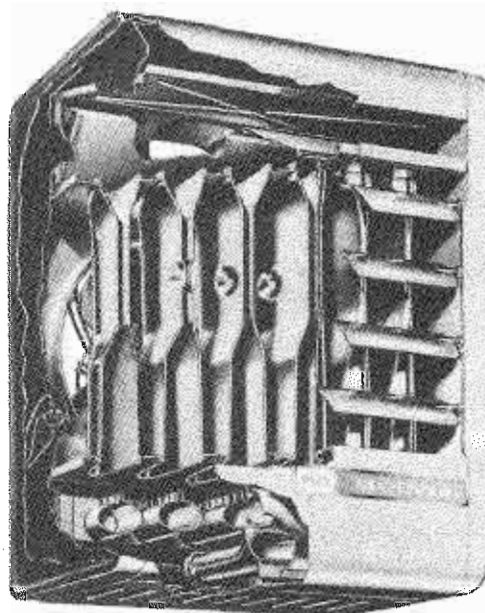
بخاریهای تراکمی، علاوه بر طرحهای افقی در طرحهای عمودی نیز به بازار عرضه می‌شوند (به شکل ۲-۳ مراجعه شود) و اساس آنها مسیری است که هوای گرم شده از آنها خارج می‌شود. بخاریهای عمودی هوا را از حاشیه‌های گلخانه به درون می‌کشند و آن را به سمت پایین و کف گلخانه می‌رانند. این بخاریها در اندازه‌هایی خریداری می‌شوند که بتوانند فضای مربع شکلی به ابعاد معادل، پهنای گلخانه را گرم کنند. آنها را در امتداد طول از سقف گلخانه و در ارتفاع بالاتر از قد انسان و به فواصل برابر عرض گلخانه آویزان می‌کنند. زمانی که در دهه ۱۹۴۰ بخاریهای تراکمی برای اولین بار

عمومیت یافتند، تصور می‌شد که نوع عمودی آنها برای گلخانه‌ها بهتر است. گاهی اختلاف دما و خشکی خاک به وقوع می‌پیوست که منجر به رشد ناهماهنگ می‌شد. اما امروزه بخاریهای تراکمی افقی بیشتر مورد تأیید می‌باشند. با توزیع افقی هوا مشکل اختلاف دما و خشکی کاهش می‌یابد. می‌توان از تعداد کمتری بخاری اما در اندازه‌های بزرگتر استفاده کرد که در نتیجه هزینه اولیه و مخارج نصب کاهش خواهد یافت. بخاریهای افقی با سیستمهای گرمایی تکمیل شده و جدیدتر حرارتی، خنک‌کننده و توزیع افقی هوا نیز سازگاری دارند.

به هنگام احتراق سوخت، اکسیژن مصرف می‌شود. در گلخانه‌های قدیمی شیشه‌ای ممکن است میزان نفوذ هوا برای مرتفع کردن نیاز اتاق احتراق بخاریها کافی باشد. گلخانه‌های پلاستیکی غیرقابل نفوذتر بوده و بارها پس از پایان یافتن اکسیژن موجود در محیط اطراف بخاریها در شب خاموش شده و گیاهان یخ زده‌اند. معمولاً پیش از خاموش شدن آتش، بر اثر کمبود اکسیژن گاز دیگری تشکیل می‌شود، که منواکسیدکربن نام داشته و بی‌بو است. اگر این گاز در محیط گلخانه باشد و کسی وارد شود به احتمال قوی جان می‌سپارد. معمولاً باید به ازای هر 2500 Btu از ظرفیت بخاری یک دریچه به ابعاد $2/5$ سانتیمتر (اینچ) به بیرون وجود داشته باشد ($1 \text{ cm}^2 / 114 \text{ W}$). ممکن است در نزدیکی مدخل ورودی دستگاه گرماده سوختی از یک لوله بخاری، سفال یا لوله برزنتی نسوز که به بیرون راه دارد ممکن است استفاده شود. یک لوله به قطر ۲۰ سانتیمتر (۸ اینچ) ۵۰ اینچ مربع لازم برای یک بخاری با ظرفیت 125000 Btu را تأمین می‌کند. برای جلوگیری از ورود جانوران باید انتهای لوله را با صفحه‌ای مشبک پوشاند. بخاریهای تراکمی دارای دودکشی می‌باشند که عموماً به‌طور مستقیم از سقف بالای بخاری به خارج راه دارند. ارتفاع دودکش باید به حد کفایت بلند باشد تا دود به هنگام خروج، دوباره به درون گلخانه وارد نشود. ارتفاع دودکش از محفظه احتراق باید ۲۴ تا ۳۷ سانتیمتر باشد تا جریان هوا به خوبی صورت گیرد.



تصویر ۱-۳- نمای داخلی یک بخاری تراکمی افقی. سوخت در اتاق واقع در زیر احتراق می‌یابد. بخارات داغ داخل لوله‌های تعادل‌کننده گرما بالا می‌روند و حرارت خود را به دیوارهای لوله‌ها منتقل می‌کنند. دود از بخش بالایی لوله و پشت آن، به داخل دودکش تخلیه می‌شود. پهنک‌های در پشت بخاری نصب شده است که هوای سرد گلخانه را با فشار از بالای سطح خارجی لوله‌ها عبور می‌دهد و بدین ترتیب این هوا گرما دریافت می‌کنند.



ب



الف

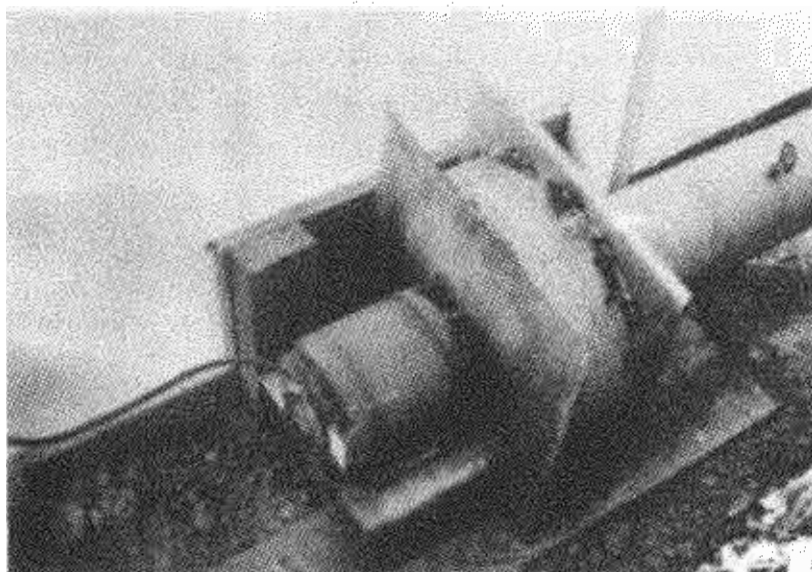
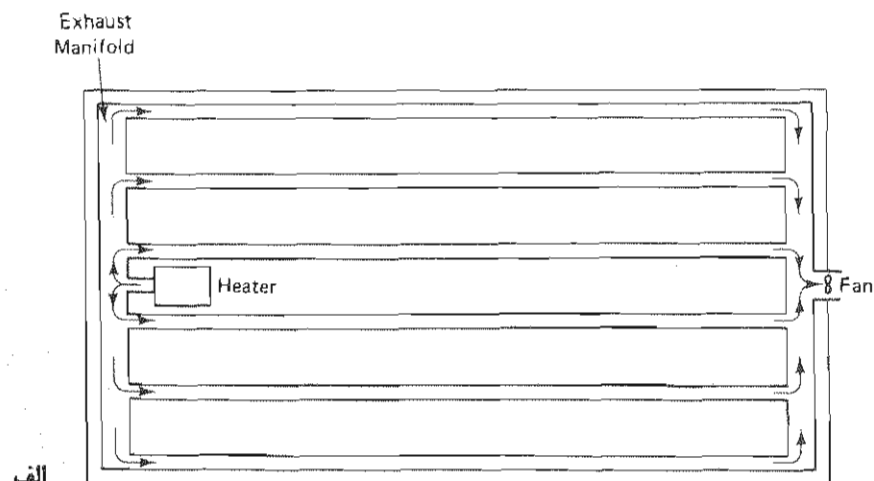
تصویر ۲-۳- الف) نمونه‌ای از یک بخاری تراکمی عمودی قدیمی که برای گرم کردن گلخانه‌ها استفاده می‌شده است. ب) یک بخاری تراکمی افقی که امروزه در گلخانه‌ها استفاده می‌شود.

بخاریهای کنوکسیون یا همرفتی: بخاریهای کنوکسیونی را به علت ارزان بودنشان می‌توان در گلخانه‌های تجارتي و تفریحی یافت. این بخاریها به حد کفایت خودکار نیستند. تفاوت این بخاریها در این است که فاقد تعادل‌کننده گرما در خود می‌باشند. اغلب سوختها مانند چوب، ذغال، نفت و گاز در یک محفظه احتراق، سوزانده می‌شوند. دودهای حاصله، از داخل لوله اگزوزی که در امتداد زمین یا زیر بسترهای زمینی یا سکوهای کاشت تعبیه شده‌اند، بیرون رانده می‌شوند (شکل ۳-۳).

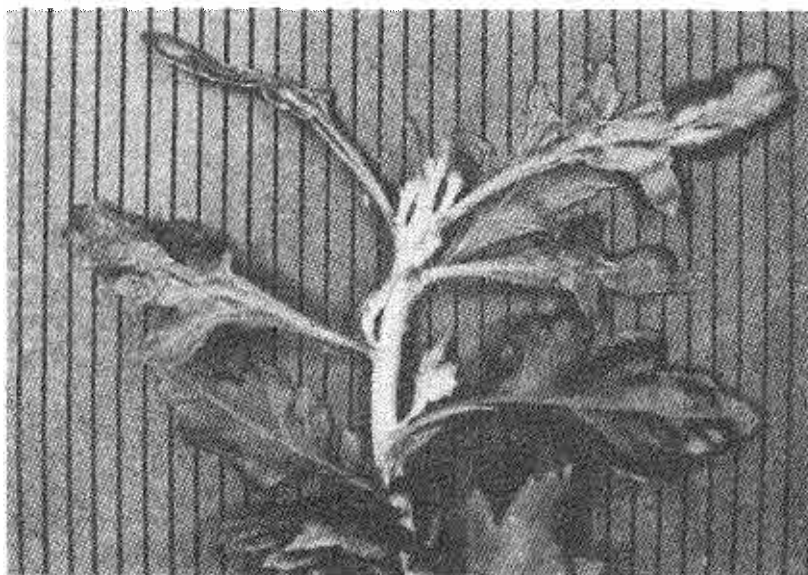
دودکش به اندازه کافی بلند است تا بخارات، پیش از خروج خنک شوند. بخارات معمولاً از نقطه مقابل محلی که بخاری واقع است خارج می‌شوند. دودکش همچون مبادله‌کننده گرما عمل می‌کند و گرما را از بخارات داخل لوله به هوای گلخانه منتقل می‌کند. بخارات اغلب مستقیماً به یک لوله قطور منشعبی وارد می‌شوند که چندین لوله بخاری کوچکتر از آن تغذیه می‌کنند. گرچه معمولاً از لوله بخاری استفاده می‌شود اما می‌توان از لوله‌های پلی‌اتیلن سیاه نیز استفاده کرد. تمام زانوهای به کار رفته در سیستم لوله‌ها را باید با نوار ضد آتش پوشاند تا دود نتواند به داخل گلخانه نفوذ کند. برای اطمینان بیشتر باید از پنکه‌ای با ظرفیت پایین شبیه آنچه در بخاریهای معمولی نفت‌سوز به کار می‌رود در مدخل خروجی دودکش استفاده شود. پنکه دود را به بیرون کشیده و به این ترتیب مکش یا فشاری منفی در داخل سیستم برقرار می‌کند. اگر زانوها عایق‌بندی نشوند، هوای گلخانه از طریق آنها نفوذ کرده و دود از دودکش خارج نمی‌شود. در این سیستم نمی‌توان از لوله‌های پلی‌اتیلن استفاده کرد زیرا در برابر فشار منفی فرو می‌ریزند.

نکته مهم در مورد کلیه سیستمهای حرارتی آن است که دود با گیاهان تماس پیدا نکند. اگر درجه خلوص سوخت بالا باشد و به‌طور کامل نیز بسوزد فقط بخار آب و دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود اما به‌ندرت سوخت به‌طور کامل می‌سوزد. محصولات حاصل از سوخت ناقص؛ شامل گاز اتیلن است که برای گیاهان زیان‌آور است





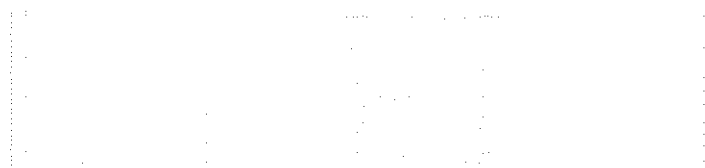
تصویر ۳-۳- ساختار فیزیکی یک سیستم حرارتی انتقالی در گلخانه. بخار حاصل از بخاری انتقالی وارد لوله بخاری قطوری می‌شود که خود به صورت چندین لوله کم قطرتر منشعب می‌شود و در امتداد طولی زمین بین بسترها یا در زیر سکوه‌های کاشت تا انتهای دیگر گلخانه امتداد می‌یابد. در آنجا بخارات در لوله منشعب دیگری جمع‌آوری شده و به بیرون رانده می‌شوند. پنکه‌ای که در مدخل خروجی قرار گرفته، دود را بیرون می‌راند و فشاری منفی را در سیستم لوله‌ها ایجاد می‌کند که اجازه نمی‌دهد بخارات از طریق شکافها دوباره وارد گلخانه بشود. (ب) پنکه واقع در انتهای لوله بخاری



تصویر ۴-۳. صدمه وارد برگ‌های داوودی در یک گلخانه بر اثر گاز اتیلن تولید شده از یک بخاری که خروجی مناسب برای دود ندارد. برگ‌ها تغییر شکل یافته و به‌طور غیرعادی باریک شده‌اند و جوانه انتهایی سقط شده است.

(شکل ۴-۳). گاز اتیلن می‌تواند باعث کج شدن یا پیچیدگی ساقه یا باریک شدن برگ‌ها و سقط جوانه‌ها بشود. در سوخت‌ها ناخالصیهایی نیز وجود دارند. در ذغال، انواع نفت و گازها معمولاً دارای گوگرد می‌باشند. هنگام سوختن، گوگرد به صورت دی‌اکسید گوگرد (SO_2) آزاد می‌شود. دی‌اکسید گوگرد در لایه نازک رطوبت موجود بر روی سطح گیاهان حل می‌شود و به اسید سولفور و پس از اکسید شدن به اسید سولفوریک تبدیل می‌شود و سلول‌هایی را که با آنها در تماس است می‌سوزاند (شکل ۵-۳). نقاط زرد کوچکی روی برگ‌ها ظاهر می‌شود که در موارد حاد به مرگ کامل برگ منجر می‌شود.

بخاریهای تابشی: بخاریهای تابشی مادون قرمز کم‌انرژی در طی دوازده سال گذشته عمومیت پیدا کرده‌اند. گزارشهای پرورش‌دهندگان در مورد ذخیره سوخت دلالت بر کاهش ۳۰ تا ۵۰ درصد از هزینه سوخت دارد. بخاریهای تابشی مادون قرمز در داخل



گلخانه و در بالای سر قرار می‌گیرد (شکل ۶-۳) آنها پرتوهای مادون قرمز تولید می‌کنند که در مسیری مستقیم و با سرعت نور حرکت می‌کنند. اشیاء موجود در مسیر، این انرژی الکترومغناطیسی را جذب می‌کنند و بی‌درنگ به گرما تبدیل می‌شود. تابشهای مادون قرمز در مسیر حرکت خود هوا را گرم نمی‌کنند. بلکه، پس از آن که اشیاء موجود در محیط مثل گیاهان، کفپوشها و سکوها کاشت گرم شوند، آنها به نوبه خود هوای اطراف را گرم می‌کنند. درجه حرارت زمین و گیاه برای رویش اهمیت دارند. درجه حرارت هوا در گلخانه‌هایی که با تابش مادون قرمز گرم می‌شوند تا 4° درجه سانتیگراد (7° فارنهایت) خنکتر از گلخانه‌های سنتی است، در حالی که پوشش گیاهی یکسان دارند. در سیستم سنتی ابتدا هوا گرم می‌شود و سپس هوا گیاه را گرم می‌کند. بنابراین درجه حرارت هوا در طول شب بیشتر از درجه حرارت گیاهان است. این امر باعث میعان



تصویر ۵-۳- صدمه وارد بر شاخ و برگ بگونئی رایگو بر اثر گاز دی‌اکسید سولفور بخاریهایی که هواکشهای نامناسبی دارند این گاز را متصاعد می‌سازند ژنراتورهای دی‌اکسید کربن، که سوخته‌های دارای سولفور بالا را می‌سوزانند نیز این گاز را در سطحی مسموم‌کننده در داخل گلخانه‌ها تولید می‌کنند.

آب بر روی سطح گیاهان می‌شود. امادر گلخانه‌هایی که با تابش مادون قرمز گرم می‌شوند، میعان کمتر صورت می‌گیرد و شرایط برای رشد بیماریها چندان مناسب نیست.

اندازه بخاریهای که در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد بین 20000 Btu/hr تا $120000 \text{ (} 5860 \text{ W تا } 35160 \text{)}$ با یک ترتیب افزایش 20000 تایی می‌باشد فاصله بین بخاریها می‌تواند $9/1$ تا $12/2$ متر (30 تا 40 فوت) باشد و به‌طور یک در میان، در بالای سر و در طول گلخانه نصب شوند. در طول گلخانه و در بالای این بخاریها صفحه فلزی عمیق منعکس‌کننده‌ای وجود دارد که کلیه اشعه‌ها را به سمت پایین و به طرف گیاهان هدایت می‌کند و گرمای مناسب یکنواختی را در تمام فضای زیر کاشت تأمین می‌کند.

مسأله مهم برای اطمینان از انعکاس بخش بیشتر اشعه‌ها، جنس این منعکس‌کننده‌ها است. بهترین فلز برای این منظور آلومینیوم است. هر یک از بخاریها هوای گلخانه را با سوخت مخلوط می‌سازد و به درون یک لوله 10 سانتیمتری (4 اینچی) تزریق می‌کند. سیستمهای جدید در ازای استفاده از فندک یا شمع، سوخت را مستقیماً می‌سوزانند. لوله تا حدود 480° سانتیگراد (900° فارنهایت) گرم می‌شود. این دما نمی‌تواند لوله را آنقدر داغ کند تا نور قرمز قابل رؤیت که در تنظیم پریرودیکی گیاهان دخالت می‌کند تولید شود (به فصل ۱۱ مراجعه کنید) تولیدکننده، عملاً می‌تواند دما را تغییر دهد تا مناسب نیازهای خاص فضای گلخانه شود. این لوله طول گلخانه را طی می‌کند و سپس خارج می‌شود. در انتهای لوله پمپی وجود دارد که خلأ ایجاد می‌کند و گازها را در طول لوله به حرکت در می‌آورد. خلأی دو اینچی از ستون آب در لوله تشکیل می‌شود. یک پمپ $0/5 \text{ hp (} 370 \text{ W)}$ می‌تواند حداکثر 16 بخاری کوچکتر را اداره کند. از آنجایی که ممکن است دمای لوله مجاور هر بخاری تا 480° سانتیگراد (900° فارنهایت) برسد نباید گیاهان را تا فاصله $1/50$ متری لوله قرار دهیم. بخاریهای تابشی امروزه می‌توانند پوشش گیاهی با وسعت تا سه برابر ارتفاع بخاریها از سطح گیاهان را گرم کنند.



دلایل مربوط به ذخیره کردن سوخت را در دو دسته می‌تون جای داد. اول، دمای گازهایی که در این سیستم تولید می‌شوند کمتر از 65° سانتیگراد یا 150° فارنهایت می‌باشد که در مقابل 204° تا 315° سانتیگراد (400 تا 600°F) است که در بخاریهای سنتی گلخانه‌ها تولید می‌شود. بنابراین گرمای بیشتری از سوخت احتراق یافته به دست می‌آید. معتقدند که کارایی احتراق حدود 90% می‌باشد. دوم، وقتی هوای داخل گلخانه خنکتر باشد اختلاف دمای آن با محیط خارج کمتر خواهد بود و گلخانه گرمای کمتری را از دست می‌دهد. جریان هوای سریعی که در لوله‌های همرفتی تولید می‌شود در گلخانه‌هایی که با استفاده از سیستم تابش ماورای قرمز گرم می‌شوند مشاهده نمی‌شود که این خود دارای اهمیت است، جریانات هوایی که توسط این پنکه‌ها برقرار می‌شود گیاهان را خنک می‌کنند و هوایی را که به وسیله گیاهان و زمین گرم شده است به سوی پوشش سرد گلخانه حمل می‌کنند. سیستم جریان هوای افقی (HAF) (که بعداً در این فصل توضیح داده خواهد شد) که جریان هوا در آن آرامتر می‌باشد ظاهراً قابل قبول است. مزیت دیگر این سیستم گرم‌کننده آن است که مصرف الکتریکی آن حدود 75% کمتر از سیستم‌های گرم‌کننده سنتی است. تنها یک موتور در سیستم گرم‌کننده تابشی لازم می‌باشد که آن هم برای پنکه خارج‌کننده گازها است.

گرچه هزینه سرمایه‌گذاری، در سیستم گرم‌کننده تابش اشعه مادون قرمز سیستم در مقایسه با سیستم‌های گرم‌کننده Forcedan سنتی بیشتر می‌باشد اما ذخیره سوخت در این سیستم طی چند سال این هزینه اضافی را جبران می‌کند. اما باید توجه داشت که در سالهای اخیر بخاریهای منفرد و دیگهای بخاری در بازار عرضه شده‌اند که دمای دودکش آنها پایین (150° سانتیگراد، 300° فارنهایت) می‌باشد و این خاصیت آنها باعث شده که بتوانند در مزیتی که مثلاً منحصراً به بخاریهای ماورای قرمز اختصاص داشت مشارکت کنند. در ثانی به وسیله سیستم‌های گرم‌کننده واقع در زمین (که بعداً

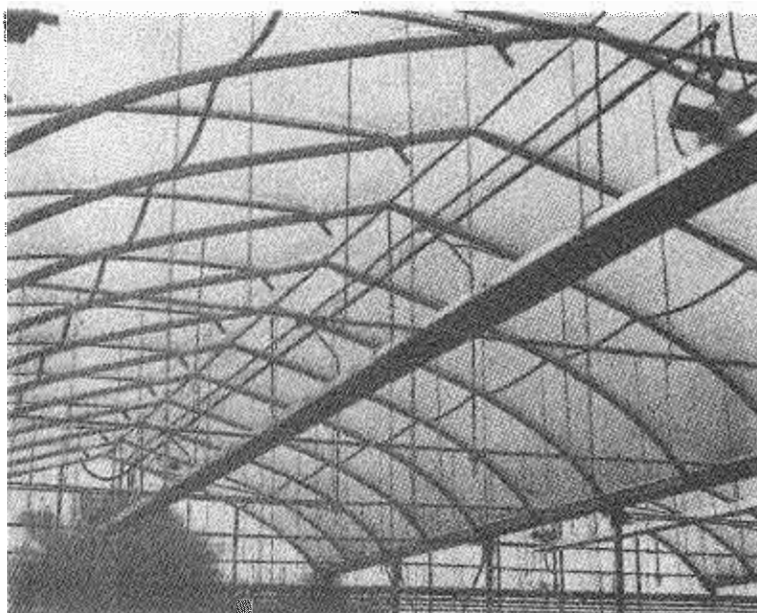
توضیح خواهیم داد) نیز می‌توان به مزیت دیگر سیستم‌های گرم‌کننده ماورای قرمز که کمتر بودن دما در عرض پوشش گلخانه در مقایسه با محیط خارج می‌باشد، رسید. در نهایت، بخاریهای ماورای قرمز می‌توان هر دو نوع گاز طبیعی و مصنوعی را بسوزانند. در حالی که گازهای طبیعی از نظر قیمت همچنان بر سایر گازها مزیت دارند، در سالهای اخیر گازهای مصنوعی در مقایسه با سایر گازها گرانتر شده‌اند. بنابراین پرورش‌دهندگانی که باید از گازهای مصنوعی استفاده کنند در شرایط نامساعدی قرار دارند.

مسئله نحوه انتخاب وسایل گرم‌کننده ماورای قرمز باقی می‌ماند. عواملی را که باید در نظر گرفت عبارتند از: کارایی حرارتی، قدرت تشعشع، انعکاس، کارایی قسمتهای ثابت دستگاه، کارایی الگوی ساختمانی. کارایی حرارتی عبارت از نسبت توان گرمایی سوخت مصرفی به انرژی آزاد شده در بخاری می‌باشد. قدرت تشعشع، اندازه‌گیری ظرفیت آزاد نمودن انرژی ماورای قرمز به وسیله لوله‌های بخاری است. انعکاس، اندازه‌گیری توانایی هدایت انرژی منعکس‌کننده‌ها است. کارایی قسمتهای ثابت دستگاه عبارت است از مقدار انرژی مادون قرمزی که به وسیله بخشهای ثابت گرم‌کننده جذب می‌شود و در نهایت به گرما تبدیل می‌گردد و منتقل می‌شود و این مقدار باید تا حد ممکن کم باشد. کارایی الگوی ساختمانی اندازه‌گیری توانایی انتشار انرژی ماورای قرمز به وسیله بخاری و متناسب با نیازهای فضا می‌باشد. کارایی کلی سیستم، ترکیبی از کلیه این عوامل است.

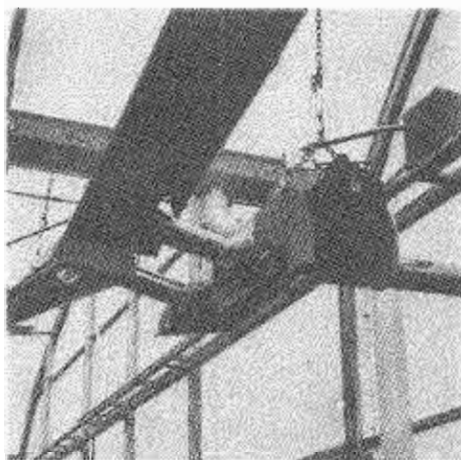
حرارت خورشیدی

حرارت خورشیدی اخیراً موضوع قابل توجهی بوده است که به‌طور نسبی یا کامل جای سیستمهای حرارتی با سوخت فسیلی را گرفته امروزه سیستمهای حرارتی خورشیدی معدودی در گلخانه‌ها وجود دارد. همانگونه که خواهیم دید، مسایل

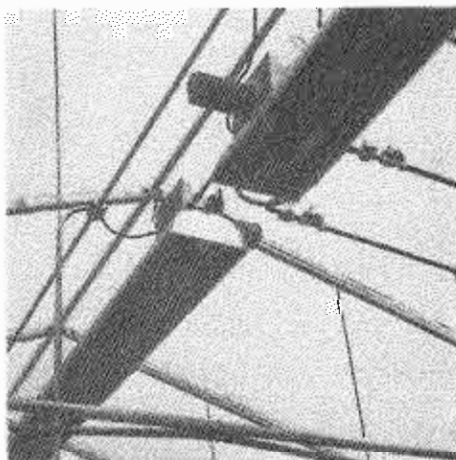




الف



پ



ب

تصویر ۳-۶- تأسیسات گلخانه‌ای که دارای سیستم حرارتی با تابش مادون قرمز است. (پ) دستگاههای احتراق در دو خط مجاور حرارتی مادون قرمز قرار گرفته‌اند. (ب) پنکه مکنده دود و خروجی که برای دو خط حرارتی تابش مادون قرمز کار می‌کنند.

اقتصادی یک چنین سیستمهایی باید مورد بررسی قرار گیرند. در این بخش، اصول اساسی و اجزاء سیستم حرارت خورشیدی را مورد بررسی قرار خواهیم داد. اجزاء آن عبارتند از: (شکل ۳-۷) ۱) یک جمع‌کننده ۲) وسیله تسهیل‌کننده ذخیره گرما ۳) یک وسیله مبادله‌کننده برای انتقال حرارت گرفته شده از خورشید، هوای گلخانه ۴) منبع گرمایی کمکی که در صورت عدم کفایت سیستم حرارتی خورشیدی جانشین آن می‌شود ۵) تعدادی تنظیم‌کننده.

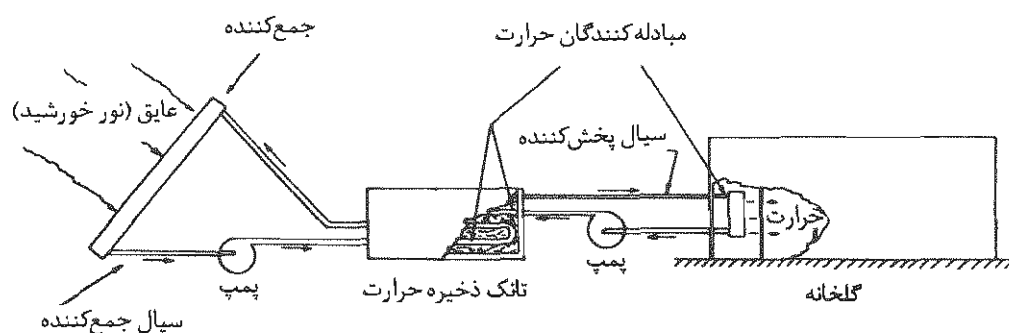
جمع‌کننده: انواع متنوعی از جمع‌کننده‌ها موجود می‌باشند. اما جمع‌کننده با صفحه مسطح بیشترین توجهات را به سوی خود جلب کرده است. این نوع، دارای یک صفحه سیاه مسطح (پلاستیک فشرده، یک لایه نازک پلاستیک، یا تخته) است که انرژی خورشیدی را جذب می‌کند. سطح رو به خورشید این صفحه به وسیله دو یا چند لایه شیشه یا پلاستیک شفاف و سطح پشتی آن به وسیله ماده‌ای عایق پوشیده شده است. لایه‌های پوشاننده، برای نگهداری گرمای جذب شده درون جمع‌کننده به کار می‌رود. آب یا هوا از داخل یا از روی صفحه سیاه‌رنگ می‌گذرد تا گرمای به دام انداخته شده را با خود حمل کرده و به منبع ذخیره کمکی منتقل کند.

گلخانه خود نیز یک جمع‌کننده حرارت خورشیدی است. مقداری از این انرژی جمع‌آوری شده در خاک، گیاهان، اسکلت گلخانه، مسیرهای عبور مانند آنها ذخیره می‌شود. مقدار حرارت باقیمانده، ممکن است برای رویش گیاه زیاد باشد و به همین علت به بیرون رانده می‌شود. این گرمای خروجی را نیز می‌توان به سمت بستر سنگی هدایت کرد تا ذخیره شود و متعاقباً در یک دوره گرم کردن گلخانه مورد استفاده قرار گیرد. حرارتی که بدین ترتیب بدست می‌آید می‌تواند نصف تا تمام حرارت لازم برای گلخانه‌های ایالات متحده جنوبی و احتمالاً ۱۰ تا ۲۰ درصد کل حرارت لازم برای ایالات شمالی را تأمین کند. وقتی جمع‌کننده با صفحه مسطح را در یک ظهر آفتابی به صورت ستونی در مقابل خورشید قرار می‌دهیم، جمع‌آوری حرارت به وسیله آن



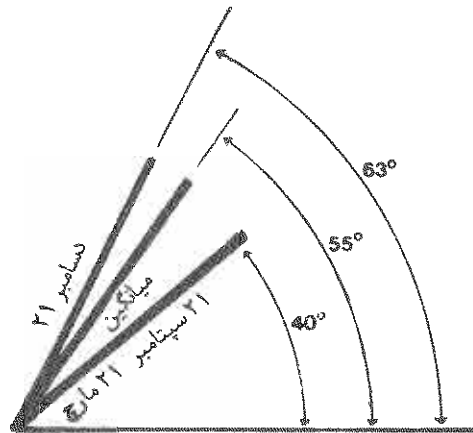
بیشترین کارایی خود را خواهد داشت. زاویه انحراف نسبت به سطح زمین در اول ماه فرورین و سی‌ام شهریور، (یعنی اعتدال بهار و پاییز) برابر عرض جغرافیایی است. این زاویه به تدریج افزایش می‌یابد و در سی‌آذر (انقلاب زمستانی) به حداکثر خود یعنی 23° بیشتر از عرض جغرافیایی می‌رسد پس از آن کاهش می‌یابد. از آنجایی که جمع‌کننده‌های متحرک هزینه را به مقدار قابل توجهی افزایش می‌دهد یک زاویه میانگین ثابت، حدود 15° بیشتر از عرض جغرافیایی معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۳-۸).

مقدار تابش خورشیدی که به سطح زمین می‌رسد با عواملی مانند شرایط آب و هوایی و ارتفاع تغییر می‌کند. در شکل ۳-۹ مقادیر روزانه متوسط تابشهای خورشیدی که در طول مرداد و دی به سی سانتیمتر مربع از سطح افقی زمین می‌رسد نشان داده شده است. با وجود آن که مقدار انرژی تابشی ورودی روزانه حدود 600 Btu/Ft^2 ($1625 \text{ kcal/m}^2, 6800 \text{ KJ/m}^2$) در سطح در فضای واشنگتن دی. سی (عرض جغرافیایی 38° درجه شمالی) انتظار می‌رود اما کل این مقدار به وسیله جمع‌کننده‌های حرارت به



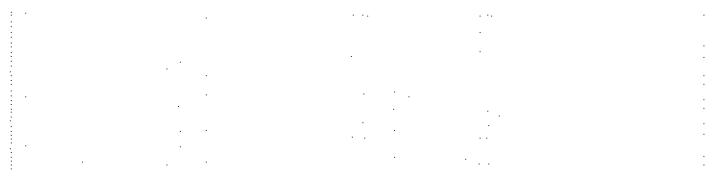
تصویر ۳-۷- نمونه‌ای از یک سیستم حرارتی خورشیدی برای گلخانه‌ها.

تصویر ۸-۳- بهترین زاویه انحراف برای یک جمع‌آوری‌کننده خورشیدی نسبت به زمین در عرض جغرافیایی 40° شمال (فیلا دلفیا، دنور) در ۲۱ مارس و ۲۱ سپتامبر 40° می‌باشد و در طی ۹۱ روز یعنی از ۲۱ سپتامبر تا ۲۱ دسامبر، ۲۳ افزایش می‌یابد تا به 63° برسد پس از ۲۱ دسامبر پیوسته کاهش می‌یابد تا در ۲۱ مارس به 40° برسد. در این مثال یک جمع‌کننده ثابت معمولاً در زاویه متوسط 45° یعنی قرار می‌گیرد.

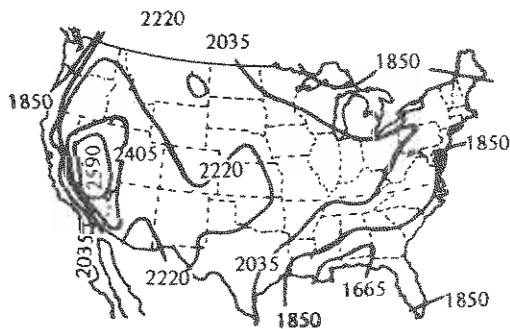


دام نمی‌افتد. در یک ظهر آفتابی کارایی یک جمع‌کننده با صفحه مسطح که از آب در آن استفاده می‌شود حدود ۶۵ درصد است اما در صبح زود و اواخر غروب کارایی در دو طرف آن نقطه کاهش یافته و به صفر درصد می‌رسد. اگر کارایی را 40° درصد در نظر بگیریم، 240 Btu از 600 Btu تابشی که در طول یک روز به 30 سانتیمتر مربع از جمع‌کننده برخورد می‌کند قابل جمع‌آوری برای گرم کردن یک گلخانه است. اگر مقدار تولید (محصول) یک گالن نفت را 100000 Btu در نظر بگیریم، جمع‌کننده باید سطحی معادل $12/51$ مترمربع داشته باشد تا ظرفیت گرمایی آن برابر ۱ گالن نفت بشود. به ازای هر 30 سانتیمتر مربع از سطح زمین گلخانه حداقل 15 سانتیمتر مربع از سطح گلخانه مورد نیاز است.

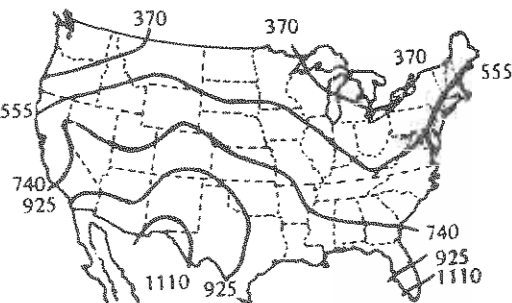
گرمای جذب شده به وسیله صفحه سیاه‌رنگ، داخل جمع‌کننده اغلب به وسیله آب یا هوا انتقال می‌یابد. صفحه سیاه‌رنگ ممکن است لایه‌ای از لوله‌های پلاستیکی سیاه‌رنگ باشد که در کنار هم قرار گرفته‌اند. در این حالت آب از داخل این لوله‌ها می‌تواند جریان یابد. اگر یک صفحه سیاه‌رنگ جامد باشد آب از روی سطح آن عبور کند. آب گرما را جذب می‌کند و سپس به یک مخزن ذخیره انتقال می‌دهد. هوا نیز ممکن است به همین ترتیب از داخل یا روی صفحه سیاه‌رنگ عبور کند و حرارت را از آن جذب



متوسط تابش خورشیدی در یک روز
جولای
یک روز / Btu/ft^2



متوسط تابش خورشیدی در یک روز
ژانویه
یک روز / Btu/ft^2



تصویر ۹-۳. مقدار متوسط تابش خورشیدی که هر فوت مربع از سطح افقی در سراسر ایالات متحده در جولای و ژانویه دریافت می‌کند.

کند. شدت جریان لازم برای جمع‌کننده‌های آب 0.4 تا 1.2 لیتر در دقیقه بر مترمربع (۱) تا ۳ گالن در هر ثانیه به ازای 100 فوت مربع) می‌باشد. گرم‌کننده‌هایی که در جمع‌کننده آنها هوا جریان دارد نیز به همین ترتیب به جریانی با شدت $1/5$ تا $4/6$ سانتیمتر در ثانیه بر مترمربع (یا $5-15$ فوت مربع در ثانیه به ازای هر فوت مربع) از جمع‌کننده است.

مخزن و مبادله‌کننده گرما: در حال حاضر آب و سنگ معمولترین ماده ذخیره‌کننده گرما در گلخانه‌ها می‌باشند. هر گرم آب می‌تواند $4/23$ ژول گرما را به ازای هر 1 درجه سانتیگراد افزایش دما نگه دارد. بنابراین گرمای ویژه آن 1 است. هر گرم سنگ می‌تواند 0.83 ژول گرما را به ازای هر 1 درجه سانتیگراد افزایش دما ($0.2 Btu/p \text{ rock}/F^\circ$). گرمای ویژه در این حالت 0.2 است. وسعت یک بستر سنگی باید ۳ برابر مخزن آب، باشد. تا مقدار حرارت ذخیره شده در هر دوی آنها یکسان باشد. بسترهای بسیار مناسب

جمع‌کننده‌های محتوی هوا و سیستمهای حرارتی هوای فشرده می‌باشند. در این حالت هوای گرم شده در داخل جمع‌کننده به همراه هوایی که در طول روز در داخل گلخانه بسیار گرم شده است به داخل بسترهای سنگی فرستاده می‌شوند. سنگ بخشی بیشتر این گرما را جذب می‌کند. بسترهای سنگی را مشروط بر آن که به خوبی عایق‌بندی شده‌اند می‌توان در زیر زمین گلخانه و یا در خارج از گلخانه قرار داد. در طول شب که گلخانه باید گرم شود، هوای سرد داخل گلخانه از میان سنگ عبور داده می‌شود، در آنجا، گرم شده و دوباره در داخل گلخانه جریان می‌یابد. یک لوله پلی‌اتیلن روشن که در طول خود دارای سوراخهایی در هر یک از دو سمت است گرما را به‌طور یکنواخت در طول گلخانه توزیع می‌کند. برای توزیع هوای گرم‌شده به وسیله خورشید می‌توان از لوله‌های همرفتی سنتی (مانند آنهایی که در این فصل برای گرم کردن و سرد کردن گلخانه مورد بحث قرار می‌گیرند) استفاده کرد.

یک سیستم ذخیره آبی، با جمع‌کننده‌های آبی و سیستمهای گرم‌کننده گلخانه‌ها که از لوله‌های مارپیچی یا بخاری تراکمی (واحد) که دارای لوله‌های مارپیچی محتوی آب در داخل خود می‌باشند بسیار سازگار است. در طول روز آب گرم جمع‌کننده به داخل مخزن ذخیره پمپ می‌شود. وقتی حرارت لازم است، آب گرم درون مخزن ذخیره به درون یک دیگ بخار آب یا آب‌داغ یا آب‌داغ لوله‌های مارپیچی درون یک بخاری پمپ می‌شود. گرچه آبی که به وسیله حرارت خورشیدی گرم شده است خنکتر از ترموستات نصب شده به دیگ بخار خواهد بود اما مقداری گرما ذخیره می‌شود زیرا نیازی نیست که دمای این آب به اندازه حرارت خروجی از آب یا بخار آب داخل دیگ بخار افزایش یابد.

تاکنون سیستمهای خورشیدی با دمای پایین بیشتر به علت ارزان بودنشان معمولترین سیستم برای گلخانه‌ها بوده‌اند. انرژی خورشیدی ورودی در طول روز در حکم خازن گرمایی عمل می‌کند و دمای این‌گونه سیستمها را تا 17° سانتیگراد (30°



فارنهایت) بالاتر از دمای متوسط عصر افزایش می دهد. هر نیم کیلو^۱ آب یا سنگ وقتی تا ۱۷° سانتیگراد (۳۰° فارنهایت) سرد می شوند به ترتیب ۳۰ Btu و ۶ Btu حرارت فراهم می کنند. بنابر گزارش به دست آمده یک گلخانه با پوشش پلی اتیلن دو لایه به ابعاد ۶ متر (۲۰ فوت) در ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) به ازای هر درجه فارنهایت اختلاف دما بین محیط خارج و داخل حدود ۳۵۰۰ Btu بر ساعت انرژی از دست می دهد. اگر گرمای داخلی ۱۶° سانتیگراد (۶۰° فارنهایت) و دمای متوسط شبانه فضای خارج ۲° سانتیگراد (۳۵° فارنهایت) بوده و مدت گرمادهی حدود ۱۳ ساعت باشد تقریباً ۱,۱۰۰,۰۰۰ (۱/۱۷) میلیون کیلوژول) گرما لازم است. این میزان مخزنی ۱۶۶۰۰ لیتری (۴۴۰۰ گالنی) از آب لازم دارد. (توجه ۱,۱۰۰,۰۰۰ Btu گرمای لازم تقسیم بر (۸/۳ Lb/gal water) × ۳۰°F (Btu/Lb × F°) معادل ۴۴۰۰ گالن می باشد. برای ذخیره مقدار حرارت فوق حدود ۵۷ متر مکعب (۲۰۰۰ فوت مکعب) سنگ لازم دارد.

مخازن آبی و سنگی فضای زیادی را اشغال می کنند و اگر در فضای خارج باشند باید کاملاً عایق بندی شوند. اگر مخازن داخل گلخانه قرار داده شوند گرمای اتلافی برای گرم کردن گلخانه استفاده می شود اما اگر گرما لازم نباشد، زیان آور است. بسترهای سنگی مشکل دیگری نیز به همراه دارند و آن این که باید نسبتاً خشک بمانند. زیرا تبخیر آب از سطح آنها باعث از دست رفتن مقدار زیادی از گرمای می شود.

بخاریهای کمکی: امروزه سیستمهای حرارتی خورشیدی بسیار گرانتر از سیستمهای سنتی می باشند. اخیراً کوشش می شود که اندازه سیستمهای خورشیدی طوری باشد که متوسط نیازهای زمستانی را تأمین کند. یک سیستم سنتی کمکی با سوخت فسیلی برای تأمین گرمای اضافی لازم در شبهای سرد زمستانی نصب می شود. این امر

کمک می‌کند تا بتوان هزینه سیستم‌های حرارتی خورشیدی را تعدیل کرد.

کنترل‌کننده‌ها: برای نشان دادن نمونه‌ای از کنترل‌ها در یک گلخانه با سیستم حرارتی خورشیدی، یک سیستم آبی را بررسی می‌کنیم. اولین کنترل‌کننده وقتی فعال می‌شود که دمای آب داخل جمع‌کننده 6° سانتیگراد (10° فارنهایت) بالاتر از تانک ذخیره باشد و اگر این اختلاف 3° سانتیگراد (5° فارنهایت) باشد، متوقف می‌شود. آب از داخل جمع‌کننده به بخش بالایی تانک ذخیره پمپ می‌شود و آب سردتر که در زیر تانک ذخیره قرار دارد به جمع‌کننده برمی‌گردد. پمپ دیگری وقتی تانک ذخیره را به صورت یک پمپ تبادل‌کننده گرما، فعال می‌کند که دمای هوای گلخانه به 17° سانتیگراد (63° فارنهایت) تنزل کند و وقتی به 18° سانتیگراد (65° فارنهایت) برسد متوقف می‌کند. وقتی سیستم خورشیدی دمای مطلوب را فراهم نکند، کنترل سومی بخاری کمکی را در دمای 16° سانتیگراد (60° فارنهایت) به کار می‌اندازد. وقتی دمای جمع‌کننده به نقطه انجماد برسد کنترل سومی آب داخل آن را به داخل یک تانک زیرزمینی وارد می‌کند و با صعود دمای جمع‌کننده، تانک را تخلیه می‌کند.

اقتصاد: جمع‌کننده‌های با ظرفیت بالا که قادرند دمای مخزن تراکمی را بیش از 17° سانتیگراد (30° فارنهایت) افزایش دهند این مزیت را دارند که فضای کمتری اشغال می‌کنند و به ظرفیت ذخیره‌ای کمتری نیاز دارند. سیستم‌های با ظرفیت بالا بسیار گران هستند، بنابراین سیستم‌های کم ظرفیت در گلخانه‌ها بیشتر استفاده می‌شوند. قیمت جمع‌آوری‌کننده یک سیستم با ظرفیت پایین در پنج سال پیش حدود نصف قیمت کل سیستم بود.

حتی وقتی که قیمت جمع‌آوری‌کننده کل سیستم ۱۰۸ دلار به ازای هر مترمربع (۸ دلار به ازای هر فوت مربع) است. قیمت سیستم حرارتی خورشیدی ۸۷۱۰۰۰ دلار به



ازای هر هکتار (۳۸۴۵۰۰ دلار به ازای هر اکر) خواهد بود. بنابراین نسبت یک فوت مربع از جمع آوری کننده به ازای هر فوت مربع از فضای کف گلخانه خواهد بود. یک چنان سیستمی ممکن است کل حرارت لازم برای نقاط جنوبی را تأمین کند در این نقاط ۱ گالن نفت به ازای هر فوت مربع از کف زمین در هر سال در گلخانه‌هایی که از یک لایه شیشه تشکیل شده‌اند، استفاده می‌شود. با توجه به آن که به ازای هر گالن نفت ۰/۷ دلار (۰/۹ دلار به ازای هر لیتر) صرفه جویی می‌شود مقدار ذخیره سوخت در سال ۷۵۰۰۰ دلار در هر هکتار (۳۰/۵۰۰ دلار در هر اکر) خواهد بود با در نظر گرفتن بهره سرمایه گذاری صورت گرفته، هزینه تعمیرات، برق مصرفی، هزینه‌های ناخواسته، مدت زمان لازم برای جبران در این سیستم، بیش از ۲۰ سال و بسیار سؤال برانگیز خواهد بود.

سیستمهای حرارتی خورشیدی در گلخانه‌های تجاری استفاده می‌شوند. این گونه گلخانه‌ها معمولاً کوچک هستند و صاحبان آنها، می‌پذیرند که از بخشی از مخارج حقیقی سیستم چشم‌پوشی کنند. صاحبان آنها ممکن است خود به شخصه گلخانه را ساخته باشند و هزینه کارگر نپرداخته باشند. هزینه مربوط به سیستم ممکن است خارج از سود به دست آمده از گلخانه تأمین شود و بهره پول محاسبه نگردیده باشد. در غیر این صورت با استفاده از این بهره می‌توان سرمایه گذاری کرد و سود جست.

توزیع حرارت

به دنبال احتراق سوخت در جعبه احتراق بخاری یا دیگ بخار، گرما باید به گلخانه منتقل شود. این مسأله مهم است که به هنگام انتقال گرما حداقل مقدار ممکن اتلاف شود و گرما به محض ورود به گلخانه به‌طور یکنواخت در اطراف گیاهان توزیع شود. هوای گرم، به سمت بالای گلخانه به محلی که اهمیت چندانی ندارد، منتقل می‌شود و

هوای سردتری که در مجاورت شیشه تشکیل می‌شود به بخشهای پایینتر، محلی که گیاهان می‌رویند، نزول می‌کند. این امر هزینه گرم کردن گلخانه را افزایش می‌دهد اما خوشبختانه قابل کنترل است. تاکنون نحوه توزیع گرما را توسط بخاریهای تابشی و همرفتی و همچنین مشارکت گرمای حاصل از سیستمهای خورشیدی را در اغلب انواع سیستمهای حرارتی کمکی سنتی مکانیسمهای توزیع گرما مشاهده کردیم. از این پس بحث را روی توزیع گرما از (۱) بخار آب و آب داغ، (۲) منابع تولیدکننده هوا گرم متمرکز می‌سازیم.

بخار آب و آب داغ

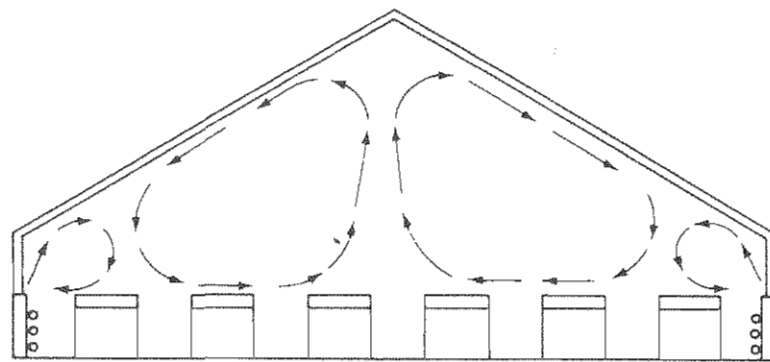
معمولاً در گلخانه‌های آمریکایی آب داغ را در دمای 82° سانتیگراد (180° فارنهایت) و در لوله‌های ۵۱ میلیمتری (۲ اینچی) و در هلند در دمای 95° سانتیگراد (203° فارنهایت) و در لوله‌های ۵۱ میلیمتری (۲ اینچی) تهیه می‌کنند. از طرف دیگر بخار آب را در سیستمهای خاص خود معمولاً در دمای 102° سانتیگراد (215° فارنهایت) یعنی حدود 2° سانتیگراد بالاتر از دمایی که آب به بخار آب تبدیل می‌شود، تهیه می‌کنند. علت میسر بودن این امر آن است که سیستم تحت فشار پایین حدود ۵ پاند است. چون مقاومت در برابر جریان بخار آب کمتر می‌باشد از لوله‌های کوچکتر به قطر ۳۲ الی ۳۸ میلیمتر ($\frac{1}{4}$ یا $\frac{1}{2}$ اینچ) استفاده می‌شود می‌توان با مراجعه به جدول ۳-۳ که مقادیر گرمای تولیدشده به وسیله انواع مختلف لوله‌ها را فهرست کرده است مقدار لوله لازم برای یک گلخانه دارای لوله‌های مارپیچی را تعیین کرد. برای گرم کردن گلخانه‌ای که به 160000 Btu گرما در هر ساعت نیاز دارد باید از ۱۰۰۰ فوت خطی لوله‌های ۵ سانتیمتری آب داغ استفاده کنیم. این مقدار با تقسیم کردن کل گرمای لازم برای گرم کردن گلخانه بر مقدار گرمایی که ۱ فوت خطی لوله تولید می‌کند به دست آمده است، در این مورد می‌شود 160000 Btu/hr تقسیم بر 160 Btu به ازای هر فوت خطی از لوله‌های

جدول ۳-۳. گرمای حاصل از لوله‌هایی که دارای قطرهای مختلف می‌باشند و به وسیله آب داغ یا بخار آب گرم می‌شوند.

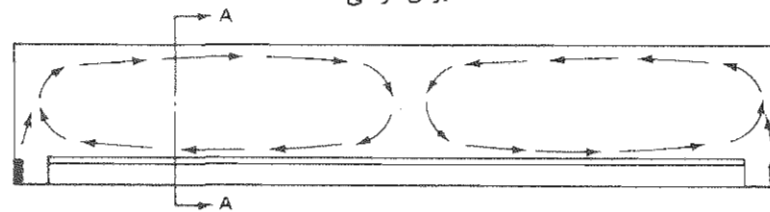
منبع گرما		قطر لوله	گرمای تولید شده	
			W/m	Btu/hr/ft
بخار آب	۳۸ میلیمتر (۱ $\frac{1}{4}$ اینچ)	۲۱۰	۲۰۲	
بخار آب	۳۲ میلیمتر (۱ $\frac{1}{4}$ اینچ)	۱۸۰	۱۷۳	
آب داغ	۵۱ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۶۰	۱۵۴	
آب داغ	۵۱ میلیمتر (۲ اینچ)	۲۰۰	۱۹۲	

آب داغ ۵ سانتیمتری که نتیجه آن ۱۰۰۰ فوت لوله خواهد بود. اگر از سیستم لوله‌های بخار آب ۳۸ میلیمتری استفاده کنیم در آن صورت ۱۶۰۰۰۰ Btu/hr تقسیم بر ۲۱۰ Btu/hr که نتیجه ۷۶۲ فوت لوله است.

نحوه استقرار لوله‌های گرم‌کننده بسیار مهم است. اگر تمام لوله‌ها را در دیوارهای جانبی و انتهایی قرار دهیم جریان نامناسبی از هوا را خواهیم داشت. برش عرضی گلخانه در تصویر الف ۱۰-۳ نشان می‌دهد که حرارت از لوله‌های مارپیچی جانبی در امتداد دیوار جانبی و بخشی از سقف گلخانه به سمت بالا حرکت می‌کند تا به جریان هوایی که بر اثر سرمای شیشه‌ها سرد شده و به سمت پایین حرکت می‌کند، برخورد نماید. این دو جریان درهم آمیخته و در این نقطه به سمت پایین نزول می‌کنند. بخشی از این هوا به سمت لوله‌های مارپیچی باز می‌گردد و بخش دیگر به سمت مرکز گلخانه و محل رویش گیاهان حرکت می‌کند و بدین ترتیب نقطه سردی را در مرکز گلخانه ایجاد می‌کند. در مرکز گلخانه، جریانات متعلق به دو سمت گلخانه با هم تماس پیدا می‌کنند و صعود نمایند. برش طولی نشان می‌دهد که حرارت از لوله‌های مارپیچی دیوار انتهایی به سمت بالای گلخانه حرکت می‌کند، سپس در مسیر حرکت خود به سمت مرکز گلخانه

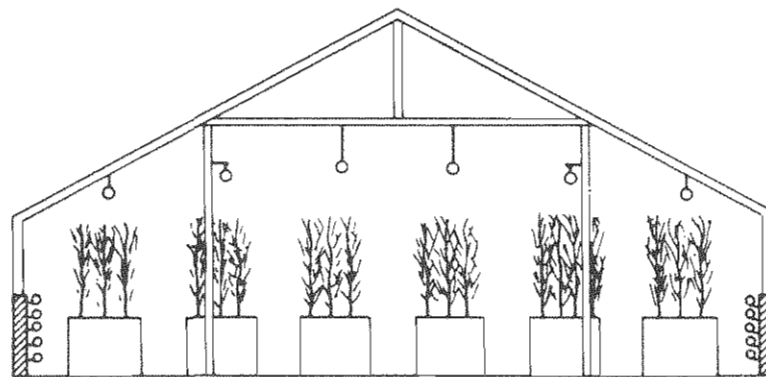


برش عرضی A-A



برش طولی

الف



ب

تصویر ۱۰-۳ الف) الگوی گردش هوا در گلخانه‌هایی که در طول زمستان فقط از لوله‌های ماریچی جانبی در آنها استفاده می‌شود. ب) ترکیب مطلوبی از لوله‌هایی که در بالای سر نصب می‌شوند و لوله‌های ماریچی جانبی برای کنترل جریان رو به پایین هوا و نقاط سرد در گلخانه.



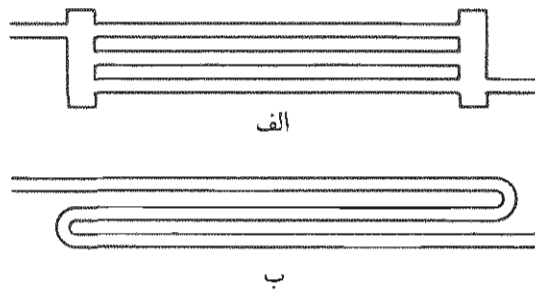
جدول ۳-۴. مقایسه گرمای حاصل از لوله‌های عمودی روی هم انباشته شده و

لوله‌های مجزا واقع شده

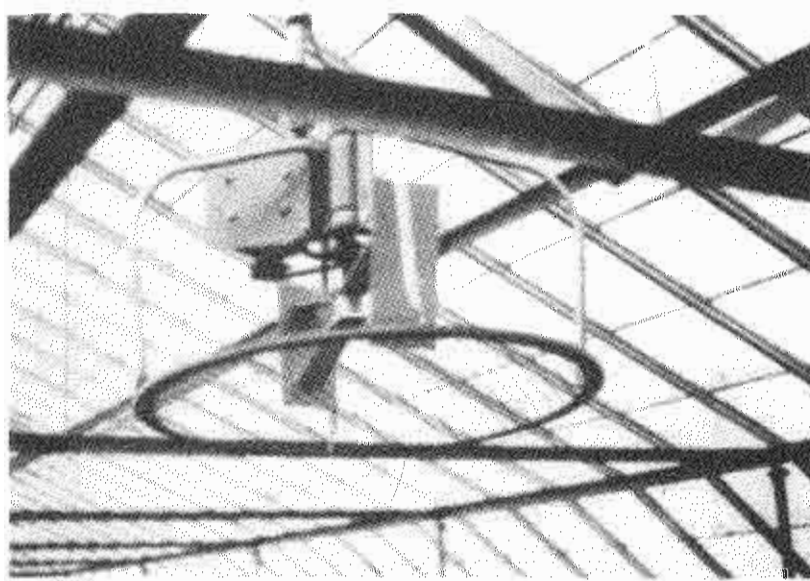
تعداد لوله‌های روی هم انباشته شده به‌طور عمودی	تعداد لوله‌های منفردی که گرمایی معادل حالت مقابل خود تولید می‌کند.
۱	۱
۲	۲
۳	۲ ۲/۳
۴	۳ ۱/۳
۵	۴
۶	۴ ۱/۳
۸	۵

سرد می‌شود دو توده هوای سرد در مرکز با یکدیگر تماس پیدا کرده و به سمت زمین نزول می‌کنند. بدین ترتیب این نقطه سرد شده و رشد گیاهان موجود در این محل به تعویق می‌افتد. برای خنثی کردن نقاط سرد می‌توان لوله‌ها را در مناطقی قرار داد که جریان هوا به سمت پایین است. برای این منظور حدود $\frac{1}{3}$ لوله‌ها را به نحوی که در شکل ب ۱۰-۳ نشان داده شده است در عرض گلخانه از یک سمت به سمت دیگر قرار می‌دهیم. $\frac{2}{3}$ باقیمانده لوله‌ها را در طول دیوارهای خارجی قرار می‌دهیم. چند اینچی از طول لوله‌هایی که در دیوارهای جانبی قرار دارند باید کاملاً آزاد باشد تا برقراری جریان هوا میسر شود. در ضمن این لوله‌ها باید آنقدر پایین قرار گیرند که مانع ورود نور از دیوارهایی جانبی نشوند. این لوله‌ها معمولاً در تماس با دیوار حاجب می‌باشند.

وقتی تعداد زیادی از لوله‌ها را روی هم انباشته می‌کنیم کارایی آنها کاهش می‌یابد و برای جبران این کاهش باید از لوله‌های اضافی استفاده کنیم. جدول ۳-۴ این مسأله را



تصویر ۱۱-۳ الف) لوله‌های مارپیچی جمع‌ای برای توزیع آب در گلخانه. ب) لوله‌های مارپیچی شیپوری شکل در یک سیستم حرارتی بخار آب داغ.



تصویر ۱۲-۳ یک پنکه عمودی بالابر هوا که در قله (نوک) گلخانه و برای انتقال هوای گرم به سمت پایین و سطح گیاهان نصب شده است.

نشان می‌دهد. در مورد دو لوله این کاهش ناچیز است. کارایی پنج لوله که بر روی هم انباشته شده‌اند معادل چهار لوله‌ای است که به‌طور مجزا قرار گرفته‌اند. در طراحی یک سیستم گرم‌کننده در جاهایی که به حرارت چهار لوله در لوله‌های مارپیچی جانبی نیاز است باید پنج لوله نصب کنیم. لوله‌هایی که در بخش بالای گلخانه قرار می‌گیرند آنقدر از هم فاصله دارند که مشکلی ایجاد نمی‌شود.

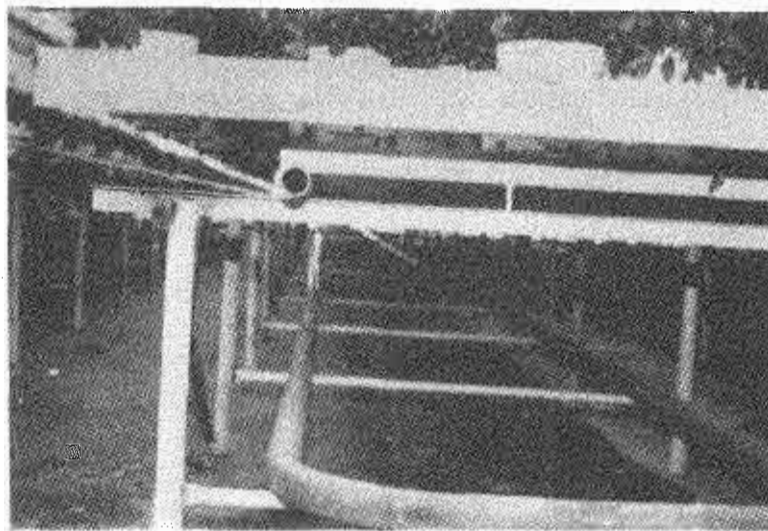


در دهه ۱۹۵۰ هزینه لوله‌ها و نصب آنها مشکلی به‌شمار می‌رفت و به دنبال مواد و طراحی‌های دیگری برای راه چاره بودند. لوله‌های پرک همچون لوله‌هایی که تا حدودی می‌توانستند جایگزین لوله‌های سنتی بشوند عمومیت یافتند. لوله‌های پرک به لوله‌های سنتی که دارای تعداد زیادی صفحات فلزی ظریف است که از سطح لوله به صورت شعاعی به طرف بیرون قرار گرفته‌اند و موجب افزایش سطح لوله و افزایش توانایی آنها برای انتقال گرما از آب‌داغ یا بخار آب داخل به محیط خارج می‌شوند.

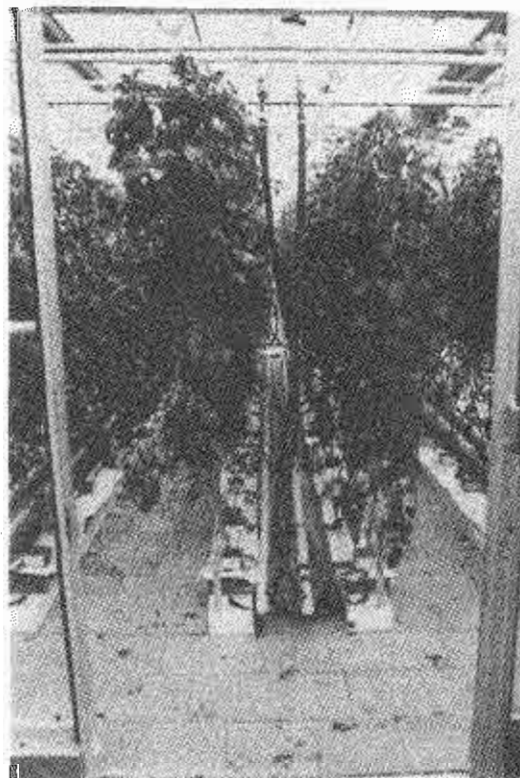
بنا به طرح مورد نظر یک فوت خطی از لوله‌های پرک‌دار می‌تواند معادل ۴ فوت خطی یا بیشتر از لوله‌های سنتی است. باید به خاطر داشته باشیم، که گرمای آزاد شده از سطح لوله‌های پرک‌دار بسیار شدیدتر از لوله‌های سنتی است. بنابراین توزیع یکنواخت این لوله‌ها در سراسر گلخانه مهم است اگر نیازی به یک ردیف لوله‌های مارپیچی پیوسته از لوله‌های پرک‌دار در دورتادور گلخانه است، باید از لوله‌های پرک‌دار و سنتی به صورت یک‌درمیان و با فواصل مساوی استفاده کرد.

لوله‌های مارپیچی به دو شکل جعبه‌ای یا شیپوری (شکل ۱۱-۳) می‌باشند. در سیستم‌های آب‌داغ از نوع جعبه‌ای استفاده می‌شود. آب‌داغ از طریق یک لوله اصلی وارد گلخانه می‌شود و به وسیله یک لوله T شکل منشعب یا header به داخل تعدادی لوله‌های کوچکتر توزیع می‌گردد و از داخل آنها عبور کرده و همزمان به انتهای دیگر گلخانه می‌رسد. در آنجا یکی شده و برای این که دوباره گرم شوند به داخل دیگ بخار برمی‌گردند. در داخل لوله‌ها مقاومتی در مقابل جریان آب وجود دارد. لوله‌های مارپیچی جعبه‌ای به وسیله کاهش طول لوله‌هایی که بخش معینی آب از آنها عبور می‌کند و افزایش بخش عرضی که آب جاری در انشعابات در آن یکی می‌شوند، این مقاومت را کاهش می‌دهند.

در سیستم‌های بخار آب از لوله‌های مارپیچی شیپوری استفاده می‌شود. در اینجا



تصویر ۱۳-۳- یک لوله ۲ اینچی (۵۱ میلیمتری) آب داغ که به وسیله چهارچوب پایینی یک سکوی کاشت متحرک نگهداری می‌شود.



تصویر ۱۴-۳- لوله‌های آب داغ که گوجه‌فرنگی‌هایی در حال رشد در راک‌وول را گرم می‌کنند برای آن که حداکثر کارایی را داشته باشند در بین ردیف‌های گیاهان و درست در بالای سطح زمین قرار داده شده‌اند. لوله‌های آب داغ به وسیله شیلنگ‌های لاستیکی انعطاف‌پذیر از شاه‌لوله‌های واقع در بالای سر آویزان شده‌اند. این امر موجب می‌شود که به هنگام اتمام محصول و تمیز کردن محیط بتوان لوله‌ها را به بالای سر بلند کرد.

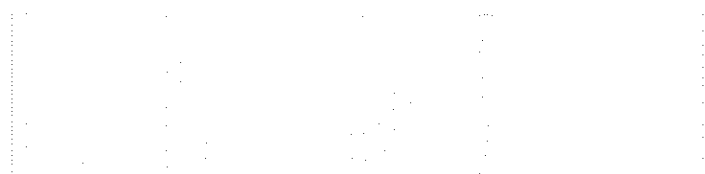
مشکل ما مقاومت در مقابل جریان بخار آب نیست اما کاهش سریع فشار و دما در طول لوله‌ها مشکل ایجاد می‌کند. اگر در سیستم همرفت بخار آب از لوله‌های مارپیچی جعبه‌ای استفاده شود مدخل ورودی داغ و مدخل خروجی بسیار خنکتر خواهد بود و در نتیجه یک شیب حرارتی غیرقابل تحمل در گلخانه برقرار می‌شود. در لوله‌های مارپیچی شیپوری از لوله‌ای ممتد استفاده می‌شود. بخار آب از بخش بالایی لوله‌های مارپیچی وارد می‌شود و مسافتی را طی کرده و به انتهای گلخانه می‌رسد. سپس از داخل لوله دوم که در زیر واقع است عبور کرده و به مدخل ورودی برمی‌گردد. پس از آن از طریق لوله سوم دوباره به انتهای گلخانه می‌رود، این ترتیب ادامه می‌یابد تا آب به انتهای مارپیچ برسد. آب در انتها متراکم شده و بخار آب وارد تله‌ای می‌شود که امکان بازگشت آب به دیگ بخار را فراهم می‌آورد اما مانع عبور بخار آب می‌شود. هیچ‌گونه شیب حرارتی در طول لوله مارپیچی وجود ندارد و شیب حرارتی بالا و پایین لوله نیز اهمیت ندارد. لوله‌های مارپیچی که در بالا نصب می‌شوند، خواه آب داغ یا بخار آب در آنها جریان داشته باشد معمولاً شیپوری شکل می‌باشند. در سیستم‌های بخار آب داغ برای کاهش مقاومت از دو لوله مارپیچی در بالای سر استفاده می‌شود.

تا پیش از اواسط قرن اخیر لوله‌های گرم‌کننده، در عرض گلخانه و نزدیک زمین و مجاور بسترهای زمین یا زیر سکوه‌های کاشت قرار داده می‌شدند. هدف گرم کردن خاک و گیاهان و به حداقل رساندن اتلاف گرما زیر سه‌گوش شیروانی بود. بیشتر به علت لزوم فضایی باز، برای آسان کردن استفاده از ماشین‌آلات خودکار، لوله‌های گرم‌کننده را پس از جنگ جهانی دوم از زمین به فضای موجود در بالای گیاهان منتقل کردند.

اندکی پس از تغییر مکان لوله‌های گرم‌کننده، پنکه‌های عمودی بالا بر هوا به منظور کاهش شیب عمودی دما که در گلخانه‌های دارای لوله‌های مارپیچی گرم‌کننده مشاهده می‌شد، به بازار عرضه شدند (شکل ۱۲-۳) هوای گرم به سمت بالا حرکت می‌کند

بنابراین برای محاسبه دمای بلندترین نقطه گلخانه باید توجه داشت که درجه حرارت به ازای هر یک متر که از سطح زمین بالا می‌رویم $1/8^{\circ}$ سانتیگراد افزایش می‌یابد. پنکه‌های عمودی بالا بر هوا در ردیفی در زیر باربند گلخانه‌هایی به وسیله لوله‌های مارپیچی گرم می‌شوند، نصب می‌شدند. هوای گرم، بخش بالای فضای گلخانه از بالای پنکه وارد آن می‌شود و سپس در جهت پایین و با زاویه ملایمی به سمت بیرون توزیع می‌شود. این‌گونه پنکه‌ها شیب عمودی گرما را به آرامی کاهش می‌دهد، از گرما بهتر استفاده می‌کند و هزینه سوخت را کاهش می‌دهد. این‌گونه پنکه‌ها گرمای غیریکنواختی را در ارتفاعی که گیاهان واقعند ایجاد می‌کنند. پنکه‌های عمودی بالا بر هوا به همراه سیستمهای گرم‌کننده هوای فشرده استفاده نمی‌شدند.

قدم بعدی در راه تکامل سیستمهای توزیع گرما، از قیمت بالای لوله‌های گرم‌کننده منشعب می‌شود. بخاریهای تراکمی که با بخار آب یا آب داغی که از یک دیگ بخار مرکزی تأمین می‌شود کار می‌کردند و در حدود سال ۱۹۶۰ همچون جانشینی برای لوله‌های مارپیچی مورد استفاده قرار گرفتند. آنها باعث شدند که مقدار زیادی از هزینه مربوط به مواد و نصب ذخیره شود. از آنجایی که بخاریهای تراکمی دارای یک پنکه برای توزیع حرارت می‌باشند، پنکه‌های عمودی بالا بر هوا همراه آنها استفاده نمی‌شدند. بخاریهای تراکمی در امریکا معمول شدند درحالی‌که، لوله‌های مارپیچ همچنان در هلند مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در دهه گذشته کوشش فراوان به عمل آمد تا سیستمهای توزیع گرما را به سطح زمین منتقل کنند تا فضای گلخانه خالی بماند. در این مواقع به جای بخاریهای تراکمی بیشتر از لوله‌های مارپیچی استفاده می‌شود. لوله‌ها در داخل اسکلت سکوه‌های کاشت و در زیر سطح بالایی نیز نصب می‌شدند (شکل ۱۳-۳) این ترتیب در مورد سکوه‌های کاشت متحرک نیز ممکن است زیرا، اسکلت آنها در محل باقی می‌ماند. بسترهای گل‌های تازه و سبزیجات در هلند به همین ترتیب یعنی به وسیله لوله‌های آب‌داغ که توسط شیلنگهای لاستیکی قابل ارتجاع در هوا و در بالای شاه‌لوله



معلقند گرم می‌شوند (تصویر ۱۴-۳) لوله‌های گرم‌کننده به بستر محدود می‌شوند و راهروها را قطع نمی‌کنند. برای گیاهانی مانند رزها ممکن است لوله‌ها را در بستر آنها قرار دهیم اما برای سایر گیاهان لوله‌ها را در یکی از دو طرف بستر قرار می‌دهیم. در این‌گونه سیستم‌ها از آب‌داغ استفاده می‌شود زیرا دمایی پایین‌تر از دمای بخار آب لازم است تا گیاهان نسوزند. در ضمن آب‌داغ دمایی یکنواخت را در سراسر گلخانه تضمین می‌کند. برای تسهیل امر برداشت گیاهان، ضد‌عفونی بستر، و کاشت دوباره می‌توان لوله‌های گرم‌کننده را بدون آن‌که قطع کنیم، در ارتفاع بالای سر ببندیم.

در این سیستم جدید کاشت، لوله‌های گرم‌کننده محتوی آب‌داغ در زیر لایه‌ای از پشم شیشه قرار داده می‌شوند تا خاک واقع در زیر سیستم ریشه‌ای را گرم کنند. در برخی تکنیک‌های NFT (لایه‌ای نازک از مواد مغذی) سیستم هیدروپونیک برای آن‌که فقط هوای اطراف گیاه را گرم نکنند و گرما مستقیماً به ریشه‌ها داده شود، محلول مغذی را حرارت می‌دهند. (پشم شیشه و سایر سیستم‌های کشتی مربوطه در فصل ۹ توضیح داده خواهند شد)

آخرین موفقیت‌های به دست آمده در امر گرم کردن محیط ریشه را به دو دسته می‌توان تقسیم کرد. دسته اول آنهایی که لوله‌های ۱۹ میلی‌متری (۵/۷۵ اینچی) را در زمین و بنا به نیازهای گرمایی، دمای آب، و عمق لوله‌ها به فواصل ۲۰ الی ۳۰ سانتیمتری (۸ الی ۱۲ اینچ) قرار می‌دهیم. جنس زمین ممکن است شنی یا سیمان متخلخل باشد. لوله‌های پلی‌اتیلن که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند شکننده هستند. از لوله‌های PVC می‌توان استفاده کرد اما به علت انعطاف‌ناپذیر بودن و هزینه متداول نمی‌باشند. امروزه لوله‌های پلی‌بوتلنی به علت انعطاف‌پذیر بودن، قدرت و مقاومت زیاد آنها در برابر حرارت توصیه می‌شوند. برای آن‌که، دمای مطلوبی در سطحی که گیاهان واقعند داشته باشیم، معمولاً آب‌داغ با دمای 38° سانتیگراد (100° فارنهایت) در لوله‌ها جریان دارد. آب‌داغ در طول زمین پمپ می‌شود و دوباره به مدخل خروجی بازمی‌گردد.

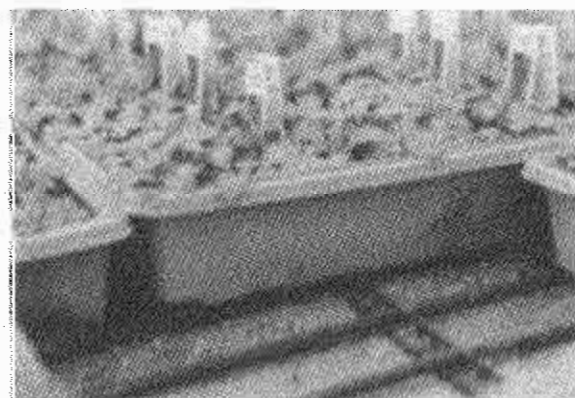
تا جریان دوطرفه برای توزیع یکنواخت حرارت در طول گلخانه برقرار شود. معمولاً حرارتی معادل 20 But/hr به ازای هر فوت مربع (63 W/m^2) از سطح زمین گلخانه استعمال می‌شود. از آنجایی که در ابتدا محیط اطراف ریشه و گیاه گرم می‌شود معمولاً دمای بالای گیاهان 3° تا 6° سانتیگراد (5° تا 10° درجه فارنهایت) کمتر از گلخانه‌هایی است که به‌طور سنتی و بدون کاهش در رشد گیاه گرم می‌شدند. در این حالت نیز، مانند سیستم‌های گرم‌کننده تابشی اختلاف دما در عرض پوشش گلخانه کم می‌شود و بنابراین هزینه سوخت کاهش می‌یابد. سیستم‌های حرارتی که در زمین قرار دارند وسیله دیگری برای تعدیل هزینه مربوط به سیستم‌های حرارتی مرکزی می‌باشند.

یک سیستم حرارتی کف، حرارت لازم در طی فصول پاییز و بهار را تأمین می‌کند. در روزهای سرد زمستانی به یک سیستم حرارتی کمکی مانند بخاری تراکمی یا نوله‌های مارپیچ واقع در بالای سطح زمین نیاز داریم. سیستم‌های حرارتی کف بین 20° تا 50° درصد کل گرمای لازم و احتمالاً بیش از 25% درصد متوسط گرمای لازم را در طول سال تأمین می‌کنند. اگر زمین، به‌وسیله گیاهان گلدانی یا گیاهانی که در بستر رویانده می‌شوند، پوشیده باشد، مقدار کل گرما درصد بالایی خواهد داشت زیرا گیاهان در نزدیکی منبع گرما می‌باشند و تمایل دارند که گرما را در پایین نگه دارند. هنگامی که گیاهان روی سکوه‌های کاشت پرورش داده می‌شوند، کارایی این سیستم کاهش می‌یابد. در ارتفاعی که گیاهان واقعند گرمای بیشتری لازم است. همچنین، گرما از سطح بدون پوشش به آسانی فرار می‌کند و به سه گوش شیروانی یعنی جایی که مورد نظر نمی‌باشد فرار می‌کند. سبدهای آویزان کارایی این سیستم‌ها را حتی بیشتر کاهش می‌دهد. در آب و هوای سرد نمی‌توان کل گرمای لازم را از طریق کف تأمین کرد. زیرا، دما در اطراف گیاهان یا نزدیک زمین بسیار بالا می‌رود. در سیستم حرارتی کف، گرما بیشتر از طریق زمین تأمین می‌گردد و فقط در صورت عدم کفایت از بخاریهای کمکی استفاده می‌شود.



روش جدید دیگری که برای گرم کردن محیط ریشه مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت بسته‌های تجارتي متنوعي در دسترس است. (شکل ۱۵-۳) لوله‌های EPDM را می‌توان در داخل زمین، روی سطح زمین، زیر یا روی سکوه‌های کاشت قرار داد. توصیه می‌شود که برای انتقال بهتر دما، لوله‌ها را در جای داخل زمین، روی آن قرار دهیم. لوله‌ها را معمولاً به فاصله ۵ سانتیمتر (۲/۵ اینچ) در طول زمین یا سکوی کاشت قرار می‌دهیم اما ممکن است برای دستیابی به نیازهای دمایی منطقه‌ای لوله‌ها را نزدیکتر یا دورتر قرار دهیم. شاه‌لوله‌های ورودی و خروجی این سیستم لوله‌کشی برای ایجاد جریان دوطرفه، در یک بخش زمین گلخانه یا سکوی کاشت قرار داده می‌شوند. قطری خارجی لوله‌ها ۸ میلیمتر (۵/۱۶ اینچ) است. این لوله‌ها آنقدر مقاوم هستند که بتوان آنها را درون سیمان منفذدار یا شن قرار داد و یا گلدانها را مستقیماً روی آنها گذاشت. دمای آبی که در لوله‌ها جریان دارد تا 60° سانتیگراد (140° درجه فارنهایت) می‌رسد. این سیستم می‌تواند نیازهای دمایی محیطی را که اختلاف بین فضای بیرون و داخل آن 56° سانتیگراد (100° فارنهایت) است، تأمین کند.

تعداد متوسطی از تأسیسات بزرگ لوله‌های گرم‌کننده EPDM روی سطح زمین و داخل سکوه‌های کاشت ساخته شده‌اند. این گونه تأسیسات نیازمند منبع آب‌داغ بزرگی هستند. بسیاری از گلخانه‌هایی که دیگهای آب‌داغ مرکزی ندارند سیستم لوله‌های



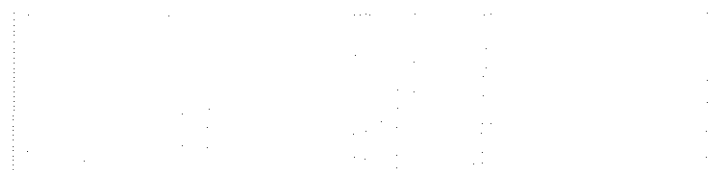
تصویر ۱۵-۳. لوله‌های آب‌داغ EPDM که برای گرم کردن گیاهان در بستر کاشته شده بر روی سطح یک سکوی کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. توجه داشته باشید که گلدانها، مستقیماً بر روی لوله‌های گرم‌کننده قرار داده می‌شوند.

گرم‌کننده EPDM را بیشتر برای مقاصد خاص مانند تکثیر گیاهان استفاده می‌کنند. در این‌گونه موارد، برای سیستم‌های لوله‌های گرم‌کننده از بخاریهای آب‌داغ کوچکتر غیروابسته به منبع حرارتی اصلی گلخانه استفاده می‌شود. یک سیستم لوله‌های گرم‌کننده که شامل منبع گرما، لوله‌های منشعب، لوله‌ها، کنترلرها (تنظیم‌کننده‌ها) و هزینه نصب خواهد بود.

منابع هوای گرم

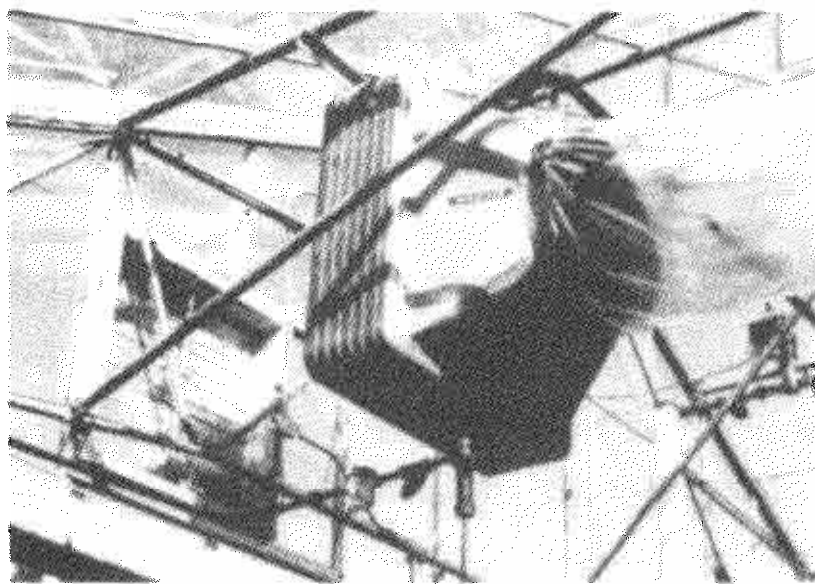
بخاریهای منفرد (تراکمی): در بسیاری از گلخانه‌های امریکایی به جای لوله‌های مارپیچی به تنهایی از بخاریهای منفرد برای گرم کردن استفاده می‌شود. بخاریهای منفرد ممکن است دارای جعبه احتراق باشند و یا اینکه از بخار آب و آب‌داغ یک دیگ بخار مرکزی گرما دریافت می‌کنند و سپس آن را از طریق لوله‌هایی به لوله‌های مارپیچ مبادله کننده گرما که داخل بخاریهای منفرد قرار دارند، بفرستند. بخاریهای منفرد افقی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در بسیاری از گلخانه‌های کوچک هوای گرم مستقیماً به داخل محیط گلخانه انتشار می‌یابد. در گلخانه‌های بزرگتر، که جریان هوا یک مشکل به‌شمار می‌رود یک لوله پلی‌اتیلن به منفذ خروجی هوا متصل است (شکل ۱۶-۳). لوله پلی‌اتیلن در طول گلخانه و در بالای ارتفاع گیاهان نصب شده و در انتهای مسیر بسته می‌شود. در فواصل چند سانتیمتری (۵/۰ تا ۱ سانتیمتر) در طول لوله منافذ مدوری به قطر ۵ تا ۸ سانتیمتر (۲-۳ اینچ) به صورت جفت در دو طرف آن قرار دارند. هوای گرم بخاری، از داخل لوله عبور می‌کند و از منافذ جانبی خارج می‌شود. در یک سیستم بخار آب پرفشار هوای گرم با سرعت زیادی از آن خارج شده و سریعاً با هوای اطراف خود مخلوط می‌شود. این سیستم، توزیع گرما را از یک سمت گلخانه به سمت دیگر آن تضمین می‌کند. وقتی گلخانه نیازی به گرم کردن و سرد کردن ندارد، بسیاری از پرورش‌دهندگان



پنکه‌های بخاریهای منفرد را بدون آن که گرمایی در آنها جریان داشته باشد، روشن می‌گذارند تا هوای گلخانه دائماً در لوله جریان داشته باشد. جریان هوا، باعث می‌شود دمای گلخانه یکنواختتر باشد، گرما ذخیره شود، بروز بیماریها با کاهش تراکم هوا بر روی شاخ و برگ گیاهان کمتر شود. از لوله‌های پلی اتیلنی برای داخل کردن هوای سرد در فصل زمستان که خنک کردن لازم است، نیز استفاده می‌شود.

گرمای قابل توجهی از طریق دیوارهای جانبی گلخانه‌ها از دست می‌رود. به علاوه، گیاهان گرم، انرژی گرمایی را به صورت تابش به اشیاء سرد واقع در خارج گلخانه منتقل می‌کنند. این امر باعث می‌شود که، بسترهای خارجی تر به صورت نامتناسبی بسیار سرد شوند. در آب و هوای سردتر، بسیاری از سیستمهای بخاریهای منفرد واقع در بالای سر به وسیله یک یا دو ردیف لوله در پیرامون گلخانه تکمیل می‌شوند ظرفیت تولید گرمای لوله‌های مارپیچی جانبی باید معادل گرمایی باشد که از طریق دیواره‌های گلخانه از



تصویر ۱۶-۳. یک بخاری تراکمی افقی متصل به یک لوله پلی اتیلینی شفاف که در یکی از دو سمت خود دارای سوراخهایی برای توزیع یکنواخت گرما است.

دست می‌رود. این میزان، معمولاً معادل $\frac{1}{3}$ کل گرمای لازم یا کمی بیش از آن است. اگر بیش از یک ردیف لوله نیاز داشته باشیم، می‌توان از لوله‌های پره‌دار استفاده کرد تا اندازه حجم تأسیسات را به حداقل برسانیم. در صورت نیاز به ظرفیتهای بالاتر، ابتدا معمولاً لوله‌های مارپیچی پیرامونی و سپس بخاریهای واقع در بالای سر روشن می‌شوند.

باید دقت کنیم که بخاریهای واحد (منفرد) و لوله‌های توزیع هوا را در زیر پره‌های حرارتی و پتوهای سایه‌انداز فتوپریوتیک که ممکن است در گلخانه‌ها استفاده شوند قرار دهیم. در برخی گلخانه‌ها، لوله‌های توزیع هوا در زیر سکوه‌های کاشت نصب شده‌اند. این امر هنگامی عملی است که سکوه‌های کاشت را طوری قرار دهیم تا نیازی نباشد که لوله‌ها از عرض راهروها بگذرند.

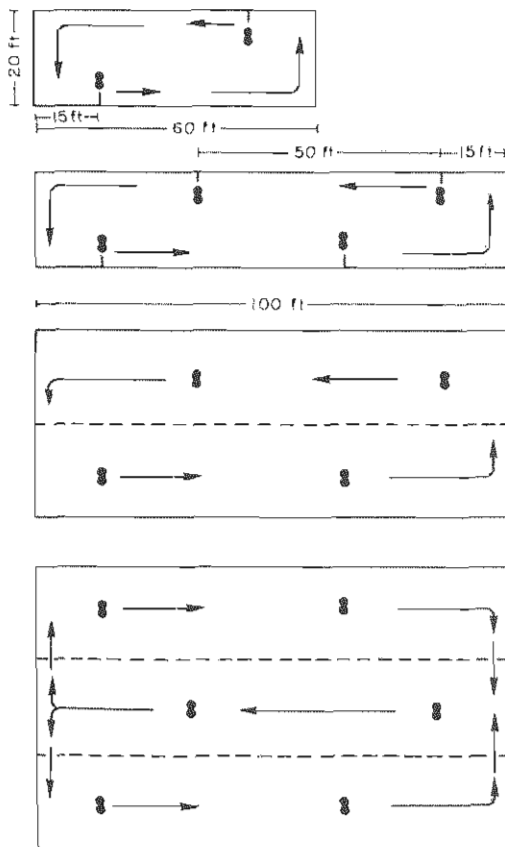
سیستمهای افقی جریان هوا: سیستمی جدیدتر برای برقراری دمای یکنواخت در گلخانه‌هایی که به وسیله لوله گرم شده‌اند، سیستم افقی جریان هوا (HAF) است که در دانشگاه کانکتیکات^۱ آماده بهره‌برداری شده است. در این سیستم از پنکه‌های افقی کوچکی استفاده می‌شود و توده هوا به وسیله الکتروسیته‌ای معادل نصف مقدار لازم برای پنکه‌های عمودی بالا بر هوا جابه‌جا می‌شود.

گلخانه را ممکن است به صورت جعبه بزرگ محتوی هوا تصور کنیم. به حرکت درآوردن هوا در ابتدا مشکل است اما هنگامی که حرکت دایره‌ای آن آغاز شد، مانند آب داخل وان حمام، تداوم بخشیدن به جریان آن کار ساده‌ای است. الگوی افقی جریان هوا در سیستم HAF باعث می‌شود که هوای گرم‌تر از سه گوش سقف گلخانه به ارتفاعی که درختان واقعند، حرکت کند و مخارج گرم کردن را کاهش دهد. در سیستم HAF دما در

1- Connecticut

ارتفاعی که گیاهان واقعند بسیار یکنواختتر از الگوهای توزیع گرما در پنکه‌های عمودی بالا بر هوا که جانشین آنها شده‌اند می‌باشد.

حداقل و حداکثر سرعت جریان هوا در این سیستم $1/2$ و 1 متر بر ثانیه (یا 40 و 200 فوت بر دقیقه FPM) است. جریان هوا در زیر این میزان نامنظم بوده و اختلاط یکنواخت هوا تضمین نمی‌شود سرعتی معادل $1/2$ متر بر ثانیه (40 FPM) باعث حرکت ناچیزی در برگهای گیاهان طویل برگ مانند گوجه‌فرنگی می‌شود. این سیستم باید هوا را $2 \text{ Cf}/\text{ft}^2$ تا 3 جابه‌جا کند. پنکه‌های $1/15$ hp تا $1/10$ hp (62 تا 75 وات) و پهنکی به قطر 40 تا 50 سانتیمتر (16 تا 20 اینچ) کفایت می‌کند. باید از موتورهای تجارتي و مستمر



تصویر ۱۷-۳- ترتیب پنکه‌ها برای یک سیستم جریان هوای افقی (HAF) در گلخانه‌هایی با اندازه‌های مختلف. در دو گلخانه ابتدایی نمایش داده شده پنکه‌ها به فاصله $1/4$ عرض گلخانه از دیواره‌های جانبی نصب شده‌اند. آنها را در زیر پشته‌های گلخانه‌های جوی پشته‌ای واقع می‌شوند.

استفاده کرد. اگر به ازای هر ۱۵ متر (۵۰ فوت) از طول کف گلخانه یک پنکه داشته باشیم باید جهت پنکه‌ها را به طرف پایین و طول گلخانه و موازی زمین قرار دهیم. اولین پنکه باید به فاصله ۴/۶ تا ۶/۱ متر (۱۵ تا ۲۰ فوت) از انتهای گلخانه و آخرین آن به فاصله ۱۲/۲ تا ۱۵/۲ (۴۰ تا ۵۰ فوت) از انتهایی که جهت باد به آن می‌وزد قرار دهیم. صفحات خاص سیستم HAF در شکل ۱۷-۳ نمایش داده و در زیر توصیف شده است.

۱- در گلخانه‌های منفرد دو ردیف پنکه را طوری نصب کنید که هر یک از آنها به فاصله $\frac{1}{4}$ عرض گلخانه از دیواره جانبی واقع شوند. پنکه‌هایی که در یک سمت گلخانه قرار دارند باید هوا را در جهت مخالف پنکه‌های دیوار مقابل به جریان اندازند تا هوا با الگوی گردشی جریان یابد. پنکه‌ها را باید در فاصله ۰/۵ تا ۱ متری (۲ تا ۳ فوت) بالای گیاهان نصب کنیم.

۲- در گلخانه‌های آبروپیوسته یک ردیف پنکه را در پایین مرکز هر گلخانه نصب کنید. اگر تعداد گلخانه‌ها زوج می‌باشند جهت جریان هوا را در یکی به سمت پایین و در گلخانه مجاور به محل اولیه خود (به سمت بالا) هدایت کنید. ارتفاع آبروها باید آنقدر باشد که، امکان جریان هوا در زیر آنها وجود داشته باشد. اگر تعداد گلخانه‌ها فرد می‌باشد جهت جریان هوا را در اولی و سومی یکسان و در دومی در جهت مخالف هدایت کنید.

در مواردی که به جای لوله‌های مارپیچی از بخاریهای واحد، استفاده می‌شود نیز، می‌توان از سیستم HAF استفاده کرد. بنا به نیاز گرمایی گلخانه در یک سمت یا هر دو طرف آن به جای پنکه، یک بخاری تکی نصب می‌شود. این کار منبع گرمایی را در مسیر جریان هوا قرار می‌دهد. پنکه موجود در بخاری واحد هوا را به گردش درمی‌آورد.



تشخیص و تنظیم هوای گلخانه

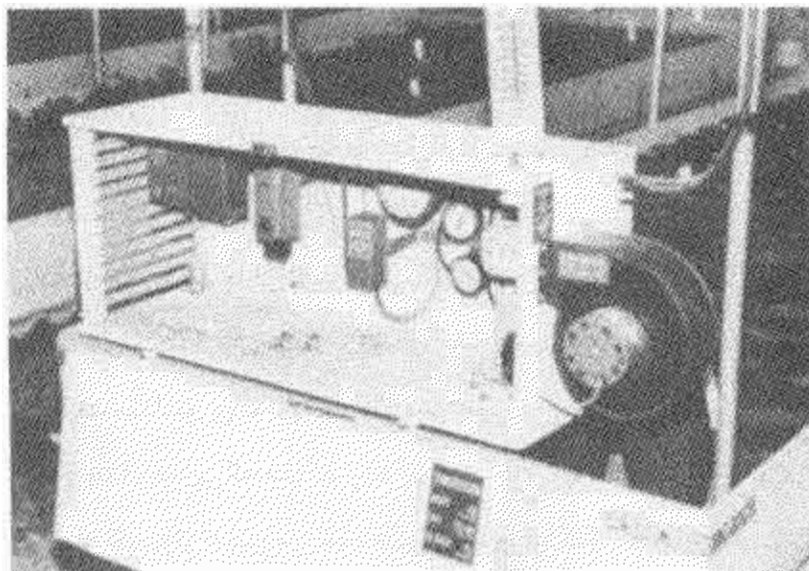
سیستمهای خنک کننده و گرم کننده به وسیله گیرنده های گرمایی، مانند ترموستاتها و ترمیستورها کنترل می شوند. از آنجایی که حتی بهترین سیستمهای حرارتی نیز باعث شیب^۱ دمایی در گلخانه ها می شوند نصب یک گیرنده بسیار مهم است. این گیرنده ها باید در محلی قرار گیرند که دمای متوسط گلخانه را نشان دهند. اگر در نزدیکی منبع گرما (بخاری) یا در مسیر اصلی هوای گرم قرار گیرند در آن صورت منبع حرارتی براساس شرایط آن نقطه گرم، خاموش و روشن می شود و سایر بخشهای گلخانه سردتر از مقدار مطلوب خواهند بود در نتیجه اغلب محصولات به تأخیر می افتند. گیرنده ها را در اغلب موارد نزدیک مرکز گلخانه قرار می دهند. با توجه به شیب عمودی دما، ارتفاعی که گیرنده نصب می شود نیز بسیار مهم می باشد. گیرنده ها را باید در ارتفاعی قرار داد که نقاط رویشی گیاهان واقعند، این ارتفاع برای گیاهان گلدانی معمولاً ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر (۶ تا ۱۲ اینچ) بالاتر از لبه گلدان است. اما برای گلهای شاخه بریده متفاوت است و گیرنده را باید به چوبی (نقطه ای) نصب کرد که بتوان آن را بالا پایین برد. پرتوهای مستقیم یا غیرمستقیم خورشید دمای گیرنده را به میزان قابل توجهی بالاتر از دمای هوا می برند این امر باعث خاموش شدن منابع تولید گرما در روزهای سرد ولی آفتابی زمستان که به گرما نیاز داریم، می شود. بنابراین گیرنده ها را باید در برابر تابشهای خورشید محافظت کنیم. یک سیستم بسیار مناسب آن است که گیرنده را در جعبه قرار دهیم (شکل ۱۸-۳) سطح خارجی جعبه به وسیله یک رنگ بازتاب کننده مانند سفید و یا آلومینیوم پوشیده می شد که تجمع حرارت کاهش یابد. در بخش انتهایی جعبه بادگیرهایی وجود دارد که، اجازه می دهد هوا جریان پیدا کند اما مانع

ورود تابشهای خورشیدی می‌شود. پنکه‌ای نصب می‌شود، تا حداقل جریان هوایی معادل ۳ متر بر ثانیه (۶۰۰ FPM) را از داخل جعبه تأمین کند. این امر تضمین می‌کند که توده بسیار بزرگی از هوا دائماً به وسیله گیرنده کنترل می‌شود. محفظه‌ای تجارّتی برای گیرنده‌های کنترل‌کننده هوا وجود دارد که به آسانی بر روی زنجیر معلقی که به آن متصلند، بالا و پایین می‌روند.

وسایل دیگری نیز باید در ایستگاه گیرنده نصب کرد. گیرنده دیگری که برای دمای پایین مثلاً 10° سانتیگراد (50° فارنهایت) تنظیم شده است را باید به یک اسباب هشداردهنده که در منزل صاحب یا مدیر گلخانه واقع است متصل کنیم. این وسیله شخص را زمانی از فقدان گرما آماده می‌سازد که هنوز برای اصلاح، وقت باقی است. سیستم هشداردهنده را باید به وسیله یک باطری یا ژنراتور کمکی مجهز کنیم تا در صورت قطع برق نیز کار کنند. اگر اسباب هشداردهنده در فاصله زیادی از گلخانه نصب می‌شود می‌توان از خطوط شرکت‌های محلی تلفن استفاده کرد.

تاریخ نشان می‌دهد که ترموستات‌ها برای تشخیص و تنظیم درجه حرارت گلخانه‌ها استفاده می‌شده‌اند. اغلب موارد، ترموستات‌ها از نوار دو لایه‌ای فلزی تشکیل شده‌اند. این نوار برای تطابق با دمای هوا خمیده می‌شود زیرا ضریب انبساط دو فلزی که در این نوار به هم متصلند متفاوت است. یک چنان ترموستات‌هایی دارای یک کلید در داخل خود می‌باشند، که ممکن است این کلید مکانیکی باشد و بر اثر تماس با انتهای نوار دو لایه فلزی فعال شود یا دارای یک کلید جیوه‌ای باشد که به انتهای نوار دو لایه‌ای فلزی سارپیچی متصل است. این‌گونه ترموستات‌ها چندان دقیق نیستند و در طول زمان نیز قابل اصلاح نیستند و نیاز به تنظیم مرتب دارند. یکی از مشکلات، تنوع ترموستات‌هایی است که حتی به یک نوع تعلق دارند...





تصویر ۱۸-۳- جعبه‌ای خالی که ترموستات بخاری، یک ترموستات هشداردهنده حساس به دماهای پایین و یک دماسنج را در خود جای می‌دهد سطح خارجی این جعبه، بازتاب‌کننده است. و انتهای آن مجهزند به بادگیر و دارای پنکه‌ای برای ایجاد جریان هوایی به سرعت ۶۰۰ فوت در دقیقه است. این جعبه در ارتفاع برابر نقطه رویش گیاهان نصب می‌شود.

پرورش‌دهندگانی که از ترمیستور استفاده می‌کنند گیرنده حرارتی دقیقتر و قابل اصلاحی را در اختیار دارند. ترمیستور یک گیرنده دمایی جامد است که ولتاژ خروجی خود را متناسب با دما تغییر می‌دهد. این گیرنده، نیازمند مداری برای حمل علایم به کلید است. در وسایل کوچکتر ممکن است از کلیدهای سنتی و در وسایل بزرگتر از کلیدهای متغیر استفاده شود. مدار را می‌توان طوری تنظیم کرد که کلید در یک ولتاژ (دمای) خاص فعال شود. فقط به دما پاسخ داده می‌شود و هیچ عامل دیگری دخیل نیست.

سومین نوع وسایلی که برای کنترل دما مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز دارای یک گیرنده از نوع ترمیستور می‌باشند. در مدار یک میکرو پروسر یا حتی یک کامپیوتر وجود دارد که با ترکیب اطلاعات دریافتی تصمیماتی می‌گیرد و به همین علت، حافظه نام دارد. ارزش نهایی این وسایل به توانایی آنها در درک عوامل مختلف محیطی و

ترکیب آنها به بهترین وجه به منظور تصمیم‌گیری و تنظیم شرایط مناسب برای رویش گیاهان و سپس فرستادن علاماتی به منظور فعال کردن وسایل چندی که این محیط را کنترل می‌کنند، بستگی دارد.

عواملی که در حال حاضر دارای اهمیت می‌باشند، شدت نور، دمای داخل، رطوبت نسبی، و غلظت دی‌اکسیدکربن (CO_2) در فضای گلخانه است. هنگامی که از نور کمی استفاده نمی‌شود، مقدار نوری که به وسیله طبیعت تأمین می‌شود، بدون تغییر پذیرفته می‌شود. سطح CO_2 و دمایی که حداکثر رشد ممکن را برای شدت نور موجود تضمین می‌کند به وسیله کامپیوتر تعیین می‌شود. سیستمهای خنک‌کننده یا گرم‌کننده و تولیدکننده CO_2 به وسیله علاماتی که از کامپیوتر صادر می‌شود، آغاز به کار می‌کنند تا این تعادل اپتیم عوامل رشد برقرار شود. این اندازه‌گیریها و کنترلها صورت می‌گیرد تا رشد بیشترین مقدار خود را داشته باشد و هیچ هزینه غیرضروری انرژی به همراه نداشته باشد.

بسیاری از سیستمهای کامپیوتری کنترل‌کننده محیط از پیش برنامه‌ریزی شده‌اند و خریدار نمی‌تواند به منظور تغییر تنظیم‌کنندگان عوامل محیطی وارد برنامه‌ها بشود و آنها را متناسب قضاوتهای شخصی خود سازد، گیاهی را قبلاً در برنامه اصلی طراحی نشده است وارد محیط کند، یا حتی اطلاعاتی را که از سایر مؤسسات تحقیقاتی به دست آمده وارد کامپیوتر سازد. شاید به مرور زمان افزایش حجم فروش به توسعه نرم‌افزارها (برنامه‌ها)یی که براساس خواسته پرورش‌دهندگان و برای استفاده انفرادی آنها طراحی شده و یا به وسیله آنها قابل تغییر است، کمک کند.

یکی از عوامل اصلی بازدارنده گسترش کنترل‌کنندگان حافظه‌دار محیط، کمبود یافته‌های جامع تحقیقاتی درباره عوامل رشدی است. عصر کامپیوتر اطلاعات خوبی در مورد تنظیم دمای روز یا شب به‌طور جداگانه، سطح CO_2 ، شدت نور، بدون نیاز مبرم، اطلاعاتی گسترده برای ترکیب حتی تعداد محدودی از این عوامل در اختیار ما

می‌گذارد. برای مثال، تصور می‌کنیم که دمای روز باید 6° تا 8° سانتیگراد (10° تا 15° فارنهایت) از دمای شب بیشتر باشد. این اعتقاد ممکن است به‌طور متوسط درست باشد، اما برای تمام مراحل رشد و کلیه روزها عمومیت ندارد. چند روز و به چه میزان باید دمای شب را پایینتر بیاوریم تا مناسب مرحله تولید مثل گیاه داوودی باشد؟ آیا بهتر نیست افت دما از روز به شب را به تدریج و طی ساعتها انجام دهیم (برخلاف آنچه که در حال حاضر به‌طور ناگهانی انجام می‌شود)؟ آیا دمای پایین شبانه بنا به شرایط رشدی روز قبل باید تغییر کند؟ اینگونه تصمیمات، روزی جزئی از تصمیمات کامپیوتر خواهد شد؟ نتایج این امر را می‌توان در محصولات بهتر، کیفیت بالاتر، و مصرف سوخت مشاهده کرد. امروز ما پاسخهای محدودی برای پرسشهای بالا داریم. پیش از آن که، کسی سرمایه‌گذاری کند باید منابع اطلاعاتی مورد استفاده برای گسترش نرم‌افزارهای به کار رفته در کنترل‌کننده‌های شرایط محیطی را به دقت بررسی کند. نکته بالارزش نهایی آن است که یک میکروپرسور حافظه‌دار کنترل‌کننده دما که نسبت به سایر اطلاعات به جزء دما برنامه‌ریزی نشده است و به‌وسیله پرورش‌دهنده نیز قابل برنامه‌ریزی نیست، هیچ مزیتی نسبت به یک ترمیستور بدون حافظه ندارد و هزینه بسیار بالاتری دربردارد.

علاوه بر خدمات بالا به کنترل‌کننده‌های محیطی که از اطلاعات گیرنده‌های نوری بهره می‌گیرند برای کشیدن پرده‌ها بر روی گیاهان در روزهای بسیار آفتابی استفاده می‌شوند. از آنجایی که این سیستمها مکرراً تحت تأثیر شرایط نوری قرار می‌گیرند ممکن است در روزهای نیمه‌ابری چندین بار باز و بسته شوند. اطلاعات به گیرنده‌های رطوبتی، به‌ویژه در شبهای زمستانی، برای فعال کردن سیستمهای بخار که مختصراً هوای اشباع شده متصاعد می‌سازند و هوای خشکتر را به درون می‌کشند استفاده می‌شود. این امر از میعان آب بر روی برگها و همچنین گسترش بیماری ناشی از آن، جلوگیری می‌کند. از کنترل‌کننده‌های محیطی برای تصمیم‌گیری در مورد زمان

استفاده از محلولهای غذایی یا آب بر روی گیاهان استفاده می‌شود. هنگامی که مقدار انرژی خورشیدی از پیش تعیین شده دریافت شد، دریچه سلونوئید یا پمپها فعال می‌شوند. تابشهای خورشیدی تا حد زیادی با خشک شدن خاک (محیط اطراف ریشه) در ارتباط هستند.

در آینده نزدیک، کامپیوترها مصارف بسیار زیادتری را در گلخانه‌های تجارتي خواهند داشت. تاکنون نقش بدون جایگزینی را در حفظ و بقاء اقتصادی گلخانه‌ها داشته‌اند. جهت تحقیقات با توجه به لزوم بهره‌گیری از تکنولوژی کامپیوتری تغییر کرده و خواهد کرد.

ژنراتورها و بخاریهای اضطراری

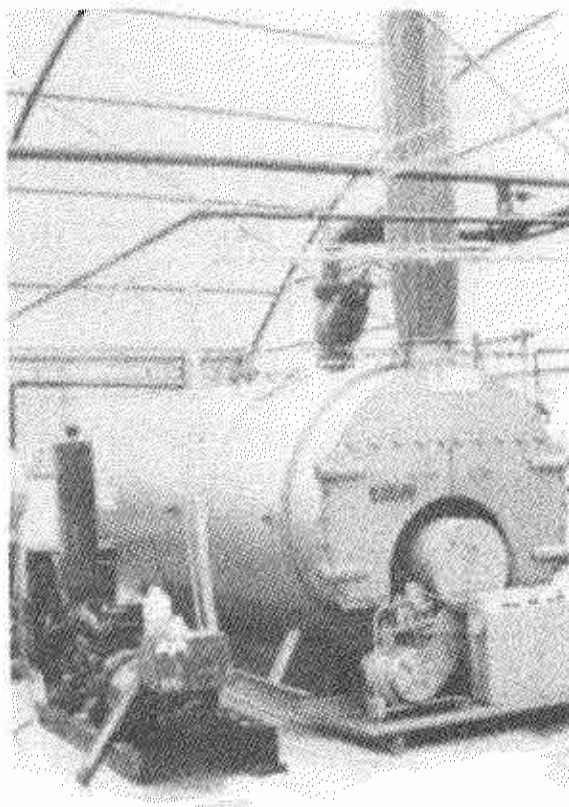
احتمال قطع برق همیشه وجود دارد. اگر در یک دوره سرما مانند برف سنگین یا کولاک برق قطع شود احتمالاً گیاهان بر اثر یخزدگی از بین می‌روند زیرا بخاریها و دیگهای بخار به جریان برق وابسته می‌باشند. دریچه‌های مارپیچی کنترل‌کننده ورود سوخت، کلیدهای کنترل ایمنی، ترموستاتها، و پنکه‌های تأمین‌کننده هوای جعبه احتراق همه به انرژی الکتریکی وابسته‌اند.

قطع برق در تابستان نیز می‌تواند خسارت به بار آورد. کنترل دما در گلخانه‌هایی که تهویه ندارند به پنکه‌های هواکش الکتریکی وابسته است. اگر در یک روز تمیز تابستانی سیستم تهویه‌های یک گلخانه بسته کار نکنند احتمالاً دما به 49° سانتیگراد (120° فارنهایت) خواهد رسید. دماهای بالا موجب تأخیر گلدهی در بسیاری از گیاهان می‌شوند و اگر برای چند روز به طول انجامند؛ ممکن است باعث سقط جوانه شوند. بسیاری از سایر ابزاری که در پرورش گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند به جریان برق وابسته هستند. به این دلایل، نصب یک ژنراتور الکتریکی کمکی دارای اهمیت



است (شکل ۱۹-۳).

ژنراتور را می‌توان چنان به مدار گلخانه متصل کرد که در صورت قطع برق به‌طور خودکار شروع به کار کند. در مورد وسایلی که در این حالت مورد استفاده قرار می‌گیرند باید کمی فکر کرد. توجیه هزینه ژنراتوری که تمام نیروی لازم را تأمین می‌کند به ندرت مقدور است. نوری که در طول شب برای کنترل گلدهی گیاهان استفاده می‌شود نیروی قابل توجهی مصرف می‌کند و معمولاً به‌وسیله ژنراتورهای موجود نمی‌توان تأمین کرد. همانگونه که در فصل ۱۱ بحث خواهد شد می‌توان از نوردهی دوره‌ای (Flash) استفاده کرد که گیاهان را در آن به سه یا پنج منطقه می‌توان تقسیم کرد. هر بار فقط به یک منطقه نور داده می‌شود و بدین ترتیب بار (نوری) مورد تقاضا کاهش می‌یابد. اگر در طول



تصویر ۱۹-۳- یک ژنراتور الکتریکی کمکی (سمت چپ) که به هنگام قطع برگ و برای ادامه کار دیگ بخار (سمت راست) سیستم سردکننده، و چراغهای مربوط به تنظیمهای فتوپردیویکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تابستان نتوانیم کلیه سیستمهای خنک کننده را به کار اندازیم حداقل تعدادی از پنکها را باید روشن نگاه داریم تا دما بیش از حد صعود نکند.

یک ژنراتور الکتریکی کمکی برای هرگونه فعالیت گلخانه ای لازم است. این ژنراتور ممکن است هیچگاه مورد استفاده قرار نگیرد، اما اگر حتی برای یک شب سرد بحرانی نیز از آنها استفاده شود سرمایه گذاری برای آن بسیار مفید خواهد بود. ژنراتورها را می توان از برخی منابع اسباب دست دوم مانند اضافات دولتی تهیه کرد. برای هر ۱۸۴ مترمربع (۲۰۰۰ فوت مربع) از کف گلخانه حداقل ۱ کیلووات ظرفیت ژنراتور لازم است.

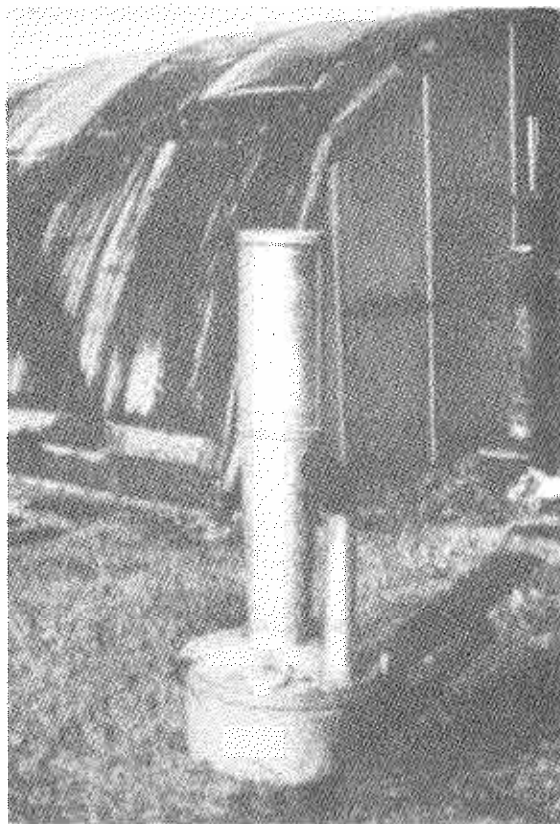
احتمال از کار افتادن سیستمهای حرارتی نیز، به همین میزان وجود دارد. اگر خاصیت نفوذناپذیری پوششها ضعیف باشد دما سریعاً افت می کند. هر چه دمای بیرون گلخانه پایینتر و یا سرعت باد بیشتر باشد، میزان نزول دما افزایش می یابد. اغلب زمان کافی برای کمک جستن یا تعمیر بخاریها پیش از آن که دمای داخل به نقطه انجماد برسد، وجود ندارد. در عرضهای جغرافیایی شمالی تر این مدت به کوتاهی ۳ یا ۴ ساعت است. صاحبان گلخانه گاهی دو دیگ بخار را خریداری می کنند تا کار یک دیگ را انجام دهند. در صورت از کار افتادن یک دیگ، دیگری می تواند دما را در بالای نقطه انجماد نگاه دارد. در گلخانه هایی که به وسیله بخاریهای واحد دارای جعبه احتراق و یا بخاریهای ماورای قرمز گرم می شوند نگرانی کمتری وجود دارد زیرا تعداد زیادی بخاری وجود دارد و احتمال آن که بیش از یک یا دو بخاری به طور همزمان از کار بیفتند بسیار کم است. در مواقعی که فقط یک بخاری یا دیگ بخار مرکزی در گلخانه وجود دارد حضور یک سیستم گرم کننده مرکزی ضروری است.

برخی از پرورش دهندگان، سوزاننده های گاز Lp یا گاز طبیعی را بر روی خطوط انعطاف پذیر سوخت در گلخانه ها نصب کرده اند. در صورت لزوم می توان آنها را از محل نگهداریشان یعنی زیر نیمکتها یا در طول دیوارها به مسیرهای عبور منتقل کرد، چون



از پیش به منبع سوخت متصلند و با دست می‌توان آنها را روشن کرد، نیازی به جریان برق نیست.

بخاری تابشی سالاماندر که در تصویر ۲۰-۳ ملاحظه می‌کنید، بخاری کمکی معمول و ارزان قیمتی است. نفت سفید در مخزنی که در ته بخاری قرار دارد نگه داشته می‌شود و در بخش انتهایی لوله بخاری عمودی احتراق می‌یابد. دود از لوله بالا آمده و از بخش بالایی آن خارج و وارد گلخانه می‌شود. به این علت برای جلوگیری از تجمع دودها، باید یک تهویه در حدود ۱/۳ سانتیمتر (۱/۴ اینچ) باز باشد. لوله بخاری قرمز می‌شود و مقدار قابل توجهی گرما تابش می‌کند. یک بخاری می‌تواند دمای ۳۴۰ مترمکعب (۱۲۰۰۰۰ فوت مکعب) هوا را ۱۴ تا ۱۷ درجه سانتیگراد (۲۵ تا ۳۰ درجه فارنهایت) بالا برد که این



تصویر ۲۰-۳ نمونه‌ای از یک بخاری سالاماندر که باید برای مواقعی که برق قطع می‌شود نگهداری شود. گازوییل موجود در مخزن پایین داخل دودکش می‌سوزد. از آنجایی که بخارات از قسمت بالایی خارج می‌شوند به هنگام استفاده از این بخاریها باید تهویه‌ها را کمی باز بگذاریم.

میزان به عنوان گرمای اضطراری بیش از ۱۴۰ مترمربع (۱۵۰۰ فوت مربع) از کف گلخانه کفایت می‌کند.

بخاری بین ۱/۸۹ تا ۳/۷۹ لیتر (۱ تا ۱ گالن) نفت سفید را در ساعت می‌سوزاند. از قوطیهای یک گالنی (۳/۸۱) نیز برای گرمای اضطراری استفاده می‌شده است. بالای آن حذف می‌شود و دو سوراخ ۲/۵ سانتیمتری (۱ اینچی) در دو سمت مخالف و به فاصله ۵ تا ۸ سانتیمتر (۲ تا ۳ اینچ) از بالای آن ایجاد می‌شود که جریان هوا برقرار شود. قوطی تا نیمه از الکل پر شده و روشن می‌شود. بسیاری از سیستمهای دیگر نیز عملی هستند. مهم آن است که یکی از آنها در دسترس باشد.

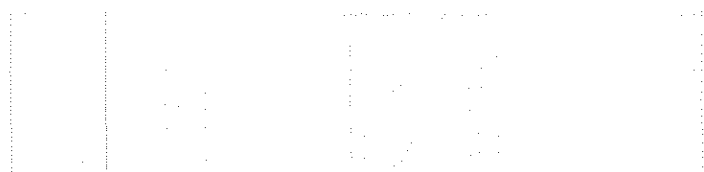
سوخت

سوختهای جامد، مایع و گاز که چوب، زغال، نفت، و گاز نمونه‌های آنها می‌باشند، برای گرم کردن گلخانه‌ها استفاده می‌شوند که هر یک دارای مزایا و معایبی می‌باشند. انتخاب آنها تحت تأثیر قوانین پاکیزگی هوا^۱ است. در برخی نقاط، استفاده از زغال و نفتهای محتوی گوگرد زیاد ممنوع شده است.

مطلوبترین آنها، گاز طبیعی است زیرا هزینه نصب یک سیستم گاز طبیعی ارزانتر است، نیازی به مخزن ذخیره نیست، گاز تمیز می‌سوزد و در نتیجه آن زحمت تمیز کردن و تنظیم دیگ بخار کاهش می‌یابد. گازهای پروپان و بوتان نیز بسیاری از مزایای گاز طبیعی را دارند اما گرانترند.

انتخاب دوم معمولاً نفت است. سیستمهای نفت‌سوز را به آسانی می‌توان خودکار کرد، اما به مخزن ذخیره نیاز دارند و خاکستر و دود قابل توجه بیشتری تولید می‌کنند.

1- antipollutoin regulations



اغلب، لوله‌ها و مسیرهای عبور دود باید تمیز شوند و جعبه احتراق حداقل، سالی یکبار تنظیم شود. سوخته‌های نفتی در پنج درجه موجود می‌باشند که با شماره‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ مشخص می‌شوند. شماره ۱ کمی سنگینتر از نفت سفید است و معمولاً برای گرم کردن منازل به کار می‌رود، سوخته‌های نفتی با بالا رفتن شماره‌شان سنگینتر می‌شوند. نفت شماره ۶ باید پیش از احتراق گرم شود، در غیر این صورت در داخل نازل‌های^۱ دستگاه احتراق به جریان در نمی‌آید. نفت شماره ۲ در بخاریهای گلخانه‌های کوچک و درجه‌های سنگینتر آن در دیگهای بخار بزرگ استفاده می‌شود. نفت‌های سنگینتر کمی ارزانتر هستند و محتوای گرمایی بیشتری دارند. دیگهای بخار مرکزی بزرگ که می‌توانند نفت‌های با درجه سنگینتر را بسوزانند، از نظر هزینه مزیت دارند.

زغالهایی با درجات مختلف موجود می‌باشند. عبارات آنتراسیت و بیتومینوس به ترتیب به زغالهای سخت و نرم گفته می‌شوند. بسیاری از انواع حد واسط آنها وجود دارند که هیچ حد و مرز مشخصی ندارند. موادی نرمتر از بیتومینوس نیز وجود دارند که در محدوده بین بیتومینوس و پیت قرار می‌گیرند. تمام آنها، بقایای فشرده گیاهی می‌باشند. زغال در بالای سطح زمین به فضای قابل توجهی برای مخزن ذخیره نیاز دارد، نگهداری آن در مقایسه با سیستمهای نفت‌سوز کار و زحمت بیشتری به همراه دارد، و مقدار زیادی خاکستر تولید می‌کند که باید جابه‌جا و دور ریخته شود.

دیگهای بخار تجارتي برای سوزاندن چوب موجود می‌باشند. این‌گونه سیستمها را می‌توان کاملاً خودکار کرد. صاحبان گلخانه‌های متوسط که نیازمند دیگ بخاری با تولید ۹۸۰ کیلووات (یا ۱۰۰ اسب بخار) یا بیشتر می‌باشند، می‌توانند از آنها استفاده کنند.

تعداد محدودی این کار را کرده‌اند و دریافته‌اند که مقدار زیادی از مخارج سوخت را می‌توانند پس‌انداز کنند. سوخت ممکن است، از تراشه‌هایی که از تمام بخشهای گیاه قابل تهیه می‌باشد، تراشه‌های گیاهی که برای تهیه خمیر کاغذ استفاده می‌شود، یا خاک اره تشکیل شده باشد. محتوای گرمایی تراشه‌های گیاهی حدود $10/5$ کیلوژول بر گرم (یا 4500 Btu/p) و محتوای رطوبتی آنها بسته به گونه درخت حدود $40-50\%$ است، محتوای گرمایی چوب خشک حدود $19/8$ کیلوژول بر گرم (8500 Btu/p) درصد است. اگر کارایی سوختی چوب را 60% درصد و نفت را 70% درصد محسوب نماییم نرخ 1 دلار برای هر تن تراشه سبز چوبی معادل $1/8$ سنت برای هر گالن نفت (نشت $0/42 =$ تن متریک چوب/ 1 دلار) خواهد بود.

اختلاف قیمت همیشه مفید نیست زیرا به یک سیستم پیچیده‌تری برای چوب نیاز داریم. برای محافظت چوبها در مقابل باران به یک مخزن سربسته نیاز داریم. به خاطر داشته باشید که به ازای هر $56 \times 3/79$ لیتر نفت که به‌طور معمول استفاده می‌شود به یک تن چوب نیاز داریم (لیتر نفت $1/233$ تن متریک چوب) برای آن که بتوان، دائماً چوب در اختیار اره قرار داد به یک سیلو نیاز داریم و این اره نیز خود دیگ بخار را تغذیه می‌کند. یک دیگ بخار زغالی را می‌توان چوب‌سوز کنیم. به یک تراکتور نیاز داریم تا چوب را در اطراف مخزن، سقف و به داخل سیلو جابه‌جا کند. بالاخره به یک جعبه بزرگ برای جمع‌آور خاکستر از دیگ بخار نیاز داریم. گرچه سیستم را می‌توان خودکار کرد، اما برای جابه‌جا کردن و دور ریختن خاکستر به نیروی اضافی نیازمندیم. علی‌رغم این هزینه‌ها و سایرین، یک گلخانه بزرگ در کمتر از دو سال می‌توانست هزینه سرمایه‌گذاری اضافی در یک سیستم نفتی را جبران کند و به همین علت معتقدند که صرفه‌جویی قابل توجهی در مخارج سوخت می‌شود. در سیستمهای جدید، چوب آنقدر تمیز می‌سوزد، که تابع استانداردهای تعیین شده از طرف دولت است.

اخیراً دیگهای بخار هیزم‌سوز به صنعت گلخانه‌داری راه یافته‌اند. از آنها می‌توان



جدول ۳-۲ نمودای از محتوای حرارتی انواع سوختهایی که برای گرم کردن گلابخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سوخت	مقدار حرارت	کارایی دستگاه گرم‌کننده	گرمای تولیدی
زغال سنگ مرطوب	Btu per lb	kj per g	kj per g
آنتراستیت (سخت)	۱۲,۹۱۰	۳۰/۰	۸,۳۹۲
آنتراستیت معمولی	۱۳,۷۷۰	۳۲/۰	۸,۷۶۴
بیتومینوس (کمی فرار)	۱۴,۳۴۰	۳۳/۳	۹,۳۲۱
بیتومینوس (فرار)	۱۳,۸۴۰	۳۲/۲	۸,۳۰۴
بیتومینوس (خیلی فرار)	۱۰,۷۵۰-۱۳,۰۹۰	۲۵/۰-۳۰/۴	۵,۹۱۳-۷,۲۰۰
شبه‌بیتومینوس	۸,۹۴۰-۹,۱۵۰	۲۰/۸-۲۱/۲۳	۴,۹۱۷-۵,۰۳۳
سوختهای نفتی	Btu per gal	kj per ml	kj per ml
شماره ۱	۱۳۲,۹۰۰-۱۳۷,۰۰۰	۳۷/۱-۳۸/۲	۹۳,۰۳۰-۹۵,۹۰۰
شماره ۲	۱۳۵,۸۰۰-۱۴۱,۸۰۰	۳۷/۹-۳۹/۶	۹۵,۰۶۰-۹۹,۲۶۰
شماره ۴	۱۴۰,۶۰۰-۱۵۳,۳۰۰	۳۹/۲-۴۲/۸	۹۵,۶۰۸-۱۰۴,۲۴۴
شماره ۵	۱۴۸,۱۰۰-۱۵۵,۹۰۰	۴۱/۳-۴۳/۵	۹۹,۲۲۷-۱۰۴,۴۵۳
شماره ۶	۱۴۹,۴۰۰-۱۵۷,۳۰۰	۴۱/۷-۴۳/۹	۹۷,۱۱۰-۱۰۲,۲۴۵
گازها	Btu per cu ft	kj per dm ³	kj per dm ³
طبیعی	۱,۰۰۰	۳۷/۳	۷۵۰
مصنوعی	۵۵۰	۲۰/۵	۷۰
پروپان	۲,۵۷۰	۹۵/۷	۷۵
بیوتان	۳,۲۴۵	۱۲۰/۱	۷۵
چوب	Btu per lb	kj per g	kj per g
تراشه‌های فیبر	۴,۵۰۰	۱۰/۵	۲,۷۰۰
پلهان خشک‌شده	۸,۵۰۰	۱۹/۸	۵,۱۰۰

برای مواردی که به مقادیر کم حرارت مثل ۵۶۶۰۰ وات (یا ۲۰۰۰۰۰ Btu/hr) نیاز داریم استفاده کنیم. جعبه احتراق آنها می‌تواند هیزمهایی را در خود جای دهد که تقریباً ۲ متر (۶ فوت) طول دارند و به وسیله تراکتور حمل می‌شوند. این‌گونه سیستمهای باز

جدول ۳-۶- مقایسه هزینه‌های مربوط به جریان برق، نفت و گاز

مقدار الکتریسیته		هزینه آن معادل خواهد بود با:	
۴	سوخت نفتی	گاز	
		۲ (گاز طبیعی) ¢/m^3	۲ ¢/therm
۲	۲	۲	۲
¢gal	¢		
۲/۰	۵۷/۰	۴۳/۸	۴/۷
۲/۲	۶۲/۷	۴۸/۲	۵/۲
۲/۴	۶۸/۴	۵۲/۶	۵/۷
۲/۶	۷۴/۱	۵۶/۹	۶/۱
۲/۸	۷۹/۸	۶۱/۳	۶/۶
۳/۰	۸۵/۵	۶۵/۷	۷/۱
۳/۲	۹۱/۲	۷۰/۱	۷/۵
۳/۴	۹۶/۹	۷۴/۵	۸/۰
۳/۶	۱۰۲/۶	۷۸/۸	۸/۵
۳/۸	۱۰۸/۳	۸۳/۲	۹/۰
۴/۰	۱۱۴/۰	۸۷/۶	۹/۴
۴/۴	۱۲۵/۴	۹۶/۴	۱۰/۴
۴/۸	۱۳۶/۸	۱۰۵/۱	۱۱/۳
۵/۲	۱۴۸/۲	۱۱۳/۹	۱۲/۳
۶/۰	۱۷۱/۰	۱۳۱/۴	۱۴/۱
۶/۸	۱۹۳/۸	۱۴۸/۹	۱۶/۰

دیگهای آب داغ فشاری تولید نمی کنند به همین علت نیاز به بازرسیهای ایالتی مربوط به دیگهای فشار نمی باشد. کارآیی سوختی آنها حدود ۶۵ درصد است. برای سوخت این دیگها می توان از هیزمهای شکافدار، در اندازه های نامطلوب، و گونه هایی که معمولاً پس از برداشت جنگل باقی می مانند، استفاده کرد. با توجه به کارآییهای سوختی یک کورد چوب گرمایی معادل ۱۴۷ گالن نفت (یک متر مکعب چوب = ۱۴۸ لیتر نفت) را تولید می کند دیگهای بخار هیزمسوز هزینه کمتری در مقایسه با دیگهای بخار نفتی یا گازی دارند. هیزمها را پیش از سوزاندن می توان خارج از گلخانه و زیر باران قرار داد و نیازی به سرپناه ندارند. باید برای بریدن و حمل آنها به جعبه احتراق، کارگر استخدام کرد.

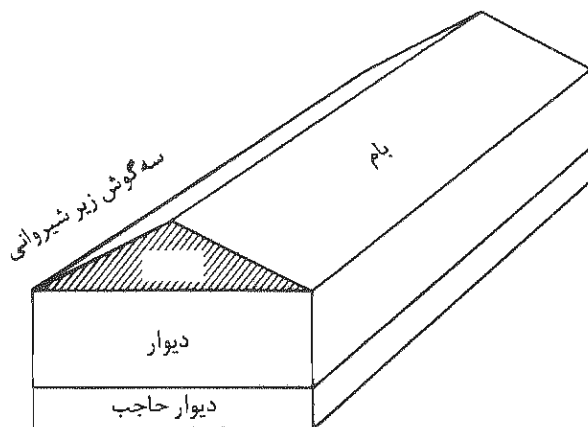
با اطلاع از ارزش حرارتی سوخت مورد استفاده و گرمای لازم برای گلخانه، مقدار سوخت لازم برای یک شب یا هر طول دیگری از زمان را می توان تعیین کرد. مقدار گرمای لازم برای گلخانه را، به آسانی می توان محاسبه کرد (در انتهای این فصل خواهیم دید). مقدار ارزش حرارتی چند سوخت در جدول ۳-۵ آمده است.

محاسبه نیازهای گرمایی

گلخانه A شکل

برای محاسبه نیاز گرمایی این گونه گلخانه ها باید سطح آن را مطابق تصویر ۳-۲۱ به چهار جزء تقسیم کرد، که عبارتند از سقف، سه گوش زیر شیروانی، دیوار، دیوار حاجب، جداول ۳-۷ و ۳-۸ میزان اتلاف گرما از میان هر یک از آنها را در شرایط استاندارد نشان می دهد. کلیه مقادیر موجود در این جداول برحسب MBtu می باشد که به معنای هزار Btu است. برای مثال، عدد ۵ در جدول به معنای ۵۰۰۰ Btu می باشد. یک MBtu معادل ۲۹۳ وات یا ۲۵۲ کیلوکالری بر ساعت است. مقادیر اتلاف گرما، از سه گوش زیر شیروانی

و سقف را می‌توان در جدول ۳-۷ یافت. دیوار که در بالا گفته شد، خود به دو صورت یافت می‌شود: ۱- دیواری که با مواد شفاف پوشیده شده‌اند و ۲- دیوار حاجب که در زیر آن واقع است و پوشش آن مواد غیرشفاف مانند پنبه نسوز یا بلوکهای سیمانی است. در جدول ۳-۸ اتلاف گرما از هر کدام به‌طور جداگانه تعیین شده است. در هر مورد، ارتفاع دیوار در مورد پیرامون گلخانه درست است. زیرا دیوار در چهار طرف آن واقع است.



تصویر ۳-۲۱- طراحی از یک گلخانه A شکل و اجزای تشکیل‌دهنده آن که برای محاسبه مقدار گرمای لازم برای گلخانه ضروری است.

کلیه مقادیر اتلاف گرما که تاکنون تعیین شده است متعلق به شرایط استاندارد یعنی اختلاف دما از خارج به داخل 21° سانتیگراد (70° فارنهایت) و سرعت متوسط باد $6/7$ متر بر ثانیه (15 مایل بر ساعت (mph)) می‌باشد. احتمالاً برای گلخانه‌ای با ساختمانی متفاوت دما و شرایط باد متفاوتی نیز خواهید داشت. شما می‌توانید مقادیر موجود در جدول ۳-۷ و ۳-۸ را با ضرب کردن آنها در دو عامل اصلاحی تغییر دهید. اول، تفاوت بین دمای مورد نظر داخل در شب و سردترین دمای خارجی که شما انتظار دارید در طول زمستان با آن مواجه شوید تعیین کنید.



(دماهای احتمالی محلی را می‌توان از نزدیکترین دفتر اداره هواشناسی ایالات متحده یا با خرید آخرین جزوه اطلاعات هواشناسی اداره هواشناسی از مسئول اطلاعات دفتر انتشارات دولتی واشنگتن دی.سی. ۲۰۰۴۲ به دست آورد). سپس سرعت متوسط باد را در منطقه مورد نظر خود به دست آورید. برای اغلب نقاط ۶/۷ متر بر ثانیه (۱۵ متر بر ساعت) کفایت می‌کند. (ولی این مقدار را نیز می‌توان با نزدیکترین دفتر اداره هواشناسی ایالات متحده کنترل کرد). برای اختلاف دمای خاص و سرعت بادی که در دست دارید یک عامل دمایی، K ، از جدول ۹-۳ پیدا کنید و هر یک از مقادیر حرارت اتلاف شده به دست آمده از جدول ۷-۳ و ۸-۳ را در این عامل ضرب کنید. برای نوع گلخانه مورد نظر خود یک عامل ساختمانی، C ، از جدول ۱۰-۳ پیدا کنید و در میزان اتلاف گرما از سه گوش زیرشیروانی، سقف، دیوار (فقط دیواری که پوشش شفاف دارد). یک عامل ساختمانی برای دیوار حاجب، CW ، از جدول ۱۱-۳ پیدا کنید و میزان اتلاف حرارت از دیوار حاجب را در این عامل ضرب کنید. بدین ترتیب میزان گرمایی که از طریق اجزاء گلخانه اتلاف می‌شوند اصلاح شدند. برای به دست آوردن کل گرمای ورودی لازم برای گرم کردن گلخانه به مدت یک ساعت باید چهار مقدار اصلاح شده را با هم جمع کنیم.

اگر سیستم گرم‌کننده شما در داخل گلخانه قرار دارد محاسبات خاتمه می‌یابد. دیگری با میزان خالص معادل گرمای لازم محاسبه شده خریداری کنید. اگر سیستم حرارتی متمرکزی واقع در یک ساختمان مجزا دارید مقدار دیگری گرما لازم است تا مقادیر گرمای اتلاف شده از لوله‌های ورودی به گلخانه و خروجی از آن را جبران کند. برای محاسبه این مقدار گرمای اتلاف شده باید با یک مهندس مشورت کنید و مقدار محاسبه شده را با نیاز گرمایی محاسبه شده برای گلخانه جمع کنید.

جدول ۳-۷- مقادیر استاندارد اتلاف گرما از سه گوش زیرشیروانی و بامهای گلخانه‌های اشکال

پهنای گلخانه بر حسب فوت (قد)															
۶۰	۵۰	۴۰	۳۸	۳۶	۳۴	۳۲	۳۰	۲۸	۲۶	۲۴	۲۲	۲۰	۱۸	۱۶	
(۱۸/۳)	(۱۵/۳)	(۱۲/۳)	(۱۱/۶)	(۱۱/۰)	(۱۰/۴)	(۹/۸)	(۹/۱)	(۸/۵)	(۷/۹)	(۷/۳)	(۶/۷)	(۶/۱)	(۵/۵)	(۴/۹)	
اتلاف گرما از سه گوش زیرشیروانی بر حسب MBtu/hr^2															
۷۲	۵۰	۳۲	۲۹	۲۶	۲۳	۲۰	۱۸	۱۵	۱۳	۱۱	۱۰	۸	۶	۵	
اتلاف گرما از بام بر حسب MBtu/hr^2															
۲۶	۲۲	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	
۵۴	۴۵	۳۵	۳۴	۳۲	۳۰	۲۸	۲۷	۲۵	۲۳	۲۱	۱۹	۱۸	۱۶	۱۴	۵(۱/۵)
۱۰۶	۸۸	۷۱	۶۷	۶۴	۶۰	۵۷	۵۳	۵۰	۴۶	۴۲	۳۹	۳۵	۳۲	۲۸	۱۰(۳/۰)
۱۶۰	۱۳۳	۱۰۶	۱۰۱	۹۶	۹۰	۸۵	۸۰	۷۴	۶۹	۶۴	۵۸	۵۳	۴۸	۴۲	۲۰(۶/۱)
۲۱۲	۱۷۷	۱۴۲	۱۳۵	۱۲۷	۱۲۰	۱۱۳	۱۰۶	۹۹	۹۲	۸۵	۷۸	۷۱	۶۴	۵۷	۳۰(۹/۱)
															۴۰(۱۲/۳)
طول گلخانه بر حسب فوت (متر)															
۲۶	۲۲	۱۷۷	۱۶۸	۱۵۹	۱۵۱	۱۴۲	۱۳۳	۱۲۴	۱۱۵	۱۰۶	۹۷	۸۹	۸۰	۷۱	۵۰(۱۵/۳)
۳۱۸	۲۶۵	۲۱۲	۲۰۲	۱۹۱	۱۸۱	۱۷۰	۱۵۹	۱۴۹	۱۳۸	۱۲۷	۱۱۷	۱۰۶	۹۶	۸۵	۶۰(۸/۳)
۳۷۲	۳۱۰	۲۴۸	۲۳۵	۲۲۳	۲۱۱	۱۹۸	۱۸۶	۱۷۳	۱۶۱	۱۴۹	۱۳۶	۱۲۴	۱۱۲	۹۹	۷۰(۳/۳)
۴۲۴	۳۵۴	۲۸۳	۲۶۹	۲۵۵	۲۴۱	۲۲۷	۲۱۲	۱۹۸	۱۸۴	۱۷۰	۱۵۶	۱۴۲	۱۲۷	۱۱۳	۸۰(۴/۴)
۴۷۸	۳۹۸	۳۱۹	۳۰۴	۲۸۷	۲۷۱	۲۵۵	۲۳۹	۲۲۳	۲۰۷	۱۹۱	۱۷۵	۱۵۹	۱۴۳	۱۲۷	۹۰(۳۷/۴)
۵۲۲	۴۴۳	۳۵۴	۳۳۶	۳۱۹	۳۰۱	۲۸۳	۲۶۶	۲۴۸	۲۳۰	۲۱۲	۱۹۵	۱۷۷	۱۵۹	۱۴۲	۱۰۰(۳۰/۵)
۱۰۶۲	۸۸۵	۷۰۸	۶۷۳	۶۳۷	۶۰۲	۵۶۷	۵۳۱	۴۹۶	۴۶۰	۴۲۵	۳۹۰	۳۵۴	۳۱۹	۲۸۳	۲۰۰(۶۱/۰)
۱،۵۹۴	۱،۳۳۸	۱،۰۶۲	۱،۰۰۹	۹۵۶	۹۰۳	۸۵۰	۷۹۷	۷۴۳	۶۹۰	۶۳۷	۵۸۴	۵۳۱	۴۷۸	۴۲۵	۳۰۰(۹۱/۶)
۲،۱۲۴	۱،۷۷۰	۱،۴۱۶	۱،۳۴۵	۱،۲۷۴	۱،۲۰۴	۱،۱۳۳	۱،۰۶۲	۹۹۱	۹۲۰	۸۵۰	۷۷۹	۷۰۸	۶۳۷	۵۶۶	۴۰۰(۱۲۱/۹)
۲،۶۶۶	۲،۲۱۳	۱،۷۷۰	۱،۶۸۲	۱،۵۹۳	۱،۵۰۵	۱،۴۱۷	۱،۳۲۸	۱،۲۳۹	۱،۱۵۰	۱،۰۶۲	۹۷۴	۸۸۵	۷۹۷	۷۰۸	۵۰۰(۱۵۲/۴)

جدول ۳-۸- مقادیر استاندارد اتلاف گرما از دیوارهای گلخانه

ارتفاع دیوار برحسب فوت (متر)					ارتفاع دیوار برحسب فوت (متر)
۱۰	۸	۶	۴	۲	
(۳/۰۵)	(۲/۴۴)	(۱/۸۳)	(۱/۲۲)	(۰/۶۱)	
اتلاف از دیوارها برحسب MBtu/hr^2					
۴	۳	۲	۲	۱	۵(۱/۵)
۸	۶	۵	۳	۲	۱۰(۳/۰)
۱۶	۱۳	۹	۶	۳	۲۰(۶/۱)
۲۴	۱۹	۱۴	۹	۵	۳۰(۹/۱)
۳۲	۲۶	۱۹	۱۳	۶	۴۰(۱۲/۲)
۴۰	۳۲	۲۴	۱۶	۸	۵۰(۱۵/۲)
۴۷	۳۸	۲۸	۱۹	۹	۶۰(۱۸/۳)
۵۵	۴۴	۳۳	۲۲	۱۱	۷۰(۲۱/۳)
۶۳	۵۱	۳۸	۲۵	۱۳	۸۰(۲۴/۴)
۷۱	۵۸	۴۳	۲۸	۱۴	۹۰(۲۷/۴)
۷۹	۶۴	۴۷	۳۲	۱۶	۱۰۰(۳۰/۵)
۱۵۸	۱۲۸	۹۵	۶۳	۳۲	۲۰۰(۶۱/۰)
۲۳۷	۱۹۲	۱۴۲	۹۵	۴۷	۳۰۰(۹۱/۴)
۳۱۶	۲۵۶	۱۹۰	۱۲۷	۶۳	۴۰۰(۱۲۱/۹)
۳۹۵	۳۲۰	۲۳۷	۱۵۸	۷۹	۵۰۰(۱۵۲/۴)

..... مسأله نمونه

مراحل زیر، جهت محاسبه گرمای لازم برای یک گلخانه تمام فلزی با پوشش شیشه‌ای به ابعاد ۱۰/۰ متر (۳۰ فوت) عرض و ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) طول طی می‌شود. دیوار حاجب ۶۰ سانتیمتر (۲ فوت) ارتفاع دارد و از قطعات سیمانی ۱۰ سانتیمتری (۴ اینچ) ساخته شده است. دیوار شیشه‌ای واقع در بالای دیوار حاجب ۲ متر (۶ فوت) ارتفاع دارد. متوسط سرعت باد، ۱۵ متر بر ساعت انتظار می‌رود. اختلاف دمای $15/6^{\circ}$ سانتیگراد (60° فارنهایت) بین پایین‌ترین دمای محیط خارج که $17/8^{\circ}$ سانتیگراد (صفر درجه فارنهایت) است و دمای داخل که $15/6^{\circ}$ سانتیگراد (60° فارنهایت) است انتظار می‌رود.

۱- جدول مشابه جدول زیر تهیه کنید.

اجزای گلخانه	اتلاف گرمای استاندارد	K	C یا CW	گرمای اتلاف شده
	(MBtu/hr)	از جدول ۳-۹	از جدول ۳-۱۰	پس از اصلاح
	(از جدول ۳-۷ یا ۳-۸)		یا ۳-۱۱	(MBtu/hr)
سه‌گوش زیرشیروانی			C	
سقف			C	
دیوار (شفاف)			C	
دیوار حاجب			CW	
				کل گرمای لازم

جدول ۹-۳ عوامل آب و هوایی، K، برای چند سرعت متوسط باد و شرایط حرارتی

سرعت باد بر حسب متر بر ساعت (m/s)					اختلاف دما از بیرون
۲۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	به داخل بر حسب فوت
(۱۵/۶)	(۱۳/۴)	(۱۱/۲)	(۸/۹)	(۶/۷)	(درجه سانتیگراد)
۱۵۰	۱۴۸	۱۴۶	۱۴۳	۱۴۱	۳۰ (۱۶/۷)
۱۵۷	۱۵۵	۱۵۳	۱۵۰	۱۴۸	۳۵ (۱۹/۴)
۱۶۴	۱۶۲	۱۶۰	۱۵۷	۱۵۵	۴۰ (۲۲/۲)
۱۷۲	۱۷۰	۱۶۷	۱۶۵	۱۶۲	۴۵ (۲۵/۰)
۱۸۰	۱۷۷	۱۷۴	۱۷۲	۱۶۹	۵۰ (۲۷/۸)
۱۸۹	۱۸۶	۱۸۳	۱۸۰	۱۷۷	۵۵ (۳۰/۶)
۱۹۸	۱۹۴	۱۹۱	۱۸۸	۱۸۴	۶۰ (۳۳/۳)
۱۱۰۷	۱۱۰۳	۱۹۹	۱۹۶	۱۹۲	۶۵ (۳۶/۱)
۱۱۱۶	۱۱۱۲	۱۱۰۸	۱۱۰۴	۱۱۰۰	۷۰ (۳۸/۹)
۱۱۲۵	۱۱۲۱	۱۱۱۷	۱۱۱۲	۱۱۰۸	۷۵ (۴۱/۷)
۱۱۳۵	۱۱۳۰	۱۱۲۶	۱۱۲۱	۱۱۱۶	۸۰ (۴۴/۴)
۱۱۴۵	۱۱۴۰	۱۱۳۵	۱۱۳۰	۱۱۲۵	۸۵ (۴۷/۲)
۱۱۵۴	۱۱۴۹	۱۱۴۴	۱۱۳۸	۱۱۳۳	۹۰ (۵۰/۰)

۲- از جدول ۷-۳ مقدار اتلاف گرما، از طریق هر دو سه گوش زیر شیروانی را که درست در زیر عدد عرض گلخانه قرار دارد پیدا کنید. برای عرض ۱۰ متر (۳۰ فوت) این مقدار ۱۸ MBtu (۱۸۰۰۰ MBtu) در ساعت است.

۳- از جدول ۷-۳، مقدار اتلاف گرما از طریق سقفها را در نقطه تقاطع ستون مربوط به گلخانه با عرض ۱۰ متر (۳۰ فوت) بار دیف مربوط به گلخانه ای با طول ۳۰ متر (۱۰۰)

فوت) پیدا کنید. که در این مورد ۲۶۶MBtu است.

۴- برابر محیط گلخانه یعنی $۱۰+۳۰+۱۰+۳۰$ متر (یا $۳۰+۱۰۰+۳۰$ فوت) یا ۸۰ متر (یا ۲۶۰ فوت) است از جدول ۸-۳ مقدار اتلاف گرما را برای دیوار شفاف به ابعاد ۲ متر (۶ فوت) ارتفاع و ۸۰ متر (یا ۲۶۰ فوت) طول به دست آورید. از آنجایی که هیچ عددی برای دیواری به طول ۸۰ متر (۲۶۰ فوت) در جدول وجود ندارد، ارقام مربوط ۶۰ متر (۲۰۰ فوت) و ۲۰ متر (۶۰ فوت) را بیابید و با هم جمع کنید تا به مقدار مورد نظر برسید. در مورد دیوار شفاف ۹۵MBtu برای ۶۰ متر (۲۰۰ فوت) دیوار و ۲۸MBtu دیگر برای ۲۰ متر (۶۰ فوت) اضافی آن به دست می آید. مقدار کل اتلاف

جدول ۱۰-۳ عوامل ساختمانی موثر، C، برای انواع گلخانه‌هایی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند

نوع گلخانه	C
تمام فلزی	۱/۰۸
چوبی و فولادی	۱/۰۵
گلخانه‌های چوبی	
گلخانه‌های فاقد منفذ نشت	۱/۰۰
گلخانه‌هایی که کمی تبادل با بیرون دارند	۱/۱۳
گلخانه‌هایی که تبادل زیاد با بیرون دارند	۱/۲۵
گلخانه‌های چوبی پوشیده از FRP	۰/۹۵
گلخانه‌های فلزی پوشیده از FRP	۱/۰۰
گلخانه‌های شیشه‌ای دولایه که دارای لایه‌ای هوا (۲/۵cm) است	۷/۰
گلخانه‌های فلزی پوشیده از پلاستیک (یک لایه)	۱/۰۰
گلخانه‌های فلزی پوشیده از پلاستیک (دولایه)	۰/۷۰

گرما برابر ۹۵+۲۸ یا ۱۲۳ MBtu/hr است. مقدار اتلاف گرما از دیوار حاجب برابر ۳۲+۹ یا ۴۱ MBtu/hr است.

۵- از جدول ۳-۹ مقدار عامل K را برای بادی با سرعت ۱۵ mph و اختلاف دمای (° ۶۰ فارنهایت) به دست آورید. مقدار K برابر ۰/۸۴ است که در محل تقاطع ستون سرعت باد و ردیف اختلاف دما قرار دارد. این مقدار را در جای مناسب خود، در جدول و پس از هر یک از چهار جزء گلخانه قرار دهید.

۶- از جدول ۳-۱۰ مقدار عامل C را برای نوع گلخانه مورد نظر به دست آورید. در مثال ما، گلخانه دارای اسکلت فلزی و پوشش شیشه‌ای است و مقدار عامل C آن ۱/۰۸ است. این مقدار را در جای مناسب خود و پس از سه گوش زیرشیروانی، سقف، و دیوار شفاف وارد کنید. این سه جزء از مواد بالا ساخته شده‌اند.

۷- از جدول ۳-۱۱ مقدار عامل CW را برای دیوار حاجب پیدا کنید و در جای مناسب خود در جدول یعنی ردیف دیوار حاجب قرار دهید. این مقدار برای یک قطعه سیمان ۱۰ سانتیمتری (۴ اینچ) برابر ۰/۵۸ است.

۸- هر یک از مقادیر استاندارد اتلاف گرما در جدول با ضرب در عامل K و سپس در عامل C یا CW موجود در همان ردیف اصلاح کنید، این چهار مقدار را وارد جدول کنید.

۹- چهار مقدار اتلاف گرمای اصلاح شده را، با هم جمع کنید تا به کل اتلاف گرما برسید. این مقدار، گرمایی است که اگر بخاری در گلخانه قرار دهیم، باید در هر ساعت به گلخانه وارد شود تا دمای آن در مقدار مورد نظر باقی بماند. برای

گلخانه مربوط به مثال، به یک بخاری یا دیگ بخار با تولید خالص 389128 Btu/hr نیازمندیم.

۱۰- اگر بخاری در ساختمانی جدا از گلخانه قرار دارد، مقدار اتلاف دیگ بخار، شاه‌لوله‌های بخارآب یا آب‌داغ و خطوط بازگشت نیز باید تعیین شوند و به مقدار محاسبه شده قبلی اضافه شوند.

۱۱- در آب و هوای معتدل، تمام این گرما را می‌توان به وسیله یک سیستم بخاری منفرد واقع در بالای سر تأمین کرد. در آب و هوای سرد، لوله‌های مارپیچی در دیوار لازم است، تا بتواند گرمای اتلاف شده از دیوارهای شفاف و دیوار حاجب را جبران کند. در این مثال مقدار گرمای لازم $111/561 + 19/975$ یا $131/536 \text{ MBtu/hr}$ است. گرمای باقی‌مانده، مربوط به سه گوش زیرشیروانی و سقف ($257/592 \text{ MBtu/hr}$) به وسیله سیستم بالای سر تأمین می‌شود.

جدول ۱۱-۳- عامل مربوط به ساختمان دیوارهای حاجب، GW، برای انواع پوششهایی که برای دیوارهای حاجب غیرشفاف استفاده می‌شوند

نوع پوشش	GW
شیشه	۱/۰۰
سیمان آسبستوس	۱/۰۰
بتون آرمه، ۱۰ سانتیمتر	۱/۷۶
بتون آرمه، ۲۰ سانتیمتر	۱/۶۰
بلوک بتون آرمه، ۱۰ سانتیمتر	۱/۵۸
بلوک بتون آرمه، ۲۰ سانتیمتر	۱/۴۶

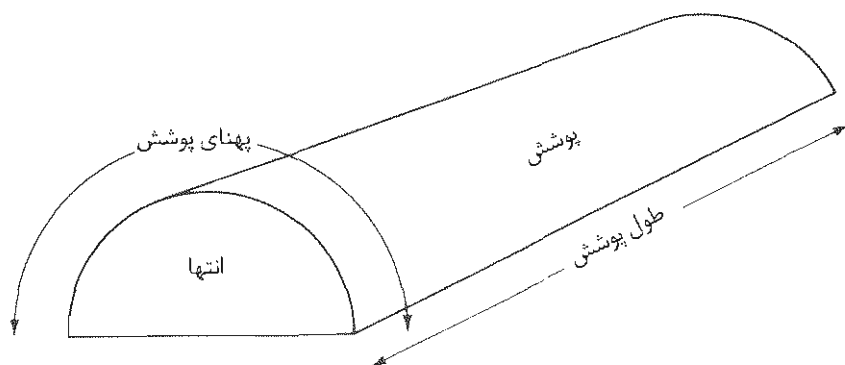
۱۲- در صورت تمایل، می توان مقدار سوخت مصرفی برای یک ساعت در طول شب مورد بحث قابل محاسبه است. مقدار کل گرمای لازم را بر گرمای تولید شده از سوخت مصرفی تقسیم کنید.

$$\text{زغال آنتراسیت: } \frac{389128 \text{ Btu/hr}}{8392 \text{ Btu/lb coal}} = 46/4 \text{ lb/hr}$$

$$\text{نفت شماره ۲: } \frac{389128 \text{ Btu/hr}}{97000 \text{ Btu/lb gal}} = 4/0 \text{ gal/hr}$$

گلخانه کوآنست

برای تعیین مقدار گرمای لازم برای گلخانه کوآنست، باید تغییراتی صورت پذیرد. زیرا همانگونه که در تصویر ۲۲-۳ نشان داده شده است از نظر شکل متفاوت است. پوشش گلخانه های کوآنست، FRP یا پلی کربنات است. و به ندرت پرده حاجب دارند و پوشش شفاف معمولاً تا سطح زمین امتداد دارد. در محاسبات گرمایی دو سطح باید در نظر گرفته شوند: ۱- مجموع دو سطح انتهایی و ۲- پوشش که در طول گلخانه امتداد دارد و سقف و دیوارها را منهای دو سطح انتهایی می پوشاند. مقادیر اتلاف گرمای استاندارد



تصویر ۲۲-۳- طرحی از یک گلخانه کوآنست و اجزای تشکیل دهنده آن که برای محاسبه مقدار گرمای لازم ضروری می باشند.

این دو جزء در جدول ۱۲-۳ به دست آمده‌اند. این مقادیر مانند مقادیر مربوط به گلخانه A شکل باید متناسب شرایط مورد نظر شما اصلاح شوند. در جداول ۹-۳ و ۱۰-۳ مقادیر مشابهی آمده است. برای محاسبه مقدار اتلاف گرمای تصحیح شده مقادیر اتلاف گرمای پوشش و سطوح انتهایی را باید در هر یک از این عوامل ضرب کنیم. دو مقدار اتلاف گرمای تصحیح شده را جمع می‌کنیم تا به گرمای لازم برای گرم کردن گلخانه برسیم.

..... مسأله نمونه

صفحات بعدی، مراحل را نشان می‌دهد که به هنگام محاسبه گرمای لازم برای یک گلخانه کوآنست فلزی به عرض ۹/۱ متر و طول ۳۰/۵ متر (۳۰ فوت در ۱۰۰ فوت) و دارای پوشش دو لایه از پلی اتیلن که هر یک ۱۲/۲ (۴۰ فوت) پنهان دارند باید طی کرد. اختلاف دما ۳۳ سانتیگراد و متوسط سرعت باد ۶/۷ متر بر ثانیه (۱۵ متر بر ساعت) است.

۱- مقدار اتلاف گرما از مجموع دو سطح انتهایی را از داخل جدول ۱۲-۳ بیابید. این مقدار، درست در زیر مقدار عددی حدودی پوشش به نهایی ۴۰ فوت (۱۲/۲ متر) قرار دارد و مقدار آن 40 Btu (40000 Btu) در ساعت است.

۲- مقدار اتلاف گرما از پوشش گلخانه را از داخل جدول ۱۲-۳ بیابید. این مقدار، در محل تقاطع ستون واقع در زیر پوشش به پهنای ۴۰ فوت (۱۲/۲ متر) و ردیف مربوط به گلخانه‌ای با طول ۱۰۰ فوت (۳۰/۵ متر) قرار دارد. در این مثال مقدار آن برابر 316 MBtu/hr است.



جدول ۱۲-۳- اتلاف گرمای استاندارد از گلخانه‌های کوانست

پهنای پوشش برحسب فوت (متر)											
۴۰	۳۸	۳۶	۳۴	۳۲	۳۰	۲۸	۲۶	۲۴	۲۲	۲۰	۱۸
(۱۲/۲)	(۱۱/۶)	(۱۱/۰)	(۱۰/۴)	(۹/۸)	(۹/۱)	(۸/۵)	(۷/۹)	(۷/۳)	(۶/۷)	(۶/۱)	(۵/۵)
طول گلخانه											
اتلاف از بخش انتهایی برحسب MBtu/hr ³											
۴۰	۳۶	۳۳	۲۹	۲۶	۲۳	۲۰	۱۷	۱۵	۱۲	۱۰	۸
برحسب فوت (متر)											
اتلاف از پوشش برحسب MBtu/hr ³											
۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۹	۸	۷
(۱/۵)											
۲۲	۳۰	۲۸	۲۷	۲۵	۲۴	۲۲	۲۱	۱۹	۱۷	۱۶	۱۴
(۳/۰)											
۶۳	۶۰	۵۷	۵۴	۵۱	۴۷	۴۴	۴۱	۳۸	۳۵	۳۲	۲۸
(۶/۱)											
۹۵	۹۰	۸۵	۸۱	۷۶	۷۱	۶۶	۶۲	۵۷	۵۲	۴۷	۴۳
(۹/۱)											
۱۲۷	۱۲۰	۱۱۴	۱۰۳	۱۰۱	۹۵	۸۹	۸۲	۷۶	۷۰	۶۳	۵۷
(۱۲/۲)											
۱۵۸	۱۵۰	۱۴۲	۱۳۴	۱۲۷	۱۱۹	۱۱۱	۱۰۳	۹۵	۸۷	۷۹	۷۱
(۱۵/۲)											
۱۹۰	۱۸۰	۱۷۱	۱۶۱	۱۵۲	۱۴۲	۱۳۳	۱۲۳	۱۱۴	۱۰۴	۹۵	۸۵
(۱۸/۳)											
۲۲۲	۲۱۱	۱۹۹	۱۸۸	۱۷۷	۱۶۶	۱۵۵	۱۴۴	۱۳۳	۱۲۲	۱۱۱	۱۰۰
(۲۱/۳)											
۲۵۳	۲۴۰	۲۲۸	۲۱۵	۲۰۲	۱۹۰	۱۷۷	۱۶۴	۱۵۲	۱۳۹	۱۲۷	۱۱۴
(۲۴/۴)											
۲۸۵	۲۷۱	۲۵۶	۲۴۲	۲۲۸	۲۱۴	۱۹۹	۱۸۵	۱۷۱	۱۵۷	۱۴۲	۱۲۸
(۲۷/۴)											
۳۱۶	۳۰۱	۲۸۵	۲۶۹	۲۵۳	۲۳۷	۲۲۱	۲۰۶	۱۹۰	۱۷۴	۱۵۸	۱۴۲
(۳۰/۵)											
۶۲۳	۶۰۱	۵۷۰	۵۳۸	۵۰۶	۴۷۵	۴۴۳	۴۱۱	۳۸۰	۳۴۸	۳۱۶	۲۵۸
(۶۱/۰)											
۹۴۹	۹۰۲	۸۵۴	۸۰۷	۷۵۹	۷۱۲	۶۶۴	۶۱۷	۵۶۹	۵۲۲	۴۷۵	۴۲۷
(۹۱/۴)											
۱/۲۶۵	۱/۲۰۲	۱/۱۳۹	۱/۰۷۵	۱/۰۱۲	۹۴۹	۸۸۶	۸۳۲	۷۵۹	۶۹۶	۶۳۳	۵۷۰
(۱۲۱/۹)											
۱/۵۸۲	۱/۵۰۳	۱/۴۲۴	۱/۳۴۵	۱/۲۶۵	۱/۱۸۷	۱/۱۰۷	۱/۰۲۸	۹۴۹	۸۷۰	۷۹۱	۷۱۲
(۱۵۲/۴)											

۳- مقدار فاکتور K را برای بادی به سرعت ۱۵ متر بر ساعت (۶/۷ متر بر ثانیه) و اختلاف دمای ۶۰° فارنهایت (۳۳° سانتیگراد) از داخل جدول ۹-۳ بیابید. این مقدار برابر ۰/۸۴ است.

۴- مقدار فاکتور C را از داخل جدول ۱۰-۳ برای گلخانه‌ای فلزی و پوشیده از دو لایه پلی اتیلن بیابید. مقدار آن برابر ۰/۷ است.

۵- هر یک از مقادیر اتلاف گرمای استاندارد را ابتدا در فاکتور K و سپس در فاکتور C ضرب کنید تا مقدار صحیح اتلاف گرما را به دست آورید.

$$40 \times 0.84 \times 0.70 = 23/520 \text{ MBtu/hr}$$

$$316 \times 0.84 \times 0.70 = 185/808 \text{ MBtu/hr}$$

۶- دو مقدار درست اتلاف گرمای به دست آمده را جمع کنید تا مقدار گرمای لازم برای گلخانه به دست آید. این مقدار گرمایی است که بخاری باید در ساعت تولید کند.

مقدار اتلاف گرمای استاندارد (MBtu/hr)	K (از جدول)	C (از جدول)	گرمای اتلاف شده پس از تصحیح (MBtu/hr)
اجزا گلخانه (از جدول ۳-۱۲)	۳-۹	۳-۱۰	
مجموع دو انتها	۰.۸۴	۰.۷۰	۲۳/۵۲۰
پوشش	۰.۸۴	۰.۷۰	۱۸۵/۸۰۸
کل گرمای لازم			۲۰۹/۳۲۸

$$\text{کل گرمای لازم کیلوکالری/ساعت} = 209/328 \text{ MBtu/hr} \times 252 = 52750 \text{ کیلوکالری/ساعت}$$

$$\text{کل وات لازم} = 209/328 \text{ MBtu/hr} \times 293 = 61333 \text{ وات}$$

گلخانه‌هایی که در طول به هم متصلند

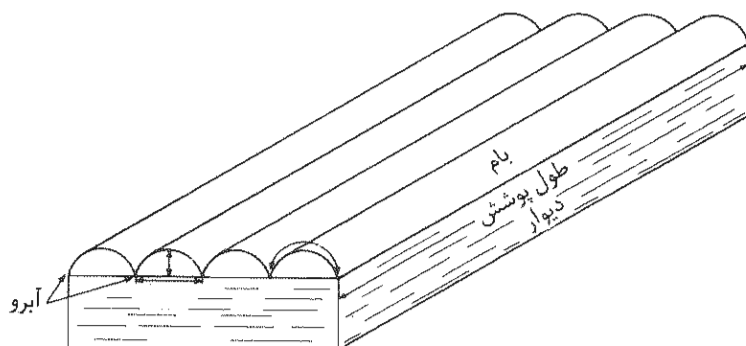
گلخانه‌هایی که در طول به هم متصلند، از سه جز تشکیل شده‌اند که باید در محاسبات نیاز گرمایی در نظر گرفته شوند. این سه جزء عبارتند از: سقف، مقطع عرضی سقف، و دیوارها (شکل ۳-۲۳). از جدول ۳-۸ می‌توان مقادیر استاندارد گرمای اتلاfi از دیوارها را به دست آورد. ارتفاع دیوار عبارت است از فاصله زمین تا آبرو درحالی‌که



طول دیوار، محیط گلخانه است. مقدار گرمایی که از هر سقف اتلاف می‌شود در جدول ۱۲-۳ موجود است. مقدار گرمایی که از یک سقف اتلاف می‌شود را باید در تعداد سقفها ضرب کنیم. مقادیر گرمای اتلاف شده از سطوح انتهایی که در جدول ۱۲-۳ مشاهده می‌شود. مقادیر بزرگی را برای اتلاف گرما. از قطع عرضی سقف نشان می‌دهد. سطح انتهایی یک گلخانه کوآنست معادل مقطع عرضی سقف به علاوه بخشی از دیواره جانبی در گلخانه‌هایی است که، از طول به هم پیوسته است. بهترین روش برای محاسبه اتلاف گرما از مقطع عرضی سقف، عبارت است از به دست آوردن سطح مقطع عرضی سقف و محسوب کردن 8 MBtu/hr گرمای اتلافی استاندارد برای هر 100 فوت مربع (252 وات بر مترمربع، 217 کیلوکالری بر ساعت مترمربع) از آن، برای محاسبه سطح مقطع عرضی سقف باید ارتفاع آن را در عرض آن و سپس در عدد 0.55 ضرب کنیم.

سطح یک مقطع عرضی سقف = $0.55 \times \text{عرض} \times \text{ارتفاع}$

شکی نیست که برای هر طرح خاصی از گلخانه‌ها به معادله متفاوتی نیاز داریم اما



تصویر ۲۳-۴ طراحی از یک گلخانه و اجزای تشکیل دهنده آن که برای محاسبه مقدار گرمای لازم ضروری می‌باشند.

معادله بالا برای کلیه طرحها مقادیر نسبتاً درستی به دست می‌دهد. توجه داشته باشید سطح به دست آمده، برای یک مقطع عرضی سقف را در تعداد آنها ضرب کنید. برای هر سقفی دو مقطع عرضی وجود دارد. پس از آنکه مقادیر اتلاف گرمای استاندارد سقفها، دیوار، و مقاطع عرضی سقف محاسبه گردید، باید هر یک را در مقدار K (جدول ۹-۳) و C (جدول ۱۰-۳) مربوطه ضرب کنیم. مجموع سه مقدار اتلاف گرما پس از تصحیح، مقدار کل گرمای اتلاف شده از گلخانه است.

اهمیت مقادیر C ، K و CW

به منظور تصحیح مقادیر گرمای استاندارد برای شرایط محلی مدنظر، باید آنها را در عوامل C ، K و CW ضرب کنیم. اگر شرایط محلی مشابه شرایط استاندارد باشد که مقادیر جداول ۳-۷، ۳-۸، ۱۲-۳ در آنها محاسبه شده است، در آن صورت مقدار عددی این فاکتورها برابر ۱ خواهد بود. آشکار است که ضرب کردن عدد ۱، تأثیری در مقادیر اتلاف گرما ندارد. با توجه به جدول ۹-۳ در می‌یابید که اگر متوسط سرعت باد ۱۵ متر بر ساعت (۶/۷ متر ثانیه) و اختلاف دما 70° فارنهایت (39° سانتیگراد) باشد، مقدار فاکتور K عدد ۱ خواهد بود.

اگر سرعت باد، همان ۱۵ متر بر ساعت (۶/۷ متر بر ثانیه) بماند و دمای داخل 10° فارنهایت (6° سانتیگراد) کاهش یابد و اختلاف دما به جای 70° فارنهایت (39° سانتیگراد) به 60° فارنهایت (33° سانتیگراد) برسد، مقدار گرمای کمتری در گلخانه لازم است. و این مسأله در مقدار فاکتور K که ۰/۸۴ خواهد بود قابل مشاهده است. هرگاه مقدار عددی فاکتوری کمتر از ۱ باشد، مانند همین حالت که ۰/۸۴ است، وقتی در مقدار گرمای اتلاف شده استاندارد ضرب می‌شود، میزان اتلاف گرما و یا به بیان دیگر مقدار گرمای لازم کاهش می‌یابد. پوششهایی که در مقابل انتقال گرما بسیار مقاوم هستند و گرما را با بهترین وجهی در گلخانه نگه می‌دارند، کمترین مقدار فاکتور C را در جدول



۱۰-۳ دارا می باشند. همین امر، در مورد مواد پوشاننده دیوارهای حاجب که در جدول ۱۱-۳ آمده است، درست می باشد.

حفظ گرما

طرح گلخانه

مقدار گرمای اتلاف شده نتیجه عمل سطح مبادله کننده گلخانه است. گلخانه های کوآنست ممکن است به ازای هر فوت مربع از سطح کف گلخانه، سطح مبادله کننده ای نزدیک به دو فوت مربع داشته باشد، درحالی که در مجموعه های بزرگتر گلخانه هایی که از طول به هم متصلند. این نسبت $1/2$ فوت سطح مبادله کننده به ازای هر فوت مربع از سطح کف گلخانه است. بنا به طراحی گلخانه، می توان به مقدار قابل توجهی از مقدار اتلاف گرما کاست.

پوشش دو لایه

یک گلخانه پلی اتیلینی دو لایه در مقایسه با یک گلخانه مشابه شیشه ای یک لایه، FRP، یا پوشیده از پلی اتیلن حدود ۴۰ درصد سوخت کمتری مصرف می کند.

پرده های محافظ حرارت

در گلخانه هایی که بیشترین فاصله بین ردیفهای چوبهای محافظ آنها وجود دارد، نصب پرده های محافظ حرارت اقتصادتر است. پرده های محافظ حرارت، پرده هایی است از جنس پلی اتیلن، ورقه پلی استر، نوارهایی از ورقه های پلی استر پوشیده از آلومینیوم، یا پوششهای پلی استر که هر شب از یک پیش آمدگی شیروانی تا پیش آمدگی بعدی یا از یک آبرو به آبروی بعدی و همچنین دورتادور محیط داخلی کشیده می شوند،

تا گیاهان را مانند جعبه‌ای دربرگیرند. در صبح به وسیله یک مکانیزم موتوری برداشته می‌شوند. پلی‌استر در مقایسه با پل‌اتیلن، برتری دارد، زیرا بهتر می‌تواند از عبور پرتوهای حرارتی جلوگیری کند. (جدول ۳-۱) اغلب پرده‌ها یک سطح آلومینیومی در یک سمت خود دارند که شب‌هنگام پرتوهای حرارتی را بیشتر به سمت خاک و گیاهان برمی‌گردانند و از خروج آنها از محیط گلخانه جلوگیری می‌کنند. پرده‌های محافظ حرارت از انتقال گرما به طریق کنوکسیون یا همرفت نیز جلوگیری می‌کنند و هوای گرم را در اطراف گیاهان و دور از پوشش گلخانه نگه می‌دارند. بدین ترتیب، چون اختلاف دما در دو سمت پوشش گلخانه کمتر خواهد بود گرمای کمتری اتلاف می‌شود. پرده‌های محافظ حرارت می‌توانند ۲۰ تا ۳۰ درصد مصرف سوخت را کاهش دهند که ۶۰ درصد ارزش میانگین واقعی آن است.

هزینه سیستمهای پرده‌های محافظ همراه مخارج نصب آنها ۱ تا ۳ به ازای هر فوت از کف گلخانه که پوشیده شده است، می‌باشد. این دامنه تنوع قیمت مربوط به نوع، تعداد موانع موجود در گلخانه مانند ردیفهای پایه‌های محافظ، تعداد مناطقی که باید به‌طور جداگانه پوشانده شوند، آیا گلخانه طوری طراحی شده است که پرده‌های محافظ حرارت نصب شوند، آیا پرده‌های محافظ از یک پیش‌آمدگی به پیش‌آمدگی دیگر یا از یک تیر پایه به تیر دیگر کشیده شده است (حالت دوم هزینه کمتری دارد)، و جنس پرده محافظ است. این سیستم برای گلخانه‌های کوانست، چندان عملی نیست زیرا برای هر یک از گلخانه‌ها به تجهیزات کوچک خاص نیازمندیم. جنس پرده‌های محافظ بسته به عملی که انجام می‌دهند متفاوت است. این پرده‌ها ممکن است سه نقش داشته باشند:

- (۱) حفظ حرارت در شبهای زمستان، (۲) تا حدودی جلوگیری از ورود پرتوهای خورشید در روزهای آفتابی تابستان. (۳) جلوگیری کامل از ورود نور برای طولانی کردن شبها در تابستان برای گیاهانی که فعالیتهای آنها به طول شب و روز وابسته است (برای کسب اطلاعات در مورد دو نقش آخر به فصل ۱۱ مراجعه کنید). پرده‌های خاصی وجود



دارند که می‌توانند هر یک از این اعمال را به تنهایی انجام دهند. پرده‌هایی نیز وجود دارند که می‌توانند به‌طور همزمان گرما را نگه دارند و از ورود پرتوهای خورشیدی جلوگیری کنند یا گرما را نگه دارند و طول شب و روز را تغییر دهند و کنترل کنند. اگر هر سه نقش گفته شده در بالا در یک گلخانه مورد نظر باشند می‌توان در سیستم پرده‌های متحرک خودکار نصب کرد.

شرکتهایی که با تغییر طول شب و روز (فتوپریودیسم) گیاهانی به بازار عرضه می‌کند و نیازمند پوشش هستند که سایه ایجاد کند تا طول شب افزایش یابد، برای نصب پرده‌های محافظ مساعدتر می‌باشند. سیستم‌های اتوماتیکی که برای کشیدن پرده‌های محافظ در زمستان مورد استفاده قرار می‌گیرند از بهار تا پاییز برای کشیدن پوششهای سایه‌انداز استفاده می‌شوند. برای هر دو منظور بالا، می‌توان از یک جنس پرده استفاده کرد و بدین ترتیب از یک سرمایه‌گذاری واحد در دو جهت بهره جست. (این سیستم را در شکل ۱۲-۱۱ می‌توان دید) پرده‌های محافظ باعث می‌شوند که دمای پوشش گلخانه پایینتر بیاید و در نتیجه برف را کمتر ذوب کند. این امر خطر فرو ریختن گلخانه را بر اثر سنگینی برف افزایش می‌دهد و برای رفع این مشکل می‌توان به هنگام توفان برف، پرده‌های محافظ را باز گذاشت. همچنین می‌توان وسیله‌ای حساس به برف را روی سقف تعبیه کرد. احتمالاً بیمه گلخانه‌های مجهز به پرده‌های محافظ بیشتر است. برخی پرورش‌دهندگان با مشکل میعان بخار آب و تجمع آن بر روی پرده‌های محافظ، مواجه می‌باشند اما برای رفع این مشکل پرده‌های مشبک موجود می‌باشند بالاخره، برخی از پرورش‌دهندگان نیز در صبح که پرده‌ها باز می‌شوند با مشکل هجوم هوای سرد بر روی گیاهان مواجه هستند. امروزه برای حل این مشکل، پرده‌های چندی، درست در زیر پوشش سقف و از یک پایه به پایه دیگر کشیده شده‌اند که مشکل سایه‌اندازی بدین ترتیب کاهش می‌یابد.

گرمای تابشی

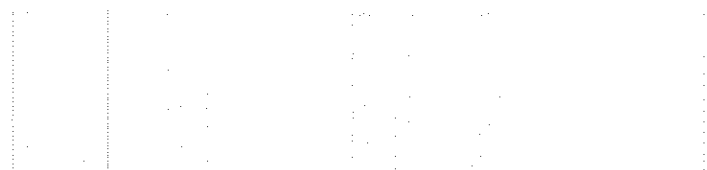
در مواردی که گاز طبیعی موجود است می‌توان بخاریهای تابشی کم‌انرژی را نیز به منظور ذخیره انرژی تا میزان ۳۰٪ در سیستمهای حرارتی مورد استفاده قرار داد. در گلخانه‌هایی که دارای سقف بلند می‌باشند، سیستمهای حرارتی تابشی را می‌توان در ارتفاع پایینتر نصب کرد و در بالای آنها پرده‌های حرارتی تعبیه نمود.

عایق‌بندی دیوارها

از نور پراکنده که از طریق پنجره شمالی وارد می‌شود بهره کمی عاید می‌شود. با ساختن یک دیوار شمالی عایق‌بندی شده جامد با سطح داخلی صیقلی می‌توان ۵ تا ۱۰ درصد از سوخت را ذخیره کرد. با عایق‌بندی کردن فوندانسیون (پرده) دیوارهای گلخانه نیز بین ۳ تا ۶ درصد از سوخت ذخیره می‌شود.

بستن منافذ نشت هوا

برخی تکنیکهای بستن منافذ هوا را می‌توان در گلخانه‌های موجود که انرژی کارایی ندارند، استفاده کرد. بسیاری از گلخانه‌های تجارتی شیشه‌ای به وسیله دو لایه پلی اتیلن پر شده از هوا پوشانده شده‌اند تا ۴ الی ۶۰ درصد سوخت ذخیره شود. مشکلی که در مورد این سیستمها وجود دارد کاهش عبور نور است. در مطالعه‌ای که در دانشگاه ایالت آهایو صورت گرفت، مقدار کاهش تشعشعات خورشیدی در یک گلخانه شیشه‌ای سنتی ۳۵ درصد اندازه‌گیری شده که علت آن شیشه‌ها، قابها و اسکلت گلخانه است. اگر دو لایه پلی اتیلن بر روی شیشه‌ها وجود داشته باشد، ۱۸ درصد دیگر نیز از مقدار سوخت مصرفی کاهش می‌یابد. این شرایط برای بسیاری از گیاهان نورپسند ممکن است نامساعد باشد. اما بسیاری دیگر از آنها این شرایط را می‌پذیرند. مقدار زیادی حرارت از طریق شکافهای موجود در بین قطعات شیشه یا صفحات FRP اتلاف می‌شود. بر اثر



گذشت زمان این شکافها باز شده و ممکن است خمیر نگهدارنده شیشه در قابها شکننده شود و از جای خود فرو ریزد. شیشه‌ها ممکن است ترک بردارند، گوشه آنها بشکنند، یا در قاب خود جابه‌جا شده و فضاهای خالی یا سوراخهایی ایجاد کنند. در نهایت، مهره کشی شیشه‌ها الزامی می‌شود. به محض آن که تشخیص دادیم مهره کشی شیشه‌ها ضروری است، باید صورت پذیرد. زیرا در غیر این صورت هزینه گرم کردن گلخانه افزایش خواهد یافت. با توجه به وضعیت سوختی موجود، به تعویق انداختن مهره کشی شیشه‌ها یک صرفه‌جویی کاذب (خطا) است. بتون شفاف و درخشانی که بخش بیشتر آن سیلیسیوم است را می‌توان به صورت تیوبی خریداری کرد و شکافهای موجود در اطراف شیشه‌ها را پر کرد. هزینه مواد دستمزد آن حدود ۴۰ سنت به ازای هر فوت مربع از کف گلخانه خواهد بود. بنا به میزان نشت هوا و لق بودن شیشه‌ها میزان ذخیره گرما بین ۵ تا ۴۰ درصد تغییر می‌کند. برای ذخیره حرارت، می‌توان از این روش به جای استفاده از ورقه پلی اتیلن بهره برد.

بادشکنها

عواملی که در جدول ۹-۳ ارائه شده‌اند اثر باد را بر روی حرارت مورد نیاز گلخانه‌ها نشان می‌دهند. به ازای هر ۵ متر بر ساعت (۲/۲ متر بر ثانیه) افزایش در سرعت‌های متوسط بالای ۱۵ متر بر ساعت (۶/۷ متر بر ثانیه) حدود ۴ درصد افزایش در اتلاف گرما از گلخانه مشاهده می‌شود. با استفاده از درختان به صورت بادشکن، می‌توان سرعت بادی را که به گلخانه برخورد می‌کند کاهش داد. درختان سریع‌الرشد همیشه سبز مانند شوکران hemicle برای این منظور بسیار مناسبند. در برخی موارد کاشت درختان حتی پیش از ساخت گلخانه‌های زنجیره‌ای صورت می‌گیرد. باید دقت کنیم که این‌گونه درختان در محلی کاشته شوند که تأثیر مثبت دارند. با وجود آن که بادشکنها مهم می‌باشند، اما نباید بر روی محل پرورش گیاهان سایه افکند. زیرا موجب کاهش

محصولات می‌شوند که از نظر اقتصادی در مقایسه با مقدار سوخت ذخیره شده هزینه بیشتری را دربردارند. برای جلوگیری از سایه‌های زمستانی و تأثیر آنها بر روی رویش گیاهان باید، بادشکنهای واقع در شرق، غرب و جنوب گلخانه حداقل ۲/۵ برابر ارتفاع بادشکن از گلخانه فاصله داشته باشند. با استفاده از بادشکنها می‌توان ۵ تا ۱۰ درصد از سوخت را ذخیره کرد.

بخاریهای با کارایی بالا

امروزه بخاریهایی با کارایی بالا موجودند که تبادل‌کننده‌های گرمایی گسترده‌تری در مقایسه با مدل‌های قدیمی دارند. در نتیجه گرمای بیشتری نیز از لوله‌های خروج گاز انتقال می‌یابد و بدین ترتیب می‌توان دمای لوله‌های خروج گاز را از 315° سانتیگراد (600° فارنهایت) و بالاتر به حدود 150° سانتیگراد (300° فارنهایت) کاهش داد. درجایی که از دیگ بخار با کارایی پایین استفاده می‌شود، می‌توان با نصب یک دودکش منتقل‌کننده حرارت در کوره لوله‌های آب‌داغ کارایی را افزایش داد. این دودکش دارای یک تبادل‌کننده گرما است که در برخی مدل‌های آن هوا و در برخی دیگر آب از آن عبور می‌کند. هوایی که بدین ترتیب گرم می‌شود، ممکن است برای گرم کردن ساختمان خدمات یا بخشی از گلخانه و آب‌گرم شده برای آبیاری مورد استفاده قرار گیرد. باید دقت کنیم که دمای دودکش به پایین‌تر از مقدار توصیه شده به وسیله سازنده تنزل نکند. در دماهای پایین، آب، اسیدها و سایر مواد فرساینده ممکن است تجمع یافته و موجب پوسیدگی و تخریب دودکش بشوند.

نگهداری بخاری

بخاریها بنا به تنظیم نسبت سوخت به هوا می‌توانند سوخت را با کاراییهای مختلفی استفاده کنند. به همین علت باید بخاریها را در شرایط مطلوب نگهداری کنیم. حذف



سرویس و خدمات دوره‌ای و منظم باعث افزایش مصرف سوخت و هزینه بسیار بالاتر خواهد شد. دوده ممکن است در داخل لوله‌های دیگ بخار، تجمع یابند و بر روی صفحات فلزی که در حقیقت تبادُل‌کنندگان دیگ بخار می‌باشد، همچون یک عایق عمل کنند. گرمای کمتری به آب منتقل می‌شود و بخش بیشتر آن از دودکش بالا می‌رود و بدین ترتیب مصرف سوخت افزایش می‌یابد. لایه‌ای دوه به ضخامت ۳ میلی‌متر ($\frac{1}{8}$ اینچ) می‌تواند موجب شود تا ۱۵ درصد حرارت و لایه‌ای به ضخامت ۵ میلی‌متر ($\frac{3}{16}$ اینچ) تا ۲۱ درصد حرارتی که به وسیله دیگ بخار گرفته شده اتلاف شود. دیگهای بخار را باید به طور منظم تمیز کرد. با استفاده از مواد خاص به عنوان همچون پوشاننده لوله‌ها می‌توان تمایل دوده‌ها را برای چسبیدن به سطوح کاهش داد و اجازه دهیم بخش بیشتر آنها از لوله‌های خروجی دود خارج شوند. اگر این لوله‌ها به طور مداوم و با برنامه‌ای خاص تمیز نگاه داشته شوند به طور متوسط تبادُل‌کننده‌های حرارتی کارآمدتری خواهند بود.

نگهداری ترموستات

وسایل دیگری نیز وجود دارند که اگر از آنها نگهداری کنیم می‌توانیم اتلاف گرما را کاهش دهیم. ترموستات‌ها باید به دقت تنظیم شوند تا دما به بالاتر از مقدار مطلوب بالا نرود. ترموستات‌های تنظیم شده باید به طور منظم (هر ۶ ماه یکبار) کنترل شوند. از ترموستات‌های بسیار دقیق باید استفاده کرد. ترموستات‌های دارای دو نوار فلزی و یا دارای حبابهای جیوه، معمولاً بخاری را در دمای مطلوب فعال می‌کنند و در دماهای بالاتر از آن، متوقف می‌کنند. فواصل موجود در این میان بارمرده نام دارند. برای این‌گونه ترموستات‌ها بارمرده‌ای برابر ۱° سانتیگراد (۲° فارنهایت) کاملاً قابل قبول است. در یک ترموستاتی که به خوبی کار نمی‌کند بارمرده ممکن است ۳° سانتیگراد (۶° فارنهایت) یا بیشتر باشد. هر بار که ترموستات شروع به فعالیت می‌کند گرمای

قابل توجهی اتلاف می‌شود.

محصولات دماهای پایین

برخی کولتیوارهای گیاهان، می‌توانند در مقایسه با سایرین در دماهای پایینتری محصولاتی تولید کنند. این امر خصوصاً در مورد بنت‌القدسولها و داوودیه‌ها درست است. گیاهان گلخانه‌ای کاملاً در دماهای پایینتری نسبت به آنچه توصیه می‌شوند قابل تولید می‌باشند، اما زمان باردهی آنها طولانی‌تر خواهد بود. بحثهای موافق و مخالفی در رابطه با این امر و توجه به مسأله ذخیره سوخت صورت گرفته است. در برخی موارد، سوخت ذخیره شده در طی مدت زمانی که به طول دوره رویش اضافه می‌شود مصرف و اتلاف می‌شود پیش از انتخاب این روش حفظ گرما، باید آن را آزمایش و یادداشتهای دقیق برداشته شود.

اقتصاد ترکیبی

آشکار است اگر چند روش برای ذخیره گرما اتخاذ کنیم، کل گرمای ذخیره شده برابر مجموع گرمای ذخیره شده در هر روش نیست. اگر لایه دیگری از پلی اتیلن به یک گلخانه پلاستیکی اضافه کنیم حدود ۴۰٪ گرما بر میزان ذخیره ابتدایی افزوده می‌شود. مقدار مصرفی ۶۰٪ مقدار اولیه است. نصب یک پرده محافظت حرارت که پیش‌بینی می‌شود حدود ۴۰٪ سوخت مصرفی را ذخیره کند، مقدار مصرفی را به ۲۰٪ مقدار اولیه نیز کاهش نمی‌دهند. با اضافه کردن لایه دیگری پلی اتیلن می‌توان مقدار سوخت مصرفی را تا ۴۰٪ کاهش داد. مقدار سوخت مصرفی ۲۴٪ کاهش خواهد یافت.

$$(0/4 \times 0/6 = 0/24)$$



خلاصه

۱- برای آن که گلخانه دمای مطلوبی داشته باشد باید با همان سرعتی که گرما از دست می‌رود، محیط را گرم کنیم. گرما به سه طریق اتلاف می‌شود - هدایت یا رسانایی، نفوذ تدریجی، و تابش یا تشعشع. در روش هدایت، گرما مستقیماً از طریق پوشش گلخانه منتقل می‌شود. نفوذ تدریجی عبارت است از خروج هوای گرم از طریق شکافهای موجود در پوشش گلخانه. در طریق تابش، گرما از اجسام گرم داخل گلخانه و از طریق پوشش آن به اجسام سردتر خارج گلخانه تشعشع می‌شود.

۲- در گلخانه‌های زنجیره‌ای، یک سیستم حرارتی مرکزی کارآمدتر از بخاریهای موضعی است. در سیستم حرارت مرکزی، دو یا چند دیگ بخار در یک محل قرار داده می‌شوند. گرما به صورت آب‌داغ یا بخار آب و از طریق لوله‌های اصلی به فضای رویش گیاهان منتقل می‌شود. در گلخانه‌های اروپایی مشهورترین سیستم، سیستمهای حرارت مرکزی می‌باشند.

۳- سیستمهای حرارت موضعی به علت هزینه ابتدایی آنها بسیار مشهور می‌باشند. با توسعه این سیستمها، بخاریهای کوچکی که خود دارای جعبه‌های احتراق می‌باشند در هر یک از گلخانه‌های زنجیره‌ای قرار داده می‌شوند. در نهایت، این سیستم در مقایسه با سیستم حرارت مرکزی مستلزم هزینه بالاتری برای نگهداری است.

۴- بخاریهای ماشینی مادون قرمز با شدت ضعیف در مقایسه با بخاریهای سنتی می‌توانند ۳۰٪ یا بیشتر از مقدار سوخت را ذخیره کنند. تعداد زیادی از این بخاریها پشت سرهم در گلخانه‌ها نصب می‌شوند. از آنجایی که گیاهان و محیط ریشه‌ها مستقیماً گرم می‌شوند می‌توان دمای هوا را پایینتر نگاه داشت.

۵- سیستمهای خورشیدی گرم‌کننده در گلخانه‌های تفریحی و تجارتي یافت می‌شوند. از آب یا سنگ به عنوان منبع ذخیره استفاده می‌شود. هزینه بالای سیستمهای

خورشیدی تاکنون مانع پذیرش عمده این سیستم توسط صنعت پرورش گل شده است.

۶- تجهیزات اضطراری از ضروریاتند و باید شامل یک منبع حرارتی و یک ژنراتور الکتریکی باشد. ژنراتور را طوری می‌توان نصب کرد که در صورت قطع برق به‌طور خودکار شروع به کار کند. نیاز به گرم کردن محیط توسط یک سیستم هشداردهنده که به‌وسیله ترموستات فعال می‌شوند و در منزل مدیر یا صاحب گلخانه واقع است، باید اعلام شود.

۷- گرما از سیستمهای حرارت مرکزی به‌وسیله آب‌داغ یا بخار آب و از داخل لوله‌های مارپیچی منتشر می‌شود. لوله‌ها در دیوارهای جانبی و انتهایی و ۱/۳ آنها از یک سوی گلخانه به سوی دیگر آن کشیده شده است. لوله‌هایی که در عرض گلخانه قرار دارند جریان‌ات رو به پایین و نقاط سرد را خنثی می‌کنند. امروزه برای آن که دمای محیط اطراف ریشه گرم باشد، لوله‌ها را در عرض گلخانه و در ارتفاع پایین زیر بسترهای کشت، در طول بسترهای زمینی، یا داخل زمین قرار داده می‌دهند. در گذشته از پنکه‌های عمودی بالابر هوا استفاده می‌شد اما امروزه به منظور کاهش شیب عمودی دما از سیستم جریان هوای افقی (HAF) به همراه لوله‌های مارپیچی، استفاده می‌شود.

حرارت حاصل از سیستمهای فشار هوای موضعی به‌وسیله سیستم HAF یا لوله‌های انتقالی یا رسانایی منتشر می‌شوند. گرمای حاصل از یک بخاری واحد که خود دارای جعبه احتراق است. یا گرمای آن به‌وسیله یک دیگ بخار مرکزی تأمین می‌شود، از طریق لوله‌های پلی اتیلنی شفاف که در طول گلخانه قرار دارند منتشر می‌شوند. در Jet stream لوله‌های کوچک، گرما از داخل سوراخهایی که در یک سمت لوله قرار دارند منتشر می‌شود و سریعاً با هوای اطراف مخلوط شده و به منظور به حداقل رساندن شیب دما جریانی دایره‌ای برقرار می‌کنند.



۸- نصب یک گیرنده حرارتی حیاتی است. گیرنده باید در ارتفاع معادل نقطه رویش گیاهان و در محلی که نشانگر متوسط دمای گلخانه باشد، قرار گیرد. گیرنده باید در جعبه‌ای باشد که نور را بازتاب کند و با حداقل جریانی با سرعت ۳ متر بر ثانیه (یا ۶۰۰ فوت بر دقیقه) تخلیه شود. در داخل جعبه باید کنترل‌کننده‌های دمایی دیگر و یک دماسنج برای کنترل و اصلاح گیرنده نصب شوند.

۹- روشهای نسبتاً ساده‌ای جهت محاسبه گرمای لازم برای گلخانه، گفته شده است. اطلاعات لازم جهت محاسبه گرمای لازم برای گلخانه A شکل در جداول ۷-۳ تا ۱۱-۳ و گلخانه کوآنست در جداول ۹-۳ تا ۱۲-۳ گرفته شده است برای محاسبات مربوط به گلخانه‌هایی که در طول به هم پیوسته‌اند باید از مجموع جداول استفاده کرد.

۱۰- جهت کاهش گرمای لازم برای گلخانه‌ها می‌توان از دو پوشش استفاده کرد، گلخانه را طوری طراحی کرد که سطح آن به حداقل برسد، از پرده‌های محافظ حرارت استفاده کرد. شیشه‌های شکسته را ترمیم کرد، شیشه‌های موجود را در جای خود محکم کرد، از درختان به عنوان بادشکن و برای کاهش سرعت باد استفاده کرد، از بخاریها و دیگهای بخار با کارایی بالا بهره جست، بخاریها، دیگهای بخار و ترموستاتها را مرتباً تمیز و تنظیم کرد و در صورت امکان از واریته‌های مقاوم به سرما استفاده کرد.

***** مرجع *****

Various manufacturers of heating equipment offer literature concerning products and technical information.

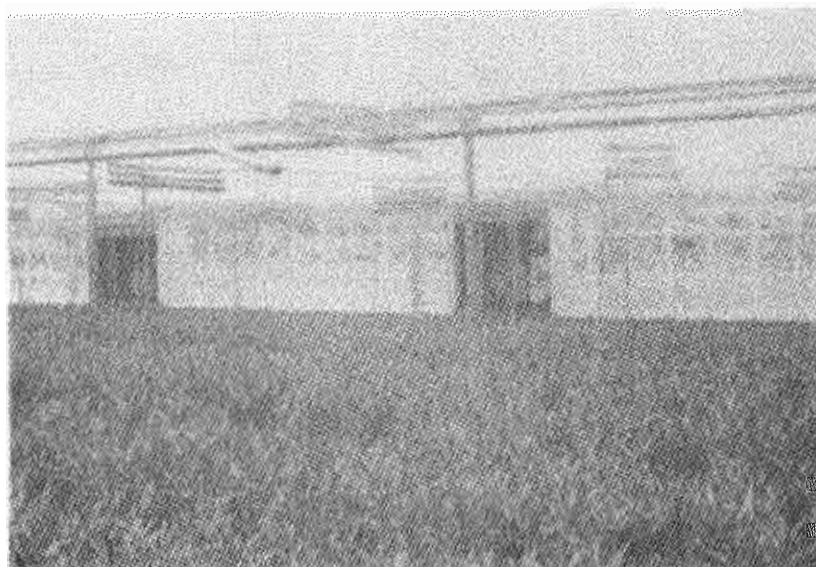
1. Agricultural Development and Advisory Service. 1976. Greenhouse heating systems. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Mechanization Leaflet 27. Her Majesty's Stationery Office, London.
2. Aldrich, R. A., W. A. Bailey, J. W. Bartok, Jr., W. J. Roberts, and D. S. Ross. 1976. *Hobby Greenhouses and Other Gardening Structures*. Pub. NRAES-2. Northeast Reg. Agr. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
3. Aldrich, R. A., and J. W. Bartok, Jr. 1989. *Greenhouse Engineering*. Pub. NRAES-33. Northeast Reg. Agr. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
4. American Society of Agricultural Engineers. 1990. Heating, ventilating, and cooling greenhouses. In *Agricultural Engineers Yearbook of Standards*. Amer. Soc. Agr. Engineers, St. Joseph, MI 49085.
5. Badger, P. C., and H. A. Poole. 1979. Conserving energy in Ohio greenhouses. Ohio Coop. Ext. Ser. Bul. 651. The Ohio State Univ., Columbus, OH 43210.
6. Blom, T., F. Ingratta, and J. Hughes. 1982. Energy conservation in Ontario greenhouses. Ontario Ministry of Agr. and Food. Pub. 65.
7. Bohanon, H. R., C. E. Rahilly, J. Stout, and P. E. Bush. 1989. The greenhouse climate control handbook. Form C7S. Acme Engineering and Manufacturing Corp., Muskogee, OK 74402.
8. Boyette, M. D., and R. W. Watkins. 1988. Getting into hot water. North Carolina Agr. Ext. Ser. Bul. AG-398. North Carolina State Univ., Raleigh, NC 27695.
9. Duncan, G. A., and J. N. Walker. 1973. Poly-tube heating-ventilation systems and equipment. AEN-9. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
10. Gray, H. E. 1956. *Greenhouse Heating and Construction*. Florists' Publishing Co., 343 S. Dearborn St., Chicago, IL.
11. Jacobson, J. S., and A. C. Hill, eds. 1970. *Recognition of Air Pollution Injury to Vegetation: A Pictorial Atlas*. Informative Report No. 1. Air Pollution Control Assoc., Pittsburgh, PA.
12. Jahn, L. G. 1985. *Wood energy guide for agricultural and small commercial applications*. North Carolina Agr. Ext. Ser. Bul. AG-363. North Carolina State Univ., Raleigh, NC 27695.
13. Laurie, A., D. C. Kiplinger, and K. S. Nelson. 1968. *Commercial Flower-Forcing*. New York: McGraw-Hill.
14. National Greenhouse Manufacturers' Association. 1979. National Greenhouse Manufacturers' greenhouse heat loss standards. *Florists' Review* 164 (4249):132-133.
15. Poole, H. A., and P. C. Badger. 1980. Management practices to conserve energy in Ohio greenhouses. Ohio Coop. Ext. Ser. Bul. 668. The Ohio State Univ., Columbus, OH 43210.

16. Roberts, W. J., J. W. Bartok, Jr., E. E. Fabian, and J. Simpkins. 1989. *Energy Conservation for Commercial Greenhouses*. Pub. NRAES-3. Northeast Reg. Agr. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
17. Ross, D. S., W. J. Roberts, R. A. Parsons, J. W. Bartok, Jr., and R. A. Aldrich. 1978. *Energy Conservation and Solar Heating for Greenhouses*. Northeast Regional Agricultural Engineering Services, NRAES-3, 144 Riley-Robb Hall, Cornell Univ., Ithaca, NY 14853.
18. Sherry, W. J. 1983. Which greenhouse cover is for you? *Greenhouse Manager* 2 (2):126-132.
19. U.S. Housing and Home Finance Agency. 1954. Thermal insulation value of air space. Housing Res. Paper No. 32. Housing and Home Financing Agency, Div. of Housing Research, Washington, D.C.
20. Walker, J. N., and G. A. Duncan. 1975. Estimating greenhouse heating requirements and fuel costs. AEN-8. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
21. ———. 1974. Greenhouse heating systems. AEN-31. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
22. Whillier, A. 1963. Plastic covers for solar collectors. *Solar Energy* 7 (3):148-151.

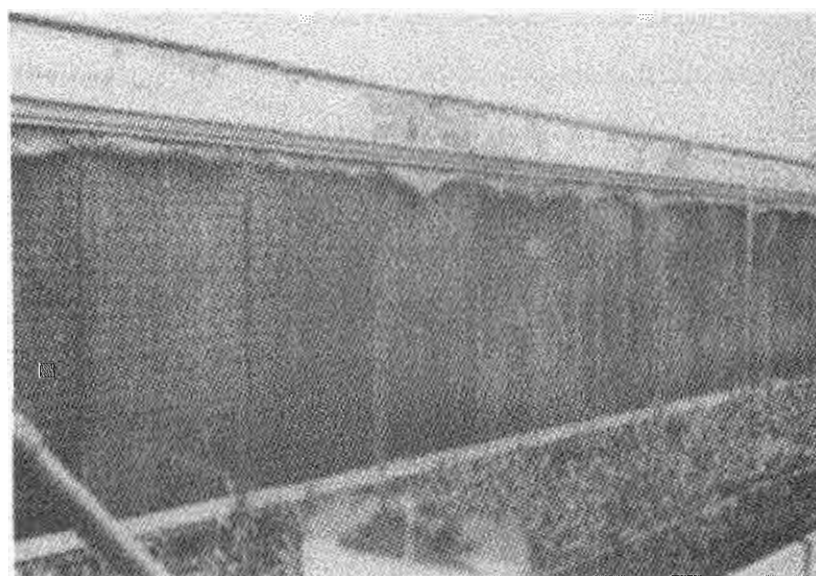
۴. خنک کردن گلخانه

گلخانه‌ها به دو سیستم کاملاً متفاوت خنک‌کننده، یکی برای تابستان و دیگری برای زمستان، نیاز دارند. اغلب مناطق، به استثنای مناطقی که در ارتفاعات بالا قرار دارند، دوره‌های گرمای تابستانی را طی می‌کنند که برای محصولات گلخانه مضرند. اگرچه در گلخانه‌ها هواکشهای باز وجود دارد، ولی درجه حرارت داخل گلخانه اغلب 11°C بالاتر از درجه حرارت محیط بیرون است. اثرات زیانبار دماهای بالا به صور مختلفی از جمله عدم استحکام ساقه، کاهش اندازه گل، تاخیر گلدهی و حتی مرگ جوانه نمایان می‌شود. سیستمهای خنک‌کننده تبخیری برای تابستان مناسب‌اند. اساس کار این سیستمها به این صورت است که هنگام تبخیر آب، گرما جذب می‌شود. گرمای اضافی در طول زمستان نیز می‌تواند مشکل‌آفرین باشد. حتی زمانی که درجه حرارت بیرون کمتر از درجه حرارت داخل گلخانه است، جذب گرمای خورشیدی دمای داخل را تا حد زیانباری بالا می‌برد.

از سال ۱۹۵۴ سیستم خنک‌کننده تبخیری پنکه و تشک (fan-and - pad evaporative cooling system) موجود بوده و هنوز هم به عنوان متداولترین سیستم تابستانی گلخانه‌ها به‌شمار می‌رود (شکل ۴-۱). در طول یکی از دیوارهای گلخانه یک تشک سراسری به صورت ایستاده قرار می‌گیرد و آب از میان آن عبور داده می‌شود. انواع قدیمی این تشکها از تراشه‌های نجاری (خرده چوب) تهیه می‌شدند، ولی امروزه این



الف



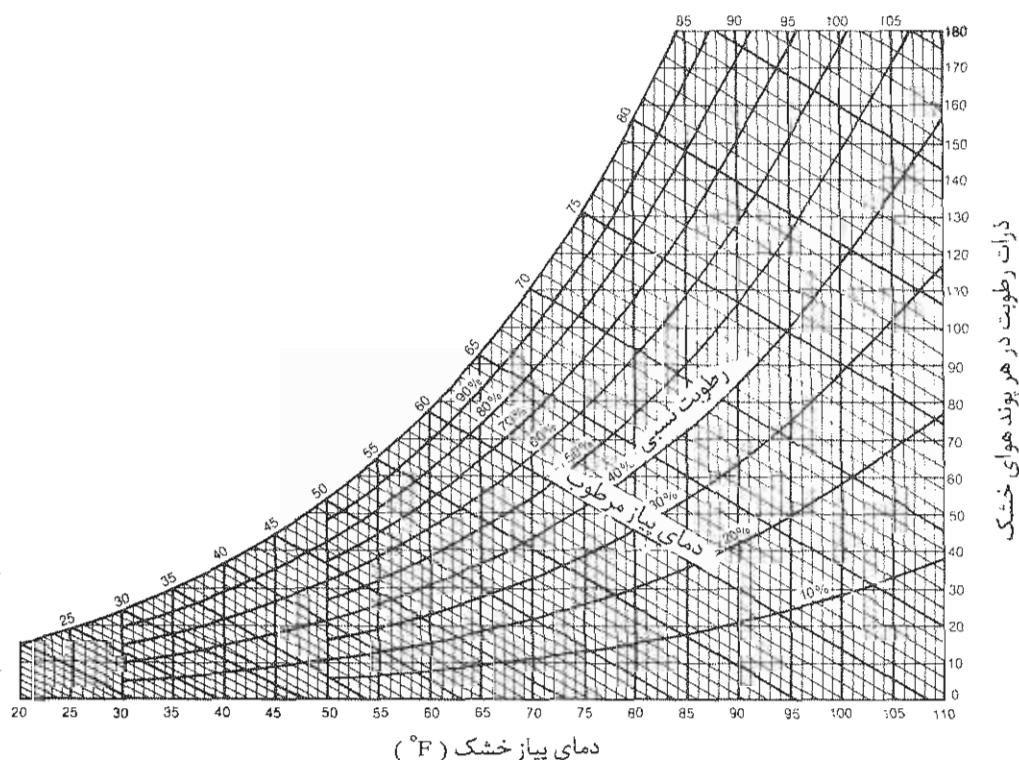
ب

شکل (۴-۱) تاسیسات الف) یک تشک تبخیری و ب) پنکه‌های هواکش که برای خنک کردن تبخیری یک گلخانه در طول تابستان به کار می‌روند.



تشکها معمولاً از مواد سلولزی که دارای شیارهای عرضی است و از نظر ظاهری شبیه مقوای شیاردار است ساخته می‌شوند. پنکه‌های هواکش در دیوار مقابل قرار داده می‌شوند. هوای گرم بیرون از میان تشک به داخل کشیده می‌شود. آب داخل تشک از طریق پروسه تبخیر، گرمای تشک، قاب فلزی و همچنین هوایی که از میان تشک می‌گذرد را جذب می‌کند.

سیستم خنک‌کننده تبخیری مه (fog evaporating cooling system) که در ۱۹۸۰ به گلخانه‌ها راه یافت براساس همان اصل سیستم خنک‌کننده تشک و پنکه عمل می‌کند



شکل ۲-۴- رابطه بین درجه حرارت پیاز خشک، درجه حرارت پیاز مرطوب و رطوبت نسبی. برای تعیین کردن درجه حرارت پیاز مرطوب (خنکترین دمای ممکن)، از نقطه درجه حرارت پیاز خشک (که از دماسنج استاندارد خوانده می‌شود) واقع در محور افقی پایین آغاز کرده و در امتداد خط عمودی بالای آن نقطه بالا بروید تا به محل تقاطع آن با منحنی رطوبت نسبی محیط بیرون برسید. حال از این نقطه تقاطع، خط موربی را که به سمت بالاترین گوشه سمت چپ نمودار می‌رود دنبال کنید تا به منحنی واقع در انتها الیه سمت چپ برسید. در این نقطه می‌توانید درجه حرارت پیاز مرطوب را بخوانید.

ولی ترتیب آن کاملاً متفاوت است. یک دستگاه پمپ فشار بالا، ایجاد مه می‌کند. این مه از قطرات کوچک آب به اندازه میانگین کمتر از ۱۰ میکرون تشکیل یافته است. این قطرات به قدری کوچک هستند که در حین تبخیر شدن به حالت معلق در هوا باقی می‌مانند. مه در سراسر گلخانه پخش شده و موجب خنک شدن هوا می‌شود. در این پروسه گیاهان و افراد موجود در گلخانه خشک باقی می‌مانند. این سیستم برای جوانه‌زنی بذور و تکثیر از طریق قلمه سودمند است زیرا دیگر سیستم مه پاش مورد نیاز نیست.

هر دو سیستم خنک‌کننده تبخیری تابستانی به خوبی دمای هوای گلخانه را به میزان 14°C (55°F) یا بیشتر نسبت به دمای محیط بیرون کاهش می‌دهند. سیستم پنبه و تشک می‌تواند دماهای حدود $1/7^{\circ}\text{C}$ ($3-4^{\circ}\text{F}$) کمتر از درجه حرارت پیاز مرطوب ایجاد کند، در حالی که سیستم مه اساساً دمای گلخانه را به درجه حرارت پیاز مرطوب می‌رساند. بنابراین هرچه هوا خشکتر باشد، خنکی بیشتری می‌توان ایجاد کرد (شکل ۴-۲). هوا را در درجه حرارت پیاز خشک 32°C (90°F) و با رطوبت نسبی ۲۰ درصد در آریزونا (Arizona) و ۶۰ درصد در فلوریدا (Florida) در نظر بگیرید. دماهای پیاز مرطوب (خنکترین دماهای ممکن) به ترتیب 17°C (63°F) و 26°C (78°F) خواهند بود.

تفاوت اساسی بین سیستمهای خنک‌کننده تابستانی و زمستانی در دمای هوای محیط خارج گلخانه است. در طول تابستان لازم است هوا پیش از عبور کردن از روی گیاهان خنک شود. هوای خنک شده در حجم‌های وسیع مستقیماً و به طور یکنواخت در اختیار همه گیاهان قرار می‌گیرد. در زمستان هوای سرد خارجی باید به طور غیرمستقیم وارد شده و با هوای گرم ناخواسته موجود در گلخانه مخلوط شود و سپس در تماس با گیاهان قرار گیرد، تا از ایجاد نقاط سرد متمرکز در ارتفاع گیاهان جلوگیری شود. برای دستیابی به بهترین نتایج، جریان هوای ورودی باید در تابستان ملایم و در زمستان شدید (فورانی) باشد تا عمل مخلوط شدن به سرعت انجام شود.

1- Wet bulb temperature

2- Dry bulb temperature

در ابتدا، هواگیرهای گلخانه‌ها در مجاورت سقف تعبیه می‌شدند. هنگامی که در زمستان هوای خنک مورد نیاز بود، آنها باز می‌شدند. هوای سرد که از هوای گرم درون گلخانه متراکمتر است به کف گلخانه (زیر هواگیر) راه می‌یافت و از آنجا به‌طور جانبی منتشر می‌شد و در حین مخلوط شدن با هوای گرم، دمای آن بالا می‌رفت. نتیجه این عمل برقرار شدن یک گرادیان (gradient) دمایی به ارتفاع گیاهان در عرض گلخانه بود. این عمل به رشدهای غیریکسان و نتیجتاً اختلاف در تاریخهای رسیدن محصولات منجر می‌شود. سیستم تهویه پنکه - لوله (fan - tube ventilation system) که برای خنک کردن زمستانی به کار می‌رود مشکل گرادیان دمای افقی را برطرف می‌کند. این سیستم هوا را در گلخانه به گردش می‌اندازد.

سیستمهای خنک‌کننده تابستانی گلخانه

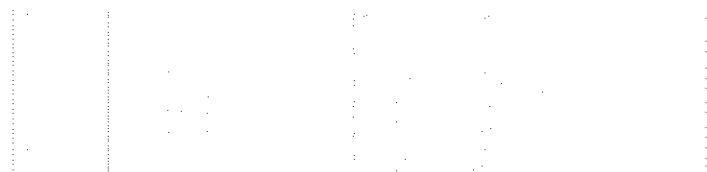
سیستم تشک و پنکه

عمده مسایل مربوط به سیستم تشک و پنکه به ترتیبی که مورد بحث قرار خواهند گرفت عبارتند از: (۱) سرعتی که هوای گرم باید با آن از گلخانه خارج شود تا هوای خنک بتواند به داخل کشیده شود، (۲) انواع تشکهای به کار رفته برای تبخیر آب و ویژگیهای آنها، (۳) نصب پنکه‌ها، و (۴) مسیر جریان هوا.

سرعت جابجایی هوا: سرعت جابه‌جایی هوا بر حسب فوت مکعب فوت در دقیقه (cfm) یا مترمکعب در دقیقه (cmm) اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً سرعت $2/5 \text{ cmm/m}^2$ (8 cfm/ft^2) برای جابجایی هوا از کف گلخانه مناسب است. این سرعت برای گلخانه‌ای که در ارتفاع کمتر از ۳۰۰ متر (۱۰۰۰ فوت) قرار دارد و شدت نور فضای داخل حداکثر $53/8$ کیلو لوکس (۵۰۰۰ فوت شمع) و افزایش دما از تشکها تا پنکه‌ها حدود 4°C (7°F) است به کار می‌رود.

با افزایش ارتفاع گلخانه، سرعت خروج هوا نیز باید افزایش یابد. در ارتفاع بالا هوا رقیقتر و سبکتر می‌شود. توانایی هوا برای کاستن گرمای خورشیدی در گلخانه، به وزن آن بستگی دارد نه به حجم آن. بنابراین در ارتفاعات بالا حجم بزرگتری از هوا باید از میان گلخانه جابجا شود تا اثر خنک‌کنندگی معادل ارتفاعات پایین به دست آید. در جدول ۴-۱ فاکتورهایی که برای اصلاح سرعت جابجایی هوا در ارتفاعات مختلف (F_{elev}) به کار می‌روند، داده شده است.

سرعت جابجایی هوا به شدت نور داخل گلخانه نیز بستگی دارد. با افزایش شدت نور، گرمای حاصل از انرژی خورشیدی افزایش یافته و در نتیجه سرعت خارج شدن هوا از گلخانه باید افزایش یابد. فاکتورهای (F_{light}) مورد استفاده برای تنظیم سرعت خروج هوا در



جدول ۱-۴. فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت جابجایی هوا در ارتفاعات مختلف بالاتر از سطح دریا.

فوت	کمتر از ۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۰۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰
متر	کمتر از ۳۰۰	۳۰۰	۶۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۱۸۰۰	۲۱۰۰	۲۴۰۰
F_{elev}	۱	۱/۰۴	۱/۰۸	۱/۱۲	۱/۱۶	۱/۲۰	۱/۲۵	۱/۳۰	۱/۳۶

جدول ۲-۴. فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت خروج هوا در شدت نورهای ماکزیمم مختلف در گلخانه.

F_c	۴۰۰۰	۴۵۰۰	۵۰۰۰	۵۵۰۰	۶۰۰۰	۶۵۰۰	۷۰۰۰	۷۵۰۰	۸۰۰۰
Klux	۴۳/۱	۴۸/۴	۵۳/۸	۵۹/۲	۶۴/۶	۷۰	۷۵/۳	۸۰/۱	۸۶/۱
F_{Light}	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۱	۱/۲۰	۱/۳۰	۱/۴۰	۱/۵۰	۱/۶۰

جدول ۲-۴ لیست شده‌اند. به‌طور کلی شدت نور $53/8$ کیلولوکس (5000 فوت شمیع) برای محصولات گلخانه مناسب است و می‌توان با ایجاد پوششی از یک ماده‌سایه‌انداز بر روی گلخانه و یا کشیدن صفحه‌ای بر روی دیواره‌های داخلی گلخانه به این میزان روشنایی دست یافت. انرژی خورشیدی، هوا را در حین جابجا شدن از تشک به پنکه‌های تهویه گرم می‌کند. معمولاً، افزایش دمایی معادل 4°C (7°F) در عرض گلخانه، قابل قبول است. اگر حفظ دمای نسبتاً ثابتی در عرض گلخانه ضرورت پیدا کند، یعنی افزایش دما کاهش یابد، لازم است که سرعت جابجایی هوا در میان گلخانه افزایش یابد. فاکتورهای (F_{temp}) مورد استفاده برای این تنظیم به ازای افزایش دماهای مجاز مختلف در جدول ۳-۴ داده شده‌اند. تشک و پنکه‌ها باید در دو دیوار مقابل هم قرار داده شوند. این دیوارها می‌توانند دیوارهای جانبی یا انتهایی گلخانه باشند. فاصله بین تشک و پنکه‌ها عامل مهمی برای تعیین دیوارهای مورد نظر است. معمولاً بهترین فاصله $30-60$ متر

جدول ۳-۴. فاکتورهای مورد استفاده برای تصحیح سرعت جابجایی هوا برای افزایش دماهای (تشک تا پنکه) مختلف داده شده.

۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	°F
۲/۲	۲/۸	۳/۳	۳/۹	۴/۴	۵	۵/۶	°C
۱/۷۵	۱/۴	۱/۱۸	۱	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۷	F _{temp}

(فوت ۲۰۰-۱۰۰) است. فواصل بیش از ۶۰ متر (۲۰۰ فوت) به افزایش دماهای بالاتر از حد مطلوب در عرض گلخانه منجر می‌شوند. اگر فاصله کمتر از ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) باشد، سرعت جابجایی هوا در بُعد عرضی کاهش می‌یابد و حالت سرمای مرطوب در محیط گلخانه ایجاد می‌شود. این وضعیت باید با افزایش اندازه پنکه‌های تهویه یا به عبارت دیگر، با افزایش سرعت جابجایی هوا اصلاح شود. این عمل هزینه سیستم را بالا می‌برد. فاکتورهای (F_{vel}) مورد استفاده برای جبران این اثر در جدول ۴-۴ فهرست شده‌اند.

حال با استفاده از فاکتورهای داده شده در جداول ۴-۱ تا ۴-۴ می‌توان سرعت جابجایی هوا را در حد مورد نیاز برای هر گلخانه محاسبه کرد. ابتدا سرعت جابجایی هوای مورد نیاز برای یک گلخانه در شرایط استاندارد، با استفاده از معادله زیر تعیین می‌شود. L و W به ترتیب نمایانگر طول و عرض گلخانه می‌باشند. این معادله نشان‌دهنده جابجایی هوا با سرعت $2/5 \text{ cmm/m}^2$ (8 cfm/ft^2) از سطح کف می‌باشد.

$$\text{cmm استاندارد} = L \times W \times 2/5$$

$$(\text{cfm استاندارد}) = L \times W \times 8$$

حال سرعت استاندارد جابجایی هوا به وسیله ضرب آن در یکی از دو فاکتور ذیل (فاکتور بزرگتر) اصلاح می‌شود. F_{house} یا F_{vel} . مستقیماً از جدول ۴-۴ بدست می‌آید. F_{house} به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$F_{house} = F_{elev} \times F_{light} \times F_{temp}$$

جدول ۴-۴- فاکتورهای مورد استفاده برای اصلاح سرعت حرکت هوا

برای فواصل مختلف تشک تا پنکه.

فوت	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵
متر	۶/۱	۷/۶	۹/۱	۱۰/۷	۱۲/۲	۱۳/۷	۱۵/۲	۱۶/۸
F_{vel}	۲/۲۴	۲	۱/۸۳	۱/۶۹	۱/۵۸	۱/۴۸	۱/۴۱	۱/۳۵

فوت	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۰	۸۵	۹۰	۹۵ و بیشتر
متر	۱۸/۳	۱۹/۸	۲۱/۳	۲۲/۹	۲۴/۴	۲۵/۹	۲۷/۴	۲۹
F_{vel}	۱/۲۹	۱/۲۴	۱/۲۰	۱/۱۶	۱/۱۲	۱/۱۰	۱/۰۵	۱/۰۲

بنابراین ظرفیت نهایی پنکه‌های تهویه به صورت زیر است:

$$cmm_{کل} = (F_{temp} \text{ یا } F_{house}) \times cmm_{استاندارد}$$

$$(cfm_{کل} = (F_{temp} \text{ یا } F_{house}) \times cfm_{استاندارد})$$

سپس اندازه و تعداد پنکه‌ها باید تعیین شود. پنکه‌ها باید حداقل معادل سرعت هوای مورد نیاز انتخاب شوند و ظرفیت آنها باید به روشی ارزیابی شود که در فشار آب استاتیک ۳۰ پاسکال (۰/۱ اینچ) این کارایی را داشته باشند. اگر پنکه‌های مخصوص دیوارهای شیبدار (که پنکه بیرون کرکره است) مورد استفاده قرار گیرند، ظرفیت پنکه‌ها باید در فشار آب استاتیک ۱۵ پاسکال (۰/۰۵ اینچ) ارزیابی شود. در واقع عدد فشار استاتیک، برای در نظر گرفتن مقاومت پره‌ها در برابر هوا به کار می‌رود. مقادیر مختلف تخلیه هوا برای اندازه‌های مختلف پنکه در جدول ۴-۵ ذکر شده است. فاصله پنکه‌ها از یکدیگر نباید بیش از ۷/۶ متر (۲۵ فوت) باشد. اگر عرض انتهای گلخانه ۱۸ متر (۶۰ فوت) باشد، حداقل سه پنکه مورد نیاز خواهد بود. ظرفیت مورد نیاز هر پنکه از تقسیم $cmm_{کل}$ (کل cfm) هوای جابجاشونده مورد نیاز بر ۳ تعیین می‌شود. سپس پنکه‌هایی که برای این ظرفیت ارزیابی شده‌اند از روی جدول انتخاب می‌شوند. این پنکه‌ها باید با

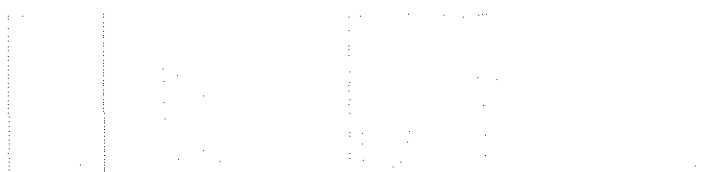
فواصل یکنواخت در سراسر دیواره انتهایی گلخانه و حتی الامکان در ارتفاع گیاهان تعبیه شوند تا جریان یکنواختی از هوا در میان گیاهان برقرار شود.

مشخصات تشک سلولزی دارای شیار عرضی^۲

در ابتدا تشکهای ساخته شده از تراشه‌های چوب که ضخامت آنها ۴-۵/۲ سانتیمتر (۱/۵-۱ اینچ) بود مورد استفاده قرار می‌گرفتند. آنها باید همه ساله جایگزین می‌شدند. اغلب تشکهای که امروزه به کار می‌روند از مواد سلولزی خاصی که دارای شیار عرضی هستند تهیه می‌شوند (شکل ۳ a-۴). این تشکها، ظاهری مقاوم‌اند و شیاردار دارند. در صورت استفاده درست، این تشکها می‌توانند تا ۱۰ سال دوام بیاورند. این تشکها را باید از برخورد قطرات باران و جریانات سنگین آب محافظت کرد و فقط وقتی که خشک هستند آنها را جابجا کرد. سلولز با محلول نمکهای ضدزنگ، محلولهای اشباع سخت‌کننده و عوامل مرطوب‌کننده آغشته می‌شود تا استحکام، دوام و خاصیت رطوبت‌پذیری پیدا کند. اگرچه تشکهای سلولزی ظاهراً گرانترند، ولی به علت طول عمر مفید ۱۰ ساله‌شان در مقایسه با انواع قبلی، یعنی تشکهای تراشه‌ای، مقرون به صرفه‌تر می‌باشند.

تشکهای سلولزی دارای شیار عرضی در واحدهایی به پهنای ۳۰ سانتیمتر (۱ فوت) و ضخامت ۵، ۱۰، ۱۵ یا ۳۰ سانتیمتر (۲، ۴، ۶ یا ۱۲ اینچ) عرضه می‌شوند. ارتفاع این واحدها متغیر بوده و با یک ترتیب افزایشی ۳۰ سانتیمتری (۱ فوت) برای ضخامت‌های مختلف در دسترس می‌باشند (در انواع دارای ضخامت ۵ سانتیمتر (۲ اینچ) از ارتفاع ۰/۶ تا ۱/۵ متر (۲/۲ فوت)، در انواع دارای ضخامت ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر (۴-۶ اینچ) از ارتفاع ۰/۶ تا ۱/۸ متر (۲/۶ فوت) و در انواع دارای ضخامت ۳۰ سانتیمتر (۱۲ اینچ) از

3- Cross - fluted cellulose pad specifications

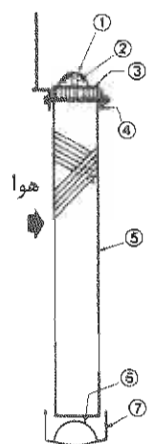


ارتفاع ۰/۶ تا ۱/۲ متر (۲-۴ فوت)). واحدها به صورت عمودی قرار می‌گیرند و هر یک ۳۰ سانتیمتر (۱ فوت) از طول تشک سراسری گلخانه را تشکیل می‌دهند. امروزه تشکهای به ضخامت ۱۰ سانتیمتر بیشترین کاربرد را دارد. تشکهای با ضخامت ۱۵ سانتیمتر برای دیوارهای کوچکتری که نمی‌توانند تشکهای ۱۰ سانتیمتری را در خود جای دهند مناسب هستند. یک فوت مربع (۹۰۰ سانتیمتر مربع) از تشک ۴ اینچی (۱۰ سانتیمتری) می‌تواند هوا را به میزان ۲۵۰ cfm ($75 \text{ cm}^3/\text{m}^2$) در خود جذب کند، در صورتی که یک فوت مربع از تشک ۶ اینچی (۱۵ سانتیمتری) هوا را به میزان ۳۵۰ cfm ($105 \text{ cm}^3/\text{m}^2$) جذب می‌کند. تشکهای ۳۰ سانتیمتری (۱۲ اینچی) در مناطق بسیار گرم و مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرند. مساحت مورد نیاز تشکهای سلولزی ۱۰ و ۱۵ سانتیمتری (۴ و ۶ اینچی) به ترتیب تنها ۶۰ و ۴۳ درصد از مساحت مورد نیاز برای تشکهای تراشه‌ای است. مساحت مورد نیاز تشک را می‌توان با استفاده از ارقامی که در پاراگراف قبل آمده محاسبه کرد و یا از جدول ۴-۵ به دست آورد. تشک خنک‌کننده باید به وسعت کل یکی از دیوارهای گلخانه باشد تا هوای خنک به همه گیاهان برسد. ارتفاع تشک با تقسیم مساحت کل تشک بر طول آن محاسبه می‌شود. تشکها باید بدون هیچ فاصله‌ای در داخل دیوار جانبی یا انتهایی نصب شوند. این دیوار باید به هواگیرهای خارجی مجهز باشد، تا در روزهای گرم سال هوا بتواند وارد شود و در طول شبهای سرد پاییز و بهار از ورود هوای بیرونی جلوگیری کند. دسته‌ها و چرخ‌دنده‌های این هواگیرها در خارج گلخانه قرار دارند (شکل ۴-۴). پنکه‌های هواکش (خارج‌کننده هوا) باید در دیوار مقابل تشک نصب شوند تا هوای خنک از تمام بخشهای گلخانه عبور کند. ارتفاع پنکه‌ها و تشکها لازم است همسطح گیاهان باشد تا گیاهان از هوای خنک بهره‌مند شوند.

در یک تشک ۱۰ سانتیمتری (۴ اینچی)، آب باید با سرعتی معادل ۶/۲۱/min به ازاء هر متر از طول تشک (0.5 gpm/foot) به بالا انتقال یابد. برای تشکهایی به طول ۹/۱ تا ۱۵/۲ متر

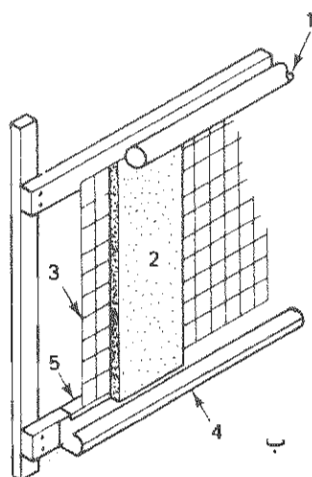
جدول ۵-۴- مقادیر خروج هوا و مساحت‌های تشک مورد نیاز برای
اندازه‌های مختلف پنکه‌های فولادی.

سطح تشک برای هر پنکه (ft ²)					
اندازه پنکه (اینچ)	قوة اسب (hp)	cfm در فشار استاتیک ۰/۱ اینچ	تراشه‌ای	سلولزی ۴ اینچ	سلولزی ۶ اینچ
۲۴	$\frac{1}{4}$	۴۵۰۰	۳۰	۱۸	۱۳
۲۴	$\frac{1}{3}$	۵۷۰۰	۳۸	۲۳	۱۶
۲۴	$\frac{1}{2}$	۶۵۰۰	۴۳	۲۶	۱۹
۲۴	$\frac{3}{4}$	۷۶۰۰	۵۱	۳۰	۲۲
۳۰	$\frac{1}{3}$	۷۴۰۰	۴۹	۳۰	۲۱
۳۰	$\frac{1}{2}$	۸۸۰۰	۵۹	۳۵	۲۵
۳۰	$\frac{3}{4}$	۱۰۲۰۰	۶۸	۴۱	۲۹
۳۶	$\frac{1}{3}$	۸۸۰۰	۵۹	۳۵	۲۵
۳۶	$\frac{1}{2}$	۱۰۶۰۰	۷۱	۴۳	۳۱
۳۶	$\frac{3}{4}$	۱۲۷۰۰	۸۵	۵۱	۳۷
۳۶	۱	۱۴۲۰۰	۹۵	۵۷	۴۱
۴۲	$\frac{1}{2}$	۱۲۵۰۰	۸۴	۵۰	۳۶
۴۲	$\frac{3}{4}$	۱۵۰۰۰	۱۰۰	۶۰	۴۳
۴۲	۱	۱۶۸۰۰	۱۱۲	۶۸	۴۸
۴۸	$\frac{1}{2}$	۱۴۷۰۰	۹۸	۵۹	۴۲
۴۸	$\frac{3}{4}$	۱۷۸۰۰	۱۱۹	۷۲	۵۱
۴۸	۱	۱۹۶۰۰	۱۳۱	۷۸	۵۶
۵۴	۱	۲۲۹۰۰	۱۵۳	۹۲	۶۶
۵۴	$\frac{1}{2}$	۲۵۸۰۰	۱۷۲	۱۰۴	۷۴



- ۱- پوشش پخش کننده آب
- ۲- لوله توزیع آب
- ۳- لایه مخصوص توزیع آب
- ۴- درزگیر و پیچ حمایتی
- ۵- تشک سلولزی دارای شیار عرضی
- ۶- فضا دهنده
- ۷- آبرو

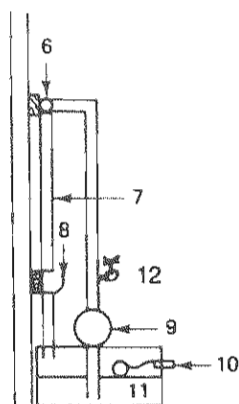
الف



- ۱- لوله توزیع آب
- ۲- تشک تراشه ای
- ۳- قاب سیمی
- ۴- آبروی برگردان آب
- ۵- درزگیر گالوانیزه

ب

- ۶- لوله توزیع آب
- ۷- تشک تراشه ای
- ۸- آبروی برگردان آب
- ۹- پمپ
- ۱۰- شیر ورودی آب و شناور
- ۱۱- مخزن
- ۱۲- دریچه خروج آب

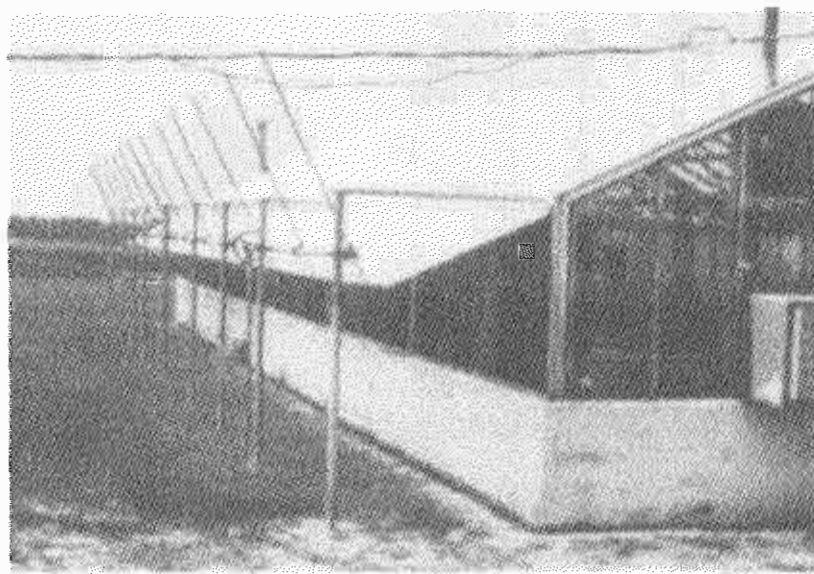


پ

شکل ۳-۴- طرح الف) اجزای سیستم تشک سلولزی با شیار عرضی برای خنک کردن تبخیری، ب) اجزای سیستم خنک کننده تشک تراشه ای و ج) سیستم توزیع آب برای هر دو سیستم خنک کننده که شامل مخزن، شیر شناور و پمپ است.

(۳۰ تا ۵۰ فوت)، لوله آب ۳۲ میلیمتری ($\frac{1}{4}$ اینچی) و برای طولهای ۱۵/۲ تا ۱۸/۳ متر (۵۰ تا ۶۰ فوت) لوله آب ۳۸ میلیمتری ($\frac{1}{4}$ اینچی) مورد نیاز است. حداکثر طولی که برای لوله توصیه می‌شود ۱۸/۳ متر (۶۰ فوت) است. برای یک تشک به طول ۳۷ متر (۱۲۰ فوت) می‌توان از دو لوله ۱۸/۳ متری استفاده کرد، به طوری که آب در وسط تشک ریخته شود. بر روی لوله به فواصل ۷/۶ سانتیمتر (۳ اینچ)، سوراخهایی به قطر ۳ میلیمتر ($\frac{1}{8}$ اینچ) ایجاد می‌شود.

سرعت جریان آب در یک تشک ۱۵ سانتیمتری (۶ اینچی) $9/4 \text{ l/min}$ به ازای هر متر از طول تشک ($0/75 \text{ gpm/foot}$) است. برای تشکهایی به طول ۹/۱ متر (۳۰ فوت) و کوتاhter، از لوله توزیع آب ۳۲ میلیمتری ($\frac{1}{4}$ اینچی) استفاده می‌شود، در حالی که برای تشکهایی بطول ۹/۱ تا ۱۵/۲ متر (۳۰ تا ۵۰ فوت) لوله ۳۸ میلیمتری ($\frac{1}{4}$ اینچی) مورد



شکل ۴-۴- ترتیب یک سیستم خنک‌کننده تبخیری که تشکهای آن در داخل و تجهیزات تهویه آن در خارج گلخانه قرار دارند. این سیستم در روزهای گرم پاییز محیط داخل گلخانه را خنک می‌کند و در شب که هوای بیرون، بیش از حد سرد است با بسته شدن درپچه‌ها، از ورود هوای سرد جلوگیری می‌کند.



استفاده قرار می‌گیرد. حداکثر طولی که برای لوله توصیه می‌شود ۱۵/۲ متر (۵۰ فوت) است. بر روی این لوله‌ها، سوراخهایی به قطر ۳ میلیمتر ($\frac{1}{8}$ اینچ) به فاصله ۷/۶ سانتیمتر (۳ اینچ) از یکدیگر ایجاد می‌شوند.

جهت سوراخهای لوله‌های توزیع آب تشکهای سلولزی رو به بالاست. یک پوشش بخش‌کننده آب بر روی لوله توزیع قرار می‌گیرد. آب از سوراخهای لوله به بالا فوران می‌کند و پس از برخورد با سطح داخلی پوشش پخش می‌شود. از نصف یک لوله پلاستیکی ۱۰ سانتیمتری (۴ اینچی) برای تهیه این پوشش می‌توان استفاده کرد. آب برگشته بر روی لایه توزیع‌کننده‌ای که ۵ سانتیمتر (۲ اینچ) ارتفاع داشته و همقطر تشک سلولزی زیر آن است می‌ریزد. این لایه آب را بیشتر پراکنده کرده و بالای تشک را کاملاً مرطوب می‌سازد. آنچه که اهمیت دارد این است که تمام تشک باید مرطوب شود. در تشک خشک مقاومت کمتری در برابر جریان هوا وجود دارد، بنابراین هوا از نقاط خشک عبور کرده و کارایی کلی تشک کاهش می‌یابد. آبرویی که در قاعده تشک قرار دارد آب را جمع‌آوری می‌کند و آن را به مخزنی هدایت می‌کند. از این مخزن آب دوباره به بالای تشک پمپ می‌شود. در بین آبرو و قاعده تشک یک فضا دهنده (spacer) قرار دارد. برای تهیه فضا دهنده می‌توان از نصف یک لوله پلاستیکی ۱۰ سانتیمتری (۴ اینچی) استفاده کرد. حجم مخزن باید ۳۰/۵ لیتر (فوت مربع گالن ۰/۷۵) برای هر مترمربع تشکهای ۱۰ سانتیمتری (۴ اینچی) و ۴۰/۷ لیتر (فوت مربع گالن ۱) برای هر مترمربع از تشکهای ۱۵ سانتیمتری (۶ اینچی) باشد. این حجمها از آن جهت برای مخزن در نظر گرفته شده‌اند که سطح آب در نصف عمق مخزن نگاه داشته شود و فضای کافی برای جمع‌آوری آبی که از تشک به هنگام خاموش شدن سیستم برمی‌گردد، موجود باشد. آب با سرعت ۰/۴ لیتر در دقیقه می‌تواند از هر ۱ مترمربع از سطح تشک (۱ گالن در دقیقه از هر ۱۰۰ فوت مربع تشک) در یک روز گرم و خشک تبخیر شود. بنابراین جریانی از آب از طریق یک شیر شناور باید به درون مخزن هدایت شود تا سطح

آب به طور خودکار ثابت بماند. وقتی که آب از سطح تشک تبخیر می شود، نمکهای موجود در آن باقی می ماند. اگر این عمل به مدت طولانی اتفاق افتد، رسوب نمک سفیدرنگی هنگام خاموش بودن دستگاه بر روی تشک ایجاد می شود. بسته به محتوای نمک آب مورد استفاده، ممکن است لازم باشد که ۱ تا ۲ درصد آب دوباره به گردش درآمده را از طریق لوله ای خارج کرد تا از ایجاد نمک جلوگیری شود. برای این منظور یک دریچه ۹/۵ میلیمتری ($\frac{3}{8}$ اینچی) برای خروج آب بر روی لوله خروجی پمپ قرار داده می شود. این دریچه باید طوری تنظیم شود که سرعت آب خروجی را به میزانی برساند که آثار نمکها از روی تشک حذف شوند. تشکیل رسوب بر روی تشک تراشه ای تا این اندازه دارای اهمیت نیست زیرا این تشکها فقط یک فصل مورد استفاده قرار می گیرند و آب ضمن حرکت به سمت پایین از روی تشک ریخته می شود.

پس از دو یا سه سال ممکن است بر روی تشکهای سلولزی شیاردار عرضی جلبک تشکیل شود. رویش جلبکها سلولز را از بین نمی برد ولی می تواند منافذ تشک را ببندد. می توان محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم (Sodium hypochlorite) (سفیدکننده) به داخل لوله تامین آب تشک تزریق کرد. این عمل ۳ تا ۵ قسمت در میلیون (ppm) کلر آزاد مورد نیاز را در تشک تامین می کند. با مصرف ماهانه ۱۱۴ لیتر (۳۰ گالن) از محلول مورد نظر می توان تشکی به طول ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) و ضخامت ۱۵ سانتیمتر (۶ اینچ) را عاری از جلبک نگاهداشت. یکی از مشکلات مواد سفیدکننده بالا بردن PH است. سطح PH نباید از ۹ بالاتر رود زیرا موجب نرمی تشک می شود و نباید از ۶ هم پایینتر بیاید. برخی از پرورش دهندگان، پراکسید هیدروژن (hydrogen peroxide) به داخل خط تامین آب تزریق می کنند. این ماده از بالا رفتن PH جلوگیری می کند. کلر و پراکسید هیدروژن به سرعت تجزیه می شوند و از این رو باید به طور متناوب اضافه شوند. شرکتهای کوچک که توانایی استفاده از تجهیزات تزریق این مواد را ندارند می توانند تشکها را متناوباً با محلول کلر اسپری کنند. همچنین برخی مواد گشنده (biocide) برای



پاکسازی آب سیستم خنک کننده موجود می باشند که می توان آنها را به مخزن افزود. ماده Oakite Biocide 20^R (Oakite Products, Inc., 50 Valley Rd., Berkeley Heights, 07922) NJ چنان که یک یا دو بار در هفته به مخزن افزوده شود می تواند جلبکها، قارچها و باکتریهای تشکهای گلخانه را از بین ببرد. میزان مصرف اولیه این ماده ۲۰-۴۷ ml/۱۰۰۰ (گالن) ۲۰۰۰ / ۴۶ / ۱۰۰۰ اونس مایع و میزان مصرف نوبت دوم آن ۴۰-۴۷ ml/۱۰۰۰ (گالن) ۱۰۰۰ / ۴۶ / ۱۰۰۰ اونس مایع است.

اخیراً قرصهای Agribrom^R (Great Lake Chemical) Corp., P.O.Box 2200, West Lafayette IN 47906 که محتوی برم و مقدار کمتری کلر است مورد استفاده قرار گرفته اند. سیستم تزریق از یک لوله PVC ۱۵ سانتیمتری (۶ اینچی) به عنوان اپلیکاتور ساخته می شود (شکل ۴-۵). در این سیستم قرصها درون اپلیکاتور نگهداشته می شوند. برای حذف مقادیر زیاد جلبک، از محلول برم به غلظت ۱-۳ ppm در بالای تشک استفاده می شود. پس از پاکسازی باید غلظت ppm ۱-۱ / ۰ برم حفظ شود. تست کننده برم در برخی فروشگاههای مواد شیمیایی موجود است. می توان غلظتها را با تنظیم ورودی آب زیر اپلیکاتور کنترل کرد.

سیستم پنکه و تشک می تواند اتوماتیک یا دستی عمل کند. اگر سیستم خنک کننده خودکار مورد نیاز باشد، در آغاز باید پنکه های هواکش روشن و هواگیرهای بالای تشک ها باز شوند. اگر این عمل خنکی مورد نظر را تامین نکند و دما همچنان بالا رود، باید سیستم پمپ آب به کار انداخته شود. با برطرف شدن نیاز خنکی، سیستم مرحله به مرحله و به ترتیب عکس خاموش می شود.

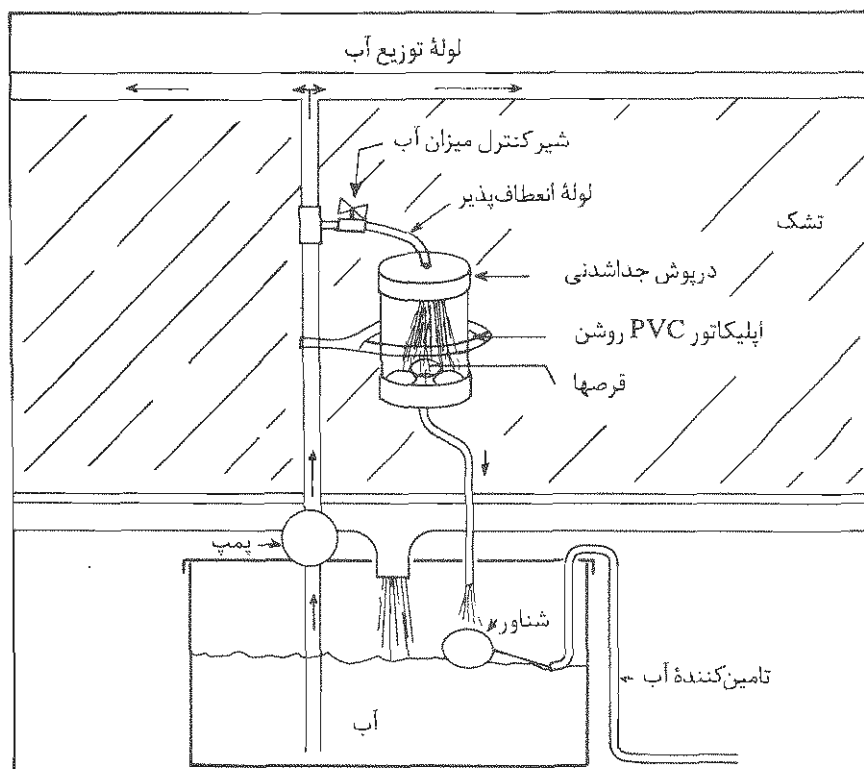
ویژگیهای تشک تراشه ای^۱

تشک تراشه ای حدود ۲/۵ سانتیمتر (۱ اینچ) ضخامت داشته و از الیاف چوب

تشکیل شده است (شکل ۴-۳۵). طول عمر مفید آن معمولاً یک سال است. تشک در داخل چهارچوب سیمی مشبک که ابعاد روزنه‌های آن ۲/۵ سانتیمتر در ۵ سانتیمتر است (۲ اینچ × ۱ اینچ) قرار داده می‌شود. به ازای هر مترمربع از سطح تشک تراشه‌ای سطح تبخیر کمتری در مقایسه با همان سطح از تشک سلولزی شیاردار عرضی ضخیمتر وجود دارد. بنابراین مساحت هر تشک تراشه‌ای باید بزرگتر از مساحت یک تشک سلولزی شیاردار عرضی باشد تا بتواند همان کار را انجام دهد. سرعت جریان هوا از میان تشک تراشه‌ای 45 cm/m^2 (تشک 150 cfm/ft^2) است. این تنها ۶۰٪ سرعت جریان ممکن در یک تشک سلولزی شیاردار عرضی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر (۴ اینچ) است. از آنجایی که برای تشکهای تراشه‌ای مساحت بزرگتری مورد نیاز است، آنها گاهی هم‌اندازه دیوار گلخانه، خصوصاً دیواره انتهایی نمی‌باشند. اگر سطح تشک مورد نیاز از سطح دیوار گلخانه بزرگتر باشد، لازم است آنرا در بیرون دیوار گلخانه قرار داد (شکل ۴-۳۶). مدخل ورودی هوا باید حداقل نصف مساحت تشک باشد. تشک باید به اندازه نصف ارتفاعی که از مدخل هوا بلندتر است از آن عقبتر نصب شود. در حالت ایده‌آل، ارتفاع اضافی تشک باید به‌طور مساوی در بالا و زیر مدخل هوا تقسیم شود. تشک باید از بالا و در انتها با استفاده از یک ماده پوششی شفاف به گلخانه متصل شود تا اطمینان حاصل شود که کل هوایی که از تشک عبور می‌کند به داخل گلخانه راه می‌یابد.

آب با سرعتی معادل $4/1 \text{ l/min}$ به ازای هر متر از طول تشک ($1/3 \text{ gpm/ft}$)، (بدون توجه به ارتفاع تشک) به بالای تشک انتقال داده می‌شود. از آنجایی که کل آب هنگام خاموش بودن دستگاه به مخزن بازخواهد گشت، مخزنی به گنجایش ۱۹ لیتر برای هر متر از طول تشک ($1/5$ گالن برای هر فوت تشک) مورد نیاز است.





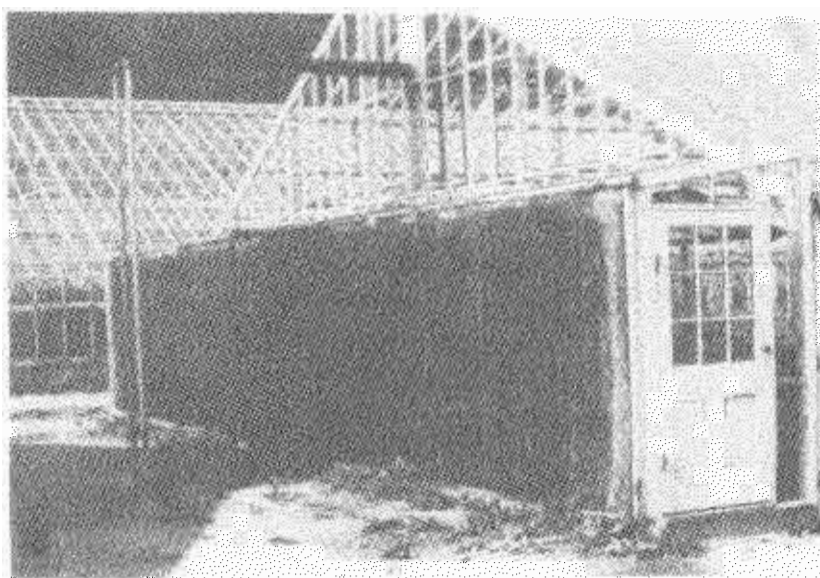
شکل ۴-۵- طرح و طرز تعبیه یک اپلیکاتور برم و کلر برای کنترل رویش جلبکها در تشکهای خنک کننده. بدنه اصلی اپلیکاتور شامل قطعه‌ای لوله PVC به طول ۳۰ سانتیمتر است که به زیر آن یک درپوش با سیمان محکم می‌شود و درپوش دومی در بالای آن گذاشته می‌شود. قرصهای آگری برم (Agribrom) که محتوی کلروبرم می‌باشند هنگام به مصرف رسیدن قرصهای قبلی داخل اپلیکاتور با برداشتن درب بالایی قرار داده می‌شوند. قرصها روی یک صفحه سیمی قرار می‌گیرند. هر دو درپوش سوراخ شده و به آنها یک لوله انعطاف پذیر متصل می‌شود. آب لوله بالایی از لوله اصلی پمپ تامین می‌شود و توسط شیر جریان آب کنترل می‌شود. لوله پایینی اجازه می‌دهد که آب عبور کرده از اپلیکاتور که محتوی برم و کلر است به محفظه مخزن یا آبروی برگرداننده آب راه یابد.

سایر انواع تشک

سلولز شیاردار عرضی و تراشه چوب تنها موادی نیستند که تشکهای خنک کننده از آنها ساخته می‌شوند. تشکهای فیبر آلومینیومی برای مصارف گلخانه موجود می‌باشند و در تعدادی از شرکتها یافت می‌شوند. تشکهای فیبر شیشه‌ای که معمولاً کاربردهای صنعتی دارند نیز ممکن است در گلخانه‌ها به کار روند.

تشک‌های افقی

برخی پرورش‌دهندگان از تشک‌های افقی استفاده می‌کنند. یک صفحه افقی از گلخانه به سمت خارج ساخته می‌شود. سپس با قرار دادن خرده‌سنگ، ورمیکولیت یا تراشه چوب، بر روی صفحه سطح تبخیری ایجاد می‌شود که در عین حال به هوا اجازه نفوذ می‌دهد. سیستم مه‌پاش تشک را مرطوب نگه می‌دارد و هوا از میان تشک به داخل گلخانه کشانده می‌شود. ممکن است چندین تشک روی هم در طول یکی از دیوارهای گلخانه چیده شوند که این عمل از نظر فضا اقتصادی است. مزیت دیگر، طول عمر مفید طولانی این تشک‌ها است زیرا در ساخت آنها از مواد بادوامتری استفاده می‌شود.



شکل ۴-۶- یک تشک خنک‌کننده که در بیرون گلخانه قرار دارد. در این ترتیب قرارگیری می‌توان از تشکی که اندازه‌اش بزرگتر از دیوار گلخانه است استفاده کرد. تشک به اندازه نصف ارتفاعی که از دیوار بلندتر است از دیوار عقب‌تر قرار داده می‌شود و با پوشش شفاف به گلخانه متصل می‌شود تا هوا فقط از میان تشک به داخل گلخانه راه یابد.



نصب پنکه

حتی‌الامکان در گلخانه بهتر است پنکه‌ها در سمت مخالف باد و تشک‌ها در طرف رو به بادهای غالب نصب شوند تا باد سیستم خنک‌کننده را تقویت کند. اگر پنکه‌ها در سمت مقابل باد قرار گیرند، ظرفیت آنها باید حداقل به میزان ۱۰ درصد افزایش داده شود. وقتی که دو یا چند گلخانه در جنب یکدیگر قرار دارند، فاکتورهایی مهمتر از جهت باد در تعیین محل نصب پنکه‌ها دخالت می‌کنند. پنکه‌های یک گلخانه نباید هوای گرم و مرطوب داخل را به سمت تشکهای گلخانه مجاور هدایت کنند مگر اینکه حداقل ۱۵/۲ متر (۵۰ فوت) از یکدیگر فاصله داشته باشند.

اگر پنکه‌ها در دیوارهای مجاور دو گلخانه، که در ۴/۶ متری (۱۵ فوتی) یکدیگر قرار دارند، نصب شوند لازم است به‌طور متناوب جای‌گذاری شوند تا به سمت یکدیگر نوزند. ساختمانهای سرویس مجاور نیز ممکن است ایجاد مشکل کنند. بین پنکه و اشیاء همجوار آن باید فضایی به اندازه یک برابر و نیم قطر پنکه موجود باشد. در غیر این صورت باید از پنکه‌های سقفی مخصوص استفاده کرد.

پنکه را باید با قرار دادن در محفظه ضدآب از برخورد اشیاء مختلف محافظت کرد. کرکره‌های مخصوصی یک سمت پنکه را پوشش می‌دهند. قرار دادن یک صفحه یا حفاظ سیمی مشبک در سمت دیگر پنکه برای محافظت کارگران و بازدیدکنندگان در مقابل صدمات احتمالی، امری ضروری است.

جریان هوا

تشکها باید در ارتفاع همسطح یا کمی بالاتر از گیاهان قرار داده شوند تا هوای خنک به روی گیاهان هدایت شود. به علت مقاومت شاخ و برگ و حائل‌های گیاهان و همچنین دمای در حال افزایش، جریان هوا در یک زاویه ۷۰° بالا می‌رود و به زودی از روی گیاهان عبور کرده و در نهایت توده‌ای هوای گرم در سطح گیاهان باقی می‌ماند. اگر هوا به‌طور

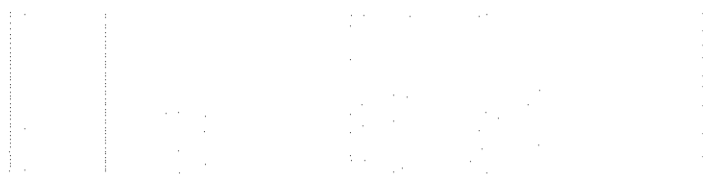
طولی در طول گلخانه جریان داشته باشد به بالا برخواهد خواست. در این حالت، باید تیغه‌های عمودی شفاف (پلی اتیلن) در دیوار زیر سه کنج سقف گلخانه به‌طور عمود بر جریان هوا تعبیه شوند تا جریان هوا را به پایین و به سمت گیاهان هدایت کنند. تیغه‌ها باید به فاصله ۱۰ متر (۳۰ فوت) از یکدیگر نصب شوند. پایین تیغه‌ها باید کاملاً بالاتر از گیاهان باشد تا عبور هوا را میسر سازد.

اگر تشکها نزدیک سطح زمین قرار داشته و میزها نسبتاً بلند باشند، مقدار هوای قابل ملاحظه‌ای از زیر میزها عبور می‌کند که بی‌فایده است. در این صورت تیغه‌ها باید در زیر میزها و در نزدیکی تشکها نصب شوند.

وضعیت گلخانه‌هایی را که طولشان بیش از ۶۱ متر (۲۰۰ فوت) و عرضشان کمتر از ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) است می‌توان با قرار دادن تشکهایی در دو انتهای گلخانه و پنکه‌های هواکش در وسط سقف اصلاح کرد. در این حالت، گلخانه به وسیله دو سیستم خنک‌کننده هم‌ارز که هر یک نیمی از گلخانه را تحت تاثیر قرار می‌دهند، خنک می‌شود. هرگاه از پنکه‌های سقفی استفاده می‌شود، یک تیغه پلی اتیلن باید در ۱/۵ متری (۵ فوتی) زیر پنکه و کاملاً بالای گیاهان قرار داده شود تا هوای خنک شده را به سمت پایین و بر روی گیاهان هدایت کند.

..... مساله نمونه

مثال زیر محاسبات مربوط به طراحی یک سیستم خنک‌کننده تبخیری را نشان می‌دهد. گلخانه واحدی به طول ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) و عرض ۱۵ متر (۵۰ فوت) که در ارتفاع ۹۱۵ متری (۳۰۰۰ فوتی) واقع است در نظر بگیرید. این گلخانه توسط لایه سایه‌اندازی پوشش داده شده است و از این‌رو، شدت نور ماکزیمم داخل آن ۵۳/۸ کیلولوکس (۵۰۰۰ فوت شمع) است. افزایش دمای مجاز از تشک تا پنکه‌ها حدود ۴°C



خنک کردن گلخانه / ۲۳۷

(°F) است. سلسله مراحل محاسبات لازم برای توسعه یک سیستم خنک‌کننده سلولزی شیاردار عرضی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر (۴ اینچ) برای این گلخانه به صورت زیر است:

۱- برای به‌دست آوردن مقدار هوایی که باید در هر دقیقه از گلخانه در شرایط استاندارد عبور داده شود، عرض کف گلخانه در طول آن و عدد ۲/۵ (۸) ضرب می‌شود:

$$\text{cmm}_{\text{standard}} = L \times W \times 2/5$$

$$= 30 \times 15 \times 2/5 = 1/25 \text{cmm}$$

یا

$$(\text{cmm}_{\text{standard}} = L \times W \times 8)$$

$$= 100 \times 50 \times 8 = 4000 \text{cfm}$$

۲- با ضرب کردن سه فاکتور ارتفاع، شدت نور داخل گلخانه، و افزایش دمای تشک تا پنکه‌ها در یکدیگر فاکتور گلخانه (F_{house}) به‌دست می‌آید. فاکتورهای مزبور در جدولهای ۴-۱ تا ۴-۳ یافت می‌شوند:

$$F_{\text{house}} = F_{\text{elev}} \times F_{\text{light}} \times F_{\text{temp}}$$

$$= 1/12 \times 1 \times 1 = 1/12$$

۳- با مراجعه به جدول ۴-۴ فاکتور سرعت (F_{vel}) به‌دست می‌آید. دو دیوار متقابل که فاصله آنها از یکدیگر ۳۰ تا ۶۱ متر (۱۰۰ تا ۲۰۰ فوت) است برای نصب تشک و پنکه‌ها انتخاب می‌شود. در این مثال دیوارهای انتهایی که فاصله‌شان از یکدیگر ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) است برای این منظور در نظر گرفته می‌شوند:

$$F_{\text{vel}} = 1$$

۴- ارزش cmm (cfm) استاندارد مرحله ۱ در F_{house} یا F_{vel} (هر فاکتور که بزرگتر است) ضرب می‌شود. در این مثال F_{house} مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این ترتیب حجم هوایی که باید در هر دقیقه از گلخانه خارج شود به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} \text{cmm}_{\text{adjusted}} &= \text{std cmm} \times F_{\text{house}} \\ &= 1/25 \text{ cmm} \times 1/12 = 1260 \text{ cmm} \end{aligned}$$

یا

$$\begin{aligned} \text{cfm}_{\text{adjusted}} &= \text{std cfm} \times F_{\text{house}} \\ &= 40000 \text{ cfm} \times 1/12 = 44800 \text{ cfm} \end{aligned}$$

۵- تعداد پنکه‌های مورد نیاز به این ترتیب تعیین می‌شود. از آنجایی که فاصله آنها از یکدیگر نباید بیش از ۷/۶ متر (۲۵ فوت) باشد، طول دیواری که پنکه‌ها در آن نصب می‌شوند بر عدد ۷/۶ (۲۵) تقسیم می‌شود:

$$\begin{aligned} \frac{15\text{m}}{7/6\text{m}} &= \text{پنکه } 2 \\ \frac{50\text{ft}}{25\text{ft}} &= \text{پنکه } 2 \end{aligned}$$

۶- اندازه پنکه‌های مورد نیاز با تقسیم $\text{cmm}_{\text{adjusted}}$ هوایی که باید به بیرون رانده شود ($\text{cfm}_{\text{adjusted}}$) (مرحله ۴) بر تعداد پنکه‌های لازم به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} \frac{\text{cmm}_{\text{adjusted}}}{\text{تعداد پنکه‌ها}} &= \text{اندازه پنکه} \\ \frac{1260 \text{ cmm}}{2} &= 630 \text{ cmm} \text{ برای هر پنکه} \end{aligned}$$

یا

$$\left(\frac{44800 \text{ cfm}}{2} \right) = 22400 \text{ cfm} \text{ برای هر پنکه}$$

۷- دو پنکه در اندازه تعیین شده در مرحله ۶ خریداری و در یکی از دو انتهای گلخانه نصب می شوند، اگر قرار است پنکه ها از کارخانه تولیدکننده نامبرده شده در جدول ۴-۵ تهیه شوند، دو پنکه ۵۴ اینچی با قدرت ۱ اسب بخار باید انتخاب شوند.

۸- سپس سطح تشک تعیین می شود. به ازاء هر ۷۵ cmm ظرفیت پنکه، ۱ مترمربع تشک مورد نیاز است (۱ فوت مربع برای هر ۲۵۰ cfm ظرفیت پنکه). با تقسیم ظرفیت مورد نیاز پنکه یعنی ۶۳۰ cmm بر ۷۵ cmm، سطح تشک مورد نیاز برای هر پنکه یعنی ۸/۴ مترمربع (برای هر پنکه $90 \text{ ft}^2 = \frac{2240 \text{ cfm}}{250 \text{ cfm}}$) به دست می آید. از آنجایی که ۲ پنکه وجود دارد سطح کل تشک مورد نیاز ۱۶/۸ مترمربع (180 ft^2) است. تقریباً همین رقم را می توان مستقیماً از جدول ۴-۵ به دست آورد.

۹- تشک باید عرض دیوار را، که در این مثال ۱۵ متر (۵۰ فوت) است، بپوشاند. ارتفاع تشک با تقسیم مساحت کل تشک بر عرض آن معلوم می شود. در این مثال ارتفاع تشک ۱/۱ متر (۴ فوت) است:

$$\begin{aligned} \text{مساحت تشک} &= \frac{\text{عرض تشک}}{\text{ارتفاع تشک}} \\ &= \frac{16/8 \text{ m}^2}{15 \text{ m}} = 1/1 \text{ m} \\ \text{ارتفاع تشک} &= \frac{180 \text{ ft}^2}{50 \text{ ft}} = 3/6 \text{ ft} \end{aligned}$$

۱۰- ظرفیت پمپ با ضرب $6/2$ در طول تشک یعنی ۱۵ متر ($50 \text{ ft} \times 0/5 \text{ gpm}$) به دست می آید و باید به نحوی انتخاب شود که بتواند با این سرعت جریان آب را از مخزن به بالای تشک بفرستد:

$$\begin{aligned} \text{ظرفیت پمپ} &= 6/21/\text{min} \times 15 \text{ m} = 9/3 \text{ l/min} \\ &= 25 \text{ gpm} \quad (\text{ظرفیت پمپ} = 0/5 \text{ gpm} \times 50 \text{ ft}) \end{aligned}$$

۱۱- اندازه مخزن معادل ۳۰/۵ لیتر به ازای هر مترمربع از تشک (تشک ۰/۷۵ gallon/ft²) است:

$$\text{حجم مخزن} = ۳۰/۵ \times ۱۸/۶ \text{ m}^2 = ۵۶۷ \text{ l}$$

$$(\text{حجم مخزن} = ۰/۷۵ \text{ gal} \times ۲۰۰ \text{ ft}^2 = ۱۵۰ \text{ gal})$$

سیستم خنک‌کننده مه پاش^۱

سرعت تبخیر آب و بنابراین سرعت خنک شدن هوا با کاهش اندازه قطرات آب، افزایش می‌یابد. قطر قطرات آب اسپری شده (mist) حدود ۱۰۰۰ میکرون (۰/۰۴۰ اینچ) است. اگر آب یک فنجان اسپری شود حجمی معادل ۴۰۰ برابر حجم قبلی را اشغال خواهد کرد و ۴۰۰ بار سریعتر از آب فنجان تبخیر خواهد شد. قطرات آب اسپری شده (mist) درشت بوده و از هوا به سطح گیاهان، خاک و انسان می‌نشینند و آنها را خیس می‌کنند. اما قطر قطرات مه (fog) ۴۰ میکرون و یا کوچکتر (۰/۰۰۱۶ اینچ) است. سطح و سرعت تبخیر آنها ۱۰۰۰۰ مرتبه بیشتر از آب درون فنجان است. این قطره‌ها هنگام تبخیر شدن به حالت معلق در هوا باقی می‌مانند و هوا را خنک می‌کنند. در این صورت دیگر آب به سطح اجسام نمی‌نشیند.

سیستمهای خنک‌کننده مه پاش که قادرند ۹۹/۵ درصد از آب را به قطراتی به اندازه ۴۰ میکرون و یا حتی کمتر از ۱۰ میکرون (۰/۰۰۰۴ اینچ) تبدیل کنند برای گلخانه‌ها موجود است (شکل ۴-۷). این قطرات ۴۰۰۰۰ بار سریعتر از آب درون یک فنجان تبخیر می‌شوند. با چنین پاسخ تبخیری سریعی، می‌توان هوا را با کارایی تقریباً ۱۰۰ درصد خنک کرد. نتیجه این است که می‌توان به دماهای بسیار مرطوب دست یافت. یکی از سیستمهایی که می‌تواند این شرایط را ایجاد کند سیستم خنک‌کننده Mee fog است (Mee Industries, Inc., 4443 N. Rowland Ave., El Monte, CA 91731). این

1- Fog cooling



دستگاه دارای یک سیستم پمپ است که در فشار ۶/۹ مگاپاسکال (psi ۱۰۰۰) عمل می‌کند و تا فشار ۱۰/۳ مگاپاسکال (psi ۱۵۰۰) را تحمل می‌کند.

سیستم خنک‌کننده مه‌پاش می‌تواند در گلخانه‌هایی که فقط با دستگاه‌های تهویه خنک می‌شوند مورد استفاده قرار گیرد. نازل‌های مه‌پاش در سراسر گلخانه بر روی گیاهان استقرار می‌یابند. مه به‌طور تناوب خارج می‌شود و هوایی را که از طریق هواکش‌ها وارد شده‌اند خنک می‌کند. همچنان‌که هوای مرطوب خنک شده شروع به گرم شدن می‌کند و از هواکش‌ها خارج می‌شود، هوای بیشتری از خارج به داخل کشانده شده و توسط مه، خنک می‌شود.

گلخانه‌هایی که مجهز به پنکه‌های هواکش هستند با سیستم خنک‌کننده مه‌پاش به خوبی تطابق دارند. نازل‌های مه‌پاش در داخل دستگاه تهویه (ورودی) تعبیه می‌شوند. پنکه‌های هواکش (خارج‌کننده هوا) که در دیوار مقابل قرار دارند با ایجاد مکش، هوای خارج را از میان دستگاه‌های تهویه باز و سپس از میان مه به داخل می‌کشند. در اینجا، فقط حدود نصف ظرفیت پنکه هواکش سیستم پنکه و تشک یعنی سطح cm^2/m^2 ۱/۲-۱/۵ (سطح کف cfm/ft^2 ۴-۵)، مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر خنک‌کننده دیگری در سیستم موجود نباشد، دمای هوا ضمن عبور در عرض گلخانه (همانطور که در سیستم تشک و پنکه اتفاق می‌افتد) افزایش می‌یابد. برای جلوگیری از این امر، مجموعه دیگری از نازل‌های مه‌پاش در سراسر گلخانه بالای گیاهان قرار داده می‌شود.

کیفیت آب فوق‌العاده دارای اهمیت است. ذرات شن و رس می‌توانند نازل‌های مه‌پاش را ببندند. به همین دلیل فیلترهای چندی که توانایی جداسازی ذراتی تا حد ۵ میکرون را دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای جلوگیری از تشکیل رسوب، کربنات‌ها و بیکربنات‌ها باید حذف شوند. سولفور و آهن رشد برخی از ارگانیزم‌ها را که می‌توانند نازل‌ها را ببندند، تقویت می‌کند. شرکت‌هایی که سیستم‌های خنک‌کننده مه‌پاش را عرضه می‌کنند همه این عوامل را مورد بررسی قرار می‌دهند و فیلترهای مناسب و

اصلاح‌کننده‌های شیمیایی مخصوصی ارائه می‌کنند.

دستگاه‌های چندی برای کنترل سیستم مه‌پاش به کار می‌روند. تایمرها (timer) ساده‌ترین شکل آنها هستند. یک تایمر ۲۴ ساعته برای تعیین زمان عمل کردن دستگاه، که معمولاً ساعات روشنایی روز است، مورد نیاز است. جریان از میان یک تایمر دوره‌ای ادامه می‌یابد. این تایمر به نحوی تنظیم شده است که در سیکل‌های ۱ تا ۲۰ دقیقه‌ای به مدت ۳۰ ثانیه تا ۴ دقیقه مه تولید می‌کند. با استفاده از یک هیومیدیستات (humidistat) می‌توان به کنترل ثابت‌تری دست یافت. وقتی دما در گلخانه بالا می‌رود، رطوبت کاهش می‌یابد. با حفظ یک رطوبت نسبی ثابت، حداکثر خنکی به دست می‌آید. وقتی که یک هیومیدیستات به جای ترموستات مورد استفاده قرار می‌گیرد، زمان واکنش سیستم خنک‌کننده بسیار کوتاه‌تر می‌شود زیرا هوا در مدت ۳۰ ثانیه، به میزان 11°C (50°F) یا بیشتر خنک‌تر می‌شود.

وقتی سیستم خنک‌کننده مه‌پاش برای پرورش محصولات تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد یک درجه رطوبت نسبی بر روی هیومیدیستات تنظیم می‌شود. این درجه اغلب بین ۸۰ تا ۹۰ درصد است. اگرچه، پرورش‌دهندگان این میزان را از ارتباط بین درجات رطوبت نسبی و پاسخ محصولاتشان در طی زمان پیدا می‌کنند. در این کاربرد، مه قابل دیدنی که از نازلها خارج می‌شود معمولاً چند دقیقه پیش از بیرون آمدن دوباره، ناپدید می‌شود.

سیستم مه، همچنین، به عنوان جایگزین سیستم‌های غبار آب (mist system) در گلخانه‌های تکثیر قلمه به کار می‌رود. در اینجا هدف جلوگیری از اتلاف آب ناشی از تعرق است که با حفظ رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد در گلخانه انجام می‌گیرد. در این حالت، به محض ناپدید شدن ذرات مه، دستگاه دوباره شروع به تولید مه می‌کند. از آنجایی که در این روش برگها خیس نمی‌شوند، بیماری کمتری در گلخانه‌هایی که از این سیستم استفاده می‌کنند گزارش شده است.



به روش مشابهی، مه در گلخانه‌های رویش بذر نیز به کار می‌رود. در اینجا هدف، کاهش تبخیر و تعرق است تا حدی که آب فقط در دفعات استعمال کود مایع اضافه شود. به این ترتیب، بین دفعات کوددهی نیازی به آبیاری نیست. یکی از مشکلات مربوط به آبیاری، چه به صورت گردپاشی و چه به صورت قطرات درشت، تشکیل لایه آب در محیط ریشه است. این لایه آب به طور زیانباری مقدار اکسیژن موجود در اطراف دانه‌ها و ریشه‌ها را کاهش می‌دهد. رطوبت نسبی مورد نیاز برای گلخانه رویش بذر، کمی پایینتر از ۱۰۰ درصد (که در تکثیر قلمه لازم است) می‌باشد.

می‌توان با تزریق مواد غذایی (کود شیمیایی) به منبع آب سیستم مه‌پاش، نشاءها و قلمه‌ها را تقویت کرد. سپس سیستم به نحوی کنترل می‌شود که هوا اشباع شده باقی بماند و رطوبت در سطح گیاهان متراکم شود. مه به طور موثری بین گیاهان نفوذ کرده و لایه‌ای از ماده غذایی بر روی سطوح بالایی و پایینی برگ‌ها می‌نشیند که از طریق برگ‌ها به مصرف می‌رسد. مزایای سیستم خنک‌کننده مه‌پاش، طبق نظرات شرکت‌های گلخانه استفاده‌کننده از این سیستم به قرار زیر است:

۱- در این سیستم مصرف انرژی الکتریکی کمتری وجود دارد، چرا که مجموع انرژی الکتریکی که پمپ مه‌پاش و پنکه‌های هواکش مصرف می‌کند کمتر از انرژی‌ای است که پنکه‌های هواکش و پمپ‌های آب تشک در سیستم تشک و پنکه به مصرف می‌رسانند.

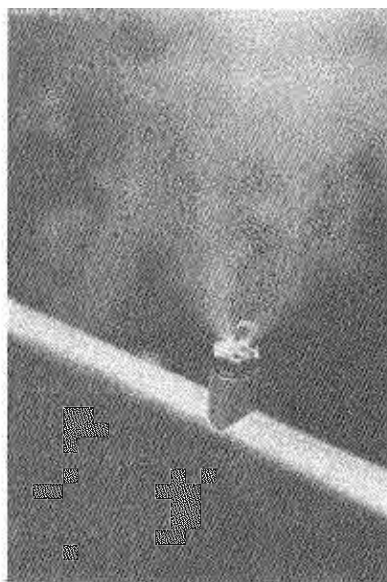
۲- افزایش گرما در عرض گلخانه کنترل می‌شود.

۳- می‌توان در عرض گلخانه، به دماهای متوسط خنک‌تری دست یافت.

۴- این سیستم جایگزین خوبی برای سیستم غبار آب گلخانه‌های تکثیر قلمه است زیرا آب کمتری به مصرف می‌رسد و بیماری کمتری به وجود می‌آید.



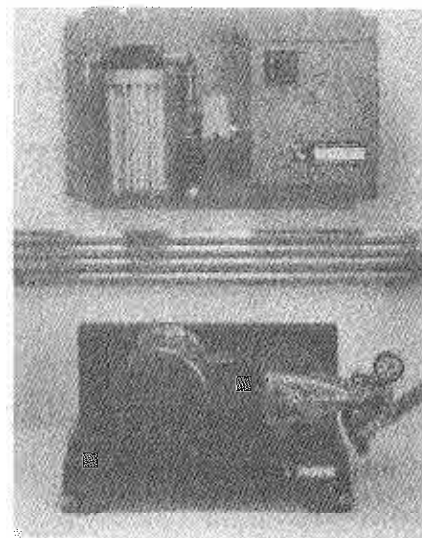
ب



الف

شکل ۷-۴ الف) یک نازل که قطرات مه ۱۰ میکرونی را در سیستم خنک‌کننده تبخیری گلخانه پخش می‌کند. ب) یک سیستم مه‌پاش که در گلخانه تکثیر برای خنک کردن و حفظ رطوبت در اطراف قلمه‌ها به کار می‌رود. پ) دستگاه‌های اصلاح آب و پمپاژ برای یک سیستم خنک‌کننده مه‌پاش.

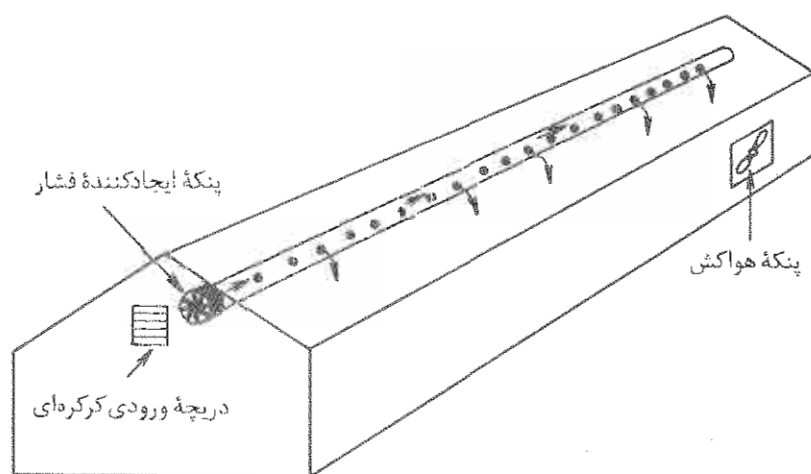
پ



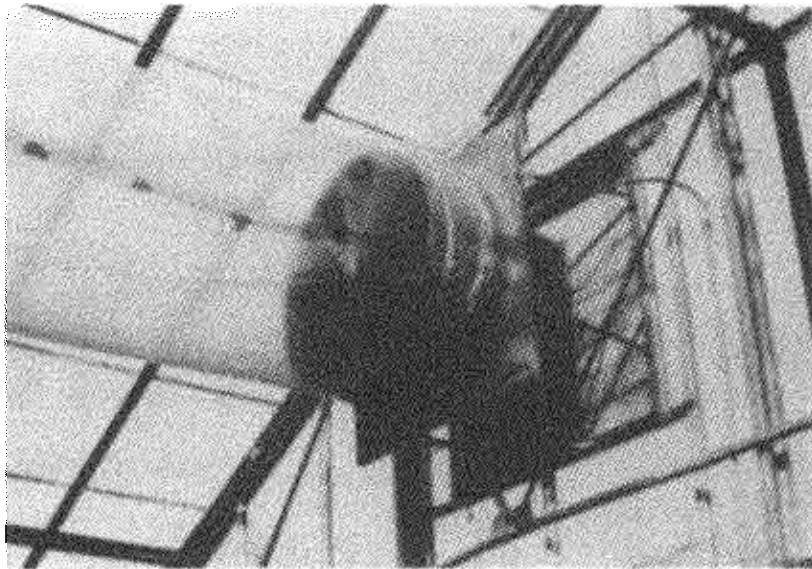
سیستم خنک کننده زمستانی گلخانه

شرح سیستم تهویه تیوب - پنکه^۲

دمای مورد نظر برای تهویه زمستانی روی یک ترموستات که به طور همزمان سه عمل را فعال می سازد، تنظیم می شود (اشکال ۴-۸ و ۴-۹). یک پنکه هواکش که در نقطه ای از گلخانه مستقر شده است، برای ایجاد خلاء به کار انداخته می شود. یک دریچه



شکل ۴-۸ طرح یک گلخانه با سیستم خنک کننده زمستانی تیوب - پنکه. وقتی نیاز خنک کردن وجود دارد، ترموستات پنکه هواکش (خروجی) راه کار می اندازد، کرکره ورودی هوا را باز می کند و پنکه ایجادکننده فشار را روشن می کند. هوای سرد از طریق کرکره باز وارد می شود و توسط پنکه ایجادکننده فشار به لوله انتقال پلی اتیلنی شفاف هدایت می شود. هوای سرد از سوراخهایی که در طول دو طرف لوله قرار دارند به بیرون فوران می کند و با هوای گرم گلخانه مخلوط شده و سپس به گیاهان می رسد.



شکل ۹-۴ - اجزای واردکننده هوای یک سیستم خنک‌کننده زمستانی شامل ورودی کرکره‌ای، یک لوله توزیع پلی‌اتیلنی که نزدیک کرکره قرار دارد، و یک پنکه ایجادکننده فشار برای هدایت هوا به درون لوله.

کرکره‌ای (ورودی) در دیوار انتهایی و زیر شیروانی باز می‌شود و به علت خلاء ایجاد شده هوای سرد از میان آن وارد می‌شود. یک پنکه ایجادکننده فشار در ابتدای لوله توزیع پلی‌اتیلنی شفاف به کار می‌افتد تا هوای خنک وارد شده را بمکد، چرا که ابتدای لوله توزیع از دریچه کرکره‌ای به اندازه ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر (۱ تا ۲ فوت) فاصله دارد. هوای سرد تحت فشار در لوله توزیع از سوراخهایی که در دو سمت لوله توزیع قرار دارند با فشار بیرون می‌زند. هوای سرد با هوای گرم بالای گلخانه مخلوط می‌شود. مخلوط هوای خنک شده به علت سنگین بودن به آرامی پایین می‌آید و محیط گیاهان را خنک می‌کند. پنکه ایجادکننده فشار که هوای سرد ورودی را به داخل لوله توزیع هدایت می‌کند باید حداقل معادل پنکه هواکش (خارج‌کننده هوا) باشد. در صورت کوچکتر بودن، هوای سرد ورودی اضافه در محل ورود به پایین می‌آید و نقطه



سردی را به وجود می آورد. چنانچه نیازی به خنک کردن نباشد، کرکره ورودی بسته می شود و پنکه تولیدکننده فشار هوای داخل گلخانه را به گردش می اندازد. این مرحله، جایگزین سیستم گردش هوای افقی^۳ است ولی قدرت بیشتری نیاز دارد.

مختصات

تحت شرایط استاندارد، باید به ازای هر مترمربع از سطح کف گلخانه، هوایی به حجم 0.61 cmm خارج شود (کف 2 cfm/ft^2). (باید به خاطر داشت که در سیستم خنک کننده تابستانی 8 cfm هوا برای هر فوت مربع از کف گلخانه لازم است.) این حجم که با ضرب مساحت کف در 2 به دست آمده است، ظرفیت پنکه خارج کننده هوا را برحسب فوت مکعب حرکت هوا در دقیقه تعیین می کند.

مختصات مختلفی که به چاپ رسیده اند نمایانگر این مطلبند که حداقل 0.46 cmm و حداکثر 1.22 cmm هوا باید به ازای هر مترمربع از کف گلخانه (کف 4 cfm/ft^2 و $1/5$) خارج شود. سیستم با ظرفیت بالا هزینه راه اندازی بیشتری دربر دارد ولی می تواند از پاییز تا بهار به طور مستمر عمل کند. این کار می تواند مزیتی داشته باشد، چرا که سرمازدگیها، معمولاً در طی این دوره های زمانی اتفاق می افتند. یک سیستم تیوب - پنکه با ظرفیت بالا نیاز قطع و وصل کردن سیستمهای تشک - پنکه و تیوب پنکه را در این زمانها از بین می برد.

وقتی تهویه تیوب - پنکه مورد استفاده قرار می گیرد، در شرایط استاندارد دمای ماکزیمم داخل 8°C (15°F) بالاتر از دمای بیرون خواهد بود. دمای داخل گلخانه می تواند در طول یک روز زمستانی که خورشید می تابد به طور زیانباری افزایش یابد،

3- horizontal airflow (HAF) circulation system

حتی اگر دمای بیرون پایین باشد. سیستم خنک کننده تیوب - پنکه طوری طراحی شده است که دمای داخلی را تا 8°C (15°F) نسبت به دمای بیرون کاهش دهد.

اگر دمای کمتری برای محیط گلخانه مورد نظر باشد، هوای خنک باید با سرعت بیشتری وارد گلخانه شود. فاکتورهای جبران کننده ای که در این مورد به کار می روند در جدول ۴-۶ ارائه شده اند. همانند سیستم خنک کننده تابستانی، شرایط استاندارد مختص این سیستم، ارتفاع کمتر از ۳۰۵ متر (۱۰۰۰ فوت) و شدت نور داخلی $53/8$ کیلولوکس (۵۰۰۰ فوت شمع) است. چنانچه مختصات ارتفاع و شدت نور متفاوت باشد، فاکتورها باید از جداول ۴-۱ و ۴-۲ انتخاب شوند و سرعت هوای ورودی را اصلاح کنند.

لوله های توزیع از ابتدا تا انتهای گلخانه امتداد می یابند. هر لوله توزیع قادر است حداکثر ۹/۱ متر (۳۰ فوت) از عرض گلخانه را خنک کند، اگرچه بهتر است برای گلخانه ای به عرض ۹/۱ متر (۳۰ فوت) از دو لوله استفاده شود. اگر یک لوله در وسط گلخانه نصب شود می تواند حداکثر ۹/۱ متر (۳۰ فوت) از عرض گلخانه را خنک کند. برای گلخانه هایی که عرض آنها ۹/۱ تا $18/3$ متر (۳۰ تا ۶۰ فوت) است دو لوله به فواصل مساوی در عرض گلخانه قرار داده می شود. دو ردیف سوراخ در طول لوله وجود دارد.

جدول ۴-۶- فاکتورهای (F_{winter}) لازم برای تنظیم سرعت استاندارد خروج هوا در یک سیستم خنک کننده گلخانه زمستانی برای اختلاف دمای بین داخل و خارج گلخانه

افزایش دمای گلخانه نسبت به محیط خارج										
$^{\circ}\text{F}$	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
$^{\circ}\text{C}$	۵	۵/۶	۶/۱	۶/۷	۷/۲	۷/۸	۸/۳	۸/۹	۹/۴	۱۰
F_{Winter}	۱/۶۷	۱/۵	۱/۳۷	۱/۲۵	۱/۱۵	۱/۰۷	۱	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۸۳



اندازه سوراخها برحسب حجم گلخانه‌ای که باید خنک شود مختلف است. تعداد قطر لوله‌های مورد نیاز برای خنک کردن هر گلخانه را می‌توان از جدول ۴-۷ به دست آورد. اگر دو لوله مورد نیاز باشد، اندازه آنها باید یکسان بوده و با فاصله یکنواختی در عرض گلخانه قرار گیرند. اطلاعات مندرج در جدول ۴-۷ براساس جریان هوایی به سرعت تقریبی 518 cmm/m^2 (1700 cfm/ft^2) از سطح مقطع عرضی لوله است. اگر گلخانه وسیع و تعداد لوله‌های به قطر ۷۶ سانتیمتر (۳۰ اینچ) مشکل آفرین باشد، می‌توان از لوله‌هایی با دو ورودی هوا (در دو انتها) استفاده کرد. به این ترتیب مقدار هوای خنکی که از طریق یک لوله منفرد وارد می‌شود دو برابر می‌شود.

وقتی پنکه‌ها برای سیستم خنک‌کننده تابستانی سفارش داده می‌شوند، احتیاجات سیستم خنک‌کننده زمستانی نیز باید در نظر گرفته شوند. در این صورت یک یا تعداد بیشتری از پنکه‌های تابستانی برای برآورده کردن نیاز سیستم زمستانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پنکه‌هایی که برای سیستم تابستانی به کار می‌روند باید هم‌اندازه و یا حداقل تقریباً هم‌اندازه باشند. به هر حال می‌توان پنکه‌ای با دو سرعت موتور خریداری کرد تا در سرعت کمتر آن، نصف ظرفیت آن مورد استفاده قرار گیرد.

مسئله نمونه

خصوصیات سیستم خنک‌کننده زمستانی را برای گلخانه‌ای به عرض ۱۵ متر (۵۰ فوت) و طول ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) که در ارتفاع ۹۱۴ متری (۳۰۰۰ فوت) قرار دارد، تعیین کنید. حداکثر شدت نور داخلی $53/8$ کیلولوکس (۵۰۰۰ فوت شمع) و اختلاف دمای داخل و خارج گلخانه $8/3^{\circ}\text{C}$ (15°F) مورد نظر است.

- ۱- ظرفیت پنکه هواکش (خارج کننده هوا) در شرایط استاندارد برابر است با 0.61 cmm
- (۲ cfm) ضرب در سطح کف گلخانه:

$$\begin{aligned} \text{cmm}_{\text{standard}} &= 0.61 \times \text{طول} \times \text{عرض} \\ \text{cmm}_{\text{standard}} &= 0.61 \times 30 \times 15 = 275 \text{ cmm} \\ \text{یا} \\ (\text{cfm}_{\text{standard}} &= 2 \times 100 \times 50 = 10000 \text{ cfm}) \end{aligned}$$

- ۲- ظرفیت پنکه هواکش را برای انحراف از شرایط استاندارد محاسبه کنید. تنها انحراف موجود در مساله، ارتفاع ۹۱۴ متر (۳۰۰۰ فوت) است که ارزش F_{elev} آن طبق جدول (۴-۱) ۱/۱۲ است. طبق محاسبه زیر یک پنکه هواکش که در فشار آب استاتیک ۳۰ پاسکال (۰/۱ اینچ) ظرفیت آن 308 cmm (11200 cfm) باشد مورد نیاز است:

$$\begin{aligned} \text{cmm}_{\text{adjusted}} &= \text{cmm}_{\text{adjusted}} \times F_{\text{winter}} \times F_{\text{elev}} \times F_{\text{light}} \\ &= 275 \times 1 \times 1/12 \times 1 = 308 \text{ cmm} \\ \text{یا} \\ (\text{cfm}_{\text{adjusted}} &= 10000 \times 1 \times 1/12 \times 1 = 11200 \text{ cfm}) \end{aligned}$$

- ۳- تعداد لوله‌های توزیع هوا از جدول ۴-۷ به دست می‌آید. برای گلخانه‌ای به طول ۳۰ متر و عرض ۱۵ متر (۱۰۰ فوت و ۵۰ فوت) دو لوله ۶۱ سانتیمتری (۲۴ اینچی) مورد نیاز است.

- ۴- سپس باید قطر هر سوراخ موجود در طول لوله‌های توزیع و فاصله بین آنها تعیین شود. در کاتالوگهای شرکتهای تجهیزات گلخانه‌ای جداولی موجود است که مدل



لوله مورد نیاز برای قطرهای مختلف لوله و طولهای مختلف گلخانه را مشخص می‌کند. متأسفانه اندازه و فاصله بین سوراخهای لوله‌ها در شناسنامه مدلهای قید نشده است.

چنانچه قصد باشد لوله‌های سوراخ نشده خریداری شوند و یا لوله‌ها در کمپانی عرضه کننده طبق دلخواه خریدار سوراخ شوند، می‌توان مشخصات سوراخ را محاسبه کرد. تحقیقات انجام شده توسط G.A. Carpenter در انگلستان نشان داده است که سطح کل همه سوراخهای یک لوله منفرد باید $1/5$ تا 2 برابر سطح مقطع عرضی لوله باشد. سطح مقطع عرضی یک لوله 61 سانتیمتری (24 اینچی) 890 سانتیمترمربع (314 فوت مربع) است. بنابراین مجموع سطح کلیه سوراخهای یک لوله باید بین $1/334$ تا $1/778$ سانتیمترمربع ($4/71$ تا $6/28$ فوت مربع) باشد. اگر طول لوله مورد نظر افزایش یابد، فاصله بین سوراخها نیز باید افزایش یابد تا قطر سوراخها در حد معقولی باقی بماند. معمولاً فواصل 60 تا 120 سانتیمتر (2 تا 4 فوت) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵- ظرفیت پنکه ایجادکننده فشار واقع در دهانه ورودی لوله توزیع باید معادل پنکه هواکش (خروجی) باشد. اگر این ممکن نباشد، اندازه پنکه ایجادکننده فشار باید بزرگتر باشد. دو پنکه ایجادکننده فشار مورد نیاز برای گلخانه این مثال باید ظرفیت کلی معادل 308 cmm (11200 cfm) که معادل ظرفیت پنکه خروجی است داشته باشند. بنابراین ظرفیت هر یک از پنکه‌های ایجادکننده فشار نصف ظرفیت کل یعنی 154 cmm (5600 cfm) در یک فشار آب استاتیک 30 پاسکال (0.1 اینچ) است.

جدول ۷-۴- تعداد (N) و قطر (D) لوله‌های توزیع مورد نیاز برای سیستم خنک‌کننده زمستانی گلخانه‌هایی با طول و عرضهای مختلف.

طول گلخانه											
۲۵۰ فوت (۷۶ متر)				۲۰۰ فوت (۶۱ متر)							

تلفیق سیستمهای خنک کننده و گرم کننده

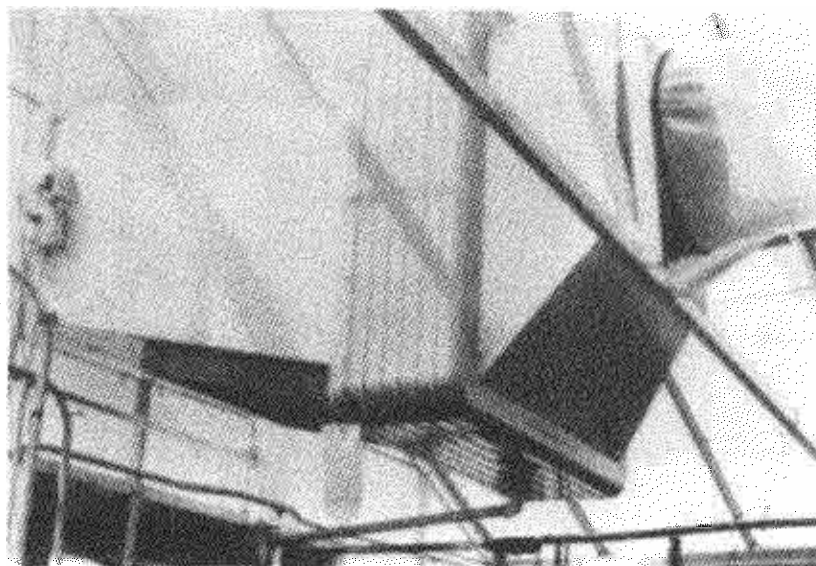
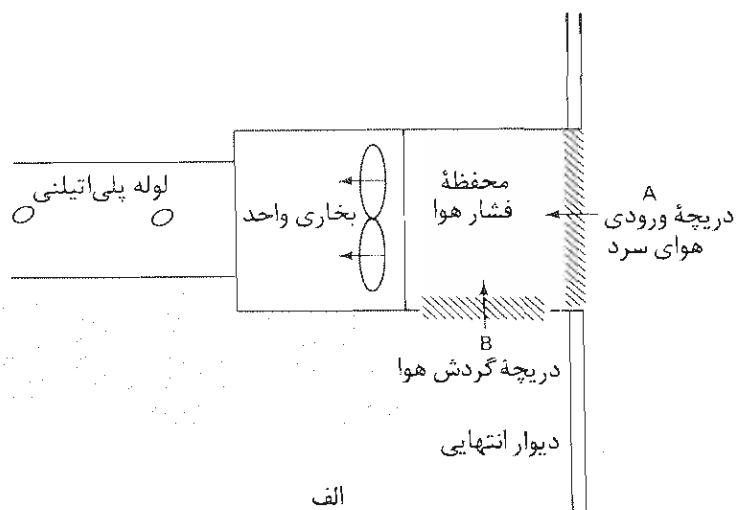
اغلب در طول زمستان، زمانی که روزها آفتابی و شبها سرد است، هر دو سیستم خنک کننده و گرم کننده مورد نیاز است. در هر دو حالت، همان لوله های پلی اتیلنی برای توزیع هوای سرد خارج و یا هوای گرم ناشی از بخاری در درون گلخانه مورد استفاده قرار می گیرند. بخاریهای واحدی در نزدیک دهانه باز لوله قرار داده می شوند تا هوای گرم خارج شده از آنها به درون لوله هدایت شود. شکل ۱۰-۴ طرح یک بخاری متصل به دهانه ورودی لوله را نشان می دهد. در طی مرحله خنک کردن کرکره A باز شده و کرکره B بسته می شود. هوای سرد خارجی در پی روشن شدن پنکه هواکش (خروجی) وارد می شود و تحت فشار حاصل از پنکه موجود در بخش بخاری به درون لوله پلی اتیلن هدایت می شود. وقتی گلخانه به قدر کافی خنک است، کرکره A بسته شده و کرکره B باز می شود. پنکه بخش بخاری هوای درون گلخانه را به گردش می اندازد. اگر دما پایین بیاید، کرکره ها به همین صورت باقی مانده و بخاری روشن می شود. حال هوای منشاء گرفته از داخل گلخانه گرم شده و به درون لوله فرستاده می شود.

شکل ۱۱-۴ نوع دیگری از سیستم گرم کننده - خنک کننده را نشان می دهد که در آن یک پنکه ایجادکننده فشار در دهانه ورودی لوله قرار دارد و بخاریهای واحد دور از آن و عمود بر ورودی لوله نصب شده اند. پنکه ایجادکننده فشار به طور مستمر کار می کند. یک کرکره الکتریکی در دیوار انتهایی گلخانه فقط در هنگام خنک کردن سیستم باز می شود. با به کار افتادن یک پنکه خارج کننده هوا که در نقطه ای از گلخانه قرار دارد، هوا از میان کرکره ورودی به داخل کشیده می شود. هوای وارد شده به درون لوله هدایت می شود و از آنجا در اثر عمل پنکه ایجادکننده فشار به طور یکنواخت توزیع می شود. در فواصل بین خنک کردن و گرم کردن، پنکه ایجادکننده فشار به طور مستمر هوای داخل گلخانه را به

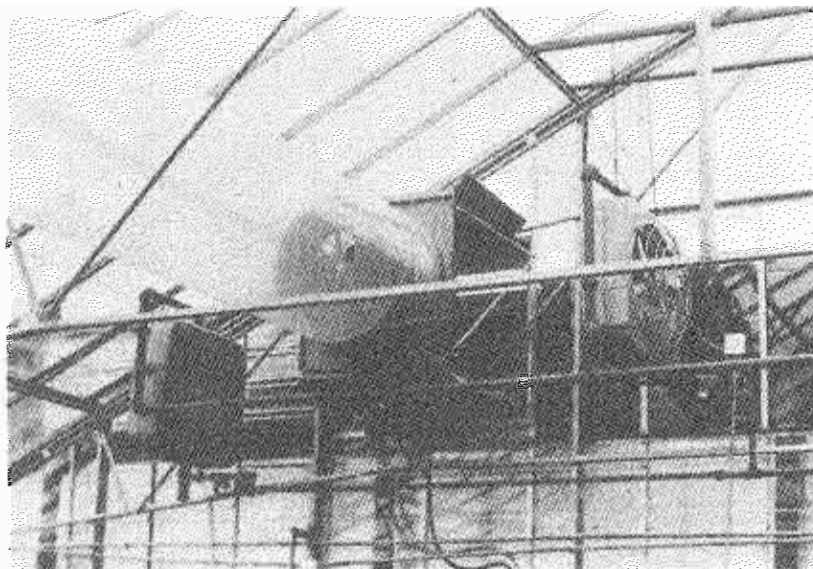
گردش می‌اندازد. وقتی نیاز گرما وجود دارد، بخاریهای واحد روشن می‌شوند و هوای گرم را به سمت دهانه ورودی لوله می‌فرستند. هوایی که در نزدیکی دهانه ورودی قرار دارد، توسط پنکه ایجادکننده فشار جمع‌آوری و به داخل لوله هدایت می‌شود.

سیستمهای تلفیقی خنک‌کننده - گرم‌کننده زمستانی مذکور برای شرایط زمستانی مناسبند اما با شرایط آب و هوایی متغیر پاییز و بهار بخوبی منطبق نمی‌باشند. در طی این دوره‌ها، ممکن است یک روز سیستم خنک‌کننده تبخیری مورد نیاز باشد، روز بعد سیستم خنک‌کننده لوله انتقال‌دهنده و روز بعد سیستم گرم‌کننده. هر سه سیستم فوق، می‌توانند تحت کنترل یک ترموستات یا میکروپروسسور چند مرحله‌ای منفرد، تلفیق شوند. این سیستم در شکل ۱۲-۴ نشان داده شده است و می‌توان تصور کرد که در مرحله‌ای به ترتیب ذیل عمل می‌کند. فرض کنید که سیستم خنک‌کننده تبخیری در بعدازظهر یک روز داغ پاییزی عمل می‌کند. با سپری شدن بعدازظهر و پایین آمدن دمای بیرون، نیاز خنک کردن کاهش می‌یابد. با کاهش درجه حرارت داخلی، سوئیچ ترموستاتی که پمپ گردش آب تشک تبخیر را خاموش می‌کند فعال می‌شود. پنکه‌های هواکش به عمل خود ادامه داده و موجب کشیده شدن هوا از میان تشکهای خشک به داخل می‌شوند. وقتی نیاز خنک کردن کاهش می‌یابد، همه پنکه‌های هواکش غیر از آنهایی که برای سیستم خنک‌کننده تیوب - پنکه زمستانی مورد نیاز هستند، خاموش می‌شوند. تهویه‌های مجاور تشکها نیز بسته می‌شوند. حال سیستم خنک‌کننده زمستانی با گردش پنکه ایجادکننده فشار و کرکره‌های ورودی باز عمل خود را انجام می‌دهد. وقتی شب فرا می‌رسد، دیگر نیازی به خنک کردن وجود ندارد. کرکره ورودی خارجی (A) بسته شده و روزنه ورودی داخلی (B) باز می‌گردد. حال هوا در داخل گلخانه به گردش درمی‌آید. (یک جایگزین برای سیستم گردش هوای پنکه - تیوب که اغلب ارجحیت داده می‌شود، سیستم HAF است که در آن پنکه‌های ایجادکننده فشار خاموش شده و پنکه‌های HAF برای به جریان انداختن هوا روشن می‌شوند.) دما در

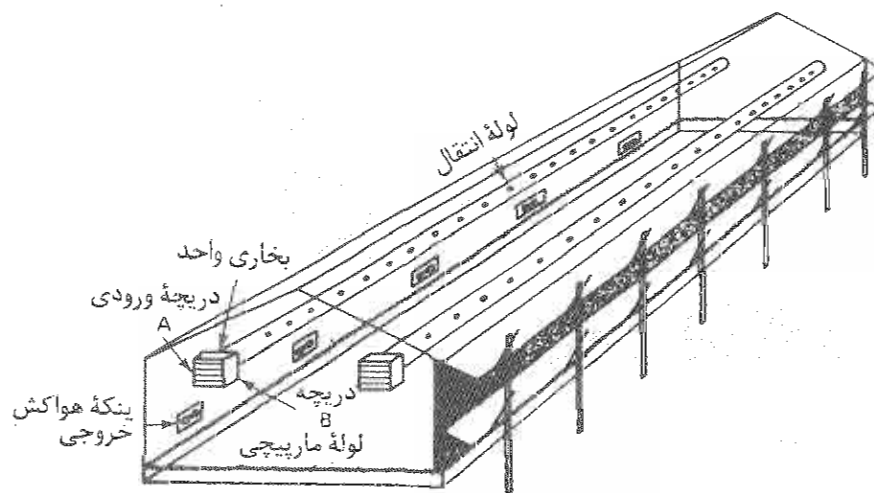




شکل ۱۰-۴-الف) یک سیستم ترکیبی خنک کننده و گرم کننده زمستانی. پنکه بخاری واحد به طور مداوم کار می کند و به عنوان یک پنکه ایجادکننده فشار برای لوله عمل می کند. طی مرحله خنک کردن فقط کرکره دریچه A باز می شود؛ در طول مرحله گرم کردن کرکره B باز شده و کرکره A بسته می شود. وقتی که نیازی به خنک کردن و گرم کردن نباشد، هوا به طور مداوم درون گلخانه به گردش درمی آید. ب) یک دستگاه تجاری از سیستم مزبور



شکل ۴-۱۱ - نمای عمومی یک سیستم خنک کننده - گرم کننده زمستانی مجهز به بخاریهای واحدی که نزدیک دهانه ورودی لوله نصب شده اند. هوای گرم از بخاریها به طرف ورودی لوله رانده می شود، و در آنجا به وسیله پنکه ایجادکننده فشار جمع آوری می شود.



شکل ۴-۱۲ - یک سیستم ترکیبی کامل برای خنک کردن تبخیری، خنک کننده لوله - پنکه و گرم کننده.

طول شب همچنان پایین می‌آید. گرما در ابتدا از طریق لوله‌های مارپیچی پیرامونی تولید می‌شود. اگر این منبع نتواند دمای مطلوب را تامین کند، نیمی از بخاریهای واحد بالایی و یا سپس در صورت لزوم باقی بخاریها روشن می‌شوند. در صبح این اعمال در یک ترتیب معکوس اتفاق می‌افتند.

خنک کردن گلخانه‌های کوچک

اصول اولیه خنک کردن گلخانه‌های کوچک مشابه سایر گلخانه‌ها است. در طول تابستان از یک سیستم تشک و پنکه استفاده می‌شود. برای اینکه هوای خنک، توزیع عمودی درستی داشته باشد، ارتفاع تشک نباید کمتر از ۶۰ سانتیمتر (۲ فوت) باشد. به علت مشکلات خاص این گلخانه‌های کوچک، سیستمی با ظرفیت بالا مورد نیاز است. هوا باید با سرعت حداقل $3/66 \text{ cmm/m}^2$ (12 cfm/ft^2) از گلخانه خارج شود. اگر گلخانه به دیوار شرقی، غربی یا علی‌الخصوص جنوبی ساختمان دیگری متصل باشد، انرژی خورشیدی قابل ملاحظه‌ای از طریق این دیوار در درون گلخانه جمع‌آوری می‌شود. در محاسبه نیاز تهویه‌ای، نصف مساحت دیوار مذکور باید به مساحت کف گلخانه اضافه شود.

برای گلخانه‌های کوچک، کولرهای تبخیری جعبه‌ای^۱ کاربردی هستند. همانطور که در شکل ۱۳-۴ نشان داده شده است، یک کولر جعبه‌ای از ساختاری مکعبی با تشکهای تبخیری در سه طرف آن تشکیل شده است. خطوط انتقال و جمع‌آوری آب، و همچنین یک پمپ آب در درون آن تعبیه شده‌اند. یک پنکه در داخل جعبه قرار داده شده است تا هوا را از میان تشکها به داخل کشیده و هوای خنک را به داخل گلخانه براند. یک هواکش باید در دیوار مقابل نصب شود تا هوای درون گلخانه از طریق آن خارج شود. این

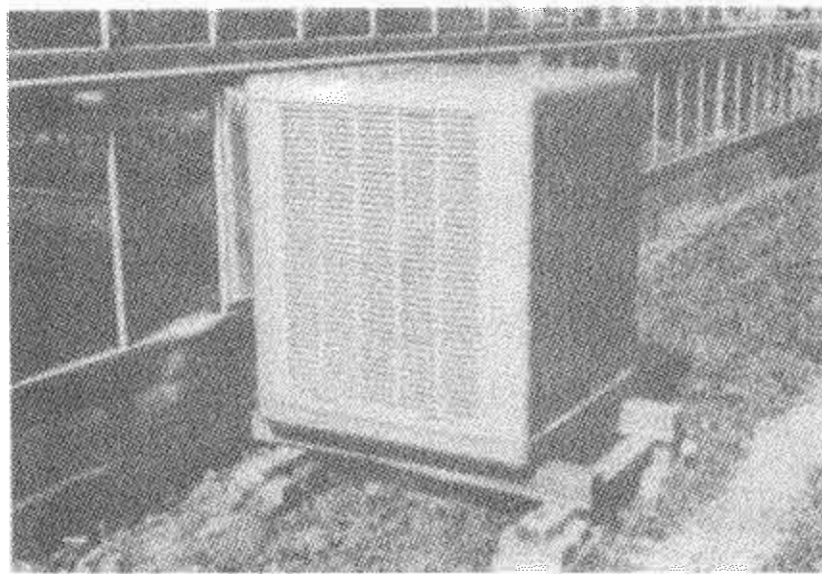
1- Package evaporative cooler

کولرها در مقایسه با سیستم‌های تشک - پنکه ظاهر قابل قبولتری داشته و نصب آنها آسانتر است.

سیستم خنک‌کننده زمستانی برای یک گلخانه کوچک از همان اصول گلخانه‌های بزرگ پیروی می‌کند. سیستم تهویه تیوب - پنکه کارایی خوبی دارد. تنها مساله آن این است که در شرایط استاندارد باید هوا با سرعتی 0.9 cmm/m^2 (کف 3 cfm/ft^2) از سطح کف گلخانه خارج شود. نیرویی که با آن هوا از این بخاریها به بیرون رانده می‌شود، برای به‌وجود آوردن گردش یکنواختی از هوا در سراسر یک گلخانه کوچک کافی است. در این مورد، می‌توان از سیستم تیوب - پنکه ساده‌تری استفاده کرد. برای خنک کردن زمستانی، لوله پلی‌اتیلنی مستقیماً به یک لوله بخاری که در دیوار گلخانه سوار شده و انتهای بیرونی آن رو به پایین است وصل می‌شود. این لوله به‌عنوان ورودی هوا عمل می‌کند. وقتی این سیستم خاموش است لوله پلی‌اتیلنی که از اتصالات موجود در سطح فوقانی آن آویزان است، جمع می‌شود و ارتباطش با خارج مسدود می‌شود. وقتی که پنکه هواکش (خروجی) گلخانه روشن می‌شود، لوله متسع می‌شود. لوله ورودی هوا بهتر است خمیده (زانویی) باشد تا از ورود باد و انتقال سرما به داخل گلخانه در مواقع ناخواسته جلوگیری کند. علاوه بر این برای جلوگیری بیشتر از ورود باد بهتر است ورودی این نوع سیستم خنک‌کننده در سمت مخالف باد گلخانه نصب شود.

گلخانه‌های بسیار کوچک نیازی به لوله توزیع برای خنک کردن زمستانی ندارند. هوایی که از تهویه زیر سقف گلخانه وارد می‌شود با هوای موجود در نزدیکی آن کاملاً مخلوط می‌شود. هنگامی که نیازی به خنک کردن و گرم کردن نباشد، می‌توان با استفاده از یک پنکه ۲۰-۳۰ سانتیمتری (۸ تا ۱۲ اینچ) هوای داخل را به گردش انداخت تا از تمرکز هوای سرد یا گرم جلوگیری شده و احتمال وقوع بیماری کاهش یابد.





شکل ۱۳-۴. یک کولر تبخیری جعبه‌ای برای خنک کردن گلخانه‌های کوچک یا تفریحی. آب درون تشک‌های موجود در سه دیواره آن به جریان می‌افتد. یک پنکه درون دستگاه قرار دارد که با عمل خود موجب کشیده شدن هوا از میان تشک‌ها به داخل می‌شود.

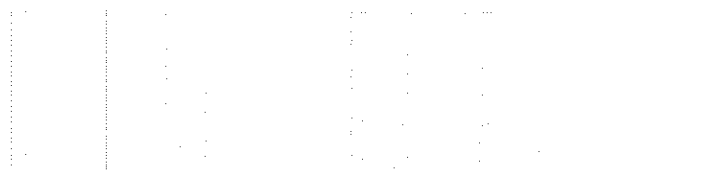
خلاصه

۱- لازمه خنک کردن تابستانی این است که حجم زیادی از هوا خنک شده و به داخل گلخانه وارد شود. هوای خنک باید به طور یکنواخت در سرتاسر محدوده گیاهان عبور کند. سیستم پنکه - تشک یکی از سیستم‌های تبخیری انتخابی برای این منظور است. این سیستم از تشک‌هایی که روی یک دیوار قرار دارند و در میان آنها آب جریان دارد، و پنکه‌های هواکش خروجی در دیوار مقابل تشکیل شده است. هوایی که از میان تشک‌ها وارد می‌شود خنک شده و در طول گلخانه تا محل پنکه‌های خروجی کشیده می‌شود. در شرایط استاندارد؛ یعنی ارتفاع کمتر از ۳۰۰ متر (۱۰۰۰ فوت)، شدت نور داخلی حداکثر ۵۳/۸ کیلولوکس (۵۰۰۰ فوت شمع)، افزایش

دمایی به اندازه 4°C (40°F) از تشکها تا پنکه‌ها و فاصله حداقل ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) بین تشک و پنکه‌ها؛ هوا با سرعتی حدود $2/5\text{ cmm/m}^2$ از کف گلخانه (8 cfm/ft^2) به بیرون رانده می‌شود.

۲- سیستم خنک کننده مه‌پاش جایگزینی برای سیستم تشک - پنکه به‌شمار می‌رود. قطرات آب به اندازه ۴۰ میکرون یا کوچکتر ($0/016$ اینچ) در فشار بالا (1000 psi ، $6/9\text{ Mpa}$) تولید می‌شوند. مه که در درون تهویه‌های ورودی مستقر در یکی از دیوارها ایجاد می‌شود، ضمن تبخیر شدن هوای وارد شده را خنک می‌کند. سری دومی از نازل‌های مه‌پاش در طول گلخانه قرار داده می‌شوند تا هرگونه افزایش دمایی را در طول حرکت هوا به سمت پنکه‌های خروجی خنثی کنند. سرعت خروج هوا در این سیستم $1/5 - 1/2\text{ cmm/m}^2$ ($4 - 5\text{ cfm/ft}^2$) است.

۳- در سیستم خنک کننده زمستانی حجم کوچکی از هوای خنک بیرون به داخل گلخانه وارد می‌شود. هوا باید با جریان فورانی در بالای گلخانه منتشر شده و پیش از رسیدن به گیاهان با هوای گرم موجود در بالای گلخانه مخلوط شود، وگرنه نقاط سرد متمرکزی ایجاد خواهند شد. برای این منظور سیستم خنک کننده تیوب - پنکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم شامل یک پنکه هواکش خروجی برای ایجاد فشار منفی در گلخانه، یک دریچه کرکره‌ای در زیر سقف برای ورود هوا، یک لوله توزیع پلی اتیلنی با سوراخهایی در دو سمت آن برای بیرون دادن هوایی که درون آن در طول گلخانه جریان دارد، و یک پنکه ایجادکننده فشار در دهانه ورودی لوله است. در شرایط استاندارد که عبارتست از، ارتفاع کمتر از ۳۰۰ متر (۱۰۰۰ فوت)، شدت نور داخلی حداکثر $53/8$ کیلولوکس (5000 فوت شمع) و ظرفیت کاهش دمایی به اندازه $8/3^{\circ}\text{C}$ (15°F) نسبت به دمای خارج، هوا با سرعتی معادل سطح کف $0/61\text{ cmm/m}^2$ (سطح کف 2 cfm/ft^2) در گلخانه جریان می‌یابد.



۴- در سیستمهای خنک‌کننده و گرم‌کننده امروزی از همان لوله‌های پلی اتیلنی برای توزیع هوای سرد یا گرم استفاده می‌شود. زمانی که نیازی به خنک کردن و گرم کردن نباشد، هوا در میان لوله به گردش درمی‌آید تا هوای گرم بالای گلخانه را به پایین منتقل کند و دمای یکنواختی در محیط اطراف گیاهان ایجاد کند. یک دستگاه کنترل‌کننده برای ترکیب کردن سیستمهای خنک‌کننده تابستانی، زمستانی، گردش هوا و گرم‌کننده به کار می‌رود.

۵- سیستم جریان هوای افقی (HAF) یک جایگزین مقرون به صرفه برای سیستم لوله - پنکه به‌شمار می‌رود. این سیستم هوا را طی مرحله چرخش و گرم شدن به حرکت می‌اندازد. این سیستم برای خنک کردن زمستانی به کار نمی‌رود. پنکه‌های کوچکی در بالای ارتفاع گیاهان و با فواصل ۱۵ متر (۵۰ فوت) از یکدیگر نصب می‌شوند.

پنکه‌ها طوری طراحی شده‌اند که یک جریان گردش افقی از هوا ایجاد کنند و به این وسیله با پایین آوردن هوای گرم از نزدیکی سقف، در مصرف سوخت صرفه‌جویی شده و نیز افت درجه حرارت در ارتفاع گیاهان به حداقل می‌رسد. ع اساس سیستمهای خنک‌کننده گلخانه‌های کوچک نیز همانند سایرین است. می‌توان از سیستمهای نسبتاً ساده‌تری استفاده کرد. وقتی که گلخانه به ساختمان خارجی دیگری از هر طرف (غیر از شمال) متصل باشد، در محاسبه سرعتهای تهویه تابستانی نصف مساحت دیوار اتصال به مساحت کف اضافه می‌شود. برای خنک کردن تابستانی جریان هوایی با سرعت حداقل $3/66 \text{ cmm/m}^2$ (12 cfm/ft^2) و برای خنک کردن زمستانی، جریان هوایی با سرعت $0/9 \text{ cmm/m}^2$ (3 cfm/ft^2) مورد نیاز است.

Various manufacturers of cooling and ventilation equipment offer valuable literature covering products, price, and technical information.

1. Aldrich, R. A., W. A. Bailey, J. W. Bartok, Jr., W. J. Roberts, and D. S. Ross. 1976. *Hobby Greenhouses and Other Gardening Structures*. Pub. NRAES-2. Northeast Reg. Agr. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
2. Aldrich, R. A., and J. W. Bartok, Jr. 1989. *Greenhouse Engineering*. Pub. NRAES-33. Northeast Reg. Agr. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
3. American Society of Agricultural Engineers. 1983. Heating, ventilating, and cooling greenhouses. In Baxter, J. F., and R. H. Hahn, Jr., eds. *Agricultural Engineers Yearbook of Standards*, pp. 387-389. Amer. Soc. Agr. Engineers, St. Joseph, MI 49085.
4. Anon. 1974. Glasshouse ventilation. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Mechanization Leaflet 5. Her Majesty's Stationery Office, London.
5. Bartok, J. W., Jr. 1970. Fan tube greenhouse ventilation. *Connecticut Greenhouse Newsletter* 32:9-12.
6. Bohanon, H. R., C. E. Rahilly, J. Stour, and P. E. Bush. 1988. The greenhouse climate control handbook. Form C7S. Acme Engineering and Manufacturing Corp., Muskogee, OK.
7. Gray, H. E. 1956. *Greenhouse Heating and Construction*. Florists' Publishing Co., 343 S. Dearborn St., Chicago, IL.
8. Koths, J. S., and J. W. Bartok, Jr. 1986. Horizontal air flow. Dept. of Nat. Res. Mgn. and Eng. Leaflet 85-14. Univ. of Connecticut, 1376 Storrs Rd., Storrs, CT 06268.
9. Laurie, A., D. C. Kiplinger, and K. S. Nelson. 1979. *Commercial Flower-Forcing*, 8th ed. New York: McGraw-Hill.
10. National Greenhouse Manufacturers' Association. 1971. Standards for ventilating and cooling greenhouses—1971 revision. Natl. Greenhouse Mfg. Assoc., P.O. Box 128, Pleasantville, NY 10570.
11. The Electricity Council. 1975. *Ventilation for Greenhouses*. Farm-electric Centre, National Agr. Centre, Stoneleigh, Kenilworth, Warwickshire CV82LS, England.
12. Walker, J. N., and G. A. Duncan. 1973. Estimating greenhouse ventilation requirements. AEN-9. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
13. ———. 1973. Air circulation in greenhouses. AEN-18. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
14. ———. 1973. Greenhouse humidity control. AEN-19. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
15. ———. 1974. Cooling greenhouses. AEN-28. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
16. ———. 1974. Greenhouse ventilation systems. AEN-30. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
17. ———. 1975. An automatic sidewall system for greenhouse environmental control. AEN-37. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.

۵. انواع محیط رشد ریشه (بسترهای کاشت)

زمانی که گلخانه ساخته می‌شود سیستم‌های گرم‌کننده و خنک‌کننده به کار می‌افتد. در زمان اولین کشت، انتخاب محیط رشد ریشه (بستر کاشت) فرا می‌رسد. در ظاهر چنین امری کمی عجیب به نظر می‌رسد. موادی که برای بستر کاشت به کار می‌روند شامل خاک زراعی، شن، پرلیت^۱، پلی‌استیرن^۲ و انواع مختلف پیت، راک‌وول^۳، خاک‌اره و غیره هستند که به صورت مخلوط‌های مختلفی توسط پرورش‌دهندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند و این تولیدات به صورت تجاری فروخته می‌شوند و توسط مؤسسات تحقیقاتی پیشنهاد می‌شوند. بسیاری از آنها تاثیر خوبی دارند و بسیاری دیگر کارایی چندانی ندارند. تهیه این مخلوط‌ها برای هر گیاه به روش بخصوصی انجام می‌شود که اغلب منجر به تهیه محیطی نامناسب برای ریشه می‌شود، در تهیه این مخلوط‌ها باید صرفه اقتصادی را نیز در نظر گرفت. بنابراین باید اصول اساسی را در انتخاب محیط ریشه بدانیم.

1- Perlite

2- Polystyrene

3- Roekwool

وظایف محیط رشد ریشه

برای حمایت از رشد خوب گیاهان، محیط رشد ریشه باید چهار عمل را انجام دهد.

۱- مخزن مواد غذایی گیاهان باشد

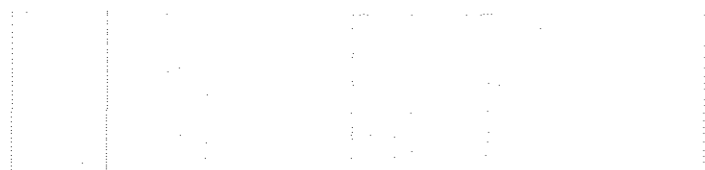
۲- آب را طوری نگهدارد که در دسترس گیاه باشد

۳- در ضمن تبادل گازی را بین ریشه‌ها و اتمسفر بالای محیط ریشه فراهم کند.

۴- محل استقرار گیاه باشد.

برخی مواد به تنهایی می‌توانند چهار هدف فوق را تأمین کنند ولی نه به میزان مورد نیاز مثلاً شن محل استقرار خوبی برای ریشه است و تبادل گازی را بخوبی انجام می‌دهد ولی ظرفیت تأمین مواد غذایی و آب کافی را ندارد. ذرات درشت شن، سطح کمتری در واحد حجم در مقایسه با ذرات ریزتر خاک و یا پیت ماس دارد از آنجا که آب روی سطح ذرات می‌ماند شن آب کمی را ذخیره می‌کند. (ظرفیت نگهداری آب پایینی دارد) گیاهانی که در شن رشد می‌کنند باید در تابستان سه بار یا بیشتر در روز آبیاری شوند و چون اکثر مواد غذایی در محیط شنی در لایه‌های بسیار نازک آب نگهداری می‌شوند ذخیره غذایی کمی برای گیاه فراهم می‌آید.

اما ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی در رس بالاتر است و گیاه به خوبی در آن محکم می‌شود ولی ذرات کوچک خاک رس بسیار نزدیک یکدیگرند. لایه‌های آب ذرات مجاور هم تماس نزدیک دارند از این رو فضای باز کمتری برای تبادل گاز باقی می‌گذارند. دی‌اکسیدکربنی که توسط ریشه‌ها و میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شود، به خوبی از خاک رس خارج نمی‌شود. در تراکم بالای دی‌اکسیدکربن، تنفس محدود و رشد کاهش می‌یابد. اکسیژنی که برای فرآیند تنفس مورد نیاز است نیز نمی‌تواند به طور کافی در رس منتشر شود. بنابراین رس محیط نامناسبی برای رشد گیاهان است. گاه آب همچون محیط رشد ریشه به کار می‌رود و مواد غذایی را فراهم می‌کند ولی توانایی تبادل گاز و



استقرار و نگهداری گیاه را ندارد وقتی گیاهان در آب رشد می‌کنند، باید حبابهای هوا را در آن وارد کرد و گیاهان را توسط چهارچوب‌های بخصوصی نگهداشت. این روش کشت، هیدروپونیک^۱ نامیده می‌شود. به جز هیدروپونیک محیط ریشه در گلخانه حاوی دو یا چند جزء (ماده تشکیل‌دهنده) است تا هر چهار عمل بالا به خوبی انجام شود.

تغییر خاک مزرعه برای به کار بردن آن در ظروف کاشت.

ممکن است این پرسش پیش آید که چرا فقط از خاک مزرعه در ظروف گلخانه استفاده نمی‌شود؟ محصولات گلخانه‌ای را می‌توان اغلب در مزرعه بدون اینکه در خاک تغییر عمده‌ای بوجود آید پرورش داد ولی وقتی که این خاک به ظروف منتقل و همان محصول پرورش داده می‌شود با شکست مواجه می‌شود. خاک مزرعه تمامی چهار عمل را که در بحث گذشته به ذکر آن پرداختیم در مزرعه انجام می‌دهد در حالی که عمل هوادهی معمولاً به‌طور کافی توسط این خاک در ظرف انجام نمی‌گیرد. ظرفیت نگهداری آب و تهویه خاک کاملاً به یکدیگر وابسته‌اند. زهکشی با عمق خاک موجود در بالای سطح ایستابی (آب آزاد) ارتباط دارد ته هر ظرفی به منزله سطح ایستابی (یا آب آزاد) است. اکثر بسترهای گلخانه‌ای بریده دارای خاکی به عمق ۱۸ سانتیمتر است در حالی که گیاهان گلدانی در عمقهای متفاوتی در گلدانها، و سینی‌ها و تشتک‌های پرورش نشاء (۱/۹ cm) پرورش می‌یابند. محتوای آب در ظروف بخصوصی که برای پرورش نشاء بکار می‌روند کمی پس از آبیاری مشابه محتوی آب در خاکی خواهد بود که عمق آن تا آب آزاد ۵ سانتیمتر است به عبارت دیگر مشابه وضعیت باتلاقی است. منافذ خاک عمدتاً با

1- hydroponics

آب پر شده و فضای خیلی کمی برای تبادل گاز باقی خواهد ماند. یکی از ابعاد تقسیم‌بندی خاک از نظر بافت خاک^۱ است. بافت عبارت است از اختلاط درصدهای متفاوتی از ذرات مختلف (رس، سیلت و شن) خاک مزرعه از سه جزء معدنی تشکیل شده است (شکل ۵-۱) کوچکترین ذرات یعنی رس، حداکثر قطرشان 0.002 mm است. سیلت از ذرات 0.002 mm تا 0.05 mm تشکیل شده است و سومین جزء یعنی شن دارای قطر بیشتر از 0.05 mm میلی‌متر است. رس به هنگام لمس چسبناک و لوم آردی و شن ریگ‌دار و دانه‌ای به نظر می‌رسد. انواع بافت شامل لوم شنی، لوم سیلتی و لوم رسی است که برای خاک‌هایی که به ترتیب در هر یک از آنها درصد شن، سیلت و رس بیشتر از لوم است به کار می‌رود. در لوم این سه ماده دارای درصد دمای مساوی می‌باشند. میزان نگهداری آب در خاک به بافت خاک وابسته است. خاک آب را نگه می‌دارد زیرا آب جذب سطح ذرات خاک می‌شود. آب به صورت یک لایه بسیار نازک روی هر ذره وجود دارد. ضخامت لایه آب به نیروی جاذبه بستگی دارد که سعی در خارج ساختن آن از زمین به طرف سطح ایستابی دارد. هرچه فاصله ذرات یک نوع خاک مشخص از سطح ایستابی بیشتر باشد قدرت جاذبه قویتر خواهد بود. در داخل لایه آب، بخشی از آب که از سطح ذرات خاک فاصله بیشتری دارد چسبندگی کمتری به ذره دارد. این آب در آغاز توسط نیروی جاذبه کشیده خواهد شد. به این ترتیب با افزایش نیروی جاذبه یا عمق خاک، ضخامت لایه آب روی سطوح ذرات خاک کاهش می‌یابد (شکل ۵-۲) و حجم منافذی که با هوا پر شده‌اند بزرگتر می‌شوند و تبادل گاز به نحو بهتری انجام می‌شود.

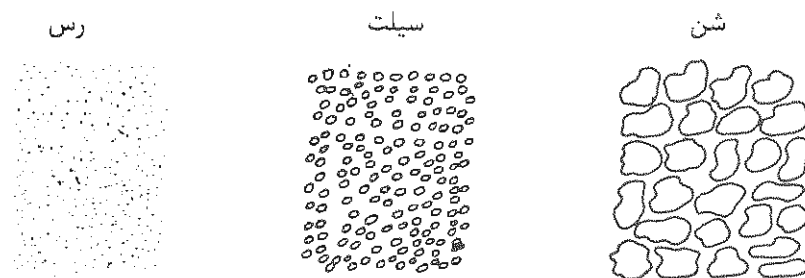
به کار بردن خاکی با بافت درشت‌تر راه حل منطقی برطرف کردن مشکل ظروف کم‌عمق است تا بتواند قطر منافذ را افزایش دهد. این کار مشکل تهویه را حل می‌کند



ولی با کاهش ظرفیت نگهداری آن خاک مشکل تازه‌ای به وجود می‌آید. وقتی که قطر ذرات سازنده خاک افزایش می‌یابد، سطح کل این ذرات در یک حجم معین کاهش می‌یابد و از آنجا که آب روی سطوح این ذرات نگه داشته می‌شود کل مقدار آب خاک، با اضافه شدن قطر ذرات کاهش می‌یابد (ذرات درشت‌تر می‌شوند) بعد دیگری از خاک وجود دارد که می‌توان آن را برای افزایش هوادهی بدون کاهش ظرفیت نگهداری آب، تغییر داد. ساختمان^۱، درجه ترکیب ذرات به صورت توده است. خاکی که دارای ساختمان خوبی است خردشونده (نرم) است که حاصل تجزیه مواد آلی خاک است. که همراه با ترشحات میکروبی و ریشه قارچها همچون سیمانی عمل می‌کند که ذرات را به

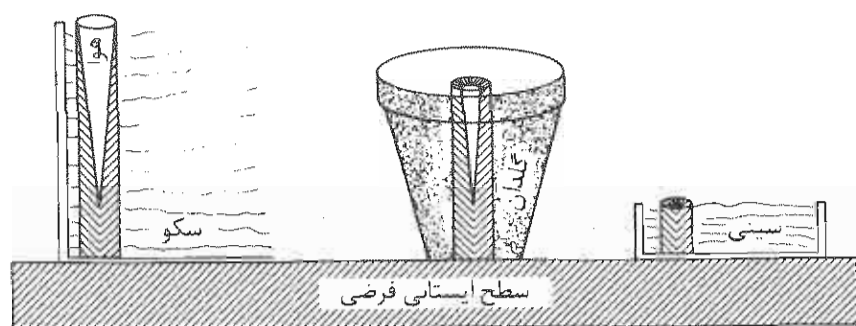
بافت

توصیف اندازه‌های ذرات



شکل ۱- خاک از سه جزء معدنی تشکیل شده است که اندازه‌های نسبی هر کدام از آنها در بالا نشان داده شده است. ذرات رس کوچکترین آنها بوده و حداکثر قطر آنها 0.002 mm است. اندازه ذرات لوم از 0.002 mm تا 0.05 mm متغیر است. ذرات شن بزرگتر از بقیه است. طبقه‌بندی بافت یک خاک بیانگر نسبت ذرات معدنی موجود در آن است.

صورت توده به هم وصل می‌کند. این بزرگترین اهمیت مواد آلی در خاک مزارع است که باعث افزایش بعدی دیگر یعنی ساختمان به خاک می‌شود که نمی‌توان از طریق تغییر بافت خاک به آن دست یافت. می‌توان ظرفیت نگهداری بالای آب در خاک دارای ساختار ریز را با زهکشی عالی خاک دارای بافت درشت تلفیق کرد. این کار را می‌توان با

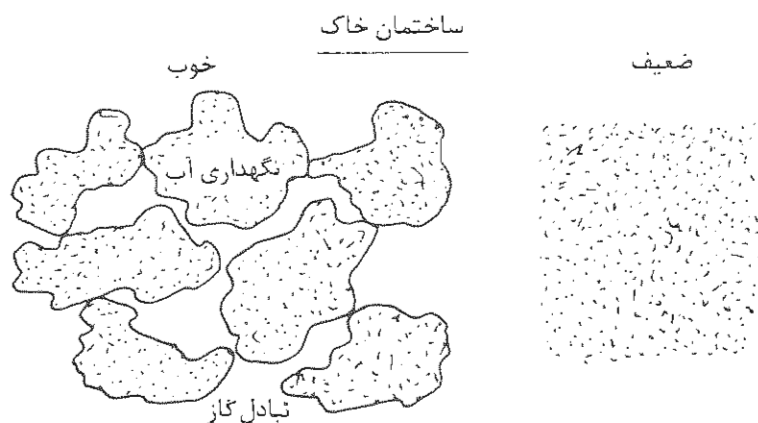


شکل ۲-۵ منافذ موجود در خاک ظروف مختلف گلخانه‌ای که تا حد زیادی بزرگ نشان داده شده است. ظروفی که نشان داده شده، روی سطح ایستایی یا مخزن آب آزاد قرار گرفته‌اند که وضعیت موجود در مدت زمان کمی پس از آبیاری در گلخانه را نشان می‌دهد منافذ نشان‌دهنده وضعیت رطوبت داخل هر ظرف است. آب جذب دیواره منافذ شده و در قاعده تمام منافذ از آب اشباع می‌شوند. در بالاترین بخش منفذ، کشش جاذبه که به طرف پایین بر روی آب اعمال می‌شود بیشتر شده و آن بخش از آب که بیشترین فاصله را از دیواره منفذ دارد به سمت پایین حرکت می‌کند. لایه آبی که به دیواره منفذ چسبیده با افزایش ارتفاع نازکتر می‌شود فضاهای بین ذرات خاک موجود در ظرف با هم ارتباط داشته و منافذی را تشکیل می‌دهد که تا عمق خاک امتداد می‌یابند. منافذ موجود در ته خاک سکو با آب پر شده و عمدتاً در بخش بالا خالی از آوند، کمی پس از آبیاری ریشه‌ها می‌توانند در لایه‌های فوقانی خاک این سکو رشد کنند ولی نه در لایه پایینتر یعنی جایی که منافذ باز برای تبادل گاز وجود ندارد. منافذ گلدان در ارتفاع خیلی بالاتری نسبت به سطح ایستایی نیستند و به این ترتیب در لایه‌های بالایی خاک، آب بیشتر و هوادهی کمتری نسبت به لایه بالایی خاکی که در سکو وجود دارد موجود است. ضعیف‌ترین وضعیت رشد در سینی‌ها یعنی جایی که منافذ چنان در ارتفاع پایین هستند که کاملاً با آب پر می‌شوند، وجود دارد.

نگهداری زیاد آب، در منافذ ریز موجود در هر دانه و خارج شدن سریع آب از منافذ بزرگ موجود در بین توده‌ها انجام داد که به این ترتیب جریان هوا در بین حفرات درشت به آسانی انجام می‌شود (شکل ۵-۳).

اکنون دیگر واضح است که قبل از استفاده خاک مزرعه در گلدان باید آن را درشت بافت‌تر باشد و ساختمان آن را بهبود بخشید ولی برای بهبود ساختمان خاک توسط تجزیه مواد آلی زمان زیادی لازم است. با مخلوط کردن شن با خاک می‌توان به بافت درشت دست یافت. می‌توان کیفیت ساختمان را با پیوستن ذرات دانه‌ای بزرگ مثل





شکل ۳-۵ ساختمان یکی از خصوصیات مهم خاک است، خاک سمت چپ دارای ساختمان خوبی است. زیرا ذرات سازنده آن به صورت دانه‌های بزرگتر گرد هم آمده‌اند. هنوز هم حفرات کوچکی در داخل دانه‌های بزرگ وجود دارد و به دلیل سطح بزرگ این منافذ حجم بزرگی از آب در داخل هر دانه نگهداری می‌شود بین دانه‌ها منافذ خیلی بزرگی است که با آب پر نمی‌شوند و به این ترتیب مجرای را برای تبادل گاز فراهم می‌کنند. خاک سمت راست ساختمان بدی را دارا می‌باشد که فقط منافذ کوچکی دارد. در این خاک نگهداری آب خوب است، در حالی که هوادهی ضعیف است.

پیت ماس خزهای^۱ و پوست درختان بهبود بخشید. به‌هرحال باید مطالب تخصصی بیشتری در مورد محیط رشد ریشه در گلخانه دانست.

..... خصوصیات مطلوب محیط رشد ریشه

ثبات مواد آلی

بیشتر گیاهان گلخانه‌ای پس از یک دوره رشد یک تا چهار ماهه به فروش می‌رسند. وقتی که بذر پاشیده یا گیاهان در گلدان قرار می‌گیرند خاک باید دارای ساختمان خوبی باشد. بسیار مهم است که تجزیه مواد آلی در محیط رشد ریشه در گلدانها به مقدار حداقل صورت پذیرد. تجزیه مواد آلی منجر به ریزافت شدن خاک شده و در نتیجه

1- sphagnum peat moss

مواد می (تهویه خاک) ضعیفتر خواهد شد. همچنین از آنجاییکه حجم محیط ریشه موجود در گلدان، برای رشد ریشه گیاهان کم است هر کاهش عمده در حجم در طول دوره رشد گیاه زیان آور خواهد بود. کاه و خاک اره به جزء خاک اره چوب سرخدار به سرعت تجزیه می شوند بنابراین برای استفاده در محیط ریشه محصولات گلدانی مطلوب نیستند. وضعیت تا حدودی برای گل‌های بریده و سبزیجات در سکوهای که حجم محیط رشد ریشه به اندازه کافی بزرگ است متفاوت می باشد برای گل‌های بریده، خاک به مدت زیادی مورد استفاده قرار می گیرد که با گذشت زمان مواد آلی خاک رو به نابودی گذاشته و نیاز به جایگزینی دارند که این امر بیشتر به طور سالانه انجام می گیرد موادی چون پیت ماس خزهای^۱ تراشه های درشت و پوست درختان مستقیماً به خاک افزوده می شوند تا کاهش حجم محیط رشد ریشه را جبران کنند.

نسبت کربن به نیتروژن ($\frac{C}{N}$)

مقدار نیتروژن (N) نسبت به کربن (C) در اصلاح محیط رشد ریشه مهم است. تجزیه مواد آلی به طور گسترده ای در خاک از طریق فعالیت میکروارگانیسمهای زنده انجام می گیرد. بیشترین درصد محتوی مواد آلی (۵۰ درصد یا بیشتر) را کربن (C) تشکیل می دهد که توسط میکروارگانیسمها به کار گرفته می شود. نیتروژن (N) موجود در مواد آلی باید به میزان یک کیلوگرم به ازای هر ۳۰ کیلوگرم کربن در دسترس میکروارگانیسمها قرار گیرد. در غیر این صورت تجزیه کاهش می یابد. هر موقع این نسبت $\frac{C}{N} = \frac{30}{1}$ افزایش می یابد (وقتی که بیش از C ۳۰ کیلوگرم به ازای هر کیلوگرم N وجود دارد). نیتروژنی که از بیش در محیط رشد ریشه وجود داشته یا نیتروژنی که به صورت کود

1- sphagnum peat moss

اضافه شده به جای محصولات گیاهی توسط میکروارگانیزمها مصرف خواهد شد و محصول کمبود N پیدا خواهد کرد. اگر این وضعیت به آرامی و به طور مستمر ادامه یابد پرورش دهنده می تواند آن را با افزایش کود از ته جبران کند. تجزیه موادی مثل کاه و خاک اره به سرعت انجام می گیرد که به این ترتیب نیاز به N را به بالاترین حد می رسد. این امر متعاقب کاهش سریع نیاز به N یعنی هنگامی که مواد آلی در دسترس میکروارگانیزمها تمام شد، به وقوع می پیوندد. فقط پرورش دهندگان بسیار باتجربه می توانند این فرآیند را به نفع خودشان تغییر دهند.

نسبت $\frac{C}{N}$ برای خاک اره حدوداً $\frac{100}{1}$ است علاوه بر مقدار بسیار کم نیتروژنی که در خاک اره موجود است باید ۱۲ کیلوگرم N به آن اضافه کرد تا تجزیه یک تن خاک اره را توسط میکروارگانیزمها تسهیل کند. (۱۲Kg/Ton). پوست درختان دارای نسبت $\frac{C}{N}$ حدوداً $\frac{30}{1}$ است و نیاز به اضافه کردن ۳/۵ کیلوگرم N برای تسهیل در تجزیه یک تن از این ماده دارد (۳/۵Kg/Ton) و نه تنها نسبت $\frac{C}{N}$ مناسب بودن محتوی مواد در محیط رشد ریشه را تعیین می کند بلکه به این وسیله میزان تجزیه معین می شود. در حالی که پوست درختان دارای نسبت بسیار زیاد و نامطلوب $\frac{C}{N}$ به میزان $\frac{30}{1}$ است، که در این نسبت تجزیه کند و به سختی انجام می شود و به مدت زمانی حدود سه سال نیاز دارد. مصرف ۳/۵ کیلوگرم N در هر تن سیوس که در عرض بیش از سه سال انجام می گیرد باعث کاهش مصرف ازت در هر تاریخ کوددهی می شود. بنابراین پوست درختان علیرغم نسبت زیاد $\frac{C}{N}$ آن از اجزای مطلوب محیط ریشه است. اما خاک اره در ظرف مدت چند ماه تجزیه شده و دارای نسبت $\frac{C}{N}$ بیشتر یعنی $\frac{100}{1}$ است. نیاز به N در این مورد بسیار زیاد است. باید پرورش دهندگان بی تجربه از خاک اره کمتر استفاده کنند. خاک اره چوب سرخدار از این امر مستثناء است زیرا ترکیبات مومی و مواد مشابه داخل آن، میزان تجزیه اش را کاهش می دهند. مکرراً از خاک اره چوب سرخدار در گلخانه های آمریکای غربی استفاده می شود.

وزن مخصوص ظاهری

وزن مخصوص ظاهری محیط رشد ریشه به میزان استقرار گیاه در آن مربوط است. تقریباً هر محیط کشت جامد تکیه‌گاه ریشه گیاه را فراهم می‌کند ولی این امر که محیط کشت به اندازه کافی سنگین باشد تا بتواند از افتادن یک گیاه گلدانی به خاطر وزنش جلوگیری کند، مساله مهمی به‌شمار می‌رود. مخلوطی از پیت ماس خزه‌ای و پرلیت درست پس از آبیاری به اندازه کافی برای نگهدای گیاه سنگین است و وقتی که آب موجود توسط گیاه جذب می‌شود گیاهان بزرگ موجود در این محیط موقع جابجا کردن گلدان به آسانی می‌افتند، اما بکار بردن موادی با وزن مخصوص ظاهری زیاد نیز از نظر اقتصادی به صرفه نیست زیرا جابجایی این مواد در حجم زیاد یا جابجایی گیاهان گلدانی پرورش یافته در این مواد بخصوص در موقع انتقال و ارسال هزینه زیادی را می‌طلبد. اندازه قابل قبول برای وزن مخصوص ظاهری خاک گلدان درست پس از آبیاری در ظرفیت ظرف $1200-640 \text{ g/dm}^3$ است لازم به ذکر است ظرفیت ظرف^۱ حداکثر مقدار آبی است که محیط رشد ریشه در یک ظرف می‌تواند علیه نیروی جاذبه نگه دارد.

همان طوری که پیش از این گفته شد خاک باید با ذرات درشت مثل شن اصلاح شود تا تهویه بخوبی انجام شود. خاک مرطوب و شن می‌توانند دارای وزن مخصوص ظاهری برابر با 1600 g/dm^3 باشند (به جدول ۵-۱ نگاه کنید)

بنابراین پرلیت با وزن مخصوص مرطوب 500 g/dm^3 و پلی‌استیرن با وزن مخصوص مرطوب (120 g/dm^3) بیشتر به صورت جانشینی برای شن علی‌رغم هزینه زیادشان به کار می‌روند. مسایل مربوط به وزن مخصوص ظاهری در مورد سکوها از اهمیت زیادی برخوردار نیستند.

1- container Capacity

نگهداری رطوبت و تهویه

یک محیط مرطوب رشد ریشه تشکیل شده است از (۱) ذرات جامد محیط رشد (۲) لایه آب موجود در سطوح ذرات و (۳) هوایی که مراکز حفرات را اشغال می‌کند. برای اطمینان از فواصل مناسب بین آبیاری و اینکه هوادهی مناسب در همه اوقات تأمین می‌شود باید تعادل بین آب و هوا در منافذ محیط رشد ریشه از طریق انتخاب ذرات تشکیل دهنده محیط رشد کنترل شود. پس از آبیاری باید ۱۰ تا ۲۰ درصد حجم محیط رشد ریشه (۱۷ cm) در گلدان^۱ با هوا اشغال شود. محتوای آب در دسترس^۲ تا آنجا که امکان دارد باید بالا باشد تا کل محیط ریشه بتواند تخلخل و تراکم کافی داشته باشد. مطالعه جدول ۵-۱ نشان می‌دهد که می‌توان عمل تهویه را به خوبی با اجزایی مثل ورمی کیولیت^۳ پوست کاج، پرلیت، پلی استیرن^۴ انجام داد. افزودن شن درشت دانه بندی شده (به جای شن نرم) به خاک که در جدول نوشته شده است نیز ماده‌ای عالی به منظور انجام عمل تهویه است. پیت ماس خزه‌ای و پلی استیرن اجزای بسیار خوبی برای تأمین محتوای بالای آب در دسترس است.

وقتی که تمامی خصوصیات همچون وزن مخصوص، آب در دسترس و تهویه کافی توسط یک جزء برآورده نمی‌شود و باید چند جزء را مخلوط کرد. چهار مخلوط معمول در پائین جدول ۵-۱ نوشته شده است. خاک رس سنگین در مخلوط حاوی خاک که درصد آب بالایی (۴۰/۲ درصد) داشته ولی میزان تهویه آن پایین است (۵/۹ درصد در ظرفیت ظرف) شن به نسبت زیادی مورد نیاز است. مخلوط پیت ماس خزه‌ای و ورمی کیولیت که دارای وزن مخصوص ظاهری ۲۱۷/۶ گرم بر دسی متر مکعب، محتوای آب ۱۶/۶ درصد در ظرفیت ظرف و محتوای آب در دسترس مخلوط مناسبی است. مخلوط

۱- Azalea type به نوعی گلدان اطلاق می‌شود که دارای قطر داخلی یکسان و $\frac{3}{4}$ عمق گلدان استاندارد باشد.

2- available water 3- Vermiculite

۴- Rockwool ماده‌ای دارای رشته‌های فیبری است که به عنوان عایق خوبی برای صدا و حرارت بکار می‌رود. از این ماده برای تهیه محیط کشت ریشه گیاهان به صورت دانه‌ای نیز استفاده می‌شود.

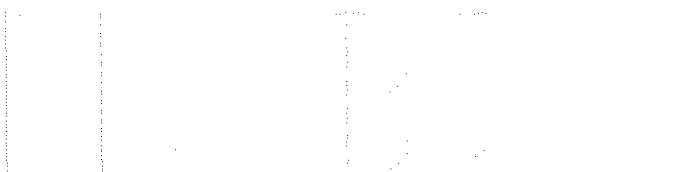
پوست کاج با وزن مخصوص ظاهری و تهویه اما دارای محتوای آب در دسترس نسبتاً کمی است این محتوای آب، قابل قبول بسیاری از پرورش دهندگان است اما در مواجهه با دوره‌های طولانی ارسال یا نگهداری مناسب گیاه در بازار مخلوطی با محتوای آب با دسترسی بیشتر بهتر خواهد بود مخلوط پیت ماس خزهای و Rockwool از تمامی جهات بسیار مناسب است.

ضروریست یادآوری شود که میزان نگهداری آب به عمق محیط رشد ریشه بستگی دارد. همان‌طوری که در جدول ۵-۲ دیده می‌شود محتوای آب محیط رشد ریشه پس از آبیاری با کاهش اندازه و عمق ظرف افزایش می‌یابد. خاصیت موئینگی که آب را در سطوح محیط رشد ریشه نگه می‌دارد در همه گلدانها مساوی است ولی نیروی جاذبه که آب را از گلدان خارج می‌سازد با افزایش عمق گلدان بیشتر می‌شود با افزایش محتوای آب کاهش محتوای هوا بوجود می‌آید خوشبختانه دامنه وسیعی از محتوای آب و هوا در خاک به‌طوری که قابل قبول باشد وجود دارد. محیط رشد ریشه‌ای دارای فرمول خوبی است که همراه با ظرفیت نگهداری آب و هوای زیاد بوده و چنین فرمولی برای گلدانها در اندازه‌های مختلف مناسب است. دو مورد که برای آنها مکرراً فرمول داده می‌شود عبارتند از (سینی‌ها و تشتک‌ها) و ظروف مناسب برای گیاهان بزرگتر (دارای ریشه عمیق‌تر).

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)

اجزای محیط رشد ریشه مثل خاک رس، لوم، مواد آلی و ورمی کیولیت^۱ بارهای الکتریکی منفی دارند این بارها، بارهای الکتریکی مثبت (کاتیون) را جذب و نگه می‌دارند. بیشتر کودها بارهای الکتریکی دارند. برخی منفی و برخی مثبت. یونهایی که

1- Vermiculite



جدول ۱-۵ درصد کل حجم اشغال شده در گلدان^۱ (۱۷ cm) که توسط مواد جامد، آب و هوا در مکشهای رطوبتی ظرفیت ظرف و ۱۵ بار (Bat) در محیطهای کشت مختلف^۲

ماده / مخلوط	آب در				وزن مخصوص ظاهری	
	آب (٪)	هوا (٪)	دسترس (٪)	cc	۱۵ بار	۱۵ بار
مواد جامد (٪)	cc ^۲	۱۵ بار ^۳	cc	۱۵ بار	g/dm ³	lb/ft ³
خاک (رس شنی)	۵۳/۳	۳۹/۸	۶/۴	۶/۹	۴۰/۳	۲۳/۴
شن (دانه‌بندی شده)	۵۹/۳	۳۵/۴	۴/۴	۵/۳	۳۶/۳	۳۱/۰
پیت ماس خزه‌ای	۱۵/۴	۷۶/۵	۲۵/۸	۸/۱	۵۸/۸	۵۰/۷
ورمی کیولیت	۱۷/۳	۵۳/۲	۲۹/۱	۱۹/۵	۴۳/۶	۲۴/۱
پوست کاج مسن > ۱۰ mm	۲۰/۷	۵۸/۹	۳۰/۳	۲۰/۴	۴۹/۰	۲۸/۶
پرلیت	۳۶/۹	۳۸/۳	۲۰/۲	۲۴/۸	۴۲/۹	۳۲/۱
دانه‌های پلی استیرن	۶۴/۶	۱۰/۵	۱/۰	۲۴/۹	۳۴/۴	۱۲۰
راک‌وول دانه‌ای	۸/۹	۶۵/۰	۴/۴	۲۶/۱	۸۷/۰	۱۶/۵
۱ شن: ۱ پیت ماس: ۱ خاک	۴۵/۴	۴۸/۷	۸/۵	۵/۹	۴۰/۲	۹۹/۷
۱ ورمی کیولیت: ۱ پیت ماس	۱۳/۱	۷۰/۳	۲۴/۱	۱۶/۶	۶۶/۲	۵۳/۳
۱ پیت ماس: ۱ شن: ۳ پوست کاج	۲۹/۵	۵۲/۴	۲۱/۵	۱۷/۰	۴۹/۰	۹۴۲
۱ پیت ماس: ۱ راک‌وول	۸/۳	۷۰/۹	۱۱/۳	۲۰/۸	۸۰/۴	۵۹/۶

۱- type - Azalea: اطلاعات داده شده توسط ویلیام سن، فونتینو دیارتمان علوم گیاهی، دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی، رالیه NC ۲۷۶۹۵. اجرای مورد استفاده مخلوطها شامل خاک رس سنگین، پیت ماس خزه‌ای، شن دانه‌بندی شده و پوست کاج مسن در ۱۰۰ میلی‌متر است. ۲- ظرفیت ظرف به مقدار آبی که محیط رشد ریشه می‌تواند در برابر جاذبه درست پس از آبیاری نگهدارد. ۳- ۱۵ بار به نقطه پژمردگی دایمی یعنی نقطه‌ای که گیاه ضرورتاً تمام آب موجود را جذب کرده است. ۴- آب در دسترس مقدار آبی است که بین ظرفیت ظرف و مکش ۱۵ بار قرار دارد مگر این‌که طور دیگری بیان شود، و به صورت درصد کل حجم گلدان مطرح شود. ۵- محاسبه درصد آب، درصد هوا و درصد آب در دسترس، بر اساس مکش رطوبتی، ۲۰۰ سانتی‌متر خاک است تا ۱۵ بار، از آنجا که محتوای آب برای این ۵ جزء خیلی کم بین ۳۰۰ و مکش ۱۵ بار تفاوت می‌کند تفاوتهای کوچکی به صورت نتیجه اتفاق می‌افتند.

در کودها دارای بار مثبتند عبارتند از آمونیوم، پتاسیم، کلسیم، منگنز، آهن، روی و مس. خاک مزرعه و محیط کشت در گلخانه با نیروی الکتریکی این مواد غذایی را جذب و نگه می‌دارند به طوری که در طول بارندگی یا آبیاری سنگین شسته نمی‌شوند. در عین حال این مواد غذایی که با نیروی الکتریکی نگه داشته شده‌اند در دسترس گیاهانند (برای گیاه قابل جذبند). ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) نشاندهنده اندازه بار الکتریکی منفی است که به صورت میلی‌اکی‌والان^۱ در 100 cm^3 (100 cc) محیط کشت خشک بیان می‌شود. میزان $6\text{--}15\text{ me}/100\text{ cc}$ برای محیط کشت گلخانه‌ای در نظر گرفته

جدول ۲-۵ درصد کل حجم اشغال شده ظرف توسط آب و توسط هوا در مکش ظرفیت ظرف برای سه محیط رشد ریشه‌ای در ۵ ظرف دارای اندازه‌های مختلف

سینی‌ها		گلدانهای استاندارد			
۵۱۲ تشکی	۴۸ حجرهای	۱۰ cm	۱۵ cm	۲۰ cm	
۱ پیت ماس: ۱ شن: ۱ خاک					
۵۴/۳	۵۲/۹	۵۱/۲	۴۷/۲	۴۵/۰	آب (%)
۰/۳	۱/۷	۳/۴	۷/۴	۹/۵	هوا (%)
۱ ورمی‌کیولیت: ۱ پیت ماس					
۸۴/۸	۷۹/۵	۷۵/۲	۶۷/۹	۶۴/۴	آب (%)
۲/۱	۷/۴	۱۱/۷	۱۹	۲۲/۵	هوا (%)
۱ پیت ماس: ۱ شن: ۳ پوست کاج					
۶۶/۹	۶۱/۴	۵۷/۶	۵۱/۵	۴۸/۷	آب (%)
۳/۶	۹/۱	۱۲/۹	۱۸/۹	۲۱/۸	هوا (%)

* - اطلاعات داده شده توسط ویلیام س. فونتینو دپارتمان علم باغبانی دانشگاه ایالتی کارولینا Raleigh NC 27695 - 7609. انجری مورد استفاده در مخلوط عبارتند از: خاک رس سنگین، پیت ماس خزه‌ای، شن دانه‌بندی شده و پوست کاج مسن ۱۰ میلی‌متر

1- milliequivalants

می‌شود. مقادیر بالاتر از این مقدار معمول نیستند اما بسیار مطلوبند. در مقادیر پایین‌تر محیط کشت به صورت یک مخزن مناسب برای مواد غذایی عمل نمی‌کند و کود دادن مکرر لازم است. رس، پیت ماس، ورمی کیولیت و اکثر مواد آلی پوسیده شده دارای CEC بالایی هستند و شن، پرلیت، پلی‌استیرن و مواد پوسیده نشده از قبیل سبوس برنج، پوست بادام زمینی، دارای CEC ناچیزی هستند. در آماده ساختن محیط رشد ریشه در نظر گرفتن CEC بالا بسیار مطلوب خواهد بود.

PH:

اهمیت PH محیط رشد ریشه در بخش هشتم بیشتر توضیح داده خواهد شد. در اینجا بیان این نکته کافی است که PH، میزان در دسترس بودن مواد غذایی گیاه را کنترل می‌کند. محصولات گلخانه‌ای به دو دسته تقسیم می‌شوند. اکثر آنها به بهترین وجه در PH نسبتاً اسیدی یعنی (۶/۲ تا ۶/۸) در مخلوط کشت حاوی خاک و PH ۵/۴ تا ۶/۰ در محیط کشت بدون خاک رشد می‌کنند. تعداد کمی از محصولات «اسید دوست» خوانده می‌شوند زیرا آنها در PH‌های اسیدی (۴/۵ الی ۵/۸) بهتر رشد می‌کنند.

پیت ماس خزهای، پوست کاج، و بسیاری از کمپوستها اسیدیند. پیت ماس می‌تواند دارای PH زیر ۴/۰ باشد شن و پرلیت خنثی هستند ($PH = 7.0$) ورمی کیولیت و پوست برخی از درختان پهن برگ قلیایی (بازی) هستند (PH بالای ۷) خاک مزرعه می‌تواند اسیدی ($PH = 3.5$) تا قلیایی ($PH = 8.5$) باشد. Rockwool دارای PH خنثی تا قلیایی خفیف است. چک کردن سطح PH محیط کشت تهیه شده و تنظیم آن در سطح مناسب پیش از کاشتن اهمیت زیادی دارد (دستورالعملها در بخش هشتم داده شده‌اند) محیط‌های کشت تجاری که معمولاً توسط سازندگان تولید می‌شود با سطح PH مناسب تنظیم می‌شود.

اجزای محیط رشد ریشه

مواد زیادی وجود دارند که می‌توان از آنها اجزای محیط رشد ریشه را تهیه کرد در جدول ۵-۳ اجزایی که رایج‌ترین کارهایی که هر یک انجام می‌دهند و هزینه هر کدام لیست شده‌است. اجزا با توجه به هر یک از چهار عمل مورد نیاز و محیط رشد ریشه مشخص شده‌اند. انتخاب اجزاء براساس عملی که انجام می‌دهد، هزینه و موجود بودن آنها صورت می‌گیرد.

جدول ۳-۵ اجزای محیط رشد ریشه، کارهای آنها و هزینه آنها در زمان تحویل

اجزا	نگهداری آب	نگهداری مواد غذایی	سبکی وزن تهویه	مترمکعب/دلار	$\$/ft^3$	$\$/ft^3$
خاک مزرعه	x	x			۰/۴۰	۱۴/۲
پیت ماس خزهای	x	x			۰/۹۵	۳۳/۵۲
پوست درخت (۵-۱۰ میلی‌متر)	x	x	x		۰/۵۶	۱۹/۷۶
خاک اره پوسیده شده	x	x			۰/۵۶	۱۹/۷۶
کود دامی	x	x	x		۰/۵۶	۱۹/۷۶
ورمی‌کیولیت	x	x		x	۱/۴۵	۵۱/۱۸
رس آهکی	x	x	x			
پوست درخت (۱۰-۱۹ میلی‌متر)	x	x	x	x	۰/۵۶	۱۹/۷۶
شن دانه‌بندی شده			x		۰/۵۶	۱۹/۷۶
پرلیت			x	x	۱/۵۰	۵۲/۹۴
پلی‌استیرن			x	x	-	-

خاک مزرعه

پیش از پاستوریزه کردن خاک، که در اوایل دهه ۱۹۵۰ آغاز شد جایگزین کردن سالانه محیط کشت گلخانه‌ای مرسوم بود و این عمل معمولاً در طی تابستان انجام می‌شد. توجه زیادی به نوع خاک مزرعه مورد استفاده شد خاکهایی با ساختمان عالی و بافت لوم نشان داده بودند که مطلوبترین و بهترین خاکها هستند.

با قرار گرفتن گلخانه‌ها در منطقه‌ای که خاک مناسبی دارد نوع بافت خاک تضمین می‌شود. ساختمان خوب خاک با کاشت گیاهان خانواده گرامینه و شبدر در خاک به مدت یک تا سه سال در مزرعه بدست می‌آید. ریشه‌های باقیمانده این نوع محصولات به تدریج در خاک تجزیه شده و هوموس تولید می‌کنند و به این نحو باعث تشکیل ساختمان خوب در خاک می‌شود. گور گیاه تیموتی رد-تاپ^۱، شبدر قرمز، شبدر آلزیک و شبدر لادینو معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرند. محصول دو بار در سال چیده شده و آنها را در زمین باقی می‌گذارند. در طول پائیز بعد از تابستان (زمانی که خاک به داخل گلخانه برده می‌شود). محصول دیسک زده می‌شود و خاک انباشته می‌شود تا تجزیه محصول انجام شود از آنجا که پرورش دهندگان گل و سبزیجات محیط رشد ریشه را تعویض نمی‌کنند فقط در زمان احداث گلخانه وجود خاک مزرعه‌ای مناسب در محل احداث اهمیت پیدا می‌کند. به هر حال پرورش دهندگان گیاهان گلدانی اگر از محیط کشت حاوی خاک استفاده می‌کنند باید دارای ذخیره دائمی خاک خوب مزرعه باشند. بسیاری از مناطقی که در آن گلخانه قابل احداث است از لحاظ مسکونی و تجاری توسعه یافته است این امر باعث شد که گلخانه‌های جدید در مناطقی با خاک ضعیفتر بنا شده تا از مزیت عوامل دیگری چون حمل و نقل، دسترسی به کارگر و وسایل رفاهی بهره‌مند شوند. چنین تاجرینی که به دلیل نداشتن خاک مزرعه‌ای مناسب، خاک باکیفیت خوب را از محل دیگری خریداری می‌کنند، این امر را صرفاً بخاطر درآمدهای پراکنده‌ای که از

هزینه کم یا تفاوت زیاد قیمت آنها در محلهای دیگر نصیبشان می‌شود، انجام می‌دهند. این پرورش‌دهندگان دریافته‌اند که استفاده از محیط کشت فاقد خاک، مناسبتر است.

پیت ماس و پیت

انواع متفاوتی از پیت وجود دارد رنگ پیت ماس از خرمایی روشن تا قهوه‌ای متغیر است که حداقل تجزیه روی آن صورت گرفته. و از خزه اسفاگونوم یا هیپنوم^۱ تشکیل می‌شود (ولی بیشتر آن از خزه اسفاگونوم است) و دارای محتوای نیتروژن ۰/۶ تا ۱/۴ درصدی است و به آرامی تجزیه می‌شود بنابراین وجود نیتروژن مشکلی ایجاد نمی‌نماید.

بالاترین ظرفیت نگهداری آب در میان تمامی پیت‌ها دارد و تا ۶۰٪ حجم خود را در آب نگه می‌دارد در میان پیت‌ها، پیت ماس اسفاگونوم بیشترین خاصیت اسیدی با PH ۳/۰ تا ۴/۰ را دارا بوده و نیاز به ۸ الی ۲۰ کیلوگرم سنگ آهکی که خیلی خرد شده در مترمکعب دارد تا PH را به سطحی برساند که برای اکثر گیاهان مناسب باشد در مناطقی که دارای آب سنگین حاوی کلسیم است ممکن است PH پایین این ماده مناسب باشد.

ساختمان خوب خزه را هنوز می‌توان در خزه پیت ماس مشاهده کرد. مقادیر زیادی از آب روی سطوح وسیع خزه نگهداری می‌شود و همچنین تبادل خوب گازی در حفرات بزرگ بین دانه‌های (تکه‌های) پیت ماس انجام می‌گیرد و به همین دلیلی که اخیراً گفته شد پیت ماس را نباید آنچنان ریز و خرد کرد که ساختمان فیبری پیدا کند. پیت ماس هیپنوم دارای PH ۵/۲ تا ۵/۵ است و وقتی که با ورمی‌کیولیت به کار برده می‌شود نیاز به

1- hypnum

سنگ آهک نیست زیرا ورمی کیولیت دارای خاصیت قلیایی خفیف است. مخلوطی که برای محصولات گلدانی در گلخانه به طور موفقیت آمیزی به کار می رود از ۵۰ قسمت پیت ماس هیپنوم، ۴۰ درصد پرلیت، ۱۰ درصد ورمی کیولیت تشکیل شده است.

پیت تشکیل شده از نی و جگن^۱ قهوه ای تا قهوه ای متمایل به قرمز است و از گیاهان باتلاقی شامل نیها، جگنها^۲ علفهای مردابی^۳ و لوئیها تشکیل شده است. این ماده در درجات متغیر تجزیه پدید می آید ولی میزان تجزیه آن خیلی بیشتر از پیت ماس است در نتیجه حاوی ذرات بسیار کوچکی است که منجر می شود ساختمان آن بسیار ضعیفتر از پیت ماس باشد. همچنین ظرفیت نگهداری آب در پیت تشکیل شده از نی و جگن^۴ پایینتر از پیت ماس است. بسته به گیاهی که Reed - Sedge peat از آن تشکیل شده، PH آن می تواند بین ۴/۰ تا ۷/۵ تغییر کند اگرچه پیت ماس از این نظر به طور عمومی مورد استفاده بسیار زیادی در گلخانه ها دارد ولی می توان از Reed - Sedge peat در محیط رشد ریشه (اگر بخواهیم PH به درستی تنظیم شود) برای گلدان و محصولاتی که روی سکو کشت می شوند استفاده کرد.

پیت هوموس^۵ به رنگ قهوه ای تیره تا سیاه است و نسبت به دیگر پیتها بیشترین میزان تجزیه روی آن صورت گرفته است و معمولاً از پیت ماس هیپنوم یا Reed - Sedge peat به دست می آید که در آن باقی مانده های گیاهی قابل تشخیص نیستند و ظرفیت نگهداری آب آن کمتر از پیت های دیگر است. سطح PH در پیت هوموس از ۷/۵ - ۵ متغیر است. این ماده به طور متوسط دارای نیتروژن نسبتاً زیادی است که آن را برای کشت بذور در سینی های گیاهان حساس به شوری نامناسب می سازد. نیتروژن آمونیومی که از پیت هوموس آزاد می شود می تواند به حدی برسد که برای بیشتر گیاهان حساس مثل نشاءهای جوان، بنفشه آفریقایی، گل میمون و آزالیا

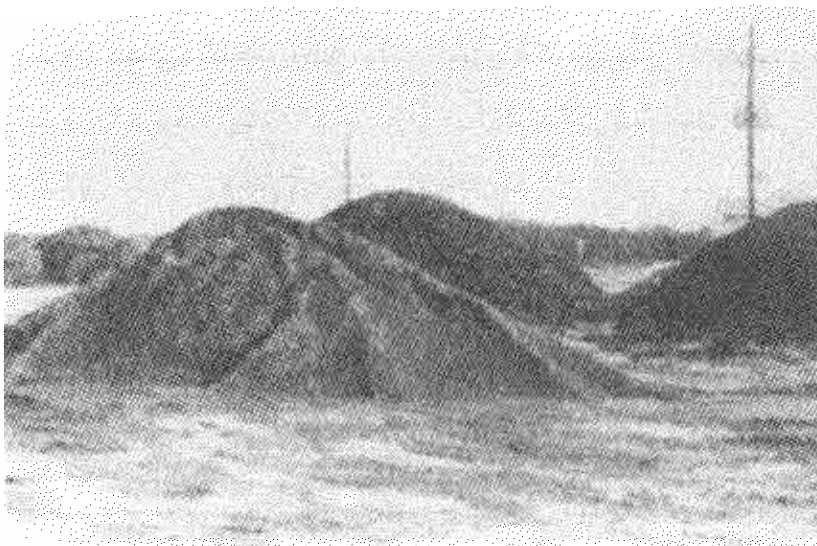
1- Reed - Sedge peat

2- sedge

3- marsh grasses

4- Reed - Sedge peat

5- peat humus

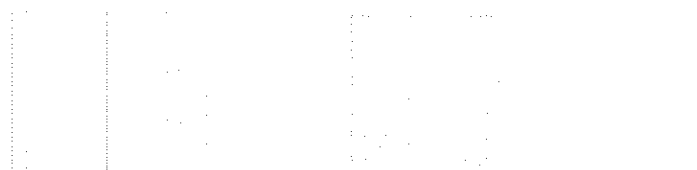


شکل ۴-۵- امروزه از پوست انواع درختان در سرتاسر آمریکا به صورت جانشینی برای پیت ماس به نحو گسترده‌ای استفاده می‌شود. در اینجا تصویر پوست کاج را مشاهده می‌کنید. این مواد را به صورت توده‌ای به مدت سه ماه یا بیشتر انبار کرده تا فرآیند تجزیه در آن انجام شود و پس از غربال کردن آن در اندازه‌های مختلف روانه بازار می‌کنند ذراتی که از میان یک غربال مشبک ۱۰ میلی‌متری عبور داده می‌شوند برای تهیه محیط کشت در گلدانها به کار می‌روند (سمت چپ تصویر) ذرات ۱۹-۱۰ میلی‌متری برای اصلاح محیط کشت گلهای بریده به کار می‌روند (سمت راست تصویر) و ذرات بزرگتر برای مالچ‌پاشی به کار برده می‌شوند (وسط تصویر)

سمی باشد. نیتروژن آمونیومی در طی تجزیه میکروبی پیت هوموس آزاد می‌شود زیرا بیش از یک کیلوگرم نیتروژن به ازای ۳۰ کیلوگرم کربن در آن موجود است پیت هوموس به ندرت در گلخانه به کار برده می‌شود.

پوست درختان

پوست سرخدار و پوست صنوبر سالیان درازی در ساحل جنوبی آمریکا به صورت یکی از اجزای محیط رشد ریشه در گلخانه و خزانه به کار برده شده است. تکه‌های درشت



پوست صنوبر محیط خوبی را برای ثعلبها فراهم می‌آورد، پوست کاج (شکل ۵-۴) به صورت گسترده در سرتاسر آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد چوب درختان پهن‌برگ در بسیاری از ایالات این کشور به کار برده می‌شوند و عملکرد همه آنها بسیار رضایت‌بخش است.

در مقایسه با برخی مواد که پوست درخت در محیط رشد ریشه می‌تواند جایگزین آنها شود (بیشتر پیت ماس اسفاگنوم)، پوست درخت ارزانتر است به سبب نیاز به فرآیند تجزیه در پوست درخت، پیش از این که در محیط رشد ریشه به کار برده شود، چندین شرکت به فرآوری آن اقدام می‌کنند البته فرآوری روی پوست درخت باعث افزایش قیمت آن می‌شود ولی مزیت این کار نیز بسیار زیاد است.

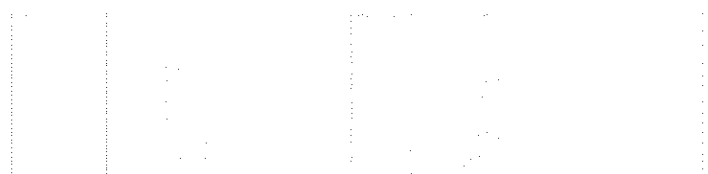
وقتی که پوست از کنده جدا می‌شود مقادیر متغیری از لایه زاینده (کامبیوم) و چوب جوان همراه آن جدا می‌شود این مواد دیرتر از پوست تجزیه شده و مشکل افزایش نیتروژن را شدت می‌بخشند در بهار زمانی که رشد بیشتر است محتوای این مواد در بالاترین حد خود است. پس از گذشت مدتی، پوست از این اجزاء جدا شده و مرحله‌ای را آغاز می‌کند که در آن عمل تجزیه کند و به ندرت انجام می‌شود. در این زمان نیتروژن مشکل ایجاد نمی‌کند.

کنندن پوست درختان پهن‌برگ و سوزنی‌برگ باعث رکورد رشد و صدمه به گیاهان می‌شود. در طول عمل تجزیه که به مدت ۳۰ روز انجام می‌شود ظاهراً ترکیبات ناشناخته‌ای از بین می‌روند. توضیح آن می‌تواند در این باشد که ماده سمی اسید استیک است که در مراحل اولیه تجزیه تولید می‌شود و به سرعت در مراحل بعدی تجزیه از بین می‌رود (هوتینینگ، ایچ، یادداشت‌های شخصی). تجزیه و تاثیر مثبتی روی پوست درخت و خاک اره دارد پوست تازه و خاک اره به خاطر CEC پایین (۱۰۰ cc/me/ ۱/۶) نمی‌توانند مواد غذایی کود را به خوبی نگه دارند پس از این که تجزیه صورت می‌گیرد CEC به (۱۲ cc/me/ ۱۰۰) یا بیشتر می‌رسد و ظرفیت نگهداری مواد غذایی را

در پوست درخت و خاک اره افزایش می‌دهند.

تجزیه به دو صورت انجام می‌گیرد در روش اول به میزان $1/8$ کیلوگرم نیتروژن فعال در مترمکعب ($1/8 \text{ Kg N/m}^3$) با پوست درخت مخلوط شده و پوست به صورت توده انباشته در مزرعه قرار می‌گیرد و نترات آمونیوم منبع خوبی از نیتروژن است که به میزان $5/3 \text{ Kg /m}^3$ به کار می‌رود زیرا دارای 33% نیتروژن است. یک دوره چهار یا شش هفته‌ای برای تکمیل مرحله سریع تجزیه کافی است. در روش دوم، هیچ نیتروژنی به کار نمی‌رود و به یک دوره سه ماه تا یک ساله احتیاج است. هر چند روش اول یک محصول نهایی رضایت بخشی را به دست می‌دهد. تجزیه به هر دو روش به از بین رفتن ترکیبات بازدارنده، فاسد شدن چوب و خرد شدن ذرات بزرگتر به کوچکتر منجر می‌شود.

توده‌های انباشته شده این مواد نباید بیش از $3/7 \text{ m}$ عمق داشته باشد زیرا در طول فرایند تجزیه گرما تولید می‌شود که در صورت شدت یافتن بیش از حد می‌تواند توده را به آتش بکشند. لایه رویی باید پس از یک یا دو هفته تجزیه، به داخل توده برده شوند تا از فرآوری تمامی پوست اطمینان حاصل شود. گرمای حاصل از عمل تخمیر برای پاستوریزه کردن پوست کافی است ارگانیسمهای مضر، حشرات، نماتدها، و بذر علفهای هرز به این ترتیب از بین می‌روند. جابه‌جا کردن در مراحل بعدی باید طوری انجام گیرد که این پاکیزگی حتماً حفظ شود و پوست نباید در جایی که محصولات کاشته می‌شوند یا جایی که آب زهکشی شده زمینها جمع‌آوری می‌شوند، انباشته شود. وسایلی که برای جابه‌جایی پوست به کار می‌روند اگر پیش از آن در مزرعه استفاده می‌شد باید ابتدا استریلیزه شوند. اگر پوست در کیسه ریخته می‌شود می‌توان گفت از عدم آلودگی آن اطمینان حاصل می‌شود. پرورش‌دهندگان، خرید پوست را به صورت فله (غیر بسته‌بندی شده) اقتصادی می‌دانند. پیش از فروش، پوست برای مقاصد مختلف، غربال می‌شود. ذرات به اندازه 3 میلی‌متر و ریزتر همچون اصلاح‌کنندگان خاک در



زمینهای چمن کاری شده گلف به کار می‌روند. ذرات به اندازه ۱۰ mm و ریزتر برای تهیه محیط کشت گیاهان گلدانی گلخانه ترجیح داده می‌شوند و ذرات ۱۰ تا ۱۹ mm برای اصلاح مواد آلی در محیط کشت گل‌های بریده گلخانه به کار برده می‌شوند. ذرات بزرگتر همچون مالتج استفاده می‌شوند.

از آنجا که بیشترین هزینه پوست درخت مربوط به ارسال آن است (۱/۲۵ دلار یا بیشتر در هر کیلومتر) بنابراین به دست آوردن پوست از منابع محلی به صرفه‌تر است به این دلیل انواع زیادی از پوست در سرتاسر آمریکا به مورد استفاده قرار می‌گیرند به‌طور کلی قیمت پوست فرآوری شده از یک چهارم تا دو سوم قیمت پیت ماس اسفاگونوم متغیر است.

خاک اره

از بسیاری جهات خاک اره مشابه پوست درخت است و باید به میزان کمی عمل تجزیه روی آن صورت گیرد در مراحل اولیه تجزیه میزان تجزیه و تجمع نیتروژن بیش از حد است و ممکن است حاوی مواد سمی مثل رزین^۱، تانن یا تورپنتین^۲ باشد.

حتی پس از فرآوری خاک اره سریعتر از پوست تجزیه شده و به سبب بزرگ بودن نسبت $\frac{C}{N}$ آن (۱۰/۱) تعداد زیادی از نیتروژن در محیط ریشه جمع می‌شود در حالی که این مشکل در پوست چندان مهم نیست. که باید این مساله را در هنگام کود دادن به محیط کشت حاوی خاک اره فرآوری شده در نظر داشت.

توده‌های موجود خاک اره در نواحی جنگلی اغلب می‌تواند فقط با پرداخت هزینه حمل و نقل در دسترس قرار گیرد اگر توده‌ای که یک سال یا بیشتر از عمر آن می‌گذرد، وجود داشته باشد خاک اره زیر لایه رویی باید به خوبی فرآوری شده باشد و باید

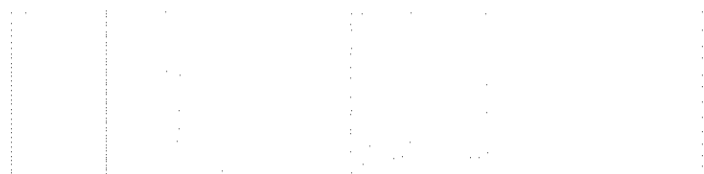
مواظب بود تا از نواحی عمیق توده که شسته نشده‌اند و به میزان زیادی اسیدی بوده و برای گیاهان زیان‌آورند دوری کرد. این نواحی در طی عمل تخمیر اکسیژن کافی دریافت نکرده و در نتیجه اسیدهای آلی فرار تشکیل شده در این بخش تجمع یافته‌اند.

می‌توان این بخش از خاک اره نامناسب را توسط بوی گس زننده آن و رنگ سیاه مختص آن تشخیص داد. می‌توان این خاک اره را با قرار دادن در معرض هوا و باران به مدت یک فصل، اصلاح کرد ولی پس از این عمل نیز اسیدی‌تر از خاک اره‌ای خواهد بود که به‌طور مناسب فرآوری شده است.

خاک اره‌ای که با نیتروژن اضافی به مدت یک ماه تا مرحله‌ای که مناسب استفاده در محیط رشد ریشه باشد فرآوری شده است دارای خاصیت اسیدی زیادی است و نیاز به آهک دارد تا خنثی شود. در این مرحله دانه دانه و به رنگ قهوه‌ای تیره است و این ماده در طی استفاده در گلدان یا سکو در گلخانه به تجزیه ادامه می‌دهد. انواع مختلفی از خاک اره چوب کاج و بعضی از انواع خاک اره چوب درختان پهن‌برگ به مرور زمان به مقادیر بیشتری از آهک نیاز دارند. خاک اره مثل مواد گیاهی دیگر هنگامی که کاملاً عمل فرآوری روی آن صورت گرفته است دارای PH بسیار نزدیک به خنثی (۷) است این امر زمانی مفید واقع می‌شود که عمل فرآوری کامل پیش از این که خاک اره همچون محیط کشت به کار رود، روی آن صورت گرفته باشد.

کود دامی

اضافه کردن سالانه کود دامی که عموماً کود پوسیده گاوی است، عملی متداول در بستر گل‌های بریده بود و به‌طور مکرر تا اواسط قرن حاضر در خزانه‌های گلدانها به کار می‌رفت زمانی که پاستوریزه کردن خاک عمومیت یافت مشکل سمی بودن آمونیوم در نتیجه آن به وجود آمد و جلوی استفاده بیشتر کود دامی را گرفت (در بخش ششم در



پاستوریزه کردن محیط رشد ریشه راههای برخورد با این مشکل مورد بحث قرار خواهد گرفت) مقدار کمی از پرورش دهندگان امروزه از کود دامی استفاده می کنند و به منفعتهای آن پی برده اند.

کود دامی دارای CEC بالایی است و در نتیجه همچون نگهدارنده مناسبی برای مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرد به علاوه منبع خوبی از مواد غذایی است و در نتیجه استفاده از آن، کمبود عناصر کم مصرف^۱ به چشم نمی خورد در واقع کمبود عناصر کم مصرف در روزهایی که به طور معمول از کود دامی استفاده می شود به ندرت به چشم می خورد. امروزه چنان کمبودهایی مشکل بزرگی تلقی می شوند. کود دامی همچنین دارای مقادیر کمی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم است (به جدول ۵-۴ نگاه کنید) از آنجا که مقادیر زیادی از کود دامی در محیط رشد ریشه به کار می رود بخش مهمی از کل نیاز به این سه ماده غذایی برآورده می شود کود دامی دارای ظرفیت نگهداری آب بالایی است که به این ترتیب نیاز اساسی محیط کشت در گلخانه برآورده می شود. پیت ماس شاید از نظر اعمالی که در محیط رشد ریشه انجام می دهد شباهت زیادی به کود دامی داشته

جدول ۴-۵ عناصر اصلی موجود در چند نوع کود دامی تازه

میزان مواد غذایی برحسب درصد وزن تر			
کود به دست آمده از	نیتروژن (N)	نیتروژن (N)	پتاسیم K ₂ O
گاو	۰/۵	۰/۳	۰/۵
مرغ	۱/۰	۰/۵	۰/۸
اسب	۰/۶	۰/۳	۰/۶
گوسفند	۰/۹	۰/۵	۰/۸
خوک	۰/۶	۰/۵	۱/۰

1- micronutrient

باشد و در واقع از دهه ۱۹۵۰ جایگزین کود شده است.

کود گاوی پوسیده بهترین نوع از کود مورد استفاده در گلخانه است. انواع دیگر قویتر بوده و باید با احتیاط و در مقادیر کمتر به کار برده شوند. برای مثال کود ماکیان، دارای آمونیاک بیش از حد بوده و به ریشه شاخ و برگ صدمه می زند. کود گاوی به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد حجمی در محیط رشد ریشه قرار می گیرد. سپس محیط کشت با بخار یا مواد شیمیایی برای از بین بردن ارگانیزمهای بیماری زای مضر، حشرات، نماتدها و بذر علفهای هرز پاستوریزه می شود (استفاده از کود دامی که دارای مقدار قابل ملاحظه ای بذر علفهای هرز است که در صورت عدم پاستوریزاسیون مشکل آفرین می باشد) پس از پاستوریزه کردن مهم است که هر بار مقدار کافی آب جهت شستشو به کار رود تا از عدم تجمع نیتروژن آمونیومی که از کود دامی ناشی می شود، اطمینان حاصل شود. حتی اگر محصولی در محیط کشت کاشته نشود باید هر چند وقت یک بار بستر را تحت عمل شستشو قرار داد.

تجمع نیتروژن آمونیومی در محتوای کل نمک محلول محیط ریشه دخیل بوده و می توان به آسانی با استفاده از آزمایش نمکهای محلول به وجود آن پی برد. پرورش دهندگان می توانند این آزمایش را به راحتی انجام دهند (در بخش هشتم در این مورد بحث خواهد شد) به طور معمول کود در حالت مرطوب به کار گرفته می شود که البته مشکلاتی را برای آماده سازی مکانیزه محیط رشد ریشه فراهم می کند. مشکلاتی که پس از پاستوریزه کردن وجود دارد مانع از ریختن آن در محیط کشت جهت استفاده بعدی می شود. شرایط نامناسب فیزیکی و وزن سنگین آن از ارسال آن به فواصل بیش از چند مایل از مبدا جلوگیری می کند پیش از این که اعمال خشک کردن، خرد کردن متداول شود و راهی برای حل مشکل تشکیل نیتروژن آمونیوم پیدا شود فقط تعداد معدودی از پرورش دهندگان به دلیل وجود منبع محلی کود دامی و دارا بودن دانش فنی از این ماده استفاده می کردند.



فرآورده‌های جانبی محصولات

برخی از مواقع از کاه جهت اصلاح محیط رشد ریشه‌ای استفاده می‌شود اما باید به قطعات ۸ سانتیمتری یا کمتر از نظر طولی خرد شوند تا به‌طور همگن با خاک مخلوط شوند. هزینه این عمل بالا است از آنجایی که کاه به سرعت تجزیه می‌شود باید آن را ۲ تا ۳ بار در سال به خاک اضافه کرد که آن نیز پرخرج است گاه‌گاهی انواع مختلفی از مواد اصلاح‌کننده آلی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند که شامل پوست بادام زمینی، باگاس و پوست برنج است. این مواد دارای نسبت $\frac{C}{N}$ زیاد بوده و باعث تجمع نیتروژن می‌شود. اگر میزان تجمع (بلوکه شدن) نیتروژن اندازه‌گیری شود و نیتروژن اضافی به آن افزوده شود هیچ مشکلی بوجود نخواهد آمد.

باقیمانده گلها یعنی شاخ و برگ، ساقه‌ها و ریشه‌هایی که پس از برداشت گل‌های بریده در سکو‌ها باقی می‌مانند، می‌توانند همچون منبع مواد آلی در نظر گرفته شوند. پرورش‌دهندگان، کاهین را به قطعات کوچکتر خرد کرده و آن را در داخل محیط رشد ریشه به کار می‌برند. چون این ماده آلی (پیش از خرد شدن) همانند بسیاری دیگر از محصولات زنده و در حال رشد است بهترین میزبان برای انتقال بیماری‌ها از محصولی به محصول دیگر به‌شمار می‌رود و باید به همراه محیط کشت پاستوریزه شود از آنجا که بسیاری از پرورش‌دهندگان پس از هر محصول عمل پاستوریزاسیون را انجام نمی‌دهند، باقی‌مانده‌های محصول بیشتر به بیرون از گلخانه انتقال داده می‌شود باقی‌مانده‌های محصولات که به‌طور کامل در بیرون از گلخانه فرآوری می‌شوند می‌توانند اصلاح‌کننده خوبی برای محیط رشد ریشه باشند.

زباله فرآوری شده

بسیاری از شهرداری‌ها مجموعه مواد زیاد و بیرون ریخته شده آشپزخانه و آشغال جامد خانگی را با یکدیگر می‌آمیزند در زمان فرآوری این زباله‌ها، اکثر فلزات، پارچه‌های

کهنه و اقلام بزرگتر بازیافت می‌شوند و سپس باقی‌ماندهٔ آشغال خود می‌شود و برای انجام عمل فرآوری تلنبار می‌شود. با عمل میکرو ارگانیزم‌های تجزیه‌کنندهٔ مواد آلی، در این توده‌ها گرما تولید می‌شود که ارگانیزم‌های مضر را نابود و فراورده‌ای به رنگ قهوه‌ای تیره و تا اندازه‌ای دانه دانه به وجود می‌آورد. شیشه به اندازهٔ کافی خرد می‌شود تا از به وجود آمدن خطر جلوگیری شود. در این ماده PH حدوداً ۸/۵ و محتوای نمک آن نسبتاً بالا است که با عمل شستشو از آن خارج می‌شود. آشغال فرآوری شده به خوبی مالچ به کار می‌رود ولی به خوبی مالچ تهیه شده از اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت نیست این مشکل از گوناگونی مواد زاید ناشی می‌شود. وقتی که نسبتی بالا از فضولات آشپزخانه در زباله موجود باشد فراورده‌های غنی از هوموس تولید می‌شود که جاشین خوبی برای پیت ماس در محیط کشت سنتی حاوی خاک است. وقتی نسبت‌های بالا از چوب، کاغذ، پلاستیک و یا موادی دیگر در زباله موجود باشد، فراورده‌ای تولید می‌شود که باعث تجمع نیتروژن در محیط رشد ریشه می‌شود و به سادگی مثل یک جزء غیرفعال که جایگزینی خوب برای شن است، عمل می‌کند. آزمایش‌ها نشان داده‌اند که تنوع در نوع زباله منجر به این شده است که فراورده‌های به دست آمده از زباله‌ها از نظر کیفیت از خوب تا بد تقسیم‌بندی می‌شوند. پیش از این که بتوان این فراورده را به صورت یکی از اجزاء تشکیل‌دهندهٔ محیط رشد ریشه استفاده کرد نیاز به عملیات دیگری نیز نخواهد بود.

ورمی‌کیولیت^۱

کانی ورمی‌کیولیت اساساً در ایالات متحده (بیشتر در مونتانا و کارولینای جنوبی و در آفریقا به صورت ماده معدنی سیلیکات^۲ میکا استخراج می‌شود این کانی خود دارای

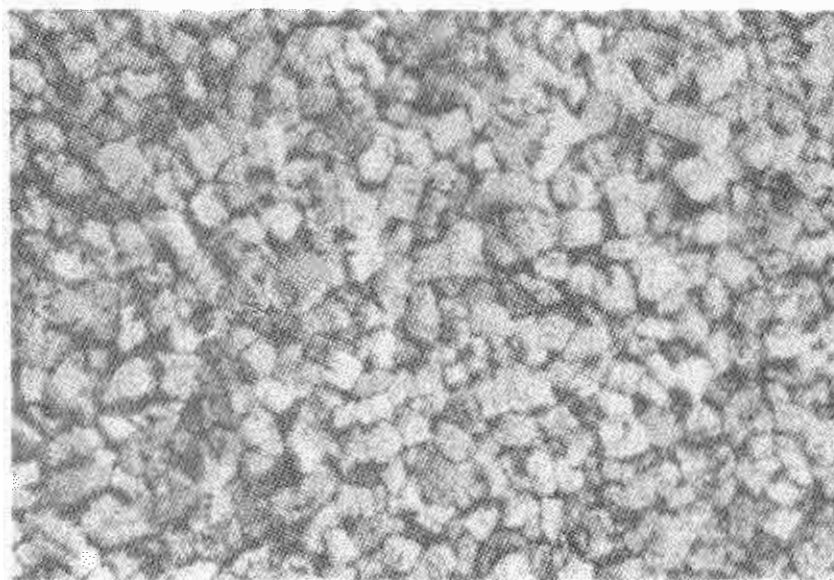
1- Vermiculite

2- silicate

وزن مخصوص ظاهری خشکی به میزان $1040-880 \text{ g/dm}^3$ است ولی هنگام استفاده در محیط ریشه منبسط می شود که به این علت وزن مخصوص ظاهری تا $(110-160 \text{ g/dm}^3)$ پایین می آید شکل (۵-۵). سبکی وزن این ماده آن را برای محیط رشد گیاهان بسیار مطلوب می سازد. هر ذره از کانی ورمی کیولیت دارای صفحات نازکی است که به صورت موازی روی هم قرار گرفته اند در این صفحات رطوبت وجود دارد که در درجه حرارت های بالا انبساط پیدا می کنند و باعث حرکت صفحات از روی هم می شود و ساختاری شبیه آکاردئون باز به وجود می آورد. میزان انبساط می تواند ۱۶ برابر حجم اولیه کانی باشد. ظرفیت نگهداری آب ورمی کیولیت منبسط شده به سبب وجود سطوح گسترده در هر ذره زیاد است خصوصیات تهویه و زهکشی نیز به دلیل منافذ بزرگ بین ذرات خوب است. اندازه معمول ۶ تا ۱۰ میس است (USS)

بارهای الکتریکی و منفی زیادی که روی سطح هر صفحه ورمی کیولیت وجود دارد باعث افزایش CEC تا $(1/9-2/7 \text{ me}/100 \text{ cc})$ می شود مواد غذایی غالب موجود در ورمی کیولیت عبارتند از پتاسیم، منیزیم و کلسیم، محتوای پتاسیم ورمی کیولیت ایالات متحده بخشی از کل احتیاجات یک محصول را برآورده خواهد کرد. محتوای منیزیم ورمی کیولیت آفریقایی بالاست که کل نیازهای یک محصول گلخانه ای را برآورده می کند. ورمی کیولیت دارای PH های متغیری است PH ورمی کیولیت آمریکایی اندکی قلیایی است در حالی که PH ورمی کیولیت آفریقایی بسیار قلیایی است که در برخی از موارد PH نزدیک به ۹ دارد. ورمی کیولیت قلیایی آفریقایی وقتی با اجزای اسیدی تشکیل دهنده محیط کشت مثل پیت ماس یا پوست کاج ترکیب می شود، دیگر مشکل پدید نمی آورد. اگر این ورمی کیولیت به تنهایی در بستر تکثیر گیاهان یا کشت هیدروپونیک به کار برده شود باید PH آن تنظیم شود (کاهش یابد) برای این منظور می توان از ورمی کیولیت ایالات متحده بدون تغییر PH استفاده کرد.

ورمی کیولیت به دلیل بالا بودن ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی آن، تهویه



شکل ۵-۵ - ورمی کیولیت منبسط شده همان طوری که در گلخانه به کار برده می شود. ظرفیتهای بسیار زیاد نگهداری آب و مواد غذایی باعث شده است که از اجزای بسیار مناسب در محیطهای کشت فاقد خاک باشد.

مناسب و وزن مخصوص ظاهری کم از اجزای دلخواه برای محیط کشت فاقد خاک است و معمولاً نیز به این منظور بکار می رود. می توان ورمی کیولیت منبسط شده را به آسانی بین انگشتان فشرده ساخت. در شرایط وزنی (وزن زیاد) محیط کشت دارای خاک، ورمی کیولیت فشرده شده و به این ترتیب عمل تهویه به میزان زیادی کاهش می یابد به همین دلیل از ورمی کیولیت با خاک استفاده نمی شود.

خاک رس خشک شده

دانه های تشکیل شده از ذرات رس تا درجه حرارت بالایی گرما داده می شوند (خشک می شوند) تا دانه های سفت شده ای تشکیل دهند که در برابر متلاشی شدن در محیط رشد ریشه مقاومت کنند. اندازه این دانه های بزرگ (اکثراً ۸ تا ۴۵ میکرون) است و شکل نامنظم دارند در نتیجه در محیط رشد ریشه آنچنان در تماس با یکدیگر نیستند و منافذ بزرگی برای زهکشی و تهویه ایجاد می کنند، در داخل هر دانه خشک شده، ذرات رسی زیادی وجود دارند که تعداد بسیار زیادی منفذ کوچک نگهدارنده آب را تشکیل

می‌دهند. سطوح موجود در هر ۴۵۳ گرم رس خشک شده دارای مساحتی بیش از ۴/۳ هکتار در ساختمان خاک است. رس خشک شده به صورت سخت شده که دارای رنگ نخودی است و دارای وزنی معادل ۴۸۰ تا ۶۴۰ گرم بر دسی مترمکعب در محیط رشد ریشه به کار می‌رود. PH فراورده‌های مختلف رس خشک شده از اسیدی تا قلیایی (۴/۵ تا ۹/۰) متغیر است ولی فقط تأثیر کمی روی PH محیط رشد ریشه دارد. رس‌های خشک شده دارای CEC قابل توجه یعنی (۳/۴ تا ۱۱/۸ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ cc) هستند که باعث افزایش قابلیت نگهداری مواد غذایی در آنها می‌شود. گوناگونی خواص رس‌های خشک شده بستگی به نوع رس مورد استفاده دارد. که عبارتند از رس مونت موری لونیت^۱ از دره می‌سی‌سی‌پی^۲ و رس آتاپولزیت^۳ از فلوریدا و جورجیا. لوسویل^۴ که از رس آتاپولزیت ساخته می‌شود دارای PH ۷/۵ الی ۹/۰ و CEC معادل (۱۱/۸ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ cc) است. تراگرین^۵ و تورفیس^۶ از رس مونت موری لونیت به دست می‌آیند.

باید از رس‌های خشک شده با مقداری برابر با ۱۰ الی ۱۵ درصد حجمی محیط کشت گل‌های بریده استفاده کرد. برای تهیه کشت محیط گیاهان گلدانی این ذرات باید ۲۵ الی ۳۳ درصد حجم کل را تشکیل دهند و حجم باقیمانده از خاک، پیت ماس و یا مخلوطی از هر دو تشکیل شود.

شن

شن در محیط رشد ریشه برای ایجاد بافتی درشت‌تر مورد نیاز است تا زهکشی و تهویه مناسب را به وجود آورد به همین دلیل، شن دانه‌بندی شده (شن تیز و درشت) مورد استفاده قرار می‌گیرد. شن درجه‌بندی شده مختصاتی دارد که در جدول ۵-۵ درج

1- montmorillonite

2- mississippi valley

3- attapulgite

4- fusioil

5- terragreen

6- Turface

شده است. باید از شن شسته شده استفاده کرد. زیرا شن شسته شده فاقد رس، لوم و ماده آلی است در مناطقی که ریزش برف دارند باید در طول زمستان مواظب بود که از خرید شن محتوی نمک جاده (کلرید سدیم یا کلرید کلسیم) جلوگیری شود. نمک جاده به شن اضافه شده و به وزارت راه فروخته می شود زیرا این مخلوط یخ جاده را ذوب می کند. میزان مورد استفاده نمک در شن برای محصولات گلخانه ای مضر است.

پرلیت

پرلیت جانشین خوبی به جای شن برای تأمین تهویه در محیط ریشه است. مزیت عمده آن نسبت به شن وزن سبک آن (۹۵ گرم بر dm^3) در مقایسه با وزن شن (۱۶۰۰ تا ۱۹۲۰ گرم در dm^3) است، پرلیت یک سنگ آتشفشانی سیلیسی است که وقتی خرد گردد و تا $982^{\circ}C$ گرم شود منبسط می شود و ذرات سفیدی با حجره های مسدود و فراوان به وجود می آورد. آب به سطح پرلیت می چسبد اما در داخل دانه های پرلیت نفوذ نمی کند. پرلیت، استریل و از نظر شیمیایی غیرفعال است و CEC ناچیزی (۰/۱۵ میلی اکی والان در ۱۰۰ cc) و با داشتن PH ۷/۵ تقریباً خنثی است و نمی تواند به طور موثری PH محیط رشد ریشه را تحت تاثیر قرار دهد. پرلیت خیلی گرانتر از شن است در نتیجه وقتی استفاده از تراکم کم محیط رشد ریشه مقرون به صرفه باشد، از این ماده استفاده می شود.

دانه های پلی استیرن

این ماده عموماً به نام استایروفوم^۱ استایروپور^۲ و استایرومال^۳ شناخته شده است و مثل پرلیت جانشین خوبی برای شن و سبک است و باعث بهبود وضعیت تهویه محیط

1- styrofoam

2- styropor

3- styromull



جدول ۵-۵

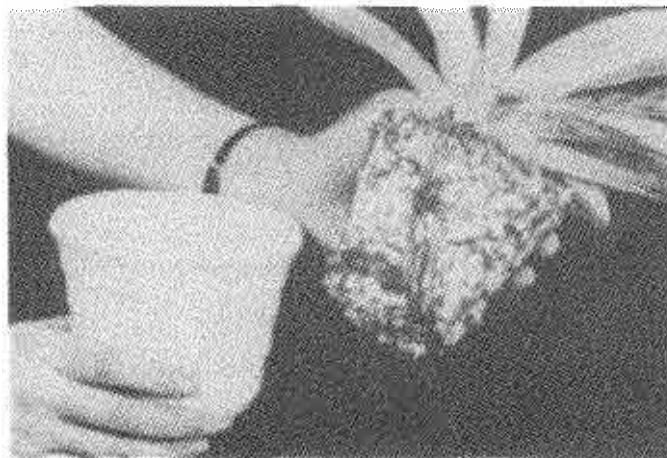
درصدی از ذرات که از غربال عبور می‌کنند	شماره غربال	اندازه ذرات mm
۱۰۰	$\frac{3}{8}$ اینچ	۹/۵
۹۵-۱۰۰	شماره ۴*	۶/۴
۸۰-۱۰۰	شماره ۸	۳/۲
۵۰-۸۵	شماره ۱۶	۱/۱۶
۲۵-۶۰	شماره ۳۰	۰/۸۵
۱۰-۳۰	شماره ۵۰	۰/۵۱
۲-۱۰	شماره ۱۰۰	۰/۲۵

*- این شماره‌ها به تعداد سوراخها در هر ۲/۵ سانتی‌متر اشاره می‌کند. یک غربال شماره چهار دارای سوراخهایی است سوراخها به میزان بسیار کمی کوچکتر از ۰/۶ سانتیمتراند و این به دلیل قطر سیم موجود در بین سوراخهاست.

رشد ریشه می‌شود. این ماده فرآورده‌ای سنتزی و سفید است که دارای حجره‌های بسته بسیاری است که از هوا پر شده‌اند و بیش از اندازه سبک است و کمتر از ۲۴ گرم در dm3 وزن دارند. مثل شن، آب را جذب نمی‌کند و CEC قابل توجهی ندارد این ماده خنثی است و در نتیجه تاثیری روی PH محیط ریشه ندارد اختصاصات شن دانه‌بندی شده برحسب طبقه‌بندی ASTM (انجمن آزمایش خاک در امریکا)

می‌توان پلی‌استیرن را به صورت ساچمه‌ای و یا پولکی تهیه کرد پلی‌استیرن ساچمه‌ای با قطر (۳ تا ۱۰ mm) و پولکی که با قطر (۳ تا ۱۳ mm) موجودند برای تهیه محیط کشت گیاهان گلدانی مناسب‌اند. ممکن است ذره‌های بزرگتر را در محیط کشت در سکوها و برای گیاهان اپیفیت^۱ مثل ارکیده‌ها به کار برد شکل (۵۶) بسته به منبعی که پلی‌استیرن از آن تهیه می‌شود قیمت می‌تواند بسیار متغیر باشد. لبه‌های بریده شده

1- epiphytic



شکل ۶۸- قطعات مساوی دانه‌های پلی‌استیرن (استایرومال) و خزۀ اسفانگنوم که در اینجا نشان داده شده است محیط رشد خوبی را برای گیاهان ثعلب فراهم می‌آورند پلی‌استیرن یک جانشین سبک‌وزن خیلی خوب برای شن در محیط رشد ریشه است.

از قطعات بزرگ پیش از این که این قطعات به صورت ورقه بریده شوند و یا باقیمانده‌های به دست آمده از پرس ورقه‌ها (که برای شکل دادن به آنها صورت می‌گیرد) را می‌توان خرد کرده و همچون یکی از اجزای مناسب محیط کشت به کار برد. پلی‌استیرن در برخی از مناطق ساحلی توسط باد و آب سطحی به طرف سواحل حرکت کرده که البته با توجه به تأثیر آن در زیبایی محیط استفاده از آن در مناطق ساحلی قدغن شده است. در آینده استفاده از پلی‌استیرن به صورت یکی از اجزاء محیط رشد ریشه شاید دیگر معمول نباشد.

راک‌وول^۱:

توضیح: جعبه‌های محتوی راک‌وول که برای تکثیر گل‌های بریده و سبزیجات بکار می‌رود و همچنین روش ساخت آن در بخش نهم ارائه شده است. راک‌وول به شکل

1- Rockwool

دانه‌ای همچون یکی از اجزای تشکیل دهنده محیط کشت بکار می‌رود. همانطوری که در جدول ۵-۱ دیده می‌شود، در شکل دانه‌ای راک‌وول آب در دسترس زیاد، و تهویه به‌طور مناسبی انجام می‌شود اگرچه این ماده کمی قلیایی است ولی دارای خاصیت تامپون (بافر) نیست. مخلوط آن با یک ماده اسیدی مثل پوست کاج یا پیت ماس بی‌درنگ PH را پایین می‌آورد. راک‌وول CEC ناچیزی دارد. این ماده نه دارای مواد غذایی است و نه قابلیت نگهداری آن را دارد. این خصوصیت باید توسط اجزای دیگر مثل پیت ماس اسفاگنوم در مخلوط تأمین گردد. راک‌وول دانه‌ای ممکن است به صورت خالص یا بصورت مخلوط‌هایی که برای مقاصد تجاری تهیه می‌شوند خریداری کرد. مخلوطی که دارای حجم مساوی راک‌وول و پیت ماس اسفاگنوم می‌باشد، بسیار مناسب است.

اجزای درشت بافت دیگر

در آینده مواد متعدد دیگری جایگزین شن خواهد شد. بعضی از این مواد از مواد معدنی و برخی ممکن است از فراورده‌های جانبی صنعتی مشتق شوند که میزان سودمندی آنها توسط عواملی نظیر وزن مخصوص ظاهری، اندازه، شکل و هزینه‌شان تعیین خواهد شد. تعدادی از این فراورده‌های جالب و موثر در سالهای اخیر به بازار آمده‌اند. یکی از این مواد از پوشش پلاستیکی به طولهای کوتاه، از بریدن انتهای سیمهای الکتریکی در طول فرآیند ساختن وسایل الکتریکی، تشکیل می‌شود. که به صورت جانشین سبک برای شن عمل می‌کند. اولین ماده‌ای که به این منظور بکار می‌رود پولی‌ترل^۱ است که از گوی‌ها و پولکهای پلاستیکی به اندازه ۳ تا ۶mm تشکیل می‌شود. مواد پلاستیکی که نمی‌توان از آنها در فراورده‌های عمده استفاده کرد و دور

انداخته شده‌اند با پلاستیکهای زاید و جامد شهری که باز یافت شده‌اند ترکیب می‌شوند تا این فراورده را بسازند. اگر از عمل شن آگاهی داشته باشیم می‌توان جانشینهای بسیار دیگری برای شن پیدا کرد.

محیطهای کشت حاوی خاک

بزرگترین تقسیم‌بندی در انواع محیط رشد ریشه شامل محیطهای کشت محتوی خاک و محیطهای کشت بدون خاک است که لزوماً هیچکدام نسبت به یکدیگر برتری ندارند اگر تنظیم محیط کشت در هر یک از دو محیط به‌طور کامل انجام شود گیاهان مشابهی که در دو محیط کاشته شده‌اند دارای کیفیت یکسانی هستند. انتخاب محیط رشد ریشه براساس برآورد اقتصادی و وضعیت فیزیکی که باید دارا باشد انجام می‌گیرد. اگر در دهه ۱۹۶۰ بحث محیط کشت بی‌خاک در این کتاب قرار داده می‌شد، بیشتر جنبه پیش‌بینی چیزهایی که پس از آن اتفاق خواهد افتاد، مد نظر بود. امروزه، وقتی که صنعت گیاهان گلدانی را مورد بررسی قرار می‌دهیم به‌نظر می‌رسد که استفاده از محیط کشت دارای خاک در ظروف گلخانه‌ای به تدریج منسوخ شود. به‌هر حال وقتی که پرورش‌دهنده‌ای خاک یکنواخت و خوب فراوانی در اختیار و سیستم اختلاط اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت را توسعه داده باشد دیگر مشکلی از این نظر نخواهد داشت.

فرمولاسیون:

درصد کمی از گیاهان گلدانی در آمریکا در محیط کشت دارای خاک پرورش می‌یابند. ولی در واقع می‌توان گفت تمام گلهای بریده در چنین محیطهای کشتی پرورش می‌یابند. به‌طور معمول یک محیط کشت حاوی خاک از حجمهای مساوی خاک مزرعه لوم، شن دانه‌بندی شده، پیت ماس اسفا گنوم که به آن فسفر اضافه شده و PH آن تنظیم



شده تشکیل یافته است خاک مزرعه شنی با افزایش نسبت پیت ماس و خاک و کاهش شن اصلاح می شود در حالی که به خاک رسی، شن بیشتری باید اضافه کرد شن در محیط کشت دارای خاک جهت افزایش حفراتی که قطر بزرگتری دارند استفاده می شود تا تهویه به خوبی انجام شود. ثابت شده است که دو ماده پرلیت و پلی استیرن جانشینهای خوبی برای شن هستند. مثل شن، هر دو ماده در مقابل فشرده شدن و جذب آب مقاومت می کنند ولی برخلاف آن دارای وزن کمی هستند. مخلوطی مرطوب که از حجمهای مساوی خاک، شن و پیت ماس تشکیل شده است حدوداً (۱۶۰۰ گرم در dm^3) وزن دارد که مناسب استفاده در سکوهای گلخانه است. ولی برای گیاهان گلدانی که به طور مکرر جابه جا یا به مسافتهای دوری حمل می شود مناسب نیست قیمت پرلیت به میزان ۳ برابر گرانتر از شن است. هر چند که پلی استیرن گرانتر از شن است. ولی در مقایسه با پرلیت دارای قیمت مناسبتری است. ظرفیت نگهداری مواد غذایی (CEC) و آب در خاک مزرعه در حد قابل قبول است وقتی که $\frac{1}{3}$ حجم خاک با شن جایگزین می شود این دو خاصیت (CEC و ظرفیت نگهداری آب) به طور محسوسی کاهش می یابند. برای جبران آن از پیت ماس اسفاگنوم که دارای ظرفیت نگهداری آب و CEC قابل توجهی است استفاده می شود ولی انجام این امر به افزایش قیمتی معادل $\frac{1}{3}$ ارزش خاک مزرعه می انجامد. و در صورت امکان باید از پیت ماس درشت استفاده کرد. بعضی از پیت ماسها که در طی حفاری چاههای آب به دست می آیند ذراتشان آنقدر کوچک است که از تاثیر ساختمان خاک به میزان زیادی می کاهد.

تکه های بزرگ پیت ماس اسفاگنوم تماس زیادی با یکدیگر ندارند بنابراین حفرات بزرگی را برای تهویه تشکیل می دهند ساختار خزه اسفاگنوم که از برگهای ریز و بسیار نزدیک به هم تشکیل شده است موجب می شود که پیت ماس بتواند منافذ باریک بسیاری را برای نگهداری آب به وجود آورد. پیت ماس اسفاگنوم در مقایسه با دیگر اصلاح کنندگان محیط کشت از بیشترین ظرفیت نگهداری آب در دسترس برخوردار

است (حدوداً ۶۰ درصد حجم) بنابراین پیت ماس اسفاگنوم درشت ظرفیت نگهداری آب و تهویه مناسبی را برای محیط کشت فراهم می‌کنند. شن در میزان تهویه تعادل ایجاد می‌کند.

پیت ماس اسفاگنوم را برای ارسال و فروش می‌توان فشرده یا بسته‌بندی گرد اگر در بسته تکه‌های درشت باید آنها را با یک هوکا به قطعات کوچکتری خرد کرد و در صورت لزوم از میان آسیاب گذرانند. ولی اگر بیش از یک بار از میان آسیاب عبور داده شود تکه‌ها تقریباً به صورت رشته‌های خزه منفرد خرد شده و بخش زیادی از خاصیت تهویه مطلوب آن از بین می‌رود.

در طول فرمولاسیون محیط کشت حاوی خاک سه نوع اصلاح بر روی مواد غذایی باید صورت بگیرد اول باید PH را به میزان ۶/۲ تا ۶/۸ با سنگ آهک دولومیت^۱ تنظیم کرد هنگامی که برای تهیه محیط کشت از خاک خنثی یا قلیایی استفاده می‌شود به هیچگونه ماده‌افزایش دهنده PH نیاز نیست ممکن است خاکهای اسیدی به سنگ آهکی به مقدار ۶Kg/m³ نیاز داشته باشند اصلاح دوم از اضافه کردن ۱/AKg/m³ سوپرفسفات ۰-۲۰-۰ و یا ۰/۹Kg/m³ سوپرفسفات ۰-۴۵-۰ است تا فسفر یک سال محیط کشت تامین شود. اصلاح سوم اضافه کردن مخلوط کاملی از عناصر کم مصرف است که تعدادی از این مخلوطها به صورت آماده شده و تجاری در بازار موجود است (برای جزییات بیشتر در مورد اصلاح مواد غذایی به بخش هشتم رجوع کنید)

نگهداری

محیط رشد ریشه باید تا زمانی که خریداران، گیاهان گلدانی مورد نظر را سفارش می‌دهند ساختمان خود را حفظ کنند در این مدت زمان که گاه ۱-۲ سال طول می‌کشد

1- Dolomite

مقداری از محیط رشد ریشه قدیمی را برداشته و محیط کشت جدیدی برای پر کردن گلدانهای بزرگتر تهیه می‌کنیم و به این ترتیب ساختمان اولیه محیط کشت حفظ می‌شود. در هر صورت تغییر ساختمان خاک مشکلی برای پرورش‌دهندگان گیاهان گلدانی به وجود نمی‌آورد ولی برای پرورش‌دهندگان گل‌های بریده از آن جهت که آنها خاک را بطور دایم در سکوها و بسترهای زمینی خود نگه می‌دارند مشکلاتی را پدید می‌آورد.

عمل تجزیه به از دست رفتن ماده آلی منجر می‌شود و نیاز دوره‌ای به افزایش آن نیز بیشتر می‌شود. این عمل به‌طور معمول زمانی که محیط رشد ریشه پاستوریزه می‌شود هر سال یک بار انجام می‌گیرد. ماده افزودنی استاندارد خزه پیت ماس اسفاگونوم درشت است که حدوداً معادل ۱۰ درصد حجم محیط ریشه در سکو قرار می‌گیرد.

ثابت شده است که پوست درشت (۱۰ تا ۱۹mm) که جانشین خوبی برای پیت ماس در محیط سکو است میزان تجزیه پوست کم است و به سه سال وقت جهت تجزیه کامل نیاز دارد. در سال اول مقداری معادل ۱۰ درصد حجم سکو باید دارای زهکشی خوب و ۱۵ درصد حجم آن دارای زهکشی نامناسب باشد به صورت یک قانون کلی پس از آن هر سال باید مقداری معادل ۵ درصد حجم سکو به محیط کشت اضافه شود در هر صورت ماده آلی را باید به مقدار کافی اضافه کرد تا جبران حجم از دست رفته سکو را بکند.

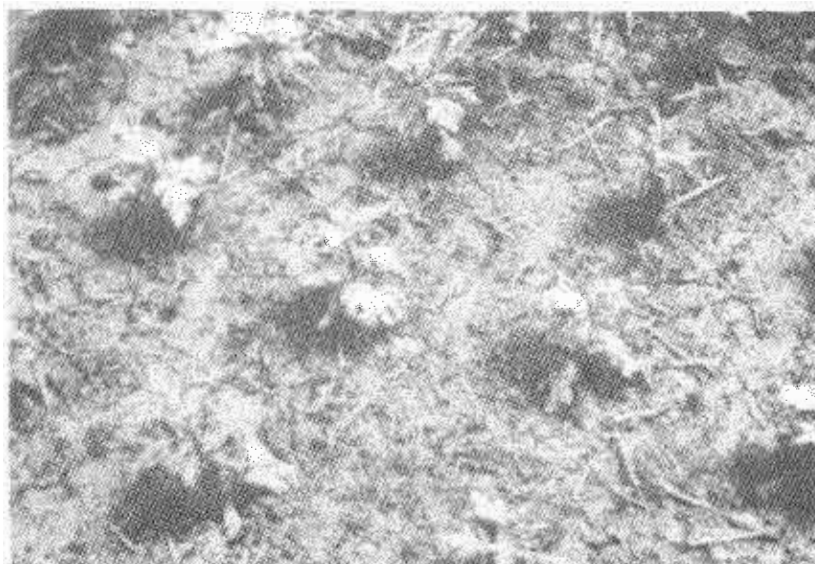
بعضی مواقع مقدار ماده آلی در محیط کشت کافی است ولی رس آن بیش از حد بالاست. زهکشی ضعیف و ترک‌های بیش از حد محیط رشد ریشه که در اثر خشک شدن به وجود می‌آید (شکل ۷-۵) علایم این وضعیتند.

این مساله خصوصاً زمانی که از خاک رس استفاده می‌شود عمومیت دارد این مشکل را می‌توان با اضافه کردن شن دانه‌بندی شده به محیط کشت برطرف کرد. از پرلیت برای این منظور استفاده نمی‌شود زیرا وزن در سکوها مشکلی پدید نمی‌آورد گاه رس خشک

شده استفاده می‌شود چرا که علاوه بر ایجاد منافذ بزرگ برای زهکشی تهویه دارای منافذ کوچک بسیاری در داخل هر ذره است که ظرفیت نگهداری آب را بالاتر برده و با داشتن CEC بالا، نگهداری مواد غذایی را افزایش می‌دهد. میزانی معادل ۱۰ تا ۱۵ درصد از حجم سکو در داخل محیط کشت جای دارد. البته این ماده گران است ولی چون در برابر متلاشی شدن مقاوم است فقط یک بار به آن نیاز است.

..... محیط کشت بدون خاک

برای پرورش دهندگانی که دارای خاک مزرعه در محدوده خود نیستند، خرید مرحله به مرحله خاکی که دارای بافت مناسب است مشکل است. برای انجام چنین امری باید



شکل ۷-۵. یک محیط کشت گل بریده که از رس بیش از حد تشکیل شده است. توجه کنید که ترکها با خشک شدن به وجود می‌آیند همان طوری که شاهد علایم کمبود اکسیژن در داودیها هستیم. این محیط دارای تبادل گاز ناکافی است. رشد متوقف شده، برگها به رنگ سبز روشن با آوندهایی که دارای رنگی روشنتر از بقیه قسمت‌های پهنک است، درمی‌آیند و گیاهان در روزهایی که شدت نور خورشید زیاد است پژمرده می‌شوند.



بخشی از مدیریت را به فرمولاسیون محیط کشت اختصاص داد. وقتی به این امر بی توجهی شود، محصولات ضعیف می شوند و سودی نیز به دست نمی آید بنابراین محیط کشت بدون خاک مناسب این سری پرورش دهندگان است.

پرورش دهندگان دیگر درگیر ارسال گیاهان گلدانی به مسافتهای زیاد با کامیون نمی باشند که در این صورت تا آنجا که ممکن است مرسولاتشان باید سبک باشد. می توان محیط کشت بدون خاک (دارای وزن مخصوص کمتری نسبت به محیط کشت دارای خاک) تهیه کنند هنوز هم بعضی پرورش دهندگان استفاده از محیط کشت بدون خاک را گامی در جهت اتوماسیون می پندارند زیرا این مواد را به صورت آماده می توان خریداری کرد که این امر موجب می شود از هزینه های کارگر و امکانات لازم برای اختلاط صرف نظر کرد. برای چنین پرورش دهندگانی ممکن است نیروی کار بسیار پرهزینه بوده و یا به سختی بتوانند به نیروی کار دسترسی داشته باشند.

اجزای محیط کشت بدون خاک

مواد موجود برای محیط کشت بدون خاک آن قدر زیادند که پرورش دهندگان یا در نسبت اختلاط آنها و یا در اختلاط انواع این مواد دچار اشتباه می شوند. در فرمولاسیون این مواد باید چهار عمل محیط رشد ریشه یعنی: استقرار گیاه تهویه، نگهداری مواد غذایی و نگهداری رطوبت مدنظر قرار گیرد. برای تامین CEC به منظور نگهداری مواد غذایی، به رس یا مواد آلی نیاز است. اگر مواد آلی و رس به شکلی موجود باشند که عمل تهویه را تسهیل نکنند به ذرات درشت از قبیل شن، پرلیت یا پلی استیرن نیاز است. اگر ماده آلی یا رس انتخاب شده همانند پیت ماس ظرفیت نگهداری آب بالایی داشته باشد به دیگر اجزای تشکیل دهنده محیط کشت نیاز نخواهد بود. اما اگر ماده آلی ظرفیت نگهداری آب کمی داشته باشد مثلاً پوست درشت درختان مورد استفاده قرار گیرد ماده آلی دیگری یا رس (مثل پیت ماس یا رس خشک شده) برای افزایش ظرفیت نگهداری

آب ضروری خواهد بود. می‌توان با عدم استفاده از ذرات درشت و سنگین یا رس به وزن مخصوص مطلوب محیط کشت دست یافت.

محیط کشت خوب نیازی به داشتن بیش از یک تا سه جزء ندارد. انتخاب اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت بیشتر به موجود بودن و هزینه آنها بستگی دارد. پرورش‌دهنده‌ای که در خرید و فروش پیت ماس دست دارد و به این ترتیب می‌تواند آن را به صورت عمده بخرد یا کسی که نزدیک محل حفاری آن قرار گرفته و هزینه حمل و نقل آن برای این فرد حداقل است، باید از پیت ماس به دلیل ظرفیت بیشتر نگهداری آب و CEC بالای آن استفاده کند. اگر وزن محیط کشت همچون یک مشکل تلقی نشود پرورش‌دهنده باید آن را با شن که یکی از اجزاء درشت‌بافت و ارزانترین آنهاست مخلوط کند. اگر وزن سبک نیاز باشد ناچار باید از اجزاء پرلیت و ورمی‌کیولیت که گرانترند استفاده شود. اگر به وزن سبک مورد نیاز بوده و پرورش‌دهنده به اندازه کافی به منبع دانه‌ها و پولک‌های پلی‌استیرن نزدیک باشد می‌تواند با هزینه کمتری (نسبت به پرلیت) به وزن مخصوص کمتر محیط کشت دست یابد، برای پرورش‌دهنده‌ای که نزدیک مناطق پردرخت است استفاده از پوست اقتصادی‌تر است. شن به پوست افزوده می‌شود، زیرا بین ذرات پوست قرار گرفته و به این ترتیب سطح بیشتری را فراهم آورده و در نتیجه باعث افزایش نگهداری آب در یک حجم مشخص می‌شود. به خاطر داشته باشید که شن برای این منظور به خاک افزوده می‌شود. که ذرات خاک را از یکدیگر جدا کرده و منافذی بزرگ برای تهویه فراهم آورد. اغلب پیت ماس اسفاگنوم نیز با پوست مخلوط می‌شود تا ظرفیت نگهداری آب و نگهداری مواد غذایی را افزایش دهد.

فرمولاسیون:

فرمولاسیون محیط‌های کشت دارای پیت‌ماس: یکی از اولین محیط‌های کشت بدون



خاک که برای مقاصد تجاری تهیه شده آینه‌هایت سرد^۱ (خاک استاندارد) می‌باشد. این محیط کشت مخلوطی است که نصف آنرا پیت ماس و نصف دیگر را رس دانه‌بندی شده تحت‌الارض که با نیتروژن و فسفر و پتاسیم اصلاح شده است، تشکیل می‌دهد و برای رساندن PH این محیط به دامنه ۵-۶ به آن آهک اضافه می‌شود این محیط کشت در سال ۱۹۴۸ توسط دکتر ای. فراش استورفر^۲ در هامبورگ آلمان معرفی شد. «آینه‌هایت سرد» توسط چندین شرکت در اروپا به فروش می‌رسد و برای طیف گسترده‌ای از محصولات و همچنین از جوانه زدن دانه تا کامل شدن گیاهان به کار می‌رود.

مخلوطهای U.C. (U.C. مخفف^۳ به معنی دانشگاه کالیفرنیاست) عبارتست از محیطهای کشت بدون خاک که در خلال دهه ۱۹۵۰ در امریکا پذیرفته شد و شامل ۵ محیط کشت است که محتوی هر یک از ۱۰۰ درصد پیت ماس اسفاگنوم یا هیپنوم تا ۱۰۰ درصد شن نرم متغیر است. این محیطهای کشت را پرورش‌دهندگان به تنهایی می‌توانند تهیه کنند. از میان این سری استفاده از مخلوطی که نصف آن را پیت ماس و نصف دیگر را شن نرم تشکیل می‌دهد، رایج‌تر است. شن نرم به شنی گفته می‌شود که قطر ذرات آن بین ۰/۵ تا ۰/۵۰ میلی‌متر بوده که به عبارت دیگر به شنی گفته می‌شود که از یک غربال با شماره ۳۰ عبور کرده ولی روی یک غربال شماره ۲۷۰ می‌ماند.

مخلوطهای پیت - لایت^۴ توسط دکتر جی. دبل‌یو بودلی^۵ و آرشلدریک^۶ از دانشگاه کرنل^۷ در اوایل دهه ۱۹۶۰ معرفی شدند که عبارتند از: مخلوط A که نصف آن از پیت ماس اسفاگنوم و نصف دیگر ورمی‌کیولیت مورد استفاده در باغبانی است. مخلوط B که

1- Einheitserde

2- Dr. A. Frush storfer

3- University of California

4- Peat - lite

5- Dr.J.W. Boodley

6- R - Sheldrake

7- Cornell University

مشابه مخلوط A است ولی در آن به جای ورمی کیولیت، پرلیت مورد استفاده در باغبانی به کار رفته است. تعدادی از مخلوطهای (محیطهای کشت بدون خاک) مشابه پیت لایت A که در زیر آمده است به صورت آماده در بازار به فروش می‌رسد در حالی که بعضی از پرورش دهندگان خودشان مخلوطهای پیت لایت را تهیه می‌کنند. برخی از مخلوطهای تجاری پیت لایت که به صورت آماده به فروش می‌رسند عبارتند از:

Ball Germinating mix, fafard peat - lite mix, Heco plug mix, jiffy mix, Mr. Mulch Mark III - Seed Starter - ogilvie professional mixes 2 and 5, premier Germinating mix, promix A, PV, and P ed- earth peat lite mix

محیطهای کشتی که تا حالا بحث شده است فقط از دو جزء تشکیل شده‌اند. یکی پیت ماس است که بالاترین ظرفیت نگهداری آب را در میان اجزاء بحث شده دارد و همچنین CEC قابل توجهی را داراست و اگر به صورت خیلی ریزی خرد شده باشد میزان تهویه آن نسبتاً کم است و درجه متوسطی از هواگیری اگر به طور ریزی خرد نشده باشد را داراست. در مواردی که شن، پرلیت یا رس دانه‌بندی شده مورد استفاده قرار می‌گیرند تهویه افزایش می‌یابد اضافه کردن رس و ورمی کیولیت باعث افزایش، CEC و تهویه می‌شود. اگر پیت ماس به صورت درشت خرد شده باشد یک محیط کشت ایده‌آل است. پرورش دهندگان اروپایی یاد گرفته‌اند که محصولات دارای کیفیت بالا را در محیط کشتی که فقط دارای پیت ماس است پرورش دهند. اگر این سیستم مورد استفاده قرار گیرد آبیاری باید به طور مکرر صورت گیرد. از آنجا که پیت ماس به طور مؤثری مواد غذایی را نگه می‌دارد کوددهی بیش از حد نباید صورت گیرد و آب مورد استفاده در هر بار آبیاری باید به حدی باشد که نمکهای غذایی را از محیط کشت بشوید. فرمولاسیون محیط بدون خاک باید حالت رقابتی خود را حفظ کند. بخش زیادی از قیمت این محیطهای کشت که پرورش دهنده متحمل آن می‌شود شامل هزینه ارسال آن به پرورش دهندگان است. به همین دلیل، محیطهای کشت در حالت نسبتاً خشک

ارسال می‌شوند. مرطوب کردن پیت ماس خشک به خصوص وقتی که به صورت بسیار ریزی خرد شده است بسیار مشکل است زیرا آب را دفع می‌کند بنابراین عوامل مرطوب‌کننده باید در محیط کشت بدون خاک دارای پیت ماس در نظر گرفته شوند. لیست مختصر عوامل مرطوب‌کننده‌ای که به این منظور به کار می‌روند در جدول ۵۶ آمده است.

به هر حال عامل مرطوب‌کننده به طور کامل مشکل را برطرف نمی‌کند محیط کشتی که از ورمی‌کیولیت و پیت ماس تشکیل شده است و برای جوانه‌زنی بذر به کار می‌روند مشکلی تولید نمی‌کنند زیرا سینی‌هایی که به تازگی در آنها دانه کاشته شده است معمولاً توسط مه‌پاشی آبیاری می‌شوند که به آرامی و به طور کامل این محیط‌های کشت

جدول ۶-۵ بعضی از عوامل مرطوب‌کننده، و مقدار آنها که برای مرطوب کردن اولیه محیط کشت بدون خاک دارای پیت ماس به کار می‌رود.*

میزان ^۳	مواد شیمیایی ^۲	درصد فعالیت
g/m ³		
۱۱۰	آکوآگرو (Aqua Gro)	۱۰۰
۱۱۰	اتیومید ۰/۱۵	۱۰۰
۱۱۰	هیدرووت (L ۲۳۷)	۸۷/۵
۱۱۰	سورف ساید	۱۰۰
۱۱۰	تترونیک ۹۰۸	۱۰۰
۱۱۰	ترتیون بی- ۱۹۵۶	۷۷

* - از Boodley and sheldrake (1982)

۲- قصد حمایت از هیچ فراورده‌ای و یا انتقاد از فراورده‌های اسم‌برده نشده نیست.

۳- مهمترین فرم عوامل مرطوب‌کننده، شکل دانه‌ای آن است که موجب تسهیل اختلاط این عوامل با محیط کشت می‌شود اگر به صورت مایع به کار برده شود ۸۴ گرم آن را در ۱۹ الی ۳۸ لیتر آب حل کرده و مخلوط را با آن خیس کنند. برای مرطوب کردن مخلوط‌های خشک پس از تهیه ۰/۵ لیتر آنرا در ۳۸۷ لیتر مخلوط به کار برید که این میزان معادل یک قاشق چایخوری از مایع به ازای ۳/۸۷ لیتر مخلوط است.

مرطوب می‌شود و سطح آن در طول این مدت خشک نمی‌شود. وقتی که بعضی از محیطهای کشت برای گیاهان گلدانی یا کشت گلهای بریده در بسترها به کار برده می‌شوند در بدو امر به یک دوره طولانی مرطوب‌سازی با میزان آب زیاد نیاز پیدا می‌کنند. این عمل که با لبریز کردن سطح محیط کشت با آب صورت می‌گیرد باید مدتی این را برای نفوذ آب اختصاص داد. سپس سطح را دوباره از آب لبریز می‌کنند و این امر چندین بار تکرار می‌شود تا این که آب سرانجام به ته ظرف برسد.

با اضافه کردن ذرات درشت‌بافت مثل شن یا پرلیت به محیط کشت می‌توان از این روش وقت‌گیر دوری کرد. این اجزاء منافذی فراهم می‌کنند که به آب اجازه رسوخ به سراسر محیط کشت را می‌دهد. حرکت جانبی و عمودی آب در شروع خیس کردن محیط کشتی که از قطعات کوچک پیت ماس تشکیل شده است، انجام می‌شود و به صرفه‌جویی در وقت منجر می‌شود.

بعضی از محیطهای کشتی که به صورت تجارتي در بازار وجود دارند و دارای شن یا پرلیت، پیت ماس و ورمی‌کیولیت هستند عبارتند از:

Ball growing mix II[®], fafard mix No. 2[®], Grower's choice[®].
 Metro mixes 200[®] and 220[®], Mr. Mulch Mark III[®] - regular. ogilvie
 professinoal mix I[®], promix[®], sunhine mix # 1[®] and
 mix # 2[®], VJ # 2 mix[®], and V # 3 mix[®] and VSP[®]

فرمولاسیون محیطهای کشت دارای پوست درخت: همانطوری که قبلاً بحث شد استفاده از پوست در بسیاری از نواحی از نظر اقتصادی به صرفه است. ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی پوست درخت به خوبی پیت ماس نیست. به این علت ورمی‌کیولیت یا پیت ماس معمولاً در محیطهای کشت تجاری دارای پوست که به صورت آماده به فروش می‌رسند، به کار می‌روند. علاوه بر این دو جزء پرلیت و یا شن نیز اغلب استفاده می‌شوند. مخلوطهای تجارتي دارای پوست درخت عبارتند از:



Ball growing mixes I[®] and II[®]. choice container mix[®].
fafard mix No. 3[®], and No. 4[®]: metro mixes 300[®], 350[®]
and 500[®]: pro-mix peat - Bark mix[®]. strong - ite Bark mix[®]
and VJ # 1 mix[®] # 3 mix[®]

پوست درخت کاج که حداکثر ۱۰ میلی‌متر قطر داشته باشد، پوست درختان پهن‌برگ و نیز پوست سرخدار و خاک اره چوب سرخدار به‌طور معمول با شن مخلوط می‌شوند اغلب حدود ۳۰ درصد شن در این مخلوط‌ها به کار می‌رود. اکثر اوقات پیت ماس به مخلوط‌ها اضافه می‌شود تا ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی را افزایش دهد. نسبتی معادل ۳ قسمت پوست درخت، ۱ قسمت شن و ۱ قسمت پیت ماس مخلوط مناسبی را تشکیل می‌دهد.

خلاصه فرمولاسیون: ده مخلوط برای تهیه محیط رشد ریشه در جدول ۷-۵ ارائه شده است آنها معمولترین مخلوط‌های تولید شده توسط خود پرورش‌دهندگان بوده و خیلی شبیه به بسیاری از مخلوط‌های تهیه شده تجاریند. اولین مخلوط، مخلوط دارای خاک نمونه است که دارای حجم‌های مساوی از خاک لوم، پیت ماس اسفاگنوم و شن دانه‌بندی شده می‌باشد. اگر ورمی‌کیولیت جایگزین خاک شود مخلوط به‌دست آمده دارای اجزایی است که در جدول وجود دارد. این امری منطقی است زیرا ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی ورمی‌کیولیت زیاد است. توجه داشته باشید که پیت ماس را در مخلوط نمونه را با همان مقداری که در بالا گفته شده بکار برد و یا این که بخشی از آن یا تمام آن را با پوست درخت تعویض کرد نسبت اجزای محیط‌های کشتی که در آن پوست کاج و پوست درختان پهن‌برگ به کار رفته، یکسان است. وقتی که پیت ماس با پوست مخلوط می‌شود نیازی به استفاده از ورمی‌کیولیت نخواهد بود. مواد آلی که شامل مواد مختلف گیاهی فراوری شده می‌باشند می‌توانند جایگزین تمام قسمتی از پیت

ماس شوند. پرلیت، پلی‌استیرن یا هر ذره درشت دیگر که توانایی ایجاد زهکشی و تهویه در محیط کشت را دارد می‌تواند جانشین شن در مخلوط دارای خاک نمونه شوند. شرکتهایی که تولیدکننده محیطهای کشت در کمیتهای بالا هستند اغلب از بکار بردن شن در مخلوط دوری می‌کنند. زیرا شن باعث فرسوده شدن سریع وسایل اختلاط شده و همچنین با توجه به وزن هزینه‌های ارسال را افزایش می‌دهد.

فرمولاسیون در آینده: محیطهای کشتی که تاکنون در مورد آن بحث شده است شامل اجزایی است که به‌طور رایج مورد استفاده قرار می‌گیرند. اجزای متعدد دیگری نیز در این زمینه وجود دارند که استفاده از تعدادی از آنها باعث منسوخ شدن استفاده از

جدول ۷-۵- نسبتهای از اجزای محیطهای کشت رایج در گلخانه و کاربردشان

موارد استفاده	اجزای محیط کشت و نسبت آنها		
گلدان و سکو	۱ شن	۱ پیت ماس	۱ خاک
جوانه‌زنی بذر	۱ پیت ماس	۱ ورمی‌کیولیت	
گلدان	۱ پرلیت	۲ پیت ماس	۲ ورمی‌کیولیت
گلدان	۱ پوست کاج	۱ ورمی‌کیولیت	
گلدان	۱ پرلیت	۲ پوست کاج	۲ ورمی‌کیولیت
گلدان	۱ پرلیت	۱ پیت ماس، ۱ پوست کاج	۲ ورمی‌کیولیت
گلدان	۱ شن	۱ پیت ماس، ۳ پوست کاج	
گلدان	۱ شن	۱ پیت ماس، ۳ پوست درختان پهن‌برگ	
گلدان	۱ پیت ماس	۱ راک‌وول ^۱	
گلدان	۷ پیت ماس	۳ راک‌وول	

1- Rockwool

محیط کشت دارای خاک می‌شود. اکنون شما باید بتوانید تنها با حداقل آزمایش کردن، سودمند بودن این اجزاء و چگونگی استفاده از آنها را مشخص کنید. اول یکی از اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت را که دارای ظرفیت کافی در نگهداری آب و مواد غذایی است انتخاب کنید. اگر یک جزء هر دو عمل را به‌طور کافی انجام نمی‌دهد، از دو جزء استفاده کنید. درصدد فراهم کردن اجزایی باشید که ساختمان دانه‌ای بوده تا محیط کشت شما دارای تهویه مطلوب باشد. اگر این امر برایتان مقدور نیست یکی از اجزایی که دارای بافت درشت است و عمل تهویه را بهبود می‌بخشد را بکار ببرید. هرچه تعداد اجزای تشکیل‌دهنده مخلوط کمتر باشند بهتر است مطمئن شوید که هیچ یک از اجزاء دارای مقادیر، بیش از حد مواد غذایی یا نمک نیستند مثلاً کود مرغ یا پیت که در اثر تجزیه سریع، آمونیوم زیادی تولید می‌کنند نباید مورد استفاده قرار گیرند.

اصلاح محیط کشت توسط کود:

همانند محیط کشت دارای خاک، محیط کشت بدون خاک به سه ماده غذایی نیاز دارد تا اصلاح شود. در صورت نیاز، باید سنگ آهک دولومیت را برای رساندن PH محیط به ۵/۴ تا ۶/۰ به مخلوط اضافه کرد اغلب اوقات ۶ کیلوگرم سنگ آهک دولومیت در هر مترمکعب برای این منظور به کار برده می‌شود. فسفر یا به صورت سوپرفسفات معمولی (۰-۲۰-۰) به میزان (۲/۷kg در m³) یا به صورت سوپرفسفات تریپل (۰-۴۵-۰) به میزان (۱/۳kg در m³) به محیط کشت اضافه می‌شود. سومین ماده غذایی افزودنی مخلوطی از مواد غذایی (عناصر) کم‌مصرف است که میزان مصرف آن باید به اندازه‌ای باشد که حداقل برای یک فصل زراعی کافی باشد (۳-۴ ماه). علاوه بر اصلاح محیط کشت توسط این ۳ عامل، عامل دیگری که همان مرطوب‌کننده محیط کشت است باید به مخلوط اضافه شود. اغلب اوقات نیتروژن و پتاسیم موجود در محیط

کشت که برای مدت ۴-۲ هفته کافی است باید به مخلوط اضافه شود. (دستورالعملهای ویژه برای اصلاح محیطهای کشت دارای خاک و بی خاک از نظر مواد غذایی در بخش هشتم تحت عنوان «کوددهی پیش از کشت» ارائه شده است) اکثراً بر روی بیشتر محیطهای کشتی که به منظور تجاری تهیه شده اند همه اصلاحات گفته شده انجام شده است.

در نظر گرفتن موارد اقتصادی در محیط کشت

یک پرورش دهنده محصولات گلخانه ای که استفاده از محیط کشت بدون خاک را انتخاب می کند باید تصمیم بگیرد که آیا آن را به صورت آماده خریداری کند یا خود اقدام به تهیه آن کند. این تصمیم باید به طور انفرادی گرفته شده و با در نظر گرفتن موارد اقتصادی باشد. پرورش دهنده باید هزینه محیط کشتی را که تهیه کرده محاسبه کرده و آن را با قیمت محیطهای کشت تجاری که به صورت آماده خریداری می شود مقایسه کند. در محاسبات باید هزینه حمل نیز در نظر گرفته شود. در محاسبه هزینه تهیه محیط کشت باید ارزش زمان، مدیریت، هزینه های دفتری، هزینه استهلاک مخلوط کننده، هزینه مربوط به تسمه نقاله و لودرهایی که برای پر کردن مخلوط کننده ها مورد استفاده قرار می گیرند، هزینه ساختمانهای مورد استفاده برای نگهداری اجزای تشکیل دهنده محیط کشت، هزینه پاستوریزه کردن (در صورت نیاز به این عمل)، تمام هزینه های مربوط به کارگران باید مدنظر باشد. شما چه محیط کشت دارای خاک و چه محیط کشت بدون خاک را خودتان تهیه کنید به تفاوت قیمت ها با مخلوطهای تجاری پی خواهید برد.

مخلوطهای تجاری در ظاهر گرانتر از مخلوطهایی که شخصاً تهیه می شوند به نظر می رسند. اما اگر یک منبع غنی و نسبتاً ارزان اجزای تشکیل دهنده مخلوط برای تهیه

انواع محیط رشد ریشه (بسترهای کاشت) / ۳۱۳

محیط کشت در دسترس نباشد محیطهای کشت تجاری ارزانتر خواهند بود. تعدادی از انواع محیطهای کشت تجاری که به طور گسترده به صورت کیسه ای در دسترسند که

جدول ۸-۵ تعداد گلدانی که با ۰/۰۳ مترمکعب از مخلوط پر می شوند

شماره / t^3	اندازه گلدان (cm)
گلدانهای استاندارد	
۲۹۶	۵/۶۳
۱۷۶	۶/۲۵
۱۲۰	۷/۵۰
۴۴	۱۰/۰۰
۲۴	۱۲/۵۰
۱۴	۱۵/۰۰
۹	۱۷/۵۰
۵/۶	۲۰/۰۰
۱/۶	۳۰/۰۰
آزالیا تایپ	
۶۴	۱۰/۰۰
۳۲	۱۲/۵۰
۱۸	۱۵/۰۰
۱۵	۱۶/۲۵
ظروف کوچک	
۴۰	۱۲/۵۰
۳۱	۱۵/۰۰
۱۴	۱۷/۵۰

قیمت آنها ۷۱ تا ۸۸ دلار به ازای هر مترمکعب از این مخلوطهاست. قیمت بعضی از این بسته‌های دارای مخلوط اگر به‌طور عمده خریداری شوند، ارزانتر تمام می‌شوند. بعضی از تهیه‌کنندگان محلی این مخلوطها را حتی با قیمت ارزانتری نیز می‌فروشند. رقم ۷۱ دلار به ازای هر مترمربع از مخلوط زیاد به‌نظر می‌رسد ولی این نکته را نیز باید در نظر داشت که ۴۸۵ گلدان ۱۷ سانتیمتری از گلدانهای^۲ را می‌توان با یک مترمکعب از مخلوط پر کرد که در این صورت، قیمت مخلوط برای پر کردن هر گلدان ۰/۱۷ محاسبه می‌شود. اگر گل‌های گلدانی قابل عرضه به‌طور عمده به‌فروش برسند و قیمت هر یک از آنها ۴/۵۰ دلار محاسبه شود، آنگاه متوجه خواهیم شد که قیمت مخلوط کمتر از ۴ درصد کل ارزش تولید است.

زیرورو نمودن و مخلوط کردن اجزای تشکیل‌دهنده

..... محیط کشت

تا این لحظه شما در چند زمینه تصمیم‌گیری کرده‌اید. اولین تصمیم شما این بود که آیا از محیط کشت دارای خاک استفاده کنید یا از محیط کشت بدون خاک. تصمیم بعدی شما این بود که آیا محیط کشت را به‌صورت آماده خریداری کنید یا خود اقدام به تهیه آن نمایید. اگر شما تصمیم گرفته‌اید که محیط کشت مورد استفاده را خودتان تهیه کنید، حتماً این نکته را مدنظر داشته‌اید که تعداد کمی از اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت را به کار برید (به جهت اقتصادی بودن آن) و علاوه بر آن با به کار بردن این اجزاء، ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی را بدون کاهش تهویه، در حد معقولی برای محیط کشت فراهم کرده‌اید.

تاکنون شما در مورد تمامی اجزایی از محیط کشت که قابلیت جانشینی

2- Azalea type

(جایگزینی) با یکدیگر را دارند، مطالعه کرده‌اید. یعنی در مورد اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت مانند پوست درخت، خاک اره، فاضلاب و پلی‌استیرن و گوی‌های پلاستیکی بازیافت شده، بررسیهایی داشته‌اید. هم‌اکنون شما محیط کشتی را تهیه کرده‌اید که مناسب با شرایط و نیازهای شما است. یعنی وظایف محیط رشد ریشه (چهار موردی که پیش از این نام برده شد) را به‌خوبی انجام می‌دهد، دارای وزن مناسبی برای جابه‌جا کردن و ارسال است، و حتی الامکان از اجزایی تشکیل شده است که در محل موجود بوده و تهیه محیط کشت را اقتصادی‌تر می‌کند. پس از انجام اعمال بالا، برای به اتمام رساندن کار تهیه محیط کشت، شما باید سیستم مناسبی را برای مخلوط کردن و زیر و رو کردن اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت ایجاد کنید.

زیر و رو کردن حجم کمی از اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت

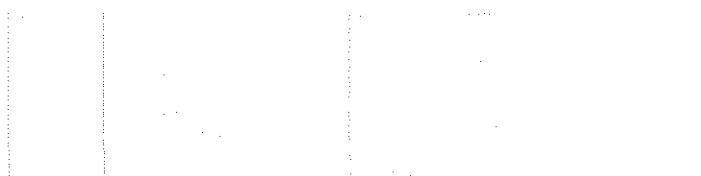
زیر و رو کردن حجم کمی از اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت (۰/۱۷-۰/۱۴ مترمکعب) توسط یک بیل انجام می‌شود. این عمل باید روی یک سطح سخت انجام شود (شکل ۵-۸ a). برای انجام این عمل اجزای تشکیل‌دهنده مخلوط (محیط کشت) را بر روی یکدیگر ریخته و انباشته می‌کنیم و مواد غذایی که شامل سنگ آهک، سوپر فسفات و مخلوط عناصر کم‌مصرف است روی این توده می‌پاشیم و توده را سه تا چهار بار به هم می‌زنیم. این عمل بدین طریق انجام می‌شود که بیل را مماس بر سطح زمین به سمت جلو حرکت داده و مقداری از مواد انباشته شده (اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت) را برمی‌داریم و در کنار توده می‌ریزیم. هنگامی که این مواد از سطح زمین برداشته می‌شوند، موادی که در بخشهای بالاتر توده قرار دارند به سمت پایین سرازیر شده و به این ترتیب، بخشی از عمل اختلاط انجام می‌شود.

با روی هم ریختن مداوم مواد در کنار توده اولی (که به تدریج شکل مخروط به خود

می‌گیرد)، توده جدیدی تشکیل می‌شود. هنگامی که مواد از توده اولی برداشته شده و روی توده دوم (در حال تشکیل شدن) ریخته می‌شوند، از سطوح جانبی توده مخروطی شکل به سمت پایین سرازیر می‌شوند. و بدین ترتیب بخش دیگری از عمل اختلاط انجام می‌شود. عمل بالا را برای اختلاط بهتر اجزای تشکیل دهنده محیط کشت ۲-۳ بار بیشتر انجام می‌دهیم.

زیر و رو کردن حجم متوسطی از مخلوط (محیط کشت)

مخلوط کردن حجمهای بزرگتری از مخلوط به وسایل موتوردار نیاز دارد. ساده‌ترین سیستم شامل یک صفحه مخصوص اختلاط بتون و یک تراکتور و سطل است اجزای مخلوط روی صفحه قرار گرفته و سپس با استفاده از تراکتور به همان روش دستی مخلوط می‌شوند. اگرچه این معمولترین سیستم اختلاط است، یکنواختی مخلوط تضمین نمی‌شود. یک سیستم پیچیده‌تر وجود دارد که دارای قابلیت اختلاط توده‌ای از اجزای تشکیل دهنده محیط کشت که دارای حجمی معادل ۷/۵-۱/۵ مترمکعب است (شکل ۵-۸ b,c) اغلب پرورش دهندگان ماشینهای بتون ساز مستعمل را خریده و مخلوط کننده را از آن جدا کرده و آن را برای عملیات گلخانه‌ای آماده و مستقر می‌کنند. مخلوط کننده نزدیک توده‌های اجزای تشکیل دهنده محیط ریشه قرار می‌گیرد و توسط یک تسمه نقاله یا یک وسیله بارگیری کننده که در جلوی تراکتور نصب می‌شود، تغذیه می‌شود. به محض مخلوط شدن، محیط کشت به طور اتوماتیک از مخلوط کننده به تریلر منتقل می‌شود. کف یک تریلر تجارتي دارای سوراخهایی است که در زیر آن نیز یک محفظه قرار دارد. در تریلرهای ساخت داخل کشور از یک سری لوله‌های ۳ سانتیمتری که به فاصله (۳۰ cm) از یکدیگر قرار گرفته‌اند استفاده شده که این لوله‌ها به ته تریلر نصب می‌شوند. لوله‌ها به یک لوله چند راهی^۳ که در نهایت پس از نصب دارای



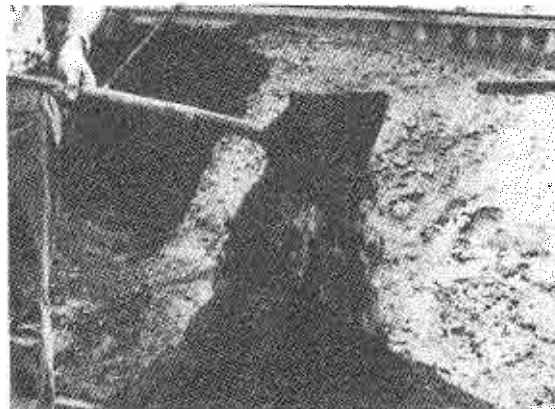
یک مجرا برای ورود بخار است، وصل می‌شوند. انتهای دیگر لوله‌ها بسته است. سوراخهایی به قطر ۳۶ میلی‌متر که به صورت زوجی با فاصله ۱۵ سانتیمتر در روی هر لوله مقابل هم قرار گرفته‌اند به بخار اجازه خروج می‌دهند.

وقتی که تریلر با محیط رشد ریشه پر می‌شود، یک پارچه ضدآب روی آن کشیده شده و بخار به داخل محفظه که در زیر کف مشبک تریلر قرار دارد و یا به داخل سیستم لوله‌ای توزیع بخار تزریق می‌شود. بخار از سوراخها گذشته و از میان محیط رشد ریشه به سمت بالا عبور می‌کند که به این ترتیب ارگانیزمهای بیماری‌زا، حشرات و بذرهای علفهای هرز را نابود می‌کند. این روش پاستوریزه کردن حدوداً به دو ساعت وقت نیاز دارد. سپس پارچه را برمی‌داریم تا خاک خنک شود. سپس تریلر به محل مناسبی برای گیاهان گلدانی برده شده و سطوح جانبی آن را از حالت عمودی به حالت افقی برگردانده تا همچون یک سکو برای پر کردن گلدانها، عمل کند (شکل ۹-۵)

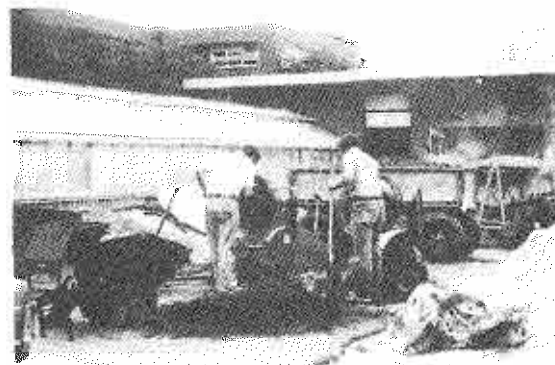
سیستمهای بزرگ کاملاً اتوماتیک

پرورش دهندگان بزرگ دارای بهترین موقعیت برای ایجاد سیستم خودکارند. می‌توان دو نوع کلی از سیستمهای زیر و رو کردن خاک را به‌طور آماده خرید یا پرورش دهنده می‌تواند آنها را طراحی و نصب کند. جایی که از یک سیستم خودکار استفاده می‌شود معمولاً از آن به‌طور روزانه استفاده می‌شود و بنابراین آن را زیر یک سقف قرار می‌دهند تا بدون توجه به آب و هوا از آن استفاده شود.

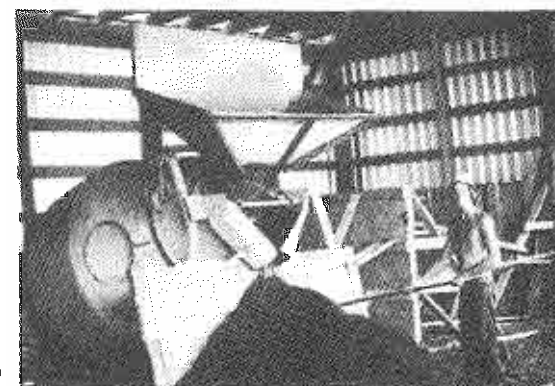
سیستم اول (شکل ۱۰-۵) شامل مخازنی برای اجزای محیط رشد ریشه است که مستقیماً توسط کامیون پر می‌شوند. سپس اجزاء محیط کشت توسط تراکتوری به قیفی بزرگ که بالای یک تسمه نقاله نصب شده است برده می‌شوند که تسمه نقاله آنها را به درون یک مخلوط کننده هدایت می‌کند. مواد شیمیایی اصلاح کننده (نظیر کودها) مستقیماً داخل مخلوط کننده ریخته می‌شوند به محض مخلوط شدن، بخار به



الف



ب



پ

شکل ۸-۵-الف) استفاده از بیل برای مخلوط کردن توده‌های کوچک محیط رشد ریشه
 ب) عملیات کوچک مقیاس مخلوط کردن محیط رشد ریشه. خردکننده خاک در طرف چپ
 تصویر برای خرد کردن کلوخه‌های مزرعه و پیت ماس اسفاگنوم به کار می‌رود. اجزای محیط
 رشد ریشه که شامل بعضی از کودها نیز می‌شود در مخلوط‌کننده‌های بتونی به ظرفیت
 ۰/۰۶ مترمکعب، مخلوط می‌شوند. محیط کشتی که به تازگی آماده شده است در واگنهای
 پاستوریزه قرار می‌گیرد و پاستوریزه می‌شود. پ) برای مخلوط کردن محیط رشد ریشه در
 حجم متوسط از یک مخلوط‌کننده ماشین بتون ساز استفاده می‌کنند.



شکل ۹-۵ -
تریلر با سطوح
جانبی قابل
برگشت از حالت
عمودی به حالت
افقی که همچون
سکوئی برای پر
کردن گلدانها
بکار می‌رود.



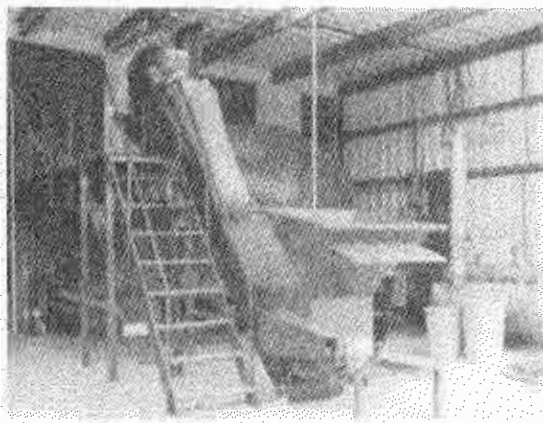
داخل مخلوط کننده تزریق می‌شود تا محیط رشد ریشه را پاستوریزه کند. سپس با وارونه کردن مخلوط کننده، مخلوط وارد یک مخزن می‌شود. سپس می‌توان آن را از مخزن توسط تسمه نقاله به ماشین خودکار پرکننده سینی‌ها یا گلدان انتقال داد.

در سیستم دوم عمل مخلوط بیشتر توسط یک تسمه نقاله طویل انجام می‌شود. هر یک از اجزای محیط رشد ریشه بطور جداگانه توسط تراکتور به داخل یکی از قیفها که بالای تسمه قرار گرفته ریخته می‌شود. می‌توان دریچه ته هر قیف را طوری تنظیم کرد که نسبت اجزا را در مخلوط کنترل کند.

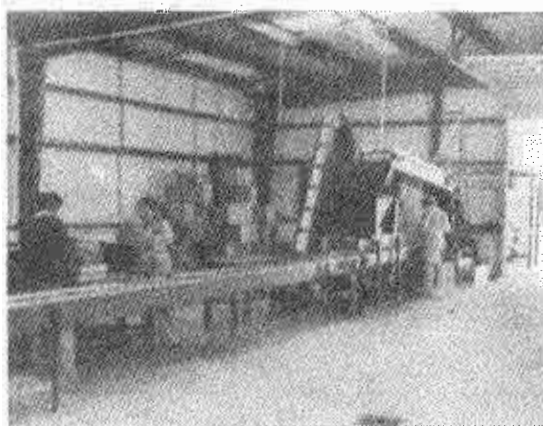
مواد غذایی اصلاح کننده در داخل یک قیف کوچکتر قرار می‌گیرند که آنها را روی اجزای دیگر مثل پیت ماس که روی تسمه قرار گرفته بریزد. در ادامه این سیستم، تسمه از میان جعبه‌ای که در آن دندانه‌های در حال چرخش برای اختلاط اجزای مختلف محیط کشت و مواد غذایی اصلاح کننده با یکدیگر قرار گرفته‌اند، عبور می‌کند. محیط رشد ریشه که تهیه شده است در طول تسمه یا به طرف یک مخزن یا قیف روی ماشین پرکننده گلدان یا سینی هدایت می‌شود. وقتی که ارتفاع محیط رشد ریشه در قیف کم

شکل ۱۰-۵ - یک سیستم

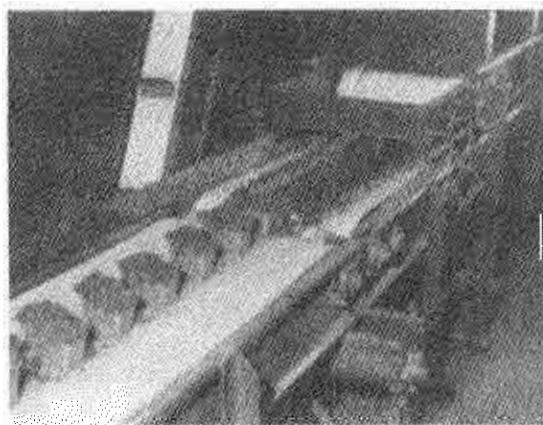
مخلوط‌کننده محیط رشد ریشه برای عملیات بزرگ گلدخانه‌ای: الف) اجزای محیط رشد ریشه در یک قیف قرار می‌گیرند و از میان آن به داخل خردکننده افتاده و سپس از طریق بالابر به داخل مخلوط‌کننده ریخته می‌شوند. پریلیت و مواد شیمیایی اصلاح‌کننده مستقیماً از بالا به داخل مخلوط‌کننده اضافه می‌شوند. محیط ریشه در داخل مخلوط‌کننده با بخاری که در یک دستگاه تولیدکننده بخار قابل حمل (سمت راست تصویر) تولید می‌شود، پاستوریزه می‌شود. پس از پاستوریزه شدن در جهت چرخش مخلوط‌کننده برعکس شده و محیط کشت به داخل یک قیف بزرگ به ظرفیت ۰/۶ مترمکعب که در سمت راست تصویر قرار گرفته تخلیه می‌شود. لولۀ روی بالابر برای دمیدن هوای خنک به منظور تسهیل عمل تخلیه محیط رشد ریشه بداخل مخلوط‌کننده پیش از مخلوط شدن بکار می‌رود (پ) در ادامه این سیستم، محیط رشد ریشه به‌طور اتوماتیک توسط یک تسمه نقاله به ماشین پرکننده گلدان، می‌رسد گلدانها در روی تسمه نقاله ماشین پرکننده را ترک کرده و می‌توان همان‌جا آنها را کاشت و یا در جای دیگر از آنها برای کشت استفاده کرد. پ) نمای نزدیکتر از ماشین پرکننده گلدان. خاک اضافی دوباره به قیف روی دستگاه پرکننده، برگردانده می‌شود. این ماشین می‌تواند گلدانها و سینی‌ها را به هر اندازه که باشند پر کند این موضوع شامل قوطیهای ۱۱/۵ لیتری نیز می‌شود.



الف



ب



پ

می‌شود، دکمه‌ای فشار داده می‌شود تا سیستم به کار افتاده و قیف دوباره پر شود. تنها چیزی که در این سیستم لازم است این است که مواد خاکی (اجزای تشکیل دهنده محیط کشت) که باید در قیف ریخته شوند، تأمین شود.

خلاصه

- ۱- محیط رشد ریشه باید چهار عمل را انجام دهد. الف - آب را در خود نگه دارد ب - مواد غذایی گیاه را تأمین کند ج - اجازه عبور گاز از ریشه به محیط خارج و بالعکس را بدهد د - گیاه را به خوبی در خود نگه دارد (مستقر سازد)
خواص مطلوب محیط رشد ریشه در گلخانه عبارتند از:
- الف - یک محتوای ثابت ماده آلی که در طول رشد از نظر حجمی کاهش چشم‌گیری نیابد، برای گیاهان گلدانی فراهم کنید.
- ب - دارای ماده آلی با $\frac{C}{N}$ (نسبت کربن به نیتروژن) و میزان تجزیه قابل قبول بوده، به‌طوری که تجمع نیتروژن ایجاد اشکال نکند.
- پ - برای محیط کشت گیاهان گلدانی وزن مخصوص ظاهری نسبتاً کم برای تسهیل در جابه‌جایی و ارسال باید در نظر گرفت ولی مخلوط نباید آنچنان سبک باشد که توانایی نگهداری و استقرار گیاه را نداشته باشد یعنی وزن مخصوص ظاهری مخلوط باید $1200-1400 \text{ g/dm}^3$ وقتی که میزان رطوبت مخلوط در حد ظرفیت ظرف است، باشد.
- ت - باید حداقل ۱۰ تا ۲۰ درصد حجمی هوا در ظرفیت ظرف در یک گلدان ۱۷ سانتیمتری Azalea type موجود بوده و بدون این‌که به وزن مخصوص ظاهری و تهویه خللی وارد شود محتوی آب در دسترس باید تا حد ممکن زیاد شود.

ث - محیط کشت باید دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی ($100 \text{ me}/15\text{-}6$) برای نگهداری مواد غذایی دارا باشد

ج - بطور کلی PH برای گیاهان کاشته شده در محیط کشت دارای خاک $6/26/8$ و برای گیاهان کاشته شده در محیط کشت بدون خاک $5/46$ مناسب است

ولی برای گیاهانی که خاکهای اسیدی را می‌پسندند PH باید کمتر باشد

چ - میزان تمام مواد غذایی به غیر از نیتروژن و پتاسیم باید حداقل تا برداشت یک محصول کافی باشد تا نشانه‌های کمبود این عناصر در گیاه مشاهده نشود

۳ - نسبت‌های متفاوتی از اجزای تشکیل‌دهنده ریشه برای تهیه محیط کشت و استفاده در گلخانه وجود دارد و باید انتخاب اجزای محیط ریشه براساس برآورده کردن چهار عمل محیط ریشه و اقتصادی بودن، دسترسی مستمر و استفاده از حداقل تعداد اجزاء انتخاب شده باشد.

۴ - تاکنون به‌طور سنتی از محیط کشت دارای خاک در گلخانه‌ها استفاده شده است خاک باعث نگهداری آب و مواد غذایی می‌شود. برای افزایش تهویه به محیط کشت شن دانه‌بندی شده اضافه کرده و پیت ماس برای تقویت نگهداری مواد غذایی و رطوبت که با اضافه کردن شن کم می‌شود، به کار می‌رود.

می‌توان فرمولاسیون استاندارد ۱ قسمت لوم: ۱ قسمت شن: ۱ قسمت پیت ماس را جهت ایجاد بافتهای مختلف تغییر داد.

۵ - در جایی که دستیابی به خاک یا وزن زیاد آن ایجاد مشکل می‌کند محیط کشت بدون خاک دارای مزیت است. پیت ماس به تنهایی و یا به همراه همان حجم از ورمی‌کیولیت یا شن محیط رشد ریشه مناسبی را می‌سازد. پوست فرآوری شده درختان از انواع کاج گرفته تا چوب درختان پهن‌برگ می‌تواند جزء خوبی از محیط کشت بدون خاک باشد. دو فرمولاسیون مناسب شامل حجمهای مساوی از پوست درخت و ورمی‌کیولیت یا سه بخش پوست و یک بخش پیت ماس و یک بخش شن

درجه‌بندی شده هستند.

۶- اصلاح محیط رشد ریشه با سه نوع از مواد غذایی، سنگ آهک دولومیت برای رسیدن به PH مطلوب، سوپرفسفات و مخلوطی از عناصر کم‌مصرف باید صورت گیرد به علاوه، باید به محیط کشت بدون خاک عامل مرطوب‌کننده اضافه کرد. اگرچه بعضی از پرورش‌دهندگان و اکثر تولیدکنندگان محیط‌های کشت تجاری، نیتروژن و پتاسیم کافی موجود در محیط کشت را به مدت دو تا چهار هفته در محیط کشت به کار می‌برند، ولی این یک امر ضروری نیست (پیشنهادهای ویژه در بخش هشتم داده شده‌اند)

۷- تهیه و زیر و رو کردن محیط رشد ریشه برای پرورش‌دهنده از لحاظ اقتصادی بسیار مهم است. ممکن است محیط رشد ریشه‌ای را خرید که قبلاً مخلوط شده و از نظر مواد شیمیایی اصلاح و پاستوریزه شده است و به این ترتیب جلوی هزینه قابل توجه کارگر را گرفت. و یا ممکن است توسط خود پرورش‌دهنده تهیه شود. درجات مختلفی از اتوماسیون برای فرمولاسیون و زیر و رو کردن محیط کشت موجود است و باید مورد توجه قرار گیرند.

مرجع

1. Anon. 1983. Tracking down the proper growing media. *Greenhouse Manager* 2(7):55-57, 60-65, 68-69.
2. Baker, K. F., ed. 1957. The U.C. system for producing healthy container-grown plants. Univ. of California Agr. Exp. Sta. and Ext. Ser. Manual 23. Berkeley, CA.
3. Blom, T. J. 1983. Working with soilless mixes. *Florists' Review* 173 (4480):29-34.
4. Boodley, J. W., and R. Sheldrake, Jr. 1982. Cornell peat-lite mixes for commercial plant growing. New York State College of Agr. and Life Sci. Ext. Info. Bul. 43.
5. Bunt, A. C. 1976. *Modern Potting Composts*. University Park, PA; and London: The Pennsylvania State Univ. Press.
6. Coker, E. G. 1971. *Horticultural Science and Soils*. Vol. 2. *Soils and Fertilizers*. London: Macdonald and Co., Ltd.
7. DeBoodt, M., ed. 1974. First symposium on artificial media in horticulture. *Acta Hort.* No. 37.
8. Johnson, P. 1968. *Horticultural and Agricultural Uses of Sawdust and Soil Amendments*. P. Johnson, 3106 Simbar Rd., Bonita, CA 92002.
9. Kelly, J. C., ed. 1978. Symposium on production of protected crops in peat and other media. *Acta Hort.* No. 82.
10. Lemaire, F., ed. 1982. Symposium on substrates in horticulture other than soils in situ. *Acta Hort.* No. 126.
11. Penningsfeld, F., chairman. 1972. Third symposium on peat in horticulture. *Acta Hort.* No. 26.
12. Poincelot, R. P. 1975. The biochemistry and methodology of composting. Connecticut Agr. Exp. Sta. Bul. 754.
13. Potter, C. H. 1971. Bedding plants 6: Choosing a soil: The real thing or a mix? *Florists' Review* 147 (3819):32-33, 71-74.
14. Robinson, D. W., and J. G. D. Lamb, eds. 1975. *Peat in Horticulture*. New York: Academic Press.
15. Van der Borg, H. H., ed. 1975. Symposium on peat in horticulture. *Acta Hort.* No. 50.
16. White, J. W. 1974. Criteria for selection of growing media for greenhouse crops. *Florists' Review* 155 (4009):28-30, 73-74.
17. _____. 1976. Growing media. In Mastalerz, J. W., ed. *Bedding Plants*, 2d ed., pp. 113-133. Pennsylvania Flower Growers' Assoc., 103 Tyson Bldg., University Park, PA 16802.
18. Wilson, G. C. S., ed. 1980. Symposium on substrates in horticulture other than soils in situ. *Acta Hort.* No. 99.

۶. ضد عفونی محیط کشت

شرایط نیمه گرمسیری حاکم بر گلخانه‌ها، موجب رشد عوامل بیماری‌زای گیاهی می‌شود. محیط گلخانه هرگز یخ نمی‌زند، هوا همیشه مرطوب است و دمای محیط پیوسته گرم می‌باشد. کشت مداوم یک یا چند محصول مشکل بیماری‌ها را تشدید می‌کند زیرا به علت وجود یک میزبان ثابت، شرایط فعالیت ارگانیسم‌های بیماری‌زا فراهم است. تا پیش از سال ۱۹۵۰، برای مبارزه با امراض ناشی از خاک، محیط کشت گلخانه سالانه یکبار تعویض و با کمپوست یا محیط کشت جدیدی که از کاشت گیاهانی با توالی خاص در خاک مزرعه تهیه می‌گردید. (همانگونه که در فصل ۵ داده شده است) جایگزین می‌شد. در طی دهه ۱۹۵۰ این روش پرزحمت و وقت‌گیر از رونق افتاد و روش ضد عفونی خاک جایگزین آن شد.

امروزه عمل ضد عفونی محیط کشت در تمام گلخانه‌ها یک روش معمول و استاندارد به شمار می‌رود. این عمل، معمولاً هر سال یکبار و در تعدادی از گلخانه‌های تولیدی پس از برداشت هر محصول انجام می‌شود. تعداد دفعات ضد عفونی کردن، بستگی به شیوع بیماری در گلخانه دارد. محیط کشت محصولات نسبتاً کوتاهی نظیر داوودی، لازم است هر ۱۲ تا ۱۶ هفته یکبار ضد عفونی شود. تابستان زمان مناسبی برای ضد عفونی محیط

کشت است زیرا، تولید محصولات در سطح پایینی بوده، محیط کشت گرمتر است و چنانچه ضد عفونی با بخار مورد نظر باشد در این زمان کل و یا بخش بیشتر ظرفیت دیگ بخار قابل استفاده می باشد.

ضد عفونی محیط کشت، علاوه بر حذف عوامل بیماریزا، در از بین بردن نماتدها، حشرات و علفهای هرز بسیار مؤثر است. کنترل علفهای هرز به وسیله ضد عفونی خاک، برای کشاورزان امری شناخته شده است.

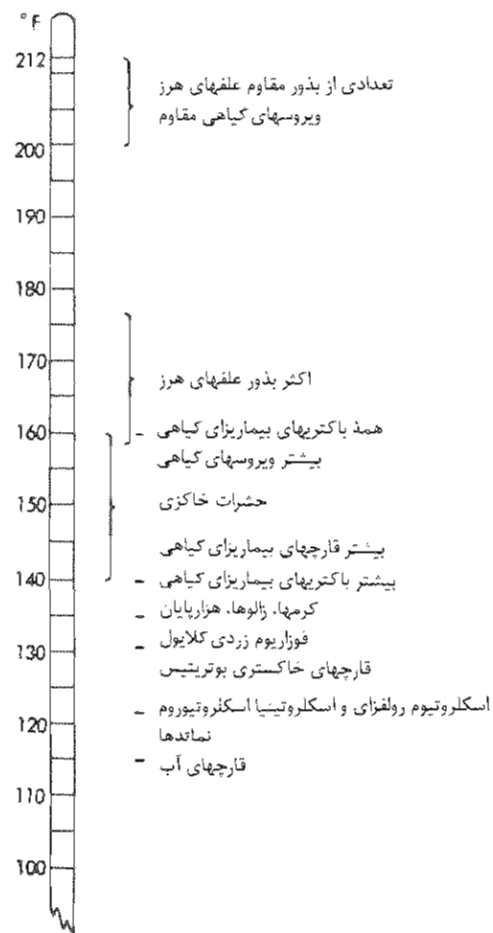
عمل ضد عفونی، معمولاً با وارد کردن بخار آب و یا یکی از چندین نوع ماده شیمیایی، از قبیل متیل برومید و کلروپیکرین، به داخل محیط کشت صورت می گیرد. این دو روش، به طور جداگانه متعاقباً شرح داده خواهند شد.

..... ضد عفونی توسط بخار آب

نیازهای حرارتی

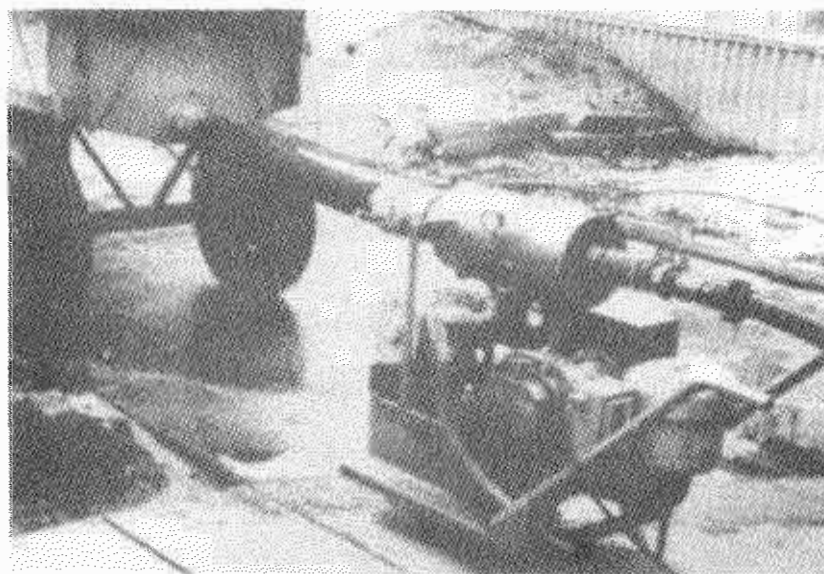
هر یک از ارگانیزم‌هایی که به گیاهان آسیب می‌رسانند، همانگونه که در شکل ۶-۱ نشان داده شده است، در شرایط دمایی خاصی از بین می‌روند. به‌طور معمول، بخاردهی به مدت ۳۰ دقیقه، پس از آنکه دمای سردترین نقطه محیط کشت به 71°C (160°F) رسید، انجام می‌گیرد. از آنجایی که در این عمل محیط کشت به مدت ۳۰ دقیقه در دمای حداقل 71°C حرارت داده می‌شود، دمای محیط کشت معمولاً تا 100°C (212°F) یعنی دمای بخار آب افزایش می‌یابد.

در این فصل عمل ضد عفونی کردن^۱ به جای سترون کردن^۲ مورد بحث قرار می‌گیرد. زیرا در عمل سترون کردن همه ارگانیزم‌های محیط کشت از بین می‌روند، درحالی که در ضد عفونی کردن فقط برخی ارگانیزم‌های مضر به‌طور انتخابی کشته می‌شوند. در محیط کشت علاوه بر عوامل بیماری‌زای زیان‌آور، تعداد زیادی ارگانیزم



شکل ۱-۶ - دمای لازم برای کشته شدن
عوامل بیماریزا و سایر ارگانیسمهای
زیان آور گیاهی. اغلب دماهای گفته شده
در مدت ۳۰ دقیقه و در شرایط مرطوب
مؤثر واقع می شوند. (Baker, 1957)

مفید وجود دارد. محیط کشتی که توسط ارگانیزمهای مفید فراوانی اشغال شده است، به سهولت توسط عوامل بیماریزا آلوده نمی شود. ارگانیزمهای مفید به دلیل جایگاه مستحکمشان، به طور موفقیت آمیزی با ارگانیزمهای بیماریزا بر سر اکسیژن، مواد غذایی و فضا به رقابت می پردازند و در برابر استقرار ارگانیزمهای بیماریزا مقاومت نشان می دهند. ضد عفونی در دمای 100°C (212°F) موجب نابودی تعداد قابل ملاحظه ای از ارگانیزمهای مفید می شود. در این وضعیت اگر ارگانیزمهای مفید زودتر در محیط کشت تلقیح شوند مشکلی به وجود نخواهد آمد. اما



شکل ۲-۶- یک دستگاه تولیدکننده مخلوط بخار - هوا که خاک را در دمای 60 تا 71 درجه سانتیگراد ($140-160^{\circ}\text{F}$) ضد عفونی می کند. بخار از یک دیگ بخار وارد آئراتور (پمپ هوا دهنده) که در سمت راست قرار دارد می شود و هوا نیز به داخل دمیده می شود. بخار و هوا درون مخزن مخلوط می شوند و سپس از طریق شیلنگی که در سمت چپ قرار دارد به محفظه ای که محتوی محیط کشت (خاک) است انتقال می یابد. یک دریچه دستی برای تنظیم میزان هوای ورودی به کار می رود که در عین حال درجه حرارت مخلوط را نیز کنترل می کند. یک دماسنج دمای درون تانک را نشان می دهد.

اگر ارگانیزمهای بیماریزا زودتر به محیط راه یابند، به سرعت و بدون هیچ مقاومت و یا رقابتی رشد می کنند.

امروزه دستگاهی موجود است که هوا را با بخار مخلوط می سازد (شکل ۶-۲). مخلوط پس از رسیدن به دمای مورد نظر، که معمولاً پایینتر از 100°C (212°F) است، به محیط کشت تزریق می شود. به این ترتیب دمای محیط کشت به این درجه مطلوب رسیده و بالاتر نمی رود. این سیستم، تحت عنوان دستگاه ضد عفونی توسط بخار هوا^۱ نامیده می شود. برخی معتقدند که ضد عفونی بهتر است به مدت ۳۰ دقیقه در دمای 60°C (140°F) انجام شود و برخی از تولیدکنندگان در دمای 71°C (160°F) به مدت ۳۰ دقیقه این کار انجام می دهند. در این شرایط دمایی اغلب ارگانیزمهای زیان آور و فقط تعداد بسیار اندکی از ارگانیزمهای مفید از بین می روند.

آماده سازی محیط کشت

محیط کشت، باید پیش از ضد عفونی شدن کاملاً نرم و قابل نفوذ شود. اگر محیط کشت در سکو قرار دارد باید به وسیله روتیواتور (rototiller) زیر و رو شود. در داخل محیط کشت، انتقال گرما از میان خلل و فرج سریعتر صورت می گیرد تا از طریق هدایت ذرات. منافذ بزرگی که در خاک نرم شده وجود دارند موجب تسهیل حرکت بخار می شوند؛ از این رو، طول زمان لازم برای ضد عفونی محیط کشت کوتاهتر می شود.

محیط کشت، نباید خشک باشد، زیرا محیط خشک مانند عایق عمل کرده و در برابر انتقال حرارت مقاومت نشان می دهد و موجب کندی افزایش دما می شود.

1- aerated steam pasteurization

با افزودن آب سرعت عمل ضد عفونی کردن بالا می‌رود، اما مقدار آب نباید از حد مورد نیاز بیشتر باشد، زیرا آب زیادی دوباره سرعت ضد عفونی کردن را کاهش می‌دهد. گرمای مورد نیاز برای بالا بردن دمای مقدار معینی آب پنج برابر گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای همان وزن خاک است. از آنجایی که همه آب زیادی موجود در محیط کشت نیز باید به دمای مطلوب ضد عفونی کردن برسد، سرعت فرآیند بسیار کند شده و هزینه بالا می‌رود. به عنوان یک قاعده کلی، میزان رطوبت محیط کشت باید در سطحی باشد که هنگام کاشت یک محصول مورد نیاز است.

بذور برخی از علفهای هرز دماهای نزدیک به 100°C (212°F) را تحمل می‌کنند. بعضی از آنها عبارتند از: نیلوفر، کیسه کشیش و نوعی گلی راغی. این مشکل را می‌توان با مرطوب کردن محیط کشت یک یا دو هفته قبل از عمل ضد عفونی کردن برطرف ساخت. وقتی که بذر رطوبت جذب کرده و جوانه می‌زند، به سهولت در دماهای پایینتری نابود می‌شود.

از آنجایی که محیط کشت پیش از ضد عفونی باید مخلوط و آماده شود، می‌توان مواد اصلاح کننده مختلف شیمیایی و فیزیکی را در این زمان به محیط اضافه کرد. موادی از قبیل سوپرفسفات، آهک، عناصر میکرو، کودهای کامل غیرآلی و کودهای کند آزادشونده همچون $\text{Mag Amp}^{\text{R}}$ می‌توانند بدون هیچ گونه اثر منفی، فرآیند ضد عفونی کردن را تحمل کنند. مصرف کود کند آزادشونده $\text{Osmocote}^{\text{R}}$ باید با ملاحظات بیشتری صورت گیرد. این کود تا دمای 94°C (200°F) دوام می‌آورد بدون اینکه پوشش آن آسیب ببیند، اما سرعت آزاد شدن آن، ممکن است افزایش یابد.

از ضد عفونی محیط کشتهای دارای $\text{Osmocote}^{\text{R}}$ باید اجتناب کرد. زیرا ممکن است میزان نمکهای قابل حل در محیط کشت افزایش یابد.

به محیط کشت بستر، لازم است متناوباً مواد آلی از قبیل پیت ماس و پوسته درختان افزوده شود و این کار بهتر است پیش از ضد عفونی محیط کشت، یعنی هنگام نرم کردن آن انجام شود. به این ترتیب علاوه بر اینکه عمل اختلاط آسانتر صورت می گیرد، عوامل بیماریزای احتمالی موجود در آنها نیز از بین می روند.

منابع بخار

دمای هر متر مکعب از محیط کشت گلخانه با افزودن $1/6 \text{ MJ}$ یا 281 Kcal انرژی گرمایی به طور متوسط به اندازه 1°C افزایش می یابد. (دمای هر فوت مکعب از محیط کشت با افزودن 24 Btu به اندازه 1°F افزایش می یابد.) هر چه دمای اولیه محیط کشت پایینتر باشد، مقدار انرژی حرارتی بیشتری برای ضد عفونی کردن محیط مورد نیاز است. در جدول ۶-۱ انرژی حرارتی مورد نیاز برای رساندن دمای محیط کشت از دماهای مختلف اولیه به 82°C (180°F) ارائه شده است.

بازده عمل ضد عفونی با بخار معمولاً حدود ۵۰ درصد است. نصف انرژی حرارتی تولید شده توسط دیگ بخار از طریق خود دیگ، لوله های انتقال بخار، دیواره های سکوی کاشت و پوشش روی آن هدر می رود. بنابراین برای تعیین اندازه دیگ بخار مورد نیاز، باید ارقام موجود در جدول ۶-۱ دو برابر شوند. از آنجایی که هر واحد نیروی اسب بخار (hp) معادل 33475 Btu در ساعت است، از این رو خاکی به حجم ۶ فوت مکعب با دمای اولیه 18°C (65°F) می تواند ظرف مدت یک ساعت با انرژی حرارتی معادل ۱ اسب بخار، با در نظر گرفتن بازده ۵۰٪ ضد عفونی شود. این مقدار معادل ۱۲ فوت مربع از سطح سکوی کاشت (برای ضد عفونی یک متر مکعب از محیط کشت، انرژی حرارتی معادل 208 MJ یا 5000 Kcal مورد نیاز است)

ظرفیت دیگهای بخار را می توان همچنین برحسب وزن بخار تولید شده (پوند) اندازه گیری کرد. وقتی یک پوند آب به بخار تبدیل می شود مقداری انرژی حرارتی

جذب می‌کند. حال اگر یک پوند بخار با دمای 212°F به ۱ پوند آب یا دمای 212°F تبدیل شود، 970 Btu انرژی حرارتی آزاد می‌شود. حال اگر دمای آب کاهش یابد به ازاء هر درجهٔ فارنهایت کاهش دمای آب، 1 Btu انرژی حرارتی آزاد می‌شود. اگر محیط کشت در دمای 180°F ضد عفونی شود، دمای آب 32°F کاهش می‌یابد 32 Btu انرژی اضافی علاوه بر 970 Btu مربوط به تغییر حالت آب آزاد می‌شود. بنابراین، ۱ پوند بخار، 1002 Btu انرژی برای عمل ضد عفونی کردن فراهم می‌کند. برای ضد عفونی ۱ فوت مکعب محیط کشت، در حدود ۶ پوند بخار مورد نیاز است (۹۶ کیلوگرم بخار به ازاء هر متر مکعب محیط کشت).

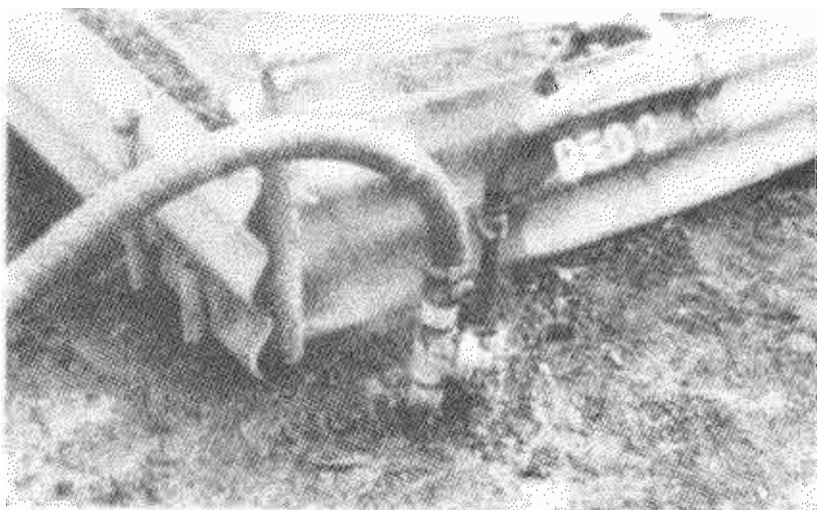
می‌توان از یک دیگ بخار گرم‌کننده گلخانه برای ضد عفونی خاک استفاده کرد. برای تأمین بخار، در محل مناسبی از گلخانه یک لولهٔ سهراهی و یک شیر تنظیم جریان بر روی لولهٔ اصلی بخار نصب می‌شود.

هنگام ضد عفونی کردن، بخار نباید تحت فشار زیاد خارج شود. بخار با فشار کمتر از ۶/۹ کیلو پاسکال (kPa) (۱ پوند بر اینچ مربع = psi) درون محیط کشت

جدول ۱-۶- انرژی حرارتی مورد نیاز برای رساندن دمای یک فوت مکعب یا یک متر مکعب از محیط کشت گلخانه با رطوبت ۱۵٪ به 82°C (180°F) از دماهای اولیهٔ مختلف.

دمای اولیه	حرارت	دمای اولیه	حرارت
$^{\circ}\text{F}$	Btu/ft^3	$^{\circ}\text{C}$	Kcal/m^3
۷۰	۲۶۴۰	۲۰	۲۱۸۲۴
۶۰	۲۸۸۰	۱۵	۲۳۵۸۴
۵۰	۳۱۲۰	۱۰	۲۵۳۴۴
۴۰	۳۳۴۰	۵	۲۷۱۰۴
۳۰	۳۶۰۰	۰	۲۸۸۶۴

آزاد می‌شود. فشار درون دیگ بخار موجب رانده شدن بخار از لوله‌ها به محیط کشت می‌شود. برای این منظور، فشار مناسب در دیگ بخار $70-100 \text{ kPa}$ ($10-15 \text{ psi}$) خواهد بود. واقعیت این است که وقتی بخار تحت فشار قرار می‌گیرد، محتوای انرژی گرمایی آن افزایش می‌یابد. به هر حال، افزایش محتوای گرمایی کم است، و یک سیستم فشار بالا باید از جهات گوناگونی توجیه شود (مثلاً توزیع انرژی در مجموعه وسیعی از گلخانه). وقتی که فشار بخار تا 345 kPa (50 psi) افزایش می‌یابد، دما تا حدود 147°C (297°F) بالا می‌رود و محتوای انرژی حرارتی که کیلوگرم آب به اندازه 167 KJ یا 16 kcal نسبت به محتوای گرمای بخار در فشار صفر بالا می‌رود. (محتوای انرژی حرارتی ۱ پوند آب به میزان 29 Btu افزایش می‌یابد).



شکل ۳-۶- وقتی بخار، به وسیله یک دیگ بخار مرکزی به منظور ضد عفونی محیط کشت ایجاد می‌شود، بهترین راه این است که یک لوله انتقال بخار دائمی برای تأمین بخار در هر گلخانه موجود باشد. در شکل، یک لوله انتقال دهنده بخار تحت السطحي با لوله‌های عمودی که به طور متناوب بخار تولید می‌کند نشان داده شده است. در این سیستم طول شیلنگ بخار و انرژی کار به حداقل می‌رسد.

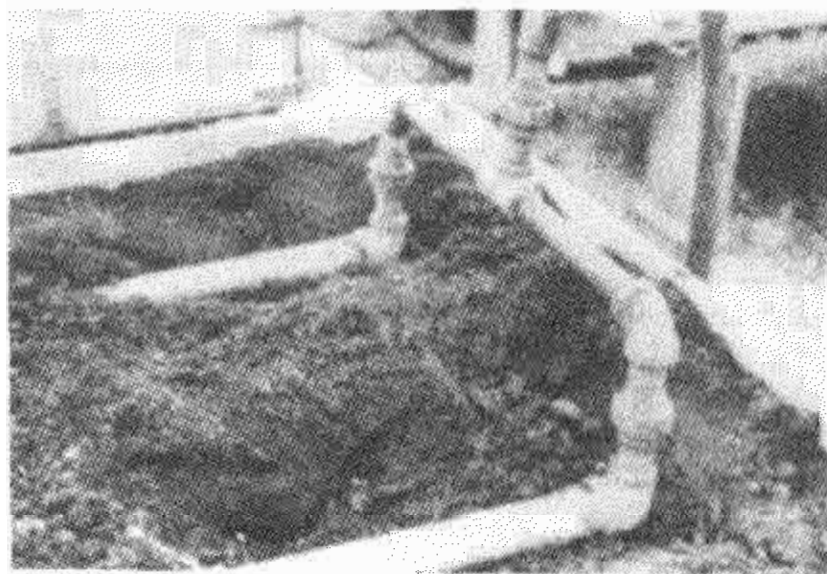


توزیع بخار

بخار از یک ژنراتور تولید بخار دستی یا لوله اصلی انتقال بخار گلخانه به درون یک شیلنگ بخار کم فشار به قطر حداقل ۳۲ میلیمتر ($1\frac{1}{2}$ اینچ) انتقال می یابد. جریان بخار در تمام طول شیلنگ باید پیوسته باشد.

اگر بخار از یک دیگ بخار مرکزی تأمین می شود، لازم است در هر بخش از گلخانه شیر تنظیمی برای خروج بخار موجود باشد (شکل ۳-۶).

بخار از طریق لوله های سوراخداری که در زیر خاک کار گذاشته شده اند در بسترهای کاشت جدید توزیع می شود. برای بستری به عرض ۰/۹ متر (۳ فوت) یک ردیف لوله و برای بستری به عرض ۱/۲ متر (۴ فوت) دو ردیف لوله در داخل خاک کار گذاشته می شود. برای این منظور، می توان از لوله های مختلف مستعمل استفاده کرد. به منظور پخش بخار، سوراخهای جفتی به قطر ۳-۶ میلیمتر ($\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$ اینچ) به فواصل ۱۵ سانتیمتر



شکل ۴-۶- یک لوله انتقال بخار منشعب با ساختمان بندی ساده. برای ضد عفونی بستری به عرض ۱/۲ متر (۴ فوت) بهتر است از دو لوله انتقال بخار سوراخ شده که درون خاک کار گذاشته شده اند استفاده شود.

(۶ اینچ) از یکدیگر در دو سمت لوله ایجاد می‌گردد. انتهای لوله به وسیله درپوشی بسته می‌شود. برای توزیع بخار از شیلنگ ورودی به لوله‌های دیگر از یک لوله منشعب استفاده می‌شود (شکل ۴-۶)

سابقاً بسیاری از بسترهای کاشت، خصوصاً بسترهای کاشت رز، به شکل V و کف آنها از بتن ساخته می‌شد. در عمق بستر یک لوله زهکش سفالی به‌طور طولی کار گذاشته می‌شد. در این‌گونه بسترها می‌توان بخار را از طریق این لوله‌ها به درون خاک انتقال داد. به این ترتیب، تجهیزات مورد نیاز برای نصب سیستمهای ضد عفونی کاهش می‌یابد. بسترهای کاشت بدون کف، مشکلات دیگری دربردارند. مثلاً ممکن است ارگانیسمهای بیماریزا و نماتدها در زیر خاک نرم شده در درون زمین موجود باشند. از آنجایی که بخار نمی‌تواند به سرعت به این ناحیه سخت نفوذ کند، عوامل بیماریزا و موجودات زیان‌آور موجود در این فاصله می‌توانند پس از اتمام عمل ضد عفونی به سطوح بالاتر، یعنی محلی که ریشه‌ها در آنجا رشد می‌کنند راه یابند. از این رو بهتر است، لوله‌های انتقال بخار، کاملاً در زیر خاک نرم شده قرار داده شوند. به این ترتیب، بخار به بخشهای عمیق تر نفوذ کرده و از بالا آمدن نماتدها و سایر موجودات جلوگیری به عمل می‌آید.

محیط کشت سکوها کاشت بلند را می‌توان هم به کمک لوله‌های انتقال بخار حفر شده در محیط کشت و هم بدون استفاده از آنها ضد عفونی کرد. در صورت استفاده از این لوله‌ها، لازم است آنها را در نصف عمق خاک قرار داد. این بهترین طریقه ضد عفونی است. برخی تولیدکنندگان، بخار را از طریق شیلنگهای پارچه‌ای به قطر ۱۳ سانتیمتر (۵ اینچ) به فضای بین خاک و پوشش روی آن تزریق می‌کنند. وقتی که پوشش روی بستر متورم می‌شود، بخار به سهولت به درون خاک نرم شده نفوذ می‌کند. نصب این سیستم آسانتر از سیستم لوله‌های بخار حفر شده است. اما برای نفوذ بخار به درون خاک زمان طولانی‌تری مورد نیاز است.



سکوه‌های کاشت خالی را نیز می‌توان با استفاده از شیلنگهای توزیع بخار پارچه‌ای به قطر ۱۳ سانتیمتر (۵ اینچ) ضد عفونی کرد. یک سر شیلنگ به لوله انتقال بخار متصل و محکم بسته می‌شود. سپس آن را روی محیط کشت قرار می‌دهند و انتهای آن را توسط سیمی می‌بندند. پیش از ضد عفونی، لوله را خیس می‌کند تا سرعت انتشار بخار افزایش یابد.

برای ضد عفونی محیط کشت گلدانی بهتر است از واگنهای مخصوصی که در زیر آنها لوله‌های توزیع بخار سوراخ‌دار کار گذاشته شده است و یا کف آنها به منظور توزیع بخار سوراخ‌دار است استفاده شود. شرح این واگنها در فصل ۵ آمده است. در صورت تمایل می‌توان دیواره‌های این واگنها را با شیب کمی به حالت افقی در آورد و آنها را به عنوان سکوی گلدانها مورد استفاده قرار داد.

خاک مزرعه را نیز می‌توان به وسیله بخار ضد عفونی کرد، همانگونه که در مزارع تولید داوودی در فلوریدا و کالیفرنیا انجام می‌شود. سریعترین روش این است که به کمک تراکتور به خاک مزرعه متیل برومید^۱ اضافه شود. البته در این عمل عامل بیماری ورتیسیلیوم^۲ که یک بیماری شایع و مخرب داوودی در مزارع تولید است از بین نمی‌رود. بخار عامل مؤثری در از بین بردن این بیماری است. دیگ بخار را می‌توان در یک مکان مرکزی ثابت قرار داد و یا بر روی کامیونی مستقر کرده و از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر جابه‌جا کرد. بخار به وسیله یک شیلنگ از منبع اصلی به چنگک انتقال بخار هدایت می‌شود (شکل ۵-۶). چنگک از یک لوله رأسی^۳ به قطر ۱۰ سانتیمتر (۴ اینچ) و طول ۳/۶۵ متر (۱۲ فوت) تشکیل شده است و به وسیله کابلی عمود بر آن در روی زمین کشیده می‌شود. بر روی لوله رأسی تیغه‌هایی به طول ۴۶-۴۰ سانتیمتر (۱۸-۱۶ اینچ) و به فاصله ۲۳ سانتیمتر (۹ اینچ) از یکدیگر، قرار دارند که با

1- methyl bromide

2- Verticillium

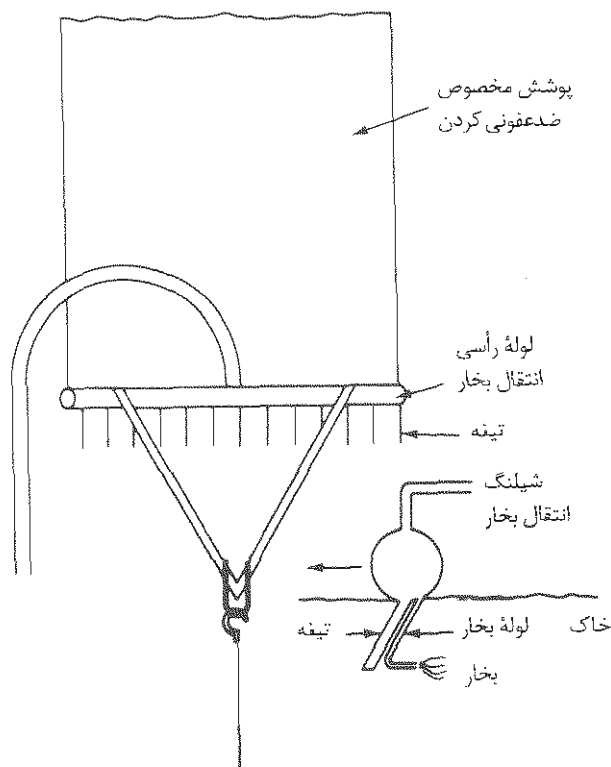
3- header

کشیده شدن سر چنگک به درون خاک فرو می‌روند. در پشت هر تیغه لوله ظریفی به قطر ۱/۳ سانتیمتر (۵/۰ اینچی) قرار دارد که بخار را از لوله اصلی به درون خاک هدایت می‌کند. چنگک با سرعت ۵۰-۲۵ سانتیمتر در دقیقه (۲۰-۱۰ اینچ در دقیقه) به وسیله ماشینی در طول مزرعه کشیده می‌شود. به وسیله چنگک می‌توان زمینی به سرعت ۴/۰ هکتار (۱۱ اکری) را در مدت ۴۰ تا ۷۰ ساعت کاری ضد عفونی کرد. یک پوشش پلاستیکی مخصوص به پشت لوله رأسی متصل است و با حرکت ماشین در طول مزرعه روی زمین کشیده می‌شود. طول پوشش باید به اندازه‌ای باشد که هر نقطه از زمین را در مدت ۳۰ دقیقه طی کند. طول پوشش برای چنگکی که با سرعت ۵۰ سانتیمتر در دقیقه (۲۰ اینچ در دقیقه) حرکت می‌کند باید ۱۵ متر (۵۰ فوت) باشد. نقش پوشش این است که بخار را درون خاک حفظ کند تا دمای خاک به مدت ۳۰ دقیقه حدود 70°C (160°F) نگه داشته شود.

هنگام ضد عفونی محیط کشت سکوی کاشت، پایینترین دما متعلق به آخرین نقطه‌ای است که بخار به آن نفوذ می‌کند و معمولاً نزدیک دیوار خارجی است. دماسنج باید در سردترین نقطه قرار داده شود. عمل ضد عفونی کردن باید تا هنگامی که دمای سردترین نقطه به دمای مطلوب برسد و زمان لازم را سپری کند ادامه یابد. اگر دماسنج در یک نقطه گرم قرار داده شود. عمل ضد عفونی پیش از کشته شدن عوامل بیماری‌زای موجود در نقاط سردتر، متوقف می‌شود. این نقاط، مرکز نشو و نمای عوامل بیماری‌زا و انتقال آنها به سایر بخشهای خاک خواهند شد. به علت عدم وجود رقابت، ارگانیسمهای بیماری‌زا به سرعت پخش می‌شوند. در واقع اگر ضد عفونی اینچنین ناقص انجام شود بهتر است از انجام آن خودداری کرد.

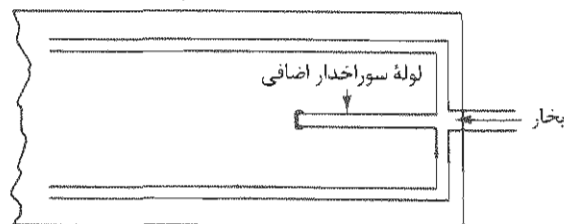
این مشکل را می‌توان با تزریق بخار بیشتر به نقطه سرد سکوی کاشت برطرف کرد. در شکل ۶-۶ سیستم مخصوص این کار نشان داده شده است. در نقطه ورود لوله





شکل ۵-۶- یک چنگک توزیع بخار برای ضد عفونی کردن خاک مزرعه - بخار از طریق یک شیلنگ به لوله رأسی که طول آن ۳/۶۵ متر (۱۲ فوت) است انتقال می یابد. تیغه هایی به فاصله ۲۳ سانتیمتر (۹ اینچ) از یکدیگر تا عمق ۴۰-۴۶ سانتیمتر (۱۶-۱۸ اینچ) درون خاک فرو می روند. لوله های کوچکی که پشت تیغه ها قرار دارند بخار را تا عمق تیغه ها درون خاک تزریق می کنند. یک پوشش مخصوص به پشت چنگک متصل است و دنبال آن بر روی زمین کشیده می شود تا دمای خاک را به مدت ۳۰ دقیقه بالا نگهدارد. این چنگک اغلب به وسیله یک کابل و ماشین در سطح مزرعه حرکت داده می شود.

انتقال بخار به محیط کشت، یک قطعه لوله کوتاه به طور موازی به لوله انتقال مرتبط می شود. این قطعه لوله اضافی که تا $\frac{1}{3}$ طول بستر امتداد می یابد، دارای تعداد زیادی سوراخ است که به صورت جفت در دو سمت لوله و به فاصله ۵ سانتیمتر (۲ اینچ) از یکدیگر قرار دارند.



شکل ۶-۶ - یک لوله انتقال بخار سوراخدار اضافی (در مرکز بستر) که برای تزریق بخار بیشتر به سردترین نقطه انتهایی بستر به کار می‌رود تا از افزایش زمان عمل ضد عفونی جلوگیری شود.

انواع پوشش Covers

بدون وجود پوشش، بخار با سرعت صعود کرده و از سطح محیط کشت فرار می‌کند و به این ترتیب تأثیر بخار کاهش می‌یابد. در ضمن عمل ضد عفونی، یک پوشش بر روی محیط کشت کشیده می‌شود تا بخار را در سطح بستر کاشت حفظ کند و به علاوه درجه حرارت را افزایش دهد.

به طور کلی سه نوع پوشش موجود است: پلی اتیلن^۱، وینیل^۲، و نایلون دارای پوشش نئوپرن^۳. طول عمر متوسط پلی اتیلن نسبت به سایرین کوتاهتر است اما قیمت آن ارزانتر است. پلی اتیلن را می‌توان در یک فصل ضد عفونی چندین بار مورد استفاده قرار داد، اما نمی‌توان آن را برای فصل بعد نگاه داشت. پوششهای وینیل بسیار معمول بوده و معمولاً انواع با ضخامت ۰/۲ میلیمتر آنها بیشتر خریداری می‌شود. طبق ادعای شرکت‌های تولیدکننده، می‌توان آنها را ۲۵ بار مورد استفاده قرار داد. در واقع اگر این پوششها به روش درستی به کار برده شوند و به دور از نور آفتاب نگهداری شوند، بیشتر دوام خواهند آورد. اشعه ماوراء بنفش موجب تخریب پلاستیک وینیل می‌شود. بادوامترین پوششها، نایلونهای دارای پوشش نئوپرن می‌باشند که بنابر ادعای تولیدکنندگان آنها تا ۱۰۰ بار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

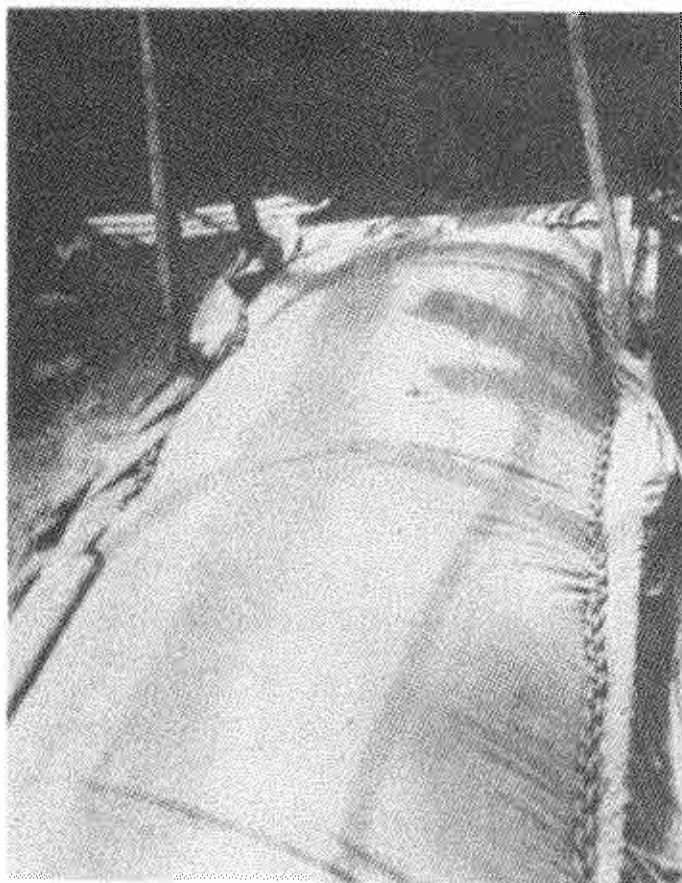
1- Polyethylene

2- Vinyl

3- neoprenecoated nylon

اگر این نایلونها پس از هر بار استفاده خشک و بادقت نگهداری شوند تا بیش از ۲۰۰ بارنیز می توان از آنها استفاده کرد.

اگر دیواره های خارجی سکوی کاشت صاف باشد، نیازی به بستن پوشش به آن نمی باشد. پوشش را از اطراف دیواره های سکو به اندازه ۳۰ سانتیمتر (۱ فوت) یا بیشتر آویزان می کنند. به محض اینکه بخار با سطح داخلی پوشش تماس پیدا کرد، متراکم شده و آن را مرطوب می سازد. لایه آبی که بین سطح رویی بستر و سطح داخلی پوشش تشکیل می شود موجب می گردد این دو سطح به یکدیگر بچسبند و هنگام تزریق بخار از بلند شدن پوشش جلوگیری می کند. سکوهایی که دارای پایه های خارجی یا بلوکهای جانبی زیر و ناهموار هستند، لازم است پوشش



شکل ۷-۶- اگر دیواره خارجی بستر یا سکوی کاشت ناهموار، ناصاف یا کوتاه باشد، لازم است برای جلوگیری از بلند شدن پوشش به وسیله بخار زیر آن را به بستر محکم کرد. ساده ترین روش، قرار دادن اشیاء سنگین از قبیل زنجیر یا لوله بر روی آن است.

بر روی آنها محکم شود. ساده‌ترین روش این است که یک زنجیر یا هر شیئی سنگین دیگری را بر روی پوشش در مقابل دیواره‌های داخلی سکو قرار داد (شکل ۶-۷). برای این منظور می‌توان از نوله‌های پلاستیکی مخصوصی که از آب پر می‌شوند نیز استفاده کرد. برخی تولیدکنندگان با قرار دادن صفحات چوبی بر روی پوشش بستر و محکم نمودن آنها توسط گیره، پوشش را ثابت نگه می‌دارند. برخی دیگر، که از سکوه‌های چوبی استفاده می‌کنند، یک نواز چوبی در هر حاشیه بستر بر روی پوشش قرار می‌دهند و به وسیله میخ نوار چوبی را به سکو محکم می‌کنند. این عمل موجب سوراخ شدن پوشش می‌شود و بنابراین توصیه نمی‌شود.

سی دقیقه پس از دستیابی به دمای 71°C (160°F)، بخار قطع می‌شود. در عرض چند دقیقه پوشش به سطح محیط کاشت می‌چسبد. سپس می‌توان آن را با احتیاط جمع کرد. وقتی که دمای محیط کشت به اندازه کافی پایین آمد، بذور و گیاهان جوان را می‌توان در آن کاشت. سرعت خنک شدن محیط کشت بستگی به عمق و میزان رطوبت آن داشته و حدود ۴ الی ۸ ساعت به طول می‌انجامد. محیط کشتی که به وسیله بخار هوا داده شده ضد عفونی شده است را می‌توان پس از برداشتن پوشش با عبور دادن هوای خنک حاصل از دستگاه هوادهنده (aerator) به مدت ۳۰ دقیقه، بسیار سریع خنک کرد.

مشکلات پس از بخاردهی

در نتیجه عمل ضد عفونی بخار دو نوع مسمومیت ممکن است به وجود آید:

— مسمومیت منگنز

— مسمومیت آمونیوم

مسمومیت منگنز: بسیاری از خاکها، دارای مقادیر زیادی منگنز می‌باشند. خوشبختانه

مقدار کم اما بسنده‌ای از آن برای گیاهان قابل استفاده است و قسمت بیشتر آن به شکل غیر قابل جذب می‌باشد. ضد عفونی توسط بخار موجب تبدیل منگنز غیر قابل جذب به شکل قابل جذب می‌شود. هرچه زمان بخاردهی طولانی‌تر باشد، منگنز بیشتری به صورت قابل جذب در می‌آید و احتمال خطر مسمومیت منگنز افزایش می‌یابد. بنابراین محیط کشتهایی که از خاک مزرعه تشکیل یافته‌اند، باید در دمای توصیه شده و در زمان مورد نیاز، یعنی در مدت ۳۰ دقیقه، ضد عفونی شوند. محیط کشتهای بدون خاک چنین مشکلی را دربر ندارند زیرا در ترکیب آنها مقدار ناچیزی منگنز به کار رفته است. مقادیر زیاد منگنز در گیاه به خودی خود، سمی بوده و موجب سوختگی نوک برگهای مسن می‌شود. وجود منگنز زیاد در محیط کشت مانع جذب آهن به وسیله ریشه می‌شود. در واقع مشکل کمبود آهن عموماً ناشی از مقادیر زیاد منگنز قابل جذب در محیط است.

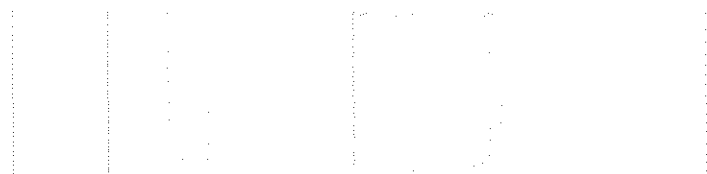
مسمومیت آمونیوم: محیط کشتهایی که دارای مواد آلی غنی از نیتروژن می‌باشند طی فرآیند ضد عفونی، آمونیوم تولید می‌کنند. ممکن است آزاد شدن آمونیوم به مدت چند هفته ادامه یابد. کودهای دامی، تورب کاملاً پوسیده، خاک برگ و کمپوستها از جمله این محیط کشتهای می‌باشند. میکروارگانیسمها به علت وجود کربن، نیتروژن و دیگر عناصر موجود در مواد آلی از آنها تغذیه می‌کنند. وقتی ماده آلی دارای مقادیر فراوانی از نیتروژن باشد، مقدار زیادی از نیتروژن آزاد می‌شود و به مصرف گیاه می‌رسد. همانگونه که در شکل ۶۸ نشان داده شده است، میکروارگانیسمهای آمونیاک ساز^۱، نیتروژن موجود در ماده آلی را به نیتروژن آمونیاکی تبدیل می‌کنند. سپس باکتریهای شوره ساز^۲ نیتروژن آمونیاکی را به نیتروژن نیتراتی تبدیل می‌کنند.

اکثر گیاهان در محیط کشتی که محتوی مخلوط آمونیوم و نیترات است به بهترین

نیترات → باکتریهای شوره‌ساز → آمونیوم → میکروارگانیسمهای آمونیاک‌ساز → ماده آلی

شکل ۸-۶- مواد آلی که غنی از نیتروژن هستند حین ضدعفونی شدن با بخار یا مواد شیمیایی، می‌توانند مسمومیت آمونیومی ایجاد کنند. نیتروژن موجود در مواد آلی در اثر فعالیت میکروارگانیسمهای آمونیاک‌ساز، از قبیل باکتریها، قارچها و آکتینومیستها، به صورت آمونیوم آزاد می‌شود. باکتریهای شوره‌ساز نیز به نوبه خود آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند. در حین ضدعفونی کردن جمعیت هر دو نوع میکروارگانیسم فوق کاهش می‌یابد. ارگانیسمهای آمونیاک‌ساز، پیش از ارگانیسمهای شوره‌ساز، دوباره تعدادشان افزایش می‌یابد. در خلال این مدت، گیاهان در معرض مسمومیت آمونیوم قرار می‌گیرند.

نحوی رشد می‌کنند. بسیاری از گیاهان ممکن است در محیطهایی که فقط دارای آمونیوم هستند آسیب ببینند (مانند بنت‌القدسول و رز) و یا رشد ضعیفی داشته باشند. در شرایط عادی آمونیوم دائماً توسط باکتریهای خاک به نیترات تبدیل می‌شود و به این ترتیب همیشه مخلوطی از این دو، در خاک وجود دارد. طی فرآیند ضدعفونی کردن باکتریهای آمونیاک‌ساز و شوره‌ساز از بین می‌روند. در عرض چند هفته، جمعیت باکتریهای آمونیاک‌ساز افزایش می‌یابد. این باکتریها، مقادیر زیادی آمونیوم از مواد آلی آزاد می‌کنند. سه تا شش هفته پس از ضدعفونی، جمعیت باکتریهای شوره‌ساز به اندازه‌ای می‌رسد که می‌توانند آمونیوم تولید شده را به نیترات تبدیل کنند. در خلال این مدت، یعنی دو تا شش هفته پس از ضدعفونی، مقادیر سمی آمونیوم ممکن است افزایش یابد. بر اثر این سمیت، ریشه‌ها صدمه دیده، رشد گیاهان متوقف می‌شود و رأس آنها خمیده می‌شود. سپس، به علت آسیب دیدن ریشه‌ها، هر نوع کمبود مواد غذایی ممکن است به وجود آید. وقتی که جمعیت باکتریهای شوره‌ساز افزایش می‌یابد، مقادیر زیادی از آمونیوم به نیترات تبدیل می‌شود. نیترات برای گیاهان سمیت کمتری داشته و به سهولت توسط آبیاری شسته شده و از محیط ریشه دور می‌شود. از آنجایی که میزان آمونیوم و نیترات در این زمان کاهش می‌یابد و نیز با توجه به این واقعیت که بسیاری از



گیاهان مقادیر بالاتر نیترات را در مقایسه با آمونیوم می توانند تحمل کنند، مشکل مسمومیت در این مرحله به اتمام می رسد. علت اصلی این مسأله که در دهه ۱۹۵۰ با ترویج عمل ضد عفونی، کودهای حیوانی توسط پیت ماس جایگزین شد این است که پیت ماس به لحاظ دارا بودن نیتروژن کمتر و نیز سرعت تجزیه کم، سبب بروز مسمومیت آمونیوم نمی شود.

سومین مشکلی که در اثر بخاردهی بیش از حد در محیط کشت ایجاد می شود توجه زیادی را به خود جلب می کند ولی چندان زیانبار نمی باشد. به دنبال کاهش رقابت میکروارگانیسمها در اثر ضد عفونی بیش از حد (دمای بیش از حد بالا یا زمان طولانی)، قارچ *Peziza ostrachoderma* توده بزرگ مشخصی ایجاد می کند. این قارچ اسپورهایی بر روی سطح محیط کشت تولید می کند که در ابتدا سفید رنگ بوده و سپس به زرد و قهوه ای تغییر رنگ می دهند. قارچ *Pyronema sp.* اسپورهایی صورتی رنگ ایجاد می کند. این قارچها به گیاهان حمله نمی کنند، اما حضور آنها در محیط کشت نشان دهنده این واقعیت است که هر ارگانیسم بیماریزایی می تواند، به آسانی در محیط کشتی که به علت ضد عفونی بیش از حد، رقابت میکروارگانیسمها در آن متوقف شده است، استقرار یابد.

ضد عفونی شیمیایی

تولید کنندگانی که امکان استفاده از ژنراتور تولید بخار دستی را ندارند و یا نمی خواهند بنا به دلایلی، این سیستم را به کار گیرند، از مواد شیمیایی برای ضد عفونی محیط کشت خود استفاده می کنند. تولید کنندگانی که در مزرعه محصول (غیر از داوودی) به عمل می آورند، به ارزش ضد عفونی کردن با مواد شیمیایی پی برده اند زیرا این روش در مقایسه با روش ضد عفونی بخار، ارزانتر و سریعتر است.

ضدعفونی با مواد شیمیایی در کنار مزایای فوق، معایبی نیز دربردارد. محیط کشتهایی که با استفاده از مواد شیمیایی ضدعفونی شده‌اند نمی‌توانند تا ۱۰ روز برای کاشت گیاهان جوان مورد استفاده قرار گیرند. برای پرورش گل‌های بریده مخارج اضافی مربوط به عمل ضدعفونی کردن همواره وجود دارد. مواد شیمیایی برای انسان زیان‌آور بوده و باید با دقت و با رعایت نکات ایمنی مصرف شوند. از بخار آب و فنیل برومید می‌توان برای ضدعفونی محیط کشت گلخانه‌ای که محتوی گیاهان است، استفاده کرد اما امکان استفاده از کلروپیکرین (Chlorpiclin) در این گلخانه‌ها وجود ندارد. بازامید^R (و همچنین Mylone^R، Microfume^R و Crag^R) که با نام DMTT یا داسومت (dasomet) شناخته می‌شود، اگرچه در چند کشور استفاده می‌شود، اما در آمریکا به دلیل طولانی بودن فاصله زمانی بین استعمال و کاشت (سه تا چهار هفته)، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

متیل برومید

متیل برومید با نام‌های تجاری گوناگون و در ترکیبات مختلف کلروپیکرین موجود است. متیل برومید برای انسان فوق‌العاده خطرناک است و از این رو برای جلوگیری از خطر، مقدار اندکی (معمولاً ۲ درصد) گاز اشک‌آور (کلروپیکرین) به آن اضافه می‌کنند. متیل برومید در قوطی‌های ۴۵۴-۶۸۰ گرمی (۱ و ۱/۵ پوندی) و سیلندرهایی بزرگتر مخصوص حمل بر روی تراکتور، عرضه می‌شود. این ماده در شرایط تحت فشار به صورت مایع بوده و هنگام آزاد شدن به شکل گاز پخش می‌شود. متیل برومید بر روی ارگانیزم‌های بیماریزا، حشرات، نماتدها و بذور علفهای هرز مؤثر است.

محیط کشت در ابتدا باید کاملاً نرم شود تا قابلیت نفوذ آن افزایش یابد و رطوبت آن نیز باید در حد رطوبت لازم برای کاشت گیاهان باشد. اگر دمای محیط کشت ۴°C (۴۰°F) و یا کمتر باشد، گازدهی نباید صورت گیرد. هنگام ضدعفونی دمای محیط کشت

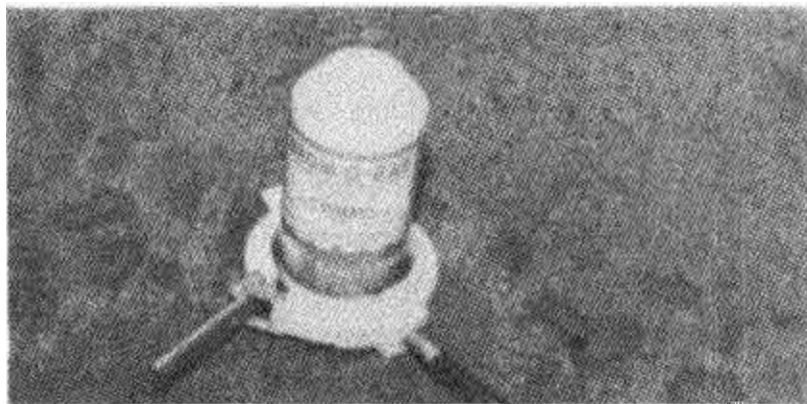
بهتر است 10°C (50°F) یا بالاتر باشد. برای ضد عفونی محیط کشت گلدانی، آن را درون ظرف یا بر روی سکو می ریزند. ارتفاع محیط کشت ترجیحاً نباید بیش از ۳۰ سانتیمتر (۱ فوت) باشد. سپس قوطیهای متیل برومید را نزدیک توده یا سکو قرار می دهند. میزان استعمال متیل برومید برای هر متر مکعب از محیط کشت ۶۰۰ گرم (۱ پوند برای هر یاردمکعب) است. همانطور که در شکل ۹-۶ نشان داده شده است، هر قوطی در درون یک اپلیکاتور کار گذاشته می شود. یک لوله پلاستیکی از اپلیکاتور بر روی محیط کشت امتداد می یابد و سر آن در ظرف روبازی قرار داده می شود تا مایع خارج شده از قوطی درون آن جمع شود. مایع در این ظرف، به سرعت تبخیر می شود. اگر متیل برومید به صورت مایع به محیط کشت راه یابد، چندین روز طول می کشد تا تبخیر شود و در این مدت گیاه آسیب خواهد دید. سپس با استفاده از یک پوشش پلی اتیلن، روی توده محیط کشت یا سکو را می پوشانند. با قرار دادن چند گلدان گلی مستقیماً بر روی محیط کشت می توان پوشش را کمی بالا نگهداشت تا گاز تمام سطح را فرا گیرد. برای محکم کردن پوشش روی محیط کشت جسم سنگینی بر روی حاشیه آن قرار می دهند.

وقتی محیط کشت آماده شد، دسته اپلیکاتور را می بندند. با انجام این کار یک میله توخالی درون قوطی فرو می رود، و متیل برومید داخل آن آزاد شده و به فضای بین محیط کشت و پوشش پلی اتیلن راه می یابد. روش دیگر آزادسازی متیل برومید، استفاده از یک سینی پلاستیکی و لوله های توخالی زیر آن است. قوطیها بر روی میله ها قرار داده می شوند. سپس سینی را بر روی محیط کشت قرار می دهند و یک پوشش پلاستیکی بر روی محیط کشت و سینی پهن می کنند. با فشار آوردن به قوطیها از بیرون پوشش، محتویات آنها خارج می شود.

در دمای 15°C (60°F) یا بیشتر، محیط کشت زیر پوشش لازم است حداقل به مدت ۲۴ ساعت تحت تأثیر گاز قرار گیرد. اگر دما پایینتر، یعنی حدود 10°C (50°F) باشد زمان لازم برای ضد عفونی به ۴۸ ساعت افزایش می یابد. پس از انجام این عمل پوشش

روی محیط کشت را برمی دارند و به مدت ۲۴ ساعت (۴۸ ساعت در دمای 10°C) آن را در معرض هوا قرار می دهند. سپس می توان محیط کشت را به محل اصلی خود انتقال داد. سه روز پس از هوادهی می توان نسبت به کاشت بذور اقدام کرد. اما قلمه ها نباید زودتر از ۷ تا ۱۰ روز در محیط کاشته شوند.

از استعمال متیل برومید در گلخانه هایی که گیاه در آنها قرار دارد باید دوری کرد؛ مگر اینکه در حین عمل، تهویه کامل صورت گیرد. از آنجایی که انواع میخک ها حتی به غلظت های بسیار کم این ماده حساس می باشند، از این رو از این ماده نباید برای ضد عفونی محیط کشت این محصول استفاده کرد. گل کلم، سلوی و گل میمون ممکن است در محیط کشتهایی که به طور کامل هوادهی نشده باشند متحمل اختلالات رشد می شوند. در مزرعه، متیل برومید به وسیله تراکتور استعمال می شود. گاز تحت فشار در سیلندر، از طریق لوله های پلاستیکی به یک ردیف تیغه که به فاصله ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر (۶ تا ۸ اینچ) در پشت تراکتور قرار دارند انتقال می یابد و (شکل ۱۰-۶) از



شکل ۹-۶ - اپلیکاتور مخصوص قوطی های کوچک متیل برومید - قوطی در درون یک حلقه قرار داده می شود. با سفت کردن حلقه، یک میله توخالی قوطی را سوراخ می کند. متیل برومید تحت فشار مایع به محض خارج شدن از قوطی به صورت گاز درآمده و از طریق لوله پلاستیکی به توده محیط کشت راه می یابد. میزان مصرف متیل برومید برای هر مترمکعب محیط کشت ۶۰۰ گرم است.

پایین تیغه‌ها، یعنی در عمق ۱۵-۱۰ سانتیمتری (۶-۴ اینچ)، آزاد می‌شود. یک ژل پوشش پلی اتیلن نیز به پشت تراکتور بسته می‌شود. در ابتدای مسیر، سر پوشش پلی اتیلن به وسیله دیسکی که به تراکتور متصل اند زیر خاک مدفون و به این ترتیب محکم می‌شود. همزمان با حرکت تراکتور در طول مزرعه، ژل باز می‌شود. دوام این قبیل پوششها تا بیش از ۱۰ سال تخمین زده می‌شود. با استفاده از یک تراکتور و سه نیروی انسانی می‌توان زمینی به وسعت ۲ هکتار (۵ اکر) را در عرض یک روز ضد عفونی کرد.

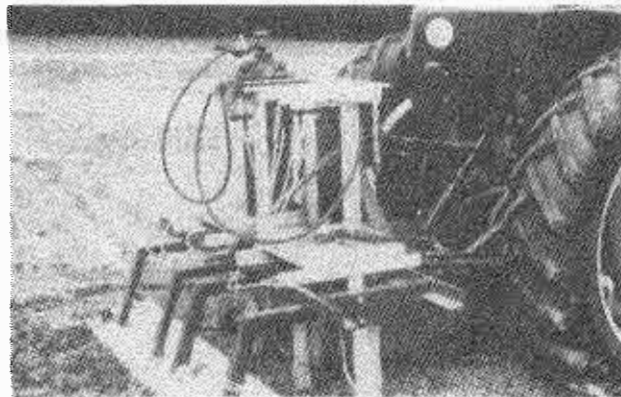
دستگاه ارزان قیمت تر دیگری موجود است که دو حاشیه جانبی ورقه پلاستیکی را زیر خاک مدفون می‌کند. در این صورت دیگر نیازی به چسب کاری نیست. این دستگاه در هر نوبت زمینی به طول ۲/۷۵ متر (۹ فوت) را ضد عفونی کرده و پوشش می‌دهد. پس از چند روز که گاز کاملاً در خاک اثر کرد، پوشش پلاستیکی برداشته می‌شود و عمل در قسمتهای دیگر زمین تکرار می‌شود.

سایر موارد مورد نیاز برای ضد عفونی خاک مزرعه عبارتند از ۱/۷ ژل ورقه پلی اتیلن به ابعاد $914m \times 3/2m$ ($3000ft \times 10/5ft$) و به ضخامت ۰/۰۲۵ میلیمتر (۱ mil) و ۱۵۰ کیلوگرم (۳۲۵ پوند) متیل برومید فعال. در صورت استفاده از روش اول حدود ۲۸ لیتر چسب برای هر جریب زمین (جریب = 4047 مترمربع) مورد نیاز است.

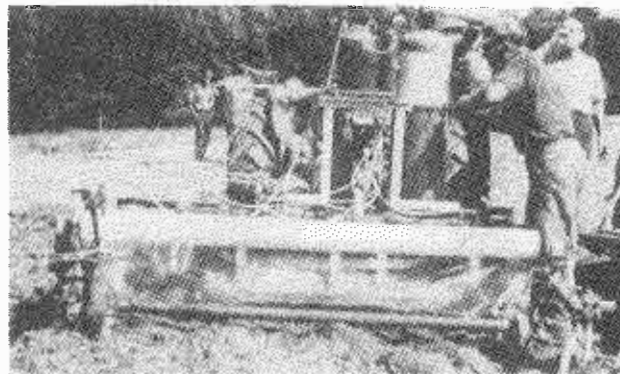
متیل برومید نیز جمعیت باکتریهای آمونیفیکاسیون و شوره ساز را کاهش می‌دهد. چنانچه محیط کشت دارای ماده آلی غنی از نیتروژن با سرعت تجزیه بالا باشد، باز هم مشکل سمیت ناشی از نیتروژن آمونیاکی رخ می‌دهد.

کلروپیکرین

این ماده ضد عفونی کننده که تحت عنوان «گاز اشک آور» شناخته می‌شود به طور معمول برای پرورش انواع میخک مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلروپیکرین را نمی‌توان



الف



ب



پ

شکل ۱۰-۶- در این شکل تراکتور مجهز به دستگاه تزریق گازهای شیمیایی ضد عفونی کننده به خاک مزرعه، نشان داده شده است. الف) تیغه ها درون خاک فرو می روند. در پشت هر تیغه لوله ای قرار دارد که از طریق آن گاز به داخل خاک انتقال می یابد. شیارهای ایجاد شده به وسیله تیغه ها، توسط چنگکی متعاقباً پوشانده می شود پ) یک رل ورقه پلی اتیلن به پشت دستگاه متصل است. در آغاز مسیر، سر ورقه پلی اتیلن در زیر خاک مدفون می شود. همزمان با حرکت تراکتور در طول زمین، رل باز می شود. پ) یک سر ورقه به وسیله دیسک در زیر خاک محکم شده و سر دیگر آن به ورقه رل بعدی چسبانده می شود. مزرعه ای به وسعت ۲ هکتار را می توان با استفاده از سه نیروی انسانی و یک تراکتور در یک روز ضد عفونی کرد.



در گلخانه در مجاورت گیاهان به کار برد. اشکال دیگر این ماده در محیط کشت، نفوذ ضعیف آن به بافت‌های گیاهی است.

کلروپیکرین به میزان 32 cc (3 cc/ft^3) برای هر مترمربع از سطح سکو یا مزرعه و 148 cc برای هر مترمربع ($5-3 \frac{\text{cc}}{\text{ft}^2}$) از توده محیط کشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در گلخانه کلروپیکرین به وسیله تزریق‌کننده‌های دستی به محیط کشت تزریق می‌شود. برای انجام این کار میله‌ای که در پایین دستگاه قرار دارد به وسیله فشار پا به داخل محیط کشت فرو می‌رود. با این عمل، 3 cc از کلروپیکرین مایع از انتهای میله خارج می‌شود. محیط کشت به توده‌های 30 سانتیمتری (12 اینچ) تقسیم می‌شود و دستگاه تزریق‌کننده در هر یک از توده‌ها فرو می‌رود. سپس سکو یا توده محیط کشت به وسیله پوشش پلی‌اتیلن پوشانده می‌شود. در مزرعه کلروپیکرین به وسیله تراکتورهای مجهز به دستگاه تزریق‌کننده به کار می‌رود و سطح مزرعه ضد عفونی شده به وسیله پوشش پلی‌اتیلن پوشش داده می‌شود.

از مصرف کلروپیکرین در محیط کشتهایی که دمای آنها کمتر از 15°C (60°F) است باید خودداری کرد؛ مناسبترین دمای محیط کشت برای ضد عفونی 21°C (70°F) است. در این دما زمان تأثیر ماده شیمیایی یک تا سه روز است. اگر دمای محیط کشت 15°C باشد مدت تأثیر ماده باید طولانی‌تر باشد. پیش از کاشت گیاهان لازم است محیط کشت به مدت 7 تا 10 روز هوادهی شود.

تست تعیین بقایای مواد شیمیایی

مواد شیمیایی ضد عفونی‌کننده در محیط کشتهای مرطوب، سنگین و سرد طی عمل هوادهی به کندی آزاد می‌شوند. تولیدکننده پیش از اقدام به کاشت گیاهان باید اطمینان حاصل کند که میزان مواد، باقیمانده شیمیایی، پایینتر از حد زیانبار برای

گیاهان است. برای تشخیص این مسئله می توان از «تست کاهو» استفاده کرد. روش آزمایش به شرح ذیل است:

۱- در چند ظرف شیشه ای به اندازه $\frac{3}{4}$ حجم آنها از محیط کشت ضد عفونی شده ریخته می شود. از آنجایی که رطوبت محیط کشت باید در حد رطوبت لازم برای کاشت گیاهان باشد، آنها را کمی مرطوب می سازند.

۲- برای هر محیط کشت یک تکه پارچه نخی جاذب رطوبت به اندازه ۶ سانتیمتر مربع (۱ اینچ مربع) قرار می دهند و بر روی هر یک از این پارچه ها ۱۵-۱۰ عدد بذر کاهو را که قبلاً به مدت ۳۰ دقیقه در آب خیسانده شده اند می گذارند.

۳- درب شیشه ها را سریعاً بسته و آنها را در محلی که دمای آن هم اندازه دمای اتاق و با روشنایی کافی است قرار می دهند (بعضی از بذور کاهو در تاریکی جوانه نمی زنند).

۴- در چند ظرف شیشه ای دیگر نمونه هایی از محیط کشت ضد عفونی نشده تهیه و طبق روش بالا آماده می شود. این ظروف به عنوان شاهد مورد استفاده قرار می گیرند.

اگر مقادیر بقایای ترکیبات شیمیایی کم و در حد مجاز باشد، پس از دو روز بذرهای موجود در ظروف شاهد و ظروف محتوی خاک ضد عفونی شده جوانه می زنند. اگر در ظرفهای محتوی خاک ضد عفونی شده بذرها جوانه نزنند، محیط کشت به هوادهی طولانی تری نیاز دارد.

تلقیح دوباره.....

ضد عفونی محیط کشت موجب نابودی آفتهای بیولوژیک می شود، اما مقاومتی نسبت به آنها ایجاد نمی کند. تولیدکنندگان در تمام مراحل عملیات باید دقت داشته باشند که محیط کشت ضد عفونی شده دوباره آلوده نشود. گلدانها و سکوها مهمترین عوامل آلودگی می باشند. اگر آنها قبلاً مورد استفاده قرار گرفته باشند ممکن است محتوی محیط کشت و یا احتمالاً بافت گیاهی آلوده باشند. از این رو آنها باید پیش از مصرف دوباره تمیز شوند. گلدانها و ظروف گلی و چوبی را می توان به همراه محیط کشتشان به وسیله بخار ضد عفونی کرد. از آنجایی که گلدانهای پلاستیکی در دماهای بالا آسیب می بینند، از این رو بهتر است آنها را به وسیله ترکیبات شیمیایی ضد عفونی کرد.

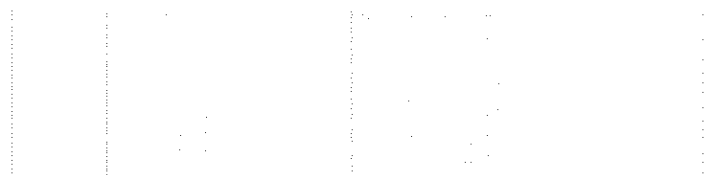
ابزارهای کار، عامل دیگر آلودگی به شمار می روند. ابزارها باید به طور مرتب، خصوصاً پیش از به کارگیری در محیط کشتهای ضد عفونی شده، ضد عفونی شوند تا از انتقال عوامل بیماریزا به محیط جلوگیری شود. بسیاری از فروشگاههای ابزار باغبانی، مواد ضد عفونی کننده ای مشابه آنچه که در بیمارستانها به کار می روند عرضه می کنند. این مواد ضد عفونی کننده را می توان در سطلی ریخته و در انبار گلخانه نگهداری کرد و در مواقع لزوم ابزار کار را درون آنها ضد عفونی کرد. مواد سفیدکننده خانگی که به نسبت ۱:۹ رقیق شده اند را نیز می توان برای ضد عفونی ابزار کار به کار می برد، لیکن این مواد در برابر تابش آفتاب در عرض یک یا دو روز اثر خود را از دست می دهند. از این نوع مواد برای ضد عفونی گلدانهای پلاستیکی نیز می توان استفاده کرد.

یکی دیگر از منابع آلودگی کف کفشها است. در صورت تماس کف کفش با کنار بستر

کاشت، عامل بیماری انتقال می‌یابد. بازدیدکنندگان گلخانه‌ها (از آنجایی که ممکن است قبلاً از گلخانه یا باغ دیگری دیدن کرده باشند) احتمال دارد خاک آلوده را با خود حمل کنند. از این رو باید، مقررات استناداری در گلخانه‌ها برای جلوگیری از تماس پا با بستر کاشت در نظر گرفته شود. برخی تولیدکنندگان در جلوی درب ورودی گلخانه، یک سینی محتوی محلول ضدعفونی کننده که در درون آن یک پادری کنفی قرار دارد، می‌گذارند تا افراد پیش از ورود به گلخانه با قدم گذاردن بر روی آن کف کفشهای خود را ضدعفونی کنند. این روش برای گلخانه‌های تکثیر که مسأله جلوگیری از بیماری در آنها بسیار مهم شمرده می‌شود، بسیار خردمندانه و مؤثر است.

تجهیزات آبیاری پلاستیکی چنانچه هنگام بخاردهی زیر پوشش ضدعفونی باقی بمانند، آسیب می‌بینند. از این رو هنگام ضدعفونی باید آنها را کنار گذاشت. این ابزار را باید پیش از کارگذاری دوباره در محیط کشت ضدعفونی شده، با محلول سفیدکننده خانگی که به نسبت ۱:۹ با آب رقیق شده است و یا هر ماده ضدعفونی کننده دیگر، ضدعفونی کرد. در سطوح کوچک، این لوله‌ها را می‌توان با دستمال آغشته به محلول ضدعفونی کننده غلیظ تمیز کرد. لوله‌های نازک و وزنه‌هایی که در سیستمهای آبیاری گلدانی خودکار به کار می‌روند را با فرو بردن در ظروف دارای مواد ضدعفونی کننده ضدعفونی می‌کنند. سیم و قیمهایی که برای مهار گلها مورد استفاده قرار می‌گیرند باید پیش از استفاده دوباره در محیط کشت جدید، به همین طریق ضدعفونی شوند.

به منظور مؤثر واقع شدن عمل ضدعفونی، تولیدکننده باید کلیه عواملی را که موجب آلودگی دوباره محیط کشت می‌شوند شناسایی و آنها را از بین ببرد و یا اصلاح کند. برای پاکیزه نگهداشتن گلخانه‌ها، وسایل گوناگونی موجود است. در نهایت بروز هرگونه نقصی در کار ناشی از کم توجهی و عدم آینده‌نگری مشخص است.



جنبه های اقتصادی

روش ضد عفونی بخار زمانی مطلوب است، که یک سیستم حرارتی برای تأمین بخار از پیش در گلخانه موجود باشد. به طور متوسط برای ضد عفونی کردن یک فوت مکعب از محیط کشت، 2800 Btu انرژی مورد نیاز است که از یک دیگ بخار با ظرفیت 5600 Btu تأمین می شود. یک گالن نفت با انرژی حرارتی 13500 Btu و کارایی احتراق 75% گرمای لازم برای ضد عفونی ۱۸ فوت مکعب محیط کشت را فراهم می کند. بنابراین هزینه سوخت برای ضد عفونی هر فوت مکعب از محیط کشت $\frac{\text{دلار}}{\text{فوت مکعب}} = 0.39$ ($\frac{\text{دلار}}{\text{مترمکعب}} = 1.38$) است که بر پایه هر گالن سوخت به قیمت 0.70 دلار محاسبه شده است.

قیمت هر قوطی یک پوندی متیل پرومید $1/43$ دلار است و با این مقدار متیل پرومید می توان ۲۷ فوت مکعب از خاک را ضد عفونی کرد. به این ترتیب هزینه واحد در اینجا $\frac{\text{دلار}}{\text{فوت مکعب}} = 0.53$ ($\frac{\text{دلار}}{\text{مترمکعب}} = 1.58$) است.

جنبه های اقتصادی دیگری نیز وجود دارد. تولیدکنندگان بزرگ که سیستم مرکزی تولید بخار ندارند می توانند به آسانی هزینه یک ژنراتور تولید بخار را کاهش دهند و با هزینه معقولی محیط کشت خود را ضد عفونی کنند. یک تولیدکننده کوچک که سالانه فقط در یک فصل عمل ضد عفونی را انجام می دهد، در صورت خرید ژنراتور، هزینه زیادی که توجه ناپذیر است بر روی تحمیل می شود.

به عنوان مثال، مجموعه گلخانه ای به وسعت ۱۱ اکر می تواند از 29000 فوت مربع سکو که حاوی 16900 فوت مکعب محیط کشت است تشکیل شده باشد. یک ژنراتور بخار به قیمت 4000 دلار با عمر مفید ۱۰ سال و با بهره ۱۲ درصد، با در نظر گرفتن هزینه به کار رفته برای سوخت و ابزارآلات که 0.80 دلار ($\frac{\text{دلار}}{\text{m}^3} = 2.82$) است، 0.41 دلار هزینه برای هر فوت مکعب از محیط کشت دربر خواهد داشت.

آخرین فاکتور اقتصادی که باید در نظر گرفت، هزینه مربوط به دستمزد کارگرانی است که برای انجام هر یک از روشهای ضدعفونی مورد نیازند. آماده سازی محیط کشت در هر دو روش یکسان است و شامل نرم کردن و تا حدودی مرطوب ساختن آن است. در هر دو روش ضدعفونی از ورقه های پوشش استفاده می شود. تنها تفاوت بین دو روش استفاده از شیلنگها و لوله های انتقال بخار است که در روش ضدعفونی شیمیایی مورد نیاز نیستند. البته این اختلاف بسیار کوچک بوده و تأثیری در تصمیم گیری انتخاب روش ضدعفونی نمی گذارد.

خلاصه

۱- محیط کشت گلخانه باید حداقل یکبار در سال و چنانچه ضرورت داشته باشد بیش از یکبار، ضدعفونی شود تا کلیه عوامل بیماریزا، نماتدها، حشرات و بذور علفهای هرز موجود در آن از بین بروند.

۲- در محیطهای کشت میکروارگانیسمهای متعددی رشد می کنند که غیربیماریزا هستند و زیان آور نیستند. این گروه، با ایجاد رقابت با میکروارگانیسمهای زیان آور می توانند مفید واقع شوند، چرا که در صورت نبود آنها میکروارگانیسمهای بیماریزا تمام محیط کشت را فرا می گیرند. از این رو، محیط کشت باید به طریق پاستوریزاسیون ضدعفونی شود نه استریلیزاسیون، تا فقط ارگانیسمهای زیان آور آن کشته شوند.

۳- محیط کشت را می توان به وسیله بخار ضدعفونی کرد به طوری که دمای آن به مدت ۳۰ دقیقه حدود 71°C (160°F) باقی بماند.

۴- برخی ترکیبات شیمیایی فرار نیز برای ضدعفونی محیط کشت مورد استفاده قرار می گیرند. متیل برومید کاربرد فراوانی داشته و کلروپیکرین نیز خصوصاً برای

محصولاتی نظیر میخک، که نسبت به بقایای متیل پرومید در محیطهای کشت (حتی پس از چند ماه) حساس بوده و آسیب می بینند به کار می رود. ضد عفونی به طریق شیمیایی نیاز تجهیزات تولید بخار را مرتفع می سازد و برای تولید کنندگانی که در مزارع و گلخانه های کوچک فعالیت می کنند مزایای زیادی در بر دارد.

۵- در هر دو روش ضد عفونی (بخار و شیمیایی) محیط کشت باید قبلاً نرم شود و رطوبت آن به میزانی باشد که برای کاشت گیاهان مورد نیاز است. هرگونه مواد اصلاحگری که لازم است به محیط کشت اضافه شوند نظیر پیت ماس، کود دامی و خاک برگ و پوست تنه باید قبل از ضد عفونی به محیط افزوده شوند تا از انتقال عوامل بیماریزا و آفات جلوگیری به عمل آید.

۶- در بعضی موارد، ضد عفونی سبب ایجاد سمیت آمونیوم و منگنز در محیط کشت می شود. اگر محیط کشت از مواد آلی غنی از نیتروژن مانند کود دامی تشکیل شده باشد ضد عفونی توسط بخار و یا مواد شیمیایی موجب تشکیل آمونیوم بیش از حد زیاد، خصوصاً دو تا شش هفته پس از عملیات، می شود. برای جلوگیری از این مسمومیت یا باید از افزودن این قبیل مواد به محیط کشت خودداری کرد و یا برنامه آبیاری باید طوری تنظیم شود که آمونیوم اضافی شسته شود. بسیاری از خاکها محتوی مقادیر زیاد منگنز می باشند که اغلب آن، غیر قابل جذب است. در نتیجه عمل ضد عفونی با بخار، منگنز غیر قابل جذب به شکل قابل جذب آن تبدیل می شود که گاهی اوقات به مقادیر سمی می رسد. یکی دیگر از دلایلی که باید محیط کشت در دمای پایین (71°C یا 160°F) و فقط به مدت کافی (۳۰ دقیقه) ضد عفونی شود همین مسأله است.

۷- ضد عفونی محیط کشت به منظور از بین بردن ارگانیزمهای زیان آور آن صورت می گیرد ولی در برابر عفونتهای بعدی مصونیت ایجاد نمی کند. برای جلوگیری از آلودگیهای بعدی لازم است اقدامات بهداشتی در محیط به اجرا گذاشته شود.

اقداماتی از قبیل استفاده از گیاهان و بذور سالم، استریلیزه کردن ظروف و ابزارآلات، ترتیب دادن برنامه‌های سمپاشی، ایجاد حوضچه‌های ضد عفونی کفش، پاکیزه نگهداشتن محیط کار، رعایت بهداشت محیط خارج از گلخانه و کنترل دقیق دما و رطوبت از آن جمله است.

..... مرجع

1. Baker, K. F., ed. 1957. The U.C. system for producing healthy container-grown plants. Univ. of California Agr. Exp. Sta. and Ext. Ser. Manual 23. Berkeley, CA.
2. Ball, V. 1975. Soil sterilizing—steam. In Ball, V., ed. *The Ball Red Book*, 13th ed., pp. 91-107. West Chicago, IL: Geo. J. Ball, Inc.
3. Bunt, A. C. 1976. *Modern Potting Composts*, pp. 229-251. University Park, PA: The Pennsylvania State Univ. Press.
4. Gray, H. E. 1960. Steam sterilization. *Florists' Review* 127 (3292):13-14, 77-79.
5. Griffin, R., R. Maire, and W. Humphrey. 1965. Sterilizing nursery soils with steam—a new method. Univ. of California Agr. Ext. Ser. Pub. AXT-177.
6. Horst, K. 1985. Chemicals for sterilizing. In Ball, V., ed. *The Ball Red Book*, 14th ed., pp. 133-145. Englewood Cliffs, NJ: Reston Publishing (a Prentice-Hall Co.).

۷. آبیاری

آبیاری نامناسب در گلخانه عملی است که غالباً عامل کاهش کیفیت محصول می‌شود و اگر آبیاری از جنبه اقتصادی به‌طور درستی انجام شود، بسیار ساده و تا اندازه‌ای خسته‌کننده است. به همین علت به این مهم اهمیتی داده نشده و این کار را به افراد کم‌تجربه واگذار می‌کنند. اگر این کارگران در کار دقت کافی نداشته باشند و در زمان نامناسب از مقدار نامعین آب استفاده کنند، محصولات گلخانه دچار مشکل و آسیب خواهد شد و کیفیت مطلوبی نخواهند داشت. معمولاً زمان آبیاری به عهده مسئول گلخانه است که باید به بخشهای مختلف گلخانه نظارت دقیق داشته باشد و همه روزه مورد بازبینی قرار گیرد و اگر مورد خاصی را مشاهده کرد به هر یک از کارکنان دستورات لازم را بدهد. در واقع امروزه سیستمهایی آبیاری اتوماتیک و ارزان در سطح بسیار وسیع در اختیار است که در این سیستم برنامه‌ریزی و میزان آبیاری به عهده مسئول گلخانه است. با داشتن یک سیستم اتوماتیک، آبیاری هر بخش از گلخانه زمان کمتری می‌برد و این فرصتی است مناسب برای مسئول گلخانه ضمن نظارت بر آبیاری به دیگر مشکلات از قبیل آفات، بیماریها و مشکلات فیزیولوژیکی گیاه و دیگر مشکلات موجود در گلخانه رسیدگی کند کمیت کار و کارگر در موفقیت و یا شکست کار تأثیر چندانی ندارد، بلکه در اختیار داشتن زمان مناسب برای فعالیتهای مختلف گلخانه امری بسیار مهم است. استفاده از افراد ماهر جهت بازرسی کار روزانه بسیار مهم تلقی می‌شود که نتایج و تجربیات و یافته‌های خود را در کنترل و مهار کردن مشکلات به کار برند.

تأثیر آبیاری بر روی گیاهان

کم آبی

وقتی آب به اندازه کافی برای گیاه تأمین نشود، گیاه پژمرده می‌شود. بنابراین فرآیند فتوسنتز کاهش می‌یابد و رشد گیاه نیز کم می‌شود. سلولهای جوان از رشد بازایستاده و موجب کوچکتر شدن برگها و کوتاه شدن فاصله میان گره‌ها (طول ساقه‌های بین برگ) می‌شود و در حالت کلی وضع ظاهری گیاه دفرمه می‌شود. و در حالت حاد، سوختگیهایی از کنار برگ شروع و به داخل پخش می‌شود و کل برگ را فرا می‌گیرد. در گونه‌های حساس به ریزش برگ، کم آبی باعث ریزش برگ این گونه‌ها می‌شود. قبل از به کار بردن مواد شیمیایی جهت کنترل ارتفاع گیاه، رسم بر این بوده تا گیاه را در فواصل بین دو آبیاری تشنه نگه می‌داشتند، امروزه این عمل کنترل شده و فقط محدود به گیاهان سبز شده است و به دلیل امکان آسیب به اندامهای هوایی از این روش استفاده نمی‌شود بلکه از فرآورده‌های شیمیایی استفاده می‌شود.

پر آبی

اگر میزان آب کمی بیش از حد نیاز باشد گیاه ممکن است در مرحله بعدی رشد، بلندتر و دارای ساقه‌های آبدار و نرم و شکننده باشد که این یک حالت مناسب و ایده‌آل نیست، زیرا بعضی از این گیاهان اگر در مجاورت نور و یا شرایط خشک قرار گیرند به راحتی پژمرده شده و شادابی خود را از دست می‌دهند و دیگر به حالت اولیه خود باز نمی‌گردند. اگر میزان آب در خاک بیش از حد نیاز باشد، به علت اشغال کردن منافذ هوا، میزان اکسیژن مناسب خاک کاهش یافته و در نتیجه ریشه‌های گیاه از کمبود اکسیژن صدمه دیده و قادر به جذب آب



و دیگر مواد غذایی نخواهد بود و این وضعیت باعث پژمرده شدن و توقف در رشد می‌شود و در حالت کلی گیاه از رشد باز می‌ایستد و نشانه‌های کمبود آشکار می‌شود.

..... روند آبیاری

دوره اول: استفاده از محیط کاشت با زهکشی مناسب

اهمیت بافت و ساختمان خاک در فصل ۵ بیان شده است. اگر محیط ریشه دارای زهکشی مناسب و هوای کافی نباشد، نمی‌توان آبیاری مناسبی انجام داد. در این شرایط شما برای تهویه بهتر خاک: یا میزان آبیاری را تغییر داده و کم کنید و یا هزینه تهویه را به عده بگیرید که در هر دو مورد گیاه دارای کیفیت مطلوبی نخواهد بود. خاک مناسب جهت استفاده گلدانها باید دارای زهکشی خوب و قدرت نگهداری بالا آب باشد. در یک کلمه محیط کاشت باید دارای خاک متناسب با رشد گیاه باشد و نه اینکه هر خاکی را مورد استفاده قرار دهیم.

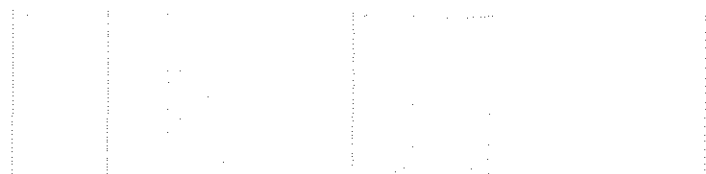
دوره دوم: آبیاری مناسب در هر زمان

چون محیط کشت را نمی‌تون به‌طور ناقص آبیاری کرد بنابراین در هر دوره آبیاری گلدانها باید به‌طور کامل آبیاری شوند (شکل شماره ۷) آب داده شده وارد محفظه‌های سطحی خاک شده و به ذرات سطحی خاک چسبیده و دیواره خلل و فرج را پر می‌کند. مقدار آب اضافی باعث ضخامت سطحی لایه ذرات خاک شده و تدریجاً ضخامت بیشتر شده و مقدارش بیش از ظرفیت نگهداری ذرات خاک می‌شود. (نیروی لازم برای نگهداری ذرات کمتر از نیروی ثقل است) و نیروی جاذبه آب اضافی را به ذرات زیرین کشیده و به تدریج قطر لایه آب بیشتر می‌شود. تکرار این عمل از لایه‌های بالایی به

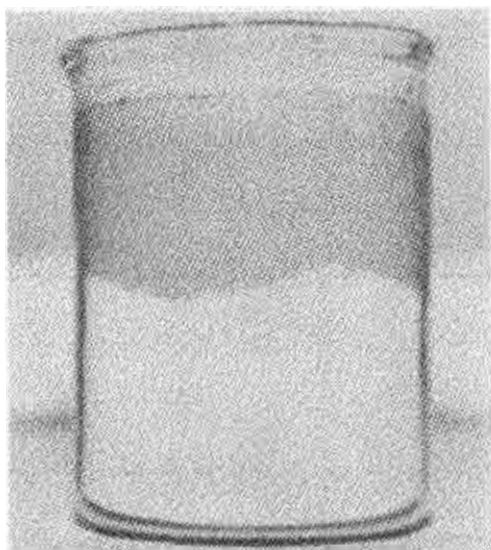
لایه‌های دیگر از محیط کشت گیاه انجام شده تا اینکه آب اضافی از محل خروجی کاشت (گلدان و غیره) خارج می‌شود.

اگر برای آبیاری یک گلدان به مقدار 180 cc آب نیاز باشد و ما فقط از نصف آن میزان استفاده کنیم این امر باعث می‌شود که فقط نیمی از سطح بالای خاک خیس شده و نیمه دیگر خشک باقی ماند و گیاه زودتر از زمان مقرر نیازمند به آبیاری دوباره می‌شود و اگر این عمل تکرار شود، ریشه گیاه صدمه دیده و از بین می‌رود. این مهم است که هنگام آبیاری کمی بیشتر از حد نیاز گلدان و با هر محیط کشت دیگر آبیاری شود. حدود 10 تا 15 درصد از آب داده شده باید از گلدان و با بستر خارج شود که این عمل جهت شسته شدن اضافه کودهای شیمیایی و دیگر عناصر غیرکودی است که در غیر این صورت ممکن است که تجمع این عناصر سمی در خاک باعث سوختگی برگهای گیاهان شود. بعضی از کودهای شیمیایی دارای المانهایی هستند که کمتر مورد مصرف گیاهان قرار می‌گیرند و اگر چندین بار کوددهی جهت تأمین دیگر عناصر مورد نیاز گیاه صورت گیرد بعضی از عناصر غیرضروری آن در خاک تجمع می‌کنند.

همچون یک قاعده کلی، برای هر 9 m^2 بستر به ازای هر $2/54\text{ cm}$ عمق 250 cc باید آب داده شود. برای یک بستر معمولی به عمق 20 cm تا 18 cm خاک دربردارد $1/76\text{ L}$ آب نیاز دارد و یا در اصطلاح عملی در هر 9 m^2 به $1/86\text{ L}$ آب نیاز دارد. (در هر مترمربع بستر به عمق 1 cm به $1/1\text{ L}$ آب نیاز دارد و یا در هر مترمربع به عمق 18 cm به 20 L آب نیاز دارد). یک گلدان آزالیا 15 cm نیاز به $300\text{--}350\text{ ml}$ آب دارد. قانون به کار بردن محلولهای غذایی بر روی گیاهان، مانند قانون آب استفاده می‌شود. میزان آب را با توجه به نوع خاک می‌توان تنظیم کرد. زیرا قدرت نگهداری (ظرفیت زراعی) هر محیط کشت با هم متفاوت است در محیط‌های کشت بودن خاک هم می‌توان میزان زیادی و با کمی آب را تنظیم کرد.



شکل ۱-۷ - فقط به اندازه نصف ظرفیت زراعی خاک به این ظرف آب داده شده است. به جای اینکه تمام ذرات خاک تا اندازه‌ای خیس شده باشند فقط خاک قسمت بالا کاملاً خیس شده که درحالی‌که قسمت پایین ظرف به‌طور کامل خشک مانده است. این نشان‌دهنده آبیاری ناقص محیط کشت است.



دوره ۳: آبیاری درست پیش از وقوع تنش رطوبتی

از دوره ۲ چنین نتیجه می‌گیریم که پرآبی مبنی بر مقدار آب داده شده (آب مصرف شده در یک دوره آبیاری نیست بلکه نشان‌دهنده تکرار استفاده بیش از حد آب است. اگر عمل بالا در طی دوره فعالیت گیاه انجام شود، ریشه گیاه در محیطی با حداقل هوا قرار گرفته و در نتیجه رشد و نمو ریشه مختل خواهد شد.

بیش از ظاهری شدن اولین علائم کمبود آب، گیاه باید آبیاری شود. علائم کمبود در گیاهان متفاوت است. در بعضی از گیاهان مانند داووی برگها بر اثر کم‌آبی تیره‌تر شده و در بعضی دیگر از گیاهان مانند بگونیا برگها بر اثر کم‌آبی به رنگ سبز خاکستری درمی‌آیند. با مشاهده گیاه، سریع می‌توان هشدار علائم کم‌آبی و تنش رطوبتی را در گیاه فهمید. و همچنین باید تنشهای رطوبتی محیط کاشت را نیز به پیش از آشکار شدن تنش دانست. برخی از گیاهان مانند آزالیا هیچ‌گونه علائمی از کمبود آب تا آسیب کلی به ریشه‌ها از خود نشان نمی‌دهند نظر به اینکه چه زمانی باید گیاه آبیاری شود بستگی به وضعیت و محیط کشت آن گیاه دارد.

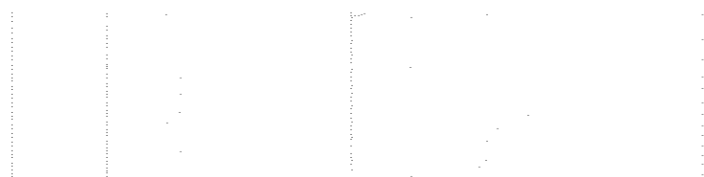
کیفیت آب

این مسأله که بدانیم آب مورد استفاده گلخانه دارای چه نوع املاح و مواد شیمیایی است بسیار مهم است. شوری رایجترین مشکل گلخانه است. در نواحی ساحلی، جایی که ممکن است آب دریا به آبهای زیرزمینی نفوذ کرده باشد این مشکل بارها دیده شده است. زیاد بودن میزان بی کربنات سدیم با کلرور سدیم می توان برای گیاه زیان آور باشد و به گیاه آسیب برساند.

آنچه در جدول شماره ۱-۷ آمده، مشکلاتی است که می تواند در آب آبیاری اتفاق بیفتد. استفاده از آبهایی که ممکن است دارای عنصرهای نمک ساز باشند درست نیست. باید یا آنها را تجزیه کرده و یا به روشی این عناصر را جدا کرد و یا در برنامه های کوددهی از کودهای دارای چنین عناصری هستند کمتر استفاده کرد. زمانی که میزان املاح آب زیاد است محیط ریشه نباید خشک نگه داشته شود زیرا، باعث تمرکز نمک در محیط کشت می شود. جمع آوری و خارج سازی نمک از محیط کشت دارای هزینه زیادی است. عکس سیستم اسمزی توسط بعضی از گلخانه ها به کار گرفته شده و نتیجه مطلوبی دربر داشته است و به دلیل بالا بودن هزینه این سیستم کمتر باعث رقابت شده است.

بالا بودن میزان بُر در مناطق خشک و بعضی از نقاط ساحلی یک مشکل به شمار می رود. و می توان آن را به وسیله کلسیم در محیط ریشه کاهش داد. اضافه کردن میزان کلسیم و یا افزایش PH تا حد قابل قبول می توان خسارت حاصله از بُر را که باعث سوختگی برگها می شود کاهش دهد.

بی کربنات اثرات بدی بر روی گیاهان دارد و باعث کلروز در گیاه می شود و کناره برگها حالت سوختگی به خود می گیرد و در حالت کلی باعث کندی رشد گیاه می شود. علاوه بر عکس سیستم اسمز، بی کربنات را می توان با اسیدی کردن آب با اسیدهایی مانند



جدول ۱-۷- راهنمای کیفیت آب

درجه مشکلات			
انواع مشکلات	بدون املاح	افزایش املاح	افزایش بیش از حد املاح
شوری			
هدایت الکتریکی $(\text{mmho/cm})^2$	کمتر از ۰/۷۵	۰/۷۵-۳/۰	بیشتر از ۳/۰
کل املاح حل شده میلی گرم در لیتر $(\text{mg/l})^3$	کمتر از ۴۸۰	۴۸۰-۱۶۲۰	بیشتر از ۱۹۲۰
مشخص در گیاهان حساس			
مربوط به خاک			
کلر me/l (میلی اکی والن در لیتر)	کمتر از ۲	۲-۱۰	بیشتر از ۱۰
mg/l (میلی گرم در لیتر)	کمتر از ۷۰	۷۰-۳۴۵	بیشتر از ۳۴۵
بُر mg/l (میلی گرم در لیتر)	۱/۰	۱/۰-۲/۰	۲/۰-۱۰/۰
مربوط به جذب از طریق برگ			
(آبیاری بارانی)	کمتر از ۳	بیش از ۳	-
سدیم me/l (میلی اکی والان در لیتر)	کمتر از ۷۰	۷۰	-
mg/l (میلی گرم در لیتر)			
کلر me/l (میلی اکی والانت در لیتر)	کمتر از ۳	بیش از ۳	-
mg/l (میلی گرم در لیتر)	کمتر از ۱۰۰	۱۰۰	-
متفرقه			
بی کربنات me/l (میلی اکی والانت در لیتر)	کمتر از ۱/۵	۱/۵-۸/۵	بیش از ۸/۵
mg/l (میلی گرم در لیتر)	کمتر از ۴۰	۴۰-۵۲۰	بیش از ۵۲۰

اسیدسولفوریک، اسیدنیتریک، اسیدفسفریک از خاک زدود که امروزه بیشتر از دیگر اسیدها از اسیدفسفریک که کم ضررتر است استفاده می کنند. طبق گفته Metcim و Petersen در سال ۱۹۷۱) این اسیدها را می توان از طریق منابع آبی مورد استفاده قرار

داد. از آنجایی که بخش بیشتر بی کربنات PH پایین به H_2O و CO_2 تبدیل می شود، این PH برای رشد و نمو گیاهان مناسبتر است. برای تعیین مقدار اسیدفسفریک ۷۵ درصد جهت استفاده، باید تعداد میلی اکی والان (me) از سختی کربنات که از تجزیه آب گزارش شده را در عدد ۷ ضرب کرد. جواب به دست آمده مقدار اونس از اسیدفسفریک است که باید در ۱۰۰۰ گالن آب اضافه شود. ($1\text{fl oz}/1000\text{ gal} = 7.8\text{ml}/1000\text{ L}$) اگر سختی کربنات کلسیم بجای برای میلی اکی والان بر حسب PPM گزارش شود مقدار PPM را به عدد ۵۰ تقسیم می کنیم که بر حسب میلی اکی والان به دست خواهد آمد. با توجه به اینکه اسیدفسفریک از منابع فسفات است. برای به دست آوردن (P_2O_5) ۶/۶ PPM باید هر اونس از اسیدفسفریک را به ۱۰۰۰ گالن آب اضافه کنیم. با توجه به اینکه اسیدفسفریک فاقد مواد فلزی سنگین است می تواند به عنوان غذایی مناسب برای گیاه در نظر گرفته شود.

از اسیدسولفوریک و اسیدنیتریک می توان به جای اسیدفسفریک استفاده کرد. اگر از اسیدسولفوریک به جای اسیدفسفریک استفاده شود. باید میلی اکی والان سختی کربنات آب را در ۳/۲ ضرب کرد، مقدار به دست آمده میزان اونس ۶۶° بومه - (Boume greds) یا (۹۸ درصد) اسیدسولفوریک در ۱۰۰۰ گالن آب است. برای تهیه - (Boume greds) یا ۶۷ درصد اسیدنیتریک در ۱۰۰۰ گالن با ضرب کردن میلی اکی والان سختی کربنات آب بر ۱۰/۵ به دست می آید. ۱/۷ PPM نیتروژن (N) می توان یک اونس از مایع اسیدنیتریک را در ۱۰۰۰ گالن آب به دست آورد.

آب شهرها خالی از اشکال نمی باشند. معمولاً کلر زدن به آب مصرفی در گلخانه اثر بدی در گیاهان نخواهد داشت. مگر آن که گیاهان را به صورت هیدروپونیک (کشت در آب) کاشت، غلظت کلر به میزان ۰/۴ PPM در بعضی از گیاهان باعث آسیب به ریشه های آن می شود، که می توان داوودی و رز که در محلول غذایی پرورش یافته اند را نام برد. شهرداری ها ممکن است ۰/۷ PPM کلر به آبها اضافه کنند. ولی بخش بیشتر آن بخار

شده و یا بخشی از آن هنگام عبور از خزانه‌های کشت به کلروزهای بی‌ضرر تبدیل می‌شود. به نظر می‌رسد که اضافه کردن کلر هیچ ضرری برای کشت گیاه در محیط‌های غیرمایع (محیط سخت مثل خاک) داشته باشد.

اضافه کردن فلور ۰/۷ در آب باعث صدمه دیدن بعضی از گیاهان می‌شود. غلظت ۱-۵ PPM که معمولاً جهت جلوگیری از پوسیدگی دندانها به آب شهر اضافه می‌شود، برای بسیاری از گیاهان گلخانه‌ای زیان‌آور هستند. گیاهانی که نسبت به غلظت فلور بسیار حساس هستند عبارتند از:

۱- *Cholorphytum*

۲- *Cordyline terminalis*

۳- *Dracaena deremensis*

گیاهان حساس عبارتند از:

۱- *Dracaena fragens*

۲- *Maranta leuconerua erythnura* و *Maranta euconcura Kerchoviana*

۳- اسپاتی‌فیلوم *Spathiphyllum*

۴- استرانته *Ctenanthe oppenheimiana*

۵- خنجری *Yucca elephantipes*

سیستمهای آبیاری

آبیاری با دست

امروزه آبیاری با دست از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. معمولاً پرورش دهندگان در گلخانه، فقط در حالت خاص از روش آبیاری دستی استفاده می‌کنند. مثلاً آبیاری سینیهای بذر و یا آبیاری بخشهایی از گلخانه که دارای گیاهان

برگزیده و یا در مناطق که سریعتر از دیگر مناطق خشک می‌شوند از این روش استفاده می‌کنند. ما پیش از این هزینه آبیاری دستی یک بستر که به اندازه $(۱/۲۲ \times ۳۰)$ متر باشد بررسی و آن را با هزینه آبیاری اتوماتیک در همان ابعاد مقایسه کرده‌ایم. قیمت مواد لازم در هر سیستم را بر مبنای پایینترین قیمت ممکن انجام داده‌ایم؛ می‌تواند در افزایش هزینه مؤثر باشد و همچنین هزینه نصب را در هیچ یک از سیستمها در نظر نمی‌گیریم چون خیلی پایین است. برای نصب سیستم اتوماتیک یک بستر تقریباً به ۴ ساعت کار نیاز است. بنابراین هزینه نصب حدود ۴۰ دلار خواهد بود با احتساب هر ساعت کار ۸ دلار به اضافه سایر هزینه‌ها، طبق ضوابط و مقررات کاری باید به آن اضافه شود.

در هر صورت صرفه‌جویی در هزینه پرداخت دستمزد به کارگر جهت آبیاری دستی در طی یکسال میزان پول نصب و راه‌اندازی سیستم اتوماتیک آبیاری را خواهد کرد.

یک بستر کشت از گلهای تازه به سطح ۳۷ مترمربع در هر دوره آبیاری نیاز به ۷۵۰ لیتر آب دارد. دوره آبیاری در طول سال متغیر است. مثلاً در ماههای زمستان و روزهای ابری یک بار در هفته و در ماههای تابستان و روزهای گرم حداقل ۳ بار در هفته تکرار خواهد شد. متوسط حداقل آبیاری ۲ بار در هفته و در طول سال ۱۰۴ بار است. در جریان آب به میزان ۳۰ لیتر در دقیقه که برای یک لوله ۱۹ میلیمتری غیرمعمولی نیست. ۷۵۰ لیتر آب و ۲۵ دقیقه وقت لازم است که تا برای کل سال ۴۳/۳ ساعت لازم است تا یک نفر سطح ۳۷ متری را آبیاری کند. با احتساب میزان دستمزد در هر ساعت به اضافه ۲۳ درصد سود کل هزینه ۳۲۰/۸۵ دلار خواهد بود.

کاملاً مشخص است که این مقدار هزینه بسیار بالا است. در آبیاری دستی این احتمال وجود دارد که آبیاری پیش از حد باشد و یا وقفه بین دو آبیاری صورت گیرد. و به‌طور کلی آبیاری دستی به زمان بیشتری نیاز دارد و کاری بسیار خسته‌کننده



شکل ۲-۷- طرح انتهایی لوله یک آبشکن است. این وسیله باعث کاهش فشار آب در بستر گیاه شده و سطح بخش آب را افزایش می‌دهد. با کاهش فشار آب از فرسایش و احتمال تخریب سطح خاک جلوگیری می‌شود.

است. معمولاً در گلخانه‌هایی که از سیستم آبیاری دستی استفاده می‌کنند، آبیاری گلها را به عهده افراد غیرماهر (برای پرداخت هزینه کمتر) می‌سپارند. اما آبیاری اتوماتیک سریع، آسان و معمولاً تنظیم آن به عهده مسؤول گلخانه است که کمتر دچار اشتباه خواهد شد. در مکانهایی که از آبیاری دستی استفاده می‌شود بهتر است که آبشکن در انتهای لوله نصب شود (شکل ۲-۷). چنین تدبیری (طرحی) باعث کاهش فشار آب شده و می‌توان جریان آب را افزایش داد و مانع فرسایش خاک و احتمال تخریب سطحی خاک شد.

سیستم لوله کشی در دور محیط کشت برای گلهای تازه (Perimeter)

سیستم آبیاری: شامل لوله‌های پلاستیکی است که در اطراف خزانه با آب پخش‌کنهایی که آب را در زیر شاخ و برگ و روی محیط کاشت (خاک) پخش می‌کند (شکل ۳-۷) برای

این کار می‌توان از لوله‌های پلی‌اتیلن، یا پی‌وی‌سی (PVC) استفاده کرد. از امتیازات لوله‌های P.V.C اینست که ثابتند، درحالی‌که لوله‌های پلی‌اتیلنی ممکن است غلط بخورند و باید آنها را به کناره‌های خزانه محکم بست. این، باعث می‌شود که آب به‌طور درست بر سطح محیط ریشه ریخته شود. آب پخش‌کنها از نایلون و یا پلاستیک سخت ساخته شده و این امکان وجود دارد که آنها را با قوسهای 45° ، 90° ، 180° تنظیم کرد. برای گل‌های تازه به غیر از رز در بسترهایی تا ۴۲ اینچ (۱۰۷ سانتیمتر عرض و برای رز بسترهایی تا ۱۲۲ سانتیمتر عرض، آب پخش‌کنهایی با قوس 180° استفاده شده و فاصله هر کدام از یکدیگر (۷۶ سانتیمتر) خواهد بود. برای گل‌های تازه به جز رز در بسترهایی با عرض (۱۲۲ سانتیمتر) آب پخش‌کنهایی با قوس 45° ، 90° ، 180° درجه و به فاصله‌های ۵۱ سانتیمتر از هم قرار می‌دهند. آب پخش‌کنهای 45° ، 90° قوس آب را بیشتر از 180° قوس آب را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. بدون توجه به نوع و تیپ نازل



شکل ۷-۳

استفاده شده، آنها طوری طراحی شده‌اند که آبرادر سراسر سیستم آبدهی محیطی برای پرورش گل‌های تازه در بستر یا خزانه یک لوله پلی اتیلنی یا P.V.C آب را به اطراف گیاهان حمل می‌کند. آب پخش‌کنهای نایلونی و یا پلاستیکی در اطراف لوله‌ها نصب شده و آب را از زیر اندامهای هوایی گیاه پخش می‌کند.

بسترهای کشت در جهت مخالف هم می‌باشند. سوراخی در روی لوله پلی اتیلن ایجاد کرده و یا توسط مته در روی لوله P.V.C منافذی تهیه کرده و سپس نازل توسط یک آچار در این سوراخها نصب و تنظیم می‌شوند.

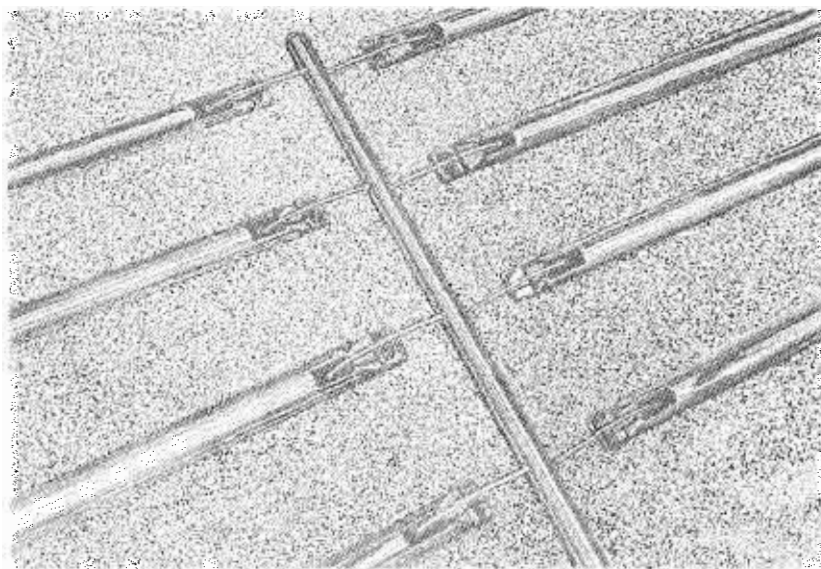
سیستم آبیاری محیطی نازل با قوس 180° درجه نیاز به شیر آب (دریچه) برای بستری تا ۳۰ متر طول دارد. برای بسترهایی بیشتر از (۳۰ متر) ۶۱ متر شاه‌لوله باید تا نیمه‌های بستر کاشت لوله کشی کرده و از سوپاپهای $\frac{3}{4}$ (۱۹ میلیمتر) به هر دو طرف نصب شود، و هر کدام نصف بستر از سرویس دهد. این سیستم نیاز به $\frac{1}{10}$ gpm آب (۱/۲۵ لیتر در دقیقه در لوله) دارد. جایی که از نازل‌های 180° ، 90° ، 45° قوس قرار گرفته‌اند. طول بستری که توسط یک شیر آب سرویس می‌شود نباید بیشتر از ۲۳ متر باشد.

هزینه نصب سیستم آبیاری محیطی برای یک بستر کاشت $1/22 \times 30$ متر با نصب نازل 180° و 90° درجه قوس معادل ۷۶/۸۶ دلار خواهد بود. این، شامل لوله‌های P.V.C و دو عدد شیر آب است. کل هزینه شامل بخشهای زیر است.

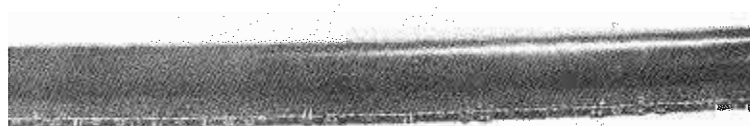
شیر آب ۱/۹cm	۲ عدد	۱۵ دلار
لوازم لوله‌ای پی.وی.سی ۱/۶cm	۱۵ عدد	۴/۹۶ دلار
لوله‌های پی.وی.سی ۱/۹cm	۲۱۰ فوت	۳۹/۹۰ دلار
نازل	۱۲۰	۱۲/۱۰ دلار
جمع		۷۶/۸۶ دلار

سیستم مه‌فشانی با لوله برای گلهای تازه

در این سیستم از لوله‌های پلی‌اتیلنی با قطرهای ۳۲ میلیمتری استفاده شده و در مسیر طولی بسترها به فواصل ۲۰ سانتیمتر از هم قرار می‌دهند. لوله‌های مه‌فشان به لوله‌های ۱۹ میلیمتری وصل شده‌اند و در انتهای بستر به طول ۱۸ متر کشیده شده و در بسترهایی که طول آنها ۳۷ متر بیشتر است بسترها را از وسط قطع می‌کنند



الف



ب

شکل ۴-۷- از سیستم آبیاری اتوماتیک مه‌فشان برای آبیاری گلهای بریده استفاده می‌شود. الف) لوله اتصال آبرسان برای سیستم مه‌پاشی یا لوله دوجداره برای سیستم آبیاری تلاطمی، شیلنگها در طول سکوها به فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار می‌گیرند. ب) آب در طول یک طرف شیلنگها از آن می‌چکد. یک چنین روشی در سیستم آبیاری قطره‌ای به چشم می‌خورد.

(شکل ۴a-۷). طول هر یک از لوله‌های مه‌فشان نباید از ۱۸ متر تجاوز کند. یک لوله، ۹ میلیمتر می‌تواند ۱۱۱ متر مربع از سطح یک بستر را آبیاری کند. لوله‌های مه‌فشان از قطعات یکنواخت پلی‌اتیلنی (۰/۲ میلیمتر) که در داخل لوله‌های پلاستیکی محکم شده‌اند، ساخته می‌شوند. بر اثر فشار آب از سوراخهای موجود تراوش پیدا می‌کند (شکل ۴b-۷). فشار آب ۹-۴ Psi (۶۲-۳۸ کیلو پاسکال) در داخل لوله‌های تولید می‌شود. جهت جلوگیری از بسته شدن لوله‌ها از صافی‌ها در محل تأمین آب استفاده می‌شود.

هزینه نصب سیستم لوله‌های برای یک بستر (۳۰×۱/۲۲ متری) برابر ۴۲/۲۱ دلار خواهد بود. این هزینه شامل شیر لوله و سرانداز در وسط بستر خواهد بود کل هزینه شامل بخشهای زیر است.

لوله مرطوب‌کننده	۱۸۰ متر	۲۷/۶۰ دلار
اسباب کار سرانداز	۳۰ سانتیمتر	۵/۷۵ دلار
ابزار نصب لوله‌های پلاستیکی ۱/۹cm	۱/۵ متر	۱/۳۶ دلار
شیر لوله ۱/۹ اینچ	۳۰ سانتیمتر	۷/۵۰ دلار
جمع		۴۲/۲۱ دلار

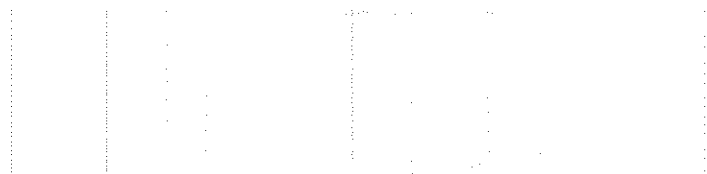
یک سیستم مه‌فشانی جهت آبیاری بستری به ابعاد (۱/۲۲m × ۳۰m) دارای هزینه‌ای معادل ۶۹/۸۶ دلار است که این هزینه شامل شیر فلکه ۱۹mm و یک لوله پلی‌اتیلنی مه‌فشانی ۱۳mm با یک لوله سری ۱۶mm که در فاصله‌های ۲۰cm از همدیگر در طول بستر کشت قرار دارند، است.

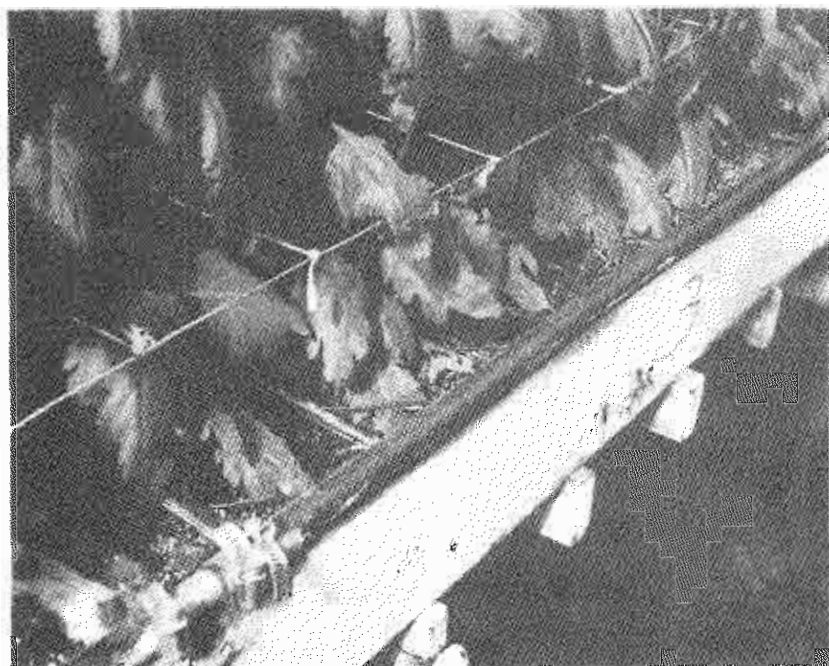
سیستم آبیاری قطره‌ای برای گل‌های تازه (ooze - Header system)

این سیستم مشابه سیستم لوله‌های مه‌پاش است، تنها تفاوت در این است که، در این سیستم از لوله‌هایی به قطر ۱۳ میلی‌متر که به فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر در

طول لوله اصلی قرار گرفته‌اند که از یک بخش لوله اصلی منشعب می‌شوند تشکیل شده‌اند. شکل شماره (۵-۷)

لوله‌های آبیاری قطره‌ای از نظر ساختمانی شبیه به سیستم مه‌پاش می‌باشند با این تفاوت که در آن، لوله‌هایی با قطر ۱۶mm استفاده شده است. که این لوله‌ها ۵cm کوتاهتر از عرض بسترند. که علت این امر وجود فاصله برای نصب اتصالات انتهایی است. لوله‌های آبیاری قطره‌ای از هر دو طرف بسته‌اند اما هر یک از لوله‌ها به یک لوله اتصال ۱۳mm از جنس پلی‌اتیلن که وارد سوراخ ۱۳mm موجود در لوله انتهایی می‌شوند، اتصال می‌یابند. سوراخهایی که لوله‌های سیستم قطره‌ای را به وسایل دستی و یا سوراخ‌کن انجام می‌دهند. لوله تأمین‌کننده آب سریعاً به داخل سوراخ برده می‌شود و به جهت انعطاف‌پذیری دیواره لوله‌های سربرانداز که باعث فشرده شدن لوله به طرف سوراخ می‌شود و همچنین فشار لوله تأمین‌کننده آب باعث محکم (آب‌بندی) شدن این اتصال می‌شود و در این سیستم فشار آب بر حسب ۲۸-۶۲kps (کیلوپاسکال) تأمین می‌شود. در این سیستم لوله‌های تأمین‌کننده آب به قطر ۱۹ میلی‌متر، می‌توان بسترهایی به ابعاد ۱۵۰-۱۱۰ مترمربع را آبیاری کرد. در سیستم آبیاری قطره‌ای، آب به صورت قطره‌ای به کندی بر روی سطح محیط کشت (بر روی سطح خاک) آزاد می‌شود و این بستگی به حرکت جانبی آب در داخل محیط کشت به سمت سوراخهایی که به فاصله ۱۰ سانتیمتر از هر طرف روی لوله تعبیه می‌شوند. محیطهای کشتی که دارای خلل و فرج بزرگی هستند در واقع لوله‌های ممتدی را تا عمق محیط کشت تشکیل می‌دهند که مانع حرکت جانبی آب می‌شوند و همه محیط کشت به‌ویژه لایه بالایی آن می‌شوند. در این شرایط که نیاز به انتقال سریعتر آب است، می‌توان از سیستم آبیاری قطره‌ای oozer جامبو که همانند آبیاری قطره‌ای است استفاده کرد. با این تفاوت که قطر آن ۳۲ میلی‌متر و به‌وسیله لوله‌های پلی‌اتیلن ۱۹mm در طول بستر کشیده شده باشد. لوله تأمین‌کننده آب به قطر ۱۹mm بستری را به ابعاد ۵۵-۷۵mm آبیاری می‌کند.





شکل ۵-۷- یک سیستم آبیاری اتوماتیک قطره‌ای که برای آبیاری تولیدات گل‌های بریده استفاده می‌شود. قطره‌چکانها در عرض بستر به فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر واقع شده و توسط یک لوله پلی اتیلنی نازک که به یک لوله پلاستیکی ۱۳ میلی‌متر وصل می‌شود در یک طرف طول بستر تغذیه می‌شود.

۳۰ m	لوله پلی اتیلن ۱/۲۵cm	۸ دلار
۴۵m	سرانداز تراوش‌کننده ۱۱۵cm	۵۲/۵۰
۲/۳۰ cm	اتصالات پلاستیکی	۱/۸۶
	شیر فلکه ۱۹mm	۷/۵۰
جمع		۶۹/۸۶

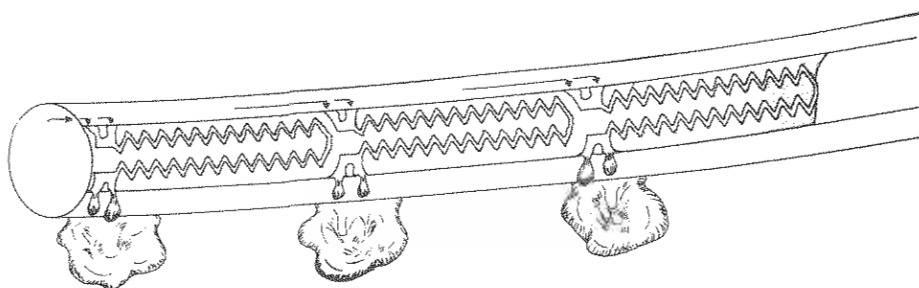
سیستم آبیاری تلاطمی برای گل‌های تازه

سیستم آبیاری تلاطمی (شکل ۶-۷) در مقایسه با دیگر سیستم‌ها (لوله‌های مه‌پاش، قطره‌ای) بیشتر متداول است زیرا قابلیت آبیاری بسترهایی به طول ۶۱m یا بیشتر را

دارد. در این سیستم فشار آب به طور یکنواخت تر (تا ۲ درجه شب) در طول بستر جریان دارد.

شیلنگهای دولایه با $2/5\text{mm}$ قطر از پلی اتیلن سیاه رنگ با ضخامت (025-038mm) ساخته شده اند که شیلنگهای با ضخامت 025mm بیشتر جهت گلهای بریده مورد استفاده قرار می گیرند و شیلنگهای با ضخامت 038mm عمر بیشتری خواهند کرد. فواصل خروجی آب بین ۵cm تا ۱۰cm از هم در امتداد لوله اند. میزان جریان آب در فاصله های ۵-۱۰cm بین ۱۰gPm تا ۱/۵ در ۱۰۰ فوت (به میزان ۴/۸ تا ۵/۸ لیتر در دقیقه در ۳۰ متر) از لوله تا به مقدار فشار توصیه شده در این سیستم ۷۰ کیلو پاسکال است.

لوله های دوجداره در سطح محیط کشت در امتداد طول بستر قرار می گیرند. و شیلنگهای انفرادی به فواصل ۲۰cm از هم بر روی این لوله کار گذارده می شود. که هر دو طرف شیلنگ، توسط کارخانه پلم شده و بر روی دیوار سوراخ انتهایی یک سوراخ جهت



شکل ۶-۷- نمایی از مقطع سیستم آبیاری تلاطمی با لوله های دوجداره، آب وارد لوله بزرگ شده و با سرعت در طول بستر جریان می یابد. سپس آب به سمت سوراخهای موجود در دیواره فوقانی لوله بزرگ به حرکت درآمده و پس از آن به سمت مجاری متلاطم کننده کوچک به جریان درمی آید. آب موجود در مجاری متلاطم کننده در طول یک مسیر ناهموار که جریان تلاطمی را موجب می شود به حرکت درمی آید. بعد از طی مسیر کوتاهی آب در طول مسیری که درست از خلاف جهت حرکت آب وارد شده است به حرکت درمی آید. در این نقطه آب بداخل محیط کشت می چکد. جریان تلاطمی به عدم بسته شدن لوله کمک می کند.

تأمین آب قرار داده می‌شود. یک سر لوله تأمین‌کننده آب به آن وصل می‌شود و هر سر دیگر آن به یک سرانداز ۱۹mm پلی‌اتیلن وصل شده که در طول و یا در وسط بستر کشیده شده است.

یک سیستم تلاطمی برای یک (۱/۲۲ متر در ۳۰ متر) بستر با استفاده از شیلنگ ۱۰ میلی با مخرج هر کدام (۳/۸ سانتیمتر) و یک سرانداز $\frac{3}{4}$ (۱۹ میلیمتر) پلی‌اتیلن و یک شیرآب به ارزش ۳۰/۹۸ دلار خواهد بود. قیمت هر کدام از مواد تشکیل‌دهنده عبارتند از:

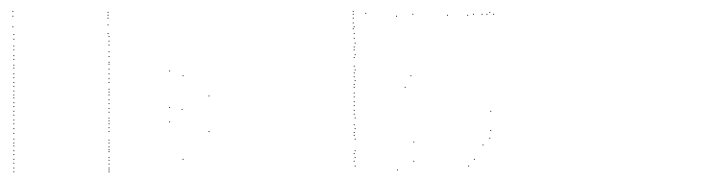
لوله دودیواره توربولانت ۱۰ میل	۲۰ متر	۱۸/۶۰ دلار
لوله‌های تأمین آب	۶	۰/۶۶ دلار
سربست‌ها	۱۲	۰/۹۶ دلار
وسایل نصب لوله پی.وی.سی ۱/۹	۵	۱/۳۲
لوله‌های پی.وی.سی ۱/۹	۳m	۱/۶۰
فلکه آب ۱/۹	۳۰cm	۷/۵۰ دلار
جمع		۳۰/۹۸ دلار

سیستم آبیاری زیرزمینی یا لوله‌کشی جهت آبیاری گیاهان گلدانی

سیستم آبیاری زیرزمینی یا لوله‌کشی شده را جهت آبیاری اتوماتیک گیاهان گلدانی پایه‌گذاری کرده‌اند. در این سیستم آب از طریق لوله‌های بسیار باریک پلی‌اتیلن جهت آبیاری گلدانها حمل می‌شود که این لوله‌ها دارای قطرهای متفاوت (۱/۹mm-۱/۵-۱/۳-۱/۱-۰/۹) می‌باشند. معمولاً جهت آبیاری گلدانها از لوله‌هایی با قطر ۱۹mm استفاده می‌شود ولی اساساً مقدار آبیاری گلدانها بستگی به قطر داخلی هر لوله دارد. معمولاً لوله‌های با قطرهای مختلف (۱۰۸-۱۰۵-۱۰۳-۰/۹) را می‌توان برای آبیاری گلدانها (۱۶۰۰/۹۰۰/۷۰۰/۶۰۰) کرد.

لوله‌های باریک با قطر کمتر برای گلدانهای کوچک، یعنی جایی که تراکم گلدانها روی سکو زیاد و آب مورد نیاز برای هر گلدان کم است، به کار می‌روند که بدینوسیله هزینه لوله‌کشی خطوط آبیاری بزرگتر، کمتر خواهد شد. استفاده از لوله‌های با قطر داخلی ۱/۵ میلیمتر برای گلدانهای ۱۵ سانتیمتری مرسوم است و لوله‌هایی که قطر داخلیشان ۱/۹ میلیمتر است برای آبیاری ظروف ۷/۵۱۸ لیتری که برای پرورش گیاهان از قبیل فرفیونها به کار می‌روند، مناسب است.

برای جلوگیری از خارج شدن لوله‌های باریک از گلدانها، زمانی که آب در لوله به جریان درمی‌آید، این لوله‌ها باید در انتها دارای یک وزنه باشند. عمل دیگری که این وزنه‌ها انجام می‌دهند کاهش نیروی آب است و با این عمل، جریان آب باعث ایجاد حفره در محیط کشت نمی‌شود. معمولاً وسیله‌ای (baffle) در داخل وزنه، در مقابل انتهای خروجی لوله‌های باریک کار گذاشته می‌شود که باعث کاهش نیروی جریان آب و چکیدن آن از هر طرف می‌شود. همچنین وزنه از ورود ذرات سبک محیط کشت به داخل لوله‌های باریک جلوگیری کرده و به طریقی راه این لوله را می‌بندد. ورود ذرات به داخل لوله‌های باریک زمانی اتفاق می‌افتد که جریان آب قطع شود که با قطع جریان، مکشی در داخل لوله رخ می‌دهد. انواع مختلفی از وزنه‌ها در بازار به فروش می‌رسند. یک نوع از این وزنه‌ها شامل یک استوانه پلاستیکی است. که در داخل آن یک لوله قرار دارد که در نزدیکی جدار داخلی استوانه قرار می‌گیرد (شکل ۷-۷) چکاننده موجود در وزنه‌ها مخروطی شکل بوده و از یک فلز ضدزنگ ساخته شده است. قطع و وصل‌کننده‌هایی نیز در اندازه ۱/۹ میلیمتر روی وزنه موجودند و از فلز ضدزنگ ساخته شده‌اند. هنگامی که گلدانی از جای خود برداشته می‌شود می‌توان لوله باریک را با فشار دادن قطع و وصل‌کننده موجود در وزنه، بست و با کشش سریع آن، می‌توان جریان آب را دوباره برقرار ساخت.





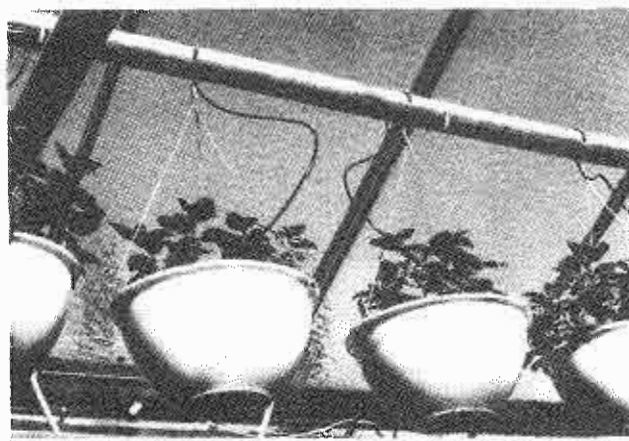
شکل ۷-۷- سیستم آبیاری اتوماتیک لوله‌ای که برای آبیاری گیاهان گلدانی بکار می‌رود. آب در طول سکو توسط لوله پلاستیکی که عموماً در زیر سکو قرار می‌گیرد، به حرکت درمی‌آید. هریک از گلدانها توسط یک لوله پلی اتیلنی کوچک جداگانه، به این لوله مرکزی وصل می‌شود. به انتهای هریک از این لوله‌هایی که به گلدان ختم می‌شود وزنه‌ای متصل شده تا لوله را در گلدان نگه دارد و بعنوان یک فشارشکن در مقابل جریان شدید آب رسیده به محیط رشد ریشه عمل می‌کند.

معمولاً، آب در طول سکو توسط یک لوله پلی اتیلنی یا PVC ۱۹ میلیمتری به جریان می‌افتد. که استفاده از لوله‌های PVC معمولتر است. لوله‌های باریکی که گلدانها را به لوله اصلی ارتباط می‌دهند، ممکن است. مستقیماً در داخل سوراخهای موجود در لوله اصلی که از ابتدا تا انتهای وسط سکو در ارتفاع کمی نسبت به سطح خاک قرار گرفته است، وصل شوند. لوله‌های باریک را می‌توان مستقیماً با وارد آوردن فشار، به سوراخ مرتبط کرد، یا می‌توان ابتدا یک اتصال برنجی در سوراخ پرس کرد و سپس لوله باریک را به اتصال برنجی وصل کرد. اتصال برنجی باعث آسان وصل کردن و جدا کردن لوله‌های باریک می‌شود. در پوشه‌ایی نیز برای بستن سوراخهای به‌جا مانده از عمل جدا کردن لوله‌های باریک، موجود است.

تمام لوله‌های باریک باید دارای طول یکسانی باشند زیرا میزان جریان آب در آنها بستگی به طول لوله دارد. برای کاستن از مقدار لوله به کار برده شده به‌ویژه سکوهایی که دارای تعداد زیادی گلدانهای کوچک هستند، اتصالات انتهایی طویل اتصالات انتهایی A شکل به کار برده می‌شوند. در هر یک از موارد بالا تعدادی از لوله‌های باریک از اتصال پلاستیکی انتهایی منشعب می‌شوند و اتصال انتهایی نیز توسط لوله‌ای بزرگتر به لوله اصلی مرتبط می‌شود.

لوله‌های باریک را می‌توان برای آبیاری گلدانهای آویزان نیز به کار برد (شکل ۸-۷)، در این مورد یک خط لوله آب در طول یک ردیف از گلدانها امتداد می‌یابد، هر گلدان توسط یک لوله باریک به خط لوله آب مرتبط می‌شود. بعضی از پرورش‌دهندگان برای انجام این امر از یک لوله گالوانیزه استفاده می‌کنند و گلدانها را مستقیماً به آن آویزان کنند.

زمانی که از یک محیط کشت دارای بافت درشت در گلدانهای بزرگ استفاده می‌شود، مرطوب ساختن تمام بخشهای محیط کشت موجود در گلدان مشکل است. آب که به



شکل ۸-۷ - یک سیستم آبیاری اتوماتیک لوله‌ای برای آبیاری گلدانهای آویزان، هر یک از گلدانها توسط یک لوله باریک پلی‌اتیلنی به خط لوله آب که در بالای آن قرار گرفته است مربوط می‌شود.

آرامی از یک لوله جاری می‌شود منجر به ایجاد کانالی به شکل مخروط در محیط کشت می‌شود. در چنین حالتی می‌توان از یک لوله اسپری‌کننده آب استفاده کرد. (شکل ۷-۹). در این روش آب با جریان شدیدتری به لوله‌های اسپری‌کننده می‌رسد و در سطح گلدان اسپری می‌شود. این عمل برای گیاهانی که در قسمت پایین دارای شاخ و برگ کوچکی هستند و گیاهان کاشته شده از گلدانهای ۱۵ سانتیمتری یا بزرگتر مناسب است.

هزینه لازم برای ساخت یک سیستم آبیاری لوله‌ای (دارای لوله‌های باریک) جهت آبیاری گیاهان گلدانی که روی سکویی به ابعاد $30.0 \text{ m} \times 1/22 \text{ m}$ قرار گرفتند، به میزان ۱۱۱/۱۰ دلار برآورد می‌شود. که این سیستم شامل شیرهای دستی، لوله‌های اصلی آبیاری ساخته شده از PVC که دارای قطری معادل ۱۹ میلیمتری بود. و در طول وسط سکو امتداد می‌یابند، و ۴۰۰ عدد لوله ۶۱ سانتیمتری به همراه وزنه‌ها و اتصالات برنجی که هر یک مستقیماً به لوله اصلی آبیاری متصل می‌شوند. قیمت هر یک از اجزای بالا در زیر آورده شده است.

سیستم آبیاری زیرگلدانی (مویینگی) برای گیاهان گلدانی

آبیاری زیرگلدانی (مویینگی) در طول سال سیستم بسیار مناسبی برای پرورش‌دهندگان گیاهان گلدانی که دارای گلدانهای در اندازه‌های مختلف در یک

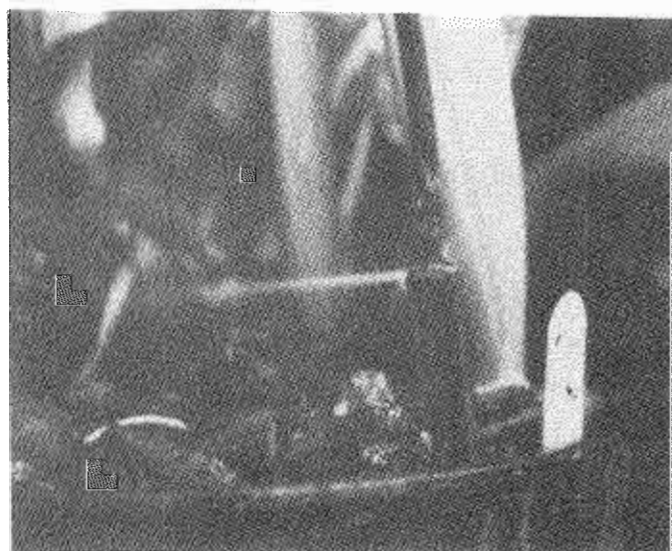
۱۹/۰۰ دلار	لوله PVC به قطر ۱۹ میلیمتر	۳۰/۵ متر
۸۰/۰۰ دلار	لوله باریک ۶۰ سانتیمتری ID	۴۰۰ عدد
	به همراه وزنه‌ها	
۳/۰۰۰ دلار	اتصال برنجی	۴۰۰ عدد
۷/۵ دلار	شیر آب به قطر ۱۹ میلیمتر	۱ عدد
۱/۶ دلار	رابط لوله PVC به قطر ۱۹ میلیمتر	۶ عدد

جمع ۱۱۱/۱۰ دلار

سکوی شخصی هستند می‌باشد. (شکل ۱۰-۷). سیستم لوله‌ای نیاز به حذف و اضافه کردن تعداد ثابتی از لوله‌ها به تناسب تراکم گلدانها دارد همچنین آبیاری زیرگلدانی برای پرورش دهندگان گیاهان کوچک گلدانی یعنی درجایی که بهتر است شاخ و برگ گیاهان مرطوب نشود مفید خواهد بود.

تعداد لوله‌ها در یک چنین سیستمی ایجاد مزاحمت می‌کنند. در سیستم آبیاری زیرگلدانی از یک زیرگلدانی به ضخامت ۱۳-۵ میلیمتر که به‌طور ثابتی مرطوب نگه داشته می‌شود، استفاده می‌شود. گلدانها به هر اندازه که باشند می‌توانند، به‌طور همزمان در روی زیرگلدانی قرار بگیرند. و هیچ برنامه‌ای برای جابه‌جایی گلدانهایی که اندازه‌های مختلف دارند. به چشم نمی‌خورد.

آبیاری زیرگلدانی در حقیقت یک سیستم قدیمی بر مبنای آبیاری زیرزمینی است. سالها پیش، شن را در داخل سکوها ریخته و مرطوب می‌کردند و گلدانها روی شن قرار



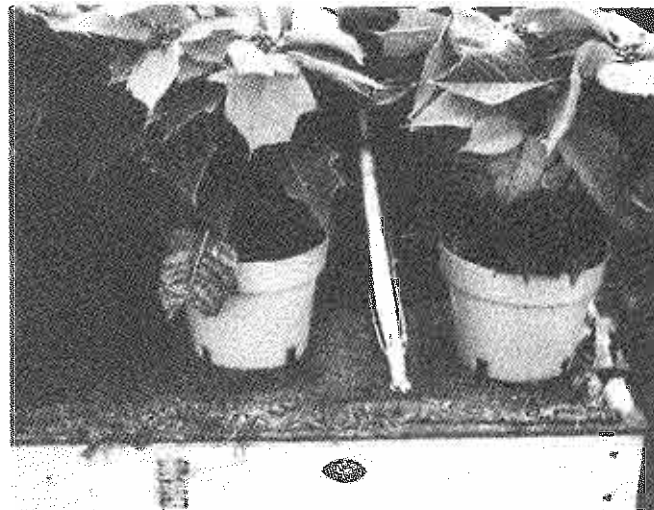
شکل ۹-۷- یک لوله اسپری‌کننده آب. این روش توزیع آب در گلدانهای بزرگ‌تر در محیطهای رشد ریشه‌ای که خیلی متخلخلند از (نظیر آنچه برای ارکیده لازم است) استفاده می‌شود. پخش گسترده آب در بالای سطح گلدان باعث کاهش مشکل ایجاد کانال و آبراه در محیط رشد ریشه می‌شود.

گرفته و آب به‌طور مداوم توسط خاصیت شعریه (مویینگی) به داخل محیط کشت موجود در گلدان راه می‌یافت. این سیستم مقدار ثابتی از رطوبت را در داخل گلدان نگه داشته و به میزان قابل ملاحظه‌ای از نیروی کاری که برای آبیاری در نظر گرفته است، می‌کاهد. زیرگلدانی‌هایی وجود دارد که برای استفاده از آنها سکوها باید تراز باشند. یک صفحه پلی اتیلنی در کف تراز شده هر سکو قرار می‌گیرد. بهتر است این صفحه تیره باشد تا نور متعاقب آن رشد جلبکها را کاهش دهد. صفحه‌ای به ضخامت $3/05$ میلیمتر کافی به نظر می‌رسد زیرا نقش این صفحه فقط جلوگیری از ریزش آب است. زیرگلدانی در روی صفحه پلی اتیلنی قرار می‌گیرد. مراقب باشید که لبه‌ها (حواشی) زیرگلدانی هم‌سطح با سایر بخشهای آن باشد. اگر لبه‌های زیرگلدانی پایینتر قرار گیرند همانند یک فتیله عمل کرده و آب از زیرگلدانی جذب کرده و قطره‌قطره بر روی زمین می‌ریزند. زیرگلدانیها را می‌توان توسط یک قیچی برید و بیش از یک قطعه از آن را با جفت کردن لبه‌ها به یکدیگر برای پوشاندن یک سکو می‌توان به کار برد. انواع مختلفی از زیرگلدانیها برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای تهیه یک نوع آن از پارچه استفاده می‌شود درحالی‌که انواع دیگر آن از الیاف خالص سنتزی ساخته می‌شوند. در این سیستم لوله‌های آب به انضمام لوله‌های سخت دوجداره و شیلنگهای قابل انعطاف به کار می‌روند که آب را به زیرگلدانی می‌رسانند. این لوله‌ها در طول سکو امتداد می‌یابند و به فاصله ۶۱ سانتیمتر از یکدیگر قرار می‌گیرند. زیرگلدانی باید همیشه مرطوب باشد کار بدین‌منظور اغلب چند بار در روز از آب استفاده می‌شود. که برای دستیابی به این امر می‌توان از یک تایمر برای به کار انداختن شیر سلنوئیدی آب، استفاده کرد. در این سیستم آبیاری بیش از حد، مشکلی ایجاد نمی‌کند زیرا آب اضافی به آسانی از لبه‌های زیرگلدانی به پایین می‌چکد.

جلبکها در این سیستم ایجاد مشکل می‌کنند که علاوه بر بدنام ساختن زیرگلدانی و

گلدانها، پناهگاه حشرات بوده و پس از خشک شدن بوی بدی از آنها متساعد می‌شود. مقدار زیادی از این جلبکها را می‌توان هر چند وقت یکبار توسط شستشو با فشار آب شیلنگ، زدود. نکته قابل توجه اینجاست که بعضی از زیرگلدانیها ممکن است تحمل این فشار را نداشته باشند. همچنین ممکن است از مواد ضدعفونی‌کننده از قبیل سفیدکننده‌ها برای این منظور استفاده کرد ولی باید پس از استفاده از آنها، زیرگلدانیها را با آب شست. برای محصولاتی که به بیماری مبتلا می‌شوند زیرگلدانیها را باید با موادی از قبیل سفیدکننده‌ها، ضدعفونی کرد. برای این منظور محلولی که نسبت مادهٔ سفیدکننده به آب در آن $\frac{1}{4}$ است را می‌توان روی زیرگلدانی پاشید و پس از ۱۰-۵ دقیقه آن را با آب شستشو داد. بعضی از زیرگلدانیها در مقابل بخار مقاومند که بدین وسیله



شکل ۱۰-۷- یک سیستم آبیاری زیرگلدانی (شعریه‌ای) برای آبیاری گیاهان گلدانی، زیرگلدانی توسط لوله‌هایی نظیر لوله‌های سخت دوجداره یا شیلنگهای قابل انعطاف که ۶۱ سانتیمتر از یکدیگر فاصله دارند، مرطوب می‌شوند. آب توسط خاصیت موینگی (شعریه)، از زیرگلدانی به سمت محیط کشت موجود در گلدان حرکت می‌کند و در تمام اوقات به میزان ثابتی محیط کشت را مرطوب نگه می‌دارد. انواع مختلفی از زیرگلدانیها موجود است.

می‌توان جلبکها را از بین برد. محلولهای مواد غذایی را می‌توان همان‌طور که کودهای جامد برای محصولات به کار می‌روند، به‌طور مداوم در این سیستم استفاده کرد. برای شروع می‌توان محلولی که دارای غلظتهای معادل ۲۰۰ PPM نیترژن (N) و پتاسیم (K_۲O) و ۱۰۰ PPM و فسفر (P_۲O_۵) را به کار برد. عموماً شکلی که در این سیستم با آن مواجه می‌شویم، افزایش نمک در محیط کشت است. به کار بردن آب عموماً باعث افزایش جذب آن می‌شود، بنابراین کودها که از لحاظ شیمیایی نمک به‌شمار می‌روند در محیط کشت تجمع می‌یابند و این امر تجمع نمک، بیشتر در بخشهای بالایی گلدان به چشم می‌خورد. این وضعیت را باید با آزمایش نمک‌های محلول (بخش ۸) هر چند وقت یک‌بار سنجید. هنگامی که تجمع نمک اتفاق می‌افتد، گلدانها را باید یک‌بار با آب زیاد از بالا آبیاری کرد تا محیط کشت شستشو یابد.

گسترش جلبکها در زیرگلدانیهایی که با محلولی از کودها تجهیز می‌شود از دیگر مشکلات است. برای جلوگیری از این امر ورقه‌های پلی‌اتیلنی منفذدار که دارای ۱۵۰۰۰۰ منفذ در مترمربع هستند، به‌طور مجزا یا به همراه زیرگلدانی وجود دارند. ورقه پلی‌اتیلنی روی زیرگلدانی قرار گرفته و گلدانها روی آن قرار می‌گیرند. این ورقه، رسیدن نور به زیرگلدانی را محدود کرده و متعاقباً جلوی رشد جلبکها را می‌گیرد. این ورقه به‌آسانی قابل شستشو بوده و ریشه قادر به نفوذ در آن نیست.

قیمت اجزای مورد استفاده در سیستم آبیاری زیرگلدانی از ۹۲ دلار تا ۱۶۲ دلار متغیر است. این اختلاف قیمت به‌دلیل تفاوت نوع زیرگلدانی است. مثلاً یک چنین سیستم شامل یک شیرآب دستی به قطر ۱۹ میلیمتر لوله اصلی به قطر ۱۹ میلیمتر، دو قطعه لوله سخت دوجداره، شیلنگ برای توزیع آب، ورقه پلی‌اتیلنی سیاه به ضخامت ۷/۰۵ میلیمتر قیمت هر یک از اجزای فوق در زیر آورده شده است.

۱۳۶/۰۰ - ۶۶/۸۰ دلار

زیرگلدانی	۳۷/۲۱ مترمربع	۶/۷۴ دلار
لوله سخت دوجداره به انضمام و رابطها	۶۱ متر	
ورقه پلی اتیلنی سیاه به ضخامت ۰/۰۵ میلیمتر	۳۷/۲۱ مترمربع	۱۰/۰۰۰ دلار
شیرآب به قطر ۱۹ میلیمتر	۱ عدد	۷/۵۰ دلار
رابطهای پلاستیکی لوله اصلی به ضخامت ۱۹ میلیمتر	۵ عدد	۱/۳۶ دلار

۱۶۱/۶۰ - ۹۲/۴۰ دلار

آبیاری بارانی برای گیاهان گلدانی

زمانی که شاخ و برگ اکثر محصولات، برای کنترل بیماریها خشک نگه داشته می شوند، تعداد معدودی از محصولات در مقابل بیماری مقاوم بوده و می توان شاخ و برگشان را مرطوب کرد. چنین محصولاتی را می توان به آسانی و با هزینه بسیار کم به صورت بارانی آبیاری کرد. نشاهای موجود در بستر گلهای بریده پرورش یافته در خارج از گلخانه، بعضی از گیاهان سبز، انواع آزالیا، از محصولاتی هستند که می توان آنها را به روش بارانی، آبیاری کرد.

در این سیستم یک لوله در طول وسط بستر نصب می شود و لوله های عمودی در فواصل معین روی آن نصب می شوند. ارتفاع لوله ها باید بیشتر از ارتفاع نهایی محصول باشد. معمولاً برای نشاهای موجود در سینی ها ارتفاع ۰/۶ متر و برای گلهای بریده ارتفاع ۱/۸ متر کافی به نظر می رسد. در نوک هر یک از لوله ها عمودی یک نازل نصب می شود. انواع مختلفی از نازلها وجود دارد. بعضی از آنها آب را به طور همزمان در ۳۶۰ درجه پخش می کنند و بعضی از آنها پس از دور زدن به اندازه ۳۶۰ درجه چنین زاویه ای را پوشش می دهند. نازلهایی نیز وجود دارد که آب را با زاویه ۱۸۰ درجه پخش می کند و این نوع نازلها برای انتهای بستر مناسب است. قطر پاشش نازلها متفاوت بوده و ممکن است ۱۱ متر یا بیشتر باشد. همچنین سیستمهایی از آبیاری بارانی که آب اصلاً از نازلها



نمی چکد (پاشیده می شود)، وجود دارد.

..... خطوط لوله آب گلخانه

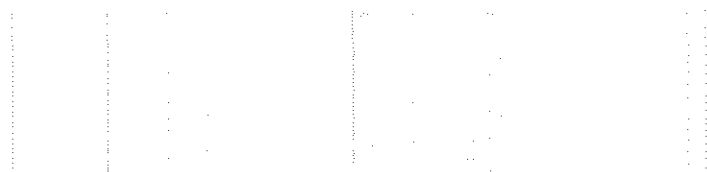
در گلخانه‌ای به مساحت ۱۸۶۰ مترمربع، لوله اصلی آب باید دارای قطری معادل ۵۱ میلیمتر باشد تا بتواند جریان آبی برابر با ۱۹۰ لیتر در دقیقه را برقرار سازد. اگر مساحت گلخانه ۴۶۴۵ مترمربع باشد لوله اصلی آب باید دارای قطری معادل ۷۶ میلیمتر بوده تا بتواند جریان آن برابر با ۴۷۳ لیتر در دقیقه را برقرار سازد. لوله‌های پلاستیکی (PVC) به‌طور گسترده‌تری نسبت به لوله‌های آهنی مورد استفاده قرار می‌گیرند زیرا هم ارزانترند و هم افت فشار آب در آنها به دلیل کمتر بودن مقاومت در مقابل جریان آب، کمتر است. لوله‌های اصلی را در داخل زمین یا در نزدیک سقف نصب می‌کنند. نصب لوله‌های اصلی در نزدیک سقف معمولتر است. زیرا با این عمل به میزان زیادی در هزینه ساخت سیستم آبیاری صرفه‌جویی می‌شود و هم در صورت نیاز، تعمیر یا تغییر آن آسانتر انجام می‌شود.

لوله‌های اصلی آب علاوه بر انتقال آب، عمل انتقال محلول دارای کود را نیز بر عهده دارد. گاهی لازم است جریان کود مایع وارد جریان آب شود.

یک گلخانه تجاری به مساحت ۱۸۶۰ مترمربع را در نظر بگیرید که در محدوده‌ای به طول ۴۴ متر و عرض ۴۲ متر (۴۴ × ۴۲) قرار گرفته است و راه عبوری از وسط، طول گلخانه را طی می‌کند و سکوها دارای عرض ۱/۸ متر و طول ۲۱ متر (۱/۸ × ۲۱) در دو طرف این مسیر قرار گرفته‌اند. گیاهان گلدار گلدانی که در گلدانهای ۱۶/۵ سانتیمتری (azalea - type) روئیده‌اند در فواصلی نسبت به یکدیگر قرار دارند که به‌طور متوسط ۱۳/۵ گلدان در هر مترمربع جای می‌گیرد و در کل ۳۲۶ گلدان روی هر سکو قرار دارد در هر مرحله از آبیاری هر یک از گلدانها به ۳۵۰ میلی‌لیتر آب نیاز دارند. سکوها به سه گروه

تقسیم می‌شوند و آب در هر یک از آنها توسط یک شیر و لوله چندراهی (manifold) جریان می‌یابد آبیاری یا کوددهی (بصورت محلول) برای ۱۰۰۸ گیاه به‌طور همزمان انجام می‌شود. بهترین نحوه لوله‌کشی، لوله‌کشی توسط لوله‌های اصلی با قطر ۵۱ میلیمتر است که در طول گلخانه امتداد می‌یابد و لوله‌هایی عمودی از آن تا مرکز هر سکو منشعب می‌شوند. که در مجموع به ۱۰۷ متر لوله اصلی با قطر ۵۱ میلیمتر نیاز است. لوله‌های اصلی در هر مترشان می‌توانند دارای ۱۶۸۶ میلی لیتر آب باشند و در مجموع حجمی معادل ۱۸۰ لیتر آب در لوله‌های اصلی جای می‌گیرد. فرض می‌کنیم در یک دور پس از آبیاری، لازم است کوددهی نیز انجام شود برای این کار یک دستگاه تنظیم‌کننده جریان کود در ابتدای لوله اصلی به کار می‌افتد و در انتهای دیگر لوله اصلی شیر مربوط به یک گروه از سلولها باز می‌شود. پس از اینکه کود به این محل برسد باید ۱۸۰ لیتر آب باقیمانده در لوله‌ها برای ۱۰۰۸ گلدان جریان یابد. که به این ترتیب هر گلدان ۱۴۲ میلی لیتر آب دریافت می‌کند. علاوه بر این مقدار ۳۰ میلی لیتر آب موجود در لوله‌های آبرسان (با ۱۹ میلیمتر قطر که در هر متر از طول خود ۲۳۶ میلی لیتر آب را جای می‌دهند) واقع در روی سکو به گلدانها می‌رسد که به این ترتیب هر گلدان مجموعاً ۱۷۱ میلی لیتر آب دریافت می‌کند. از ۳۵۴ میلی لیتر مابقی که به هر گلدان می‌رسد ۱۸/۳ میلی لیتر آن را محلول کود تشکیل می‌دهد. پس از کوددهی این محل نوبت به محل دیگر (ایستگاه دیگر) می‌رسد که در این محل ۳۵۴ میلی لیتر محلول کود در هر گلدان به کار برده می‌شود.

مغایب بالا در گلخانه‌هایی که دارای مساحت ۴۶۴۵ مترمربع هستند یعنی جایی که لوله‌های اصلی با قطر ۷۶ میلیمتر و به طول ۲۴۴ متر مورد استفاده قرار می‌گیرند، بیشتر به چشم می‌خورد چنین لوله‌هایی به ازای هر ۵/۳۰ سانتیمتر خود، حجم آبی معادل ۱۱۵۵ میلی لیتر در خود نگه می‌دارند که در مجموع این حجم که ۹۲۴ لیتر در کل سیستم می‌رسد. وقتی جریان کود مایع وارد سیستم می‌شود باعث حرکت آب باقیمانده



در لوله‌ها شده و به جای انجام عمل کوددهی هر گلدان ۳۵۴ میلی‌لیتر آب دریافت می‌کند. بنابراین ده درصد از گیاهان موجود در گلخانه نسبت به کود، آب بیشتری دریافت می‌کنند.

این مشکل را می‌توان با نصب لوله اصلی در دو ردیف برطرف کرد. که یکی از لوله‌ها برای آبیاری است و لوله مجاور آن برای کوددهی به کار می‌رود. (شکل ۱۱-۷)

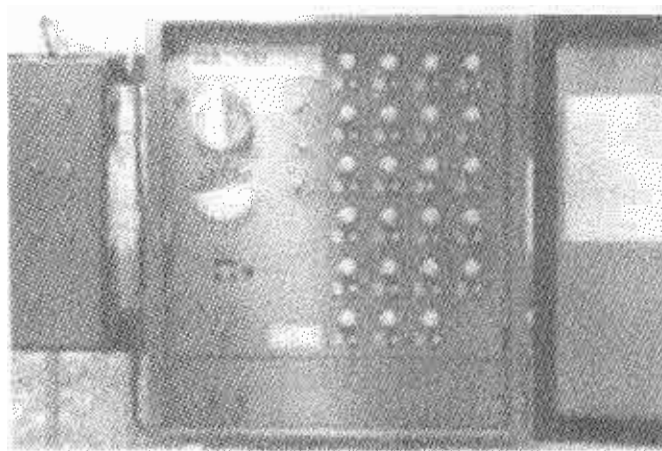
نصب نیاز به کود یا آب شیر مربوطه در هر محل باز می‌شود راه حل دوم نصب یک شیرآب سلنوئیدی در انتهای یک سیستم اصلی است. در این روش، برای تغییر جریان از آب به کود، یک دستگاه تنظیم‌کننده کود در ابتدای لوله اصلی آب به کار می‌افتد و شهر سلنوئیدی در انتهای دیگر لوله اصلی توسط یک سوئیچ موجود در محفظه کود، باز می‌شود. هنگامی که محلول کود به انتهای لوله اصلی گلخانه می‌رسد، شیر سلنوئیدی بسته می‌شود. زمان مورد نیاز برای این امر از پیش تعیین شده است. تعداد سکوهایی که در هر محل آبیاری می‌شوند بستگی به اندازه گیاهان از یک گونه که در یک زمان کشت شده‌اند، دارد. به این ترتیب با اطمینان می‌توان گفت که همه گیاهان موجود در یک محل در یک زمان آبیاری و کوددهی می‌شوند. عموماً، از یک تا سه سکو که در بالا بحث آن گذشت، یک محل یا ایستگاه گفته می‌شود.

آب در طول سکو توسط یک سیستم تشکیل شده از لوله‌های باریک، توزیع می‌شود. این امر توسط لوله‌های پلاستیکی به قطر ۱۹ میلیمتر که در طول سکو امتداد دارند، انجام می‌شود.

در این سیستم آب به جای اینکه از سر لوله وارد شود، از بخش میانی لوله وارد سیستم شده تا افت فشار آب را در طول سکو به حداقل برساند. یک لوله ۲۱ متری که دارای قطر ۱۹ میلیمتر است و آب از سر بخش میانی وارد آن شود می‌تواند بدون کاهش میزان آب تحویلی به هر گلدان، ۲۸۰ گلدان را آبیاری کند. این ارقام براساس آزمایشهای انجام شده با لوله‌های باریک که قطر داخلی آنها ۱/۵ میلیمتر و طول آنها ۶۱ سانتیمتر



الف



ب

شکل ۱۱-۷- تصویر الف) نشان دهنده سیستم لوله‌های اصلی است که در نزدیکی سقف قرار گرفته و لوله‌ای عمودی از آن به طرف بخش میانی سکوها منشعب می‌شوند. یکی از لوله‌ها دارای آب و لوله دیگر دارای محلول کود است. هر دو لوله اصلی (لوله آب و لوله کود) به سیستم توزیع آب که در روی سکوها واقع شده، وصل می‌شود. و آب یا کود توسط شیرهای دستی جداگانه‌ای به این سیستم راه می‌یابند. به جای استفاده از شیرهای دستی می‌توان از شیرهای سلنوئیدی استفاده کرد و در مقابل این شیرهای سلنوئیدی توسط یک تایمر باز و بسته می‌شود. و تصویر ب) نشان دهنده یک تایمرند که قادر است آبیاری ۲۳ منطقه از گلخانه را به‌طور جداگانه کنترل کند.

است ارائه شده است. برای توضیح بیشتر به کتاب Overhead costs of greenhouse firms و همکاران در Brumfield differentiated by size of firm and market channel. نوشته سال ۱۹۸۱ رجوع کنید.

..... مراقبتهای لازم

افزایش طول عمر

برآورد طول عمر هر یک از سیستمهای آبیاری مشکل است و این امر باید به منظور توجه بیشتر به موارد اقتصادی در اتوماسیون آبیاری انجام شود. به طور کلی می توان فرض کرد که بخشهای ظریفتر سیستم مانند لوله های پلی اتیلنی که ضخامت آنها ۰/۲ میلیمتر است و نازل های پلاستیکی اگر به خوبی از آنها نگهداری شود در مدت ۵-۶ سال دوام می آورند. لوله های بزرگتر شیرهای آب، و نازل های فلزی مورد استفاده از آبیاری بارانی دارای طول عمر بیشتر بوده و بخصوص اگر از PVC ساخته شوند حداقل ده سال دوام می آورند.

مشکل از اینجا شروع می شود که آب چاه یا حوض که وارد سیستم آبیاری می شود، صاف نمی شود. و ذرات موجود در آنها در لوله های کوچکتر و نازلها جمع می شود. حتی اگر از آب شهر برای آبیاری استفاده می شود باید یک توری در اندازه ۱۵۰ در تمام سیستمهای آبیاری به کار رود. پس از توری، در سیستم نباید از رابطهای فلزی استفاده کرد. زیرا زنگ حاصل از این قطعات فلزی نیز باعث بسته شدن لوله ها می شود هنگامی که از آب رودخانه استفاده می شود. پیش از این که آب را از یک توری در اندازه ۱۵۰ عبور دهیم باید ابتدا آن را از یک توری شنی گذرانند.

در لوله های PVC که دارای جدار نازک و سفید، نور به اندازه کافی برای رشد جلبک به داخل آن نفوذ می کند که موجب بسته شدن لوله ها و نازلها می شود. برای ضخامت

از این امر، می‌توان لوله‌ها را رنگ کرد. بهترین رنگ برای رنگ کردن لوله‌ها رنگ آلومینیومی است زیرا نه تنها اجازه ورود نور به داخل لوله را نمی‌دهد بلکه باعث خنک نگه داشتن لوله تمیز می‌شود. اگر در تابستان از آب موجود از لوله‌های سیاه، به‌طور مداوم استفاده نشود، آب به اندازه‌ای گرم می‌شود که باعث سوختن گیاه می‌شود.

ضد عفونی (استریلیزاسیون)

اجزای پلاستیکی سیستم‌های اتوماتیک آبیاری را نباید با بخار استریل کرد. این عمل موجب کاهش طول عمر اجزای پلی اتیلنی و تغییر شکل لوله‌های PVC و نازل‌های پلاستیکی می‌شود. پیش از استریل کردن سیستم با بخار، لوله‌های انعطاف پذیر را باید از سیستم جدا کرد و لوله‌های پلاستیکی اصلی را در بالای سکوها به اسکلت بالایی گلخانه بست. هنگامی که این اجزا از سیستم جدا شوند، سیستم آبیاری را باید استریل کرد. وگرنه احتمال آلوده شدن محیط کشت در سکوها با ذراتی که به سیستم آبیاری چسبیده‌اند بسیار زیاد است. یک اسفنج یا پارچه‌ای که در سطل مواد ضد عفونی کننده (یا مواد سفید کننده)، فرو برده شده است را می‌توان برای تمیز کردن لوله‌های و نازل‌ها به کار برد. مواد ضد عفونی کننده را نیز می‌توان توسط شیلنگ در داخل خط لوله به جریان انداخت. لوله‌های قابل انعطاف را می‌توان از سیستم جدا کرد و در یک بشکه دارای مواد ضد عفونی کننده فرو برد. این عمل ساده‌تر از پاستوریزاسیون محیط کشت انجام می‌شود حتی می‌توان سکوها و سیستم آبیاری را با شیلنگی که ماده ضد عفونی کننده در آن جریان دارد، استریل کرد.

اتوماسیون

برای پرورش دهندگانی که گلخانه‌های کوچکی دارند استفاده از شیرهای آب دستی در سیستم آبیاری بهتر است. با به کارگیری این وسیله مالک یا مدیر گلخانه هر روز به

سرکشی سکوها می‌پردازد و از صرف هزینه برای اتوماسیون بیشتر، جلوگیری می‌شود. گلخانه‌های تجاری بزرگتر که مستلزم سرمایه‌گذاری بیشتری هستند، مراقبت روزانه را به‌طور دقیقتری بر مناطق کشت شده در گلخانه اعمال می‌کنند. به‌دلیل وسعت مناطقی که باید در این گلخانه‌ها تحت عمل آبیاری قرار گیرند، شیرهای اتوماتیک باید در آن نصب شود.

آبیاری را نمی‌توان همیشه با فاصله زمانی مشخصی انجام داد در شرایطی که نور خورشید زیاد و هوا گرم است، تعداد دفعات خشک شدن محیط کشت نیز بیشتر است و بالعکس در هوای سرد و ابری تعداد دفعات خشک شدن محیط کشت کمتر می‌شود. معمولاً در اروپا و بعضی از نقاط آمریکا، توسط سطح کنترل، که به نور خورشید حساس است، زمان آبیاری تعیین می‌شود. این وسیله دارای مکانیزم (سنسور) حساس به نور جزئی است که انرژی خورشیدی را در این نقطه که سنسور نصب می‌شود، اندازه‌گیری می‌کند. این وسیله را می‌توان روی میزان انرژی مشخصی تنظیم کرد و هنگامی که انرژی به این حد تنظیم شده رسید، سیستم الکتریکی مرتبط با آن از قبیل، سوئیچ سلنوئیدی موجود در سیستم آبیاری به کار می‌افتد.

یک گلخانه تجاری که روی اتوماسیون آبیاری سرمایه‌گذاری می‌شود، مناطق متعددی از گلخانه را باید آبیاری کرد. که هر منطقه مجهز به یک شیر سلنوئیدی است. برای به کار بردن لوله‌های اصلی و پمپ کوچکتر، مناطق گلخانه در زمانهای متفاوت آبیاری می‌شوند. وسیله کنترل دیگری که در آبیاری اتوماتیک به کار می‌رود، هماهنگ‌کننده آبیاری چند منطقه از گلخانه است. (شکل ۱۱-۷ b). این وسیله کنترل ممکن است با دست روشن شود و یا ممکن است توسط وسیله حساس به نور خورشید، به کار افتد. زمانی که این وسیله (کنترل‌کننده) به کار افتاد، از زمان شروع به کار به مدت ۱۵ ثانیه تا ۳۰ دقیقه، تعدادی از شیرهای سلنوئیدی را یکی یکی باز و بسته می‌کند. قیمت این وسیله کنترل‌کننده که مسئولیت کنترل شش محل (ایستگاه) را

دارد ۱۰۰ دلار است و برحسب نوع آن و تعداد محل‌های (ایستگاه) را تحت کنترل داشته باشند.

به کار بردن تایمرها در گلخانه‌های بزرگ تجاری می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در نیروی کار شود. زمانی را که لازم است یک مدیر، شیرهای آب مربوط به ۴۰ منطقه را باز کند و منتظر اتمام آبیاری این مناطق بماند و سرانجام شیرهای آب مربوط به این مناطق را ببندد، بسیار زیاد خواهد بود. توسط یک تایمر ۴۰ منطقه را سرکشی کرده و لیستی از مناطقی که نیاز به آبیاری دارند را تهیه می‌کند. سپس برنامه لازم برای آبیاری این مناطق (مناطق که نیاز به آبیاری دارند) را به تایمر می‌دهد. از این مرحله به بعد، تایمر تمام اعمال آبیاری را به‌طور خودکار انجام می‌دهد. با به کار بردن تایمر به میزان قابل توجهی در تنظیم آبیاری صرفه‌جویی خواهد شد زیرا اگر این عمل توسط انسان انجام شود، شخصی که برای این کار استخدام می‌شود باید بسیار باتجربه بوده که در نتیجه دستمزد بالایی نیز دارد.

در نظر گرفتن مواد اقتصادی

همان‌طوری که یک تولیدکننده وسایل آبیاری می‌گوید «ایجاد سیستم آبیاری اتوماتیک، به صرفه نیست» این جمله نسبت به سایر سیستمهای اتوماتیک موجود در گلخانه بیشتر در مورد آبیاری اتوماتیک سوق می‌کند. هزینه آبیاری اتوماتیک با در نظر گرفتن تمام اجزا و مواد مورد نیاز برای سکویی به ابعاد $30\text{ m} \times 1/22\text{ m}$ به انضمام نصب آن هزینه‌ای معادل ۱۶۲-۷۷ دلار در هر سال دربر خواهد داشت درحالی که این هزینه در سیستم آبیاری دستی ۳۲۱ دلار خواهد بود. هزینه کار در سیستمهای اتوماتیک در طول یک سال بسیار ناچیز است زیرا این کار فقط به باز یا بسته کردن شیرها یا دادن برنامه به تایمر محدود می‌شود. این عمل را نیز مدیر گلخانه در خلال سرکشی روزانه می‌تواند انجام می‌دهد. در مقیاس وسیع آبیاری، استفاده از یک تایمر می‌تواند زمان این



عمل را به حداقل برساند. با در نظر گرفتن وسایل سیستم آبیاری اتوماتیک و نیروی کار مورد نیاز آن، این سیستم نسبت به سیستم آبیاری دستی، در سال اول به صرفه نیست. عوامل دیگری نیز وجود دارند که در نظر گرفتن آنها باعث ضروری شناخته شدن آبیاری اتوماتیک، توسط متصدیان گلخانه می شود. همان طور که گفته شد، اولین عامل این است که با استفاده از سیستم آبیاری اتوماتیک با توجه به سهولت آبیاری، انجام این عمل (آبیاری)، آب کافی در زمان مناسب در اختیار گیاه قرار می گیرد. عامل دوم این است که آبیاری اتوماتیک وسایل را فراهم می آورد که بدون خیس شدن شاخ و برگ گیاهان، عمل آبیاری انجام می شود به این امر برای کنترل بیماریها به ویژه در محصولاتی از قبیل بنفشه آفریقایی، گلوکسینیا، بگونیا، پامچال، سیکلامن، و شاخ و برگ تحتانی گلهای بریده بسیار مهم است. سومین عاملی که استفاده از آبیاری اتوماتیک را ضروری جلوه می دهد این است که توسط این نوع آبیاری می توان کود مایع را به طور اتوماتیک به کار برد.

خلاصه

۱- در ظاهر، آبیاری امری خسته کننده و غیرمهم در عملیات گلخانه ای به نظر می رسد اما، کاهش کیفیت محصولات گلخانه ای که بسیار هم رایج است شاید به دلیل اهمال در این امر (آبیاری) باشد. صدمه ناشی از آبیاری کم به محصولات، همانند صدمه ای است که از آبیاری بیش از حد، به گیاهان می رسد.

۲- هنگامی آبیاری به نحوی مناسب انجام می شود که سه قاعده زیر رعایت شوند.

a- از یک محیط کشت که دارای ساختمان خوب و زهکشی مناسبی است استفاده کنید. استفاده از چنین محیط کشتی باعث می شود که حتی بی درنگ پس از آبیاری، آب زیادی در خاک نگه داشته شود و همچنین تهویه، به نحو مناسبی انجام شود.

b- هربار که عمل آبیاری را انجام می‌دهید، تمام بخشهای محیط کشت باید مرطوب باشد. محیط کشت نباید به‌طور مختصر و جزئی مرطوب شود. در آبیاری ظروف گلخانه‌ای، حجم آب به کار رفته باید در اندازه‌ای باشد که آب از انتهای ظرف جاری شود. و همچون یک قاعده باید، ۱۵-۱۰ درصد حجم آب مورد نیاز را افزایش دهیم، به‌طور کلی، برای محیط کشت خاک، آب باید به میزان ۲۰ لیتر در هر مترمربع از سکو، مورد استفاده قرار گیرد یا ۳۵۰-۳۰۰ میلی‌لیتر آب در هر گلدان azalea - type استفاده شود.

c- آبیاری را درست پیش از اینکه گیاه دچار تنش شود، انجام دهید. تنش رطوبتی در بیشتر گیاهان توسط علائمی که در شاخ و برگ گیاه ظاهر می‌شود از قبیل تغییراتی در بافت و رنگ و کاهش تورژسانس سلولی، قابل تشخیص است. بعضی از گیاهان هرگز چنین علائمی را نشان نمی‌دهند مگر اینکه ریشه‌هایشان آسیب ببینند. رنگ، بافت و وزن محیط کشت، راهنمایی برای نحوه آبیاری این گیاهان است.

۳- کیفیت آب آبیاری عامل بسیار مهمی است که اغلب بودن اهمیتی داده نمی‌شود. برای پرورش بهتر محصول، محتوی کل نمک موجود در آب یعنی یونهای منفردی مانند سدیم و بُر و همچنین PH آب باید تعیین شود. برای بعضی از مشکلاتی که در کیفیت آب به چشم می‌خورد روشهای اصلاحی وجود دارد ولی برای بقیه موارد روشی پیشنهاد نشده است. پیش از این که گلخانه ساخته شود، آب مورد استفاده برای آبیاری باید آزمایش شود. به جدول ۷-۱ که راهنمایی‌هایی لازم برای تعیین کیفیت آب را در اختیار شما قرار می‌دهد، نگاه کنید.

۴- در حال حاضر به علت گران بودن نیروی کار هزینه آبیاری دستی بسیار زیاد است. تعداد زیادی از سیستمهای آبیاری اتوماتیک هم برای گلهای بریده و هم برای گیاهان گلدانی، موجود است. این سیستمها در عرض یک سال هزینه‌ای که صرف آن نشده است را جبران می‌کنند. علاوه بر مزیت اقتصادی سیستمهای اتوماتیک بر

آبیاری دستی، در آبیاری اتوماتیک به دلیل سهولت انجام این عمل (آبیاری)، آب کافی در زمان مناسب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه در سیستم آبیاری اتوماتیک شاخ و برگ گیاه خیس نمی‌شوند این سیستم به کنترل بهتر بیماریها کمک می‌کند. همچنین در این سیستم می‌توان عمل کوددهی را به‌طور اتوماتیک انجام داد.

مرجع

Florist supply company catalogs are available annually to greenhouse growers and are a primary source of information. The manufacturers themselves are another good source of literature.

1. Ball, V., ed. 1985. *The Ball Red Book*, 14th ed. Reston, VA: Reston Publishing Co.
2. Brumfield, R. G., P. V. Nelson, A. J. Coutu, D. H. Willits, and R. S. Sowell. 1981. Overhead costs of greenhouse firms differentiated by size of firm and market channel. North Carolina Agr. Res. Ser. Tech. Bul. 269.
3. Farnham, D. S., R. S. Ayers, and R. F. Hasek. 1977. Water quality affects ornamental plant production. Univ. of California Div. of Agr. Sci. Leaflet 2995.
4. Markin, O. A., and F. H. Petersen. 1971. Why and how to acidify irrigation water. *Amer. Nurseryman* 133:14, 73.
5. Waters, W. E., J. NeSmith, C. M. Geraldson, and S. S. Woltz. 1972. The interpretation of soluble-salt tests and soil analysis by different procedures. *Florida Flower Grower* 9 (4):1-10.
6. Wilcox, L. V. 1948. The quality of water for irrigation use. USDA Tech. Bul. 962.

جدول ۱-۸- عناصر ضروری گیاه، علایم اختصاری، طبقه‌بندی و مقدار معمولی هر یک از آنها را در اندامهای هوایی گیاه بر مبنای درصد وزن ماده خشک نشان می‌دهد.

نام عنصر غذایی	علایم اختصاری	طبقه‌بندی	مقدار معمول آن در گیاه (درصد وزن ماده خشک)
کربن	C	غیرکودی	
هیدروژن	H	غیرکودی	۸۹/۰
اکسیژن	O	غیرکودی	
ازت (نیتروژن)	N	عنصر ماکرو (اصلی)	۴/۰
فسفر	P	عنصر ماکرو (اصلی)	۰/۵
پتاسیم	K	عنصر ماکرو (اصلی)	۴/۰
کلسیم	Ca	عنصر ماکرو (اصلی)	۱/۰
منیزیم	Mg	عنصر ماکرو (اصلی)	۰/۵
سولفور (گوگرد)	S	عنصر ماکرو (اصلی)	۰/۵
آهن	Fe	عنصر میکرو	۰/۰۲
مگنز	Mn	عنصر میکرو	۰/۰۲
روی	Zn	عنصر میکرو	۰/۰۰۳
مس	Cu	عنصر میکرو	۰/۰۰۱
بُر	B	عنصر میکرو	۰/۰۰۶
مولیبدن	Mo	عنصر میکرو	۰/۰۰۰۲
سدیم	Na	عنصر میکرو	۰/۰۳
کلر	Cl	عنصر میکرو	۰/۱

— کربن و اکسیژن از دی‌اکسیدکربن (CO_2) موجود در هوا و نیز اکسیژن و هیدروژن به‌وسیله آب وارد ساختمان گیاه می‌شود. با توجه به بسته بودن فضای گلخانه و مصرف زیاد CO_2 به‌وسیله گیاه، اغلب کمبود کربن در آنها مشهود است که در فصل ۹ در این موارد مفصلاً صحبت شده است. همچنین با مصرف مقدار کمی آب، نیازهای آبی گیاه تأمین می‌شود و در نتیجه کمبود هیدروژن و اکسیژن مشاهده نمی‌شود. معمولاً صادرات

حاصل از استرس آب (کم آبی) بستگی به سایر فاکتورهای رشد، از جمله کمبود فتوسنتز، به علت بسته بودن روزنه ها و یا خشک شدن سلولها، دارد.

— مابقی ۱۰ درصد از وزن ماده خشک شامل ۱۴ عنصر ضروری است، دو عنصر سدیم و کلسیم از عناصر ۱۴ گانه به مقدار کافی در محیط ریشه و یا همچون مواد تشکیل دهنده کودهای شیمیایی در اختیار گیاه قرار می گیرد بنابراین باید ۱۴ عنصر مورد نیاز با اجرای برنامه های درست مصرف کودهای مختلف، تأمین و در اختیار گیاه قرار گیرد. با توجه به میزان مصرف این عناصر، آنها را می توان به دو دسته تقسیم کرد: (۱) عناصر پرمصرف (ماکرو) که تعداد آنها ۶ عنصر بوده و به مقدار بیشتری در گیاهان وجود دارند. (۲) عناصر کم مصرف (میکرو) که تعداد آنها نیز ۶ عنصر بوده و میزان آنها در گیاهان بسیار ناچیز و کم است.

برنامه کوددهی

فصل نوین مصرف کودهای مختلف در گلخانه‌ها، از اواسط قرن اخیر آغاز شد، یعنی هنگامی که عمل ضد عفونی کردن (استریزه کردن) خاک نیاز به تعویض آن را از بین برد. معمولاً پیش از آن موقع، هر یک یا دو سال درمیان، خاک بسترهای کاشت گلخانه را عوض می‌کردند که این خاکها محتوی هوموس و مواد آلی بود که عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کرد. و بیشترین یا همه عناصر مواد غذایی کم مصرف یا میکرو را دربر داشت مابقی از طریق مصرف کودهای شیمیایی در طول سال، تأمین و در اختیار گیاه قرار می‌گرفت به این طریق که ماهی یکبار خاک آنها، مورد آزمایش و تجزیه قرار می‌دادند و با توجه به نتایج آزمایشها، عناصر مورد لزوم را در اختیار گیاه می‌گذارند از کودهای آلی مورد استفاده خون خشک شده، کنجاله پنبه دانه، بقایای کشتارگاه و از کودهای معدنی، نیترات سدیم، سوپرفسفات، املاح پتاسیم و سولفات آمونیم بود. این روش مصرف کود کاملاً مناسب و خوب بوده، ولی در صورت تعویض نوع گیاه و خط تولید، لزوم کاهش هزینه‌های کارگری احساس می‌شد.

– استفاده ممتد و دایمی از خاک را زمانی باید مدنظر داشت که بتوان، خاک را ضد عفونی کرده و جنبه‌های اقتصادی آن را در نظر گرفت، همچنین با حذف کود حیوانی، سیستم دادن کودهای شیمیایی به‌طور مداوم نیز مشکلاتی به وجود می‌آورد. از طرفی شسته شدن مواد غذایی به‌ویژه میکرو المنتها (عناصر کم مصرف) به علت آبیاریهای زیاد و مداوم، بر مشکلات می‌افزود هر چند آبیاری اتوماتیک استفاده از کودها را به‌طور متناوب ساده کرده بود ولی مصرف کودهای محلول را به میزان زیادی بالا می‌برد.

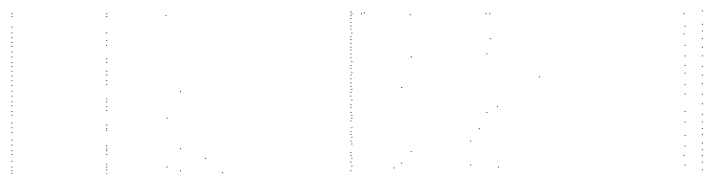
– امروزه کوشش می‌شود که از کودهای مایع با غلظت‌های بیشتر و قابلیت حل بالاتر استفاده کنند. در این صورت از محلولهای غلیظ با توجه به نوع گیاه و محصول، می‌توان

نسبتهای لازم کودی را فراهم کرده و در مسیر جریان انتقال مواد که به سیستم اتوماتیک وصل می‌شود، قرار داد و بدین ترتیب محلول کودی آماده شده به تک تک گیاهان گلدانی یا بسترهای کشت که برای گل بریده در نظر گرفته شده است منتقل و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. در این سیستم ممکن است، هفته‌ای یک بار و یا همراه هر مرحله آبیاری به گیاه کود داد.

کوددهی پیش از کاشت

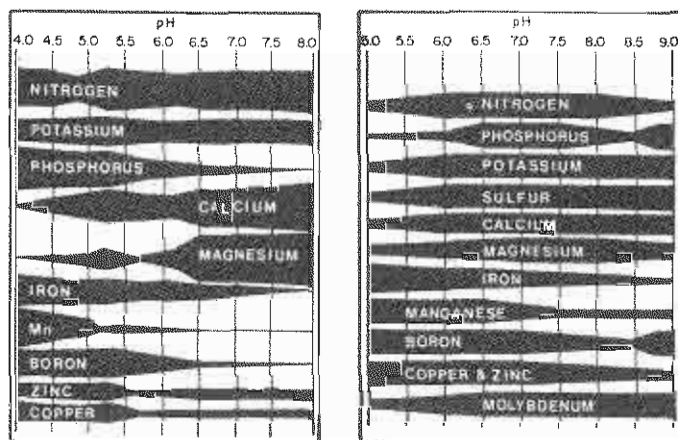
آماده کردن ۱۲ عنصر از مواد اصلی کود، برای مصرف مداوم گیاه کار مشکلی است. ولی خوشبختانه بسیاری از عناصر را می‌توان پیش از کاشت گیاه به خاک اضافه کرد بدون اینکه بعداً کودهای دیگری بدهیم. نتایج حاصله از تجزیه خاک، می‌تواند راهنمای خوبی برای اضافه کردن کود لازم به خاک باشد. فقط چهار عامل، نیاز به مطالعه و بررسی دارد.

سنگ آهک: معمولاً مناسبترین PH برای بسیاری از گیاهان در محیط کشت خاکی، ۶/۲-۶/۸ و در محیط کشت بدون خاک، ۵/۴-۶ است. برخی از گیاهان از جمله آزالیا و رود دندرون به PHهای پایین (محیط اسیدی) نیاز دارند. اما تعداد معدودی از گیاهان خواهان PHهای بالا (محیط قلیائی) هستند. همان طوری که در شکل ۱-۸ نشان داده شده است، قابلیت جذب عناصر به وسیله PH بستر محیط ریشه، تعیین و مشخص می‌شود. در PH پایین نسبت عناصر قابل جذب و محلول آهن، منگنز و آلومینیوم بیشتر بوده و در نتیجه همه آنها باعث تثبیت و غیرقابل استفاده شدن فسفر می‌شود. همچنین میزان کلسیم، منیزیم، گوگرد و مولیبدن قابل استفاده نیز در PH پایین کاهش می‌یابد. از طرفی مقدار، فسفر، آهن، منگنز، روی، مس و بُر در PH بالا محدود می‌شود. همان طوری که در شکل ۱-۸ مشخص شده است، بهترین PH که در آن قابلیت



جذب و استفاده از عناصر بیشتر می شود با توجه به نوع بستر همانا ۶/۸-۶/۲ برای محیطه های حاوی خاک و ۵/۴-۵ برای بسترهای بدون خاک است. به دو علت در محیطه های کشت آبی (بدون خاک) PH باید پایین باشد. اولاً: در بستر کشت آبی (بدون خاک) مقدار آهن، منگنز و آلومینیوم بسیار کمتر از حدی است که بتواند در گیاه ایجاد سوختگی کرده و از طرفی نیز باعث تثبیت فسفر شود. دوم: برای افزایش PH و رساندن آن به حد (میزان) لازم در محیطه های بدون خاک، به مقدار قابل ملاحظه ای کلسیم یا منیزیم نیاز داریم. از این رو باید به اندازه کافی کلسیم یا منیزیم باید در PH های پایین به محیط اضافه کرد.

- بستر کشت بسیاری از گلخانه ها، به علت استفاده از مواد آلی چون خزه ها و پوست کاج دارای PH (اسیدیته) پایین یا اسیدی هستند. برای بالای بردن PH معمولاً از سنگ آهک کشاورزی استفاده می کنند، این سنگ آهک به نام دولومیت است که علاوه بر کلسیم محتوی مقدار قابل ملاحظه ای منیزیم بوده، که یک عنصر ضروری و لازم غیر از



ب

الف

شکل ۱-۸- اثر میزان اسیدیته (PH) در قابلیت جذب عناصر مورد لزوم گیاه
الف: خاک معدنی و ب: محیط کشت بدون خاک محتوی خزه اسفکونوم،
کمپوست، پوست کاج، ورمیکولیت، پرلیت و شن (پیترسون، ۱۹۸۲).

کلسیم است در صورتی که خاک مورد استفاده جهت کشت، دارای منیزیم باشد که به ندرت پیش می آید، در این صورت برای افزایش PH خاک می توان از سنگ آهک معمولی که فقط دارای کلسیم که یکی از عناصر مهم مورد نیاز گیاه است، استفاده کرد. میزان مصرف آهک با توجه به نوع خاک بستر کاشت متفاوت بوده و دامنه تغییرات آن در جدول ۲-۸ گفته شده است. بسته به درجه PH اولیه و درصد میزان خاک رس بستر، در نوع بستر خاکی می توان به میزان ۶-۰ کیلوگرم در مترمکعب و در محیط کشت بدون خاک، معمولاً ۶ کیلوگرم در مترمکعب از سنگ آهک دولومیت استفاده کرد. این مقدار سنگ آهک، کلسیم و منیزیم مورد نیاز گیاه را تا یکسال تأمین می کند و یا بهتر بگوییم تا زمانی که PH خاک از میزان مورد نظر پایین نیامده، ضمن حفظ PH نیاز گیاه را از نظر دو عنصر کلسیم و منیزیم برآورده می کند با تغییر PH که ممکن است زودتر از یکسال نیز صورت گیرد دوباره از سنگ آهک مربوط استفاده می شود.

– سنگ آهک پودر شده را نباید به میزان گفته شده در بالا استفاده کرد، زیرا اندازه ذرات آهک در این حالت در مقایسه با سنگ آهک مصرف شده در کشاورزی بسیار ریز هستند. اگر از سنگ آهک پودر شده به همان میزان گفته شده استفاده شود، ممکن است اسیدیته خاک (بستر کاشت) را تا ۷/۵ و یا بیشتر افزایش دهد. بنابراین در صورت استفاده از این نوع، باید مقدار مصرف کمتر باشد. متأسفانه تاکنون هیچ اندازه معین و استاندارد برای ذرات سنگ آهک مصرفی در کشاورزی وجود ندارد. هر ایالتی برای خودش اِشِل خاصی دارد، مثلاً در کارولینای شمالی، درجه بندی دانه های سنگ آهک را بدین ترتیب تعریف می کنند که: سنگ آهک کشاورزی، سنگ آهکی است که بیش از ۹۰ درصد آن از الک نمره ۲۰ (۱/۲۷ میلیمتر) و ۳۵ درصد آن از الک های نمره ۱۰۰ (۰/۲۵ میلی متر) بگذرد. ذراتی که از الک نمره ۲۰ بزرگتر هستند به آرامی حل می شوند، از این رو برای یک محصول گلخانه ای ارزش کمتری دارد. همچنین اگر اندازه ذرات کمتر از ۰/۲۵ میلیمتر باشند، خیلی سریع در آب حل شده و اسیدیته خاک را به سرعت تغییر

داده و بالا می‌برد و در نتیجه اثرات منفی ممکن است داشته باشد. مراکز تولید، باید اندازه و درصد اختلاط ذرات سنگ آهک را روی کیسه‌های بسته‌بندی به‌طور کامل جهت اطلاع مصرف‌کنندگان بنویسند.

– در بسترهای کاشت با درجه اسیدیته (PH) خنثی نیازی به مصرف سنگ آهک برای تغییر PH وجود ندارد ولی به منظور تأمین کلسیم مورد نیاز یکساله گیاه، مصرف ۳ کیلوگرم گچ (سولفات کلسیم) در هر مترمکعب کافی خواهد بود. از طرفی برای تعیین

جدول ۲-۸- منابع غذایی که معمولاً طبق فرمولهای مندرج در زیر، به محیط (بستر) ریشه داده می‌شود

منبع غذایی		میزان مواد در متر مکعب
		بستر محتوی خاک بستر بدون خاک (هیدروپاتیک)
جهت تأمین کلسیم و منیزیم		
سنگ آهک دولومیت	۰-۶ کیلوگرم	۶ کیلوگرم
جهت تأمین فسفر و گوگرد		
سوپرفسفات (۰-۲۰-۰)	۱/۸ کیلوگرم	۲/۷ کیلوگرم
سوپرفسفات (۰-۴۵-۰)	۰/۹ کیلوگرم	۱/۳ کیلوگرم
گچ (سولفات کلسیم)	۰/۹ کیلوگرم	۰/۹ کیلوگرم
جهت تأمین عناصر کم مصرف (میکرو): آهن، منگنز، روی، مس، بُر، مولیبدن		
F - 555 HF	۱۱۲ گرم	۱۱۲ گرم
F - 111 HF	۰/۶ کیلوگرم	۰/۶ کیلوگرم
اسمیگرام (Esmigram)	۳ کیلوگرم	۳ کیلوگرم
میکروماکس (Micromax)	۰/۶-۰/۹ کیلوگرم	۰/۶-۰/۹ کیلوگرم
جهت تأمین ازت و پتاسیم (اختیاری)		
نیتрат کلسیم	۰/۶ کیلوگرم	۰/۶ کیلوگرم
نیترات پتاسیم	۰/۶ کیلوگرم	۰/۶ کیلوگرم

میزان منیزیم مورد نیاز گیاه می‌توان با تجزیه برگ، نیاز گیاه به این عنصر را مشخص کرد. و زمان مصرف آن را معین کرد، بهترین ماده و روش تأمین منیزیم، حل ۰/۳ کیلوگرم از نمک سولفات منیزیم در آب کافی و افزودن آن در هر مترمکعب از بستر کاشت است.

سوپر فسفات: دومین عامل مهم در آزمایش خاک تعیین فسفر است. میزان مصرف این کود، به جز در شرایطی که مقدار باقیمانده آن در خاک به علت مصرف زیادش در محصول قبلی بوده باشد باید ۱/۸ کیلوگرم از کود فسفاته (۰-۲۰-۰) (در هر مترمکعب) در بستر خاکی و (۲/۷ کیلوگرم در مترمکعب) در بسترهای بدون خاک از سوپرفسفات استفاده کرد. در واقع براساس فرمول جدید غذایی، بستر کاشت گیاه نیاز به استعمال فسفر دارد. میزان مصرف فسفر در بسترهای بدون خاک، به علت عدم تثبیت و شستشوی سهل و آسان آن نسبت به بسترهای کشت محتوی خاک بیشتر است. معمولاً مصرف یک مرحله‌ای کود فسفره برای تأمین نیاز یک گیاه کافی خواهد بود. در عین حال با توجه به اینکه ۲۰ درصد سوپرفسفات را گچ (سولفات کلسیم) تشکیل می‌دهد با مصرف سوپرفسفات علاوه بر فسفر، گوگرد و کلسیم مورد نیاز گیاه سبز تأمین می‌شود. نظر به اینکه سوپرفسفات ۲۰ درصد (۰-۲۰-۰) به علت دارا بودن گچ، مناسبتر از سوپرفسفات تریپل (۰-۴۵-۰) که همچون اصلاح‌کننده پیش از کاشت به کار می‌رود، است. چنانچه سوپرفسفات (۰-۲۰-۰) در اختیار و دسترس نباشد، می‌توان سوپرفسفات تریپل (۰-۴۵-۰) و گچ را به نسبت مساوی با هم مخلوط کرده و از اختلاط آنها سوپرفسفات ۰-۲۰-۰ به دست آورد. معمولاً سوپرفسفات ۰-۲۰-۰ به صورت پودر و سوپرفسفات تریپل به حالت سنگ معدن وجود دارد. فرمول سوپرفسفات قبلی یعنی (۰-۲۰-۰) برای گلدانها کوچک و جعبه کاشت بوته‌های کوچک مناسبتر است زیرا کود به‌طور یکنواخت به سلولهای ظریف بوته می‌رسد.



عناصر کم مصرف (میکرو): با مصرف دو ماده، سنگ آهک و سوپرفسفات چهار عنصر از ۱۲ عنصر مورد نیاز گیاه تأمین می‌شود. ۶ عنصر غذایی دیگر، یعنی آهن، منگنز، روی، مس، بُر و مولیبدن را می‌توان مخلوط و یکجا به گیاهان داد. تعداد زیادی از ترکیبات غذایی، به‌طور مختلف تجاری محتوی عناصر میکرو به منظور تأمین این عناصر برای گیاه موجود است. برخی از این ترکیبات، املاح ساده عناصر کم مصرف هستند. اِسمیگرام (Esmigram) یک ماده غذایی است که محتوی عناصر میکرو بوده، که به منظور دوام بیشتر در درون گرانوله‌های حاصل از رس واقع شده، که به تدریج مورد استفاده در محیط ریشه قرار می‌گیرد. Flit - F - 555 HF مخلوطی از عناصر کم مصرف با فرمولر تجاری (FTE - 555) که مخلوطی از فرم اکسیدی عناصری است که به آرامی به صورت قابل جذب درآمده و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. همچنین این ماده غذایی به صورت مخلوط با رُس با فرمول تجاری Frit - F - 111 HF که در آن خاک رس موجب افزایش اندازه ذرات ماده غذایی شده و از این نظر، به آسانی در بستر کاشت بذور قابل استفاده است. از این دو فرم، بیشتر در جهت پرورش گلها و در بخشهای گلکاری کاربرد دارند. فرمهای دیگری نیز وجود دارد که موارد مصرف گوناگون دارند. برخی از ترکیبات عناصر میکرو، به همراه عناصر ماکرو از جمله سوپرفسفات، ازت و پتاسیم به صورت یک ترکیب که فقط آهک کم دارند که با مصرف آن، به جز اثر سوء افزایش اسیدیته خاک، نیاز یکساله گیاه به عناصر میکرو تأمین می‌شود. این فرمها اغلب، پیش از کاشت و به صورت خشک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

– علاوه بر مصرف کودهای میکرو به صورت خشک پیش از کاشت، می‌توان آنها را به صورت محلول درآورده و پس از کاشت و سبز شدن گیاه و در طول دوره رشد مورد استفاده قرار داد بعضی از این ترکیبات به نحوی فرموله شده‌اند که می‌توان آنها را در موقع آبیاری، بی‌درنگ پس از کاشت مصرف کرد و همراه با آب آبیاری به گیاه داد که در

این حالت نیاز ۳ تا ۴ ماه گیاه تأمین خواهد شد. برخی دیگر را پس از رقیق کردن، همراه با کودهای پر مصرف (ماکرو) می‌توان به صورت سرک در حین رشد و نمو در اختیار گیاه قرار داد.

– بسیاری از کودهای کامل گلخانه‌ای محتوی (N - P - K) و عناصر میکرو هستند. آن دسته از کودهایی که در بسترهای بدون خاک به کار می‌روند معمولاً دارای عناصر میکرو به میزان بیشتری هستند، زیرا معمولاً کمبود عناصر میکرو در بسترهای بدون خاک، در مقایسه با بسترهای خاکی، به مراتب بیشتر مشاهده می‌شود. چنان‌که عناصر میکرو به‌طور مرتب در برنامه‌های کودی گیاه قرار نگیرند، برای تعیین نیاز و تنظیم برنامه کودی لازم است تجزیه کامل برگ در گیاه، صورت پذیرد تا با آگاهی کامل از نیاز گیاه اقدام به مصرف عناصری کرد که در تجزیه، کمبود آن مشخص شده است.

– مصرف کود میکروالمنت چه به صورت پیش و چه پس از کاشت مفید و مؤثر است. نظر به اینکه دو عنصر سدیم و کلر معمولاً در بستر کاشت گیاه و در محیط ریشه موجود می‌باشند و یا در اثر مصرف کودهای دیگر در فرمول ترکیبات کودی موجود بوده و یا هنگام آبیاری همراه آب وارد محیط ریشه می‌شوند، از این رو این دو عنصر به‌طور مستقل یا به همراه دیگر کودها به کار نمی‌روند و معمولاً آنها را از فرمول کودی حذف می‌کنند. تنها در مورد گل میخک نیاز به مصرف مستقیم و به مقدار خیلی کم سدیم وجود دارد که باید به محیط اضافه کرد.

ازت و پتاسیم: مصرف کود مرکب محتوی ازت و پتاسیم در بستر کاشت، اختیاری است با به کار بردن ۶/۰ کیلوگرم از نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم در متر معکب نیاز دو تا سه هفته گیاه تأمین می‌شود. از محسنات و فواید مهم این ترکیبها، امکان استفاده از آنها در بستر خاک، به هنگام جوانه زدن بذراست. زیرا می‌توان با مصرف آنها احتمال کودسوزی (عوارض ناشی از مصرف بیشتر کود) را در گیاه از بین برده و نیاز کودی گیاهان را تا مرحله



نشاء تأمین کرد. در بسترهایی که کود ازت و پتاسیم مورد استفاده واقع شده است. در حین انتقال نشاء می توان با مصرف کودهای کامل، نیاز کودی گیاه را سریعاً تأمین کرده و از مشکلات ناشی از مصرف ممتد و یکنواخت کود که ممکن است ایجاد عوارضی در گیاه بکند جلوگیری خواهد شد.

کوددهی ممتد (تداوم مصرف کود)

تمام ۱۲ عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، به جز ازت و پتاسیم در یک مرحله می تواند وارد محیط بستر گیاه شود. ولی دو عنصر بالا به مدت طولانی در محیط ریشه باقی نمی ماند که منحصراً بتوان استفاده از آنها را در یک مرحله تجویز کرد، مگر اینکه از کودهای دیر تجزیه شونده که به آرامی تجزیه و مورد استفاده قرار می گیرند مصرف شود. در غیر این صورت، این کودها معمولاً به طور ممتد و به صورت محلول در طول دوره رشد و نمو در اختیار گیاه گذاشته می شوند.

– روش مصرف کودها اغلب دو برنامه متداول است. اولین برنامه کودی این است که ازت و پتاسیم را در غلظتهای کم (رقیق) بین ۹۰ تا ۲۵۰ قسمت در میلیون (PPm) از هر یک در هر مرحله آبیاری مصرف می کنند (۱/۳-۵ گرم از کود ۲۰ درصد از ته در لیتر). معمولاً مصرف غلظت ۲۰۰ PPm برای بسیاری از گیاهان مناسب خواهد بود. دومین برنامه کودی مستلزم استفاده از غلظتهای بالایی از کودهای محلول به طور دوره ای و هر ۱۵ روز یکبار است. در این حالت، میزان غلظت مصرفی از ۲۴۰ PPm ازت و پتاس (K_۲O) برای گیاهان حساسی چون گیاهان تازه روییده و بگونئیای الاتیور تا ۷۲۰ PPm از هر کدام برای گیاه بنت القنصول (۱/۲-۳/۶) از کود از ته ۲۰ درصد در لیتر) تغییر می کند.

طرز بیان غلظت و تبدیلها: دستور کودی را معمولاً با قسمت در میلیون (PPm) و یا (گرم در لیتر) بیان می کنند. یک نفر مصرف کننده یا برنامه ریز باید بتواند یک فرم غلظت

کودی را به فرم دیگر تبدیل کند. اگر کودهای از ته و پتاسه خریداری شده، تک عنصری باشد، این تبدیل‌ها ساده خواهد بود، ولی مسأله این نیست، زیرا اغلب کودهای شیمیایی دارای دو یا چند عنصر می‌باشند، که برخی از عناصر مورد لزوم بوده و عنصر کودی گیاه به‌شمار می‌روند درحالی‌که بقیه ممکن است عنصر کودی نباشند. کودهای کامل همیشه محتوی سه عنصر اصلی یعنی، ازت، فسفر و پتاسیم هستند و با درجه‌ای ۱۰-۱۵-۱۰ به‌وسیله برچسب روی بسته‌بندی‌ها مشخص می‌شوند. شماره اول، نشان‌دهنده درصدی از عنصر ازت (N)، دومی نشانگر درصد از فرم اکسید فسفر (P_2O_5) و سومی نشان‌دهنده درصد پتاسیم بفرم اکسید (K_2O) است. درجه کودی متداول که معمولاً در گلخانه‌ها مورد مصرف واقع می‌شود، ۲۰-۱۰-۲۰ است.

– معمولاً دستور کودی بیان شده در اصطلاح پوند یا اونس در ۱۰۰ گالن هیچ مشکلی را فراهم نمی‌کند، چون آنها معمولاً نشان‌دهنده محتوای کودیند نه عنصر غذایی مخصوص، مثلاً ۳ پوند از درجه کودی ۲۰-۱۰-۲۰ حل شده در ۱۰۰ گالن آب یا یک پوند از نیترات پتاسیم در ۱۰۰ گالن آب.

ولی بیان کردن دستور کودی بر مبنای قسمت در میلیون (PPm) اغلب خالی از اشکال نیست، زیرا نشان‌دهنده اونس یا پوند حامل کود بر مبنای وزن در حجم آب حل شده نیست، ولی چنین دستور کودی (PPm) را می‌توان به پوند یا اونس در صد گالن تبدیل کرد.

– روش اول برای تعیین مقدار حاصل کود مورد نیاز با استفاده از معادله ۱-۸ به‌دست می‌آید.

$$(A-1) \quad \frac{\text{اونس کودی}}{\text{مقدار در ۱۰۰ گالن}} = \frac{\text{نسبت اعشاری عنصر حاصل کودی}}{\frac{\text{PPm مورد نیاز}}{۷۵}}$$

مثال: فرض کنید می‌خواهیم ۲۰۰ قسمت در میلیون (PPm) از ازت کودی با درجه

۲۰-۱۰-۲۰ درست کنیم. با به کار بردن معادله ۸-۱، ابتدا ۲۰۰ PPM را به ۷۵ تقسیم می‌کنیم که عدد ۲/۶۶ به دست می‌آید. سپس عدد حاصل را به ۰/۲۰ که کسر اعشاری نسبت ازت در فرمول کودی ۲۰-۱۰-۲۰ می‌باشد تقسیم کرده و در آخر عدد ۱۳/۳۳ به دست می‌آید که این عدد، نشان‌دهنده مقدار وزنی کود به اونس از کود ۲۰-۱۰-۲۰ در ۱۰۰ گالن آب است.

$$\frac{\frac{200}{75}}{.2} = 13.33 \text{ اونس در } 100 \text{ گالن}$$

از طرفی چون این کود، علاوه بر ازت دارای ۱۰ درصد فسفر و ۲۰ درصد پتاسیم نیز است از این رو محلول نهایی آماده شده، حاصل ۲۰۰ PPM ازت (N) و ۱۰۰ PPM فسفر (P_2O_5) و ۲۰۰ PPM پتاسیم (K_2O) خواهد بود.

— فرض کنید اکنون ما نیترات پتاسیم داریم و می‌خواهیم محلول ۲۰۰ قسمت در میلیون (۲۰۰ PPM) پتاس داشته باشیم. این کود (نیترات پتاسیم) دارای ۱۳ درصد ازت و ۴۴ درصد پتاسیم (K_2O) است. با استفاده از معادله ۸-۱ معلوم می‌شود که، باید ۶/۱ اونس از نیترات پتاسیم را در ۱۰۰ گالن آب حل کنیم تا ۲۰۰ PPM پتاس (K_2O) داشته باشیم.

$$\frac{\frac{200}{75}}{.44} = 6.1 \text{ اونس در } 100 \text{ گالن آب}$$

از طرفی چون در این کود مقداری هم ازت وجود دارد و لازم است که مقدار آنرا تعیین کنیم. از این رو فرمول ۸-۲ اطلاعات لازم را در این زمینه برای ما فراهم می‌کند.

مقدار عنصر مورد نظر بر حسب PPM = مقدار اعشاری عنصر در کود مورد نظر $\times 75 \times$ مقدار کود بر حسب اونس در ۱۰۰ گالن

با استفاده از فرمول ۸-۲ در مثال فوق غلظت نهایی ازت در این محلول ۵۹/۵ قسمت در میلیون (PPm) خواهد بود.

$$\text{ازت PPm } ۵۹/۵ = ۰/۱۳ \times ۷۵ \times ۶/۱$$

— به کار بردن این فرمول در مزرعه مشکل و پرزحمت است. لیکن یک روش آسان و ساده استفاده از جدول ۸-۳ است. دوباره شرایطی را که می‌خواهیم بدانیم برای تهیه محلول ۲۰۰ PPm پتاس (K_2O) چقدر باید نیترات پتاسیم به کار ببریم را در نظر می‌گیریم. جهت استفاده از جدول ۸-۳، بدین ترتیب عمل می‌کنیم.

۱- درصد عنصر غذایی (K_2O) مورد نظر در کود را در ردیف بالایی جدول ۸-۳ در نظر می‌گیریم. در این مثال عدد بالا ۴۴ خواهد بود.

۲- زیر ستون ۴۴ را (از بالا به پایین) کنترل کرده تا به عدد PPm دلخواه برسید در این مثال نزدیکترین عدد به ۲۰۰ همان ۱۹۷/۶ خواهد بود.

۳- عدد ستون مقابل ۱۹۷/۶ را در آخرین ستون سمت چپ بخوانید که نشان‌دهنده مقدار کود (نیترات پتاسیم) برحسب اونس در ۱۰۰ گالن آب است. با این مثال، عدد به دست آمده ۶ خواهد بود که، در فرمول ۸-۱ به دست آوریم.

با در نظر گرفتن اینکه نیترات پتاسیم علاوه بر پتاس دارای ازت نیز است، می‌خواهیم غلظت ازت را نیز مشخص کنیم. با استفاده از جدول ۸-۳ به شرح زیر عمل می‌کنیم.

۱- نیترات پتاسیم مورد نیاز در ۱۰۰ گالن آب را برحسب اونس در آخرین ستون سمت

جدول ۳-۸ جدول تبدیل کود شیمیایی به عناصر غذایی بر حسب قسمت در میلیون (۳۲۳۱۱) یا گرم در لیتر و بر عکس

درصد عناصر غذایی مورد نظر در کود													مقادیر کود بر حسب این در ۱۰۰ گالن
۶۲	۶۰	۵۳	۴۵	۴۴	۳۳	۳۱	۲۰:۵	۲۰	۱۶	۱۵:۵	۱۴	۱۳	۱۲

۴۹/۴	۴۹/۹	۳۹/۷	۳۳/۷	۳۳/۹	۲۴/۷	۱۵/۷	۱۵/۳	۱۵/۰	۱۲/۰	۱۱/۶	۱۰/۵	۹/۷	۹
۹۲/۰	۸۹/۸	۷۹/۳	۶۷/۴	۶۵/۹	۴۹/۴	۳۱/۴	۳۰/۷	۲۹/۹	۲۴/۰	۲۳/۲	۲۱/۰	۱۹/۵	۱۸
۱۳۹/۳	۱۳۴/۷	۱۱۷/۰	۱۰۱/۰	۹۸/۸	۷۴/۱	۴۷/۲	۴۶/۰	۴۴/۹	۳۵/۹	۳۵/۰	۳۱/۴	۲۹/۳	۲۷
۱۸۵/۶	۱۷۹/۶	۱۵۸/۷	۱۳۴/۷	۱۳۱/۷	۹۸/۸	۶۲/۹	۶۱/۴	۵۹/۹	۴۷/۹	۴۶/۴	۴۱/۹	۳۸/۴	۳۶
۲۷۸/۴	۲۶۹/۴	۲۳۸/۰	۲۰۲/۱	۱۹۷/۶	۱۴۸/۳	۹۴/۳	۹۲/۱	۸۹/۸	۷۱/۹	۷۰/۰	۶۲/۹	۵۸/۴	۵۴
۳۷۱/۳	۳۵۹/۳	۳۱۷/۰	۲۶۹/۴	۲۶۳/۴	۱۹۷/۶	۱۲۵/۷	۱۲۲/۷	۱۱۹/۷	۹۵/۸	۹۲/۸	۸۳/۸	۷۷/۸	۷۲
۷۴۲/۴	۷۱۸/۵	۶۲۴/۶	۵۳۸/۹	۵۲۶/۹	۳۹۵/۲	۲۵۱/۵	۲۴۵/۵	۲۳۵/۵	۱۹۱/۷	۱۸۵/۶	۱۶۷/۷	۱۵۵/۷	۱۴۴
۱۱۱۲/۶	۱۰۷۷/۷	۹۵۲/۰	۸۰۸/۳	۷۹۰/۳	۵۹۲/۷	۳۷۷/۳	۳۶۹/۳	۳۵۹/۳	۲۸۷/۵	۲۷۸/۴	۲۵۱/۵	۲۳۲/۵	۲۱۶
۱۴۸۴/۸	۱۴۳۶/۹	۱۲۶۹/۳	۱۰۷۷/۷	۱۰۵۳/۷	۷۹۰/۳	۵۰۲/۹	۴۹۰/۹	۴۷۹/۰	۳۸۳/۴	۳۷۱/۳	۳۵۴/۴	۳۱۱/۴	۲۸۸
۱۸۵۶/۱	۱۷۹۶/۳	۱۵۸۶/۶	۱۴۴۷/۱	۱۳۷/۳	۹۸/۹	۶۲۸/۶	۶۱۳/۷	۵۹۸/۷	۴۷۹/۳	۴۶۴/۰	۴۱۹/۳	۳۸۹/۳	۳۵۹
۲۲۲۷/۲	۲۱۵۵/۴	۱۹۰۳/۹	۱۶۱۶/۵	۱۵۸۰/۶	۱۱۸۵/۵	۷۵۴/۴	۷۳۶/۴	۷۱۸/۵	۵۷۵/۳	۵۵۶/۸	۵۰۳/۰	۴۶۷/۰	۴۳۱
۲۵۹۸/۴	۲۵۱۴/۶	۲۲۲۱/۲	۱۸۸۶/۰	۱۸۴۴/۰	۱۳۸۳/۰	۸۸۰/۱	۸۵۹/۲	۸۳۸/۳	۶۷۰/۹	۶۴۹/۷	۵۸۶/۹	۵۴۴/۹	۵۰۳
۲۹۶۹/۷	۲۸۷۲/۹	۲۵۳۸/۶	۲۱۵۵/۴	۲۱۰۷/۵	۱۵۸۰/۶	۱۰۵۸/۹	۹۸۱/۹	۹۵۸/۰	۷۶۶/۷	۷۴۲/۴	۶۷۰/۷	۶۲۲/۷	۵۷۵

مقادیر کود بر حسب
گرم در یک لیتر

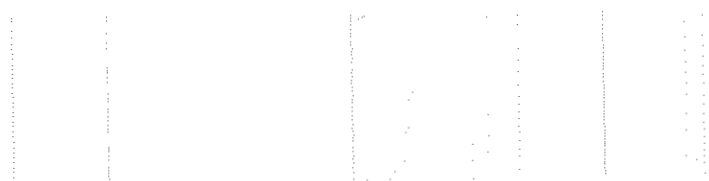
۶۲	۶۰	۵۲	۴۵	۴۴	۳۳	۳۱	۲۰/۵	۲۰	۱۶	۱۶	۱۴	۱۳	۱۲
۱۲۴	۱۲۰	۱۰۶	۹۰	۸۸	۶۶	۴۲	۴۱/۰	۴۰	۳۳	۳۱	۲۸	۲۶	۲۴
۱۸۶	۱۸۰	۱۵۹	۱۲۵	۱۲۲	۹۹	۶۲	۶۱/۵	۶۰	۴۸	۴۷	۴۲	۳۹	۳۶
۲۴۸	۲۴۰	۲۱۲	۱۸۰	۱۷۶	۱۲۲	۸۴	۸۲/۰	۸۰	۶۴	۶۲	۵۶	۵۲	۴۸
۳۷۲	۳۶۰	۳۱۸	۲۷۰	۲۶۴	۱۹۸	۱۲۶	۱۲۳/۰	۱۲۰	۹۶	۹۳	۸۴	۷۸	۷۲
۴۹۶	۴۸۰	۴۲۴	۳۶۰	۳۵۳	۲۶۴	۱۶۸	۱۶۴/۰	۱۶۰	۱۲۸	۱۲۴	۱۱۲	۱۰۴	۹۶
۶۲۰	۶۰۰	۵۳۰	۴۵۰	۴۴۰	۳۳۰	۲۱۰	۲۰۵/۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۵۵	۱۴۰	۱۳۰	۱۲۰
۹۳۰	۹۰۰	۷۹۵	۶۷۵	۶۶۰	۴۹۵	۳۱۵	۳۰۷/۵	۳۰۰	۲۴۰	۲۳۳	۲۱۰	۱۹۵	۱۸۰
۱۲۴۰	۱۲۰۰	۱۰۶۰	۹۰۰	۸۸۰	۶۶۰	۴۲۰	۴۱۰/۰	۴۰۰	۳۲۰	۳۱۰	۲۸۰	۲۶۰	۲۴۰
۱۵۵۰	۱۵۰۰	۱۳۲۵	۱۱۲۵	۱۱۰۰	۸۲۵	۵۲۵	۵۱۲/۵	۵۰۰	۴۰۰	۳۸۸	۳۵۰	۳۲۵	۳۰۰
۱۸۶۰	۱۸۰۰	۱۵۹۰	۱۳۵۰	۱۳۲۰	۹۹۰	۶۴۰	۶۱۵/۰	۶۰۰	۴۸۰	۴۶۵	۴۲۰	۳۹۰	۳۶۰
۲۱۷۰	۲۱۰۰	۱۸۵۵	۱۵۷۵	۱۵۴۰	۱۱۵۵	۷۲۵	۷۱۷/۵	۷۰۰	۵۶۰	۵۴۳	۴۹۰	۴۵۵	۴۲۰
۲۴۸۰	۲۴۰۰	۲۱۲۰	۱۸۰۰	۱۷۶۰	۱۲۲۰	۸۴۰	۸۲۰/۰	۸۰۰	۶۴۰	۶۲۰	۵۶۰	۵۲۰	۴۸۰

چپ جدول پیدا کنید. مقدار آن در این مثال است.

۲- محل تقاطع سمت راست عدد ۶ و درصد آن عنصر در کود مربوطه (۱۳ درصد) نشان دهنده غلظت آن عنصر غذایی در محلول بالا خواهد بود، که مقدار این عدد، با توجه به اعداد گفته شده (۱۳ و ۶) $58/4$ خواهد بود و تقریباً عددی است که با فرمول ۸-۲ به دست آمد. گاهی، ممکن است اعداد مورد نظر در جدول موجود نباشد. در این صورت باید با توجه به اعداد پس و پیش عدد مزبور، موقعیت آن را در جدول مشخص کرد.

برنامه کودی برای گیاهان مخصوص: مصرف کود شیمیایی ۲۰-۲۰-۲۰ در سالهای گذشته، در گلخانه‌ها معمول و متداول بود. از آنجایی که ازت آمونیاکی موجود در این کود، برای گیاهان خاصیت سوزانندگی دارد، از این رو به جای آن، امروزه از کود ۲۰-۱۰-۲۰ استفاده می‌شود. از این رو بسیاری از کمپانیهای سازنده کود ضمن رعایت این فرمول کودی، مقدار کافی از عناصر کم مصرف (میکرو) را نیز به آن اضافه می‌کنند. علاوه بر آن، به منظور استفاده آسان و بدون مشکل به وسیله لوله‌های آب، مقداری نیز مواد رنگی تجارتي به آن اضافه می‌کنند تا اثرات سوء کود را بر روی لوله‌ها خنثی یا کم کنند. در صورت نیاز به مصرف کود فسفر پیش از کاشت، بهتر است از کود سوپرفسفات با فرمول ۲۰-۰-۲۰ استفاده شود.

۳- غلظتهای کودی مورد مصرف از گیاهی به گیاه دیگر فرق بسیار دارد. همان طوری که در جدول ۸-۴ مشهود است در بسیاری از گیاهان غلظت ازت ۲۰ درصد را به صورت هفتگی و یا همراه با آب آبیاری در اختیار گیاه قرار می‌دهند. مصرف هر دو حالت، رضایت بخش بوده و با توجه به هزینه‌ها و مسأله کارگر، می‌توان در انتخاب روش استفاده دقت و تصمیم‌گیری کرد. در گلخانه‌هایی که از یک فرمول کودی از ابتدا تا پایان دوره محصول



یک سکو استفاده می‌شود. معمولاً کود مورد نیاز یک دوره را در نزدیک سکوها قرار داده، و از روش هفته‌ای یک بار، که بهتر و مناسبتر است استفاده می‌کنند. در شرکتهای بزرگ تولیدی و در سطوح گسترده، ساده‌ترین روش، تزریق محلولهای کودی در سیستم

جدول ۴-۸- غلظت استاندارد لازم از کودهای شیمیایی که ۲۰ درصد ازت داشته و برای بسیاری از گیاهان گلخانه‌ای به کار می‌رود.

نوع گیاه	درجه غلظت	غلظت (۱)			
		هفتگی		ثابت	
		اونس در ۱۰۰ گالن	گرم در لیتر	اونس در ۱۰۰ گالن	گرم در لیتر
نرگس Daffodil	صفر	-	-	-	-
زنبق Iris	صفر	-	-	-	-
سنبل	صفر	-	-	-	-
لاله (۲)	خیلی کم	-	-	-	-
میمون	خیلی کم	۱۶	۱/۲	۶	۰/۵
گیاهان نشایی	خیلی کم	۱۶	۱/۲	۱۳/۵	۱/۰
بگونهای ایتور	خیلی کم	۱۷	۱/۳	۸/۵	۰/۶
آزالیا	کم	۲۰	۱/۵	-	-
گلوکسینیا	کم	۲۴	۱/۸	۱۳/۵	۱
رز	متوسط	۳۲	۲/۴	۱۰	۰/۸
میخک	متوسط	۳۲	۲/۴	۱۳/۵	۱
شمعدانی	متوسط	۳۲	۲/۴	۱۳/۵	۱
سوسن عید پاک	متوسط	۳۲	۲/۴	۱۳/۵	۱
گل داودی	زیاد	۴۰	۳	۱۳/۵	۱
بنت‌القنول	زیاد	۴۸	۳/۶	۱۷	۱/۳

(۱) ۱ گرم از ازت ۲۰ درصد کود در ۱ لیتر آب مساوی ۲۰۰ قسمت در میلیون (PPm) است.
 (۲) جهت اطمینان از عدم کمبود ازت و کلسیم، نترات کلسیم باید به کار برده شود، که غلظت آن در هنگام شروع و اواسط دوره رشد در اتاق کشت و نیز هنگام کاشت در گلخانه برابر با ۲/۴ گرم در لیتر است.

آبیاری است. در این حالت، یک نفر می‌تواند فرمول کودی را تنظیم یا تعویض و مهیا کرده و به آسانی خطوط انتقال را جهت استفاده آماده کند.

— استفاده از کودهای شیمیایی با ۲۰ درصد ازت الزامی نیست، بلکه می‌توان از فرمولهای کودی دیگری با نسبتهای ۱-۰-۱ و ۱-۱-۱ با درصدهای ۱۵-۰-۱۵ و ۱۵-۱۵-۱۵ و ۲۵-۰-۲۵ نیز استفاده کرد، منتهی باید غلظتهای کودی ۲۰ درصد حفظ شود، و برای این منظور، اگر کودی دارای ۱۵ درصد ازت باشد. باید از نظر وزنی $\frac{1}{3}$ بیشتر مصرف شود. چنانکه دارای ۲۵ درصد ازت باشد، در هر ۱۰۰ گالن آب، $\frac{1}{5}$ کمتر به کار برده می‌شود. در نتیجه عین شرایط کود ۲۰ درصد ازت را فراهم می‌کند.

— بسیاری از گیاهان زمانی خوب رشد می‌کنند که نسبت ازت و فسفر به‌طور مساوی بوده باشد. البته استثنائهایی نیز مانند بگونیا، الایتو وجود دارد که در شرایطی خوب رشد می‌کند که کود مصرفی دارای دو قسمت ازت و یک قسمت پتاسیم باشد. در گیاه آزالیا نسبت کود ۳ به ۱ بوده و رشد مناسبی در آن خواهد داشت. نیاز کودی میخک کاملاً متفاوت بوده و شامل دو قسمت ازت و سه قسمت پتاس است.

— معمولاً به مرور زمان غلظت و تعادل ازت و پتاسیم در محیط ریشه به هم خورده و نیاز به تنظیم غلظت و ایجاد تعادل نسبی و میزان مصرف خواهد بود. برای رفع این حالت، از کودهای مختلف با درجه‌های نسبی متفاوت موجود در بازار می‌توان استفاده کرده و نسبتهای لازم را فراهم کرد تا اختلالاتی در روند رشد گیاه حاصل نشود.

فرموله کردن کودها: معمولاً کودهای کامل (آنهایی که دارای ازت، فسفر و پتاس هستند) با نسبتهایی مختلف و به صورت تجارتي در بازار وجود دارند، لیکن بسیاری از پرورش‌دهندگان گل، خودشان کود را فرموله می‌کنند، در نتیجه ضمن صرفه‌جویی در هزینه و کود، نسبتهای متفاوتی از ترکیبات کودی را مهیا می‌کنند و با توجه به نیاز گیاه

جدول ۵-۸- میزان منابع حاصل کود جهت تهیه نسبت‌های مختلف کودی (۱)

منابع کودی ^۲												درصد ازت از $N_{0.3}$	قیمت هر پوند (۴)	واکنش در خاک (۵)
کود شیمیایی ^۱	نسبت کودی	۱۰۰-۰-۰	۰-۱۰۰-۰	۰-۰-۱۰۰	۱۰-۱۰-۱۰	۲۰-۲۰-۲۰	۴۰-۴۰-۴۰	۵۰-۵۰-۵۰	۶۰-۶۰-۶۰	۷۰-۷۰-۷۰	۸۰-۸۰-۸۰			
نیتрат آمونیم	۳۳-۰-۰	x										۵۰	۱۲	A
نیترات پتاسیم	۱۳-۰-۴۴		x									۱۰۰	۲۶	N
نیترات کلسیم	۱۵/۵-۰-۰			x								۹۴	۱۰	B
نیترات سدیم	۱۶-۰-۰				x							۱۰۰	۱۰	B
سولفات آمونیم	۲۱-۰-۰					x						۰	۵	A
اوره	۴۵-۰-۰						x					۰	۱۴	SA
کلرور پتاسیم	۰-۰-۶۰							x				-	۸	N
منو آمونیوم فسفات	۱۲-۶۲-۰								x			۰	۳۴	A
فسفات دو آمونیوم (۳)	۲۱-۵۳-۰									x		۰	۱۶	SA
گل داودی سبز	۱۸-۰-۲۲	۱	۲			۱						۵۳	۱۷	A
عموماً تابستان	۲۰-۱۰-۲۴	۱					۱	۲				۱	۱۷	۱۲ A
عموماً فسفات کم	۲۱-۴-۲۰	۷						۴				۱	۴۵	۱۲ A
عموماً تابستان	۲۱-۱۷-۲۰	۱					۲	۳				۳	۱۰	۱۲ A
عمومی (معمول)	۱۷-۶-۲۷							۴				۱	۴۳	۱۱ A
مخلوط	۱۹-۵-۲۴		۶	۲			۲		۱			۵۱	۲۲	N
دلخواه محقق	۲۰-۵-۳۰		۱۳					۴				۲	۴۳	۲۲ SA
جانشین ۲۰-۲۰-۲۰	۲۰-۲۰-۲۲		۴					۱				۳	۳۳	۲۱ SA
شروع گل دهی ادریس	۱۲-۴۱-۱۵		۱						۲			۳۵	۳۱	SA
میخکی (هور تاسی صورتی)														
شروع گل دهی ادریس	۱۷-۳۵-۱۶	۲					۱	۴		۱۰		۰	۱۴	SA
میخکی (هور تاسی صورتی)		۱	۲											
فقط ازت و پتاس	۱۶-۰-۲۴		۲		۱			۲				۶۰	۱۰	SA
فقط ازت و پتاس	۲۰-۰-۳۰											۷۲	۲۱	SA
گل ادریس آبی (هور تاسی آبی)	۱۳-۰-۲۲					۲		۱				۰	۶	VA
گل ادریس آبی (هور تاسی آبی)	۱۵-۰-۱۵					۳		۱				۰	۶	VA
اسید	۲۱-۹-۹	۳	۱			۷		۱		۲		۲۱	۱۰	VA
میخک بهاره	۱۱-۰-۱۷				۵			۲				۱۰۰	۱۰	B
نیترات زمستانه	۱۵-۰-۱۵		۱	۲								۹۵	۱۵	B
پتاس زمستانه	۱۵-۰-۲۲		۱	۱								۹۶	۱۸	B
جانشین سوسن	۱۶-۴-۱۲	۱	۴	۶								۱	۷۸	۱۶ N
پتاس بالا	۱۵-۱۰-۳۰		۷	۱								۲	۷۲	۲۲ N

۱- نتایج از Koths و همکاران (۱۹۸۰). ۲- برای اسامی منابع حاصل کودی، به ۹ اسم اولیه در ستون اسامی مراجعه شود.
 ۳- فسفات دو آمونیوم ممکن است به صورت گرانوله یا پوشش دار درآید. جهت حل کردن، آنها را در آب خیلی گرم ریخته و محکم به هم بزنید. نگران رسوب آن نباشید. در صورت امکان از کریستال‌های کلرور پتاسیم استفاده کنید. ۴- قیمت‌های گفته شده، براساس حداقل قیمت ممکن که توسط شرکت‌های تهیه کننده وسایل گلخانه اعلام شده است. ۵- B = بازی (قلیائی)، N = خنثی، SA = تا اندازه‌ای اسیدی (اسیدی کم)، A = اسیدی VA = خیلی اسیدی

مورد استفاده قرار می‌دهند. برخی از فرمولهای کودی، دارای دو یا چند عنصر از ۹ عنصر کودی هستند. مثلاً یک پوند نیترات پتاسیم را با یک پوند نیترات آمونیم مخلوط کرده و در نتیجه دو پوند از کودی به نسبت ۲۲-۰-۲۳ حاصل خواهد شد.

– یک پرورش دهنده گُل با استفاده از جدول شماره ۵-۸ می تواند به آسانی، نسبتهای متفاوتی از کود را فرموله کند. ۹ کود اصلی اولیه، کودهای حاملی هستند که هر یک از عناصر تشکیل دهنده آنها مشتق شده اند. برای مثال، یک فرمول کودی ۲۲-۰-۱۸ را می توان با مخلوط کردن یک پوند نیترات آمونیم و دو پوند نیترات پتاسیم و یک پوند سولفات آمونیم به دست آورد. این نسبت با قرار دادن فرمول ۲۲-۰-۱۸ در ستون نسبت کودی جدول حاصل می شود. سپس سه شماره ۱، ۲ و ۱ نوشته شده در ردیف بعد از فرمول، که هر یک از آنها براساس اعداد نوشته شده در بالای جدول «بالای عدد X» مشخص می شوند و در نهایت، نسبت کودی از روی اعداد ثبت شد در سمت چپ «X» معلوم می شود.

۱- اطلاعات اضافی را می‌توان، از جدول شماره ۶-۸ به‌دست آورد. در ابتدا سه ترکیب معمولی کود نوشته شده‌اند که می‌توان سه ترکیب دلخواه خود را به‌دست آورد.

– درصد کل ازت موجود در آمونیوم، به علاوه اووره از (NH_4) در هر یک داده شده است. مقداری که در ۱۰۰ گالن آب باید حل شود تا نسبت ۵۰ به علاوه ۶۰۰ قسمت در میلیون (PPM) از ازت و پتاس بدست آید، نیز نوشته شده است.

- هیچیک از فرمولهای مندرج در جدول ۵-۸ محتوی سولفات و یا فسفاتی که با کلسیم ترکیب شده باشد نیست، تا بتواند میزان غلظت محلول بالا را تأمین کند.

این فرمولهای کودی زمانی قابل توصیه و استفاده هستند که به صورت مستقیم برای گیاه قابل استفاده و قابل مصرف بوده باشند. این روش خوب و مفید نیست. معمولاً برای مصرف به حالت اتوماتیک، از محلولهای غلیظ (با غلظتهای بالای کودی) کودهای

جدول ۶-۸- مقدار کود و یا حامل کودی جهت حل کردن در ۱۰۰ گالن آب، برای تهیه غلظت محلولهای ۵۰ تا ۶۰۰ قسمت دو میلیون (PPm) از ازت و پتاس (K_2O)

درصد آمونیوم								غلظت ازت و پتاس (K_2O)				
کود	(NH_4) واوره	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰				
اونس در ۱۰۰ گالن												
۲۰-۲۰-۲۰ [†]	۷۰	۳/۳	۶/۷	۱۳/۳	۲۰	۲۶/۷	۳۳/۴	۴۰				
۱۵-۱۵-۱۵ [†]	۵۲	۴/۵	۸/۹	۱۷/۸	۲۶/۷	۳۵/۶	۴۴/۵	۵۳/۴				
۲۰-۱۰-۲۰ [†]	۴۰	۳/۳	۶/۷	۱۳/۳	۲۰	۲۶/۷	۳۳/۴	۴۰				
نیترات آمونیوم	۳۶	۱/۴	۲/۹	۵/۷	۸/۶	۱۱/۴	۱۴/۳	۱۷/۱				
+ نیترات پتاسیم (۲۳-۰-۲۳)		۱/۵	۳	۶/۱	۹/۱	۱۲/۱	۱۵/۲	۱۸/۲				
نیترات کلسیم	۰	۳	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۳۶				
+ نیترات پتاسیم (۱۵-۰-۱۵)		۱/۵	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸				
نیترات آمونیوم	۴۰	۱/۲	۲/۵	۴/۹	۷/۴	۹/۹	۱۲/۳	۱۴/۸				
+ نیترات پتاسیم		۱/۵	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸				
مونوفسفات آمونیوم [‡] (۲۰-۱۰-۲۰)	۰/۵	۱/۱	۲/۲	۳/۲	۴/۳	۵/۴	۶/۵					

* - این ترکیبها، همچنین دارای فسفر (P_2O_5) به اندازه مساوی یا نصف میزان غلظت ازت در آنهاست.

شیمیایی استفاده می کنند و در موقع مصرف آنها را رقیق کرده و از طریق شبکه ها و سیستم های آبیاری با گیاهان گلخانه ای تغذیه می کنند. بنابراین از محلولهای غلیظ به طور مستقیم استفاده نمی شود مگر اینکه این محلولها برای مصرف دوباره رقیق شده باشند.

- در انتخاب کودها، باید دقت شود که اسیدیته خاک (PH) در حد مطلوب بوده باشد. نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم و فسفات آمونیوم اسیدی هستند (اسیدیته خاک را پایین می آورند) درحالی که کلرورسدیم، نیترات پتاسیم قلیائی هستند (اسیدیته خاک را بالا می برند). کلرورپتاسیم هم خنثی است. با انتخاب درست فرمول کودی، می توان

تغییرات متعادل‌ی در بستر ریشه به وجود آورد. در حالت کلی نسبت ازت آمونیاکی زمانی افزایش پیدا می‌کند که بخواهیم اسیدیته (PH) خاک را پایین بیاوریم و ازت نیتراتی موقعی افزایش پیدا می‌کند که بخواهیم PH خاک را بالا ببریم.

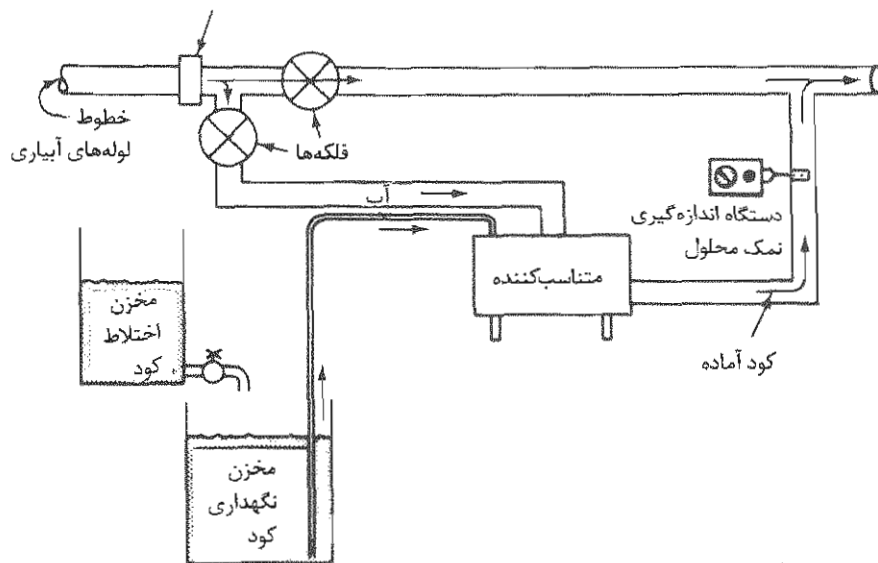
– معمولاً ازت به سه فرم در کودهای شیمیایی به کار می‌رود. نیترات (NO_3^-)، آمونیوم (NH_4^+) و اوره. عکس‌العمل گیاهان، نسبت به این سه نوع کود متفاوت است ولی معمولاً عکس‌العمل گیاهان به آمونیوم و اوره تا حدودی یکسان است چون اوره پیش از اینکه مورد استفاده گیاه قرار گیرد، باید به ازت آمونیاکی تبدیل شود. گیاهانی مانند آزالیا و رودودندرون که در شرایط اسیدی بالای خاک اطراف ریشه عمل می‌آیند و با ازدیاد ازت نوع آمونیوم رشد بهتری دارند. گفتن این نکته بسیار جالب و دارای اهمیت است که وقتی گیاه مقاوم به اسیدیته پایین (خاک اسیدی) مانند آزالیا را در شرایط PH پایین کشت کنیم مصرف ازت نیترا ته ترجیح دارد. بدین ترتیب کارکرد نیترات در محل مناسب خود باعث افزایش PH (اسیدیته) می‌شود. مصرف ازت به میزان بیش از ۵۰ درصد کل نیاز کود به فرم آمونیوم به اضافه اوره در بسیاری از گیاهان باعث بروز اختلال و صدمه می‌شود. بهترین رشد زمانی حاصل می‌شود که ازت مورد نیاز گیاه، به صورت مخلوطی از نیترات با آمونیوم و یا نیترات با اوره باشد.

– کودهای شیمیایی به کار رفته تا سالهای اخیر در گلخانه‌ها به صورت استاندارد و به نسبت ۲۰-۲۰-۲۰ بود که در این ترکیب تقریباً ۷۰ درصد ازت به فرم آمونیوم به علاوه اوره بود. اثر سوختگی آمونیوم در نسبت ۲۰-۲۰-۲۰ مشهود نبوده، تا اینکه محیط کشت بدون خاک (بستر بدون خاک) هیدروپونیک متداول شد. بستر بدون خاک نسبت به محیط بستر خاکی سریعتر اسیدی می‌شود. PH لازم برای فعالیت باکتریهای تبدیل‌کننده ازت آمونیاکی به نیترات در خاک کمی بالاتر از ۷ است. در خاکی که PH آن ۷-۶ بوده باشد. جمعیت باکتریها به اندازه کافی زیاد خواهد بود که بتواند میزان بیشتری از آمونیوم و اوره مورد مصرف در نسبت کودی ۲۰-۲۰-۲۰ را تبدیل کرده و کاهش

دهند. در شرایطی که PH محیط پایینتر از ۶ باشد، امکان تغییر فرم کودی و افزایش رشد جمعیت باکتریها در بسترهای بدون خاک وجود نداشته و در آنها صدق نمی‌کند. بنابراین کود شیمیایی معمول، که امروزه در گلخانه‌ها مصرف می‌شود دارای نسبت ۲۰-۱۰-۲۰ بوده که محتوی ۴۰ درصد ازت آمونیاکی است.

— مسأله سوختگی آمونیاکی در فصول مختلف فرق می‌کند و میزان آن در زمستان به مراتب بیشتر از تابستان است. زیرا درجه حرارت محیط ریشه در زمستان سردتر بوده و در نتیجه فعالیت باکتریهای تبدیل‌کننده ازت آمونیاکی به ازت فرم نیتراتی کمتر است و افزایش و دوام ازت به فرم آمونیاکی باعث سوختگی بیشتر می‌شود. بر اثر تغییر فرمول کودی از ۲۰-۲۰-۲۰ به ۱۵-۱۵-۱۵ در سالهای پیش در فصل زمستان مقدار و شدت سوختگی کاهش یافت و اکنون مشخص شده که احتمالاً عامل اصلی کاهش سوختگی به علت کم شدن درصد ازت آمونیاکی از ۷۰ درصد در فرمول ۲۰-۲۰-۲۰ به ۵۰ درصد در فرمول ۱۵-۱۵-۱۵ بوده است.

— انواع کودهای شیمیایی در جدول ۵-۸ برای گلهای ادریس آبی (هورتانسای آبی) و صورتی گفته شده است. در گل ادریس (هورتانسیا) آلومینیوم باعث تنظیم رنگ گل می‌شود. آلومینیوم در بسیاری از خاکها به مقدار کافی وجود دارد. وقتی PH خاک کمتر است. آلومینیوم موجود در خاک، به مقدار کافی و قابل جذب در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و جذب آن به وسیله گیاه افزایش یافته و گلهای به رنگ آبی در می‌آیند. وقتی PH بالاتر باشد، آلومینیوم به صورت غیرقابل جذب درآمده و در نتیجه گلهای ادریس (هورتانسیا) به رنگ صورتی خواهد بود. از طرفی افزایش میزان فسفر در خاک نیز سبب تثبیت آلومینیوم در خاک می‌شود از این جهت برای تولید گلهای آبی‌رنگ، از فرمولهای کودی که فسفر ندارند و محیط را اسیدی می‌کنند استفاده می‌شود، درحالی‌که برای تولید گلهای به رنگ صورتی از کودهای دارای فسفر بیشتر و بسترهای اسیدی ضعیف استفاده می‌کنند.



شکل ۸-۲ - شمای کلی روش استقرار مخزن اختلاط کودی، مخزن نگهداری، متناسب‌کننده و دستگاه اندازه‌گیری املاح در محلول، در مسیر خطوط لوله‌های آبیاری در گلخانه

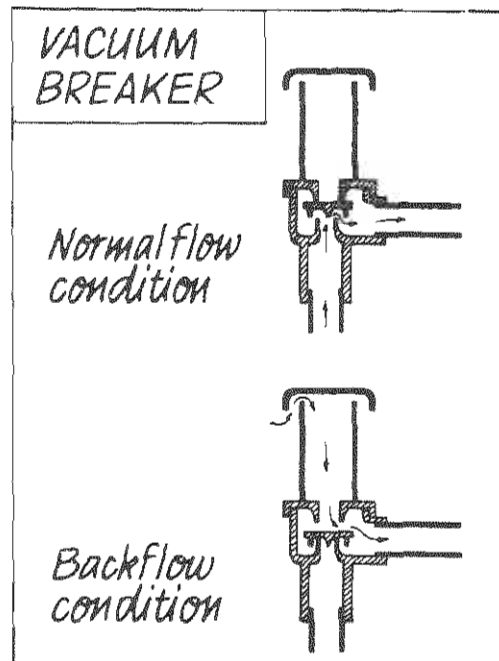
مصرف کود به‌طور اتوماتیک: کاربرد کود، به‌طور اتوماتیک با استفاده از سیستم آبیاری (شبکه آبیاری) در سطوح و سیمی از گلخانه‌ها عملی می‌شود. کودها را باید به صورت محلولهای غلیظ درآورده و در مخزنهای نگهداری قرار می‌دهند که از طریق این مخزن وارد مخزن اختلاط شده و در آب حل (رقیق) می‌شوند. این عمل با استفاده از انژکتورهای کودی صورت می‌گیرد که محلول را از مخزن اختلاط وارد سیستم آبیاری می‌کند و این روش سبب می‌شود که حجم دقیقی از کودها و محلولهای کودی داشته باشیم. با اتصال انژکتور به لوله اصلی آب که جهت آبیاری گلخانه به کار می‌رود، همه لوله‌ها محلولهای کودی را انتقال می‌دهند. معمولاً انژکتور در یک گذرگاه فرعی و یا در محلی قرار می‌گیرد که هم آب و هم محلولهای کودی می‌تواند از این خطوط لوله عبور کند. (شکل ۸-۲)

چنانچه در شکل ۸-۳ دیده می‌شود، به منظور جلوگیری از عدم برگشت آب یا محلول

در یک سیستم آب آشامیدنی می‌توان از شیرهای یک‌طرفه یا دریچه‌های ممانعت‌کننده، استفاده کرده و در سیستم عامل نصب کرد که دارای یک خروجی است و ممکن است در زیر آب قرار گرفته باشد. این سیستم قابل توصیه بوده و در بعضی از ایالات به مورد اجرا گذاشته می‌شود. چنین دستگاهی شامل، انژکتورهای کودی و لوله‌های آبپاشی (آبیاری) جهت پر کردن آبپاش، وسایل مخزن‌ها، دریچه‌ها یا شیر اطمینان یک‌طرفه که مانع بازگشت آب آلوده در صورت ایجاد مکش و یا فشار منفی به سیستم شبکه اصلی آب می‌شود و از آلودگی آب آشامیدنی جلوگیری به عمل می‌آید. از آنجایی که کودهای نیترا ته معمولاً برای سلامتی انسان خطرناک بوده و بچه‌ها به میزان بسیار کم غلظت نیترا ته حساس هستند، باید دقت کافی مبذول داشت تا هرگونه امکان آلودگی را از بین برد. به‌طور کلی براساس استاندارد بهداشت جهانی، حداکثر میزان ازت نیترا تی قابل قبول در آب آشامیدنی در اروپا ۲۳ قسمت در میلیون (P.P.M) و در ایالات متحده آمریکا ۴۵ قسمت در میلیون P.P.M است. اگر قطر لوله تأمین‌کننده آب بیش از دو برابر قطر لوله تأمین‌کننده آب مخزن مخلوط‌کننده باشد، نیاز به دستگاه ممانعت‌کننده یا شیر یک‌طرفه نخواهد بود. زیرا در این شرایط امکان برگشت آب آلوده به داخل سیستم یا شبکه آب اصلی وجود ندارد.

– بسیاری از کودهای شیمیایی مورد نیاز گلخانه‌ها به صورت جامد خریداری می‌شوند. سپس آنها را در مخزن اختلاط به صورت محلول در آب درمی‌آورند (شکل ۲-۸) و محلول حاصل را به مدت یک روز به همان حال نگهداشته تا مواد جامد غیر ضروری و معلق ته‌نشین شوند. مواد ته‌نشین شده و در پایین مخزن جمع می‌شود. شیر مخصوص خروج محلول کودی ۲/۵ تا ۵ سانتیمتر بالاتر از ته مخزن قرار دارد تا مایع روشن و صاف را از مخزن اختلاط خارج کند و از ورود مواد ته‌نشین شده به داخل لوله‌های انتقال خودداری کنند. چون ممکن است باعث قطع جریان و حرکت محلول کودی در لوله‌های آب سیستم اتوماتیک شود. انژکتور محلول غلیظ کودی را از مخزن اختلاط به سیستم

شکل ۳-۸- مانع پس روی آب در حالت باز بودن دریچه، که جریان آب را مقدور می سازد (قسمت بالا) وقتی فشار آب به میزان معینی برسد، شیر تنظیم بسته شده و آب به جریان می افتد (قسمت پایین). در این نقطه هوا می تواند وارد جریان شده و از بروز فشار منفی جلوگیری کرده و مانع برگشت جریان آب به عقب شود (مانع پس روی جریان می گردد).



شبکه تزریق می کند. هدف از ته نشین کردن (رسوب دادن) مواد جامد، بیشتر جلوگیری از ورود مواد جامد و معلق در دستگاه انژکتور و لوله های شبکه آب و تغذیه است که به تدریج به علت رسوب می تواند لوله ها را ببندد و شبکه را از کار بیاندازد.

۸-۴ دیده می شود. معیارهای زیادی برای انتخاب انژکتورها وجود دارد که پنج مورد آن به شرح ذیل ذکر می شود.

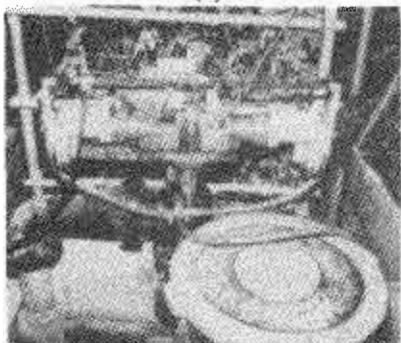
۱- میزان غلظت کود به آب، به اندازه کافی بالا باشد که بتوان آنها را در حجم مورد نیاز برای مصرف یک دوره کامل کودی در مخزن نگهداری کرد. این نسبت برای شرکتهای کوچک ۱ به ۱۶ بوده ولی برای شرکتهای بزرگ کافی نخواهد بود. قابلیت



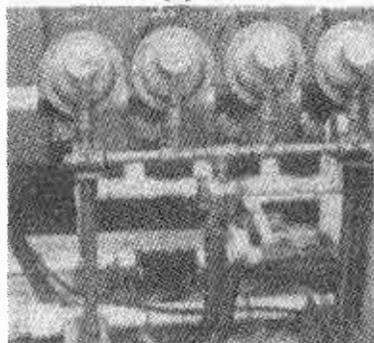
(a)



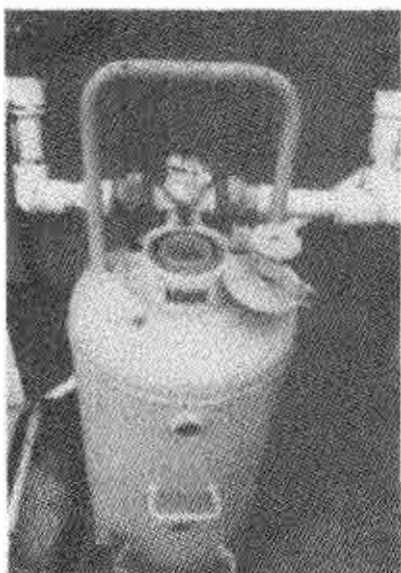
(b)



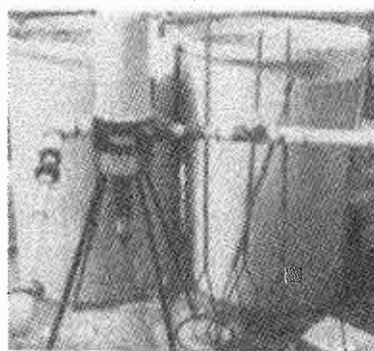
(c)



(d)



(e)



(f)

شکل ۴-۸-۶ نوع از انزکتورهایی که
مورد استفاده قرار گیرند: a: هوزون
(Hozon) - کوماندر (Commander)،
c: اسمیت، (Smith)، d: اندرشن
رشیفیدر (Andorson Ratio Feeder)،
e: گوا (Gewa) و f: دوساترون (Dosatron)

حلالیت کودهای گلخانه‌ای ممکن است تا ۲۰۰ برابر افزایش یابد. نسبتهای بیشتر از ۱:۲۰۰ به‌ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- یک نسبت قابل تعدیل، شدیداً مورد توجه و مدنظر است. در این حالت، یک غلظت کودی را می‌توان در غلظتهای متفاوت تعدیل و تبدیل کرده و برای گیاهان مختلف به کار برد.

۳- تعیین‌کننده میزان جریان از انژکتور، سطح گل گیاهانی است که در یک زمان می‌توان به آنها کود داد. یک جریان ۸ gpm می‌تواند فقط یک لوله ۱/۸cm را تأمین کند و از این‌رو می‌تواند فقط یک سکو را در هر مرحله (دفعه) کود بدهد. در شرکتهای بزرگ برای اینکه عمل کوددهی در نصف روز تمام شود، باید ۵ تا ۱۰ سکو را به‌طور همزمان کود داد.

۴- ظرفیت مخزن تغلیظ، باید به اندازه کافی باشد تا بتواند کل نیاز کودی یک‌دوره یا یک مرحله مصرف را تأمین کند. در شرکتهای بزرگ از انژکتورهای استفاده می‌شود که مخزن تغلیظ ندارد و مخزن جداگانه به اندازه ظرفیت مورد نظر ساخته می‌شود و انژکتور به مخزن ساخته شده نصب می‌شود.

۵- در شرکتهای خیلی بزرگ در صورت ممکن از انژکتورهای دوسر (دوجانبه) استفاده می‌کنند این نوع انژکتورها می‌توانند به‌طور همزمان دو غلظت متفاوت کودی را با هم سیفونه کنند بدین ترتیب که کلسیم یا منیزیم را در یک غلظت از یک سر انژکتور و سولفات یا فسفات را در غلظت دیگر و با استفاده از رأس دیگر انژکتور به جریان بیاندازد. در چنین شرایطی این عناصر با هم قابل رقابت بوده و مخلوط نمی‌شوند،

مگر اینکه غلظت آنها کم و رقیق شده باشند.

کودهای شیمیایی به تدریج حل شوند

(که به آرامی آزاد می شوند)

بسیاری از منابع کودی که قبلاً در گلخانه‌ها مصرف می شد، کودهایی بودند که به آرامی و به تدریج تجزیه و حل شده و مورد استفاده قرار می گرفتند. این منابع اغلب مواد آلی گیاهی و حیوانی بوده که به مرور تجزیه شده و مواد غذایی آنها دارد و خاک می شده است. امروزه برخی از مواد تجارتي تولیدی دارای این خاصیت هستند که به آهستگی و آرامی عناصر غذایی موجود در خود را در طول مدت سه ماه تا چند سال آزاد می کنند و وارد محیط خاک می کنند. در گلخانه‌ها کودهای سه ماهه آزادشونده معمول و مناسب است. پنج گروه از این کودها موجود است. بعضی از این کودها چنانکه پیش از کاشت به خاک اضافه شوند (مصرف شوند)، تمام نیازهای ازت و فسفر و پتاس را در طول دوره رشد و نمو آن تأمین خواهد کرد، بنابراین، نیازی به کوددهی در چند نوبت نخواهد بود. بعضی از کودها عناصر کم مصرف (میکرو) را به اندازه کودهای حیوانی در اختیار گیاه قرار می دهند.

پنج سیستم طبقه بندی به شرح زیر است:

۱- کودهایی که دارای پوشش پلاستیکی هستند.

۲- کودهایی که به تدریج و به آرامی حل می شوند.

۳- فرمالدئید اوره

۴- کودهایی که دارای پوشش سولفوری (گوگردی) هستند.

۵- کودهای میکرو (عناصر کم مصرف) کلاتی (شلاتی)

- مصرف کودهای شیمیایی به صورت نوبتی (دوره‌ای) و در چند مرحله، نیاز به نیروی

جدول ۷-۸ هدایت الکتریکی املاح محلول در کودهای شیمیایی مختلف بر حسب میلی مhos بر سانتیمتر

نیتروژن (Ppm)	کود									
	۲۰-۲۰-۲۰	۲۰-۱۹-۱۸	۲۰-۱۰-۲۰	۲۰-۲-۲۰	۲۰-۵-۲۰	۲۵-۵-۲۰	۱۵-۱۶-۱۷	۱۵-۱۱-۲۹	۱۵-۱۵-۱۵	۱۵-۰-۱۵
							۲۱-۷-۷	۲۱-۷-۷	طبیعی	
۵۰	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۱۲	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۲۱
۱۰۰	۰/۴۵	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۴۴	۰/۲۴	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۷۴	۰/۵۶	۰/۴۲
۱۵۰	۰/۶۸	۰/۹۸	۰/۹۳	۰/۶۹	۰/۳۶	۱/-	۰/۹۶	۱/۱۵	۰/۸۴	۰/۶۳
۲۰۰	۰/۹۰	۱/۳۰	۱/۲۴	۰/۹۴	۰/۵۱	۱/۴۰	۱/۳۰	۱/۵۵	۱/۱۲	۰/۸۴
۲۵۰	۱/۱۳	۱/۶۳	۱/۵۵	۱/۲۰	۰/۶۲	۱/۷۲	۱/۶۵	۱/۹۰	۱/۴۰	۱/۰۵
۳۰۰	۱/۳۵	۰/۹۵	۱/۸۶	۱/۳۳	۰/۸۰	۲/۱۰	۱/۹۸	۲/۲۸	۱/۶۸	۱/۲۶
۳۵۰	۱/۵۸	۰/۲۸	۲/۱۷	۱/۶۶	۰/۹۲	۲/۴۲	۲/۳۱	۲/۶۴	۱/۹۶	۱/۴۷
۴۰۰	۱/۸۰	۶۰	۲/۴۸	۱/۹۰	۱/۰۴	۲/۸۰	۲/۶۵	۳/-	۲/۲۴	۱/۶۸
۴۵۰	۲/۰۳	۰/۹۳	۲/۷۹	۲/۱۵	۱/۱۸	۳/۱۵	۲/۹۸	۳/۳۴	۲/۵۲	۱/۸۹
۵۰۰	۲/۲۵	۲۵	۲/۱۰	۲/۴۰	۱/۳۲	۳/۵۰	۳/۲۵	۳/۶۸	۲/۸۰	۲/۱۰
۵۵۰	۲/۴۸	۵۸	۲/۴۱	۲/۶۱	۱/۴۵	۳/۸۴	۳/۵۵	۴/۹۸	۳/۰۸	۲/۳۱
۶۰۰	۲/۷۰	۹۰	۳/۷۲	۲/۸۲	۱/۵۸	۴/۱۸	۳/۸۵	۴/۲۸	۳/۳۶	۲/۵۲
۶۵۰	۲/۹۳	۲۳	۴/۰۳	۳/۰۳	۱/۷۱	۴/۵۲	۴/۱۵	۴/۵۸	۳/۶۴	۲/۷۳
۷۰۰	۳/۱۵	۵۵	۴/۳۴	۳/۲۴	۱/۸۴	۴/۸۰	۴/۴۵	۴/۸۸	۳/۹۲	۲/۹۴
۸۰۰	۳/۶۰	۰	۴/۹۶	۳/۶۶	۲/۱۱	۵/۵۴	۵/۰۵	۵/۵۰	۴/۴۸	۳/۳۶
۹۰۰	۴/۰۵	۵	۵/۵۸	۴/۰۸	۲/۳۷	۶/۲۲	۵/۶۵	۶/۱۰	۵/۰۴	۳/۷۸
۱۰۰۰	۴/۵۰	۰	۶/۲۰	۴/۵۰	۲/۶۳	۶/۹۰	۶/۲۵	۶/۷۰	۵/۶۰	۴/۲۰

کار کارگری دارد. از این رو، با استفاده از کودهای شیمیایی، تجزیه شونده (آزادشونده) تدریجی که به مرور در طول دوره رشد گیاه آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می گیرد می توان این هزینه و نیاز کارگری را برطرف کرد. این کودها، کارایی و اثرات بیشتری نسبت به کودهای محلول در آب دارند، زیرا مقادیر بیشتری از عناصر غذایی مورد نیاز به وسیله کودهای شیمیایی دیر تجزیه شونده تأمین و جذب گیاه می شود از طرفی به علت آزاد شدن تدریجی عناصر در محیط ریشه، امکان شسته شدن و خروج عناصر غذایی از دسترس گیاه و انتقال آنها به آبهای زیرزمینی و زه آب ها بسیار کم و ناچیز خواهد بود. این مسأله بسیار مهم و دارای اهمیت است و امروزه مورد توجه دولت مردان قرار گرفته و در صدد تنظیم مقررات و ضوابط هستند که مقدار موادی را که دارد آبهای زیرزمینی می شوند، کنترل کنند. معمولاً از نقطه نظر تجاری، تأکید کمتری از نظر کیفیت و محتوای مواد موجود در گیاه از طرف مصرف کننده نهایی به عمل آمده و به ندرت مورد بررسی و تحقیق قرار می گیرد. استفاده درست از کودهایی که به تدریج آزاد می شوند، تولیدکننده را مطمئن می سازد که به اندازه کافی از عناصر غذایی موجود در کود ضمن مصرف کامل به وسیله گیاه، پس از برداشت محصول باقی خواهد ماند. اگرچه محصولات و گیاهان را می توان به طور گسترده با این نوع کودها تغذیه کرد، ولی بسیاری از کشتکاران (پرورش دهندگان) جهت جلوگیری از آثار احتمالی کمبود، معمولاً از کود به صورت مکرر استفاده می کنند.

کودهای با پوشش پلاستیکی

از کودهای شیمیایی با پوشش پلاستیکی که عناصر پوشش یافته در آنها به تدریج آزاد شده و مورد استفاده گیاه قرار می گیرند می توان کودهای تحت نام تجاری اسموکوت (Osmocote) و سیرا (Siera) را نام برد. این کودها دارای پوشش پلاستیکی و به فرم گرد و خشک، به قطر (۳ میلی متر) و یا کمتر بوده و محتویات داخل این پوششها از نیترات

یتاسیم و سولفات آمونیوم است.

– این کودها را پیش از کاشت به محیط (بستر) ریشه اضافه می‌کنند. بخار آب موجود در محیط خاک به دیوارهٔ کیسولها (به پوششها) نفوذ می‌کند. بر اثر انقباض سطح کود به علت فشار بخار آب، دفعتهً فشار بخار آب کاهش می‌یابد. این وضعیت باعث می‌شود که رطوبت داخل کیسول در مقایسه با رطوبت محیط خارج آن کاهش یابد. در نتیجه آب از محیط خارج کیسول به داخل آن (وارد می‌شود) تا فشار داخل و خارج کیسول به حال تعادل درآید. در این حال آب به اندازه کافی جهت حل کردن کود وارد کیسولی شده و آن را به صورت محلول درمی‌آورد. از طرفی بر اثر ورود آب به داخل کیسول و ایجاد فشار از داخل کیسول بر روی دیوارها، سبب حجیم شدن و در نهایت شکاف برداشتن کیسول می‌شود و ایجاد فشار از داخل کیسول بر روی دیوارها، سبب حجیم شدن و در نهایت شکاف برداشتن کیسول می‌شود و با ایجاد شکاف، محتویات کیسول وارد محلول خاک (بستر) می‌شود که ریشه‌های گیاه می‌توانند از آنها استفاده کنند. مدت دوام این فرآیند به ضخامت پوشش کیسول و میزان و نوع محتویات آن بستگی دارد.

اسموکوت (osmocote) به نسبت‌های ۱۴-۱۴-۱۴ و ۱۲-۶-۱۹ همچون کود گلخانه‌ایی است که در مدت ۳-۴ ماه آزاد می‌شود. فرم ۱۳-۱۳-۱۳ و ۱۲-۶-۱۸ برای آزاد شدن به ۸-۹ ماه زمان نیاز دارند (در شرایطی که درجه حرارت محیط ریشه حدود ۲۱ درجه سانتی‌گراد بوده باشد) فرم اولی برای گیاهان گلخانه‌ای که ۱۴-۱۲ هفته در گلخانه باقی می‌مانند بسیار مناسب است. فرم آخری نیز برای گیاهانی مانند آزالیا، میخک و موز که مدت بیشتری در گلخانه باقی می‌مانند بسیار مناسب است. باید توجه داشت که نسبت عناصر N.P.K در این دو نوع کود تقریباً برابر ۱:۱:۱ و ۲:۱:۳ می‌باشند. در جدول ۸-۸ لیست کامل کودهای تجاری اسموکوت (osmocote) و سیرا (Sierra) و طول دوره لازم برای آزاد شدن آن و نیز نسبت‌های عناصر کودی درج شده است.

جدول ۸-۸ کودهای شیمیایی اسموکوت (osmocote) و سیرا (Sierra) و زمان لازم برای آزاد شدن هر یک

تجزیه (نسبت کودی)	مدت دوام (ماه)	نام محصول، نام کود
۱۴-۱۴-۱۴	۳-۴	اسموکوت
۱۹-۶-۱۲	۳-۴	اسموکوت
۱۳-۱۳-۱۳	۸-۹	اسموکوت
۱۸-۶-۱۲	۸-۹	اسموکوت
۱۷-۷-۱۲	۱۲-۱۴	اسموکوت
۱۵-۱۰-۱۲	۳-۴	سیرا
۱۵-۱۰-۱۰	۵-۶	سیرا
۱۷-۶-۱۲	۳-۴	سیرا
۱۷-۶-۱۰	۸-۹	سیرا
۱۶-۶-۱۰	۱۲-۱۴	سیرا
۱۲-۱۰-۱۷	۳	سیرا مخصوص داودی
۱۳-۱۲-۱۱	۵	سیرا مخصوص شمعدانی
۱۲-۱۲-۱۵	۳	سیرا مخصوص شمعدانی
۱۶-۸-۱۲	۸-۹	سیرا مخصوص (قرص)

محصولات سیرا (Sierra) تمام عناصر میکرو را (کم مصرف را) داراست، و درحالی که محصولات اسموکوت (osmocote) عناصر کم مصرف (میکرو) را ندارند.

– ناتریکوت (Nutricote) محصول دیگری است که از نظر مکانیسم همانند و شبیه به اسموت Osmote بوده و در بازار موجود است. این تیپ ها محتوی انواع کودهای جامد و یا مایع (محلول) بوده و دارای پوشش زمینی هستند. ترکیب و نوع رزین آنها متفاوت بوده و براساس نوع رزین مدت زمان لازم برای آزاد شدن کود به ترتیب ۴۰، ۱۰۰، ۱۴۰، ۱۸۰، ۲۷۰، ۳۶۰ روز خواهد بود، مشروط بر اینکه درجه حرارت بستر ۲۵ درجه سانتیگراد و نسبت کودی آن ۱۴-۱۴-۱۴، ۱۰-۱۰-۱۶ و ۱۰-۷-۲۰ بوده باشد. در جدول ۸-۹ دستورات کودی لازم گفته شده است. نکته قابل توجه و مهم این است که

هرگز نباید کودهای اسموکوت (Osmocote) و ناتریکوت (Nutricote) را با بخار ضدعفونی کرد. زیرا این عمل باعث آزاد شدن مقادیر زیادی از عناصر غذایی شده و افزایش غلظت مواد غذایی نهایتاً به گیاه و محصول صدمه می‌زند در هر حال فرم ازت به صورت آمونیوم ونیترات در کودهای اسموکوت، سیرا و نایریکوت خوب معادل شده است.

کودهایی که به آرامی حل می‌شوند (کودهای حل‌شونده تدریجی)

گچ و سنگ آهک مثال‌هایی (نمونه‌هایی از کودهایی هستند که قابلیت حل شدن آنها محدود است و وقتی آنها را به خاک می‌دهیم درصد کمی از آن به صورت قابل استفاده گیاه در می‌آید. چون میزان قابل استفاده و مورد نیاز از طریق گیاه جذب شده و یا شسته می‌شوند و از دسترس گیاه خارج می‌شوند، مقدار بیشتری برای جایگزینی آنها آزاد شده و قابل مصرف می‌شود.

– کود mag Amp نمونه خوبی از کودهای کامل است. این کود ترکیبی است از فسفات آمونیوم منیزیم و فسفات پتاسیم منیزیم، با نسبت کودی ۶-۴۰-۷ که یک منبع مهم و مؤثر و شامل عناصر ازت، فسفر و پتاسیم، برای سه تا چهار ماه از طول دوره رشد گیاه است. این کود مستقیماً در محیط ریشه (در بستر کاشت گیاه) قابل استفاده بوده و در جدول ۸-۱۰ میزان مصرف و نوع گیاه قابل توصیه گفته شده است.

بالا بودن میزان فسفر در کود mag Amp غیرمعمول بوده در نتیجه باعث کاهش میزان جذب و مصرف عناصری چون آهن، منگنز، مس و روی می‌شود. از این رو در مصرف کودهای میکرو همراه با این کود باید دقت و توجه کافی مبذول داشت. این کود، دارای ۱۲ درصد منیزیم بوده و از این نظر مقدار آن به حدی است که می‌تواند با کلسیم در جذب رقابت کند. از این جهت باید مقدار کلسیم در محیط ریشه به اندازه‌ای باشد که هیچ‌گونه کمبودی مشاهده نشود. این مسأله مخصوصاً در مناطقی که درصد کلسیم در

جدول ۹-۸- مقدار کود مورد مصرف نایکوت (Nutricote)

بر حسب کیلوگرم در مترمکعب بستر ریشه (۱)

گیاهان پرتوقع	گیاهان	مدت لازم برای	گیاهان پرتوقع
(با نیاز بیشتر) (۴)	با نیاز متوسط (۳)	گیاهان حساس (۲)	آزاد شدن کود (روز)
۱۰-۱۰-۱۶ و ۱۴-۱۴-۱۴			
۴۰	۱/۷۵ (۱)	۳/۵ (۲)	۵ (۳)
۷۰	۲/۵ (۱/۵)	۵ (۳)	۸/۵ (۵)
۱۰۰	۳/۵ (۲)	۷/۵ (۴/۴)	۱۲ (۷/۱)
۱۴۰	۵ (۳)	۹ (۵/۳)	۱۳ (۷/۷)
۱۸۰	۷ (۴/۱)	۱۲ (۷/۱)	۱۵ (۸/۹)
۲۷۰	۹ (۵/۳)	۱۴ (۸/۳)	۱۷ (۱۰/۱)
۳۶۰	۱۲ (۷/۱)	۱۷ (۱۰/۱)	۲۰ (۱۱/۹)
۱۰-۷-۲۰			
۴۰	۱ (۰/۶)	۲/۵ (۱/۵)	۴ (۲/۴)
۷۰	۲ (۱/۲)	۴ (۲/۴)	۶ (۳/۶)
۱۰۰	۳ (۱/۸)	۶ (۳/۶)	۸ (۴/۷)
۱۴۰	۴ (۲/۴)	۷ (۴/۱)	۱۰ (۵/۹)
۱۸۰	۵ (۳)	۸ (۴/۷)	۱۱ (۶/۵)
۲۷۰	۷ (۴/۱)	۱۰ (۵/۹)	۱۳ (۷/۷)
۳۶۰	۹ (۵/۳)	۱۲ (۷/۱)	۱۵ (۸/۹)

۱- برای بستر شنی و سبک با قدرت زهکشی و نفوذپذیری زیاد (با ظرفیت تبادل یونی کمتر) مقادیر بیشتری باید کود مصرف شود، برای بسترهای سنگین با خاکهای رسی (با ظرفیت تبادل یونی بیشتر) مقدار مصرف کمتر می‌شود.

۲- بنفشه آفریقائی، آزالیا، سرخس‌ها، ثعلب‌ها (ارکیده‌ها) و سبزیجات گلخانه‌ای.

۳- گیاهان زمینی، گیاهانی که گل‌های آنها را می‌چینند.

۴- اغلب گیاهان گلدانی و گیاهانی که دارای شاخ و برگ سبز هستند.

جدول ۱۰-۸ مقدار و برنامه کودی در mag AMP همچون کود تجزیه‌شونده تدریجی

نوع گیاه	مقدار مصرف	درجه mag AMP
گیاهان زمینی	۵۶ کیلو در مترمکعب	متوسط
گیاهان گلدار برای تولید گل بریده	۷۵/۰ کیلوگرم در مترمربع	متوسط
شمعدانی	۶۷ کیلوگرم در مترمکعب	متوسط
داودی گلدانی	۹۱۲ کیلوگرم در مترمکعب	متوسط
سوسن عید پاک، بنت‌القنصول		

آب کمتر است بیشتر مشهود می‌شود. این کود در معیار و میزان $\frac{1}{3}$ به همراه کود تکمیلی، کودی معمول و متداول در انگلستان به‌شمار می‌رود. ازت موجود در کود تکمیلی باید به‌صورت نیترات بوده تا بتواند کمبود ازت موجود در mag AMP را جبران کند، زیرا تمام ازت موجود به فرم آمونیایی و به علاوه اوره است.

فرمالدئید اوره

این کود شیمیایی ازته‌ای که به آرامی آزاد می‌شود (به مرور تجزیه می‌شود) تحت نامهای تجارتي مختلف از جمله بورودنس ۳۸ (Borden's)، اوره فرم (uren form) و اورامیت (Uramite) به بازار عرضه می‌شود. این دارای ۳۶ درصد ازت بوده و به آرامی آزاد می‌شود. حدود $\frac{2}{3}$ آن در سال اول و بقیه آن در سالهای بعد آزاد می‌شود. کاربرد این کود، بیشتر در چمنهای خانگی و چمنهای زمین گلف است. بیشتر فرمالدئید اوره در ترکیبات زنجیره‌ای بلند باقی مانده و ریشه‌های گیاه نمی‌تواند آن را جذب کند. وقتی در داخل خاک قرار بگیرد میکروارگانسیم‌ها از زنجیرها تغذیه کرده و آن را به اجزاء کوچکتر شکسته و تبدیل می‌کنند که بخشی از آن اوره است. اوره فرمی از ازت است که به آسانی مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. تجزیه آن به اجزاء کوچکتر به زمان طولی نیاز دارد. - فرمالدئید اوره به دو دلیل به مقدار زیاد در گلخانه‌ها کاربرد ندارد، مگر اینکه به حالت

مخلوط باشد. اولاً این کود فقط دارای ازت بوده و فاقد پتاسیم است. دوم این که فرم ازت آن به صورت اوره بوده که نهایتاً در خاک یا در گیاه به آمونیوم تبدیل می شود. همان طوری که پیش از این گفته شده است بسیاری از گیاهان گلخانه ای واکنش زیادی به ازت آمونیوم در سطح وسیعی نشان نمی دهند. برخی از پرورش دهندگان آزاله، از فرمالدئید اوره به صورت بخش سطحی جهت جلوگیری از کمبود ازت استفاده می کنند. زیرا این گیاه به ازت بیشتری در مقایسه با پتاسیم نیاز دارد. مقدار مصرف این کود در مراحل رشد سریع گیاه، یک قاشق چایخوری (۵ گرم) در هر گلدان ۱۵ سانتی متری در موقع رشد زیاد در هر دو ماه یکبار است. علاوه بر این، یک کوددهی دوباره و مکرر نیز لازم است (به جدول ۴-۸ مراجعه کنید).

کودهای پوشش دار گوگردی

بعضی از کودهای شیمیایی مانند اوره، پلی فسفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم را با ترکیباتی از گوگرد که مثل موم (خمیر) هستند پوشش داده می شود. ترکیبات مختلفی از پوشش های گوگردی با نسبتهای متفاوت کودی به کار برده می شوند و درجات متفاوتی مانند ۱۳-۱۳-۱۲، ۱۲-۶-۲۱ و ۰-۳۴-۷ به دست می آید. آزاد شدن مواد غذایی کود پوشش یافته، بستگی به فعالیت میکروارگانیزمهای خاک دارد که عناصر غیر محلول گوگردی را به عناصر محلول گوگردی تبدیل می کنند. هنگامی که این حالت پدید آمد (اتفاق افتاد) آب وارد کپسول گوگردی شده و محتویات کودی آن را حل می کند. معمولاً زمان لازم برای شروع آزادسازی کود از کپسولهای گوگردی ۳ تا ۴ ماه به طول می انجامد ولی در عین حال بستگی کامل به ترکیبات پوشش گوگردی دارد که برخی از این پوششها می تواند تا یک سال نیز دوام داشته باشد. کودهای پوشش دار گوگردی را برای گیاهان غیرآپارتمانی و هوای آزاد مانند فضای سبز، خزانه ها و چمنکاریها به کار می برند. این کود، در گلخانه ها

کاربرد وسیعی ندارد، زیرا محتویات ازت آنها یا آمونیوم است یا اوره، امکان عملی پوشش دار کردن نیترات ها با گوگرد و ترکیبات آن، به علت خطر انفجار مقدور نیست لذا کودهای پوشش دار گوگردی نمی توانند محتوی نیتراتها باشند.

عناصر کم نیاز کلاتی (شلاتی)

کلمه کلات منشأ یونانی داشته و معنی لغوی آن پنجه و چنگال است. این کود بسیار مهم و پرفایده است. زیرا دارای آهن، منگنز، روی و مس هستند. ریشه گیاهان می توانند با ترکیبات کلاتی، عناصر میکرو را جذب کنند، سپس عناصر میکرو در داخل گیاه از ترکیبات جذب شده آزاد می شود. نوع دیگری از کلاتها وجود دارد که عناصر آنها پس از آزاد شدن در خاک، به طور جداگانه از طریق گیاه جذب می شوند ولی سرعت جذب آنها در مقایسه با جذب کلات کمتر است. هنگامی که اسیدیته (PH) خاک، بالاتر از حد مناسب گیاه باشد، این خاک دارای مقادیر بیشتری از هیدروکسید و احتمالاً کربنات بوده که باعث تثبیت و ته نشین شدن آهن، منگنز، روی و مس می شود. مواد تثبیت شده غیر محلول بوده و نمی تواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد. عناصر کم مصرف کلاتی از تثبیت در امان هستند. به هر حال عناصر کم نیاز (میکرو) به تدریج از کلات آزاد شده پیش از اینکه تثبیت شوند مورد استفاده گیاه قرار می گیرند. ارزش و اهمیت کلات در دیرتر آزاد شدن و تدریجی بودن روند تجزیه و جذب آن است.

— به طور سنتی پرورش رزها در محیط های تا حدی اسیدی با اسیدیته (PH) بین ۵-۶/۵ معمول بود. ولی به مرور زمان مشخص شده است که در PH پایین مقدار زیادی آهن قابل جذب آزاد می شود و در چنین شرایطی میزان آهن تثبیت شده خیلی کمتر می شود. در واقع رز در اسیدیته بالا خوب رشد می کند، به شرطی که مقدار کافی آهن قابل استفاده (قابل جذب) در اختیار گیاه قرار گرفته باشد. امروزه آهن را به طور مرتب و به فرم کلات به میزان (۴/۹ گرم در متر مربع) از سطح بستر و هر سه ماه یکبار به محیط

ریشه (به گیاه) می‌دهند. گرچه یکی از منابع آهن، سولفات آهن است که قیمت آن در مقایسه با کلات آهن بسیار ارزان است، لیکن، در شرایط نامساعد اسیدیته بالا، سولفات آهن می‌تواند بسیار گران تمام شود. زیرا در مقایسه با کلات آهن به مقدار بیشتری از سولفات آهن نیاز است. از طرفی سولفات آهن خیلی سریع آهن مورد نیاز را در محلول خاک (بستر) آزاد می‌کند و در نتیجه مقدار زیادی از آن در محیط ریشه تثبیت و غیرقابل استفاده می‌شود. از این رو از این نوع کود آهن کمتر مصرف می‌کنند.

— فرم کلاتی آهن، مگنر، روی و مس فرمهای بسیار معمول و متداول کودهای شیمیایی قابل استفاده در گلخانه‌ها به‌شمار می‌روند. از طرفی به علت داشتن خاصیت حلالیت خوب، در ساخت فرمولهای کودی ترجیحاً از کلاتها استفاده می‌کنند. همچنین به منظور از بین بردن نشانه‌های کمبود عناصر میکرو مخصوصاً در شرایط PH بالا فرمهای کلاتی بر دیگر فرمها برتری دارد. در صورتی که اسیدیته خاک نرمال (طبیعی) باشد بهتر است از کودهای ارزان قیمت چون سولفات آهن استفاده شود. کلاتهای مگنر، روی و مس در مقایسه با کلات آهن خاصیت برتری از خود نشان نمی‌دهد، مگر اینکه PH خاک خیلی بالا بوده باشد. قیمت بالای فرم کلاتی مگنر، روی و مس معمولاً مصرف آنها را کم و محدود کرده و گاهی کاربرد آن را، به علت مقرون به صرفه نبودن غیرممکن می‌سازد. فرم سولفاتی آنها مؤثر بوده و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه است.

— بعضی از تعاریف به مطالعه و درک جدول ۱۱-۸ کمک خواهند کرد.

نکروزیس عبارت است از فرآیندی که در آن کلروفیل (سبزینه) گیاه از بین می‌رود. بافتهای برگ، به تدریج سبز روشن و بالاخره زرد می‌شود. نکروزیس؛ عبارتست از مرگ بافتهای گیاهی که در آن، بخشهایی از بافتهای برگ، به رنگ قهوه‌ای درمی‌آید. کلروزیس بین رگبرگها؛ عبارتست از کلروزیسی است که در بین رگبرگها ظاهر می‌شود. رگبرگها سبز باقی می‌مانند. بیماری پیچیدگی (جاروی جادوگر) معمولاً بر اثر کمبود بُر به وجود می‌آید. زیرا بُر بیشتر برای تشکیل غنچه‌های گل لازم است تا تشکیل اندامهای

هوایی و شاخ و برگ. هنگامی که گیاه به مرحله تولید گل می‌رسد، به علت کمبود بُر گل‌های تشکیل شده سقط می‌شوند (می‌میرند) و شاخه‌های جانبی به سرعت رشد می‌کنند. این عمل ادامه یافته تا اینکه شاخه‌های تولید شده شکل جارو را به وجود می‌آورند. برگ‌های تسمه‌ای (شلاق‌ی یا قیطانی)؛ بر اثر کمبود کلسیم بروز می‌کنند و در آن برگ‌های گیاه دراز، باریک و شبیه تسمه یا قیطان می‌شوند.

آزمایش خاک

در تجزیه خاک معمولاً مقدار اسیدیته (PH) خاک (بستر کاشت) و میزان و نوع نمک‌های محلول در خاک تعیین و مشخص می‌شود. هیچ‌کدام از اینها در، مشاهدات علایم ظاهری و یا تجزیه شاخ و برگ به دست نمی‌آید. بخش بسیار ناچیزی از کل عناصر غذایی موجود در خاک، بی‌درنگ مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. فرآیند آزمایش خاک باید، نسبت عناصر غذایی موجود در خاک را نشان دهد. آزمایش خاک معمولاً به هنگام رشد و نمو گیاه صورت می‌گیرد، اما ارزش آن با آزمایش پیش از کاشت همسان و برابر است. میزان اسیدیته (PH) بستر کاشت گلخانه پیش از کاشت به خوبی قابل تنظیم است زیرا در صورت نیاز با افزودن سنگ آهک و یا گوگرد می‌توان PH مورد نظر را در خاک تنظیم و فراهم کرد. با انجام آزمایش خاک نوع کود مصرفی را می‌توانیم تعیین کنیم.

– تجزیه خاک و انجام آزمایشهای مربوط به آن در انستیتوها و یا در آزمایشگاههای مربوط انجام می‌گیرد. پرورش‌دهندگان گیاهان در محیط‌های گلخانه‌ای می‌توانند ابزار مورد نیاز را برای انجام آزمایشهای لازم بستر کاشت خود تهیه کرده و در همانجا، نسبت به انجام آزمایشهای مربوطه اقدام کنند. با استفاده از وسایل ارزان قیمت و ساده، با دقت عمل متوسط، معمولاً می‌توان میزان تقریبی عناصر غذایی را مشخص کرد. با تهیه وسایل دقیقتر امکان تعیین اسیدیته خاک (PH) و میزان نمک‌های محلول را

اندازه گیری کرد. اصولاً هر گلخانه دار، باید یک دستگاه اندازه گیری PH و یک دستگاه اندازه گیری نمکهای محلول داشته باشد، تا بتواند ظرف مدت ۳۰ دقیقه نسبت به تعیین PH و املاح اقدام کند.

علایم لزوم کوددهی

مشکلات کوددهی (تغذیه گیاه) حتی در بهترین برنامه های کوددهی بروز خواهد کرد. یک پرورش دهنده دقیق و آگاه برای برنامه کوددهی خود سه سیستم اخطارکننده در نظر گرفته و می تواند مشکلات را پیش بینی کرده و نسبت به رفع به موقع آنها اقدام کند. این سه سیستم عبارتند از: (۱) علایم ظاهری، (۲) آزمایش خاک (بستر) و (۳) تجزیه برگ. اجرای هر یک از این آزمایشها، اطلاعاتی را در اختیار قرار می دهند که سایر سیستمها و روشها به این دقت عمل نمی کنند.

علایم ظاهری

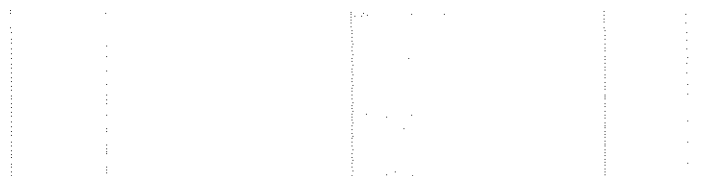
معمولاً علایم ظاهری وقتی بروز می کند که گیاه به حد کافی آسیب و صدمه دیده است. اغلب بخشی از آسیب قابل رؤیت و ملاحظه است. از این رو نباید مشاهده کمبود و عارضه و صدمه را معیار کوددهی در مد نظر داشت. علایم کمبود هر عنصر غذایی نسبت به هم متفاوت بوده و معمولاً هر یک از آنها در گیاهان مختلف مشخص و یکسان است. این علایم کمبود در جدول ۸-۱۱ درج شده و در اشکال ۵-۸ تا ۱۶-۸ نشان داده شده است. باید گفت که بعضی از گیاهان این علایم را بروز نداده و برخی ممکن است علایم غیر از اینها را نشان بدهند. در اینجا فقط علایم و آثار معمول و مشخص ظاهری نشان داده شده اند.

— نحوه برداشت و تعداد نمونه مورد نیاز برای انجام آزمایشهای بالا که از یک بستر کاشت

تهیه می‌شود بسیار مهم و دارای اهمیت است. برای تعیین محدوده و سطح هر یک از نمونه‌ها، فرد عامل باید اطلاعات کافی از منشأ بستر و تاریخچه کودی آن داشته باشد. زیرا انواع مختلف مواد تشکیل‌دهنده بستر گلخانه تأثیرات متفاوتی در عناصر غذایی گیاه دارند. مثلاً میزان پتاسیم جذب شده و تثبیت شده در خاک رس بیشتر از سایر خاکهاست، درحالی‌که پوست درختها و بسترهای بدون خاک پیتی و خزهای معمولاً با کمبود عناصر میکرو بخصوص با کمبود آهن روبرو هستند.

اگر چه ممکن است در یک برنامه کودی یکسان، دو نمونه برداشت شده عناصر غذایی متفاوتی داشته باشند و این اختلاف شاید به قدری باشد که نیاز به تجزیه و آزمایش نمونه دیگری از خاک باشد. از طرفی یک بستر کاشت ممکن است تحت دو برنامه کودی تغذیه شده باشند که توسط دو گیاه مختلف حاصل شود. حتی اگر فقط یک گیاه در این نقاط کشت شود، لازم است که دو نمونه خاک برای آزمایش برداشت، زیرا ممکن است برای یک نقطه در مقایسه با نقطه دیگر کود بیشتری مثلاً فسفر داده باشیم.

یک فاکتور خیلی مهم و دقیق دیگری که در آزمایش خاک، در نظر و مورد توجه قرار خواهد گرفت، میزان اطلاعات و آشنایی و تشخیص فرد عاملی است که از تغییرات حاصله در گلخانه کاملاً مطلع است. برای مثال، یک پرورش‌دهنده گل داودی، تجارب کافی از صدمات ریشه‌ای، نکروزه شدن کنار و انتهای برگها و از رشد باز ایستادن (توقف رشد) گیاهان خارج از گلخانه‌ای در بسترهای خاکی در فصول بارندگی دارد، اشکال را در عدم اجرای برنامه درست زهکشی می‌داند. از نظر علمی در این شرایط، کمی اکسیژن سبب می‌شود که مقادیر قابل ملاحظه‌ای از منگنز ذخیره شده در خاک تبدیل به فرم قابل استفاده شده و در نتیجه به علت بالا رفتن مقدار منگنز فعال باعث سوختگی در گیاه می‌شود. در این صورت، بسترها اگر خوب زهکشی شوند و تهویه خاک درست انجام شود و هوای کافی در خاک باشد، از تبدیل منگنز غیرفعال به حالت قابل استفاده و فعال جلوگیری می‌شود. از این رو جهت روشن شدن مشکل، فرد عامل و آشنا فقط

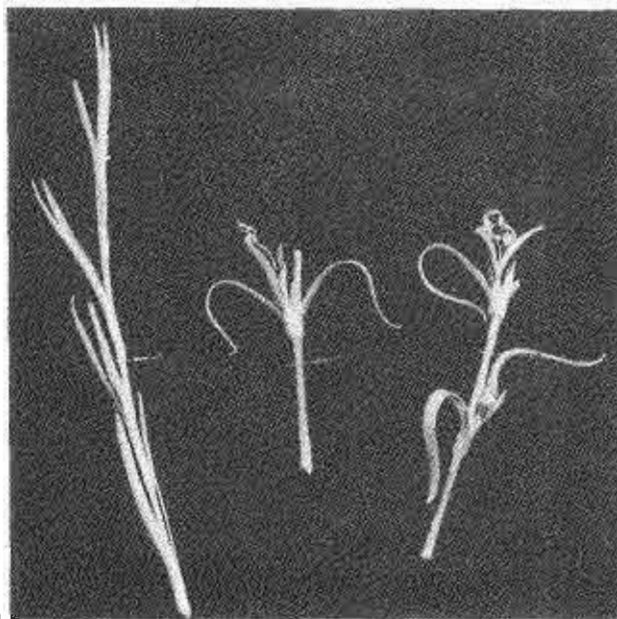


جدول ۱۱-۸- کلید شناسایی آثار و علائم کمبود عناصر غذایی

علائم کمبود	عناصر کمبود	شکل مرجع
a - علائم بیشتر زرد شدن شاخ و برگ		
b - تمام کنار و نوک برگها زرد است		
c - فقط برگهای پایین زرد شده و به دنبال آن نکروزه شدن و ریختن برگها	ازت	۸-۵
cc - تمام برگهای گیاه تحت تأثیر قرار گرفته و کم رنگ به نظر می رسند	گوگرد	۸-۱۰
bb - زرد شدن برگها یا کلروزیس بین رگبرگها		
c - فقط برگهای تازه تشکیل شده و مسن ترها آثار کلروزیس را دارند	منیزیم	۸-۹
cc - فقط برگهای جوان کلروزیس نشان داده و فقط رگبرگها سبز باقی می ماند	آهن	۸-۱۱
b - علاوه بر آثار کلروزیس بین رگبرگی در برگهای جوان، نقاط نکروزه خاکستری و یا خرمایی رنگ در بخشهای کلروزیس دیده می شود.	منگنز	۸-۱۲
dd - درحالی که برگهای جوان کلروزیس بین رگبرگی دارند، نوک و کناره برگها سبز باقی مانده و به دنبال آن کناره های برگ به سرعت نکروزیس نشان می دهند	مس	۸-۱۴
ddd - برگهای جوان بسیار کوچک مانده، بعضاً انتهای برگها از بین رفته، میان گره ها کوتاه شده و گیاه به حالت روزت دیده می شود.	روی	۸-۱۳
aa - علائم بیشتر زرد شدن شاخ و برگ نیست.		
b - علائم کمبود در پایین گیاه مشخص است.		
c - ابتدا رنگ برگها سبز تیره است و سپس رشد گیاه متوقف می شود		
c - رنگهای ارغوانی در برگ ظاهر می شود، مخصوصاً در گیاهان مسن.	فسفر	۸-۶
cc - کناره برگهای پیر زرد شده و سپس حالت سوخته به خود می گیرند، یا نقاط کوچک کلروزیس مشاهده شده و سپس آنها به نقاط نکروزه در نوک و حاشیه برگها تبدیل می شوند.		
bb - علائم کمبود در انتهای گیاه ظاهر می شود.	پتاسیم	۸-۷
c - جوانه های انتهایی می میرند، حالت جارومانند بوجود می آید.		
برگهای جوان ضخیم، چرم مانند و زرد می شوند. برگهای جوان در قاعده کوچک مانده و به تدریج قاعده برگ پوسیده و دستجات آوندی به رنگ سیاه درمی آیند.		
cc - کناره برگهای جوان تشکیل می شوند و بعضاً باعث پیچ خوردن برگها می شوند. مراکز و نقاط رشد از توسعه و گسترش بازایستاده، رنگ سبز روشن و کلروزیس ناجوری در بافتهای جوان مشاهده می شود. رشد ریشه ها کم و ریشه ها کوتاه و ضخیم به نظر می رسند.	کلسیم	۸-۸
	بر	۸-۱۵

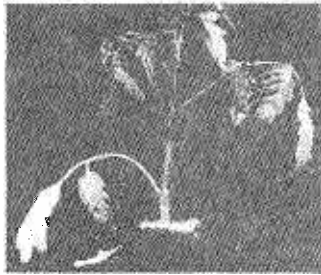


الف

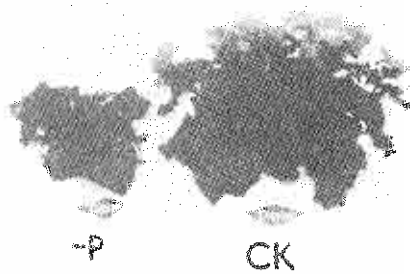


ب

شکل ۵-۸ - کمبود ازت و سوختگی: علائم کمبود ازت، ابتدا از برگهای پایین (پیرتر) شروع شده و سپس به سایر بخشهای گیاه توسعه پیدامی کند. رنگ برگها، سبز روشن می شوند که به تدریج زرد و بالاخره حالت نکروزیس پدید می آید. در برگهایی که لایه جدا کننده دم برگ تشکیل شود، برگها می ریزند، کل گیاه از رشد باز می ایستد. الف) نشان دهنده یک سری از گیاهان بگونیا (Rieger begonia) است که از چپ به راست از حالت کمبود و اضافه کردن ازت تا ایجاد حالت سوزاندگی بر اثر افزایش میزان ازت دیده می شوند، گیاهانی که کمبود ازت دارند از رشد باز ایستاده اند و شاخه های جانبی ضعیفی دارند و در برگهای آنها کنروزیس مشاهده می شود. گیاهانی که از زیادی ازت آسیب دیده اند (سوخته اند) نیز از رشد باز ایستاده، شاخه های جانبی رشد کمی دارند و رنگ آنها سبز تیره است. گذشته از این علائم، سوختگی ازت، دارای علائم و خسارات ناشی از املاح محلول نیز هستند، مانند پژمرده شدن آنها در روزهای روشن، برگهای نکروزه شده و ریشه های مرده (مرگ ریشه ها) ب) کمبود ازت در گیاه میخک، باعث به وجود آمدن حالت ویژه ای می شود که به آن حالت پیچیدگی انتهایی گفته می شود. انتهای برگها جفت شده و به مرور که گیاه رشد می کند برگها حالت پیچیدگی به خود می گیرند. همچنین، کمبود ازت در میخک باعث تشکیل برگهای باریک و ترد و شکننده می شود.



ب

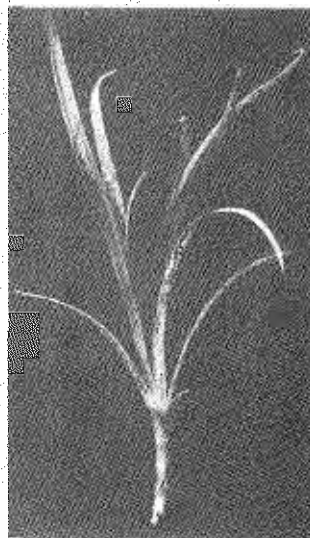


الف

شکل ۶-۸ - کمبود فسفر: الف) برگها ظاهراً سالم به نظر می‌رسند، اما رنگ آنها نسبت به برگهای نرمال (طبیعی) سبز تیره به نظر می‌رسند. گیاهی که در حالت کمبود است ظاهر خوبی دارد اما معمولاً کوچکتر از گیاهان طبیعی هستند. به طوری که این واقعیت با مقایسه گیاه بگونای سالم سمت راست کاملاً مشخص است. ب) برگها در نهایت به حالت کلروزیس درآمده و چنانکه در گیاه گوجه‌فرنگی دیده می‌شود، حالت نکروزیس در برگها پدیدار شده و در بعضی از گیاهان رنگهای ارغوانی ظاهر می‌شود.



ب



الف

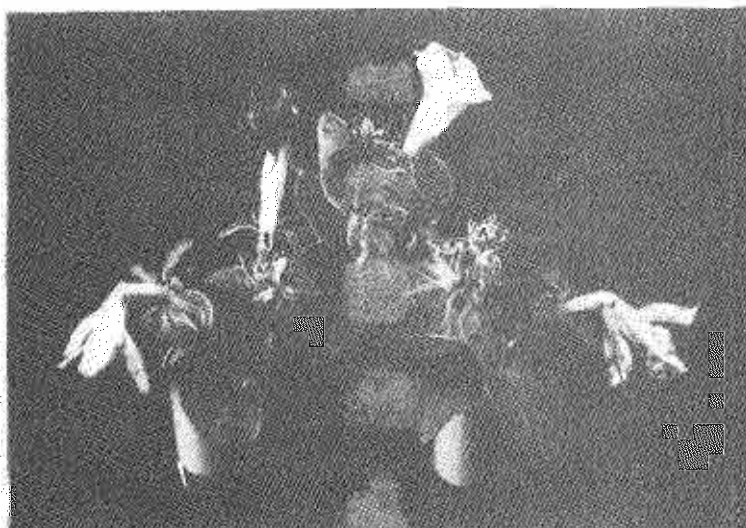
شکل ۷-۸ - کمبود پتاس: علایم کمبود ابتداء در برگهای پیر به صورت کلروزیس (زرد شدن) ظاهر شده و سپس به سرعت به نکروزیس تبدیل می‌شوند. علایم کمبود و در بعضی از گیاهان مانند بگونیا ممکن است از حاشیه برگها شروع شده و یا ممکن است در بعضی از گیاهان مانند میخک از وسط برگها شروع شود. الف) نقاط نکروزه بیشتر شده و در نهایت کل برگ را از بین می‌برد. چنانکه در برگهای گوجه‌فرنگی می‌بینید. ب) در کل گیاه از بخش پایین تا بالا، آثار و علایم کمبود و خسارت مشخص است.



ب



الف

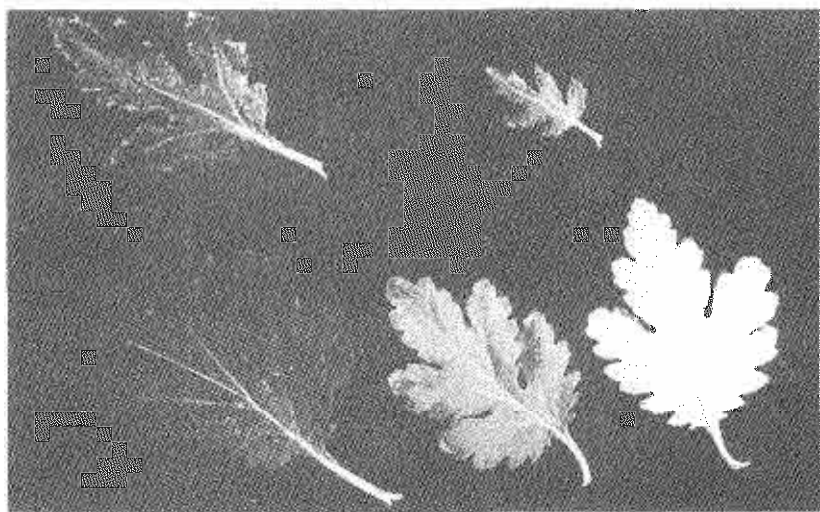


پ

شکل ۸-۸ - کمبود کلسیم: علائم کمبود این عنصر، معمولاً در بخشهای بالای گیاه، به صورت کلروزیس نسبتاً غیرمنظم در برگها و تشکیل بافتهای غیرتکامل یافته ظاهر می شود. (الف) برگهای گل داودی گیاه پرورش یافته در گلدان، به طور کامل تکمیل نشده اند و برگها به صورت باریک، دراز و شلاقی هستند. (ب) معمولاً مریستمهای انتهایی (نقاط رشد) از نمو باز ایستاده و سست و ضعیف به نظر می رسد، چنانکه در گیاه رز مشاهده می شود، در طرف چپ ساقه بخش پایین برگهای تکامل نیافته و رشد نکرده دیده می شود. (پ) به طوری که در گیاه اطلسی مشاهده می شود، بافتهای گل نیز، به طور کامل تشکیل نشده و نهایتاً بافتهای انتهایی گلبرگها و لوله جام به علت عدم تکامل خراب شده است.



شکل ۹-۸ - کمبود منیزیم: علائم کمبود منیزیم مثل علائم کمبود ازت و پتاسیم از برگهای پایین گیاه شروع شده و به طرف بالا پیشرفت می کند. چنانکه در گیاه اطلسی دیده می شود، زرد شدن بین رگبرگها از علائم مشخصه کمبود این عنصر غذایی است.



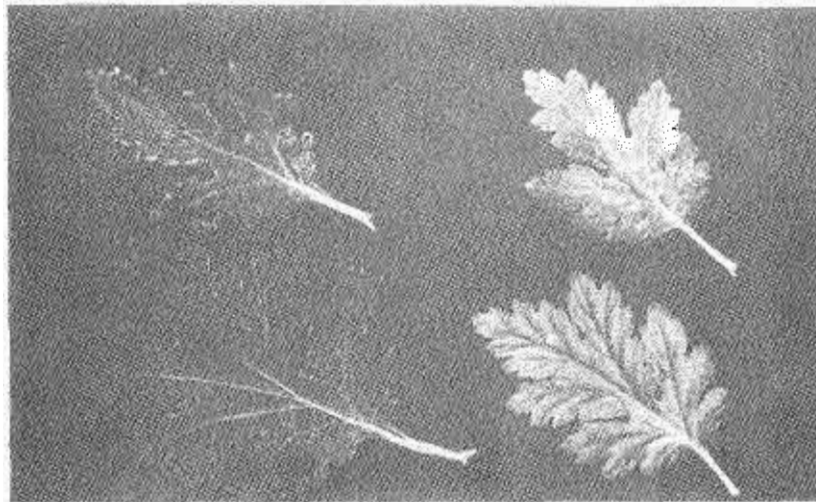
شکل ۱۰-۸ - کمبود گوگرد: کل گیاه تحت تأثیر قرار می گیرد. رنگ برگهای گیاه به طور یکنواخت سبز روشن می شوند. در این شکل شدت کمبود گوگرد را از چپ به راست در برگهای گل داودی نشان می دهد.



ب

الف

شکل ۸-۱۱ - کمبود آهن: علایم کمبود آهن همانند علایم کمبود منیزیم است که در آن کلروزیس بین رگبرگها از علایم خاصه و مشخصه آن بوده منتهی فرقی که با کمبود آهن دارد در این است که علایم کمبود آهن از برگهای انتهایی (جوان) شروع می شود. الف) پایان کلروزیس بین رگبرگی در برگهای جوان بگونیا را نشان می دهد. ب) کمبود آهن در گیاه اطلسی.



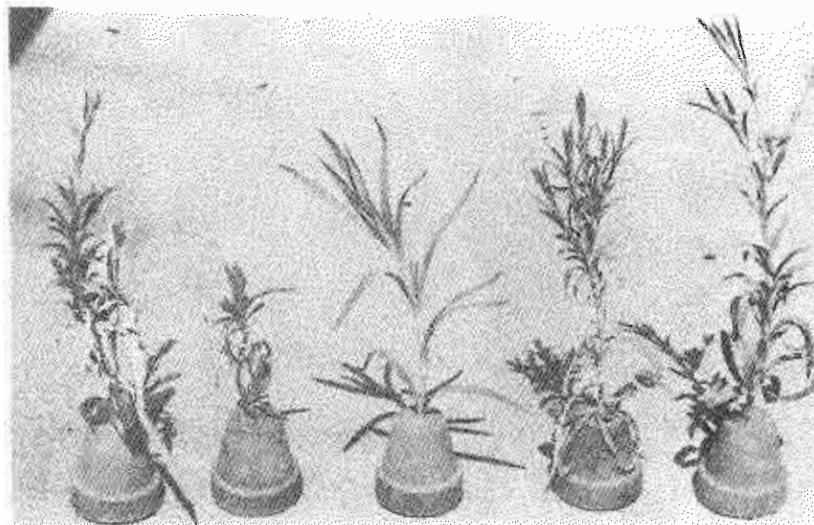
شکل ۸-۱۲ - کمبود منگنز: علایم کمبود منگنز مثل علایم کمبود آهن با زرد شدن بین رگبرگها در برگهای جوان شروع می شود. در مراحل بعدی از کمبود منگنز، نقاط خرمایی رنگ، مایل به خاکستری در بخشهای کلروزیز پدید می آید، به طوری که در برگهای گل داودی دیده می شود.

از مناطقی که دارای عارضه و اشکال است نمونه برداری می کند و مشکل را بررسی و رفع می کند.

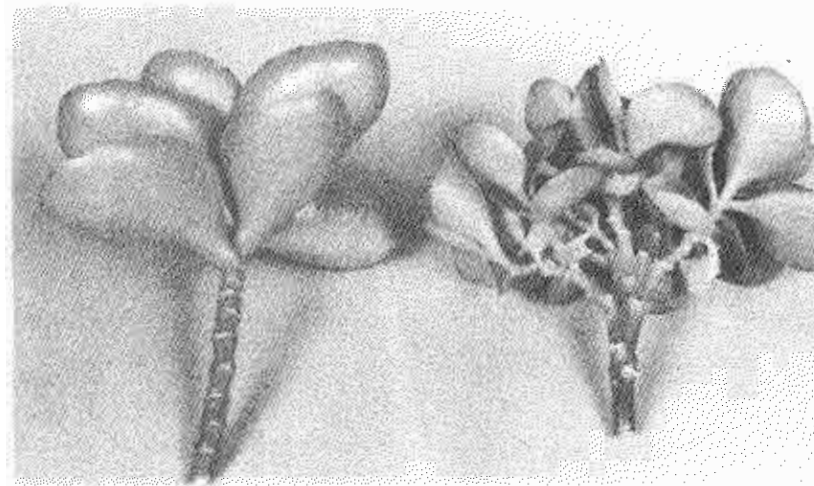
– آزمایشگاههای خاکشناسی ایالتی، در بسیاری از ایالتها آزمایشهای لازم را به طور رایگان انجام می دهند. علاوه بر آن، گروهی از آزمایشگاههای خصوصی نیز نسبت به تجزیه خاک، تجزیه برگ و انجام و ارائه خدمات مشاوره ای را انجام می دهند. مقدار یا اندازه نمونه گرفته شده به طور متداول (۵۰۰ سانتیمتر مکعب) بوده و نمونه انتخاب شده بسیار مهم و دارای اهمیت است، به طور دقیق و درست و براساس اصول فنی صورت گیرد، زیرا این نمونه، نماینده (نشان دهنده) شرایط خاک چند هزار فوت مربع از گلخانه به شمار می رود. دستگاه نمونه برداری خاک، مطابق شکل ۱۷-۸ به کار گرفته می شود. نحوه عمل بدین قرار است که ۱ سانتیمتر از خاک سطحی را کنار زده، سپس لوله نمونه برداری را به داخل خاک گلدان یا سکو فرو برده، به نحوی که با بخش ته گلدان یا سکو تماس پیدا کند. در این حالت از کل منطقه نفوذ ریشه نمونه برداری می شود. معمولاً برای تهیه هر نمونه آزمایشی، حداقل از ده قسمت نمونه برداری کرده و نمونه ها را با هم، به طور کامل مخلوط کرده و از مجموع حاصل، یک نمونه ۵۰۰ سانتیمتر مکعبی را برای آزمایش آماده می کنیم. در موقع نمونه برداری باید دقت کرد، که نمونه ها از بخشهای کنار و وسط بستر و بخشهای مختلف که تمام قسمتهای بستر را پوشش دهد، تهیه نمود.

※ علت کنار زدن خاک سطح به عمق ۱ سانتیمتر، به دلیل تجمع املاح بر اثر تبخیر و عدم فعالیت ریشه در این منطقه به جهت خشک سطح خاک است.

– نمونه خاک، باید بدون تأخیر به آزمایشگاه تجزیه خاک ارسال شود. اگر نمونه خاک بیش از حد معمول مرطوب باشد و امکان خیس شدن و از بین رفتن پاکت (بسته) وجود داشته باشد، باید نمونه را قبلاً جلو آفتاب و یا در روی سطح گرمی خشک و سپس اقدام به ارسال آن به آزمایشگاه کنند. نمونه ها را باید پس از آزمایش، همراه اطلاعات خواسته شده، برگشت داده و با توجه به نتایج آزمایشها، مشکلات و راه حلها و دستورهای کودی مربوطه را، برای اجرا به همراه نتایج اعلام می کنند.

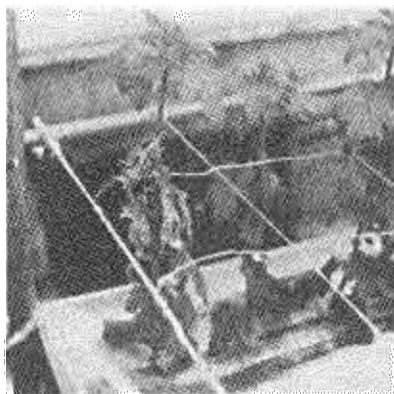


الف



ب

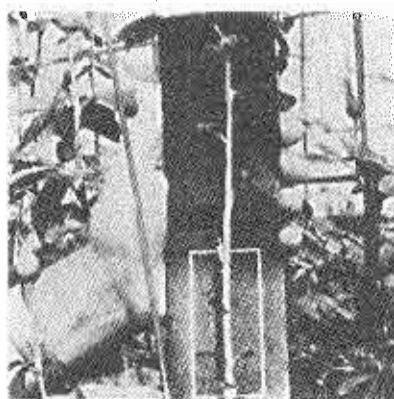
شکل ۱۳-۸- کمبود روی: یکی از علائم مشخصه کمبود روی، کاهش اندازه برگها است. در واقع کمبود روی در گیاهان زراعی به نام بیماری کوچک برگ مشهود است. کم شدن فاصله میان گره‌ها و کلروزیس نامنظم در برگهای جوان نیز همچنین مشهود است. الف) کمبود روی در میخک و اثر آن در طول شاخه‌ها (ساقه‌های دو طرف طبیعی هستند) مشخصات خاصه کمبود کوچکی برگها و کوتاهی میان گره‌ها است. ب) گل مرجان (*kalanchoe*) در مقایسه با سایر گیاهان گلخانه‌ای به مراتب بیشتر در معرض کمبود روی قرار می‌گیرد. وجود شاخه‌های زیاد از ساقه پهن و ضعیف از علائم مهم کمبود روی در مرجان است. این وضع را حالت متراکم و به هم فشرده می‌نامند. ساقه سمت چپ طبیعی و ساقه سمت راست حالت کمبود را در گیاه نشان می‌دهد.



ب



الف



ت

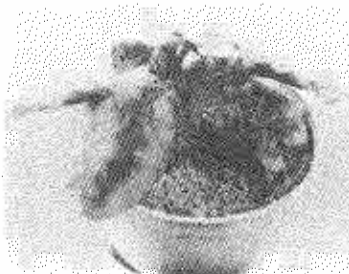


پ

شکل ۱۴-۸ - کمبود مس: اولین علائم کمبود زرد شدن (کلروزیس) بین رگبرگی در برگهای جوان است. این حالت با آنچه که در کمبود آهن گفته شد، تفاوت می‌کند، زیرا نوک و انتهای کناره برگها نسبت به بخشهای وسط برگها سبز تیره هستند. به طوری که در گل داودی مشهود است. (الف) وقتی کمبود مس در گل داودی پیشرفت کند برگهایی که اول تولید شده‌اند ناگهان نکروزه می‌شوند. (ب) درحالی که برگهای بالایی تا اندازه‌ای به رنگ سبز باقی می‌مانند به مرور زمان، بخشهای کلروزیس انتهایی گیاه تشدید شده و دوباره نکروزیس حاصل می‌شود. در بعضی از گیاهان کلروزیس بین رگبرگی در مراحل نهایی کمبود مس مشاهده می‌شود، به طوری که در گل‌های داودی در بخش. (پ) مشاهده می‌کنید. کمبود مس در رز. (ت) به صورت کلروزیس نامنظم بین رگبرگها در گیاهان جوان دیده می‌شود. وقتی برگها تشکیل می‌شوند. نکروزیس در کناره برگها ظاهر می‌شود که نتیجه آن تشکیل برگهای کوچک است.



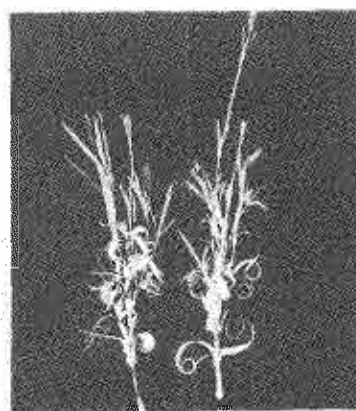
ب



الف

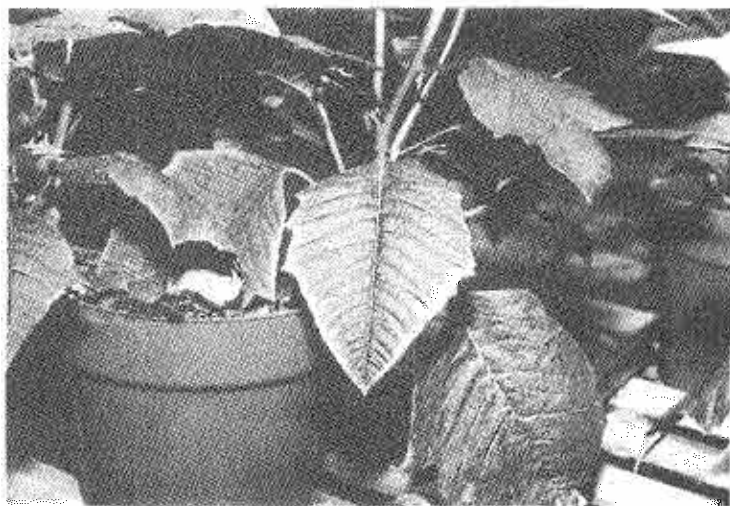


ت

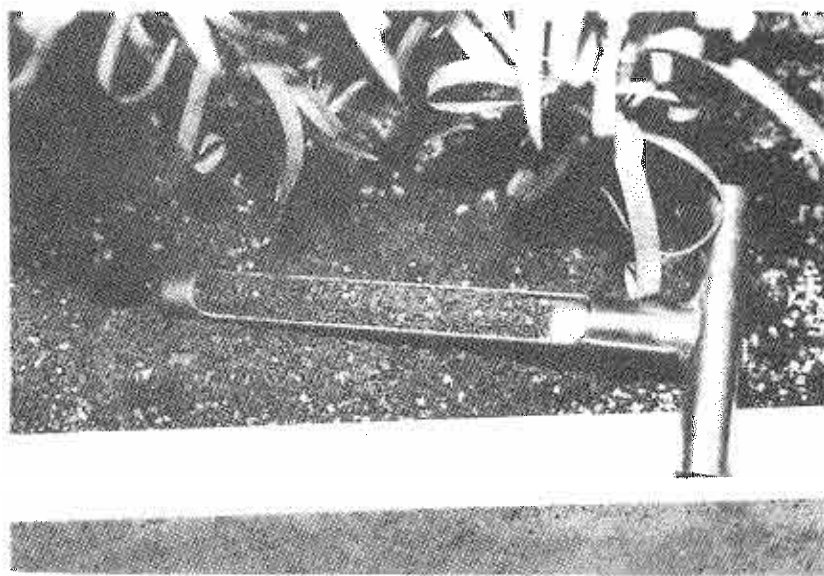


پ

شکل ۱۵-۸- کمبود بُر: در کمبود بُر، در بعضی از گونه‌های گیاهی برگها ضخیم و چرم‌مانند می‌شوند. در اطلسی کلروزیس نامنظم در برگها توسعه پیدا می‌کند (الف) در بعضی از گونه‌های گیاهی برگهای پیچیده با کلروزیس نامنظم در برگهای جوان مانند گیاه بگونیا دیده می‌شود (ب) مقطع بافت‌های بسیاری از گیاهانی که کمبود بُر دارند رنگ تیره داشته و بافت‌های آنها شکننده خواهد شد. نیاز به بُر گیاهان در بخش گل به مراتب بیشتر از سایر بخشها (شاخ و برگ) است. بنابراین، اغلب کمبود بُر باعث سقط گل‌هایی خواهد شد که در شرف تکوین هستند. شاخه‌های جانبی توسعه یافته و ریزش گل‌ها (سقط گل‌ها) ادامه می‌یابد و حالتی به وجود می‌آید که تعداد زیادی شاخه‌های جانبی ایجاد شود و در نتیجه حالت «جاروی جادوگر» در ساقه‌های میخک حاصل می‌شود. (پ) اگر گل‌ها تشکیل شوند، اغلب آنها ناقص خواهند بود. گل‌های میخک در این شرایط اغلب با پارگی کاسه گل همراه بوده و گلبرگ‌ها ناقص می‌مانند که نتیجه کمبود بُر است.



شکل ۱۶-۸- کمبود مولیبدن: کمبود مولیبدن به جز در گیاه بنت‌القنسل که به‌طور معمول اتفاق می‌افتد، در گیاهان گلخانه‌ای کمتر و به‌ندرت مشاهده می‌شود. چنانکه گفته شد، ابتدا کناره‌های برگ‌های بنت‌القنسل کلروزیس نشان داده، سپس زرد می‌شوند و در نهایت نکروزه می‌شوند. این وضعیت از کناره برگ به طرف وسط گسترش یافته و نهایتاً تکامل برگ از بین می‌رود (می‌میرد).

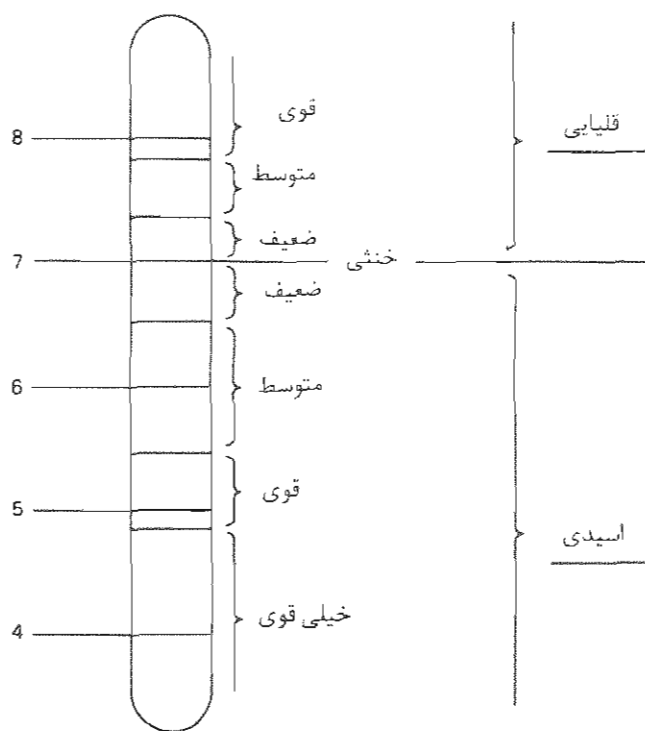


شکل ۱۷-۸- دستگاه نمونه‌بردار خاک، که نمونه‌ها را جهت آزمایش از گلدانها و سکوها برمی‌دارند. یک سمت لوله نمونه‌برداری جهت برداشتن نمونه‌ها بریده شده است.

اسیدیته (PH): آزمایشگاههای تجزیه کننده خاک، همراه نتایج آنرا تفسیر و بررسی کرده و سفارشات و توصیه‌های لازم را انجام می‌دهد به هر حال برای خود تولیدکننده گیاه این مهم است که نتایج را در اختیار داشته و در مورد آن، تفسیر و بررسی لازم را بکنند. دامنه تغییرات PH خاک وسیع است. خاکی که طبیعی و خنثی است PH آن ۷ است اگر بیشتر از آن باشد، قلیائی و اگر کمتر از آن باشد، اسیدی است (شکل ۱۸-۸) چنانکه در جدول ۸-۱ مشاهده شد، میزان PH خاک عامل کنترل کننده درجه قابلیت استفاده بودن عناصر به گیاه است بیشترین میزان قابلیت استفاده بودن عناصر به گیاه در بستر خاکی در PH ۶/۸-۶/۲ و در بستر بدون خاک در PH ۵/۴-۶/۰ است. البته امکان دارد که بتوان بعضی از گیاهان را در PHهای خیلی بالا و یا خیلی پایین پرورش داد، ولی در حالت کلی اگر از حد معینی افزایش و یا کاهش پیدا کند، موفقیت آمیز نخواهد بود.

- در بسیاری از گلخانه‌ها، بسترهای کاشت به PH کمی بالا نیاز دارند از این رو می‌توان هنگام تهیه کردن بستر با افزودن مقداری سنگ آهک دولومیت به PH مورد نظر دست یافت. میزان سنگ آهک با توجه به نوع بستر متغیر بوده (با خاک رس - پیت ماس - و پوست کاج بالاترین میزان آهک یعنی ۱/۷۵ کیلوگرم در مترمکعب لازم است). در بسترهای خاکی باعث بالا رفتن PH خاک به مقدار ۰/۵-۰/۳ خواهد شد. نتایج آزمایش خاک، اطلاعات دقیقتری از خاک در اختیار ما خواهد گذاشت.

- سنگ آهک خرد شده، خیلی کند حل می‌شود. بنابراین بسیار مهم و دارای اهمیت است که آن را با مواد بستر کاملاً مخلوط کرد. تا پروسه‌های آزادسازی افزایش یابد. اگر سنگ آهک را پس از کاشت گیاه بدهیم، انحلال و تجزیه خیلی دیر صورت می‌گیرد. برای افزایش اسیدیته خاک پس از کاشت گیاه می‌توان از دو طریق برحسب مورد استفاده کرد. اگر نیاز به افزایش جزئی PH یعنی (PH ۰/۵) یا کمتر) با مصرف کودهای قلیایی محلول یا مایع، و در چند نوبت می‌توان به این تغییر دست یافت. جدول ۱۲-۸



شکل ۱۸-۸ - طبقه‌بندی اسیدیته خاک (PH) با توجه به واکنش گیاه نسبت به آن.

نشان‌دهنده خاصیت قلیایی و اسیدی بودن تعداد زیادی از کودهای معمولی است. برای تنظیم افزایش میزان PH می‌توان از نیترات سدیم، پتاسیم و کلسیم استفاده کرد. یک فرمول مناسب و خوب برای اتمام مراحل رشد گیاهی به ۲/۴ گرم در لیتر نیترات کلسیم در ترکیب با ۱/۲ گرم در لیتر، نیترات پتاسیم در ۱۰۰ گالن آب در هر هفته نیاز دارد. اگر قضیه را از نظر آماری و ریاضی محاسبه کنیم، متوجه خواهیم شد که این برنامه کودی معادل مصرف ۱۲۵ گرم از سنگ آهک خرد شده در هر مترمکعب در هر هفته در محیط ریشه است. این مقدار، ظاهراً جزیی است، اما همین مقدار، خود در زمان معینی مؤثر خواهد بود. تنظیم اسیدیته خاک به وسیله کودهای شیمیایی برای پرورش‌دهندگان این امکان را می‌دهد که تغییرات PH را پیش از این‌که به مرحله آسیب برسد مطالعه و

تنظیم کرد. پرورش دهنده‌ای که اجازه می‌دهد میزان PH خاک در موقع کشت خیلی پایین بیاید. باید بسیار دقیق آن را اندازه‌گیری و تنظیم کند که باعث تثبیت بعضی عناصر نبوده باشد. ممکن است استفاده از هیدروکسید کلسیم ضرورت پیدا کند. این ماده می‌تواند برای بافته‌های سبز زیان‌آور بوده و در صورت مصرف بیشتر، به ریشه‌ها خسارت وارد شود. میزان هیدروکسید مصرفی ۷۵ گرم در مترمکعب توصیه شده که می‌توان، آن را در سطح خاک خشک پاشیده و بی‌رنگ آبیاری کرد تا ضمن حل شدن هیدروکسید کلسیم در آب، آهک آن وارد خاک شود. علاوه بر آن هیدروکسید کلسیم را می‌توان بصورت محلول در آب به میزان ۲۴ گرم در یک لیتر آب در آورده و در ۱۰ لیتر در مترمربع به کار برد (مصرف کرد). هیدروکسید کلسیم در مقایسه با سنگ آهک خرد شده از حلالیت بیشتری برخوردار است اما کاملاً محلول در آب نیست. تأثیر آن سریعتر از سنگ آهک بوده ولی دوام آن در بستر کاشت و محیط ریشه کمتر است. چنانچه مصرف یک‌بار، برآورد نیاز را نکند پس از چند هفته دوباره می‌توان از آن استفاده کرد.

اسیدیته بالای هیدروکسید کلسیم باعث می‌شود که نیترات به گاز آمونیاک تبدیل می‌شود. این گاز بر ریشه و شاخ و برگ صدمه می‌زند. زمانی که کود شیمیایی آمونیوم که به آرامی آزاد می‌شود از جمله Mag Amp و Osmecote در محیط و بستر موجود باشد و یا زمانی که میزان آمونیوم خیلی بالا است (بیش از ۵۰ درصد)، در فرمول کودی نباید از هیدروکسید کلسیم استفاده کرد.

– ممکن است ضرورت ایجاب کند که اسیدیته (PH) خاک محیط ریشه را پایین بیاوریم. از این رو می‌توان با مصرف گوگرد، سولفات آلومینیوم و یا سولفات آهن، چه در بستر بدون گیاه و چه در بستر پس از کاشت گیاه به این ضرورت رسید. زیرا همه این منابع بر خاک اثر کرده و در نهایت تولید اسیدسولفوریک می‌کنند. میزان مصرف در جدول ۱۳-۸ نوشته شده است. این توصیه‌ها به منظور کاهش PH خاک به سطح ۵ برای تولید گل‌آدریسی آبی‌رنگ است. در سایر موارد تغییرات PH نیز جدول بسیار مفید خواهد بود.

جدول ۱۲-۸ اثر کودهای شیمیایی، مختلف در میزان اسیدیته PH محیط ریشه

نوع کود	پوند از کود شیمیایی (پوند از	قلیایی (یک پوند از اسیدی (یک پوند
	سنگ آهک معادل ۱۰	سنگ آهک نیاز است تا
	پوند از کود شیمیایی)	۱۰ پوند کود را خنثی نماید)
نترات سدیم	۲/۹	-
نترات پتاسیم	۲/۶	-
نترات کلسیم	۲/۷	-
سولفات آمونیوم	-	۱۱
اوره	-	۸/۴
فسفات دی آمونیوم	-	۷/۴
فسفات آمونیوم	-	۶/۵
نترات آمونیوم	-	۵/۹
سوپرفسفات	خنثی	
کلروریتاسیم	خنثی	
سولفات پتاسیم	خنثی	

برای کاهش میزان PH از ۶/۵ به ۶ باید ۰/۵ پوند سولفور در یاردمکعب (تفاوت بین ارقام ۲ و ۱/۵ پوند درج شده در ستون ۲) یا ۱/۵ پوند سولفات آلومینیوم (تفاوت بین ارقام ۵/۲۵ و ۳/۷۵ پوند درج شده در ستون ۴) مورد استفاده قرار داد.

– میزان سولفات آهن مورد نیاز برابر با مقدار سولفات آلومینیومی که گفته شد. هر سه مواد را می توان با خاک خشک مخلوط کرد یا آنها را به صورت محلول در آب درآورده و بر روی خاک هنگامی که دارای گیاه باشد و یا روی گیاه پاشید. سولفات آهن و آلومینیوم در آب محلولند، درحالی که گوگرد غیرمحلول است. ازاین رو گوگرد را باید به صورت سوسپانسیون مصرف کرد. سولفاتها خیلی سریع تأثیر می کنند، درحالی که سولفور (گوگرد) باید به وسیله میکروبهای موجود در خاک اکسیده شده و سپس قابل استفاده

جدول ۸-۱۳ مقدار گوگرد و یا سولفات آلومینیوم لازم جهت کاهش اسیدیته PH بستر ریشه گیاهان گلخانه‌ها از مقادیر مختلف به سطح ۵.

سولفات آلومینیوم	گوگرد	تغییر (کاهش) اسیدیته (PH)
کیلوگرم در مترمکعب	کیلوگرم در مترمکعب	
۵/۲	۲/۱	۵ به ۸
۴/۶	۱/۹	۵ به ۷/۵
۳/۹	۱/۵	۵ به ۷
۳/۱	۱/۲	۵ به ۶/۵
۲/۲	۰/۹	۵ به ۶
۱/۲	۰/۵	۵ به ۵/۵

شود از این جهت، در صورتی که بستر ضد عفونی شده باشد آغاز این فرآیند به چند هفته زمان نیاز خواهد داشت.

نمک‌های محلول در یک آزمایش مهم و بارزش دیگر از آزمایش‌های مربوط به خاک اندازه‌گیری میزان نمک‌های محلول است. میزان غلظت املاح موجود در محلول خاک و سلولهای ریشه، تعیین‌کننده انتقال مواد از محلول خاک به داخل گیاه است. جریان آب در جهت غلظت بیشتر املاح بوده که معمولاً میزان آن در سلولهای ریشه بیشتر از محیط خاک (بستر) بوده از این رو جهت جریان مواد از محیط ریشه به داخل سلولهای گیاه می‌باشد. گاهی نیز بنا به دلایلی میزان غلظت نمک در محلول خاک بیشتر از گیاه بوده در نتیجه جذبی توسط گیاه صورت نمی‌گیرد و به دنبال انجام عمل تعرق، آب موجود در گیاه از برگها خارج شده و سلولها آب خود را از دست داده و شروع به پلاسیده شدن و سپس خشک شدن می‌کنند.

— هنگامی که در یک روز روشن و آفتابی، گیاه به علت از دست دادن آب پژمرده می‌شود، مشاهده شده است که در ریشه‌های گیاه مقداری املاح جمع شده، اگر چه ریشه‌ها

مرطوب بوده باشند. رشد عمومی گیاه کم شده و ریشه‌ها از بخش انتهایی، مخصوصاً از خشک‌ترین منطقه محیط ریشه (بستر) می‌میرند. برگ‌ها از بخش حاشیه و یا به صورت نقاط مدور در طول کناره برگ نکروزه می‌شوند، در نهایت آثار کمبود بسیاری از عناصر غذایی مشاهده می‌شود که دلیل عمده آن صدمات وارده به سیستم ریشه و عدم امکان جذب کافی از طریق ریشه است.

– نمک‌های محلول از منابع مختلفی به وجود می‌آیند. کودهای شیمیایی محلول جزو نمک‌های محلول هستند. کودهایی که ابتدا غیر محلول بوده و نیز کودهایی که به تدریج حل می‌شوند به مرور زمان عناصر خود را در بستر محیط ریشه آزاد کرده و جزء نمک‌های محلول می‌شوند. بنابراین برخی از نمک‌های محلول باید وجود داشته باشند تا نیاز گیاه را برآورده کنند. اما میزان آن نباید خیلی بالا باشد. دیگر منابع نمک‌های محلول ممکن است نامناسب باشند. گاهی یک چاه زده می‌شود که کیفیت آب آن پایین است (ناخالصی فراوانی در آب وجود دارد)، پایین بودن کیفیت بستگی به عوامل و شرایط مختلفی دارد. وجود سولفات در مناطق معادن قدیمی زغال سنگ، کلرور سدیم (سفره‌های نمک) و یا بی‌کربنات سدیم در سواحل، بی‌کربنات کلسیم در مناطقی که دارای سنگ آهک ته‌نشین شده هستند، و وجود سدیم در نواحی قلیایی و مناطق خشک دنیا که به وسیله چاه‌های حفره شده به نحوی وارد آب می‌شوند جزء ناخالصی‌ها و عوامل کاهش کیفیت آب به‌شمار می‌روند.

– مواد آلی که دارای مقادیر قابل توجهی ازت بوده و به سرعت تجزیه می‌شوند، یک منبع دیگری از نمک‌های محلول است. کودهای حیوانی و گیاهی و پیت‌هایی که سریعاً تجزیه می‌شوند ممکن است به میزان قابل توجهی ازت داشته که در بستر محیط ریشه به ازت آمونیاکی (فرم آمونیاکی) تبدیل می‌شوند. میزان ازت آمونیاکی تولید شده در محیط بستر ممکن است از آستانه قابل تحمل گیاه بالا رفته و باعث سوختگی گیاه شود، بروز این حالت به دلیل بار الکتریکی مثبتی است که ازت آمونیاکی بار منفی را در بستر

ریشه حفظ کرده و آن را به مواد بستر می‌چسباند.

– میزان تأثیر املاح محلول کودها نسبت به هم متفاوت هستند. جدول ۱۴-۸ اثرات نسبی املاح را در انواع کودهای شیمیایی نشان می‌دهد. نیتрат سدیم همچون ۱۰۰ در نظر گرفته شده است. کلرور پتاسیم ۱۶ درصد بیشتر از نیترات سدیم باعث افزایش میزان املاح محلول در بستر محیط ریشه می‌شود و اما اوره فقط $\frac{3}{4}$ نیترات سدیم مؤثر است. ارزش غذایی این کودهای شیمیایی باید همچون شاخص نمک در نظر گرفته شوند. وقتی کود شیمیایی به وسیله گیاه مصرف می‌شود، میزان تأثیر نمک محلول کاهش پیدا می‌کند. نیترات آمونیوم دارای شاخص نمک بیشتری یعنی ۱۰۵ بوده که فقط شامل ازت آمونیاکی و ازت نیتراته موجود در کود است. ترکیبات مختلف این عناصر به آسانی به وسیله گیاه مصرف می‌شود و در نتیجه دامنه و سطح تأثیر نمک این کود به سرعت به سطح غیرمعنی دار کاهش می‌یابد. گرچه نیترات سدیم دارای شاخص نمکی کمتر یعنی ۱۰۰ که شامل سدیم و ازت نیتراتی است. اما ازت نیتراته آن به آسانی مصرف شده ولی سدیم آن مصرف نمی‌شود. اگر مصرف این کود به دفعات صورت پذیرد، مقدار سدیم خاک افزایش یافته و در نهایت میزان نمک محلول آن بالا می‌رود. اثر کلرور نیز همانند تأثیر سدیم است. بنابراین کودهای شیمیایی کلردار و سدیم‌دار را در گلخانه‌ها مصرف نمی‌کنند.

وجود مقادیر زیاد از نمکهای محلول در اراضی محصولات زراعی کمتر تولید اشکال می‌کند. لیکن افزایش غیرمعمول میزان کودهای شیمیایی در گلخانه‌ها خالی از اشکال نیست.

– آزمایشگاههای تجزیه از نظر نحوه انجام آزمایش با یکدیگر فرق می‌کنند. مقدار آب لازم جهت از میان بردن نمکهای بستر محیط ریشه در آزمایش املاح متفاوت بوده و به‌طور کلی شامل سه آزمون است.

۱- آزمون خروج املاح به وسیله اشباع کردن با آب، که در آن هدف فقط اضافه کردن آب

به محیط بستر ریشه تا حد اشباع است که معمولاً به اندازه آب آبیاری کامل است.

۲- آزمون رقت ۱:۲ که در آن به یک حجم از بستر خشک، دو حجم آب اضافه می‌شود.

۳- آزمون رقت ۱:۵ که در آن یک حجم از بستر خشک، ۵ حجم آب اضافه می‌شود. در هر کدام از دو آزمون آخری، آب به مدت ۳۰ دقیقه در محیط باقی می‌ماند تا نمکها را

جدول ۱۴-۸ شاخص نسبی نمک برای تعداد زیادی از کودهای شیمیایی

کود شیمیایی	شاخص نمک
نترات سدیم (نترات قلیایی)	۱۰۰
کلرور پتاسیم (۶۰ درصد K_2O)	۱۱۶
نترات آمونیوم	۱۰۵
اوره	۷۵
نترات پتاسیم	۷۶
سولفات آمونیوم	۶۹
نترات کلسیم	۵۳
سولفات پتاسیم	۴۶
سولفات منگنز	۴۴
فسفات دی‌آمونیم	۳۴
فسفات مونوآمونیم	۳۰
سوپرفسفات غلیظ	۱۰
سوپرفسفات ۴۸ درصد	۱۰
سوپرفسفات ۲۰ درصد	۸
گچ	۸
سنگ آهک	۵

در خود حل کند. سپس هدایت الکتریکی محلول را با گذاشتن دو الکترود در آب اندازه گیری کرده و میزان آن را مشخص می کنند. هر چه درصد املاح محلول در آب بیشتر باشد، هدایت الکتریکی آن نیز بیشتر خواهد بود. هدایت الکتریکی (EC) را بر حسب مو بر سانتیمتر (Mho/cm) که برخلاف اهم، مقاومت الکتریکی است). چون هدایت الکتریکی بسیار کمتر است آنرا با اجزایی از Mho یکهزارم مو ($\text{mho} \times 10^{-3}/\text{cm}$) یا میلی مو و صدهزارم مو ($\text{mho} \times 10^{-5}/\text{cm}$) برای دو آزمون دیگر مورد استفاده قرار می دهند. این اصطلاح تا اندازه ای برای پرورش دهندگان قابل توجه خواهد بود. هر آزمایشگاه، فقط یک آزمون انجام داده و توسط چارتهایی آن را بررسی و تفسیر خواهد کرد. چارتهای تفسیر در جدول شماره ۸-۱۵ برای هر سه آزمایش درج شده است.

– نشاءهای جوان در مقایسه با گیاهان رشد یافته در محل کاشت، نسبت به میزان نمکهای محلول حساستر می باشند. میزان مقاومت گیاهان نسبت به مقدار نمکهای محلول بسیار متفاوت است. پنبشه آفریقایی و آزالیا تا اندازه ای حساس بوده و نباید در بستری که در آزمون رقت ۱:۲ بیش از ۸۰ بوده باشد، کشت شود. گل میمون به طور متوسط حساس بوده و باید در آزمون رقت ۱:۲ در سطح کمتر از ۱۲۵ کشت شود. بسیاری از گیاهان خانگی نیز حساس می باشند. تحقیقات کمتری در مورد همه گیاهان بالا انجام شده و تفسیر نمکهای محلول برای بسیاری از آنها وجود ندارد. سطح واقعی که در آن خسارت شروع می شود، بستگی زیادی به نحوه عملیات آبیاری دارد. اگر بستر محیط ریشه خشک نشده باشد، مقدار بیشتری از نمک قابل تحمل خواهد بود.

وقتی بستر خاک خشک می شود نمکها بیشتر از آنچه که آزمایش نشان داده، تجمع حاصل می کنند و در این حال ممکن است خسارت صورت گیرد. ظاهراً خیس نگه داشتن بیش از حد بستر محیط ریشه عاقلانه به نظر نمی رسد، ولی با توجه به اهمیت موضوع، باید تا اصلاح بستر و حل مشکل این کار را انجام داد.

جدول ۱۵-۸- تفسیر میزان نمکهای محلول

تفسیر	بدون خاک	رقت ^۱		خروج بر اثر اشباع ^۲ بستر خاک
		۱:۵	۱:۳	
عناصر غذایی ناکافی	۰-۰/۰۷۵	۰-۱۰	۰-۲۵	۰-?
از نظر حاصلخیزی فقیر، مگر اینکه در هر آبیاری تأمین شود	۰/۰۷۵-۲	۱۱-۲۵	۲۶-۵۰	?-۱۰۰
حداکثر برای کشت نشاء و قلمه ریشه	-	۵۰	۱۰۰	-
حداکثر برای کشت نشاء و قلمه ریشه	۲-۴	۳۶-۶۰	۵۱-۱۲۵	۱۰۰-۱۷۵
مناسب برای گیاهان تثبیت شده (رشد یافته در محل کاشت)	-	۶۱-۸۰	۱۲۶-۱۷۵	۱۷۶-۲۲۵
سطح خطر (منطقه خطر)	۴۸	۸۱-۱۰۰	۱۷۶-۲۰۰	۲۲۵-۳۵۰
معمولاً خطرناک	بیش از ۸	بیش از ۱۰۰	بیش از ۲۰۰	بیش از ۳۵۰
معمولاً آسیب پذیر				

$$1 \text{ mho} \times 10^{-5} / \text{cm} = 1$$

$$2 \text{ mho} \times 10^{-3} / \text{cm} = 2$$

– خوشبختانه بسیاری از نمکهایی که گفته شد محلول در آب بوده و به آسانی از محیط ریشه خارج می شوند. مقدار استاندارد آب مصرفی (۴۰ لیتر در مترمربع) از محیط ریشه در گیاهان سکویی (۲۰۰ لیتر در مترمکعب) از بستر ریشه برای گیاهان گلدانی بوده، که پس از هر یک تا دو ساعت، دوباره مقدار دو لیتر آب در هر مترمربع از سطح بستر خاک اضافه می کنند.

– اغلب محیط بستر ریشه در بسترهای خاکی با مصرف دومین مرحله آب برای آبیاری

تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در نتیجه ساختمان خاک خراب شده، تا جایی که بستر خاک یک، دو و یا پنج سال بدون اصلاح، دست نخورده باقی می‌ماند. این شرایط بیشتر در بسترهای میخک و رز اتفاق می‌افتد. محققین دانشگاه Connecticut روشهای دیگری را برای شستشوی نمکها پیشنهاد کرده‌اند. در این حالت ترجیحاً از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده می‌شود که در آن تا ۲۰۰ لیتر آب برای هر مترمربع از بستر محیط ریشه و در یک نوبت استفاده می‌کنند، این روش آب بیشتری مصرف می‌کند اما به آبیاری دوم نیازی نبوده تا باعث به هم خوردن ساختمان خاک و خرابی آن شود و انجام این تخریب جلوگیری می‌شود.

– تجزیه خاک کاملاً توجیح‌کننده خوبی از فواید حاصل از تعیین PH و نمکهای محلول است، ولی بیشترین اهمیت تجزیه خاک مربوط به تعیین کردن میزان عناصر غذایی قابل استفاده، مانند ازت نیتراته، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، منیزیم و گاه ازت آمونیاکی، آهن، مس و روی است. این نکته دارای اهمیت است که در موقع تجزیه خاک، معمولاً دقت آزمایش بر روی مقدار عناصر هر یک از مواد غذایی باشد تا بر روی کل عناصر موجود در بستر کاشت.

– این نکته با مثال زدن آهن بهتر مشخص می‌شود. قشر زمین دارای ۴ درصد آهن است که در سطح یک ایکر، به عمق ۶ اینچ از قشر زمین مقدار آن به ۸۰۰۰۰ پوند (۹۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) بالغ و کمبود آهن (Fe) اغلب در آن زمینها مشاهده می‌شود. که در صورت بروز کمبود آهن، می‌توان با مصرف مقدار ۵ پوند (۵/۵ کیلوگرم در هکتار) آهن آن را برطرف کرد. به نظر می‌رسد که مصرف این مقدار آهن (افزودن آهن به بستر) معنی‌دار نباشد. ولی با توجه به میزان آهن قابل استفاده گیاه از مزرعه (بستر کاشت)، مصرف ۵ پوند آهن بسیار زیاد خواهد بود. زیرا از کل آهن افزوده شده، کمی کمتر از ۱/۰ درصد قابل استفاده گیاه است.

– در آزمایش خاک، باید عصاره محلول خاک مورد آزمایش قرار گیرد که نشان‌دهنده

میزان املاح محلول قابل استفاده (قابل جذب) ریشه گیاه است. در صورتی که خاک مورد آزمایش قرار گیرد نشان دهنده کل عنصر در خاک خواهد بود. با توجه به اینکه قدرت و قابلیت نگهداری عناصر غذایی خاکها و توان جذب ریشه ها متفاوت است. از این رو مطالعه و بررسی در محلول غذایی، جداسازی عناصر به محلول خاک هر چند غیرممکن نیست بلکه بسیار مشکل خواهد بود. آنچه که امروزه کاربرد اساسی دارد نتیجه مطالعات و تحقیقات سالهای گذشته است. ولی هیچ یک از آنها کامل نبوده و هر کدام ارزش ویژه ای دارد. در هر یک از سیستمها میزان بیشتری از عناصر غذایی منحصر به فرد در آن محیط بستگی به واکنش گیاه دارد، مثلاً در یک آزمایش میزان فسفر ۵۰ نشان دهنده مقدار لازم و کافی برای رشد گیاه است، در حالی که در گیاه دیگر فقط میزان ۶ فسفر رشد آن را کفایت می کند. در هر یک از دو مورد بالا که پرورش دهنده به کار می برد. استانداردهایی از طرف آزمایشگاههای تجزیه خاک تعیین شده است.

در آمریکا ۵ آزمایش برای خاکهای گلخانه ای به کار می رود. اما آنچه که در سطوح وسیع کاربرد دارد آزمایش اسپوروی (Spurway) است. برای این آزمایش جداول تفسیری تهیه شده است. جدول ۱۶-۸ میزان و انواع عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان که در گلخانه ها به طور عمومی مصرف می شود تعیین و توصیه می کند. آزمایش دیگری نیز وجود دارد. برای مثال آزمایش دایل اسید (double - acid) که جداول تفسیری از آن برای زمینهای گلکاری ارائه نشده است، پرورش دهندگانی که این آزمایش را به کار می برند هیچ استاندارد که بتواند عکس العمل گیاهان را در برابر مقدار کود تعیین شده، نشان دهد وجود ندارد و این فرآیند، فقط نشان می دهد برای اینکه حداکثر رشد را داشته باشیم میزان هر یک از عناصر چقدر باید باشد. بدون توجه به اینکه آیا جداول تفسیری وجود دارند یا خیر، تولیدکننده باید به طور ماهانه از خاک خود نمونه برداری کرده، به گزارشهای عکس العمل گیاه آزمونها، خاک، نتایج تجزیه برگ، تاریخهای آبیاری، کود، حشره کشها و سایر فاکتورهایی که در رشد مؤثر هستند، به طور کامل توجه کند و

توصیه‌های لازم را به کار بندد. اغلب ممکن است در جداول تفسیری نکاتی را که برای شرایط منحصر به فرد لازم و ضروری است مدنظر قرار داد که این عمل را باید هنگام تنظیم جدول رعایت کرد.

– پس از تنظیم جدول تفسیری منحصر به فرد، نمونه برداری ماهانه خاک باید ادامه یابد. این عمل، نشان می‌دهد که کدام یک از نمونه‌ها دارای اشتباه بوده و علت وجودی اشتباه در عدم دقت در هنگام برداشتن نمونه و یا به علت خطای آزمایش ممکن است باشد. در شکل ۸-۱۹ در نمونه A به مقدار درج شده در ماه مارس توجه کنید، مشاهده می‌شود که به‌طور غیرطبیعی بالا رفته است. این میزان نشانگر برداشت اشتباه نمونه و نیز نشان‌دهنده میزان تغییرات عناصر غذایی در بستر محیط ریشه است. در شکل ۸-۱۹ دقت کنید متوجه خواهید شد که میزان پتاسیم در بستر یا محیط ریشه در نمونه A و B در ماه «می» مساوی است اگر این نسبت مفید باشد و فقط در ماه می نمونه برداری شده باشد مقدار پتاسیم مناسب رشد گیاه بوده و هیچ واکنشی نشان داده نمی‌شود. ولی از نتایج آزمایشهای پی‌درپی می‌توان دریافت که در یک بستر میزان استعمال پتاسیم در این زمان کاهش می‌یابد درحالی‌که در دیگری بر این میزان باید افزوده شود تا در ماه بعد، یک حالت غیرعادی و نامتعادل به وجود نیاید. با توجه به مطالب گفته شده چنین نتیجه می‌گیریم که برای آشکار ساختن این مسایل و اشکالات می‌توان فقط از نمونه برداریهای مرتب استفاده کرد و از آن کمک گرفت.

تجزیه برگ

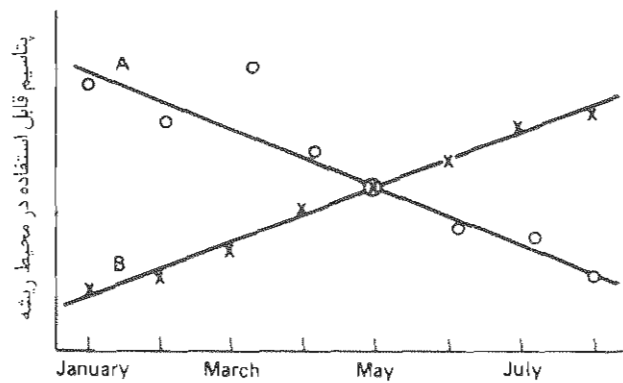
تجزیه برگ سومین روشی است که جهت تعیین میزان عناصر لازم برای گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آزمایش مانند آزمایش خاک باارزش بوده و می‌توان آن را پیش از وقوع خسارات به کار برد. تجزیه برگ نشان‌دهنده میزان مواد لازم و پتانسیل صدمات عناصر غیرضروری موجود در برگهای گیاه است که از زمین جذب شده است.

جدول ۱۶-۸- معیار تفسیری برای آزمونهای اسپوروی (Spurway) و اشباع محیط
(Saturated - faste)

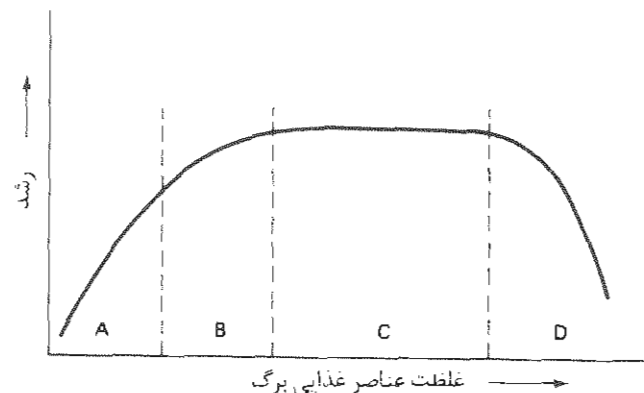
اسپوروی (Spurway)					
عنصر غذایی	کم	متوسط	بالا	خیلی بالا	حالت سوختگی
آمونیم (N)	کمتر از ۲	۲	۵	۱۰	بیش از ۱۵
نیترات (N)	کمتر از ۵	۱۰-۲۰	۲۵-۵۰	۵	بیش از ۶۰
فسفر	کمتر از ۱۲	۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	بیش از ۱۵
پتاسیم	کمتر از ۱۰	-	۳۰-۵۰	۵۰	بیش از ۶۰
کلسیم	کمتر از ۴۰	۶۰-۱۲۰	۱۵۰	بیش از ۲۰۰	-
خروج بر اثر اشباع محیط					
عنصر غذایی	کم	قابل قبول	مناسب	بالا	خیلی بالا
نیترات N	۰-۳۹	۴۰-۹۹	۱۰۰-۱۹۹	۲۰۰-۲۹۹	۳۰۰+
فسفر	۰-۲	۳-۵	۶-۹	۱۱-۱۸	۱۹+
پتاسیم	۰-۵۹	۶۰-۱۴۹	۱۵۰-۲۴۹	۲۵۰-۳۴۹	۳۵۰+
کلسیم	۰-۷۹	۸۰-۱۹۹	۲۰۰+	-	-
منیزیم	۰-۲۹	۳۰-۶۹	۷۰+	-	-

بررسی نتایج تجزیه آزمایشگاهی در نقاط مختلف دنیا باعث به وجود آمدن نتایج و استانداردهایی شده است که می تواند همچون الگو مورد استفاده پرورش دهندگان گل و گیاه قرار بگیرد.

- تجزیه برگ روش خوبی بوده و می تواند بسیار باارزش باشد، زیرا همان طوری که در منحنی نمودار ۲۰-۸ نشان داده شده است رابطه ای بین ترکیبات برگ و واکنش گیاه وجود دارد. به جز در منطقه مصرف بیش از حد، جایی که تغییر در ترکیب برگ هیچ تغییری در روند رشد ندارد. محتوا عناصر غذایی موجود در برگ را می توان جهت تخمین رشد گیاه به کار برد. جای خوشبختی است که نقطه مصرف بیش از حد برای این منظور به کار می رود که جلو احتمال بروز خسارت از به کار بردن کود بیشتر گرفته شده و کاهش می یابد.



شکل ۱۹-۸- نمایش اهمیت نمونه برداری ماهیانه در مقایسه با یک مورد نمونه برداری. نمونه های A و B برداشته شده در ماه «می» سطح یکسانی از عنصر غذایی را نشان می دهد. این نتیجه اشتباه است. زیرا میزان پتاس در بستر ریشه نمونه A به تدریج کاهش پیدا می کند، در حالی که در نمونه B میزان پتاس افزایش پیدا می کند. اشتباه بودن این مسأله زمانی روشن می شود که به طور مرتب و مکرر نمونه برداری کنیم و نتایج را روی منحنی نمودار ببریم.



شکل ۲۰-۸- وقتی سایر فاکتورهای رشد کافی باشد، وجود عناصر غذایی کافی در رشد گیاه بسیار مؤثر واقع می شود. وقتی مقدار عناصر غذایی کم باشد رشد ناچیزی صورت می گیرد، اما اگر عنصری در کمبود باشد، با اضافه کردن آن به مقدار جزئی، رشد به شدت افزایش پیدا می کند (منطقه A). وقتی میزان رشد به حد مناسب (اپتیمم نرمال) برسد، افزایش عنصر غذایی که در کمبود قرار داشت با افزایش تدریجی رشد همراه است (منطقه B)، و سپس به حدی می رسد که با افزایش عنصر غذایی، افزایش رشدی صورت نمی گیرد (منطقه C) که این منطقه را منطقه مصرف حداکثر می گویند در نهایت افزایش عناصر غذایی در برگ به مرحله سوختگی می رسد که نتیجه آن کاهش رشد و بالاخره مرگ گیاه است (منطقه D).

به جز در ناحیه مصرف لوکس "Luxury consumption" که تغییر ترکیبات برگ تأثیری در رشد گیاه ندارد، می‌توان وضعیت رشد گیاه را با استفاده از محتوای ماده غذایی برگ، پیشگویی کرد. وجود ناحیه مصرف لوکس در گیاه عامل مهمی در جلوگیری از بروز ضایعات مربوط به مصرف زیاده از حد کود است.

عمل تجزیه برگ نمی‌تواند جایگزین آزمایش خاک باشد. اگرچه هر دو روش برای ارزیابی وضعیت مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی هر یک دربرگیرنده اطلاعات خاصی می‌باشند. در هر دو روش در واقع یک فاکتور بررسی و ارزیابی می‌شود اما از آنجایی که روشهای ارزیابی مختلف است، نتایج هر آزمایش، دیگری را تقویت می‌کند. عمل تجزیه برگ، PH محیط کشت و یا مقادیر نمکهای محلول محیط کشت را مشخص نمی‌کند اما آنالیزی از تمام مواد غذایی ضروری گیاه ارائه می‌کند که آزمایش خاک قادر به انجام آن نیست. از طریق آزمایشهای خاک، مقادیر مواد غذایی قابل جذب تعیین می‌شود و به این ترتیب اطلاعاتی در زمینه وضعیت فعلی و آینده گیاه به دست می‌آید. تجزیه برگ مقادیر مواد غذایی از قبل جمع شده در گیاه را مشخص می‌کند و بنابراین گویای وضعیت گذشته و حال گیاه است. بنابراین وضعیت تغذیه‌ای آتی محصولات را نمی‌توان بر مبنای یکی از روشهای ارزیابی تعیین کرد.

مسئله تقویت آزمایش خاک به وسیله تجزیه برگ در جریان خاصی که در چند سال گذشته در مزارع تولید میخک نیویورک به وقوع پیوست مشاهده شد. محصولات رشد کمی داشته و علایم کمبود پتاسیم در آنها ملاحظه می‌شد. علیرغم این مشاهدات، آزمایش خاک دال بر مقادیر بالای نیتروژن و پتاسیم بود. اما تجزیه برگ نشاندهنده کمبود شدید پتاسیم و سطوح متوسط تا بالای نیتروژن بود. با تلفیق اطلاعات حاصل از هر دو آزمایش این نتیجه کلی به دست آمد که عمل جذب پتاسیم به علت سطوح بالای نیتروژن خاک بلوکه شده است. در واقع این

ارتباط از نوع آنتاگونیسم^۱ (= ضدیت) است که غالباً مشاهده می‌شود. صحت این نتایج چهار هفته پس از استعمال کود ۲۰-۲۰-۲۰ که میزان مصرف آن به $\frac{1}{3}$ میزان مصرف قبل کاهش یافته بود، مورد تایید قرار گرفت در نتیجه این کوددهی مقدار پتاسیم برگ به دو برابر افزایش یافت و علایم کمبود پتاسیم برطرف شد.

نمونه‌های تجزیه برگی لازم است هر ۴ تا ۶ هفته یکبار تهیه و نتایج آزمایش یادداشت شوند. از آنجایی که سطح اپتیمم مواد غذایی در برگ هر محصول متفاوت است، بنابراین باید برای هر محصول نمونه خاص آن تهیه شود. چنانچه یک نوع محصول در دو محیط کشت مختلف رویانده شده است و یا کوددهی به دو طریق مختلف صورت می‌گیرد، لازم است دو نمونه از آن تهیه شود نمونه‌ها، باید از برگ‌های کامل تهیه شوند، چرا که میزان ماده غذایی در اندازه‌های مختلف برگ متفاوت است. سن محصول نیز در نمونه‌گیری دارای اهمیت است زیرا مقدار مواد غذایی در هر برگ با گذشت زمان تغییر می‌کند. آزمایشگاه‌هایی که عهده‌دار انجام آزمایش‌های تجزیه برگی هستند، پاکتهای مخصوص نمونه‌های برگی را به همراه دستورالعمل جمع‌آوری درست نمونه‌ها برای منازل ارسال می‌کنند.

در گیاهان خانواده رز (Rose) بالاترین دو برگ پنج برگچه‌ای که بر روی ساقه‌ای که غنچه آن نیمه‌باز بوده و کاسبرگ‌ها کمی از یکدیگر فاصله گرفته‌اند، قرار دارند، همچون نمونه انتخاب و جدا می‌شوند. سی عدد برگ واحد دم‌برگ با خصوصیات مذکور لازم است جمع‌آوری شوند.

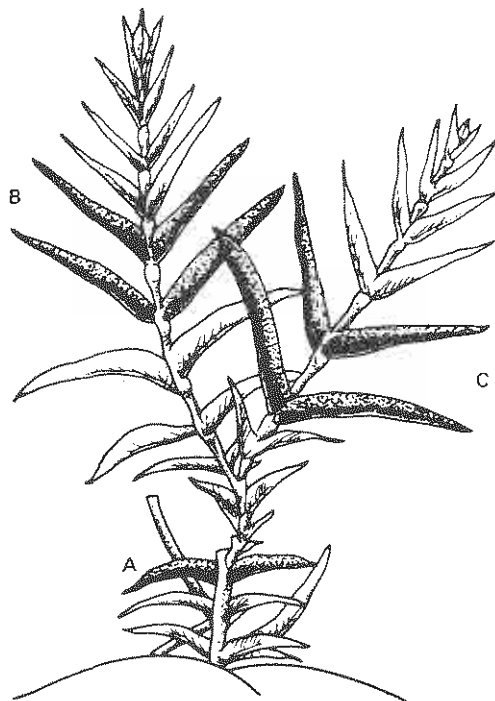
در میخک‌هایی که جوانه رأسی آنها حذف نشده است، چهارمین و پنجمین جفت برگ که بالاتر از پایه ساقه قرار گرفته‌اند (ناحیه A در شکل ۲۱-۸) به عنوان نمونه جدا

1- antagonism

می‌شوند. پس از حذف جوانه رأسی، نمونه‌گیری در ناحیه A ادامه می‌یابد تا هنگامی که بر روی شاخه‌های جانبی هفت جفت برگ تشکیل شود. سپس پنجمین یا ششمین جفت برگ که بر روی این شاخه‌های جدید تشکیل شده‌اند (ناحیه B) جدا می‌شوند (جفت برگ اولی که طول آنها نصف طول برگهای دیگر است همچون اولین جفت برگ در نظر گرفته می‌شوند). نمونه‌برداری در ناحیه B ادامه می‌یابد تا وقتی که یک جوانه گل بر روی این شاخه ظاهر شود. سپس نمونه‌گیری در شاخه‌های جانبی ثانویه انجام می‌شود. بار دیگر جفت برگ که نسبت به رأس انتهایی شاخه در موقعیت پنجم یا ششم قرار گرفته‌اند جمع‌آوری می‌شوند (ناحیه C). هنگامی که بر روی شاخه‌های جانبی ثانویه غنچه‌های گل تشکیل شد، نمونه‌برداری در شاخه‌های جانبی سوم و به همین ترتیب الی آخر انجام می‌شود.

شکل ۲۱-۸ - نحوه تهیه نمونه‌های برگ برای آزمایشات تجزیه برگ محصولات گلدار در دانشگاه ایالتی کارولنای شمالی.

- A - ناحیه اولین نمونه‌گیری
- B - ناحیه دومین نمونه‌گیری
- C - ناحیه سومین نمونه‌گیری



ثبت اطلاعات تغذیه‌ای

آدرس پستی: آزمایشگاه تجزیه گیاهی - بخش علوم باغبانی، دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی، رالی - کارولینای شمالی - ۲۷۶۰۷

نام پرورش دهنده	شهرستان	تاریخ دریافت نمونه
خیابان - جاده	تاریخ نمونه گیری	وضعیت نمونه
شهر - ایالت - کدپستی	شماره نمونه	پرورش دهنده
شماره تلفن	نام محصول	کشور
مشخصات مزرعه‌ای که از آنجا نمونه گیری شده است.	توصیف حل کاشت نمونه (کدام مزرعه)	تاریخ دریافت تجزیه

اطلاعات مربوط به نمونه

نام محصول واریته تاریخ کاشت

تاریخ جوانه گیری (اگر قابل اجرا باشد)

در نمونه این خصوصیات مشاهده می شود: یک وضعیت متوسط یک ناحیه عارضه

ظاهر لکه دار یا لکه های پراکنده

ظاهر یا وضعیت گیاه و / یا برگها

محل استقرار نمونه بر روی گیاه

محصول قبلی برنامه کوددهی شما برای محصولی که از آن نمونه تهیه شده است چگونه است؟ (نام کودهای مصرفی، مقادیر و دفعات استفاده از آنها را بنویسید)

برای تهیه مخلوط خاکی که این محصول را در آن پرورش داده‌اند از چه مواد اصلاحگری استفاده کرده‌اید؟ (در صورت استفاده از این مواد آنها را نام ببرید و مقادیر مصرف آنها را بنویسید: آهک دولومیتی، سوپرفسفات، عناصر میکرو)

ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی

و سرویس توسعه کشاورزی کارولینای شمالی

نسخه مربوط به کشاورز یا پرورش دهنده

شکل ۲۲-۸ - یک نمونه فرم اطلاعاتی که توسط پرورش دهنده تکمیل و به آزمایشگاه تجزیه برگی ارسال می شود تا به کمک آن نتایج تفسیر شوند.

در انواع داوودی، نمونه‌ها از جوانترین برگهایی که کاملاً باز شده‌اند تهیه می‌شود. این برگها به فاصله یک سوم طول ساقه پایینتر از رأس قرار گرفته‌اند. در مورد محصولات تک‌ساقه‌ای داوودی، نمونه‌ها پنج تا شش هفته پس از کاشت و در بته‌های جوانه‌گیری شده، پنج تا شش هفته پس از عمل حذف جوانه رأسی، تهیه می‌شوند.

از ضروریات آزمایش تجزیه برگي تهیه یک فرم اطلاعاتی است مشابه آنچه که در شکل ۸-۲۲ نشان داده شده است. این فرم اطلاعات لازم را در اختیار پرسنل آزمایشگاه قرار می‌دهم تا بتوانند به نتایج درست دست یابند و توصیه‌های تغذیه‌ای لازم را ارائه دهند. برگها پس از جمع‌آوری در پاکت‌های پستی قرار داده می‌شوند و سریعاً به

جدول ۱۷-۸. حداقل مقادیر بحرانی مواد غذایی برای گیاهان گلدار در کل و

تعدادی از گونه‌های خاص.

ماده غذایی	گیاهان در کل	رز	میخک	داوودی	بنت‌القنول	شمعدانی	بگونهای رایگر
نیترژن %	-	۳/۰	۳/۰	۴/۵	۳/۵	۲/۴	۴/۷
فسفر %	۰/۳	۰/۲	۰/۴۵	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۲
پتاسیم %	-	۱/۸	۳/۰	۳/۵	۱/۰	۰/۶	۰/۹۵
کلسیم %	-	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۵	۰/۸	۰/۵
منیزیم %	۰/۳	۰/۲۵	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۱۴	۰/۲۵
آهن PPm	۵۰-۶۰	-	-	-	-	-	-
منگنز PPm	۳۰	-	-	-	-	-	-
روی PPm	۲۰	-	-	-	-	-	-
مس PPm	۵	-	-	۷	-	-	-
بُر PPm	۲۵	-	-	-	-	-	۱۴

غلظتهای بالاتر از مقادیر بالا کافی می‌باشند، اما در غلظتهای پایینتر گیاهان با کمبود مواجه می‌شوند. مقادیر استاندارد مواد غذایی ماکرو برای هر یک از گیاهان، خاص خود آنها است. تعداد معدودی از مقادیر استاندارد مربوط به مواد غذایی میکرو به گیاهانی خاص اختصاص دارند و خوشبختانه این استانداردها در بین گیاهان مختلف چندان تفاوتی نمی‌کنند.

جدول ۱۹-۸ منابع کودی و میزان تصحیح کمبودها

میزان استعمال L / گرم	منابع کودی	کمبودهای غذایی
2.4	تغییر برنامه کوددهی به یک کود کامل دارای N-P-K در برنامه آتی و یا استعمال یک دوره از کود diammonium phosphate و یا Monopotassium phosphate	P
	تغییر قسمتی و یا تمام منابع N به celcium Nitare برای چند هفته	Ca
2.4	Magnesium sulfate و یا تغییر N با K به سولفات آمونیوم و یا پتاسیم برای چند هفته	S
300	کلات آهن (300)	Fe
300	یا سولفات دوفر (Sferrous sulfate) و یا به صورت محلول پاشی سولفات سوپروبر روی برگها یا محلول پاشی کلات آهن	
150	سولفات منگنز و یا به صورت محلول پاشی از سولفات منگنز و یا کلات منگنز استفاده می شود.	Mn
600		
150	سولفات روی و یا کلات روی و یا تغییر به قارچ کش	Zn
0075	زینب و یا محلول پاشی که ماهانه به میزان توصیه شده.	
0150	سولفات مس و یا کلات مس و محلول پاشی	Cu
0038	(برگی سولفان مس (3) Bora) بر	B
0019	Solubor	
002	برای محیطهای کشتی خاکی باید با سدیم و یا مولیبدوم زهکشی شده باشد	Mo
0002	برای محیطهای کشتی بدون خاک، به وسیله سدیم و یا مولیبدوم زهکشی شده باشد	
0150	و با محلول پاشی برگي به وسیله سدیم یا مولیبدوم با وسیله مخصوص.	

به دلیل آنکه جداسازی مواد غذایی میکرو از محیط کشت مشکل و گاهی غیرممکن است. کمبود آهن در گیاهان *gloxina* از هورتانسیا، و آزالیا بسیار شایع است. و در محیطهای کشت بدون خاک نباید آهن در ابتدای امر به محیط اضافه شود نیز این کمبود به آسانی مشاهده می شود. علائم کمبود منگنز همانند کمبود آهن است. و خوشبختانه کمبود منگنز به ندرت در گلخانه مشاهده می شود و همچنین کمبود روی در محصولات گلخانه بجز در *kalanchoe* خیلی کم اتفاق می افتد.

کمبود مس معمولاً در بعضی از خاکها در طول جغرافیایی اتفاق می افتد و خاکهای مناطق جنوب شرقی آمریکا در مورد کمبود مس بسیار مستعد می باشند. که جزء استثناعات نیز هستند. بعضی از کولتیوارها مانند *white Butterfly*, *Golden wave* و *Mary* به این مسأله بسیار حساسند. و کولتیوار به این مسأله کمبود کلی حساسند. و می توان گفت که کمبود مس بیشتر در بسترهای رز با رطوبت بالا مشاهده می شود.

یکی از مشکلات گل میخک و میمون، کمبود بر است که میزان بُر توصیه شده برای این محصولات همانند دیگر محصولات است. اما به دلیل اینکه قابلیت جذب برگی در گیاهان پایین است. و بعضی از گیاهان مانند داوودی بُر را به آسانی جذب می کنند می توانیم در کاشت مختلط میمون، میخک و داوودی این کمبود را به آسانی مشاهده کنیم و لازم به گفتن است که مستعدترین وارسته در این کمبود، میخک صورتی است.

غالباً کمبود مولیبدن را می توان در بنت القنسلول مشاهده کرد ولی این کمبود در دیگر محصولات گلخانه ای قابل مشاهده نیست. علایم کمبود در بنت القنسلول بی رنگ شدن لبه برگها به طرف داخل می باشد. که این کم رنگی همراه با از بین رفتن بافتهای برگگی نیز می باشد که این علایم در دیگر برگها مشاهده خواهد شد.

پیش از اینکه ما به کمبود مواد غذایی توجهی داشته باشیم باید به آن دسته موادی که کمبود آنها و این کمبود مشکل آفرین خواهد شد، توجه کنیم.

به پیش از اینکه ما به کمبودهای مواد غذایی بپردازیم، باید شناخت نسبت به آن دسته از موادی که مشکل ساز هستند پیدا کنیم مثلاً اثر کمبود پتاسیم در میخک مشاهده شده که باعث این مسأله زیادی نیتروژن خاک است ولی اولین چیزی که به نظر می رسد برای رفع این مشکل اضافه کردن پتاسیم خاک است و این مشکل ما را حل نمی کند و ممکن است که برای ما مشکلات جدیدترین از قبیل افزایش نمکهای محلول در خاک شود ما باید این مهم را در نظر داشته باشیم که کمبود پتاسیم در خاک، بالا بودن میزان نیتروژن خاک است و فقط با تنظیم کردن نیتروژن خاک است ما می توان این مشکل را حل کنیم. یک همچنین رابطه ای را حرکت متناوب با Antagonism می نامند و زمانی که ما نسبت به Antagonism های پایه شناخت پیدا کرده و ما می توان به راحتی آنها را در خاک و تجزیه برگها شناسایی کنیم.

در جدول شماره ۲۰-۸ متداولترین Antagonism لیست شده است. زمانی که کمبود یکی از مواد غذایی که ستون راست جدول ۲۰-۸ مشخص شود باید بالا بودن غیرعادی مواد غذایی را در ستون چپ جدول ۲۰-۸ را چک کرد. اگر چنین باشد با کاهش یا تنظیم میزان مواد غذایی در ستون چپ جدول ۲۰-۸ می توان این مشکل را حل کرد. در بعضی از مواقع نه در همه موارد باید این را در نظر داشت که Antagonism مواد غذایی دارای حرکت متناوب است برای مثال بالا بودن میزان آهن باعث کاهش جذب منگنز می شود و برعکس بالا بودن میزان منگنز باعث کاهش جذب آهن شود.

آب مقطر یا یونیزه نشده، ارجحیت دارد اما اگر موجود نباشد، آب تمیز شیر نیز قابل استفاده است. هزینه تجزیه برگ خیلی بیشتر از آزمایش (تست) خاک است. که این اختلاف هزینه با توجه به کل سرمایه گذاری انجام شده تخمینی است.

تحقیقات گسترده ای جهت تعیین مقادیر اپتیمم مواد غذایی در برگها صورت گرفته است. استانداردهای دقیقی برای بسیاری از گیاهان گلدار تهیه شده است و برای سایر

گیاهان نیز مقادیری تخمینی طی سالها مشاهده به دست آمده است جدول ۱۷-۸ حداقل مقادیر بحرانی مواد غذایی را برخی از گیاهان اصلی ارائه می‌دهد. غلظتهای پایینتر از این مقادیر با کمبودهایی در گیاهان همراه است. استانداردهای مربوط به مواد غذایی ماکرو برای هر گیاه در مقایسه با سایر گیاهان بسیار متفاوت است، درحالی‌که استانداردهای مربوط به مواد غذایی میکرو در اغلب گیاهان مقدار ثابتی می‌باشند. برای استانداردهای مربوط به مواد غذایی میکرو در کل گیاهان که در جدول ۱۷-۸ ارائه شده است تنوع گیاهی معدودی مشاهده می‌شود.

..... روشهای اصلاح

توصیه‌ها:

در بخشهای پیشین این فصل، سیستمهای کوددهی توصیه شدند. این سیستمها تحت شرایط ایده‌آل بسیار خوب کار می‌کنند اما شرایط همیشه ایده‌آل نیست. مقدار اپتیمم مصرف کود با مقدار رشد گیاه ارتباط دارد و عواملی مانند بدی هوا، محیط کشت فقیر که زهکش خوبی ندارد، آبیاری کم و یا بیش از حد، پوشش کثیف گلخانه، محبوس شدن مواد غذایی به وسیله اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت (خاک)، آنتاگونیسم* با سایر مواد غذایی، و بسیاری از عوامل دیگر نیز، خود تأثیر منفی بر روی رشد گیاه دارند. برخی مواد غذایی بیش از سایرین تحت تأثیر قرار می‌گیرند بنابراین نه تنها مقدار کوددهی، بلکه نسبت مواد غذایی موجود در کود را نیز باید تغییر دهیم. گاهی یک ماده غذایی به مقدار خیلی زیاد از حد تعادل خارج می‌شود در آن صورت باید، از همان ماده به تنهایی استفاده کرد. نسبت نیتروژن و پتاسیم را می‌توان با تناوب در استفاده از

* - متضاد، ناهماهنگ و ناجور با سایر مواد غذایی

نمونه‌ای از یک گزارش تجزیه و تحلیل برگ که پرورش دهنده دریافت می‌کند. گزارش تجزیه و تحلیل گیاه

نام پرورش دهنده: پاول نلسون	استان یا شهرستان ویک	تاریخ دریافت نمونه: ۳-۱۹-۸۵
خیابان: ۲۹ اصلی	تاریخ نمونه برداری: ۳-۱۷-۸۵	وضعیت نمونه: خوب
شهر، ایالت: رالی، سی. ال. سی.	نمونه پرورش دهنده: # ۲	پرورش دهنده: # ۲۷
تلفن: ۷۳۷-۳۱۳۲	نام گیاه: داوودی شامه بریده	استان یا شهرستان: # ۱۳
		نمونه آزمایشگاه: # ۱۹۷۱
شاخص مزرعه مورد نظر: III	توضیحی در مورد محل نمونه (در مزرعه)	تاریخ دریافت تجزیه: ۳-۲۶-۸۵
شماره زیاده	سندیم: % پاشیم: % فسفر: % نیترژن: %	Ppm روی Ppm مولبدین
شماره ایالات	کلیسم: % سیزیم: %	Ppm مس Ppm بُر
نمونه تهیه شده	پرورش دهنده نمونه	
طبق تغییرات		
کیبود	x	
کم		x
کفایت	x	x
بالا	x	x
خیلی بالا		

تذاکرات و توصیہا:

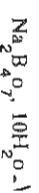
۱- مقدار پتاسیم کم است. در طی دو هفته آینده از نیترات پتاسیم (۴۴-۰-۱۳) به مقدار ۲۱۵۵/۱۰۰ گالن استفاده کنید.

۲- مقدار فسفر خیلی بالا است، پس از حل مشکل پتاسیم، به جای استفاده از کود ۱-۱-۱ از کود ۱-۰-۱ استفاده کنید.

۳- مقدار بُر نزدیک به سطح کمبود است. یکبار از یک اُنس بور اکس. در هر ۱۰۰ فوت مربع از سطح سبکوهایی کاشت استفاده کنید.

درس پستی: آزمایشگاه تجزیه و تحلیل گیاهان، بخش علوم کشاورزی، دانشگاه ایالتی، دانشگاه ایالتی، ۲۷۶۰۷

رونوشت: پیر و ش دهنده کشاورز



کودهای با فرمولهای گفته شده در جدول ۵-۸ تنظیم کرد. روش اصلاح برای کمبود ۱۰ نوع ماده غذایی دیگر در جدول ۱۹-۸ آمده است.

کمبود فسفر چندان شایع نیست، اما روی هم رفته غیر ممکن هم نیست. وقوع آن نشان می دهد که قبل از کاشت گیاهان مقدار کافی فسفر به محیط کشت اضافه نشده است و به آسانی می توان با استفاده از یک کود دارای فسفر مثل ۲۰-۱۰-۲۰ در برنامه پیوسته کوددهی خود این مشکل را اصلاح کنیم. در محلهایی که اسیدیته (PH) محیط کشت (خاک) با استفاده از سنگهای آهکی دولومیتی به خوبی تنظیم شده است کمبود کلسیم و منیزیم به وقوع نمی پیوندد. در قدیم و حتی امروزه نیز در برخی موارد بنتالکسنول را برای جلوگیری از رشد و نمو موجودات زنده عامل پوسیدگی ریشه در خاکهای اسیدی پرورش می دادند و می دهند. اما تحت این شرایط کمبود کلسیم و منیزیم مشاهده می شود. وارسته های جدید بنتالکسنول حتی در شرایطی که اسیدیته خاک (PH) در محدوده توصیه شده تنظیم می شود نسبت به کمبود منیزیم مستعد می باشند گونه ای سوسن نسبت به کمبود کلسیم بسیار حساس است. با استفاده از نیترات کلسیم به عنوان منبع نیتروژن در کودهای کامل می توان این گونه مشکلات مربوط به کلسیم را حل کرد. برای حل مشکل مربوط به کمبود منیزیم یا گوگرد می توان از ۲ پوند اِسپوم^۱ (سولفات منیزیم) در ۱۰۰ گالن (۲/۴g/l) استفاده کرد. در سالهای اخیر کمبود گوگرد در محیطهای کشت بدون خاک که گِیپسوم^۲ و سوپرفسفات منفرد ندارد، شایعتر شده است.

مواقعی که نشانه های کمبود یک ماده غذایی مشاهده می شود، و شواهدی نیز در دست است که مقدار سایر مواد غذایی میکرو بالا نیست عموماً، صلاح آن است که از یک مخلوط مواد غذایی میکرو استفاده کنیم. اگر اطلاعات بالا در دست نباشد، تمام مواد

1- Epsom salts

2- gypsoun

غذایی میکروبی موجود در برگها را باید با استفاده از روش تجزیه و تحلیل تعیین کرد اگر تعداد مواد غذایی میکروبی موجود در حد متوسط یا پایین باشد، می توان از یک مخلوط مواد غذایی میکرو استفاده کرد. در غیر این صورت، باید فقط از ماده غذایی یا مواد غذایی که کمبود آنها مشاهده شده است، استفاده کرد. در مواردی که امکان تجزیه برگ وجود ندارد، قطعاتی را می توان از نظر ماده غذایی مشکوک به کمبود، تجزیه کرد و سپس از ماده غذایی که کمبود آن محرز شد، باید استفاده کرد. ازدیاد مواد غذایی میکرو ممکن است بسیار مشکل زاتر از کمبود آنها باشد زیرا حذف آنها از محیط کشت بسیار مشکل و گاهی غیر ممکن است.

..... خلاصه

۱- مصحلت آن است که کلیه مواد غذایی لازم برای گیاه را به جز نیتروژن و پتاسیم، به مقدار کافی برای دوره زندگی آن، به هنگام تهیه محیط کشت فراهم کنیم. تنظیم PH با استفاده از سنگ آهک دولومیتی، کلسیم و منیزیم را تأمین می کند. استفاده از سوپرفسفات ۲۰٪ فسفر، گوگرد و کلسیم بیشتری را تأمین می کند. شش ماده غذایی میکرو را می توان به صورت جامد با محیط کشت مخلوط کرد و یا بی درنگ پس از کاشت به صورت مخلوط مایع به محیط اضافه کرد.

۲- معمولاً نیتروژن و پتاسیم در هر بار آبیاری یا هفته ای یکبار به صورت محلول به محیط اضافه می شود، مقدار و نسبت این دو ماده غذایی متناسب با گیاه تغییر می کند.

۳- نیتروژن و پتاسیم را به صورت مخلوط تهیه می کنند که فضای کمتری اشغال کنند و



زحمت مخلوط کردن آنها مطرح نباشد. سپس آنها را رقیق می‌کنند و با مقیاس خاص به درون لوله‌های آب می‌فرستند. با استفاده از سیستمهای خودکار آبیاری وارد سکوه‌های کاشت و گلدانها می‌شوند.

۴- نیتروژن و پتاسیم را می‌توان جداگانه و به صورت یک‌درمیان و به شکل کودهای خشک کند آزادشونده، متناسب با فرمول آنها، مورد استفاده قرار داد که به مدت ۱۴-۳ ماه نیتروژن - فسفر - پتاسیم را تأمین می‌کنند. انواع کودهای کند آزادشونده و با ترکیب شیمیایی مختلف وجود دارند. که می‌توانند کلیه نیازهای برنامه‌های منظم کوددهی گیاهان را مرتفع سازند.

۵- شناسایی اختلالات ناشی از مواد غذایی به اندازه خود برنامه کوددهی آنها اهمیت دارد. نشانه‌های ظاهری اختلالات می‌توانند کمک مؤثری باشند اما این امر متأسفانه وابسته به حضور آسیبهایی است که گاه، غیرقابل ترمیم می‌باشند.

۶- آزمایش خاک وسیله تشخیص و شناسایی بالارزشی است که مقدار اسیدیته (PH) و سطح نمکهای محلول خاک را در اختیار ما قرار می‌دهد و همچنین سطوح بسیاری از مواد غذایی قابل دسترس را تعیین می‌کند. این روش ارزان است.

۷- تجزیه برگ وسیله ایده‌آلی است که می‌توان به همراه آزمایش خاک از آن استفاده کرد. این روش نگرش دیگری در مورد وضعیت مواد غذایی خاک در اختیار ما قرار می‌دهد که برخی از آنها در آزمایش خاک به دست نمی‌آید.

مرجع

1. Anon. 1980. Dictionary of plant foods. In *Farm Chemicals Handbook*. Willoughby, OH: Meister Publishing Co.
2. Bartok, J. W., Jr. 1973. Preventing backflow from your fertilizer injector. Univ. of Connecticut. Coop. Ext. Ser. *Connecticut Greenhouse Newsletter* No. 52. pp. 1-3.
3. Bould, C., E. J. Hewitt, and P. Needham. 1984. *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*. Vol. 1. Principles. New York: Chemical Publishing.
4. Bunt, A. C. 1976. *Modern Potting Composts*. University Park, PA; and London: The Pennsylvania State Univ. Press.
5. Chapman, H. D., ed. 1966. *Diagnostic Criteria for Plants and Soils*. H. D. Chapman, 830 S. Univ. Dr., Riverside, CA 92507.
6. Criley, R. A., and W. H. Carlson. 1970. Tissue analysis standards for various floricultural crops. *Florists' Review* 146:19-20, 70-73.
7. Farnham, D. S., R. S. Ayers, and R. F. Hasek. 1977. Water quality affects ornamental plant production. Univ. of California Div. of Agr. Sci. Leaflet 2995.
8. Jones, J. B., Jr. 1974. Plant analysis handbook for Georgia. Georgia Coop. Ext. Ser. Bul. 735.
9. Koths, J. S., R. W. Judd, Jr., J. J. Maisano, G. F. Griffin, J. W. Bartok, Jr., and R. A. Ashley. 1980. Nutrition of greenhouse crops. Coop. Ext. Ser. of the Northeast States. NE 220.
10. Peterson, J. C. 1982. Effects of pH upon nutrient availability in a commercial soilless root medium utilized for floral crop production. Ohio Agr. Res. and Devel. Center Res. Cir. 268, pp. 16-19.
11. ———. 1982. Monitoring and managing fertility—part I: Monitoring the fertilizer content of irrigation water. *Ohio Florists' Assoc. Bul.* 629:4-7.
12. Poole, R. T., C. A. Connover, and J. N. Joiner. 1976. Chemical composition of quality tropical foliage plants. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 89:307-308.
13. Rader, L. F., Jr., L. M. White, and C. W. Whittaker. 1943. A measure of the effect of fertilizers on the concentration of the soil solution. *Soil Sci.* 55:201-208.
14. Robinson, J. B. D., ed. 1984. *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*. Vol. 1. Principles. New York: Chemical Publishing.
15. Roorda van Eysinga, J. P. N. L., and K. W. Smilde. 1980. *Nutritional Disorders in Chrysanthemum*. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
16. Scaife, A., and M. Turner. 1984. *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*. Vol. 2. Vegetables. New York: Chemical Publishing.
17. Smilde, K. W., and J. P. N. L. Roorda van Eysinga. 1968. *Nutritional Diseases in Glass House Tomatoes*. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
18. Sprague, H. B. 1964. *Hunger Signs in Crops*, 3d ed. New York: David McKay Co.
19. Tayama, H. K. 1966. Extension slants—production pointers. *Ohio Florists' Assoc. Bul.* 442:9.

20. Truog, E. 1948. Lime in relation to availability of plant nutrients. *Soil Sci.* 65:1-7.
21. Walsh, L. M., and J. D. Beaton. 1973. *Soil Testing and Plant Analysis*, rev. ed. Madison, WI: Soil Sci. Soc. of Amer.
22. Warncke, D. D., and D. M. Krauskopf. 1983. Greenhouse growth media: Testing and nutrition guidelines. Michigan State Univ. Agr. Ext. Bul. E-1736.
23. Waters, W. E., J. NeSmith, C. M. Geraldson, and S. S. Woltz. 1972. The interpretation of soluble-salt tests and soil analysis by different procedures. *Florida Flower Grower* 9 (4):1-10.
24. White, J. W. 1976. Fertilization. In Mastalerz, J. W., ed. *Bedding Plants*, 2d ed., pp. 146-165. Pennsylvania Flower Growers' Assoc., 103 Tyson Bldg., University Park, PA 16802.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20