بسم‌الله الرحمن الرحیم

مدیریت گلخانه

جلد دوم

مؤلف : پاول.وی.نلسون

سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران

زرنگار

سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران به عنوان متولی فضای سبز شهر تهران و تخصصی‌ترین 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.

علی‌محمد مختاری

مدیرعامل سازمان پارکها و فضای سبز

شهر تهران

مدیریت گلخانه (جلد دوم)

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 پیام‌رسا

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

فهرست

فصل ۹

سیستمهای تولید محصولات زراعی ۹
تاریخچه پیدایش ۱۱
سیستم ویژه NFT ۲۰
سیستم کشت راک‌وول ۲۸
سیستم فروکش و جریان (Ebb and Flow) ۳۴
کشت در جوی ۴۲
جریان مجدد کلی ۴۴
خلاصه ۴۶
مرجع ۴۹

فصل ۱۰

بارورسازی با دی‌اکسیدکربن ۵۱
نقش کربن ۵۱
کمبود کربن ۵۳
اثر تزریق دی‌اکسیدکربن بر گیاه ۵۳
اهمیت اقتصادی تزریق Co_2 ..... ۶۴
خلاصه ۶۵
مرجع ۶۶

فصل ۱۱

نور و دما ۶۷
شدت نور برای فتوسنتز ۶۷
مدت روشنایی در فتوپریودیسم (طول روز) ۹۰
درجه حرارت ۱۰۲
خلاصه ۱۱۳
مرجع ۱۱۷

فصل ۱۲

مواد شیمیایی تنظیم‌کننده رشد ۱۱۹
طبقه‌بندی ۱۲۰
ترکیبات تنظیم‌کننده رشد ۱۲۱
ارزش اقتصادی مواد ۱۵۹
خلاصه ۱۶۰
مرجع ۱۶۲

فصل ۱۳

کنترل آفات ۱۶۵
مدیریت تلفیقی گلخانه ۱۶۶
حشرات و سایر آفات گلخانه‌ای ۱۷۳
کنترل بیولوژیکی ۱۹۷
روشهای مختلف استفاده از حشره‌کشها ۲۰۴
نکات لازم برای مصرف سموم ۲۷۷

احتیاط‌های لازم برای مصرف سموم ۲۸۱
خلاصه ۲۸۹
مرجع ۲۹۲

فصل ۱۴

بیماریهای گیاهی ۲۹۳
بیماریهای گیاهان گلخانه‌ای ۲۹۴
مبارزه با بیماریها ۳۱۶
توصیه‌هایی در مورد قارچ‌کشها و باکتری‌کشها ۳۲۳
خلاصه ۳۴۵
مرجع ۳۴۶

فصل ۱۵

عملیات جابجایی و نگهداری پس از برداشت ۳۴۷
طول عمر نگهداری گلهای بریده ۳۴۸
انبار سرد ۳۵۶
انبار خشک ۳۵۹
برداشت در حالت غنچه ۳۶۲
تیوسولفات نقره (STS) ۳۶۵
آینده ۳۶۹
خلاصه ۳۷۰
مرجع ۳۷۳

فصل ۱۶

بازاریابی ۳۷۵
بسته‌بندی ۳۷۶
درجات و استانداردها ۳۷۸
سیستم بازار ۳۸۱
تبلیغ ۳۹۱
خلاصه ۳۹۶
مرجع ۳۹۸

فصل ۱۷

مدیریت تجاری ۳۹۹
ساختار تجاری ۴۰۰
مدیریت نیروی کار ۴۰۳
مدیریت تولید ۴۱۸
خلاصه ۴۴۲
مرجع ۴۴۴

۹. سیستمهای تولید محصولات زراعی

از آغاز تولید محصولات تجارتی گلخانه‌ای و به‌کارگیری تکنولوژی مدرن با پیشرفت زمان، آمال‌ها کنترل طبیعت بود که میل و اشتیاق انجام آن، موجب بدعت‌گذاری در سیستمهای تولید شد. اخیراً دو نیروی جداگانه دست‌به‌دست هم داده‌اند تا سرعت و شدت تحقق این سیستمها را افزایش دهند. اولین مورد، بین‌المللی کردن تولیدات گلخانه‌ای، به علت بروز تقاضاهای فراوان است، که در آن کاهش هزینه‌های تولید و بازاریابی با استفاده از روشهای کنترل اتوماتیک و به‌کارگیری تکنولوژی بالا و کامپیوتری کردن سیستم‌های زراعی امکان‌پذیر است. دوم، تنظیم قوانین و مقررات و آئین‌نامه‌هایی که در آن توجه بیشتری به «سیستم کشاورزی بسته» شده است و از هدر رفتن مواد و عناصر غذایی و حشره‌کشها و مواد شیمیایی جلوگیری می‌شود و ضایعات و باقیمانده این مواد همراه با آب، دوباره پس از بازیافت، مورد مصرف واقع می‌شوند. در «سیستم کشاورزی باز» آب اضافی همراه با مواد محلول پس از خروج از محدوده ریشه (گلدان یا بستر) وارد زمین شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. در این شرایط باید طوری برنامه‌ریزی کرد که با مصرف درست آنها، از خروج مقادیر زیادی (حجم زیادی) از

آب و مواد جلوگیری شده و میزان ضایعات کاهش یابد.

ـ دست یافتن به این نتیجه، یعنی تولید مؤثر و کاهش آلودگی به‌طور همزمان، از طریق تعداد زیادی از سیستمهای جدید میسّر می‌گردد. دو سیستم در اوائل سال ۱۹۷۰ به صورت تجارتی درآمده که براساس کشت در محیط غذایی (آبکشت) است و بیشتر برای تولید گلهای تازه و سبزیجات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستمها شامل Nutrient Film Technique و Rock wool Culture می‌باشند. روشهای دیگری مانند Ebb and - Flow برای گیاهان گلدانی و گیاهان خزانه، روش Trough culture برای گیاهان گلدانی، و whole - firm recirculation برای تمام تیپهای گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند.روش آخر، به صورت آبکشت نیست و محلول غذایی وجود ندارد بلکه همچون بستر کاشت برای گلدانهای آپارتمانی به‌کار می‌رود. به‌هرحال، روشهای تهیه و مصرف محلولهای غذایی این سیستمها همانند روشهای کشت در محلول غذایی (آبکشت) است.

ـ Nutriculture شامل کشت گیاهان در یک محیط بدون تبادل و جایگزینی، مانند آب (آبکشت)، شن (کشت در شن)، ریگ (کشت در ریگ)، پشم شیشه (rock wool) و یا هوا (هواکشت) است. یک محیط بدون تبادل و جایگزینی، محیطی‌است که نه به محیط ماده‌ـ غذایی اضافه می‌کند و نه آن را تغییر می‌دهد. و یا در خود جذب می‌کند. خاک، پیت‌ماس، پوست و بقایای گیاهان مثالهایی از مواد تغییردهنده‌اند که از نظر بیولوژیکی و شیمیایی فعال هستند. این مواد به علت داشتن بارهای منفی، بعضی از عناصر را جذب کرده و یا ممکن است بعضی از آنها بر اثر عواملی چون، هوادیدگی و غیره، بعضی از عناصر را آزاد کنند. گذشته از آن، این مواد محیطی را می‌سازند که در آن جمعیت بیشتری از میکروارگانیسمها زندگی کرده و به‌آسانی می‌توانند ماهیت و ترکیب عناصر غذایی را عوض کنند (برای مثال آمونیوم را به نیترات تبدیل کنند). بستری مانند rock wool یا آب در سیستم NFT در مقایسه با بسترهایی که امروزه به‌کار می‌برند، نیاز به دقت و مراقبتهای بیشتری دارند. پیش از شروع بحث در مورد سیستمهای کاشت یاد شده، بهتر است تاریخچه و نحوه گسترش آنها را تا به امروز مورد بررسی قرار دهیم.

تاریخچه پیدایش

شروع مرحله (۱۹۲۸-۱۸۶۰ میلادی)

اصل تاریخچه کشت گیاهان در محیط غذایی مصنوعی، که امروزه کاربرد گسترده دارد، به‌طور واقعی به حوالی سال ۱۸۶۰ مربوط می‌شود. البته باید اذعان کرد که بیش از ۲۹۰ سال سابقه تحقیق در این زمینه وجود دارد. گرچه شش عنصر غذایی پرمصرف (ماکرو) و آهن تا سال ۱۸۴۴ شناسایی شده بودند اما سال ۱۸۶۰ که اولین بار ساکس (Sachs) در آلمان فرمول کامل عناصر غذایی مورد نیاز برای گیاهان را در سیستم آبکشت بیان کرد، این فرمول کامل نبود. در سال ۱۸۶۱ نوپ (Knop) یک فرمول اصلاحی ارائه کرد که تا به امروز مورد استفاده قرار می‌گیرد. از اواخر سال ۱۸۰۰ تا اوائل سه دهه قرن کنونی، تلاشهای قابل توجهی در بهتر ساختن سیستمهای آبکشت، به عمل آمده و در آن ضمن ارائه فرمولهای نوین، موجب کشف عناصر کم‌مصرف مورد نیاز گیاهان نیز شده است. تهویه محلولهای غذایی و تعویض دوره‌ای عناصر غذایی موجود در محلولها، دارای اهمیت ویژه‌ای است که باید به مرحله عمل درآید. در این مدت، کشت گیاه در عناصر غذایی (محلولهای غذایی) همچون یک تکنیک برای اجرای برنامه‌های تحقیقی، به عنوان هدف باقی مانده است.

اهداف تجارتی اولیه (۱۹۷۰-۱۹۲۸ میلادی)

اولین مقاله‌ای که سعی بر معرفی پتانسیل تجارتی سیستم آبکشت داشت، در سال ۱۹۲۹ در ایالات متحده آمریکا انتشار یافت. گریک (Gericke) در سال ۱۹۲۹ یک ظرف محلول غذایی ساخت که دارای شبکه سیمی، پارچه کرباسی و ۱/۳ سانتیمتر شن بود. او حدود یک هکتار را برای کاشت گیاهان به‌طور مصنوعی در بستر شن اختصاص داد.

ـ تاریخچه کشت در شن به سال ۱۸۴۹ برمی‌گردد که C.S.Horstmar بستر شن و سایر مواد بی‌اثر را معرفی کرد. محرکهای تجارتی نیز مربوط می‌شود به سال ۱۹۱۶ که مک‌کال (Mc Call) در آمریکا، فواید کنترل عناصر غذایی در آبکشت را مشاهده کرد و اثرات تهویه فیزیکی شن را یادآور شد. روبینز (Robbins) در سال ۱۹۲۸ در مورد روشهای کشت تعداد زیادی از گیاهان در شرایط گلخانه‌ای در بستر شن مطالعه کرد. لوری (Laurie) در سال ۱۹۳۱ ظرفیت (پتانسیل) تجارتی حاصل از کاشت در شن را نشان داد. در سال ۱۹۳۵ یک روش برای پرورش میخک در نیوجرسی (New Jersey) توسط مرکز تحقیقات کشاورزی بی‌کارت و کونورز (Bickart and Connors) ارائه شد. تصفیه و ضدعفونی سیستمهای فیزیکی برای کشت در شن و قلوه‌سنگ توسط ایتن (Eaton) در سال ۱۹۳۶، ویت‌راو و بی‌بل (Withrow and Biebel) در سال ۱۹۳۶، شیو و روبیتز (Shive and Robbins) در سال ۱۹۳۷، چاپ‌من و لی‌بیگ (Chapman and Liebig) در سال ۱۹۳۸ دنبال شد.

ـ کاربرد محیط کشت عناصر غذایی در اثنای جنگ جهانی دوم دوباره رونق گرفت. هر دو کشور ژاپن و آمریکا برای تولید سبزیجات تازه از روش کاشت در شن و قلوه‌سنگ استفاده می‌کردند.

ـ در سال ۱۹۵۰ هگ‌لند و آرنون (HoegLand and Arnon) محلول مشهور خود را ارائه و هگ‌لند نامیدند که تا امروز این محلول به صورت تجارتی و در امور تحقیقات مورد

استفاده واقع می‌شود (جدول ۱-۹). آنها دریافتند که میزان محصول گوجه‌فرنگی در روش آبکشت معادل محصول حاصله در بسترهای خاکی بوده و از نظر اقتصادی قابل بررسی است.

ـ معمولی‌ترین سیستم کشت تجارتی در محلول غذایی که تا سال ۱۹۷۰ به کار می‌رفت همان کشت در بسترهای شن و قلوه‌سنگ بود. بستر و یا سکوهایی که درست می‌کردند نسبت به آب غیرقابل نفوذ بوده (آب را از دیواره خود به بیرون راه نمی‌دادند) و از بتن و مصالح ساختمانی ساخته می‌شد و در داخل بستر ساخته شده، شن و قلوه‌سنگ قرار می‌دادند. روزانه ۱ تا ۴ مرتبه با محلولهای غذای مشابه فرمول محلول هگ‌لند، و با توجه به درصد رشد گیاه و فصل رشد و اندازه گیاه، بستر آماده شده را آغشته و اشباع می‌کردند و در فواصل زمانی بین دو مرحله مصرف محلول، آنها را در مخازن انبار می‌کردند. به منظور تعیین میزان اسیدیته (PH) و غلظت عناصر و تنظیم حجم محلول، به‌طور مرتب آزمایشهای تجزیه و آنالیز محلولها صورت می‌گرفت. به علت دوام کم‌اشباع محیط به‌وسیله محلولهای غذایی از نظر تهویه بستر، هیچ اشکالی پیش نمی‌آید. زیرا فضاهای متراکم فقط برای مدت محدودی به‌وسیله محلولهای غذایی اشغال می‌شد. مشکل اولیه‌ای که وجود داشت، عدم‌تعادل عناصر غذایی، مخصوصاً عناصر کم‌مصرف و بیماریها بود. تلاش برای تجزیه سریع محلولهای غذایی با استفاده از تجزیهٔ شیمیایی عناصر غذایی به‌وسیلهٔ شیمیستها مشکل تعیین و مشخص کردن میزان عناصر غذایی را حل کرد. ولی انتشار سریع بیماریها یک مشکل اساسی برای همگان بود.

معدودی از شرکتها به جای شن از ورمیکولیت پالابورا (Palabora) که از آفریقا آورده می‌شود به ضخامت ۱/۳ سانتیمتر استفاده می‌کنند. به علت سبک بودن آن را در بسترهای قابل انتقال و متحرک استفاده می‌کنند. از طرفی این ماده قابلیت جذب و نگهداری بیشتر آب و مواد غذایی را داراست و این امر سبب شده است که تعداد دفعات مصرف محلولهای غذایی در هفته به ۳ تا ۴ مرتبه کاهش یابد.

جدول ۱-۹

ترکیبات شیمیایی عناصر غذایی هگ‌لند[۱]

ماده شیمیایی	فرمول شیمیایی	وزن	
		میلی‌گرم در لیتر	اونس در ۱۰۰ گالن
فسفات پتاسیم دی‌هیدروژنه	KH_2Po_4	۱۳۶	۱/۸۱
نیترات پتاسیم	KNo_3	۵۰۵	۶/۷۳
نیترات کلسیم	$(Ca\ No_3).4H_2o$	۱۱۸۰	۱۵/۷۳
سولفات منیزیم	$MgSo_4.7H_2o$	۴۹۲	۶/۵۵
تارتارات آهن[۲]	$FeC_4H_6o_6$	۵	۰/۰۶۷
کلرور منگنز	$MgCl_2.4H_2o$	۱/۸۱	۰/۰۲۴
سولفات روی	$ZnSo_4.7H_2o$	۰/۲۲	۰/۰۰۳
سولفات مس	$CuSo_4.5H_2o$	۰/۰۸	۰/۰۰۱
اسید بوریک	H_3Bo_3	۲/۸۶	۰/۰۳۸
اسید مولیبدیک	$H_2MoQ_4.H_2o$	۰/۰۲	۰/۰۰۰۳

۱- P.P.m حاصل از این ترکیبات عبارتند از: N = ۲۱۰، P = ۳۱، K = ۲۳۴، Ca = ۲۰۰، Mg = ۴۸، S = ۶۴، F = ۱/۴، Mn = ۰/۵، Zn = ۰/۰۵، Cu = ۰/۰۲، B = ۰/۵ و Mo = ۰/۰۱ جدول از هگ‌لند و آرنون (۱۹۵۰).

۲- امروزه کلات آهن جایگزین تارتارات آهن شده است. آهن DTPA معمولاً به نسبت ۲ تا ۴ P.P.m آهن (۲۰ تا ۴۰ میلی‌گرم آهن DTPA در لیتر) استفاده می‌شود.

- تا به امروز اندازهٔ ثابت و قابل قبول کلی تجاری در مورد سیستم کشت و عناصر غذایی حاصل نشده است. از مهمترین عوامل بازدارنده، عدم وجود مواد پلاستیکی غیرقابل نفوذ و غیرفعال برای انتهای بسترها، ناکافی بودن ادوات و وسایل اخطاردهنده و کنترل‌کنندهٔ عناصر محلول غذایی و نبود کامپیوتر جهت کنترل کلی و کامل بود. به‌هرحال با توجه به پیشرفتهای چشم‌گیری که در تکنولوژی حاصل شده می‌توان امیدوار بود که تمام این مسایل حل شود و این خود موجب خوشبینی و امیدواری است.

موفقیتهای قابل توجه (از سال ۱۹۷۰ میلادی تاکنون)

اولین سیستم کاشت گیاه در مواد غذایی که به‌طور گسترده‌ای در گلخانه‌ها قابل استفاده‌بوده‌وازلحاظ‌اقتصادی‌کارآمدباشد سیستم Nutrient Film Technique (NFT) یا تکنیک فیلم غذایی بود. این تکنیک دارای زمینه جالبی بشرح زیر است. دِاِستیگ‌تر (Destigter) از سال ۱۹۶۱ تا ۱۹۶۹ در مرکز تحقیقات فیزیولوژی در هلند، الگویی از این سیستم را تهیه کرد. برای اهداف تحقیقاتی، روشی از کشت ریشه گیاهان را در یک لایه نازک قابل ارتجاع که پرتونگاری در آن صورت می‌گرفت به دست آورد. کوپر (Cooper) در سال ۱۹۷۳ در حین یک سری ارتباط و مکاتبه با دِاِستیگ‌تر (Destigter) قابلیت اجرای این سیستم در سطح تجاری را بررسی کرد و سیستم NFT را برای آن تهیه کرد.

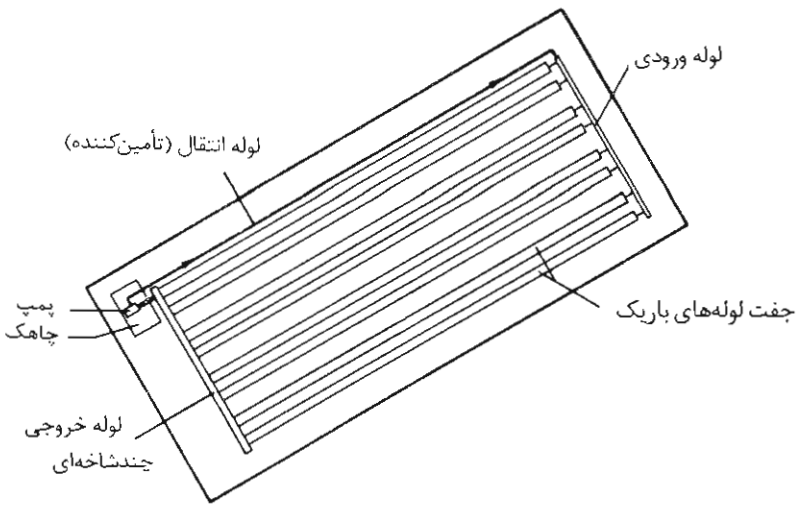
NFT شکلی از آبکشت است که در آن گیاهان در کانالهای باریک و با شیب کم‌پرورش داده می‌شوند (شکل ۱-۹). نوار نازکی از محلول و عناصر غذایی همانند فیلم به درون ریشه‌ها در کانالها پیوسته جریان پیدا می‌کند. در روش NFT برخلاف سیستم آبکشت گلدسیک، از نظر تهویه، مساله و مشکلی وجود ندارد، زیرا محلول غذایی، فقط تا عمق ۳ میلیمتر، قرار دارد. استفاده تجاری از NFT از اوایل سال ۱۹۷۰ آغاز شد. در سال ۱۹۸۲ حدود ۵ هکتار در انگلستان و مقدار قابل توجهی نیز در هلند به این سیستم کشت روی آوردند. گرچه مقدار مساحت مورد استفاده در آمریکا مشخص نیست ولی آنچه که مسلم است، صدهاشرکت‌کوچک‌مشغول‌پرورش‌سبزیجات‌درگلخانه‌هابا سیستم NFT هستند. ـ استفاده از NFT در سطح گسترده‌ای در هلند به علت مشکلات پاستوریزاسیون صورت می‌گیرد. بسیاری از گلخانه‌ها در آنجا، حرارت مورد نیاز خود را به‌وسیله آب‌گرم تأمین می‌کنند که برای پاستوریزاسیون نامناسب است. بنابراین استفاده از متیل‌بروماید معمول و متداول است. در خاکهای شنی در گلخانه‌هایی با سیستم تغذیه متراکم، استفاده از متیل بروماید که به‌آسانی وارد خاک و همچنین وارد لوله‌های پلاستیکی که

از این خاکها عبور کرده‌اند میشود، مانند مناطق وست‌لند (West Land) معمول است. در نتیجه به علت آلوده شدن آب مشروب در اثر به کار بردن متیل بروماید در دزهای بالا، استفاده از سیستم NFT بسیار مناسب و جالب خواهد بود.

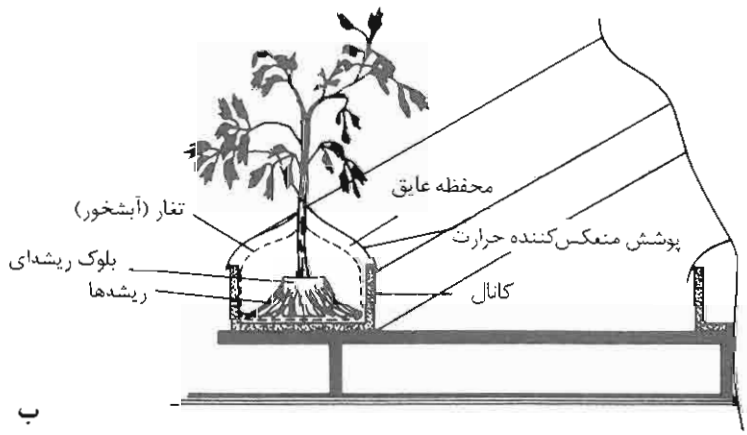
ـ تولید NFT از اوایل سال ۱۹۸۰ در اروپای شمالی کاهش پیدا کرد. علت اصلی آن شیوع بیماریها در یک سیستم محلول غذایی بسته است که در آن آلودگی در یک گیاه فوراً به سایر گیاهان انتقال می‌یابد. بالا بودن هزینه اولیه سیستم NFT و استفاده از انرژی الکتریکی به‌طور مداوم شاید یکی دیگر از دلایل کاهش دامنه و وسعت کاربرد این سیستم باشد. (Dunger ۱۹۸۳).

ـ سیستم کشت باز که در آن محلولهای غذایی فقط یک‌بار از محیط ریشه رد شده و سپس حذف و تلف می‌شوند به منظور بررسی امکان جلوگیری از اشاعه بیماریها مورد بررسی قرار گرفت و این روش نیز به سیستم اتوماتیک نیاز دارد. استفاده از سیستم کشت راک وول (Rock Wool) در اوایل سال ۱۹۸۰ کاربری پیدا کرد و گسترش یافت تا به‌صورت یک روش عمده تولید محصول درآمد. راک وول شامل رشته‌های حاصل از ذوب نهایی سنگ خارا است که شبیه به الیاف شیشه (پشم‌شیشه) و عایق می‌باشند. این الیاف که به صورت مکعب یا گرد هستند جهت تکثیر گیاهان و یا پرورش آنها همچون بستر کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ـ کشت راک‌وول برای اولین‌بار در سال ۱۹۵۰ در دانمارک صورت گرفت. تولید محصولات باغبانی با استفاده از روش راک وول تا سال ۱۹۷۰ معمول و متداول بود. امروزه تقریباً همه خیارهای گلخانه‌ای و بسیاری از ارقام گوجه‌فرنگی در دانمارک با روش راک وول تولید می‌شوند. وسعت گلخانه‌های تولیدات راک وول در هلند حدود ۱۸۰ هکتار در سال ۱۹۸۰ تخمین زده شده بود. در سال ۱۹۸۳ سطح آن به ۱۰۰۰ هکتار و در سال ۱۹۸۸ به ۲۰۰۰ هکتار افزایش یافت. در انگلستان در سال ۱۹۷۸ فقط ۶ هکتار و در سال ۱۹۸۲ حدود ۲۵ هکتار بوده است. سطح تولیدات راک وول در بلژیک



الف



ب

شکل ۱-۹ـ الف) نقشه وضعیت کف، در سیستم NFT. محلول غذایی از چاهک مخزن به لوله‌های ورودی چندشاخه‌ای واقع در آبشخورهای بالایی پمپاژ می‌شود. از آنجا، محلول بر اثر نیروی ثقل از طریق آبشخورهای پایین به لوله خروجی چندشاخه‌ای ریخته شده و به چاهک بر می‌گردند. **ب)** شکل مقطع طولی آبشخور را نشان می‌دهد که در آن وضع قرار گرفتن گیاه، محل فیلم پلاستیکی عایق رطوبتی و عایق حرارتی بیرونی نشان داده می‌شود.

و آلمان‌غربی به ترتیب در سال ۱۹۸۸، ۶۰۰ هکتار و ۵۰ هکتار بوده است. این سیستم در سال ۱۹۸۰ در آمریکا رواج پیدا کرد. اولین محصولاتی که در این سیستم کشت شدند، به‌طورکلی سبزیجات گلخانه‌ای بودند. اخیراً گلهایی چون داوودی، میخک، ژربرآ و رُز نیز با استفاده از این سیستم پرورش می‌یابند و کشت می‌شوند.

مقررات عدم‌آلودگی

تاریخچه آیین‌نامه علف‌کشها بسیار کوتاه است. اولین مقررات در ایالات متحده شامل قانون حشره‌کش سال ۱۹۱۰ و قانون فدرال حشره‌کش، قارچ‌کش و جونده‌کش (FIFRA)[1] سال ۱۹۴۷ بود. هدف هر دو، حمایت از خریدار در ارتباط با جلوگیری از اعمال فریب‌کارانه و کلاهبرداری بود. این قانون زمانی مهم جلوه می‌کند که یک‌نفر اهمیت حشره‌کش آلی د.د.ت (DDT) را که در سال ۱۹۴۰ برای مبارزهٔ جهانی بر علیه ناقل بیماری مالاریا به‌کار رفت، مورد بررسی قرار دهد. به‌هرحال تا ۱۹۸۴ حدود ۶۰۰ ماده شیمیایی حشره‌کش با بیش از ۴۵ تا ۵۰ هزار فرمول شیمیایی در بازار وجود داشت.

ـ در سال ۱۹۵۲ مقررات به نفع و حمایت از بهداشت عمومی و بهداشت محیط سوق داده شد، و با اصلاحی در قوانین مربوط به پیمان مواد غذایی، دارویی و لوازم آرایش مورد توجه و استفاده قرار گرفت. دستورالعمل اصلاحی، سقف مجاز آنها را در مواد غذایی انسان، تغذیه حیوانات و الیاف مشخص کرد. حساسیت جامعه در اوایل این مرحله با خشم و تهیج در کتابی به نام «بهار آرام» در سال ۱۹۶۲ توسط ریچارد کارسون به رشته تحریر درآمد، که به‌طور دراماتیک خطرات را برای بشر و محیط زیست یادآور شد. در سال ۱۹۶۲ FIFRA اصلاح شد و براساس این اصلاحیه بر روی تمام علف‌کشها

1- Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act

برچسب زده شد. در سال ۱۹۷۰، آژانس حمایت از محیط زیست (EPA)[1] تأسیس شد. در FIFRA دوباره تجدیدنظر و مقرر شد که جهت حمایت از سلامتی عمومی و محیط زیست راهنما و دستورالعمل‌هایی برای استفاده از حشره‌کشها وضع شود. این حکم تعادل معقولی را بین اقتصادی بودن استفاده از علف‌کشها در ارتباط با جامعه و ارزشهای محیطی مشخص می‌کرد. مثلاً در شرایطی که از حشره‌کشها استفاده نمی‌شد، بیش از ۳۰ درصد از محصول از بین می‌رفت. در دنیای امروز که در آن میزان مرگ و میر بر اثر سوءتغذیه بسیار بالا و افزایش بی‌رویه جمعیت بی‌حساب است چنین کاهش محصول (به‌وسیله حشرات) می‌تواند یک غارت و تاراج به‌شمار رود.

ـ آلودگی عناصر و مواد غذایی نیز به چند طریق ممکن است صورت گیرد. که شامل ازت نیتراته، فسفاتها، میزان کل املاح، یا فلزات سنگینی مانند مس یا روی، در آنهاست. حداقل محدودیت ملی نیتراتها در آب جاری ۱۰ P.P.m ازت نیتراته است که معادل ۴۴/۳ P.P.m نیترات است. همچنین محدودیتهایی نیز در بسیاری از کشورهای اروپای غربی ایجاد شده است. درحالی‌که محدودیتهای ملی برای فسفاتها تعیین نشده و اندازه‌گیری‌های منطقه‌ای نشان داده است که باید کاهش پیدا کند. ممنوعیت مصرف شوینده‌های فسفری مثالهایی از شروع اقدام به این عمل است. فسفاتهای موجود در سطح آبها موجب افزایش رشد و تکثیر جلبکها شده که ازدیاد آنها خود باعث کاهش میزان اکسیژن موجود در آب شده و در نتیجه مرگ و میر ماهی‌ها را به همراه خواهد داشت. همین‌طور هم، محدودیت‌هایی در میزان کل املاح و به‌طور انفرادی در فلزات سنگین و عناصر میکرو به‌طورکلی موجود نیست، ولی یک روزی به‌وجود خواهد آمد.

1- Environmental Protection Agency

سیستم NFT

روشهای کار

کوپر (Cooper) در سال ۱۹۷۹ در کتاب خود به‌طور کامل سیستم NFT را مورد بررسی قرار داده است. این سیستم از یک کانال بدون جوی و پشته شروع شده که دارای شیب یک درصد است. سطح عرضی کانال باید کاملاً مسطح باشد تا از پوشش تمام کف به‌وسیله محلولهای غذایی مطمئن باشیم. چنین کانالهایی ممکن است به صورت کف‌های بتونی ساخته شده باشند. یا ممکن است به صورت سکوهای مرتفع تهیه شوند. برای گیاهانی مانند خیار، عرض کانالها به‌طور معمول حدود ۲۳ سانتیمتر و ارتفاع آنها حدود ۵ سانتیمتر خواهد بود. ممکن است این کانالها از چوب، پلاستیک یا از بتون ساخته شود. اغلب در بسترهای مدرن که دارای کانالهای موازی و نزدیک به‌هم هستند می‌توان گیاهانی چون، کاهو، داوودی، گل میمون و سایر گیاهان گلدار را پرورش داد. (به شکل ۱ـ۹ توجه شود).

ـ کانالها باید غیرقابل نفوذ بوده و به‌وسیله مواد سوراخ‌دار با یک لایه نازک از پلاستیک که به حد کافی بزرگ باشند که بتواند سطح بالای کانالها را بپوشاند، پوشیده شده باشند. لایه پلاستیک باید به ضخامت ۰/۱۲۷ میلیمتر و یا ضخیمتر از آن بوده باشد، در غیر این صورت پلاستیک به ریشه‌ها خواهد چسبید، که باعث به‌وجود آمدن برآمدگی‌ها و چین‌هایی در طول کانال خواهد شد. این خود موجب بروز حالتی می‌شود که در بعضی از نقاط، میزان محلول غذایی افزایش یافته و در نهایت ماده غذایی محیط ریشه به سایر بخشها انتقال می‌یابد. کانالهای آبیاری نیاز به پوشش دارند که ممکن است از یک ماده محکم و یا لایه‌ای از پلاستیک باشد.

ـ پوششهای کانال (۱) مانع هدر رفتن آب از طریق تبخیر می‌شوند (۲) ورود نور را که باعث رشد جلبکها می‌شود محدود و کنترل می‌کنند که در غیر این صورت علاوه بر

جذب محلول غذایی به وسیله جلبکها موجب بسته شدن جریانهای سیستم نیز می‌شوند، و (۳) کمک به حفظ و کنترل حرارت محیط ریشه می‌کنند. پوشش بیرونی بهتر است سفید و یا نقره‌ای باشد تا باعث کاهش میزان حرارت جذبی و انعکاس نور جهت رشد بهتر گیاهان بشود. هوای داخل کانالی که پوشش سیاه داشته باشد، به اندازه کافی و بیشتر از حد نیاز گرم شده و باعث بروز سوختگی ریشه‌ها در روزهای گرم و روشن (نورانی) خواهد شد. پلاستیکهای سفید ورود نور را به اندازه زیاد محدود نخواهد کرد بنابراین برای استفاده باید دو رویه باشند و لایه (رویه) داخلی آن سیاه و لایه سطحی (رویی) آن سفید است. در مناطقی که هوا بسیار گرم باشد، بهتر است از پلاستیکی استفاده شود که در بین دو لایه زیر و رویی، عایقی از هوا پر شده (وجود داشته) باشد.

ـ محلول غذایی در یک سیستم بسته جریان پیدا می‌کند (مجدداً به شکل ۱ـ۵ توجه شود). معمولاً یک مخزن در داخل کف می‌سازند که جریان محلول غذایی را از انتهای کانال به کمک نیروی ثقل جمع‌آوری می‌کند. محلول غذایی به‌وسیله پمپ از طریق یک لوله اصلی که به‌طور عمودی در بالاترین نقطه کانال قرار دارد وارد جریان (مسیر) شده و از طریق لوله‌های کوچکی که از لوله اصلی منشعب و تغذیه می‌شوند به هر یک از کانالها منتقل می‌شوند. میزان جریان باید به حدی باشد که لایه‌ای از محلول غذایی به ضخامت ۳ میلیمتر در سرتاسر کف کانالها ایجاد کند. اگر ضخامت این لایه بیشتر از این حد باشد، موجب کاهش و کمبود اکسیژن در محیط ریشه‌ها خواهد شد. جریانی در حدود ۰/۵ gpm (۲ لیتر در دقیقه) در هر کانال لازم است. در بعضی سیستمها محلول به‌طور ثابت و مداوم در جریان است. آنچه که در امریکا خیلی معمول است، جریانی است که در آن از هر ۱۵ دقیقه، ۱۰ دقیقه محلول در جریان است تا امکان تهویه محیط ریشه فراهم شود. حجم قابل توجهی از آب بر اثر عمل تبخیر از بین خواهد رفت بنابراین لازم است مرتباً و به‌طور مداوم، محلول غذایی به مخزن افزوده شود. این عمل می‌تواند به‌طور اتوماتیک و با به‌کارگیری یک شناور و نصب آن در

لوله ورودی مخزن صورت گیرد.

ـ کوپر در سال ۱۹۷۹ پیشنهاد کرد، غلظت عناصر غذایی نوشته شده در جدول ۲-۹ برای کشت در سیستم NFT بسیار مناسبند. نامبرده بیش از ۵۰ گونه از گیاهان زینتی، میوه و سبزی را به مدت سه سال مداوم بدون هیچ مشکلی پرورش داد. منابع غذایی و مقدار لازم از هر یک در جدول ۳-۹ آورده شده است. لازم نیست که یک شرکتی محلولهای غذایی را فرموله کند. بسیاری از کمپانیها، کودهای شیمیایی NFT را می‌فروشند. معمولاً همه آنها در دو یا سه بسته جداگانه بسته‌بندی شده و به منظور جلوگیری از ته‌نشین شدن آنها باید به‌طور جداگانه به مخزن اضافه شوند.

جدول ۲-۹

غلظت تئوریک عناصر در محلول غذایی، برای کاشت در سیستم NFT*

عنصر	علامت	غلظت P.P.m
ازت	N	۲۰۰
فسفر	P	۶۰
پتاسیم	K	۳۰۰
کلسیم	Ca	۱۷۰
منیزیم	Mg	۵۰
آهن	Fe	۱۲
منگنز	Mn	۲
بر	B	۰/۳
مس	Cu	۰/۱
مولیبدن	Mo	۰/۲
روی	Zn	۰/۱

* - از کوپر ۱۹۷۹

جدول ۳-۹

وزن مواد شیمیایی لازم جهت تهیه غلظت مناسب در سیستم کاشت NFT*

ماده شمیایی	فرمول	وزن	
		گالن در ۱۰۰۰ لیتر	اونس در ۱۰۰ گالن
فسفات پتاسیم دی‌هیدروژن	KH_2Po_4	۶۳	۳/۵۱
نیترات پتاسیم	KNo_3	۵۸۳	۷/۷۷
نیترات کلسیم	$Ca(No_3)_2.4H_2o$	۱۰۰۳	۱۳/۳۷
سولفات منیزیم	$MgSo_4.7H_2o$	۵۱۳	۶/۸۴
کلات آهن	$[CH_2.N(CH_2.Coo)_2]_2FeNa$	۷۹	۱/۰۵
سولفات منگنز	$MnSo_4H_2o$	۶/۱	۰/۰۸۱
اسیدبوریک	H_3Bo_3	۱/۷	۰/۰۲۳
سولفات مس	$CuSo_4.5H_2o$	۰/۳۹	۰/۰۰۵
مولبیدات آمونیوم	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2o$	۰/۳۷	۰/۰۰۵
سولفات روی	$ZnSo_4.7H_2o$	۰/۴۴	۰/۰۰۶

* ـ از کوپر ۱۹۷۹

ـ محلول در بسیاری از سیستمهای اروپایی، پیش از تعویض به مدت چندین ماه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بسیاری از سیستمهای آمریکایی محلول هر دو هفته یک‌بار تعویض می‌شود. در هر دو مورد لازم است که اسیدیته (PH) و میزان هدایت الکتریکی محلول را به‌طور روزانه اندازه‌گیری کنند. میزان PH باید بین ۶/۵-۵/۸ ثابت مانده باشد. وقتی مقدار PH کاهش پیدا کند باید هیدروکسید پتاسیم به آن اضافه شود و چنانکه افزایش PH مشاهده شود باید محلول اسیدسولفوریک به آن افزوده شود. فرمولهای متفاوت کودهای شیمیایی دارای میزان هدایت الکتریکی متفاوت خواهد بود. برای محلول کوپر سطح اولیه باید ۳ میلی‌موز باشد. وقتی میزان آن به سطح کمتر از ۲ میلی‌موز برسد، همهٔ مواد غذایی را اضافه می‌کنیم تا میزان آن به ۳ میلی‌موز افزایش یابد.

ـ ابزار و دستگاههایی وجود دارند که می‌توانند به‌طور اتوماتیک، نمونه محلول غذایی را از مخزن نگهداری گرفته و میزان اسیدیته (PH) و هدایت الکتریکی آن را اندازه‌گیری کرده و مقدار درستی از اسید، باز و یا کودی که باید به محیط اضافه شود را مشخص کنند. حتی بعضی از دستگاهها می‌توانند دقیقاً معین کنند. که چه کودی به‌طور انفرادی نیاز است و باید به محلول اضافه شود. یک یا چند عنصر غذایی به حالت تغلیظ شده در مخزن‌هایی که تعداد آنها ۴ یا بیشتر است نگهداری می‌شوند. محلول غلیظ شده هر یک از مخزن‌ها و یا مجموعه‌ای از مخازن را میتوان به یک مخزن اصلی هدایت و وصل کرد و بدین‌ترتیب، میزان عناصر غذایی را در حالت تعادل نگهداری کرد. در این سیستم، می‌توان محلول غذایی را پیش از بیرون ریختن به مدت طولانی مورد استفاده قرار داد. سیستم اتوماتیک در این حالت نیز اسیدیته و غلظت محلول را در مقایسه با آنالیز (تجزیه) روزانه، به‌طور دقیق و درست مشخص می‌کند.

ـ گیاهانی که لازم است در سیستم NFT تکثیر یابند در بسترهای بدون خاک به عمل می‌آیند. این مسأله بسیار دارای اهمیت است که واحدهای ازدیاد نباید دارای موادی مانند خزه، پیت یا سایر موادی باشند که باعث بسته شدن سیستم شوند. محیط تکثیر، برای استقرار گیاهان در شرایط بسیار ایده‌آل برای این حالت آماده می‌شود. این شرایط اجازه می‌دهد که به منظور کاهش هزینه‌ها، گیاهان را به‌طور متراکم کشت نمایند. گیاهان جوان را اغلب در کانالهای تکثیر می‌رویانند، به‌هرحال فاصله گیاهان در کانالها و همچنین خود کانالها در مقایسه با محل نهایی گلخانه بسیار متراکم هستند. وقتی گیاهان ثابت شده را به کانالهای نهایی گلخانه منتقل می‌کنند (شکل ۲-۹) در محیط جدید ممکن است از نظر محلول غذایی با مشکل روبه‌رو شوند. زیرا به علت وجود پیچ و خم ناشی از پلاستیکها و قطعات ریشه گیاهان محلول غذایی کافی به گیاهان نرسد. برای پیروز شدن بر این مشکل می‌توان با گذاشتن مواد چسبی در زیر پلاستیک‌های موجود در ته ریشه‌ها به این مهم دست یافت و پس از گذشت دو تا سه

هفته از انتقال گیاهان می‌توان آن مواد را برداشت (مواد چسبی را برداشت).

محاسن

پرورش گیاهان در سیستم NFT به چندین فاکتور بستگی دارد:

۱ـ NFT سیستمی است که در آن از کاربرد مواد و مصرف هزینه‌های کارگری برای بخار و استریل کردن با متیل بروماید در فاصله برداشت دو محصول صرفه‌جویی می‌شود. همچنین دورهٔ زمانی ۱۰ تا ۱۴ روزه که برای استعمال متیل‌بروماید و هوادهی مورد نیاز است حذف می‌شود. در کانالهایی که در آنها از پلاستیک استفاده شده است، می‌توان پلاستیکها را همراه محصول در پایان مرحله برداشت، جدا و آنها را دورانداخته و به جای آنها پلاستیک جدید جایگزین کرد. می‌توان کانالهای دایمی را که با پلاستیک پوشیده شده باشند در فاصله بین دو محصول با یک ماده ضدعفونی شستشو داد.

شکل ۲-۹ـ میخک‌هایی که در سیستم NFT پرورش یافته‌اند ـ به لوله‌های اصلی، که در طول مسیر انتقال محلولهای غذایی را توزیع می‌کنند، توجه کنید.

۲ـ در سیستم NFT در آب و محلول غذایی صرفه‌جویی می‌شود. محلول غذایی اغلب در یک سیستم بسته جریان می‌یابد که در آن از تبخیر آب و عناصر موجود در محلول جلوگیری می‌شود. در این سیستم علاوه بر کاهش هزینه آب و کودهای مصرفی، از آلودگی حاصل از انتشار و جریان عناصر غذایی و علف‌کشها از گلخانه به بیرون جلوگیری می‌شود.

۳ـ سیستم NFT دارای پتانسیل خوبی برای ایجاد سیستم اتوماتیک است. فرموله کردن، آزمایش و تنظیم عناصر غذایی محلول را میتوان در یک نقطهٔ مرکزی انجام داد. حتی می‌توان آنها را به‌طور اتوماتیک انجام داد. محلول غذایی به‌طور اتوماتیک به گیاه داده می‌شود. مقداری از حرارت نیز به همراه دادن عناصر غذایی تأمین می‌شود. از جابه‌جایی و حمل و نقل مواد سنگین بسترهای کشت نیز جلوگیری می‌شود.

ضدعفونی در خطوط (لوله‌ها)

سیستم بسته NFT از سال ۱۹۸۰ به صورت سیستم باز Rock Wool تغییر جهت داد زیرا ضدعفونی محلولهای غذایی از نظر اقتصادی امکان‌پذیر نبود. در حال حاضر امکان استفاده از ۶ روش ضدعفونی وجود دارد. انتخاب آنها نه تنها امکان توسعه بیشتر سیستم NFT را مشخص کرده و راهنما خواهد بود بلکه استفاده از سیستم Rock Wool را به طریقه بسته در مقایسه با سیستم بازی که امروزه معمول است ممکن می‌سازد. از این روش ضدعفونی نیز می‌توان در انواع سیستمهای تناوب گیاهی استفاده کرد.

ـ تأسیسات و ادواتی برای نوعی ضدعفونی وجود دارد که محلول غذایی را هنگام جریان (حرکت) در سیستم بسته و در بین محصول و چاهک مخزن گرم می‌کند. در این سیستم با توجه به نوع دستگاه تهیه شده، دمای محلول غذایی را بین ۱۰۵-۹۵ درجه سانتیگراد ظرف مدت ۳۰ ثانیه بالا برده و به مدت ۳۰ـ۱۰ ثانیه گرم نگهداشته و سپس به سرعت

آن را به درجه حرارت اولیه بر می‌گرداند (به حالت اول سرد می‌کنند).

ـ سایر سیستمهای ضدعفونی کننده نیز وجود دارند که مثل شرایط اول در مسیر جریان محلول غذایی نصب و راه‌اندازی می‌شوند. سیستمی نیز وجود دارد که در آن گاز اُزن تولید می‌شود که باعث از بین بردن میکروارگانیسمها می‌شود. یکی از فواید استفاده از اُزن این است که میزان اکسیژن در محلول غذایی افزایش می‌یابد. یک سیستم دیگر طرح یونیزاسیون است که در آن میکروارگانیسمها توسط یونهای مس و نقره از بین می‌روند. یک سیستم دیگر، به‌کار بردن کلرین یا برومین است که به عنوان میکروب‌کش تزریق می‌شود. وقتی کلرین مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید مواد آلی در خارج از محلول، فیلتر (جدا) شوند. زیرا مواد آلی به کلرین متصل شده و در نتیجه بی‌تأثیر خواهند بود.

ـ از نور ماورای بنفش نیز جهت از بین بردن میکروارگانیسمها، به عنوان روش پنجم می‌توان استفاده کرد. لامپهای ماورای بنفش را در داخل لوله‌های استیل ضدزنگ قرار می‌دهند. محلولهای غذایی در مسیر جریان خود از بالای لامپ رد می‌شوند. یک لامپ ۲/۵ کیلووات در هر ساعت می‌تواند ۱۰ مترمکعب را در ساعت ضدعفونی کند. طول عمر مفید هر لامپ حدود ۸۰۰۰ ساعت است.

ـ فیلتر کردن روش ششمی است که در آن ارگانیسمهای بیماری‌زا از محلول گرفته می‌شوند. غشاهای صافی به اندازه‌ای ریز هستند که می‌توانند باکتریها را به تله بیندازند، (فیلتر کنند). این غشاءها در داخل فشنگهای مخصوصی قرار گرفته‌اند. هر یک از این فشنگ‌ها می‌تواند حدود ۱۲ مترمکعب از محلول را در روز ضدعفونی کند. حدود ۲ هکتار از گلخانه را می‌توان با ۶ فشنگ ضدعفونی کرد. فیلترها باید به صورت دوره‌ای تمیز شوند. این عمل را می‌توان با استفاده از مواد شیمیایی و یا با به‌کارگیری جریان آب تحت فشار و با توجه به کیفیت آب انجام داد. مدت زمانی که می‌توان از این فیلترها استفاده کرد حدود ۳ تا ۴ سال است.

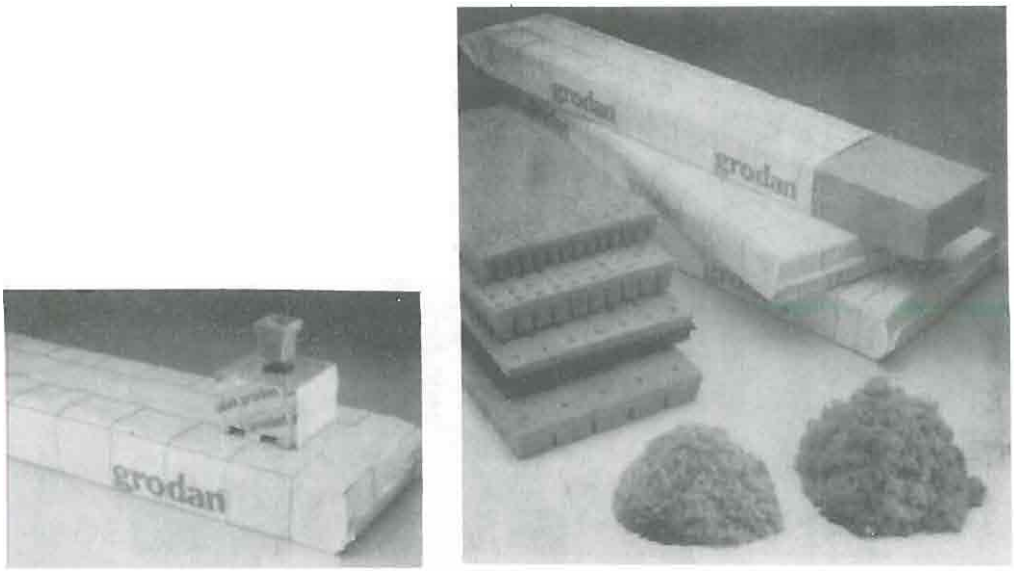
سیستم کشت راک وول (Rock wool culture)

روش تهیه و شرح مواد

راک وول با سوختن مخلوطی از پوکه زغال‌سنگ، بازالت، سنگ‌آهک و احتمالاً جوش (کف) حاصل از آهن تحت حرارت ۱۶۰۰ درجه سانتیگراد به‌دست می‌آید. راک وول را طوری تهیه می‌کنند که بتواند هوا و آب مورد نیاز گیاه را تأمین کند. راک وولهای به‌کار برده شده در فرمهای دانه‌ای جهت تکثیر گیاه و فرمهای لوحه‌ای (Slabs) جهت محصولات نهایی به منظور افزایش جذب آب، پوشش‌دار شده‌اند. که شامل ۳ درصد مواد جامد و ۹۷ درصد خلل و فرج است.

ـ راک وول تحت تأثیر موجودات زنده قرار نمی‌گیرد، اما به‌آرامی تحت تأثیر عوامل محیطی و آب و هوایی قرار می‌گیرد. ازاین‌رو لوحه‌ها (Slabs) را اغلب به مدت دو سال مورد استفاده قرار می‌دهند. در آغاز، راک وول محتوی هیچگونه مواد قابل حلی نیست. اما الیاف ممکن است دارای کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس و روی باشند. شواهدی در دست است که مواد موجود در الیاف ممکن است به‌تدریج آزاد شده و مورد استفاده گیاه قرار گیرند (Rupp and Dhdloy/۱۹۴۸). چون ظرفیت تبادل یونی قابل چشم‌پوشی است محلول و عناصر داده شده جذب نمی‌شود. عناصر مورد استفاده همان عناصر داده شده در محلول غذایی است. اسیدیته (PH) راک وول بین ۷ تا ۸ (اغلب ۸) است. ازاین‌رو خاصیت بافری ندارد. این بسیار مهم است که میزان PH محلول تهیه شده حدود ۵/۵-۶ باشد. میزان PH راک وول پس از یک‌بار مصرف با PH محلول تنظیم خواهد شد.

ـ راک وولهای مورد استفاده در باغبانی مکعبهای با ابعاد ۱۸ تا ۱۰۰ میلیمتر هستند که ممکن است سوراخهایی جهت بذور و یا قلمه‌ها در آنها ایجاد شده باشد (شکل ۳-۹). دانه‌های کوچک به صورت بلوکهایی مناسب و قابل استفاده، بدون اینکه روکش‌دار شده



b a

شکل ۳-۹ـ انواع مختلف راک وول‌های مورد استفاده در گلخانه‌ها. (a) بلوکهایی با حجره‌هایی در ابعاد مختلف جهت تکثیر و کاشت بذور و قلمه‌ها، راک وولهای مکعبی پیچیده در پلی‌اتیلن جهت نگهداری و گلهای زینتی، و راک وولهای نرم جهت استفاده در بستر گلدانها. (b) یک سلول انفرادی تکثیر که در آن یک بذر و یا قلمه، تکثیر می‌یابد (کاشته می‌شود)، بلوکی که در آن حفره (سوراخ) ایجاد شده تا بتوان یک سلول تکثیر را در آن جای داد و یک لوحه که بر روی آن بلوک در نهایت قرار داده می‌شود. (پس از آنکه گیاهان به مدت کوتاهی موقتاً در بلوک به‌طور نزدیک به‌هم رشد نمودند)

باشند، در سینی‌های مخصوصی در دسترس می‌باشند. مکعبهای بزرگ (حبه‌های بزرگ) اغلب از کناره‌های طولی با یک ماده پلی‌اتیلن به منظور جلوگیری از تبخیر و نفوذ ریشه‌ها به حبه‌های مجاور روکش داده می‌شوند و به صورت باریکه‌های یک ردیفه فروخته می‌شوند. مکعبهای ۷۶ میلیمتر و ۱۰۰ میلیمتری دارای یک فرورفتگی در قسمت بالا برای نصب مکعبهای کوچکتر، به منظور کاشت نشاء می‌باشند. معمولاً برای اجرای اهداف پرورشی در تمام دورهٔ زندگی گیاه از مکعب‌های راک وول استفاده می‌شود. اینها را می‌توان به‌طور روکش داده شده با پلی‌اتیلن سفید یا بدون روکش تهیه کرد. عرض مکعب مستطیل‌ها ۱۵۰، ۲۰۰، ۳۰۰ یا ۴۵۰ میلیمتر و طول آنها ۷۵۰ یا ۱۰۰۰ میلیمتر و ارتفاع آنها معمولاً ۷۵ میلیمتر است. راک وول‌های گرانوله شده نیز وجود

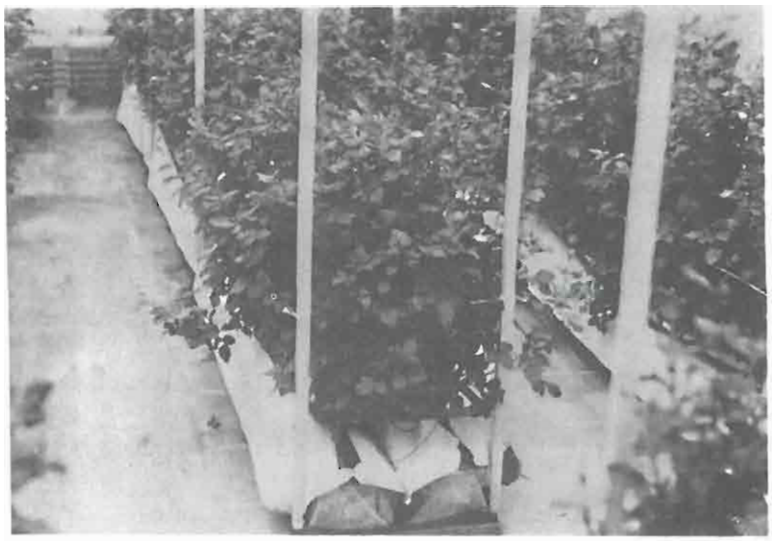
شکل ۴-۹ـ شکل موجود کشت گیاه گوجه‌فرنگی را در یک سیستم راک وول نشان می‌دهد. مکعب‌های تکثیر راک وول ۷۵ میلیمتری درداخل مکعب‌های راک وول به ابعاد ۱۵۰ میلیمتر عرض در ۷۵ میلیمتر عمق (ارتفاع) قرار گرفته‌اند. مکعب‌ها در لایه‌های پلی‌اتیلن سفید پیچیده شده‌اند. عناصر غذایی و آب به وسیله لوله‌های کوچکی که‌ازجنس P.V.C بوده ودرطول‌مسیرمکعب‌ها کشیده‌شده‌اند تأمین می‌شود.

دارند که به عنوان بستر گلدان (همانطوری‌که در فصل ۵ شرح داده شده است) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پروسه‌های کاشت

ـ مانند حالت NFT، گیاهان را می‌توان در مکعب‌های کوچک و در حالتی که تنظیم شده‌اند با تراکم بیشتر کشت کرد. سپس می‌توان آنها را به بلوکهای بزرگتر و با تراکم نسبی همانند حالت خزانه انتقال داد. چنانچه بخواهند تا مرحله پایانی دوره رشد، گیاه را در آن پرورش دهند در این حالت از مکعب‌های بزرگ استفاده می‌کنند.

ـ مسطح کردن کف در سیستم راک وول در مقایسه با سیستم NFT زیاد مهم نیست. چنانکه در مسیر طولی بستر شیبی وجود داشته باشد، محلول غذایی در لوحه‌های



شکل ۵ـ۹ـ شکل بالا پرورش گل رز را در لوحهای راک وول نشان می‌دهد که در آن هر یک از لوحها در داخل فیلمی (نواری) از پلی‌اتیلن پوشانده شده و در کنار هم چیده شده‌اند. محلول غذایی از طریق لوله‌های سیاه پلاستیکی بالای لوحها به لوله‌های ظریفتر مخصوص هر گیاه انتقال می‌یابد.

پوشش داده شده نمی‌تواند از بسترهایی بالایی به بسترهای پایینی تراوش (نشت) کند. لوحهای باریکی در امتداد یکدیگر و در دو ردیف برای محصولاتی نظیر خیار، گوجه‌فرنگی و رُز (شکل ۵-۹) قرار داده می‌شوند و بستری را تشکیل می‌دهند. معمولاً در کاشت سبزیجات در بین ردیفها فاصله‌ای را منظور می‌کنند. برای پرورش گلهای تازه از لوحه‌های عریض استفاده می‌کنند تا سکویی تشکیل شود. برای کشت‌های دو ردیفه بهتر است کف از ابتدا تا انتها دارای شیب ۲ درجه باشد تا امکان زهکشی بین دو ردیف وجود داشته باشد.

ـ مکعب‌های گیاهان انفرادی در بخش بالای لوحها با فضای مناسب و با توجه به شرایط طبیعی رشد گیاه قرار داده می‌شوند. ریشه‌ها ظرف مدت ۲ تا ۴ روز به داخل لوحها و در زیر مکعب‌ها نفوذ می‌کنند. در اثنایی که گیاهان سازگاری با محیط پیدا می‌کنند، لازم است چندین بار آنها را آبیاری کرد. ارتفاع اضافی مکعب‌ها و لوحها باعث می‌شوند که

ریشه گیاهان در معرض خشکی قرار بگیرند. در مناطق مرطوب با آب و هوای معتدل لوح‌ها با پلی‌اتیلن پوشش داده می‌شوند. درصورتی‌که در مناطق گرمسیر به منظور خنک کردن منطقه ریشه، ممکن است دیگر از این پوششها استفاده نشود.

ـ عناصر غذایی همراه با آب در هر مرحله آبیاری به گیاه داده می‌شود. محلول غذایی به‌کار برده شده در سیستم NFT با سایر سیستمها متفاوت بوده و هر سیستم دارای محلول اختصاصی مربوط به خود است. نیاز گیاهان به محلول غذایی روزانه بین ۳ تا ۱۰ مرتبه است. تعداد دفعات استفاده از محلولهای غذایی به شرایط آب و هوایی و اندازهٔ گیاه بستگی دارد. اگر دو یا سه گیاه در هر یک از لوح‌ها کاشته شود، مانند کشت گوجه‌فرنگی یا خیار، عناصر غذایی مورد نیاز هر یک از مکعبها به وسیله لوله‌های کوچک پلاستیکی که از لوله‌های اصلی واقع در مسیر بسترها تغذیه می‌شوند، تأمین می‌شوند. از این روش نمی‌توان در شرایطی که تعداد زیادی از مکعب‌ها در لوح‌ها قرار دارند، استفاده کرد. در این حالت معمولاً سه یا چهار لوله تغذیه باید به‌طور بسته در بالای لوح نصب شود. انژکتورهای کودپاش و لوله‌های اصلی آب را می‌توان برای این منظور تهیه کرد.

ـ راک وولی که دارای ۱۵۰ میلیمتر عمق باشد می‌تواند حدود ۵۰ درصد از منافذ خود را با آب پر کند. مقدار آب در اعماق پایین (۲۵ میلیمتر) حدود ۱۰۰ درصد از حجم منافذ موجود است، درحالی‌که در بخشهای بالا این مقدار به کمتر از ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. یک لوح با ۷۵ میلیمتر عمق به اندازه کافی آب نگه می‌دارد، یعنی حدود ۷۷ درصد از فضای آن را آب و ۲۳ درصد دیگر را هوا اشغال می‌کند. ازاین‌رو، مکعب‌های کوچک حتی از تهویه کمتری برخوردار خواهند شد. بنابراین وقتی می‌خواهیم بذور یا قلمه‌های گیاهان حساس به کمبود اکسیژن را در این شرایط تکثیر کنیم، بهتر است مکعب‌ها را روی موادی که به خوبی زهکش می‌شوند مانند شن یا پرلیت قرار داد. این عمل باعث افزایش عمق مناسب حبه‌ها شده و در نتیجه عمل زهکشی و تهویه نیز به‌طور مطلوب

صورت می‌گیرد.

ـ همانند حالتی که در سیستم NFT محلول غذایی را جهت گرم نگهداشتن محیط ریشه حرارت می‌دادند، در سیستم راک وول نیز می‌توان آنها را از زیر گرم کرد. ورقه‌ای از پلی‌استیرن (Polystyrene) را در سطح زمین قرار می‌دهند. این ورقه در وسط سطح رویی‌اش دارای شکافی است که در تمام طول آن کشیده شده است. یک لوله پلاستیکی دارای آب‌گرم در این شکاف قرار می‌گیرد. راک وول به‌طور مستقیم در روی این لوله مستقر می‌شود. با گرم کردن محیط ریشه، باقی ماندن هوای سرد در فضای گلخانه مشکل چندانی به‌وجود نمی‌آورد و در نتیجه در هزینه سوخت صرفه‌جویی می‌شود.

ـ مقدار املاح موجود در محلول غذایی را در سیستم راک وول می‌توان با مصرف آب بدون املاح در اواخر دوره رشد برای مصرف گیاه دوم کاهش داد. گیاهان قبلی را می‌توان باخم‌کردن مکعب‌ها خارج کرد. راک‌وول ممکن است به‌مدت یک‌سال برای خیارودوسال برای گوجه‌فرنگی و گیاهان گلداری که نسبت به کمبود اکسیژن حساس نیستند استفاده کرد. اگر بخواهیم راک‌وول را برای سال دوم نیز مورد استفاده قرار دهیم بهتر است پیش‌ازکاشت (در سال دوم) آن را ضدعفونی کنیم. معمولاً چند روز پیش از پایان دورهٔ رشد گیاه قبلی، بخش بیشتر آب مورد استفاده را قطع می‌کنند، سپس لوح‌ها را به صورت توده و تل درآورده و با کشیدن یک پوشش روی توده، آنها را ضدعفونی می‌کنیم. برای این منظور می‌توان از بخار آب به مدت ۳۰ دقیقه استفاده کرد. همچنین می‌توان از متیل بروماید برای این منظور استفاده کرد. پس از مصرف متیل بروماید، می‌توان آنها را به‌آسانی شستشو داد. اگر از راک وول دوباره استفاده شود ممکن است به علت وجود بقایای ریشه و مواد آلی، عمل تهویه با اشکال مواجه شود. خیار به این مسأله بسیار حساس است.

مزایا

راک وول دارای مزایای زیادی به این شرح است:

۱ـ عدم نیاز به ضدعفونی: همان‌طوری‌که در سیستم NFT نیاز به ضدعفونی نبود، در این روش نیز نیاز به عمل پاستوریزاسیون وجود ندارد. مگر اینکه بخواهیم برای سال دوم نیز مورد استفاده قرار دهیم.

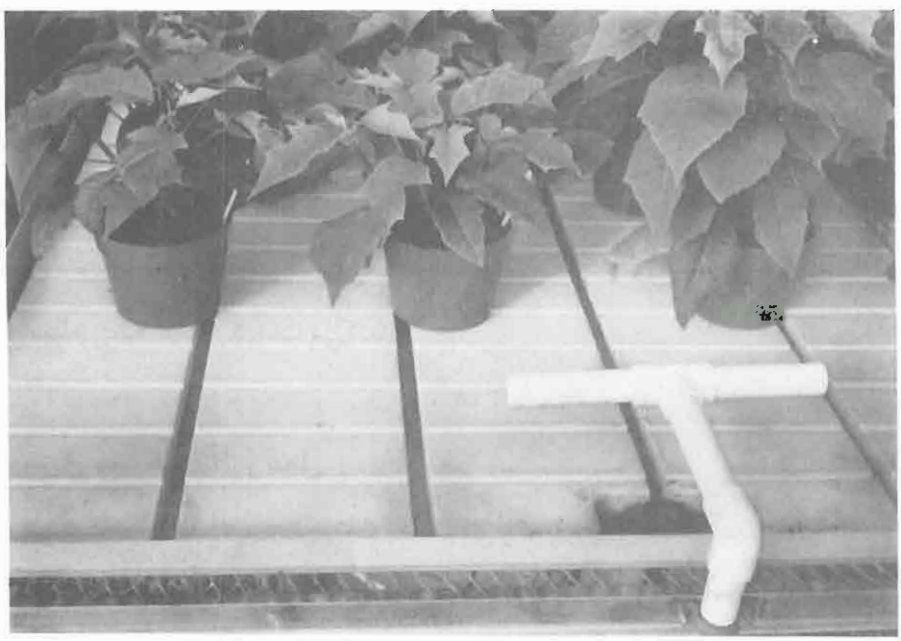
۲ـ بالا بودن راندمان تولید: در سیستم باز، راک وول یک مادهٔ قابل استفاده داخلی در روش کشت در محلول غذایی به‌شمار می‌رود. از طرفی، به علت عدم گردش دوباره عناصر غذایی، تا حدودی از شیوع بیماریها جلوگیری می‌شود. البته ممکن است که بتوان در این سیستم نیز از گردش مواد غذایی استفاده کرد. در این حالت، لوحها در کف سنگفرش شیبدار چیده می‌شوند، محلول غذایی به بخش پایین شیب هدایت می‌شود و در آنجا جمع می‌شود و به همان طریقی که در NFT گفته شد، محلول جمع شده دوباره به جریان می‌افتد.

۳ـ کاهش فضای تولید: راک وول سبک است و اجازه می‌دهد که گیاهان در مراحل مختلف به محیط‌های متفاوت و با تراکم‌های مختلف انتقال داده شوند تا تولید محصول سریعتر و با هزینهٔ کمتری صورت گیرد. سبکی وزن بستر، امکان جابه‌جایی آن را از نقطه‌ای به نقطه دیگر فراهم می‌سازد. ازاین‌رو هر دو عامل به دلیل کاهش فضای لازم برای تولید، باعث کاهش هزینه‌های کلی می‌شوند.

سیستم فروکش و جریان (Ebb and Flow)

سیستم فروکش و جریان به‌طورکلی براساس سیستم آبیاری زیرزمینی برای گیاهان گلدانی و گیاهان بستری بنا شده است (شکل ۶-۹). گلدانها و یا ظروف کشت در سکوهایی که دارای آب است پرورش می‌یابند.

محلول غذایی در لوله‌هایی مویین که ارتفاع آنها حدود ۳-۲ سانتیمتر است پمپاژ می‌شود و در آنجا به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه و یا بیشتر، به حدی که محلول غذایی کاملاً



شکل ۶-۹ـ یک بستر جریان و فروکش برای تولید گیاهان گلدانی و گیاهان بستری. محلول غذایی از طریق لوله‌های پلاستیکی به محل برجسته و مشخص می‌ریزد. کف کانالها طوری ساخته شده‌اند که نسبت به آب غیرقابل نفوذ بوده (واترپروف) و محلول غذایی با سرعت لازم از زیر هر یک از گلدانها عبور می‌کند. ارتفاع محلول غذایی به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در حد ۲ تا ۳ سانتیمتر حفظ می‌شود تا فرصت کافی وجود داشته باشد که محلول از طریق لوله‌های شعریه (مویی) به وسیله خاصیت مویینگی (سیستم لوله‌های مویین) وارد بستر ریشه در گلدان شود. سپس نقاط تیره‌رنگ مشخص شده در شکل، باز شده و امکان زهکشی محلول (فروکش کردن محلول) به مخزن نگهداری فراهم می‌شود تا بتوان در مرحله بعدی آبیاری از آن استفاده کرد.

بتواند از طریق لوله‌های مویین (کاپیلاریته) به بستر محیط ریشه واقع در هر یک از گلدانهابالارودنگاه‌داشته‌می‌شود.سپس محلول غذایی به طرف مخزنهای ذخیره زهکش می‌شود تا بتواند در مرحله بعدی آبیاری مورد استفاده قرار گیرد. کودهای شیمیایی در هرمرحله‌ازآبیاری‌موردمصرف‌واقع‌می‌شوند.محلول غذایی مرتب تست شده و در صورت نیاز، عناصر لازم به محلول اضافه می‌شود و چندین ماه به صورت جریان گردشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم بسته برای ظرفهای رشد گیاهان مورد استفاده بوده و با به‌کارگیری آن از هدر رفتن و بیرون ریخته شدن محلول غذایی از گلخانه جلوگیری

می‌شود. این یک سیستم کشت در محلول غذایی نمی‌باشد که در آن ریشه‌ها در محیط مناسب و در ظرفهای مناسب قرار گیرد. بنابراین در این روش لازم نیست که تمام عناصر غذایی را در محلولهای کودی و آن‌طوری‌که در سیستمهای NFT و راک وول تهیه می‌شوند فراهم کنیم. کلسیم و منیزیم را می‌توان از سنگ آهک دولومیت، فسفر را از منبع سوپرفسفات و عناصر میکرو (کم‌مصرف) را در مخلوطهای مصنوعی برای استفاده به‌وسیله ریشه گیاهان درست می‌کنند.

توضیح سیستم و طرز عمل

سکوها در حالت کلی از ترکیبات پلاستیکی و فایبرگلاس با عرضهای مختلف از ۲-۱/۲ متر و به طول معمولی ۱ متر ساخته شده‌اند. با اتصال این اجزاء به همدیگر طول مورد نیاز کل سکو فراهم می‌شود و به‌هر طولی که مدنظر باشد می‌توان ساخت. سکوهای با سیستم جریان و فروکش (اشباع و تخلیه) به عنوان ابزار قابل انتقال از نقطه‌ای به نقطه دیگر به نحو مطلوب کاربرد دارند. کف سکوها دارای کانالهایی است که با توجه به وضع ساخت و سیستم اجرایی، به آسانی می‌توانند محلول غذایی را به تمام بخشهای سکو پیش از رسیدن به کف گلدانها، منتقل کنند و نیز امکان زهکشی کامل را در سکوها فراهم می‌کنند. سکو باید کاملاً جهت آبیاری، یکنواخت و مسطح (تراز) باشد، همچنین به منظور تخلیه سکوها پس از آبیاری، می‌توان با نصب پیچهای مخصوص در زیر پایه‌های سکو که قابل تنظیم باشند، به این مهم به‌آسانی دست یافت. در زیر سکو مخزن نگهداری محلول غذایی وجود دارد. به منظور جلوگیری از ورود گرد و خاک و نور و از بین بردن امکان رشد جلبکها، مخزن از پوشش مخصوصی برخوردار است. هنگام آبیاری، محلول غذایی موجود در مخزن از طریق سوراخی که در کف سکو وجود دارد وارد می‌شود و پس از آبیاری نیز محلول از طریق همان سوراخ و به کمک یک شیر مخصوص حساس به فشار به مخزن باز می‌گردد. یک صافی در خط برگشت به منظور

گرفتن مواد زاید مانند بافتهای گیاهی و بستر ریشه و... نصب شده است.

ـ مساحت سکو و یا سکوهایی که باید همزمان (در یک مرحله) با هم آبیاری شوند و اندازهٔ پمپها باید طوری تنظیم شوند که بتوان ارتفاع محلول (عمق خیس شده بستر) به حد مناسب که پیش از این گفته شد در ۱۰ دقیقه یا کمتر تأمین شود. محلول غذایی در این سطح به مدت ۱۵ـ۱۰ دقیقه در بستر توقف می‌کند تا بتواند بستر را مرطوب کند. زهکشی باید ظرف مدت ۱۰ دقیقه یا کمتر صورت گیرد. گلدانهایی که در بخش حاشیه کف دارای سوراخ هستند بهتر از گلدانهایی که سوراخ آن در بخش ته آنها قرار دارند، از محلول استفاده می‌کنند. گلدانهایی که سوراخ در ته قرار دارد، زمانی بهتر و مطلوبتر عمل می‌کنند که ته گلدان کاملاً به کف سکو نچسبیده و با آن فاصله داشته باشد. وضعیت سوراخهای کف سکوها امکان زهکشی را برای گلدانهایی که کمی بالاتر قرار گرفته‌اند (به کف سکو نچسبیده‌اند) فراهم می‌کند. این عمل همچنین مانع می‌شود که کف گلدان‌ها پس از تخلیه سکوها با گل و لای موجود در کف سکوها در تماس باشد.

ـ غلظت دقیق کودهای شیمیایی مورد مصرف در سیستم جریان و فروکش خیلی دقیق تنظیم نشده است. غلظت آنها معمولاً کمتر از غلظتی خواهد بود که آنها را به صورت محلول و در هر مرحله آبیاری از دهنه گلدان در اختیار گیاه قرار می‌دهند. غلظت ازت ۲۰۰ تا ۴۰۰ قسمت در میلیون (P.P.m) برای روش آبیاری از دهانه گلدان (بخش بالای گلدان) در محصولاتی که نیاز کودی بالایی دارند مانند گل داوودی و بنت‌قنسول داده می‌شود. درحالی‌که در سیستم جریان و فروکش برای گیاهان مذکور غلظتی بین ۲۵۰-۱۰۰ قسمت در میلیون (P.P.m) تعیین و منظور می‌شود. گیاهان خزانه‌ای در این سیستم باید با غلظتهای ۲۵ تا ۷۵ P.P.m ازت تغذیه شوند. وقتی بستر بذر هنگام آبیاری زیرزمینی به اندازهٔ کافی بتواند رطوبت جذب کند، در این صورت نیاز به غلظت‌های بالا وجود دارد تا این عمل جبران شود. علت عدم جذب کامل و یکنواخت آب ممکن است به ساختمان بستر مربوط باشد که معمولاً بسترهای با دانه‌بندی درشت، آب کمتری نگه

می‌دارند. استفاده از بسترهای با دانه‌بندی ریز، باعث کاهش مشکل شده و با به کارگیری مواد تر کننده در بستر ریشه این مشکل برطرف می‌شود. بستر ریشه به کار برده شده معمولاً مخلوطی از موادی است که هرکس خودش از مواد موجود آن را مخلوط کرده و می‌سازد.

ـ هنگام آبیاری زیرزمینی بر اثر تبخیر آب از سطح گلدان، املاح کود در سطح گلدان جمع شده و در نتیجه باعث شوری خاک می‌شود. جمع شدن نمک معمولاً مشکل چندانی ایجاد نمی‌کند، چنانکه ماده مورد نظر برای تهیه بستر از شرایط مناسبی برخوردار باشد در این صورت، امکان استفاده از غلظتهای کودی کمتر حاصل می‌شود. از طرفی مصرف غلظتهای بالای کودی باعث تجمع نمکها در طول ۴ تا ۶ هفته می‌شود. برای شستشوی این املاح، لازم است با یک آبیاری کامل تمامی املاح جمع شده حل شود و این آب از ته گلدان خارج می‌شود. آب و املاح خارج شده از ته گلدان را به مخزن نگهداری وارد نمی‌کنند، بلکه آنها را به بیرون گلخانه هدایت می‌کنند.

نظارت و کنترل محلول و تنظیم آن

در بسیاری از سکوها در سیستم جریان و فروکش می‌توان به‌طور متوالی از محلول غذایی برای تغذیه گیاه استفاده کرد. هنگامی که بسیاری از سکوها کود داده شدند، حداقل هفته‌ای یک‌بار باید اسیدیته (PH) و میزان نمک (هدایت الکتریکی) محلول تنظیم شود. اگر سقف این مواد از میزان لازم تغییر یابد، باید تأمین و تنظیم شوند. معمولاً محلول کودی تغییر نمی‌یابد. وقتی از طریق کاپیلاریته محلول وارد گلدانها شد فقط مقدار کمی از کود ممکن است وارد سکوها شود، ازاین‌رو تغییری در آن صورت نمی‌گیرد. کاهش مقدار محلول در مخزن نگهداری با افزودن محلول با توجه به فرمول کودی صورت می‌گیرد. ممکن است مقداری از آب محلول، در سکوها به‌وسیله عمل تبخیر از بین برود، این عمل باعث افزایش غلظت نمکها می‌شود که می‌توان به‌وسیله

دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی آن را اندازه‌گیری کرد. چنانچه غلظت افزایش یافته باشد، با افزودن آب، غلظت محلول را تنظیم می‌کنند.

ـ در بعضی از سیستمهای پیشرفته، محلول به‌طور اتوماتیک در مخزن نگهداری پس از هر مرحله آبیاری تست، کنترل و تنظیم می‌شود. همچنین بعضی ادوات تجاری وجود دارند که به‌وسیله آن پرورش‌دهندگان می‌توانند به‌طور اتوماتیک PH محلول را تنظیم کنند. در صورت بیشتر بودن PH، اسید و در صورت پایین بودن PH، باز مانند هیدروکسید پتاسیم به آن اضافه می‌کنند. اگر میزان املاح کاهش یابد کود داده می‌شود و چنانچه میزان املاح بالا باشد با افزودن آب آن را تنظیم می‌کنند، و در نهایت مقدار محلول کودی موجود در مخزن را در حد متعادل نگاه می‌دارند.

کنترل بیماریها

تجربه سالیان متمادی نشان داده است که در این سیستم، بیماریها مشکل اساسی ایجاد نمی‌کنند. درهرحال لازم است هرکس فاکتورهای پیشگیری را رعایت کند. سکوها را باید در فاصله بین برداشت دو محصول تمیز و ضدعفونی کرد. برای این منظور از مواد سفیدکننده کلرین، برومین، آگری‌بروم (Agribrom) و یا مواد ضدعفونی‌کنندهٔ بیمارستانی می‌توان استفاده کرد. عامل بیماری‌زا و مواد بیمار باید از سکوها جدا شده و به‌دور ریخته شوند و توجه کرد که از گیاهان آلوده استفاده نشود. هنگام ساختن محلول، بقایای گیاهی و هم گیاهان بیمار را از سکوها و بسترها جدا و خارج کنید.

ـ می‌توان با نصب دستگاههای مخصوص در بالای هر گلدان و یا سکوها و استفاده از آنها برای پاشیدن قارچ‌کش با عوامل بیماری‌زا مبارزه کرد. پرورش‌دهندگان معمولاً اجازه نمی‌دهند که مواد و محلول اضافی حاصل از گلدانها دوباره وارد مخزن نگهداری شود بلکه ترجیح می‌دهند برای کنترل آلودگی محلول برگشت شده را به‌دور بریزند. زیرا وجود مواد زاید حاصل از شسته شدن مواد و بستر گلدانها و نهایتاً انتقال آنها بر روی

سکوها که ممکن است در آن موجودات بیماری‌زا و خطرناک باشند، باعث آلودگی شوند.
ـ گرچه امکان استفاده از قارچ‌کشها در سیستم آبیاری و تغذیه زیرزمینی وجود دارد، لیکن این عمل کاملاً موانع را برطرف نمی‌کند. ازاین‌رو یک روش مطمئن به‌شمار نمی‌آید. لازم است در این زمینه تحقیقات بیشتری صورت گیرد، زیرا به نظر می‌رسد که امکان دارد بتوان با مقادیر کم قارچ‌کش نتایج مطلوبی به دست آورد. همچنین این امکان وجود دارد که از ورود قارچ‌کشها به محیط جلوگیری کرد. این عمل در یک سیستم بسته می‌تواند صورت پذیرد. اگر مسأله بیماریها مشکلی برای پرورش‌دهندگان در سیستم جریان و فروکش باشد، می‌توان با به‌کارگیری یکی از ۶ روش گفته شده در بخشهای پیشین این فصل و آنچه که در مورد سیستم NFT گفته شد، با آن مبارزه کرد.

محاسن و معایب

سیستم جریان و فروکش، گران‌قیمت است و برای مصرف هر فوت‌مربع از سکو حدود ۴ دلار هزینه دربردارد. این هزینه شامل مخزن نگهداری مواد غذایی، پمپ و تراز است. با وجود این پرورش‌دهندگانی که به این سیستم آشنایی کامل دارند دریافته‌اند که این روش خوب و مقرون به‌صرفه است. محاسن این سیستم عبارتند از:

۱ـ از خروج و هدر رفتن مواد کودی جلوگیری می‌شود ازاین‌رو سیستم جریان و فروکش در حقیقت یک سیستم بسته به‌شمار می‌آید.

۲ـ آب و کود کمتری مصرف می‌شود. مقدار صرفه‌جویی بستگی دارد به مقداری که در طی شستشو از دست می‌رود. این مقدار در بسیاری از گلخانه‌ها تقریباً ۴۰-۳۰ درصد خواهد بود.

۳ـ هزینه کارگر (پرسنلی) کاهش پیدا می‌کند، زیرا آبیاری به‌طور اتوماتیک صورت گرفته و نیاز به نصب یا باز کردن لوله‌های کوچک قبل و بعد از محصول نمی‌باشد.

۴ـ در فاصله بین برداشت دو محصول به‌آسانی می‌توان اندازهٔ گلدانها را تغییر داد. در

سیستم آبیاری لوله‌ای لازم خواهد بود که تراکم را تغییر داده و تعدادی از لوله‌ها را عوض کنیم. به‌هرحال این مسأله مهم است که همه گلدانهای مورد نیاز در یک محل به یک اندازه آبیاری نیاز دارند و بنابراین گونه گیاه، سن گیاه و اندازهٔ گلدان آن در همان زمان، برای همان منطقه مناسب خواهد بود.

ـ از معایب سیستم جریان و فروکش، اینست که در محیط گیاهان رطوبت نسبی بالایی تولید می‌شود. این وضعیت باعث تغلیظ هوا شده (بالا رفتن رطوبت نسبی می‌شود) و در نتیجه به علت افزایش رطوبت نسبی، بیماریهای گیاهی نیز افزایش می‌یابد. علت افزایش رطوبت این است که هوا نمیتواند از سطح و بالای سکوها جریان یابد. جهت پیروز شدن بر این مشکل، معمولاً پرورش‌دهندگان در زیر سکوها هیتر (یا دستگاه تولیدکننده حرارت) نصب می‌کنند که باعث کاهش رطوبت نسبی هوای محیط گیاهان شده و در نتیجه تغییرات دما باعث حرکت و جریان هوا می‌شود. داشتن یک سیستم مؤثر جریان هوا خود مسألهٔ مهمی است که بتواند هوای مرطوب حاصل از تعرق گیاهان را از محیط آنها خارج کرده و هوای خشک را جانشین آن کند. روش دیگر کاهش رطوبت این است که محلول کودی را اوایل روز مورد استفاده قرار می‌دهند تا پیش از فرا رسیدن ساعات سرد عصر، محیط خشک شده باشد.

سیستم جریان و برگشت سطحی (کف گلخانه)

گیاهان بستری را معمولاً در کف گلخانه‌ها پرورش می‌دهند. بعضی از گیاهان گلدانی که از نظر هزینه کارگری مقرون به‌صرفه نیستند در بعضی مواقع در کف گلخانه پرورش داده می‌شوند. این گیاهان نیاز به سیستمی به‌نام جریان و برگشت سطحی گلخانه‌ای دارند. کف گلخانه طوری ساخته شده که کناره‌اش به همان حالتی که در سیستم جریان و فروکش بود، به‌یک‌زهکش منتهی می‌شود. از مزایای سیستم جریان و برگشت سطحی این است که هزینه تهیه و نصب این سیستم بسیار کم است و سکوهای گران‌قیمت

ضروری نیست. از معایب آن، روبه‌رو شدن با مشکلات در حین کار کردن در داخل محوطه است. یعنی کار کردن در داخل محوطه مشکل است. ولی این عیب در مقایسه با معایب سایر روشها، قابل چشم‌پوشی است.

ـ با توجه به اینکه کف بسیار بزرگتر از سکوهای مورد استفاده در روشهای دیگر است، بنابراین ساختن کانالهای زهکشی ممکن است کمی پیچیده باشد، ازاین‌رو معمولاً کف را از دو طرف به کانال مرکزی زهکش، شیب می‌دهند. شیبها را ۶-۲ سانتیمتر در هر متر درنظر می‌گیرند. نقاط نباید به اندازه‌ای زیاد باشند که در ۱۰ دقیقه، محلول مسیر را طی کند، و بهتر است که این مسیر ظرف مدت ۵ دقیقه طی شود. بدون کانالهای موجود در کف، گلدانهای موجود در نقاط مرتفع کف، آخرین گلدانهایی خواهند بود که محلول کودی را دریافت می‌کنند و اولین گلدانهایی خواهند بود که تماس خود را با محلول از دست می‌دهند. گلخانه‌های هلندی معمولاً دهنه‌هایی با عرض ۶/۴ متر دارند. عرض دهنه‌ها، عرض سیستم جریان و برگشت سطحی را تشکیل می‌دهند. زهکش در نقطه مرکزی دهنه قرار گرفته و در مسیر طولی گلخانه کشیده شده است.

ـ لوله‌های آب‌گرم در کف سیستم جریان و برگشت سطحی، جهت خشک کردن سریع کف، پس از آبیاری وجود داشته که مانع تغلیظ هوا در شاخ و برگ گیاهان می‌شود. در مورد گیاهان بستری باید با احتیاط رفتار کرد. وسیله‌ای که برای گرم کردن کف به کار رفته دیرتر سرد می‌شود. استفاده از گرما ممکن است محدودیت‌هایی در چند هفته اول رشد به‌وجود آورد و باید اطمینان حاصل کرد که پیش از گرم شدن هوا، کف سرد شده باشد. اگر این عمل صورت نگیرد، معمولاً رشد گیاه بیشتر خواهد شد.

کشت در جوی

کشت در جوی نوعی از سیستم کشت جریان و فروکش است که برای گیاهان گلدانی

استفاده می‌شود (شکل ۷-۹). ردیف‌هایی از گیاهان را در جوی‌های غیرقابل نفوذ به آب می‌کارند (دیوارهای جوی غیرقابل نفوذ هستند). تعداد زیادی از جویها را به‌طور موازی و با فواصل معادل فواصل سکوها از هم درست می‌کنند. جویها از یک انتها به انتهای دیگر دارای شیبی معادل ۲ـ۴ میلیمتر در متر هستند. محلول غذایی به نقطه مرتفع پمپاژ می‌شود، جایی که در آن محلول غذایی تحت نیروی ثقل و جهت شیب به‌آرامی، به منظور تأمین محلول غذایی گلدانها به طرف سراشیبی جریان پیدا می‌کند. در بخش انتهایی هر یک از جویها، شیارهای مخصوصی عمود بر جویها ساخته شده که محلول غذایی اضافی جریان یافته در جوی را به مخزنهای نگهداری هدایت می‌کنند. مدت زمانی که محلول غذایی باید جریان یابد، بستگی به طول زمان لازم برای

شکل ۷-۹ـ یک سیستم کشت در جوی برای گیاهان گلدانی را نشان می‌دهد. هر یک از جویها دارای چنان شیبی است که محلول غذایی به بخش بالایی (مرتفع) جریان پمپاژ شده و در زیر هر یک از گلدانها محلول غذایی در جوی جریان پیدا کرده و در نهایت از انتهای جوی خارج و به شیارهای جمع‌کننده می‌ریزد. شیارها، محلول غذایی را به مخزن نگهداری هدایت می‌کنند. محلول غذایی به اندازه کافی و طولانی دوباره به جریان می‌افتد تا بتواند، بستر هر یک از گلدانها را مرطوب کند. محلول غذایی استفاده نشده در مخزن نگهداری جمع‌آوری می‌شود تا در مرحله بعدی آبیاری دوباره به گیاهان داده شود.

خیساندن بستر گلدان با استفاده از نیروی کاپیلاریته محلول دارد. محلول کودی مورد مصرف در این سیستم، همانند محلولی است که در سیستم جریان و فروکش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ـ از مزایای سیستم جوی نسبت به جریان و فروکش، می‌توان تهویه و وجود جریان هوا را در اطراف گیاهان ذکر کرد. فواصل بین دو جوی، جریان طبیعی هوا را در روی سکوهای کاشت ممکن می‌سازد. این عمل باعث خشک ماندن سطح رویی شاخ و برگ گیاهان شده و رطوبت نسبی را پایین می‌آورد. در نتیجه از شیوع بیماریها در روی برگها جلوگیری می‌کند.

جریان مجدد کلی

بعضی از شرکتها، مانند شرکتهای موجود در کالیفرنیا، با حالتی که در آن، مقدار نیتراتها در آب خارج شده (هرزآب) از محل پرورش کم و قابل چشم‌پوشی و حدود صفر است روبه‌رو می‌شوند. این حالت مبین آن است که در حقیقت هیچگونه هرزآبی وجود ندارد. جهت رسیدن به این هدف، استفاده از جریان مجدد لازم است (شکل ۸ـ۹). جریان مجدد کلی، به‌طور مصنوعی صورت می‌گیرد (Skimina ۱۹۸۶).

ـ گیاهان موجود در گلخانه‌ها یا مزارع را در روی موادی که دارای آسترهای پلاستیکی (پوشش‌های پلاستیکی) و یا سطح سنگ‌فرش می‌باشند پرورش می‌دهند. آب یا محلول غذایی را به طرز مناسبی به روی گلدانها، پلاتها و یا سکوهایی که دارای گلهای تازه هستند، می‌دهند. آب و محلول خارج شده از ته گلدانها و یا سکوها در کف گلخانه به چاهکهای خطی هدایت می‌شوند. شبکه‌هایی، آب و محلول این چاهکها را در یک استخر مخصوص جمع می‌کنند. بسیاری از مواد ته‌نشین شونده در این استخرها ته‌نشین و رسوب‌گیری می‌شوند.

شکل ۸-۹ـ یک سیستم تیمار آب خروجی در آزوسا (Azusa) واقع در کالیفرنیا را نشان می‌دهد. آب خارج شده از ته گلدانها پس از هر مرحلهٔ آماری یا کوددهی به استخرهای مخصوصی جهت ته‌نشین شدن مواد در کف هدایت می‌شوند. به منظور تسریع و کمک به عمل ته‌نشینی می‌توان از یک ماده ته‌نشین‌کننده و منعقدکننده، نیز استفاده کرده و به مواد موجود در استخر اضافه کرد و پس از این عمل، آب و محلول این استخرها تصفیه می‌شوند. به منظور از بین بردن موجودات و عوامل بیماری‌زا ماده پرکلرین اضافه می‌شود. پس از آزمایش، عناصر غذایی و آب لازم اضافه شده و این آب خروجی تصفیه شده، جهت استفاده دوباره در آینده ذخیره و انبار می‌شود.

از این استخرها، آب را به یک استخر دیگر پمپاژ می‌کنند تا مقدار آب و مواد غذایی آن را که در حقیقت آب تراوش یافته از محصول قبلی است تنظیم کنند. جهت ته‌نشین کردن مواد معلق، می‌توان از موادی مانند زاج استفاده کرد. محلول صاف و زلال که در بخش بالایی مواد ته‌نشین شده قرار گرفته، جمع‌آوری شده و سپس ماده کلرین به این محلول اضافه می‌شود. کلرین همچنین باعث ته‌نشین شدن آهن و منگنز می‌شود. به این محلول تصفیه شده سایر مواد جامد که ممکن است باعث بسته شدن سوراخهای ریز سیستم آبیاری شود، اضافه می‌شود. اسیدیته (PH) و عناصر غذایی موجود در محلول صاف شده مورد آزمایش قرار می‌گیرد. جهت تعدیل اسیدیته آن، در صورت لزوم اسید یا

باز به محلول اضافه می‌شود. طبق نتایج آزمایشها، آب و یا محلولهای غذایی (عناصر غذایی) لازم نیز به آن افزوده می‌شود، چون مقداری از آب و عناصر غذایی توسط گیاهان قبلی به مصرف رسیده‌اند. محلول غذایی جدید جهت ثابت نگهداشتن حجم مورد لزوم تهیه و تنظیم می‌شود. این محلول غذایی در مخزن‌هایی انبار می‌شوند تا هر موقع مورد نیاز گیاهان باشد، مورد استفاده دوباره قرار گیرد. اگر فقط به آب نیاز باشد، آب صاف (معمولی) به همان طریقی که گفته شده به کار می‌رود.

خلاصه

۱ـ مقررات جاری در مورد عدم آلودگی حاصل از آب اضافی حاصل از زه‌آب گلخانه‌ها که دارای عناصر غذایی و حشره کشها است ایجاب می‌کند که با به کارگیری سیستمهای ویژه‌ای ضمن جلوگیری از آلودگی، هزینه‌های تولید را نیز کاهش دهیم.

۲ـ NFT (تکنیک فیلمی از عناصر غذایی) سیستم بسته‌ای است که در آن مواد اضافی و تراوش شده حاصل از بستر ریشه‌ها دوباره به جریان افتاده و مورد استفاده قرار می‌گیرد و وارد محیط زیست و طبیعت نمی‌شوند. این روش برای تولید سبزیجات و گلهای تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش از کاشت گیاهان در کانالهایی که دارای پوشش بوده و شیب‌دار هستند استفاده می‌شود. محلول غذایی که دارای کلیه عناصر شیمیایی مورد نیاز گیاه هستند در اطراف ریشه‌های گیاهان به صورت لایه نازکی به عمق (ضخامت) حدود ۳ میلیمتر جریان می‌یابد. محلول غذایی باید مرتباً مورد آزمایش قرار گرفته و (PH) اسیدیته و میزان عناصر غذایی آن را ثابت نگه می‌دارند.

۳ـ کشت راک وول (Rock wool) را می‌توان جهت پرورش سبزیجات یا گلهای تازه در سیستم‌های باز و یا بسته به کار برد. در سیستم تولید باز، محلول غذایی پس از عبور

از محیط ریشه به محیط خارج از گلخانه هدایت و انتقال می‌یابد. راک وول که تا اندازه‌ای شبیه پشم شیشه است از ذوب سنگهایی که به صورت فیبر تهیه می‌شوند، ساخته می‌شوند. فیبرها به صورت مکعب‌هایی جهت تکثیر گیاهان و به حالت بلوک‌هایی جهت پرورش تا مرحله نهایی رشد گیاه ساخته شده‌اند. محلول غذایی محتوی کلیه عناصر و کودهای لازم از مسیر راک وول از آغاز تا پایان آن عبور می‌کند.

۴ـ کشت جریان و فروکش سیستم بسته‌ای است که برای گیاهان گلدار گلدانی گلخانه‌ای و یا گیاهان خزانه‌ای و بستر مورد استفاده قرار می‌گیرد. ظروف و بستر مناسب به کار گرفته می‌شود. سکوهای مخصوص آبیاری یا کف‌های مخصوص گلخانه‌ای جهت استفاده با زهکش خوب ساخته می‌شوند. محلول غذایی که فقط ازت و پتاسیم دارد، به سکو و یا کفی که عمق آن ۲-۳ سانتیمتر است، به مدت ۱۰-۱۵ دقیقه پمپاژ می‌شود. محلول غذایی طبق نیروی کلاپیلاریته به داخل ظروف کشیده می‌شود (نفوذ می‌کند). محلول غذایی که مورد استفاده قرار نگرفته (مازاد محلول) جهت استفاده تا آبیاری بعدی در مخزن نگهداری و جمع می‌شود. گرچه محلول غذایی باید به‌طور مداوم مورد آزمایش قرار گیرد، ولی تغییرات بسیار ناچیز است.

۵ـ کشت (Trough culture) سیستم بسته‌ای است که برای تولید گیاهان گلدار گلدانی و گیاهان سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد که تا اندازه‌ای بیشتر به روش کشت در جریان و فروکش شبیه است. به جای کشت گیاهان در سکوها، گلدانها را در آبشخورهای شیب‌دار و باریک قرار می‌دهند. محلول غذایی را مانند کشت در سیستم جریان و فروکش در هر مرحله از آبیاری از درون این جویها عبور می‌دهند و در این سیستم فرصت لازم و کافی وجود دارد که آب و محلول غذایی بتواند از طریق کاپیلاریته (قابلیت نفوذپذیری)، بستر گلدانها را خیس کند. یکی از محاسن این سیستم، نسبت به سیستم جریان و فروکش در این است که در بین دو ردیف از گیاهانی که روی

سکوها قرار دارند، فاصله‌ای وجود دارد. این حالت اجازه می‌دهد که هوای لازم و کافی در بین ردیفهای گیاهان جریان پیدا کرده، بنابراین شاخ و برگ گیاهان را خشک (عاری از رطوبت سطحی) نگه داشته که برای کنترل بیماریها مناسب و بهتر است.

۶ـ جریان مجدد کلی سیستم بسته‌ای است که می‌تواند برای همهٔ گیاهان گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در این روش می‌توان، گیاهان را در ظروف مناسب و بستر دلخواه پرورش داد. محلولهای کودی مناسب را می‌توان از بالای بستر ریشه اضافه کرد. آب خارج شده از ته گلدانها در تمام مدت قابل کنترل بوده و آنها را به یک حوضچه (استخر) نگهداری هدایت می‌کنند. آبهای جمع شده را ضدعفونی کرده، مورد آزمایش قرار می‌دهند و پس از تنظیم PH آن و افزودن کود مورد نیاز، دوباره مورد استفاده قرار می‌دهند.

مرجع

1. Anon. 1976. A new twist for hydroponics. *Amer. Vegetable Grower* (November): 21–23.
2. Bentley, M. 1955. *Growing Plants without Soil.* Johannesburg: Hydro Chemical Industries Ltd.
3. _____. 1959. *Commercial Hydroponics.* Orange Grove, Johannesburg: Bendon Books (Pty.) Ltd.
4. Bickart, H. M., and C. H. Connors. 1935. The greenhouse culture of carnations in sand. New Jersey Agr. Exp. Sta. Bul. 588.
5. Biggs, T. 1982. Rockwool in horticulture—European experiences. *Australian Hort.* (July):18–21.
6. Carson, R. 1962. *Silent Spring.* Boston: Houghton Mifflin.
7. Chapman, H. D., and G. F. Liebig. 1938. Adaptation and use of automatically operated sand-culture equipment. *J. Agr. Res.* 56:73–80.
8. Cooper, A. J. 1973. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. *Grower* 79:1048–1052.
9. _____. 1979. *The ABC of NFT.* London: Grower Books.
10. DeStigter, H. C. M. 1961. Translocation of C^{14} photosynthates in the graft muskmelon, *Cucurbita ficifolia. Acta Botanica Neerlandica* 10:466–473.
11. _____. 1969. A versatile irrigation-type water-culture for root-growth studies. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 60:289–295.
12. Dungey, N. O. 1983. Assessing the future of NFT and rockwool. *Hort. Now* 12:17–18.
13. Eaton, F. M. 1936. Automatically operated sand-culture equipment. *J. Agr. Res.* 53:433–444.
14. Epstein, E., and B. A. Krantz. 1965. Growing plants in solution culture. Univ. of California Agr. Ext. Ser. Bul. 196.
15. Gericke, W. F. 1929. Aquaculture, a means of crop production. *Amer. J. Bot.* 16:862.
16. Hanger, B. 1982. Rockwool in horticulture: A review. *Australian Hort.* (May):7–16.
17. Hewitt, E. J. 1966. *Sand and Water Culture Methods Used in the Study for Plant Nutrition.* London: The Eastern Press, Ltd.
18. Hoagland, D. R., and D. I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Univ. of California Agr. Exp. Sta. Cir. 347, rev. ed.
19. Hurd, R. G., ed. 1980. Symposium on research on recirculating water culture. *Acta Hort.* No. 98.
20. Johnson, E. 1984. *Environmental Protection Agency J.* p. 4.
21. Kiplinger, D. C. 1956. Growing ornamental greenhouse crops in gravel culture. Ohio Agr. Exp. Sta. Cir. 92.
22. Knop, W. 1860. Über die Ernährung der Pflanzen durch Wässerige Lösungen bei Ausschluss des Bodens. Landw. Vers.-Stat. 2:65.
23. Krause, W. 1983. Rockwool development. *Grower* 99 (16):43–44.

24. Laurie, A. 1931. The use of washed sand as a substitute for soil in greenhouse culture. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 28:427–431.

25. Maas, E. F., and R. M. Adamson. 1971. Soilless culture and commercial greenhouse tomatoes. Canada Dept. of Agr. Pub. 1460.

26. Marvel, M. E. 1966. Hydroponic culture of vegetable crops. Florida Agr. Ext. Ser. Cir. 192–B.

27. Maynard, D. N., and A. V. Barker. 1970. Nutriculture: A guide to the soilless culture of plants. Massachusetts Coop. Ext. Ser. with USDA Pub. 41.

28. McCall, A. G. 1916. The physiological balance of nutrient solutions for plants in water culture. *Soil Sci.* 2:207–253.

29. Molitor, H. 1990. Irrigation, nutrition, and growth media: The European perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. *Acta Hort.* No. 272.

30. Robbins, W. R. 1928. The possibilities of sand culture for research and commercial work in horticulture. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 25:368–370.

31. Rober, R., ed. 1983. Nutrient film technique and substrates. *Acta Hort.* No. 133.

32. Rupp, L. A., and L. M. Dudley. 1988. Rockwool: How inert is it? *Greenhouse Grower* 6 (11):17–18, 20.

33. Sachs, J. von. 1887. *Lectures on the Physiology of Plants*. Oxford: Clarendon Press.

34. Salm-Horstmar, F. 1849. Versuche uber die Nothwendigen Aschenbestandtheile einer Pflanzen-Species. *J. Prakt. Chem.* 1.

35. Shive, J. W., and W. R. Robbins. 1937. Methods of growing plants in solution and sand cultures. New Jersey Agr. Exp. Sta. Bul. 636.

36. Skimina, C. A. 1986. Recycling irrigation runoff on container ornamentals. *HortScience* 21 (1):32–34.

37. Sowell, W. F. 1972. Hydroponics: Growing plants without soil. Auburn Univ. Coop. Ext. Ser. Cir. P–1.

38. Templeman, W. G., and F. J. Watson. 1938. Growing plants without soil by nutrient solution methods. *J. Ministry of Agr.* 45:771–781.

39. Ticquet, C. E. 1952. *Successful Gardening without Soil*. London: Arthur Peterson Ltd.

40. Weinard, F. F., and G. M. Fosler. 1962. Hydroponics as a hobby. Univ. of Illinois Agr. Ext. Ser. Cir. 844.

41. Wilkinson, C. F. 1987. The science and politics of pesticides. In Marco, G. C., R. M. Hollingworth, and W. Durham, eds. *Silent Spring Revisited*, pp. 25–46. Washington, D.C.: Amer. Chem. Soc.

42. Withrow, R. B., and J. B. Biebel. 1936. A sub-irrigation method of supplying nutrient solutions to plants growing under commercial and experimental conditions. *J. Agr. Res.* 53:693–701.

43. Withrow, R. B., and A. P. Withrow. 1948. Nutriculture. Purdue Univ. Agr. Exp. Sta. Sp. Cir. 328.

۱۰. بارورسازی با دی‌اکسیدکربن

نقش کربن

کربن یکی از عناصر مورد نیاز گیاه است که میزان آن در مقایسه با سایر عناصر در حد بالایی قرار دارد. نزدیک به ۴۰ درصد وزن ماده خشک گیاه را کربن تشکیل می‌دهد. گیاهان، کربن مورد نیاز خود را از گاز دی‌اکسیدکربن موجود در هوا تامین می‌کنند قسمت بیشتر این گاز از طریق روزنه‌های برگ که به حالت باز هستند وارد گیاه می‌شود. وقتی گاز دی‌اکسیدکربن وارد سلولهای گیاه شد، در آنجا به کمک انرژی حاصل از نور خورشید به هیدراتهای کربن (قندها) تبدیل می‌شود. هیدراتهای کربن تولید شده به سایر قسمتهای گیاه منتقل می‌شوند و در ساختار سایر مواد گیاهی شرکت می‌کنند و موادی را که برای رشدونمو گیاه ضروری هستند، تولید می‌کنند. فرآیندی که در آن Co_2 به کمک نور خورشید در داخل کلروپلاستهای سبز سلول به مواد هیدروکربنه قابل استفاده در گیاه تبدیل می‌شود را فتوسنتز می‌نامند که آن را به‌صورت این فرمول

می‌توان بیان کرد:

اکسیژن + هیدرات کربن ⟵ انرژی نورانی + آب + Co_2

به‌طور متوسط، کمی بیش از ۰/۰۳ درصد هوا را دی‌اکسیدکربن تشکیل می‌دهد که میزان آن در شرایط فعلی ۳۴۵ قسمت در یک میلیون (۳۴۵PPM) است. یعنی در هر یک میلیون کیلوهوا، ۳۴۵ کیلو دی‌اکسیدکربن وجود دارد. میزان گاز دی‌اکسیدکربن در هوای آزاد، بین ۴۰۰PPM-۲۰۰ در نوسان است که معمولاً بیشترین میزان، یعنی حدود ۴۰۰PPM در حوالی مناطق صنعتی مشاهده می‌شود. کربن موجود در مواد سوختی در هنگام احتراق، تبدیل به Co_2 می‌شود. در سال ۱۸۸۰ میزان Co_2 حدود ۲۹۴ قسمت در میلیون بود که به علت افزایش مصرف مواد سوختی و تخریب جنگلها، سالانه ۲-۱ قسمت در میلیون (PPM) بر میزان آن افزوده می‌شود همچنین میزان تولید Co_2 در مناطق باتلاقی و در بستر رودخانه‌ها که مواد آلی بیشتری در شُرف تجزیه هستند، زیادتر است. میکروارگانیسمهایی که از بقایای گیاهی یا حیوانی تغذیه می‌کنند، همانند انسان بر اثر عمل تنفس، گاز Co_2 متصاعد می‌کنند. خروج دی‌اکسیدکربن طی واکنشی صورت می‌گیرد که آن را تنفس می‌نامند و آن را می‌توان به شکل فرمول زیر نمایش داد:

آب + انرژی + Co_2 ⟵ اکسیژن + هیدرات کربن

تنفس در حقیقت عکس فتوسنتز است. فرآیندی که در آن انرژی ذخیره شده بر اثر عمل فتوسنتز، آزاد می‌شود و این انرژی در فرآیندهای رشد گیاهی از جمله جذب مواد غذایی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌طوری‌که می‌دانیم، Co_2 به میزان ۳۰۰PPM برای مرتفع ساختن نیاز رشد و نمو گیاهان کافی به‌نظر می‌رسد. این میزان برای همه گیاهان یکسان نیست. بعضی از گیاهان نیاز مبرم به غلظتهای بالا دارند. این صفت ژنتیکی، همانند صفات گیاهانی است که در قدیم در شرایط ۱۰ تا ۱۰۰ برابر غلظت کنونی دی‌اکسیدکربن زندگی می‌کرده‌اند.

کمبود کربن

وقتی در فضاهای داخل گلخانه‌ها، در فصول زمستان به منظور جلوگیری از اتلاف حرارت، تبادلات هوای داخل گلخانه با بیرون به علت مسدود بودن آنها به حداقل می‌رسد و این وضعیت، بخصوص در مناطق شمالی کره زمین، می‌تواند روزهای متوالی ادامه داشته باشد. در نتیجه در ساعات آفتابی روز، دی‌اکسیدکربن موجود در فضای گلخانه توسط فرآیند فتوسنتز، از هوا گرفته شده و میزان آن در گلخانه بسته، مرتب کم می‌شود. به دنبال این تغییر، روند فرآیند فتوسنتز نیز، همسو با آن کاهش یافته و زمانی فرا می‌رسد که گیاه کلاً از رشد باز می‌ایستد. بنا بر گزارشهای رسیده، یک برگ گیاه آفتابگردان در حال رشد، می‌تواند تمام دی‌اکسیدکربن فضای سطح بالای خود را تا ارتفاع ۲/۴ متری، در مدت یک ساعت مصرف کند. البته همه گیاهان این مقدار Co_2 را مصرف نمی‌کنند. به‌هرحال میزان دی‌اکسیدکربن در یک گلخانه بسته، ممکن است در مدت چند ساعت به نقطه بحرانی (پایین‌ترین حد) تنزل کند و در نتیجه گیاه از رشد باز بماند. غلظتی از Co_2 که باعث بروز این حالت می‌شود، متغیر است و بستگی کامل به نوع گیاه گلخانه‌ای دارد. به‌طور کلی زمانی این حالت اتفاق می‌افتد که میزان Co_2 بین ۱۲۵PPM - ۵۰ (قسمت در میلیون) باشد. اگر این کمبود به مدت چند روز در یک دوره کشت اتفاق افتد، منجر به طولانی شدن دورهٔ کشت و کاهش کیفیت محصول می‌شود. کمبود دی‌اکسیدکربن ممکن است درحوالی گیاه (سایه‌انداز) بیش از سایر قسمتها باشد، از این رو تهویه گلخانه می‌تواند یکنواختی غلظت Co_2 را در داخل گلخانه حفظ کند.

اثر تزریق دی‌اکسیدکربن بر گیاه

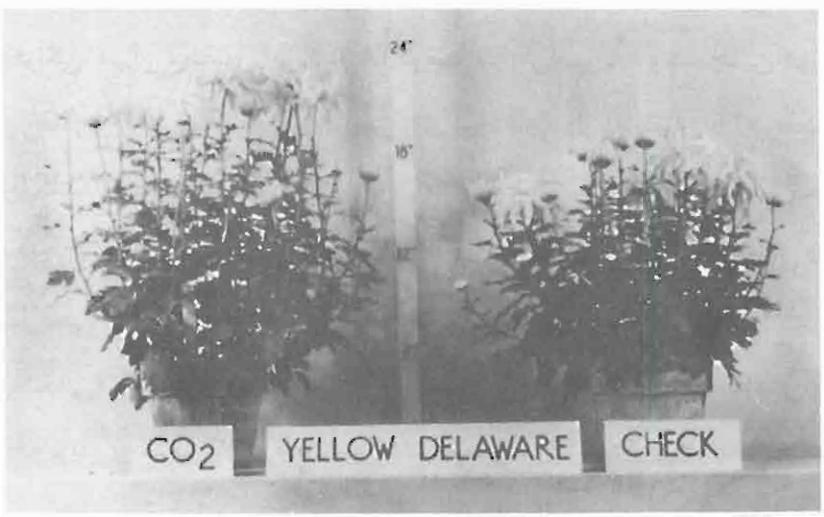
نتایج حاصل از تحقیقات نشان می‌دهد، گیاه وقتی به Co_2 واکنش نشان می‌دهد که

میزان آن در اتمسفر بیش از ۳۰۰ قسمت در میلیون باشد. در بسیاری از گیاهان غلظت ۲۰۰۰PPM (قسمت در میلیون) باعث افزایش رشد شده است. ظاهراً این امر، چنانکه قبلاً نیز به آن اشاره کردیم، به شرایط طبیعی و ارثی گیاهان زمان گذشته برمی‌گردد که به غلظتهای بیشتر Co_2 هوا عادت کرده بودند (با آن شرایط سازگار شده بودند) آزمایشهای متعددی در عرضهای جغرافیایی مختلف بر روی بسیاری از گیاهان گلخانه‌ای نشان داد که افزایش غلظت Co_2 تا میزان ۱۵۰۰PPM-۱۰۰۰ (قسمت در میلیون) برای گیاهان مفید است. غلظتهای ۱۵۰۰PPM و بالاتر از آن بر روی گیاهان مختلف اثرات متفاوت مثبت و منفی داشته است. البته باید توجه داشت که میزان Co_2 مورد نیاز برای فتوسنتز، بستگی کامل و مستقیم به سایر عوامل موثر بر این فرآیند دارد.

کشت و پرورش کاهو در فصل زمستان در کشورهای انگلستان و هلند در عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی به دلیل شدت نور کم در مقایسه با کشت آن در کشورهایی مانند اسپانیا و قسمت جنوبی ایالات متحده آمریکا، از بازدهی فتوسنتزی کمتری برخوردار است. زیرا برای افزایش فرآیند فتوسنتز در غلظتهای بالای Co_2 نیاز به نور و روشنایی بیشتر است. غلظتهای بالای Co_2 به علت اثر سمی آن بر گیاه باعث کاهش عملکرد گیاه و سبب کلروزه شدن (اغلب بین رگبرگها) و نکروزه شدن برگها و نهایتاً کاهش محصول می‌شود. سطح آستانه تغییرات Co_2 در گیاهان متفاوت است. مثلاً برای گوجه‌فرنگی ۲۲۰۰PPM (قسمت در میلیون)، خیار ۱۵۰۰PPM (قسمت در میلیون)، ژربرآو داوودی ۱۲۰۰PPM (قسمت در میلیون) است. در نقاط مختلف دنیا، تزریق حدود ۱۵۰۰PPM-۱۰۰۰ گاز Co_2 در گلخانه‌ها متداول است. این میزان معمولاً برای سلامتی انسان زیان‌آور نیست، گرچه غلظتهای بالا می‌تواند تاثیرات سوئی داشته باشد. حداکثر غلظت Co_2 قابل قبول در زیردریایی‌ها ۵۰۰۰PPM است. طبق تحقیقات به‌عمل آمده، افزایش غلظت Co_2 تا ۱۶۰۰PPM باعث افزایش محصول کاهو، به میزان ۳۱ درصد شده است. در تحقیقات دیگر، این میزان Co_2 در پیش‌رسی محصول ۲۰ درصد مؤثر

بوده است. تحقیقات به‌عمل آمده، نشان می‌دهد که با تامین ۱۰۰۰PPM گاز Co_2 برای گوجه‌فرنگی، میزان محصول این گیاه ۴۸ درصد افزایش می‌یابد و همچنین تزریق همین مقدار بر روی خیار، موجب افزایش وزن میوه محصول به میزان ۲۳ درصد در کشور انگلستان شده است. اثر ویژهٔ تزریق Co_2 بر روی گل‌سرخ شامل کاهش تعداد شاخه‌های رویشی، افزایش طول و وزن ساقه، افزایش تعداد گلبرگها و کاهش طول دوره محصول‌دهی در زمستان شده است. یک آزمایش دیگر در ماساچوست (در ۴۲ درجه عرض شمالی) نشان می‌دهد که افزایش غلظت Co_2 به ۱۰۰۰PPM باعث افزایش وزن رز شاخه بریده به میزان ۵۳ درصد شده است. افزودن دی‌اکسیدکربن در محل پرورش داوودی، سبب ضخیم شدن و افزایش ارتفاع ساقه‌های گل‌دهنده می‌شود و گیاه زودتر گل می‌کند. با توجه به اینکه زمان گلدهی تحت شرایط تأثیر طول روز قرار دارد، از این‌رو می‌توان با تنظیم برنامه، با استفاده از افزایش غلظت Co_2 در محیط گلخانه، زمان گلدهی را به مدت دو هفته جلو انداخت. این عمل سبب می‌شود طول دوره گلدهی که در حالت طبیعی، زمان ۱۶-۱۲ هفته است، کاهش یابد. با تزریق Co_2 در محیط پرورش گل میخک، میزان محصول ۳۸ درصد افزایش یافت، همچنین به وزن گلها و طول ساقه‌های گلدهنده افزوده شد. و طول دوره گلدهی حدود دو هفته به جلو افتاد که باعث سودآوری بیشتر میخکها شد. همچنین قلمه‌هایی با کیفیت بهتر و تعداد بیشتر تولید گردید.

تزریق Co_2 در محیط پرورش تعداد زیادی از گیاهان، باعث افزایش میزان محصول اغلب آنها شده است. افزایش Co_2 موجب بالا رفتن کیفیت در گل میمون، از گیاهان پاییزه می‌شود. در حالی‌که در گیاهان بهاره، موجب شکوفایی گلها، ۱۳ روز زودتر از موعد طبیعی شده است. همچنین ریشه‌دار شدن قلمه‌های شمعدانی را تسریع کرد و طول ساقه و تعداد شاخه‌های فرعی حاصله، افزایش چشمگیری داشت. تعداد شاخه‌های بدون گل در Duteh trris کاهش یافت، در ارکیده تعداد، اندازه و کیفیت شکوفه‌ها



شکل ۱-۱۰ـ افزایش رشد با افزایش میزان Co_2 در فضای گلخانه ایجاد می‌شود. به‌طوری که در شکل نشان داده شده است.

افـزایش پـیدا کـرد. از سـایر گـیاهان، مـی‌توان بـنفشه افـریقایی، اطـلسی، کـلانکوا و بنت‌القنسول را نام برد که با تزریق Co_2 خواص کیفی و کمی آنها افـزایش یـافته است. واکنش گیاه نسبت به دی‌اکسیدکربن بستگی به ثابت نگهداشتن غلظت آن در گلخانه دارد. در صورت باز بودن دریچه تهویه به اندازه (۵cm) و یا حتی روشن بودن پنکه‌های خنک‌کننده، سطح Co_2 در گلخانه کاهش می‌یابد. براساس یافته‌های خـودمان، وقـتی دریچه به اندازه کمتر از ۵ سانتیمتر باز باشد، تزریق Co_2 برای بسـیاری از گـیاهان (در شمال کارولینا در عـرض جـغرافـیایی ۳۵ درجـه) ارزش اقـتصادی نـداشت. تـحقیقات دامنه‌داری در مورد تزریق تابستانه Co_2 در سالهای اخیر در انگـلستان و هـلند انـجام گرفته است و نشان می‌دهد وقتی دستگاههای تهویه بیش از ۵ سانتیمتر باز باشند و یا پنکه‌های خنک‌کننده کار کنند، میزان Co_2 داخل گلخانه به اندازه محیط آزاد (اتمسفر اطراف) حدود ۳۳۰ قسمت در میلیون است. زمانی که دستگاههای تـهویه کـمتر از ۵ سانتیمتر باز باشند میزان Co_2 تا ۱۰۰۰ قسمت در میلیون قابل تنظیم و افزایش است.

نتایج حاصله از تحقیقات اولیه در این زمینه اهمیت اقتصادی بودن هر دو مورد را تایید می‌کند. عملیات فوق در مناطق معتدله که در عرض ۴۰ درجه جغرافیایی قرار دارند و در آنها دریچه‌های تهویه به ندرت باز می‌شوند، مناسب است. در مناطق گرم، جایی که برای خنک کردن گلخانه، دستگاههای خنک‌کننده به‌طور مداوم در تابستان کار می‌کنند، احتیاج به سیستم مخصوصی است (همان‌گونه که در فصل ۳ ذکر شد) که بتوان میزان بیشتری از Co_2 را در فصل تابستان به محیط گلخانه تزریق کرد. با بهره‌گیری از تزریق Co_2 به منظور افزایش تحریک رشد در بعضی از گیاهان، لزومی برای اعمال تغییرات در برنامه‌ها و تقویم زمانی کشت گیاهان باقی نمی‌ماند. پرورش‌دهندگان به علت کمی رشد گیاه در زمستان، کود کمتری مصرف می‌کنند از طرفی افزایش غلظت Co_2 باعث تحریک و افزایش رشد گیاه می‌شود، در نتیجه ممکن است علایم کمبود بعضی از عناصر در گیاه ظاهر شود. اگر مصرف کود شیمیایی نیز بیشتر شود، به‌طور طبیعی میزان رشد افزایش خواهد یافت. نور نیز یکی دیگر از عوامل محدودکننده به‌شمار می‌رود، وقتی شدت نور کم باشد، میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد. حتی وقتی غلظت Co_2 به حد لازم افزایش یابد، به علت کمی نور، هیچ تاثیری در روند افزایش محصول نخواهد داشت اگر شدت و مقدار نور افزایش پیدا کند (با تمیز کردن شیشه‌های گلخانه و یا با استفاده از نور مصنوعی) و غلظت Co_2 افزون گردد، روند رشد افزایش می‌یابد، وقتی شدت نور از ۵۰۰ فوت شمع (۵۵۰۰ لوکس) بیشتر باشد، افزایش دی‌اکسیدکربن اقتصادی است ولی در سطوح پایین‌تر از ۵۰۰ فوت شمع مقرون به‌صرفه نخواهد بود. حرارت نیز یکی دیگر از عوامل محدودکننده محسوب می‌شود. تامین درجه حرارت مورد نیاز برای رشد یک فاکتور مهم و اساسی به‌شمار می‌رود و قبل از اینکه به امر تزریق Co_2 توجه شود، دمای لازم برای رشد گیاه باید فراهم شود. افزایش درجه حرارت روزانه همراه با افزودن غلظت Co_2 بسیارمفیداست، درحالیکه‌افزایش‌دمای‌شبانه‌اثری‌نخواهدداشت. افزایش ۶ درجه سانتیگراد برای گلهای رز سفارش شده است. در انواع شمعدانی، گل میمون و داوودی

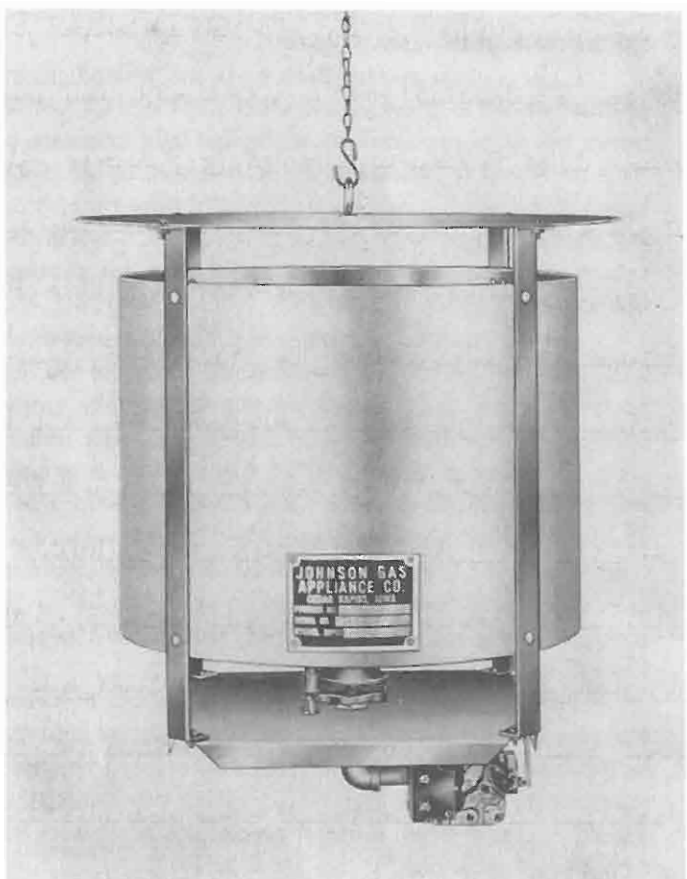
افزایش ۳ تا ۶ درجه سانتیگراد موثر گزارش شده است. این افزایش در میخک حدود ۵ درجه سانتیگراد یا کمتر است. زیرا این گیاه گلخانهٔ سرد است و طبق یافته‌های Juengling, Goldesberry (1964) حداکثر درجه حرارت لازم برای رشد این گیاه ۲۰ درجه سانتیگراد است. برای سبزیجاتی مانند گوجه‌فرنگی، کاهو، خیار و فلفل می‌توان حدود ۵-۳ درجه سانتیگراد افزایش حرارتی درنظر گرفت. پرورش‌دهندگان گیاهان، باید پس از اطمینان کامل از تمیز بودن شیشه‌های پوشش گلخانه و میزان مقاومت گیاه در برابر نور، اقدام به تزریق Co_2 کنند. همچنین باید افزایش درجه حرارت روزانه را تا ۱۰-۵ درجه آزمایش و تجربه کرده و غلظت Co_2 تزریقی را نیز مورد مطالعه قرار دهند و برای دستیابی به رشد بهتر و مطلوب، مناسبترین عملیات زراعی را نیز باید به کار گیرند.

روش تزریق Co_2

با توجه به اینکه تزریق Co_2 فقط زمانی موثر واقع می‌شود که امکان عمل فتوسنتز میسر شود. از این‌رو باید تزریق آن در طول روز از طلوع آفتاب تا یک ساعت قبل از غروب آفتاب صورت پذیرد. از طرفی در زمان تزریق Co_2، باید دستگاههای تهویه و هواساز و خنک‌کننده خاموش باشند و دریچه‌های تهویه کمتر از ۵ سانتیمتر باز باشند. روی این اصل، تزریق Co_2 در طول فصل گرم زراعی به علت روشن بودن دستگاههای هواساز و خنک‌کننده، به منظور کاهش درجه حرارت گلخانه در روزهای روشن و آفتابی امکان‌پذیر نیست. با توجه به موقعیت گلخانه و عرض جغرافیایی منطقه، تزریق Co_2 معمولاً بین اواخر شهریور، اوایل مهر تا اواسط فروردین یا اواسط اردی‌بهشت صورت می‌گیرد. یک نوع از ژنراتورهای مولد Co_2 در شکل ۲-۱۰ که امروزه معمول و متداول است دیده می‌شود. قیمت هر دستگاه نزدیک به ۴۵۰ دلار است که دارای قدرت اندازه‌گیری فشار گاز و یک بوبین ۲۴ ولت است. این دستگاه توان تهیه و تولید ۱۵۰۰PPM گاز Co_2 را در یک گلخانه معمولی به مساحت ۴۶۵ مترمربع دارد.

سوخت این دستگاه مواد نفتی مایع یا گاز است. میزان حرارت تولیدی آن حدود ۹۰۰۰۰ Btu در ساعت (۱۵۱۲۰ کیلوکالری در ساعت یا ۱۷۵۸۰ وات) است. بنابراین در هر ساعت می‌تواند ۶۰ فوت مکعب (۱/۷ مترمکعب) گاز طبیعی را مصرف کند. علاوه بر این یک دستگاه کنترل اتوماتیک نیز برای تنظیم ساعات کار دستگاه مولد Co_2 به ارزش حدود ۱۰۰ دلار وجود دارد. با نصب و تنظیم آن، ساعات کار دستگاه از هنگام طلوع آفتاب شروع و قبل از غروب خاتمه می‌یابد.

نوع دیگری از ژنراتورهای مولد Co_2 وجود دارد که دارای مدلهای مختلفی است و سوخت آن گاز طبیعی پروپان یا نفت سفید است. مدل بزرگتر آن که با گاز طبیعی کار



شکل ۲-۱۰ ـ یک نوع مولد Co_2 جهت افزایش فتوسنتز و رشد گیاه که در گلخانه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

می‌کند توان تولید دی‌اکسیدکربن به میزان ۱۲۰۰PPM را در گلخانه‌های معمولی با مساحت ۲۳۲۵ مترمربع دارد و قیمت آن حدود ۱۹۰۰ دلار می‌باشد. دستگاههای مولد Co_2 در مرکز گلخانه از سقف آویزان می‌شوند. در داخل هر یک از دستگاههای مولد Co_2، دستگاه سوخت کالیبره شده دقیقی با یک مشعل باز وجود دارد. در شرایط سوختن کامل، گاز تبدیل به آب و گاز Co_2 می‌شود. وقتی میزان Co_2 تولید شده، به حد معین رسید، از طریق آن دستگاه به محیط گلخانه تزریق می‌شود (وارد می‌شود) و با جریان هوای داخل گلخانه در تمام فضای آن پخش می‌شود. در نوع دیگر، Co_2 تولید شده به‌وسیله پنکه از دستگاه مولد خارج و در فضای گلخانه منتشر می‌شود. گاز مصرفی برای تولید Co_2 در گلخانه‌ها باید کاملاً خالص و عاری از مواد زیان‌آور باشد. چنانکه گاز محتوی سولفور باشد، بلافاصله تبدیل به گاز دی‌اکسیدسولفور می‌شود، گاز حاصل در مجاورت رطوبت موجود در روی برگها، به انیدرید سولفور و در نهایت به اسیدسولفوریک تبدیل و اسید تولید شده باعث سوختگی در برگهای گیاه می‌شود (به شکل ۵-۳ مراجعه شود). Blom و همکارانش در ۱۹۸۴ اعلام کردند که درصد سولفور گاز پروپان نباید بیش از ۰/۰۲ درصد وزن کل گاز باشد. در حالی‌که درصد سولفور نفت سفید نباید بیش از ۰/۰۶ درصد باشد. سوخت ناقص منجر به تولید اتیلن و منواکسیدکربن که تولید سوختگی در گیاه می‌کنند، می‌شود. (به شکل ۴ـ۳ مراجعه کنید). اتیلن سبب کاهش یافتن میان گره‌ها، افزایش تولید شاخه‌های جانبی و آسیب گلها می‌شود. حداکثر اتیلن مجاز ۰/۰۵PPM (قسمت در میلیون) و بیشترین حد مجاز منواکسیدکربن ۵۰PPM (قسمت در میلیون) است، (Anon ۱۹۸۶). این گاز برای سلامتی انسان زیان‌آور است. بنابراین زمانی که از دستگاههای سوختی که Co_2 تولید می‌کنند در گلخانه استفاده می‌کنند، دستگاه باید به‌طور صحیح کالیبره (تنظیم) و همیشه تمیز نگاهداری و با یک شعله آبی روشن تنظیم شود. همچنین باید دقت کرد که دستگاه کاملاً سالم و بی‌عیب باشد و هیچ‌گونه گازی از آن نشت نکند. زیرا برای سلامتی گیاهان زیان‌آور است. گازهای

تجاری و طبیعی ممکن است دارای پروپیلن و بوتیلن باشند که برای گیاه مضر است و علایم سویی مثل اتیلن داشته باشند. سطح آستانه پروپیلن ۱۰ قسمت در میلیون است که بیش از آن موجب بروز خسارت و آسیب در گیاه می‌شود. (Hicklenton، ۱۹۸۸) این مسأله نیز به‌نوبهٔ خود دارای اهمیت است که سوختن کامل نفت نیاز به اکسیژن کافی دارد. برای تامین اکسیژن کافی در گلخانه‌های پلاستیکی نازک و یا گلخانه‌های شیشه‌ای که امکان یخ بستن در کف آنها وجود دارد، باید یک راه ورودی برای هوا درنظر گرفت. در قوانین سیستمهای حرارتی برای ۲۵۰۰ بی‌تی‌یو Btu در ساعت (یک سانتیمترمکعب در هر ۱۰۰ کیلوکالری یا هر ۷۳۳ وات) یک اینچ مربع فضا درنظر گرفته می‌شود. از سال ۱۹۶۰، استفاده از گاز Co_2 تجارتی شروع شده و تاکنون در این زمینه پیشرفتهای شایانی حاصل شده است. البته فرضیه‌های استفاده از Co_2 تجارتی قبل از این تاریخ مدنظر بود ولی عملاً مورد استفاده قرار نگرفته بود. تحقیقات اولیه پروفسور هالی (Holley) در دانشگاه ایالتی کلرادو در سال ۱۹۵۰ و نیز تحقیقات در هلند و انگلستان موجب شد که از دی‌اکسیدکربن مایع یا یخ خشک استفاده شود که فرم جامد (یخ شده) دی‌اکسیدکربن است. (جهت آشنایی با تاریخچه آن به نوشته‌های Hicklenton، ۱۹۸۸ مراجعه نمایید). در شرایط تحت فشار دی‌اکسیدکربن به مایع تبدیل و در درجه حرارت پایین به حالت منجمد و یخ خشک درمی‌آید. در اوایل ۱۹۶۰ ظرفهای Co_2 مایع را جهت تامین گاز مورد نیاز، درون گلخانه قرار می‌دادند و Co_2 را به محیط (فضای گلخانه) اضافه می‌کردند. نحوه عمل به این صورت است که گاز Co_2 مایع را به‌وسیله یک لوله فلزی به داخل گلخانه هدایت کرده و با استفاده از دستگاه تنظیم فشار، میزان فشار را کاهش می‌دهند، آنگاه گاز به‌وسیله لوله‌های پلاستیکی به قطر $\frac{1}{4}$ تا $\frac{1}{8}$ اینچ (۶.۳ میلیمتر) که از دستگاه تنظیم‌کننده فشار تغذیه می‌شوند، گاز را در سرتاسر گلخانه پخش می‌کند.

ـ تهیه Co_2 مایع یا جامد در سال ۱۹۶۰ به مراتب گرانتر از تهیه آن از طریق سوزاندن مواد نفتی بود. در آن زمان برای انتقال Co_2 خالص به خارج گلخانه نیاز به تأسیسات

بزرگ بود که در بیرون از گلخانه نصب می‌شدند و گاز مورد نیاز را از طریق لوله‌هایی که در داخل گلخانه کار گذاشته شده بودند، به درون گلخانه هدایت می‌کردند (در فصل ۴ در این مورد صحبت شده است).

ـ به مرور زمان و با توسعه گلخانه‌های کوچک، دستگاههای مولد گاز Co_2 در قسمت بالای گلخانه‌ها نصب می‌شدند. اغلب از مواد نفتی و یا گاز همچون ماده سوختی برای تهیه Co_2 در این دستگاهها استفاده می‌کردند و به‌خاطر سادگی سیستم و هزینه کم، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گرفت. با توجه به قابل حمل بودن، آنها را می‌توان در گلخانه‌های با سطح ۱۴۰۰-۳۶۵ مترمربع به‌کار گرفت. امروزه استفاده از ژنراتورهای مولد Co_2 در آمریکا متداول است.

ـ در گلخانه‌های بزرگتر، به علت تغییر در قیمت نفت، ترجیح داده می‌شود که از Co_2 حاصل از ترکیبات نفتی استفاده شود. زیرا Co_2 مایع از نظر درجه خلوص در مقایسه با Co_2 حاصل از مواد سوختی از اهمیت بیشتری برخوردار است. در موقع استعمال Co_2 مایع، حرارتی تولید نمی‌شود، از این‌رو در طول فصل زمستان یک نقص به‌شمار می‌آید. و در شروع و پایان دوره تزریق Co_2، یک مزیت به حساب می‌آید.

اندازه‌گیری و کنترل میزان Co_2

برای کنترل Co_2 از سیستمهای مختلفی می‌توان استفاده کرد. برای این منظور می‌توان دستگاههای مولد Co_2 را طوری تنظیم کرد که در طول روز، صبح تا عصر کار کرده و در عصر از کار بازایستد، برای رسیدن به این هدف می‌توان با استفاده از سیستم تایمر (از روی ساعت) و یا سیستم نوری، دستگاههای مولد Co_2 را به‌راه انداخت. و نیز می‌توان سیستم را طوری طراحی کرد که موقع روشن شدن دستگاههای تهویه، ژنراتور مولد Co_2 خاموش شود. در شرایط تهویه سقفی، از کلیدهای مکانیکی که روی دستگاههای تهویه نصب می‌شوند استفاده می‌کنند، این کلیدها فقط زمانی که

دریچه‌های خروجی کمتر از ۲ اینچ (۵ سانتیمتر) باز باشند اجازه کار به دستگاه مولد Co_2 می‌دهند.

ـ دستگاههای مولد Co_2 در همه گلخانه‌ها تاثیر همگن و یکنواختی نخواهد داشت. میزان Co_2 در گلخانه‌های شیشه‌ای که امکان تبادل هوای بیشتری در مقایسه با گلخانه‌های پلاستیکی را دارند، کمتر است. به منظور تنظیم فشار سوختی در بعضی از دستگاهها لازم است بدانیم که چه مقدار Co_2 در فضای گلخانه باقی می‌ماند. برای این منظور از دستگاههای ساده اندازه‌گیری Co_2 که حدوداً ۳۰۰ دلار قیمت دارند، می‌توان استفاده کرد. این دستگاهها دارای یک پمپ دستی هستند که تعداد دفعات و مدت عبور هوا را در لوله معین می‌کند. لوله دارای ماده شیمیایی حساس به Co_2 است و بر اثر جذب Co_2 رنگ آن تغییر می‌کند. با اندازه‌گیری طول لوله که تغییر رنگ می‌یابد، با استفاده از مقیاسهای موجود، میزان Co_2 هوا بطور مستقیم مشخص می‌شود. این لوله قابل تعویض و قیمت هر بسته ده‌تایی حدود ۳۷ دلار است.

ـ تعداد زیادی از دستگاههای حساس به Co_2 موجود است که به‌طور اتوماتیک می‌تواند میزان Co_2 موجود در گلخانه را نشان داده و Co_2 تزریقی ژنراتور را نیز تنظیم کند. قیمت این دستگاهها بین ۷۵۰ الی ۱۵۰۰ دلار است. این امکان وجود دارد که با استفاده از یک دستگاه، میزان Co_2 چند گلخانه را کنترل و اندازه‌گیری کرد. در این صورت با استفاده از پمپ هوا، میزان Co_2 هر گلخانه را به مدت یک دقیقه اندازه می‌گیرند. اطلاعات هر گلخانه به‌طور جداگانه به کامپیوتر داده می‌شود و به‌وسیله کامپیوتر میزان Co_2 هر یک از گلخانه‌ها کنترل و تعیین می‌شود.

ـ سیستم کامپیوتری: این سیستم مقادیر مختلف Co_2 را با توجه به شدت نور تنظیم می‌کند. درجه حرارت را در طول روز با توجه به میزان Co_2 بالا می‌برد و زمانی که عمل تهویه صورت می‌گیرد، دستگاهها را خاموش می‌کند. همچنین افزایش رشد گیاه را محاسبه و میزان Co_2 لازم را مطابق با نیاز گیاه به همراه دما و نور لازم تنظیم می‌کند.

این تکنولوژی باعث افزایش پتانسیل فتوسنتزی گیاهان می‌شود و همچنین در حرارت و نور صرفه‌جویی و Co_2 نیز براساس نیاز و با توجه به نور و دما تامین می‌شود.

اهمیت اقتصادی تزریق Co_2

در مناطق شمالی ایالات متحده آمریکا، معمولاً به‌طور متوسط ۵ ساعت در روز و به مدت ۶ ماه (۹۰۰ ساعت) Co_2 تزریق می‌شود. باتوجه‌به‌بازده‌حاصل‌ازسوخت گاز طبیعی در یک دستگاه مولد Co_2 به میزان ۶۰۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت (Btu/hr) که در طول این دوره‌جمعاً ۵۴ میلیون Btu یا ۵۴۰ واحدگرمایی (۱۰۰۰۰ Btu/therm) می‌شود، هر دستگاه می‌تواند ۴۶۵ مترمربع‌ازسطح‌گلخانه‌تحت‌پوشش‌خودقراردهد. میزان‌مصرف‌گاز طبیعی درطول‌سال‌درسطح‌گلخانه ۲۹۳۰۰ کیلوکالری یا $11/4 mg/m^2$ بوده است. اگر نرخ هزینه هرواحد ۰/۶۰ دلار باشد، هزینه‌سوخت‌برای‌هرمترمربع‌ازسطح‌گلخانه‌در سال ۰/۷۰ دلار است که اگر مقدار بسیار ناچیز هزینه استهلاک را نیز بر روی قیمت تزریق Co_2 اضافه کنیم، افزایش‌میزان‌محصول‌وکاهش‌طول دوره رشد آن، همه هزینه‌ها را جبران می‌کند.

ـ پروفسور کوتز (Koths) در دانشگاه Connecticut به تاثیرات خوب تزریق Co_2 از جنبه‌های دیگر اشاره می‌کند. بسیاری از گیاهان زراعی برای پرورش، در طول روز در زمان تزریق Co_2 نیاز به ۳ درجه سانتیگراد افزایش حرارتی دارند. گلخانه به عنوان عامل جذب انرژی نورانی عمل می‌کند. انرژی حرارتی در ساختمان گلخانه، گلها، خاک و سایر قسمتها ذخیره می‌شود. انرژی حرارتی ذخیره شده در روز به‌تدریج در طول شب آزاد می‌شود. در نتیجه این عمل در مصرف سوخت صرفه‌جویی و بخشی از هزینه تزریق Co_2 تامین می‌شود. از طرفی دمای اضافی حاصل از سوخت در طول روز که ژنراتور مولد Co_2 روشن است آزاد می‌شود. پروفسور کوتز (Koths) نشان می‌دهد که استفاده از این دو عامل مکمل حرارتی می‌تواند نصف یا کل هزینه سوختی را که به‌وسیله ژنراتور مولد Co_2

مصرف می‌شود تامین کند.

خلاصه

۱ـ کربن یکی از عناصر مورد نیاز گیاه بوده و تنها از طریق Co_2 اتمسفر تامین می‌شود. میزان دی‌اکسیدکربن هوا حدود ۰/۰۳ درصد (۳۴۵PPM) است.

۲ـ Co_2 در طول ساعات روز طی عمل فتوسنتز مصرف می‌شود. وقتی گلخانه در روزهای سرد زمستان بسته باشد، میزان و غلظت Co_2 در هوای گلخانه ممکن است چندین ساعت کاهش یابد تا مرحله‌ایکه میزان کربوهیدرات ساخته شده در عمل فتوسنتز با مقدار هیدرات کربن مصرف شده در عمل تنفس یکی باشد. در نتیجه رشد متوقف می‌شود، مقدار ماده تولید کاهش می‌یابد و یا کیفیت آن پایین می‌آید.

۳ـ Co_2 اغلب در طی ساعات روز در مواقعی که عمل تهویه صورت نمی‌گیرد به محیط گلخانه افزوده می‌شود روش معمولی افزودن Co_2 به محیط گلخانه، سوزاندن نفت، گازهای معمولی و یا گازهای طبیعی است که به‌وسیله دستگاههای مخصوص مولد Co_2 در گلخانه صورت می‌گیرد.

۴ـ افزودن Co_2 به میزان حدود ۳۰۰PPM (قسمت در میلیون) بر مقدار طبیعی آن در هوا، باعث افزایش محصول می‌شود. نکته جالب توجه این است که افزایش غلظت Co_2 تا ۲۰۰۰ قسمت در میلیون یا بیشتر، افزایش محصول را نیز به دنبال دارد، غلظت ۱۰۰۰-۱۵۰۰PPM قسمت در میلیون یک معیار عادی و عمومی است که امروزه در بسیاری از گلخانه‌ها به کار می‌رود.

مرجع

1. Anon. 1986. Carbon dioxide: Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices. *Amer. Conf. Govt. Industrial Hygenists*, pp. 102–103. Cincinnati, OH.
2. Bauerle, W. L., and T. H. Short. 1984. Carbon dioxide depletion effects in energy efficient greenhouses. In Short, T. H., ed. Energy in protected cultivation. III. *Acta Hort.* No. 148.
3. Blom, T., W. Straver, and F. J. Ingratta. 1984. Using carbon dioxide in greenhouses. Ontario Ministry of Agr. and Food. Factsheet 290–27.
4. Gaastra, P. 1966. Some physiological aspects of CO_2 application in glasshouse culture. In Hardh, J. E., ed. Symposium on vegetable growing under glass. *Acta Hort.* 4:111–116.
5. Hand, D. W. 1971. CO_2 and hydrocarbon fuels. *ADAS Qtr. Review* 1:18–23.
6. Hicklenton, P. R. 1988. *Grower Handbook Series*. Vol. 2. *CO_2 Enrichment in the Greenhouse*. Portland, OR: Timber Press.
7. Hicklenton, P. R., and P. A. Jolliffe. 1978. Effects of greenhouse CO_2 enrichment on the yield and photosynthetic physiology of tomato plants. *Can. J. Plant Sci.* 58:801–817.
8. Holley, W. D. 1975. The CO_2 story. In Ball, V., ed. *The Ball Red Book*, 13th ed., pp. 156–159. West Chicago, IL: George J. Ball, Inc.
9. Holley, W. D., K. L. Goldsberry, and C. Juengling. 1964. Effects of CO_2 concentration and temperature on carnations. Colorado Flower Growers Assoc. Bul 174:1–5.
10. Mastalerz, J. W. 1969. Environmental factors: Light, temperature, carbon dioxide. In Mastalerz, J. W., and R. W. Langhans, eds. *Roses: A Manual on the Culture, Management, Diseases, Insects, Economics and Breeding of Greenhouse Roses*, pp. 95–108. Pennsylvania Flower Growers' Assoc., New York State Flower Growers' Assoc., Inc., and Roses, Inc.
11. Nelson, P. V., and R. A. Larson. 1969. The effects of increased CO_2 concentration on chrysanthemum and snapdragon. North Carolina Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. 194.
12. Shaw, R. J., and M. N. Rogers. 1964. Interaction between elevared carbon dioxide levels and greenhouse temperatures on the growth of roses, chrysanthemums, carnations, geraniums, snapdragons, and African violets. *Florists' Review* 135 (3486):23–24, 88–89; (3487):21–22, 82; (3488):73–74, 95–96; (3499):21, 59–60; (3491):19, 37–39.
13. Wittwer, S. H. 1966. Carbon dioxide and its role in plant growth. *Proc. 17th Intl. Hort. Cong.* 3:311–322.
14. Wittwer, S. H., and W. M. Robb. 1964. Carbon dioxide enrichment of greenhouse atmospheres for food crop production. *Economic Bot.* 18:34–56.

۱۱. نور و دما

شدت نور برای فتوسنتز

نور ساخت (فتوسنتز)

ترکیبات مختلف نور مرئی، منبع انرژی برای گیاهان به‌شمار می‌رود. انرژی نورانی، دی‌اکسیدکربن (Co_2) و آب از جمله موادی هستند که در فرآیند فتوسنتز وارد شده و نتیجه نهایی آن تشکیل هیدرات‌های کربن است.

اکسیژن + هیدرات کربن ⟵ انرژی نورانی + آب + Co_2

برای ترکیب کربن با اکسیژن جهت تشکیل گاز Co_2 انرژی قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با تشکیل هیدراتهای کربن مورد نیاز است. بنابراین انرژی نورانی مصرف شده در داخل هیدرات کربن ذخیره می‌شود. هیدراتهای کربن ساخته شده در بخشهای سبز گیاه (ساقه و برگ)، به سایر نقاط آن منتقل شده و به سایر مواد مورد نیاز گیاه تبدیل

می‌شوند. اسیدهای آمینه ممکن است پس از تشکیل، وارد فرآیند ساخت پروتئینها شوند. شاید منشاء تشکیل چربیها نیز هیدراتهای کربن باشد. از مجموع این ترکیبات، ترکیبات دیگری مانند سلولز و پکتین مورد نیاز دیواره‌های سلولی، هورمونهای تنظیم‌کننده رشد و DNA جهت تشکیل کروموزومها ساخته می‌شوند. انرژی خورشیدی در همهٔ این ساختارها نقش دارد و نتیجه نهایی این فرآیندها، رشد گیاه است که منجر به افزایش ماده خشک گیاه می‌شود.

ـ برای انجام سایر فرآیندها در گیاه باید انرژی آزاد شده و مورد استفاده قرار گیرد. جذب عناصر غذایی، تشکیل پروتئینها، تقسیم سلولی، نگهداری و ساختار غشاء سلولی و فرآیندهای متعدد دیگری که نیاز مبرم به مصرف انرژی دارند از این جمله‌اند. این انرژی از موادی تأمین می‌شود که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل فرآیند فتوسنتز بوده و انرژی در طی فرآیندی که در خلاف جهت فتوسنتز صورت می‌گیرد آزاد می‌شود. این فرآیند مخالف فتوسنتز، تنفس است.

انرژی + آب + Co_2 ⟵ اکسیژن + هیدرات کربن

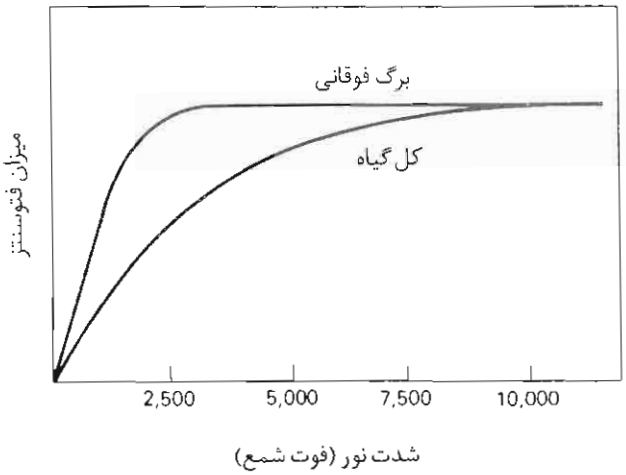
تنفس در همه مراحل زندگی هر ارگانیسم زنده صورت می‌گیرد. شدت تنفس بستگی به درجه حرارت دارد و با افزایش دما، شدت آن افزایش می‌یابد. وقتی حیوانات تعلیف می‌شوند، انرژی مورد نیاز خود را پس از خوردن گیاه به‌دست می‌آورند. منشاء این انرژی از نور خورشید است که از طریق فتوسنتز به دست آمده و ذخیره شده است. انرژی ذخیره شده در مواد، بر اثر تنفس حیوانات آزاد می‌شود. همین مساله در مورد انسان که از گیاه و حیوان تغذیه می‌کند نیز صادق است. بنابراین حیات بسیاری از ارگانیسمهای زنده بستگی کامل به انرژی نورانی دارد.

ـ در شرایطی که همه فاکتورها، از جمله میزان Co_2، دما و رطوبت در حد مطلوب باشد، برای انجام عمل فتوسنتز به شدت نور در حد متوسط نیاز است. اگر شدت نور کم و ضعیف باشد، فتوسنتز و رشد کاهش پیدا می‌کند. اگر شدت نور از حد مناسب بالاتر

باشد، کلروپلاستها صدمه دیده و در نتیجه میزان فتوسنتز کاهش پیدا می‌کند. کلروپلاستها اندامکهایی هستند که در سلولهای گیاهان سبز موجود بوده و عامل اساسی و اصلی فتوسنتز به‌شمار می‌روند و عمل فتوسنتز در داخل آنها صورت می‌گیرد.

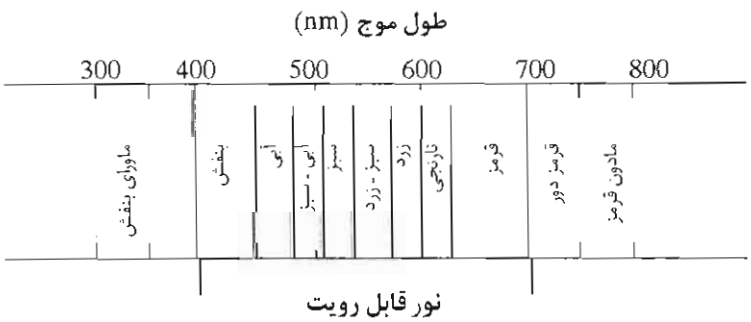
ـ گیاهان گلخانه‌ای را در معرض تابش نور به‌شدت ۱۲۹×۱۰^{۳} لوکس در یک روز تابستانی روشن و کمتر از $۳/۲\times۱۰^{۳}$ لوکس در یک روز زمستانی ابری قرار می‌دهند. تعداد زیادی از گیاهان با هیچ‌یک از شرایط بالا سازگار نیستند، بسیاری از گیاهان در $۳۲/۳\times۱۰^{۳}$ لوکس به اشباع نوری می‌رسند (فتوسنتز با افزایش شدت نور دیگر افزایش پیدا نمی‌کند). این در صورتی است که همه برگهای گیاه در معرض شدت نور بالا ($۳۲/۳\times۱۰^{۳}$) لوکس قرار گیرند. این وضع به‌ندرت اتفاق می‌افتد. زیرا برگهای بالایی با ایجاد سایه روی برگهای پایینی، سبب کاهش شدت تابش نور بر روی آنها می‌شوند. منحنی نمودار ۱-۱۱ نشان می‌دهد که یک برگ فوقانی (برگی که در بالای گیاه قرار دارد و تمام سطح آن از شدت نور بهره‌مند است) در $۳۲/۳\times۱۰^{۳}$ لوکس اشباع می‌شود در حالی‌که کل گیاه برای رسیدن به اشباع نوری به شدت نور ۱۰۸×۱۰^{۳} لوکس نیاز دارد.

ـ نیازهای نوری گیاهان کاملاً متفاوت است. گل رُز و میخک حداکثر رشد خود را در تابستان در شرایط نور کامل خواهند داشت. گل بنت‌القنسول برای ایجاد برگهای سبز تیره نیاز به محیط گلخانه‌ای در حدود ۴۰ درصد سایه از اواسط بهار تا اواسط پاییز دارد. این حالت در بسیاری از گیاهان معمول است. علاوه بر گیاهان سایه‌دوست، که شرایط سایه در آنها مانع تشکیل کلروفیل نمی‌شود، گیاهانی مانند گل داوودی و شمعدانی در صورت نگهداری در شرایط سایه، نورسوزی (سوختگی) در گلبرگهای آنها ایجاد نمی‌شود. به‌نظر می‌رسد که عامل مؤثر در ایجاد آسیب در گلبرگها، در شرایط نوری شدت بیشتر، افزایش درجه حرارت در داخل نسوج گلبرگها باشد. برخی از گیاهان به میزان سایه بیشتری نیازمندند. گیاهان علوفه‌ای در شدت نور بیش از $۲۱/۵-۳۲/۳\times۱۰^{۳}$ لوکس آسیب می‌بینند، بنفشه آفریقایی در شدت نور $۱۶/۱\times۱۰^{۳}$

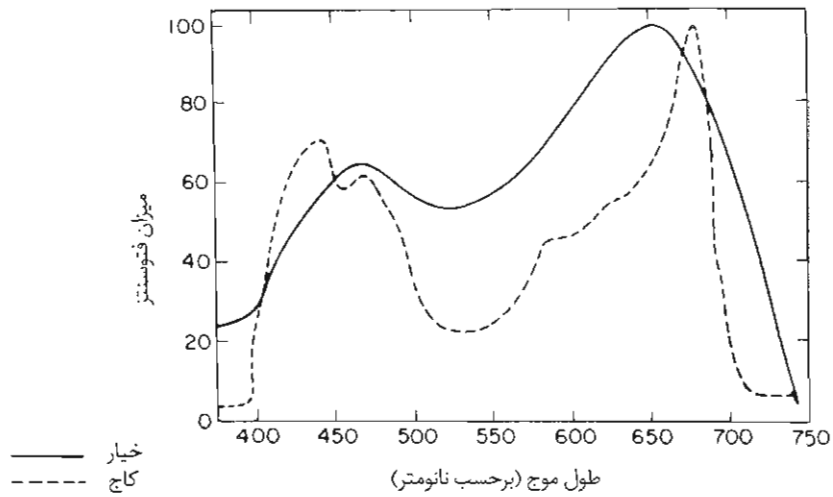


منحنی نمودار ۱-۱۱ـ اثر شدت نور در میزان فتوسنتز بر روی یک برگ منفرد انتهایی و کل گیاه:
در برگ منفرد انتهایی حداکثر فتوسنتز در $۳۲/۳\times۱۰^{۳}$ لوکس اتفاق افتاده در صورتی‌که برای رسیدن به اشباع نوری در کل گیاه به ۱۰۸×۱۰^{۳} لوکس نیاز است تا بتواند شدت نوری را در سطوح سایه‌انداز به $۳۲/۳\times۱۰^{۳}$ لوکس برساند.

لوکس و بالاتر کلروفیل خود را از دست می‌دهد، شدت نور مناسب برای این گیاه نزدیک به $۱۰/۸\times۱۰^{۳}$ لوکس است. در بخشهای بعدی این فصل خواهیم دید که بسیاری از گیاهان علوفه‌ای، گلوکسینیا، بنفشه آفریقایی و گیاهان یک‌ساله بذری را می‌توان در اتاقهای رشد در شرایط نوری $۶/۵\times۱۰^{۳}$ لوکس پرورش داد. از این‌رو نیازهای نوری گیاهان برای انجام عمل فتوسنتز، بسیار متفاوت است و از گیاهی به گیاه دیگر کاملاً فرق می‌کند.



جدول ۲-۱۱ـ انواع مختلف انرژی نورانی با طول موجهایی از ۳۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌میکرون. نور قابل رؤیت (مرئی) دارای طول موجی بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌میکرون.



نمودار ۳-۱۱ ـ نمودار ۳-۱۱ میزان فتوسنتز در بین طول موجهای ماوراء بنفش (۳۵۰ میلی‌میکرون) و قرمز دور (۷۵۰ میلی‌میکرون) را نشان می‌دهد.

کیفیت نور

تمام بخشهای طیف نوری در عمل فتوسنتز لازم و مفید نیستند. نورها را بر مبنای طول موج آنها (برحسب میلی‌میکرون) طبقه‌بندی می‌کنند. این طبقه‌بندی بر مبنای کیفیت آنهاست. نور ماوراءبنفش (UV) دارای طول موج کمتر از ۴۰۰ میلی‌میکرون است. جدول ۲-۱۱ طول موجهای مختلف را نشان می‌دهد.

نور ماوراء بنفش با چشم انسان قابل رؤیت نیست. اگر میزان این نور افزایش یابد به رشد گیاه صدمه زده و برای آن زیان‌آور خواهد بود. نور قابل رؤیت یا نور سفید در بین طول موجهای ۴۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌میکرون قرار دارد. در طول موجهای کوتاه، نور مرئی بنفش مشاهده می‌شود. نورهای آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز حدوداً در طول موجهای ۴۶۰، ۵۱۰، ۵۷۰، ۶۱۰ و ۶۵۰ میلی‌میکرون قرار دارند. نور قرمز دور (۷۵۰-۷۰۰ میلی‌میکرون) خارج از حس بینایی ما بوده و برای رشد گیاه ضروری است اما در فتوسنتز تأثیری ندارد. انرژی مادون قرمز دارای طول موج بزرگتری بوده و در رشد گیاه تأثیر ندارد.

ـ با توجه به نمودار (۳-۱۱) اساساً طیف نور مرئی است که در عمل فتوسنتز نقش دارد. نقاطی در نور قرمز و آبی وجود دارد که میزان فتوسنتز در آنها به حداکثر می‌رسد. اگر گیاه تنها تحت تأثیر نور آبی قرار گیرد، رشد گیاه کاهش می‌یابد و اندامهای گیاه سفت شده و رنگ آن تیره می‌شود. ولی نور قرمز به تنهایی سبب می‌شود که اندامهای گیاه نرم و لطیف شده، فاصله میان گره‌ها افزایش یافته، و در نتیجه رشد گیاه افزایش یابد (ارتفاع گیاه زیاد شود). از این‌رو نمودار ۳-۱۱ نشان می‌دهد که برای انجام کامل عمل فتوسنتز وجود تمام طول موجهای مرئی نور لازم است.

افزایش شدت نور

این مساله بسیار مهم است که بدانیم همه گیاهان به استثنای گیاهان سایه‌پسند، در فصولی از سال از جمله اواسط پاییز تا اوایل بهار که میزان نور کمتر است در صورت افزایش میزان شدت نور، میزان محصولشان نیز افزایش می‌یابد.

تنظیم میزان نور: افزایش شدت نور بستگی کامل به نقشه و موقعیت گلخانه دارد، ساده بودن قابهای شیشه‌ای روی گلخانه، ظرافت قابها و نیز افزایش عرض پوشش قابها، میزان شدت نور وارده به داخل گلخانه را افزایش می‌دهد. اولین گلخانه‌های فلزی معمولی در سال ۱۹۵۰ مورد ساخت و استفاده قرار گرفت. مقاومت و استحکام اسکلتهای فلزی این گلخانه‌ها سبب شد که از الوارهای چوبی کمتر استفاده شود و سطح پوشش جلوگیری‌کننده از عبور نور کمتر شود، عرض شیشه‌ها از ۴۱ به ۶۱ سانتیمتر افزایش و تعداد کشوهای (قابهای) شیشه به $\frac{1}{3}$ کاهش و تأثیرات سایه‌ای آنها نیز بر همان مبنا کاهش یافت.

ـ سادگی اسکلت مخصوصاً در گلخانه‌های پلاستیکی عامل بسیار مهمی است. در این گلخانه‌ها اسکلت‌های چوبی (که اکنون استفاده از آنها منسوخ شده است) به‌طور یکپارچه‌بوده‌وبه‌صورت‌کاملاًمحسوس‌وقابل‌ملاحظه،شدت‌نور داخل را کاهش می‌دهند.

بهتر است چهارچوبهای چوبی را با رنگ سفید رنگ‌آمیزی کرد تا به‌جای اینکه نور را جذب کنند، آن را بازتاب کنند. همچنین قابهای شیشه‌های بالای گلخانه را نیز بهتر است رنگ کنند. اصولاً لازم است هر دو سال یک‌بار، بخش بیرونی و هر ۵ سال یک‌بار بخش درونی را با رنگ سفید، رنگ‌آمیزی کرد.

ـ اهمیت طرح گلخانه‌های دارای قابلیت هدایت و عبور نور را می‌توان در اشکال ارائه شده توسط پروفسور هالی (W.D. Holley) از دانشگاه ایالتی کلرادو مشاهده کرد. ایشان عوامل کاهش میزان نور را به این شرح تعیین کرده‌اند. ده درصد از نور توسط (اسکلت)، پنج درصد توسط قابهای شیشه و هفت درصد به‌وسیله شیشه‌ها بلوکه شده و از بین می‌رود. در حقیقت ۷۸ درصد از کل نور وارد گلخانه می‌شود که خود میزان بسیار بالایی است، از این مقدار نور وارد شده، بخشی نیز به‌وسیله عواملی چون (۱) وسایل موجود در بخش بالای گلخانه مانند سایه‌انداز اتوماتیک، سیستمهای گرمازا، سیستمهای سردکننده، لوله‌های شبکه آبرسانی، قیم‌های مورد استفاده برای گیاهان و (۲) موقعیت گلخانه (موقعیت گلخانه در فصل دو مفصلاً شرح داده شده است) از بین رفته و باعث کاهش و افت نور می‌شوند.

ـ ماده پوششی گلخانه یکی دیگر از عوامل مؤثر کاهش به‌شمار می‌رود. از کل نور تابیده شده بر شیشه، ۸۹ درصد از آن عبور می‌کند. فایبرگلاس (FRP) در شرایطی که شدت نور بیشتر باشد نسبت به شیشه قابلیت عبور کمتری دارد (۸۶ درصد) اما اگر شدت نور کمتر باشد فایبرگلاس ارزش فوق‌العاده‌ای دارد. اگر قابلیت عبور نور از فایبرگلاس در طول سال ثابت بماند پوشش خوبی به‌شمار می‌رود. به‌هرحال به مرور زمان سطح آنها خراب شده، قابلیت عبور کاهش یافته و تعویض پوشش ضروری به‌نظر می‌رسد. مدت زمان تضمین شده کاری FRP تا ۲۰ سال است. این مدت در مقایسه با شیشه بسیار کم است. باید در موقع تعویض آنها، قیمت و میزان نوری را که از آن عبور خواهد کرد را سنجید. بررسی و مطالعه دقیق این فاکتورها بسیار مشکل است.

ـ میزان نور عبوری در پلی‌اتیلن‌های دولایه (۸۴ درصد) در مقایسه با یک لایه شیشه (۸۹ درصد) کمتر است. اما این کاهش عبور به علت استفاده نکردن از قابها (کشوها) به‌طور کامل جبران می‌شود.

شیشه‌های تمیز: در بسیاری از گلخانه‌ها به منظور کاهش شدت نور در فصل تابستان، از ابزار و وسایل و موادی که ایجاد سایه کنند استفاده می‌شود. مقادیری از این مواد به همراه مقدار زیادی گردوخاک روی شیشه‌های گلخانه باقی می‌ماند. وجود این مواد باعث کاهش میزان نور عبوریافته به داخل گلخانه تا ۲۰ درصد می‌شود. به‌منظور افزایش میزان نور وارد شده به داخل گلخانه به‌ویژه در فصولی که روزها زیاد آفتابی نیست (معمولاً در اکتبر و نوامبر) باید شیشه‌های کثیف شسته شوند. برای این منظور از مواد پاک‌کننده مختلفی که توسط کمپانی‌های تولیدکننده وسایل و مواد گلخانه‌ای تهیه می‌شود، استفاده می‌کنند. نوع مواد مصرفی، بستگی به نوع پوشش گلخانه دارد و از پلاستیک نرم تا شیشه هر یک مادهٔ پاک‌کنندهٔ مخصوص به خود دارد. البته می‌توان یکی از این مواد را تهیه کرد. مثلاًمی‌توان ۰/۵ کیلوگرم اسید اگزالیک را در ۱۵۰ لیتر آب حل کرده و از محلول حاصل برای شستشوی پوششهای گلخانه استفاده کرد. برای گرفتن نتیجه بهتر، لازم است پیش از پاشیدن محلول شستشو روی پوشش گلخانه، تمام سطح آن را با آب به‌طور کامل مرطوب کرده و سپس از محلول تهیه شده استفاده کرد. درهرحال بهتر است در مواقعی که هوا خنک است، هنگام صبح یا عصر و یا پس از یک بارندگی سبک از آن محلول استفاده کرد. محلول پاشیده شده مدت سه روز روی پوشش گلخانه باقی مانده و پس از آن با آب به‌طور کامل شستشو می‌دهیم تا پوشش گلخانه کاملاً تمیز شود و نور کافی از آنها به داخل گلخانه عبور کند.

ـ گلخانه‌های دارای پوشش فایبرگلاس FRP نیز نیاز به تمیز کردن دارند. برای این منظور از مواد شوینده و پاک‌کننده خانگی می‌توان استفاده کرد. با استفاده از یک اسفنج

حمام یا یک تکه پارچه، از کنار تیرها، عمل شستشو را انجام می‌دهند. همچنین، از مواد تجاری موجود نیز می‌توان به این منظور استفاده کرد. بعضی مواقع شیشه‌های گلخانه از بخش داخلی نیز کثیف شده و نیاز به تمیز کردن دارند. برای این منظور از مواد و ترکیبات بالا می‌توان استفاده کرد با این شرط که از ریختن مواد پاک‌کننده روی گیاه و بستر کاشت گیاهان در داخل گلخانه، روی سکوهای کاشت جلوگیری کرد. بهتر است با استفاده از پلاستیک نرم یا پلی‌اتیلن روی گیاهان و بسترهای کاشت را کاملاً پوشانده و مانع ریختن محلول و ایجاد عوارض ناشی از آنها شد.

شکل ۴-۱۱ـ یک نوع کشت زمستانه برای گل داوودی جهت افزایش شدت نور، فضاهایی در بین ردیف‌های کشت، در طول مرکز سکو برای اصلاح کیفی آنها گذاشته شده است.

فاصله گیاهان: در یک محیط کشت، زمانی گیاه رشدونمو خواهد کرد که از انرژی نورانی موجود، به‌طور کامل استفاده کند. به عبارت دیگر مقدار ماده خشک تولیدی بستگی به فضای رشد گیاه دارد. مثلاً در گیاه داوودی، میزان رشد گیاه در فواصل کاشت ۱۳ و ۱۸ سانتیمتر با هم متفاوت است. در شرایط ۱۲/۵ سانتی‌متری ساقه‌ها و گلها کوچک خواهد بود. اندازه و کیفیت گیاه نشان‌دهنده فاصله کاشت آن است.

ـ معمولاً فواصل بوته‌ها در فصل زمستان به علت کم بودن شدت نور در مقایسه با فصل تابستان باید بیشتر باشد. از طریق تولیدکنندگان، کاتالوگهای مربوط به فواصل کاشت و پرورش گیاهان گوناگون در فصول مختلف سال تهیه شده است، برای رسیدن به نتیجه مطلوب باید به توصیه‌های پرورش‌دهندگان توجه کرد.

ـ برخی از تولیدکنندگان گلهای بریده، دریافته‌اند که رعایت فواصل کاشت و حفظ فضای کافی و لازم سراسری در بسترهای کشت گلخانه‌ای همانطوری‌که در شکل ۴-۱۱ دیده می‌شود، امکان بهره‌گیری کافی از نور برای همه گیاهان را فراهم می‌کند و با توجه به تجارب به‌دست آمده، کیفیت کلی در این حالت بهبود یافته و مقدار گیاه تولید شده در این وضع نسبت به کشت متراکم به علت عدم رقابت نوری و برخورداری از نور کافی، کاهش پیدا نمی‌کند.

کاهش شدت نور

پیش از این در رابطه با ضرورت کاهش شدت نور در فاصله زمانی اواسط بهار تا اوایل پاییز بحث شده است. این عمل به دو طریق امکان‌پذیر است: (۱) پاشیدن مواد جلوگیری‌کننده از عبور نور روی پوشش گلخانه (۲) نصب پرده‌های مخصوص بر روی گلخانه یا درون گلخانه در ارتفاع بالاتر از قد انسان.

ـ وقتی کل گلخانه نیاز به سایه داشته باشد، پرورش‌دهندگان براساس امکانات خود از مواد مختلف استفاده می‌کنند، بعضی از آنها از مواد پاشیدنی ارزان‌قیمت استفاده

می‌کنند، برخی از مواد تجارتی که به‌وسیله کمپانی‌های مختلف تولیدکننده وسایل گلفروشی تهیه می‌شود، مصرف می‌کنند و یا آن را در محل با مخلوط کردن رنگ لاتکس سفید با آب تهیه می‌کنند که اگر نسبت رنگ به آب یک به ۱۰ باشد، سایه زیاد و شدت نور کم خواهد شد ولی اگر نسبت اختلاط یک به ۱۵ تا ۲۰ باشد سایه ایجاد شده معمولی و استاندارد خواهد بود. برای پاشیدن این مواد با توجه به وسعت کار و ابزار موجود، می‌توان از سمپاشهای معمولی و موتوری و نیز در سطوح گسترده از هلیکوپتر استفاده کرد. بخش بیشتر این مواد پاشیده شده تا اوایل پاییز از بین می‌روند، در صورت باقی ماندن تمام یا بخشی از آنها، باید با مواد پاک‌کننده آنها را شستشو داد.

ـ اگر ایجاد سایه، صرفاً برای حفظ گلها باشد، در این‌صورت می‌توان از قطعات حصیر (پرده مخصوص) استفاده کرد. پرورش گلهای داوودی و شمعدانی در مناطق شمالی در شرایط نور کامل و شدید امکان‌پذیر است ولی گلهای آنها بر اثر تابش شدید نور آسیب می‌بینند. استفاده از چیزکلات (Cheesecloth) پیش از این معمول بوده و هم‌اکنون نیز به علت مناسب بودن قیمت آن در همه جا کاربرد دارد. امروزه مواد مصنوعی با طول عمر بیشتر کاربرد گسترده‌ای دارد و از این گروه می‌توان موادی چون، پلی‌پروپیلن، پلی‌استر، ساران، پلی‌استرهای با پوشش آلومینیوم را نام برد. سه ماده اول با درجه سایه‌اندازی ۲۰ تا ۹۰ درصد تولید می‌شود و می‌توان آنها را از بازار تهیه کرد. بیشترین میزان کاربرد مربوط به نوع ۵۰ درصد سایه‌انداز است. پلی‌استرهای آلومینیوم‌دار، از یک لایه پلی‌استر روشن و نازک ساخته شده و پلی‌استرهای پوشش‌دار آلومینیومی به هم متصل (دوخته) می‌شوند، مقدار سطح پوشش آلومینیومی، درجه سایه‌اندازی آنها را مشخص و معین می‌سازد. پلاستیکهای روشن پلی‌استر، از تبادل حرارتی و انرژی نورانی از بیرون به داخل در طول روز روشن تابستانی و از داخل به بیرون در طول شبهای سرد زمستانی جلوگیری می‌کنند. انواع پوشش‌دار آلومینیومی از این گروه، حرارت را بازتاب می‌کنند و اساساً برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مشکل اساسی به‌وجود آمده در استفاده از مواد پاشیدنی سایه‌انداز و نصب پرده‌های مخصوص در داخل گلخانه سبب کاهش شدت نور در روزهای ابری و صبح و عصر می‌شود. بنابراین شدت نور لازم در برخی از روزها کافی نبوده و در نتیجه مقدار محصول کاهش پیدا می‌کند.

ـ امروزه در مراکز تولید از دستگاههای مدرنی که به‌وسیله سلولهای نوری (فتوسل) به‌طور اتوماتیک تنظیم و کار می‌کنند و در صورت لزوم به‌کار افتاده و با پرده‌های مخصوص مقدار نور را تنظیم می‌کنند، استفاده می‌شود. تنظیم درست این پرده‌ها، از هدر رفتن حرارت در شبهای سرد زمستان و از شدت تابش خورشید در روزهای نورانی تابستان به‌طور اتوماتیک جلوگیری می‌کند. عملیات دستی نیاز مبرم به کار در طول ایام هفته دارد. در صورتی‌که سلولهای نوری به آسانی همانند ساعت قابل تنظیم است و به‌طور اتوماتیک کار می‌کند. امروزه استفاده از کامپیوتر این کار را آسانتر کرده است. برنامه تنظیمی براساس نوع گیاه و زمان کاشت و شرایط لازم از پیش تهیه و به کامپیوتر داده می‌شود و کامپیوتر برابر برنامه داده شده عمل می‌کند و نیازی به نیروی کار اضافی ندارد.

تامین نور مکمل

در طول فصول تاریک سال، شدت نور در بسیاری از گلخانه‌هایی که در نقاط مختلف جهان، انواع مختلف گیاهان را پرورش می‌دهند، از حد مطلوب کمتر است. به کارگیری روشهای افزایش شدت نور، که پیش از این گفته شد، به‌طور کامل این مشکل را حل نمی‌کنند. تغییرات شرایط آب و هوایی روزانه رشد و نمو گیاهان و نهایتاً کیفیت محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رشد شاخ و برگ در گیاهانی چون گل رز و ارکیده‌ها متوقف، اندازه گلها کوچک، ساقه‌ها ضعیف و طول گیاه به‌طور غیرطبیعی زیاد می‌شود. با تأمین نور مکمل این نارساییها به علت افزایش شدت نور و بالا رفتن میزان فتوسنتز در

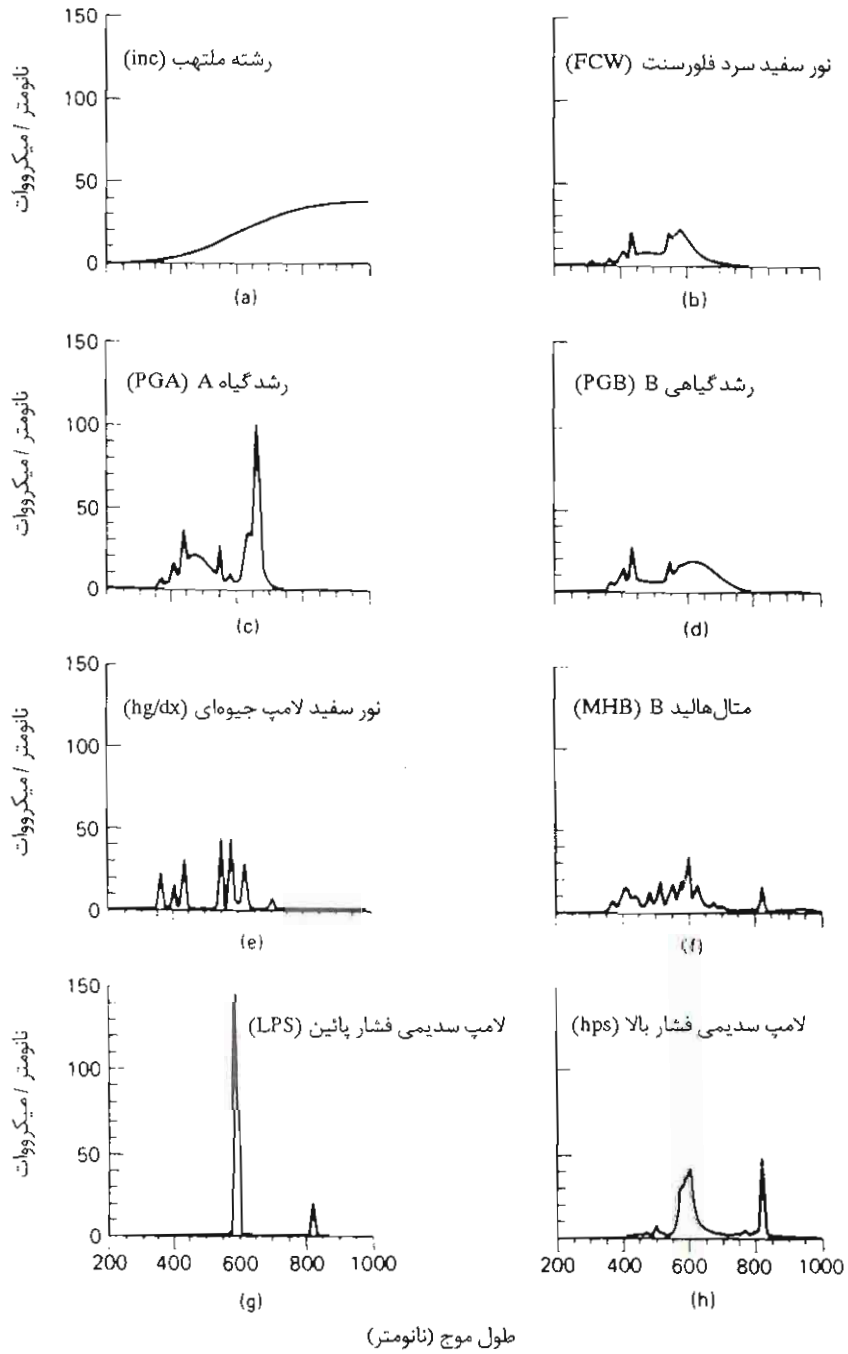
گیاهان داخل گلخانه برطرف می‌شود.

انواع لامپها: انواع مختلف لامپها در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این لامپها را به سه دسته کلی طبقه‌بندی کرده‌اند: (۱) نور سفید (۲) نورهای فلورسنت (۳) نورهایی با تخلیه الکتریکی دارای شدت زیاد (جیوه‌ای با فشار بالا، متال‌هالید، سدیمی با فشار پایین و سدیمی با فشار بالا). نوع انتشار هر یک از لامپهای بالا در نمودارهای ۵-۱۱ مشاهده می‌شود.

ـ لامپهای تولیدکننده نور سفید (حاوی رشتهٔ ملتهب تنگستن) (نمودار 5a-۱۱) را معمولاً بعنوان مکمل نوری استفاده نمی‌کنند. زیرا این لامپها حرارت بیشتری تولید کرده، کیفیت نوری آنها ضعیف بوده و راندمان آنها نیز کم است. برای جلوگیری از تولید حرارت بیشتر، شدت نور باید پایین باشد. نسبت‌های بالای نور قرمز و قرمز دور در بسیاری از گیاهان سبب می‌شود که بافتهای آنها نرم شده و تغییرات دیگری نیز در شکل گیاه حاصل شود.

بازده و راندمان تبدیلی این لامپها نیز بسیار کم است و فقط ۷ درصد انرژی الکتریکی آنها به انرژی نورانی تبدیل می‌شود. بخش بیشتر انرژی به‌کار رفته به گرما تبدیل می‌شود، که ممکن است مفید یا زیان‌آور باشد. به علت پایین بودن ارزش نور تکمیلی لامپهای مولد نور سفید، از آنها برای فتوپریود (روشنایی طول روز) استفاده می‌کنند (در بخشهای دیگر همین فصل در این مورد بحث خواهد شد) برای چنین کاربردی، شدت نور کم (۱۰۸ لوکس) برای مدت کوتاهی در اواسط شب در فصل زمستان به کار می‌روند.

ـ لامپهای فلورسنت لامپهایی هستند که به‌طور معمول و متداول در اتاقهای کشت و بخشهای محدود گلخانه جهت جوانه‌زنی بذور به کار می‌رود. (کاربرد اینها در فصل آینده در بخش اتاقهای کشت بحث خواهد شد) از این گروه به ندرت برای تمام طول دوره رشد گیاه، از کاشت تا برداشت آن استفاده می‌شود. نتایج آزمایشهای E.D. Bickford در

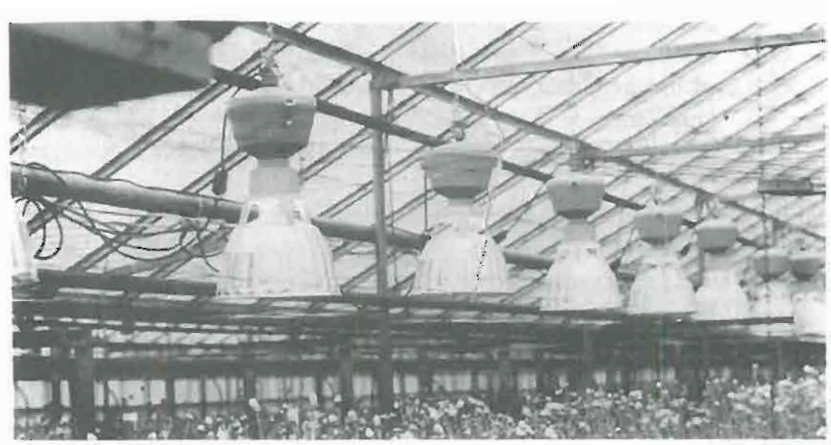


شکل ۵-۱۱ـ طیف نشر نوری ۸ نوع لامپ جهت استفاده در گلخانه‌ها (از Compbell, Thimigan and Cathey, 1975)

سال ۱۹۷۲ و J.W. Mastalevz در سال ۱۹۶۹ نشان می‌دهد که محصول رز با استعمال گرولوکس (رشد گیاهی A) و لامپهای فلورسنت افزایش یافته و بهترین نتایج زمانی به‌دست آمد که لامپها بدون حضور انعکاس‌دهنده‌ها در بین ردیفهای گیاهان قرار گرفته بودند. نتایج تحقیقات بالا نشان داده است استفاده از این لامپها برای رشد مؤثر و مناسب بوده ولی از نظر اقتصادی سوال‌برانگیز است. قدرت (ولتاژ) پایین آنها، افزایش تعداد لامپها را فراهم می‌سازد، در نتیجه کلیه هزینه‌های مربوط به سیم‌کشیهای اضافی و هزینه‌های نصب لامپ و سایر هزینه‌های مربوطه افزایش یافته و علاوه بر آن بر میزان سایه ایجاد شده در اثر کاربرد این ابزار اضافه خواهد شد.

ـ در بین لامپهای فلورسنت، لامپهای سفید سرد و مهتابیهای سفید گرم از بازده خوبی برخوردار هستند. راندمان تبدیل این لامپها ۲۰ درصد انرژی الکتریکی است و همان طیف نوری را دارند. لامپهای سفید سرد (شکل ۵b-۱۱) شاید مهمترین و معمولی‌ترین لامپ فلورسنت برای رشد گیاه باشند. نور این لامپها نزدیک به طیف نور آبی است. انواع دیگری از این لامپها که دارای فسفر مخصوص هستند که طول موجهای متفاوتی تولید کرده و در فتوسنتز، قابل استفاده‌اند و به دو گروه تقسیم می‌شوند. رشد گیاهی A (شکل ۵c-۱۱) که جزو لامپهای اولیه بوده و نور حاصل از آنها با طول موجی نزدیک طول موج نور قرمز بوده، در حالی‌که رشد گیاهی B (شکل ۵d-۱۱) جزو لامپهای جدید بوده و طیف نوری حاصل از آنها حوالی ۷۰۰ نانومتر است.

ـ امروزه لامپهای تخلیه الکتریکی با شدت بالا (HID) جهت تکمیل سیکل رشد و نمو گیاهان در گلخانه‌ها کاربرد گسترده‌ای دارند (شکل ۶ـ۱۱) انواع جیوه‌ای فشار بالای لامپهای تیپ HID در اروپا کاربرد بیشتری نسبت به آمریکا دارند. این لامپها اغلب جایگزین انواع متال‌هالید شده و در سالهای اخیر نیز جایگزین لامپهای سدیمی فشار بالای تیپ HID شده‌اند. طیف نوری حاصل از لامپهای جیوه‌ای فشار بالا تا اندازه‌ای شبیه لامپهای مهتابی فلورسنت است. مدل MBFR/U (قبلاً در اروپا متداول بود)



شکل ۶-۱۱ـ لامپهای جیوه‌ای و سدیمی فشار بالا تیپ HID جهت تأمین نور مکمل در روزهای زمستان جهت افزایش فتوسنتز

دارای قدرت فلورسنتی در سطح داخلی شیشه‌های مهتابی بوده و بخش بیشتر نور ماوراء بنفش را به طول موجهای قابل رؤیت، مخصوصاً قرمز تبدیل می‌کند. این خاصیت سبب شده است که بتوان از این لامپها، جهت رشد گیاه که راندمان و بازده لامپ را تا ۱۳ درصد انرژی الکتریکی افزایش داده وثابت نگه می‌دارد، استفاده کرد. همچنین لامپهای آمریکایی شامل مدل جیوه‌ای روشن و جیوه‌ای دولوکس سفید (شکل ۵c-۱۱) هستند که اغلب در کنار خیابانها دیده می‌شوند و در اندازه‌های تا ۱۰۰۰ وات وجود دارند.

این لامپها را تا ۱۰/۰۰۰ ساعت می‌توان استفاده کرد. در آن هنگام هنوز ۷۰ درصد بازده اصلی خود را حفظ کرده‌اند.

ـ لامپهای متال‌هالید فشار بالای تیپ HID (شکل ۵f-۱۱) نیز در اروپا کاربرد بیشتری نسبت به امریکا دارند، این لامپها در اندازه‌های تا ۲۰۰۰ وات وجود دارند و می‌توانند ۲۰ درصد انرژی الکتریکی را به نور در طول موجهای بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر تبدیل کنند. این لامپها گرانتر از انواع جیوه‌ای فشار بالا بوده و طول عمر آنها کوتاهتر است و زودتر سطح راندمانی خود را از دست می‌دهند، اما مصرف برق بسیار کمتری دارند.

ـ لامپهای سدیمی فشار پایین (LPS) تیپ HID (شکل ۵g-۱۱) در اندازه‌های

۱۸۰،۱۳۵،۵۵،۳۵ واتی وجود دارند که زمانی متداول بودند و کاربرد داشتند. با تولید لامپهای سدیمی فشار بالا و متال‌هالید، لامپهای گفته شده اهمیت خود را در گلخانه از دست داده‌اند. لامپهای LPS بازده بالایی (۲۷ درصد) دارند و نورهای حاصل از آنها با طول موجی در حوالی نور مرئی است. طول عمر این لامپها حدود ۱۸۰۰۰ ساعت است.

ـ طول موج نور لامپهای LPS کوتاه بوده و در حدود ۵۹۸ نانومتر است. چون مقداری از امواج در حوالی ۸۵۰-۷۰۰ نانومتر تولید و پخش می‌شوند، در شرایطی که این لامپها تنها منبع نوری گلخانه باشند، برای بعضی از گیاهان اثرات بدی به همراه خواهند داشت طبق آزمایش، بنفشه آفریقایی، اطلسی و کاهو که تنها تحت نور LPS کشت شده بودند، برگهایشان به رنگ زرد کم‌رنگ درآمد. کاهویی که در زیر نور LPS در شمال اروپا کشت شده بود در مقایسه با گیاهی که در زیر نور LPS به علاوه نور سفید قرار گرفت، بسیار کوچک ماند. چنانکه به این گیاه حدود ۱۰ درصد نور سفید و یا نور طبیعی داده شود این عارضه برطرف خواهد شد. کاهوی کشت شده در شمال اروپا دارای برگهای باریک و کشیده بوده ولی این حالت در همین گیاه کشت شده در ایالت متحده آمریکا در زمستان که شدت نور بیشتر و طول روزها نیز بلند است اتفاق نمی‌افتد. به‌نظر می‌رسد که علت آن، کمبود نور آبی باشد. در صورت استفاده از لامپهای HPS نیز مشکل بالا بروز نخواهد کرد، زیرا طیف جذب انرژی نورانی اینها بیشتر است. اما به علت بزرگ بودن حجم لامپها و میزان سایه حاصله از آن و نیز بالا بودن قیمت آنها و نیاز به تعداد بیشتر در مقایسه با لامپهای HPS، در صنعت گلخانه از آنها استفاده نمی‌شود.

ـ لامپهای سدیمی فشاربالا (HPS) تیپ HID (شکل ۱۱-۵h) درآمریکاخواهان بیشتری در مقایسه با لامپهای جیوه‌ای فشار بالا دارد، زیرا قیمت آنها ارزان بوده و کاربرد آنها نیز ساده است. بیشتر لامپهایی که در سرتاسر دنیا در گلخانه‌ها استفاده می‌شوند انواع HPS می‌باشند. طیف جذبی انرژی نورانی آنها حدود ۵۸۹ نانومتر (زرد) است.

طیف جذب نور مرئی اینها (۷۰۰-۴۰۰ نانومتر) تبدیل به نور ۸۵۰-۷۰۰ نانومتر می‌شود. طیف بالا برای طویل شدن ساقه، افزایش ماده خشک گیاه و زود به گل رفتن بسیاری از گیاهان مؤثر است. لامپهای HPS بسیار مقرون به‌صرفه هستند و راندمان بالایی دارند و ۲۵ درصد انرژی الکتریکی لامپ به نور مرئی تبدیل می‌شود. مدلهای مناسب لامپهای HPS جهت استفاده در گلخانه‌ها در اندازه‌های ۲۵۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ واتی موجود است. طول عمر مفید لامپهای HPS حدود ۲۴۰۰۰ ساعت است.

کاربرد تجارتی: استفاده از نور مکمل در ۴۰ درجه عرض شمالی، شمال آمریکا و ۵۰ درجه عرض جنوبی در اروپا متداول بوده و در عرضهای جغرافیایی جنوبی نیز معمول شده است، گرچه از نظر ارزش تجاری و اقتصادی تحقیقات و اطلاعات کمتری در دست است، ولی ظاهر امر نشان می‌دهد که استفاده از لامپهای مکمل، به ویژه در روزهای کم‌نور زمستان سودمند و مؤثر خواهد بود. هزینه نصب لامپهای تیپ HPS، ۲۴ دلار در مترمربع است. ارزش یک لامپ ۴۰۰ واتی با هزینه نصب و تثبیت‌کننده آن، ۱۵۰ دلار و هزینه‌های سیم‌کشی و وسایل مربوط به آن نیز ۷۵-۵۰ دلار برای هر لامپ خواهد بود. هر لامپ شدت نوری به میزان ۴۰۰ فوت شمع (۴۳۰۰ لوکس) در سطح ۹/۳ مترمربع تولید خواهد کرد. هزینه بعدی، برق مصرفی است. که هر لامپ ۴۰۰ واتی در هر ساعت ۴۶۵ ولت انرژی مصرف خواهد کرد.

ـ استفاده از نور مکمل در بسیاری از گیاهان مخصوصاً در گلهای داوودی، شمعدانی، بگونیای الاتیور و رزها مرسوم و متداول است. میانگین شدت نوری که امروزه استفاده می‌کنند حدود ۴۰۰ فوت شمع (۴۳۰۰ لوکس) است. انواع مختلف لامپ، ارتفاع، فاصله لامپها و شدت نور لازم را با توجه به ساختمان و شکل گلخانه، برای پرورش‌دهنده معین می‌کند. کاربرد لامپهای ۴۰۰ واتی به علت یکنواختی شدت نور برای گیاه، بیشتر است. لامپهای ۱۰۰۰ واتی را برای گلخانه‌های بلند (با ارتفاع زیاد) استفاده می‌کنند.

ـ به موازات اهمیت لامپ، وسیله نگهدارنده و تـثبیت‌کننده لامپ نـیز کـه نـور را روی گـیاهان تـوزیع یـا بـازتاب مـی‌کنند بسـیار دارای اهـمیت هسـتند، در ایـن رابـطه از نگهدارنده‌های مخصوص باغبانی استفاده می‌کنند. این ابزار طوری طراحی شده‌اند که در عین کوچک بودن برای ایجاد سایه کمتر، نور را به‌طور یکنواخت در سطح گسترده‌ای پخش می‌کنند. با استفاده از طرحهای مخصوص در کنار لامپهای آویزان شده، نور را در جهات مختلف مورد نیاز پخش می‌کند. علاوه بر اینها، سیستم بازتاب‌کننده‌ها نیز طوری طراحی شده است که نور را به جای برخورد با دیوارهای گلخانه، در جـهات مـورد لزوم هدایت می‌کنند.

ـ معمولاً مدت زمان لازم برای تأمین و تابش نور بـه گـیاهانی کـه نـور مکـمل دریـافت می‌کنند ۱۸-۱۶ ساعت بوده و این مدت شامل زمان تابش نور طبیعی و نور لامپهای مخصوصی است که در طول شبانه‌روز به گیاه مـورد نـظر مـی‌رسد. در طـول ایـن دوره روشنایی، معمولاً لامپها را زمانی خاموش می‌کنند که نور طبیعی محیط را کاملاً روشن کرده باشد، در این حال مقدار نور باید دو برابر میزان نور تکمیلی حاصل از لامپها باشد. افزایش طول دوره تابش از ۱۸ ساعت به ۲۴ ساعت برای تعداد زیادی از گیاهان تأثـیر کمتری داشته و نتیجه مطلوبی به همراه ندارد، عمر نگهداری گلهای شاخه بریده حاصل از تـابش ۲۴ سـاعت نـور پس از بـرداشت کـمتر مـی‌شود. بسـیاری از تـولیدکنندگان و پرورش‌دهندگان گل رز مشاهده کرده‌اند که تابش ۲۴ ساعته نور اثرات منفی دارد و زمان شکوفایی گلها در شب انجام می‌گیرد که با موقع برداشت آن در روز مطابقت نکرده و از ارزش اقتصادی و عمر نگهداری آن کاسته می‌شود، نتیجه بررسیها نشان مـی‌دهد کـه اعمال پریود ۱۸ ساعته نور در رز امکان استفاده از آن و انجام ۴ برداشت برای اعیاد و ایام کریسمس، عید پاک و روز مادر را مقدور می‌سازد و علاوه بر آن میزان تـولید نـیز ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.

ـ حساسیت به نور تکمیلی در گیاهان جوان در مراحل اولیه رشد که اولین برگهای آنها

ظاهر می‌شود، بسیار زیاد بوده و به مرور زمان از شدت آن کاسته می‌شود. اصولاً این وضع زمانی حادث می‌شود که گیاهان در مراحل اولیه رشدند، برای تأمین نور مورد نیاز می‌توان آنها را در سطح محدودی از گلخانه قرار داد و نور کافی و لازم را به آنها رساند. هنگامی که گیاهان در خزانه به‌طور متراکم کاشته می‌شوند رقابت نوری در آنها افزایش می‌یابد و برای رفع آن باید از نور مکمل استفاده کرد. در این حالت مثلاً در یک جعبه کاشت ممکن است ۶۴۸ نشاء وجود داشته باشد که به نور کافی نیاز دارد هنگامی که این نشاءها از بستر خزانه به فضای بازتر یا خزانه دوم منتقل شوند مقدار نور مورد نیاز با توجه به سطح خزانه کم می‌شود یعنی هرچه خزانه متراکمتر باشد به فضای کمتر و نور بیشتر نیاز دارد.

ـ بررسی انجام شده در روی نشاءهای گوجه‌فرنگی که در داخل خزانه و در کرت کشت شده‌اند، نشان می‌دهد که در زمان جوانه‌زنی به مدت دو تا سه هفته نوری به شدت ۴۶۵ فوت شمع (۵۰۰۰ لوکس) نیاز است، در بعضی موارد مدت نوردهی ۱۲ ساعت در روز بوده و ترتیب نوردهی به نحوی است که علاوه بر خزانه اول به خزانه‌های دوم نیز تداوم پیدا کرده و نوردهی در نیمه شب و ظهر انجام می‌گیرد. به علاوه مدت چهار ساعت از نور اضافی در روز، زمانی که نور کم است استفاده می‌شود و به این طریق هر کرت و جعبه نشاء مدت ۱۶ ساعت در معرض تابش نور قرار خواهد گرفت، این عمل سبب می‌شود که نشاءهای پرورش‌یافته در این شرایط، مدت دوره لازم برای رشد ۵ هفته‌ای را در نصف آن مدت طی کنند چنانچه طول روز از ۱۶ ساعت بیشتر شود، موجب می‌شود که رشد و گل‌دهی گیاه به تأخیر افتد.

ـ برای تولید خیار، نشاءها را از ماه نوامبر تا فوریه تحت تأثیر نورهای مکمل با شدت‌های ۲۸۰، ۴۶۵ فوت شمع (۳۰۰۰، ۵۰۰۰ لوکس) قرار می‌دهند. همچنین نشاءهای کاهو جهت کشت در گلخانه، نیاز به دو هفته نور طبیعی در تابستان و ۸ هفته در زمستان در انگلستان دارند، چنانچه گیاهان مزبور در معرض نور ۷۰۰ فوت شمع (۷۵۰۰ لوکس)

در زمستان قرار داده شوند در مدت ۱۱ روز قابل برداشت خواهند شد.

ـ بعضی از پرورش‌دهندگان گل داوودی گلدانی، دو نکته را مدنظر قرار می‌دهند. اول اینکه گیاهان را تُنک کاشته، درجه حرارت و Co^{2} را بالا برده و نور مکمل می‌دهند و گیاهان در مراحل اولیه رشد نسبت به فاکتورهای محیط عکس‌العمل نشان می‌دهند. دوم اینکه هزینه‌های افزایش یافته برای دستیابی محصول، به‌علت کوتاهی طول دوره پرورش و بازگشت سریع سرمایه ترمیم می‌یابد.

شکل ۷-۱۱ ـ یک اتاق کشت که برای تولید نشاء به‌کار می‌رود را نشان می‌دهد. به‌منظور صرفه‌جویی در فضا، اتاقک طوری تعبیه شده که به‌صورت طبقات مختلف که هر طبقه از جعبه‌های کاشت تشکیل شده و در روی جعبه‌ها از لامپهای فلورسنتی که بتواند نور مورد نیاز را تأمین کند به‌طور کامل استفاده شده است.

اتاقهای کشت

اتاقهای کشت برای تولید نشاء به‌کار می‌روند (شکل ۷-۱۱). این اتاقها را می‌توان در انبارهای صحرایی، در منازل و یا در گلخانه‌ها ساخت. برای ساخت این اتاقکها مواد مختلفی از جمله تخته چندلا استفاده می‌شود. اتاقکهای کشت را باید به‌وسیله مواد غیرقابل نفوذ نسبت به آب، عایق‌کاری کرد تا عمر مفید آنها افزایش یابد.

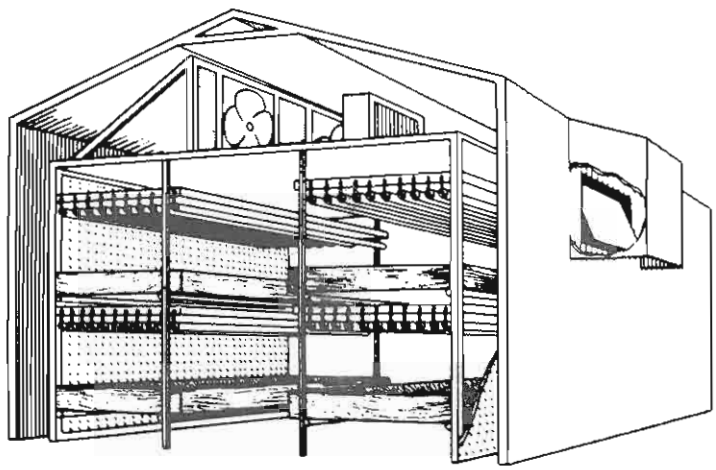
ـ جعبه‌های کاشت ممکن است طوری ساخته شوند که فاصله ردیفهای استقرار آنها از هم ۶۰ سانتیمتر باشد، این فاصله می‌تواند به حداقل ۲۳ سانتیمتر تنزل کند. فاصله بین جعبه‌ها حداقل در حدی باید باشد که هنگامی که از لامپهای ۷۵-۴۰ واتی برای تأمین نور در بالای آنها استفاده می‌شود، فاصله بین لامپها و انتهای گیاه‌ها حداقل حدود ۱۵ سانتیمتر باشد. اگر از لامپهای ۲۱۵ واتی با ولتاژ بالا استفاده شود، فاصله ردیفهای جعبه‌ها از هم باید ۶۰ سانتیمتر باشد. لامپهای فلورسنتی با توجه به یکنواختی نورافشانی آنها و میزان حرارت تولیدی کمتر برای اتاقکهای کشت بسیار مناسبند. نظر به اینکه فاصله لامپها و گیاهان در اتاقکهای کشت کم است امکان استفاده از لامپهایی که دارای شدت نور بیشتری هستند وجود ندارد. مگر در موارد استثنایی و در اتاقکهای مخصوص، معمولاً در اتاقهای کشت از لامپهای فلورسنتی سفید و سرد استفاده زیادی می‌کنند.

ـ با توجه به نوع گیاه، از لامپهای با شدت ۱۴۰۰-۵۰۰ فوت شمع (۱۵۰۰۰-۵۴۰۰ لوکس) استفاده می‌شود. به‌کارگیری لامپهایی به طول ۲۴۴ سانتیمتر، ۱۲۵ وات با شدتهای نوری ۷۵۰،۵۰۰ و ۱۴۰۰ فوت شمع را می‌توان در قفسه‌های کشت با فاصله ۶۰ سانتیمتر از سطح قفسه و ۲۲/۲، ۱۵/۲ و ۸/۱ سانتیمتر فاصله از هم استفاده کرد. برای بازتاب بهتر نور، می‌توان از بازتاب‌کننده‌ها، که بهتر است کاغذهای آلومینیومی و یا رنگی با پوشش آلومینیومی باشند در بالای لامپها نصب کرد تاگیاه بتواند از حداکثر نور بازتاب شده بهره‌مند شود.

ـ طول ساعات تابش نور معمولاً ۱۶ ساعت در روز است، ولی گیاه کاهو و بعضی از گیاهانی که در بستر کشت قرار دارند، حداکثر عکس‌العمل را در طول روز (مدت تابش نور) ۲۴ ساعته از خود نشان می‌دهند. درجه حرارت محیط باید در موقع جوانه‌زنی و تابش نور در حد ۲۷ـ۲۱ درجه سانتیگراد ثابت نگهداری شود.

ـ لامپها بخش بیشتر دمای مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کنند. استفاده از حرارت مکمل فقط در شرایط استثنایی و در ایام سرد ضرورت پیدا می‌کند و برای رسیدن به این هدف و کنترل درجه حرارت محیط، ترموستات اتوماتیک در اتاق کشت نصب می‌کنند. مهمترین عامل در رابطه با درجه حرارت، ثابت نگهداشتن آن در طول دوره عملیات است.

به‌منظور یکنواختی درجه حرارت در تمام فضای داخل اتاق کشت، باید جریان هوا به‌طور کامل صورت گیرد تا برخی نقاط سرد و بعضی گرم باقی بماند. در دیوار طولی اتاق باید طوری ساخته شود که در بین آنها منافذی (سوراخهایی) وجود داشته باشد. به‌منظور تهویه بهتر اتاق کشت، تخته‌های سوراخدار را با فاصله ۱۸-۱۵ سانتیمتر از دیوار بیرونی نصب می‌کنند شکل (۸-۱۱). یک سقف کاذب، تمام دیواره‌ها و سطح



شکل ۸-۱۱ ـ ترتیب ردیفهای کاشت، استقرار مهتابی‌های فلورسنت، سیستم گردش هوا، دستگاههای تولید گرما و تهویه در اتاق کشت ۶ تایی.

بالای اتاقک (سقف اتاقک) را می‌پوشاند. در بالای سقف کاذب، یک دستگاه پنکه برای ایجاد جریان هوا در کل فضای اتاقک و در کنار آن یک دستگاه هیتر (گرم‌کننده) برای تولید گرمای مورد نیاز و یک دستگاه ترموستات اتوماتیک جهت کنترل حرارت در سقف یا دیواره نصب می‌شود.

مدت روشنایی در فتوپریودیسم (طول روز)

فتوپریودیسم چیست؟

ـ تاکنون ما فقط از بُعد شدت، نور را مورد بررسی قرار می‌دادیم. حالا از بعد دیگر، یعنی مدت نوردهی، آن را مورد مطالعه و توجه قرار می‌دهیم. به‌طور کلی، موجودات زنده، اعم از گیاهان و جانوران به آنچه که در محیط‌شان می‌گذرد آگاه بوده و به آن عکس‌العمل نشان می‌دهند.

ـ در گیاهان یک مکانیسم خاصی وجود دارد که در آن، زمان را دنبال می‌کنند. این وضع کاملاً واضح بوده و در مدت یک شبانه‌روز (در سیکل ۲۴ ساعته) با ۵ دقیقه اختلاف قابل درک و تشخیص است.

این عمل فتوپریودیسم نامیده می‌شود، زیرا در یک دوره ۲۴ ساعته بر مبنای سیکل تاریکی و روشنایی تنظیم شده است. در واقع، فتوپریودیسم، عکس‌العمل گیاه به سیکل شبانه روز است. این عکس‌العمل می‌تواند معنای متفاوتی داشته باشد، که شامل رشد رزت کاهو در مقابل پیچیدگی آن، تشکیل و فرم‌گیری پیاز در خاک در مقابل تشکیل برگها و ساقه‌ها، تولید غده در کوکب، گلدهی داوودی، برگهای روبه پایین باقلا، تغییر در شکل برگهای تازه تشکیل شده، تشکیل رنگیزه‌های قرمزرنگ در براکته‌های بنت‌القنسول، تشکیل گیاهچه‌ها در کنار برگهای کالانکوا و برگیا و مانند آن.

ـ گیاهان را براساس عادت و نیاز به: گیاهان روزبلند، روزکوتاه و گیاهان بی‌تفاوت

تـقسیم‌بندی مـی‌کنند. در ایـن کـتاب گـیاهان بـلندروز، گـیاهان شب‌کـوتاه و گـیاهان روزکوتاه، گیاهان بلندشب نامیده خواهند شد، زیرا مکانیسمی که به گیاه اجازه می‌دهد مسیر زمان را دنبال کند، در واقع دوره تاریکی را اندازه می‌گیرد. تعویض این اصطلاح، جهت نیاز و دوری از افکار دوجانبه‌ای است که به مدت طولانی به‌طور اشتباهی مصطلح بوده است.

ـ گیاهان بلندشب، گیاهانی هستند، که فقط زمانی به گل می‌روند که طول مدت تاریکی از حد بحرانی بیشتر باشد. بنت‌القنسول جهت گل کردن نیاز به ۱۲ ساعت تاریکی دارد. این شرایط در اواخر ماه سپتامبر صورت می‌گیرد، پـیش از ۱۵ سـپتامبر، چـون شـبها کوتاهتر از ۱۲ ساعت هستند، رشد رویشی گیاه صورت می‌گیرد. در اواخر سپتامبر، شبها به اندازه کافی طولانی هستند که ۱۲ ساعت تاریکی را داشته باشند، بنابراین، جوانه‌های بنت‌القنسول از حالت رویشی که تولید شاخ و برگ می‌کند، به جوانه‌های گل (زایشی) تبدیل می‌شوند. برای مشاهده بخشهای مختلف گل، هـفته‌ها طـول مـی‌کشد. گـلهای داوودی، مرجان (کالانکوئه)، آزالیا و بگونیای لورن هـمه از گـیاهان بـلندشب بـه‌شمار می‌آیند. تشکیل غده‌های ریشه‌ای کوکب و بگونیا نیز تحت تأثیر شبهای بلند صـورت می‌گیرد.

گیاهان شب‌کوتاه، گیاهانی هستند که وقتی طول شب از حد بحرانی کمتر باشد، از خود عکس‌العمل نشان می‌دهند. گل مینا، در شرایط شبهای بلند، رشد رزت داشته و ساقه‌های آن طویل شده و جوانه‌های گل زمانی تشکیل می‌شوند که شبها کوتاه شـده باشد. از طرفی شرایط شبهای کوتاه مانع تشکیل غده‌های زیرزمینی در کوکب و بگونیا شده و در عوض گل‌دهی آنها را تحریک می‌کند. در گیاهان ممرز و سینرر، جوانه‌های گل در درجه‌حرارتهای پایین تحریک می‌شوند، علاوه بر این، شبهای کوتاه، گل کردن آنها را تسریع می‌کند. شبهای کوتاه باعث افزایش ارتفاع گلهای سوسن عـید پـاک مـی‌شود. همچنین تشکیل گیاهچه‌های کوچک در کنار برگهای گیاه برگیا زمانی امکان‌پذیر است

که طول شبها کوتاه شود.

ـ گیاهان بی‌تفاوت، مانند رزها، گیاهانی هستند که در برابر تغییرات طول روز و دوره تاریکی شب، عکس‌العملی از خود نشان نمی‌دهند و طول شب و روز در روند رشد آنها بی‌تأثیر است. در این نوع گیاهان نیروهای دیگری همچون عامل محرک اثر می‌کنند. بعضی از آنها پیش از گل کردن نیاز به تکامل دارند، در حالی‌که برخی نیاز به تجمع مقدار معینی از انرژی نورانی دارند. در بعضی از ارقام گل داوودی، شب‌بو و سینرر وقتی جوانه‌های گل تشکیل می‌شود که مدت زیادی در معرض درجه حرارت سرد قرار گرفته باشند. برای تشکیل گل در گیاه سینرر، باید آنها را چهار تا شش هفته در درجه حرارت ۱۰ درجه سانتیگراد قرار داد. از نظر طول شب، همه گیاهان بالا جزو گیاهان بی‌تفاوت هستند.

ـ بعضی از گیاهان هر مقدار که شب طول بکشد، گل خواهند کرد. اما وقتی طول دوره تاریکی بیشتر باشد، سریعتر گل خواهند کرد. گل میخک در هر طول شب گل می‌کند ولی در شرایط شبهای کوتاه گل‌دهی تسریع می‌شود. گل ریجر (Rieger) در طول شبهای مختلف گل می‌کند، اما در شرایط شبهای بلند، گل کردن سریعتر می‌شود. این گیاهان را گیاهان اختیاری شب‌کوتاه و اختیاری شب‌بلند می‌نامند.

طول شب بحرانی مقدار معین و ثابتی نیست. نسبت به انواع گیاهان و گونه‌ها، متفاوت بوده و حتی ممکن است در بین ارقام مختلف یک گونه نیز فرق داشته باشد.

جدول ۱-۱۱

طول شب بحرانی برای گل داوودی واریته اینکور (Encore) در سه درجه حرارت متفاوت شب

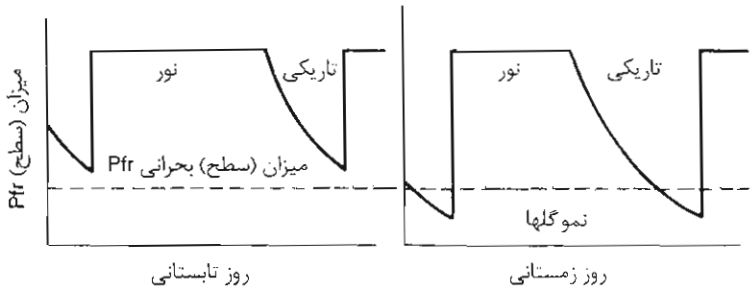
طول شب بحرانی (ساعت)	درجه حرارت شب (فارنهایت)
۱۰/۲۵	۵۰°
۹/۵	۶۰°
۸/۷۵	۸۰°

طول شب بحرانی در ارقام مختلف گیاهان چوبی باغی حدود ۸ ساعت، و در گیاهان مختلف گلخانه‌ای حدود ۹/۵ ساعت است. چون طول شب ۹ ساعت برای نباتات گلخانه‌ای کمتر از حد بحرانی است، در این شرایط گیاهان حالت علفی خواهند داشت در صورتی‌که همین مقدار (۹ ساعت طول شب) بالاتر از حد بحرانی برای گیاهان چوبی است در چنین شرایطی عمل گل کردن تحریک شده و گیاه به گل خواهد رفت. طول شب بحرانی برای مرجان ۱۱/۵ ساعت و برای بنت‌القنسول نزدیک ۱۲ ساعت است. در هر یک از موارد، در حد بالای طول شب عمل گل کردن بیشتر از طول شبهای بحرانی است.

ـ طول شب بحرانی گیاهان به درجه حرارت نیز بستگی دارد. تأثیر درجه حرارت شبانه خیلی مهمتر از درجه حرارت روزانه است. جدول ۱-۱۱ اثر درجه حرارت شبانه را در طول شب بحرانی گیاه داوودی رقم اینگور نشان می‌دهد. هرچه درجه حرارت شبانه افزایش پیدا کند، طول روز بحرانی کوتاهتر می‌شود. بنابراین روشن است که گل داوودی که در حیاط یا باغ قرار دارد، غنچه‌های گل آن در تابستان گرم، سریعتر از تابستان سرد تشکیل خواهد شد.

مکانیسم فتوپریودیسم

رنگیزه‌های دریافت‌کننده نور در گیاهان فتوپریودی را فیتوکُرم می‌نامند. وقتی گیاهی در معرض طول روز و یا نور مصنوعی قرار دارد، فیتوکُرم موجود به‌صورت PFr است که نسبت به نور قرمز دور با طول موج ۷۳۵ نانومتر حساس بوده و اگر گیاه در معرض نور قرمر دور قرار بگیرد، فیتوکرم PFr به سرعت به فیتوکرم Pr تبدیل می‌شود، که به نور قرمز با طول موج ۶۶۰ نانومتر حساس است. چنانکه گیاه در تاریکی قرار بگیرد، همین وضعیت به آهستگی و سرعت کم اتفاق خواهد افتاد. هنگامی که گیاه دوباره در معرض روشنایی قرار گیرد، فیتوکرم فرم Pr در شرایط تاریکی و یا نور قرمز دور به سرعت



شکل ۹-۱۱ـ اثرات چرخه روزانه و شبانه تابستان و زمستان در میزان فیتوکرم گیاه. PFr در روشنایی به سرعت ساخته می‌شود و در تاریکی به آهستگی از بین می‌رود. یک گیاه بلندشب (طول شب بلند) زمانی گل خواهد کرد که میزان PFr کمتر از حد بحرانی باشد که برای شبهای بلند زمستان نشان داده شده است.

به فرمی PFr تبدیل می‌شود. میزان PFr ممکن است شبیه به حالت نشان داده شده در شکل ۹-۱۱ بوده باشد که در طی سیکل روزانه تابستان و زمستان اتفاق می‌افتد.

ـ نقطه مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد این است که فرم PFr در روشنایی به سرعت تولید می‌شود و فرم Pr در تاریکی به آرامی تولید می‌شود. فرم PFr فرم فعالی است و فتوپریودی را کنترل می‌کند. در این حال مانع گل کردن گیاهان در شبهای بلند شده و در شبهای کوتاه باعث تحریک گل کردن گیاهان می‌شود. در طول تابستان وقتی طول شبها کوتاه است، میزان PFr در گیاهان بلندشب از جمله گل داوودی اینقدر پایین نمی‌آید که اجازه دهد عمل گل کردن صورت پذیرد. در طول شبهای بلند زمستان میزان PFr به اندازه‌ای پایین است که عمل گل کردن انجام خواهد پذیرفت.

روشهای کنترل فتوپریودی

در کنترل طول روز گلخانه، گل داوودی از گیاهان نمونه‌ی شب‌بلند است. این گیاه برای رشد اندامهای مناسب هوایی جهت تولید و نگهداری گلهای بزرگ، باید مدتی در شرایط شبهای کوتاه قرار گیرد. پس از اتمام طول دوره شبهای کوتاه، گیاهان را در شرایط شبهای بلند به منظور تحریک گل‌دهی و تشکیل گلهای مطلوب قرار می‌دهند.

جدول ۲-۱۱

دوره روشنایی لازم در طول شب برای ماههای مختلف جهت ایجاد طول شب کوتاه در عرضهای جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی را نشان می‌دهد.

ساعات روشنایی	ماه
۰	ژوئن تا جولای
۲	مه تا اوت
۳	مارس تا آوریل و سپتامبر تا اکتبر
۴	نوامبر تا فوریه

تیمار شب‌کوتاهی: با توجه به فصل و نوع رقم داوودی، مدت تیمار شب‌کوتاهی را دو تا هشت هفته درنظر می‌گیرند. اگر این کار در تابستان صورت گیرد، نیاز به تیمار نبوده و این عمل در شبهای کوتاه و طبیعی تابستان امکان‌پذیر خواهد بود. اما چنانکه پرورش این گیاه در فصل زمستان و با شبهای طولانی مصادف شود، در این صورت لازم است که شبها را با روشن کردن چراغ کوتاه کرد. تأمین روشنایی ممکن است در اواخر بعد از ظهر شروع و تا عصر ادامه داشته باشد. و یا در اواسط شب، جهت شکست تاریکی چراغها را روشن کرده و تأمین نور برای چند ساعت در طی دوره شب کافی خواهد بود، این عمل یک روش معمول و متداول بوده و اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد. قطع روشنایی در اواسط شب باعث تجمع میزان فیتوکرم PFr می‌شود. ولی از آنجایی‌که طول دو دورهٔ تاریکی قبل و پس از روشنایی خیلی زیاد است لذا میزان PFr آن‌قدر کاهش پیدا نمی‌کند که اجازه گل‌دهی به گیاه داده شود.

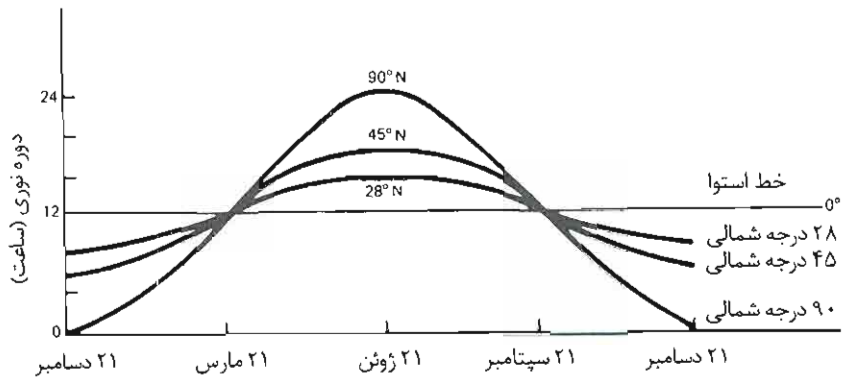
ـ با توجه به اینکه از ۲۱ دسامبر به بعد طول دوره تاریکی افزایش می‌یابد از این‌رو تعداد ساعات نوردهی نیز بیشتر می‌شود. در جدول شماره ۲ـ۱۱ برای عرض جغرافیایی ۴۰ درجه در هر یک از ماههای سال، تعداد ساعات مورد نیاز برای تأمین نور درج شده است. در اینجا باید دقت و توجه کرد: که دوره تاریکی و در نتیجه مقدار نور لازم، بستگی به عرض جغرافیایی محل دارد. کوتاهترین شبهای سال در نیمکره شمالی و در روز ۲۱

ژوئن است. در این روز، مدت تاریکی در نزدیکی‌های خط استوا ۱۲ ساعت است، در حالی‌که در قطب شمال هیچگونه تاریکی وجود ندارد. بنابراین، هرچه به شمال نزدیکتر شویم شبها کوتاهتر می‌شوند. طولانی‌ترین شب سال، شب ۲۱ دسامبر است. در این روز در قطب شمال طول شب ۲۴ ساعت (طول دوره تاریکی ۲۴ ساعت) و در نزدیکی خط استوا طول دوره تاریکی (طول شب) ۱۲ ساعت خواهد بود. در این شرایط، هرچه به‌طرف شمال برویم شبها بلندتر می‌شوند. در عرضهای شمالی، در مقایسه با نقاط نزدیک به جنوب، شبهای تابستان کوتاه و شبهای زمستان بلند بوده و دوره روشنایی در نزدیکی خط استوا همیشه ۱۲ ساعت است. در تمام نقاط دنیا طول دوره روشنایی در روزهای ۲۱ مارس و ۲۱ سپتامبر برابر با ۱۲ ساعت است. این رابطه را می‌توان در منحنی نمودار ۱۰-۱۱ مشاهده کرد.

ـ از این بحث نتیجه می‌گیریم که در مواقعی از سال که باید نور داده شود و نیز مدت نوردهی در هر شب بستگی به عرض جغرافیایی محل و موقعیت منطقه دارد. بعضی از کمپانیها، در مورد گل داوودی کاتالوگهای جالبی تهیه کرده‌اند که در آن تکنیکهای کشت و برنامه‌های نوردهی و سایه‌دهی برای این گیاه را با توجه به محل و موقعیت، طراحی و آماده کرده‌اند.

ـ به منظور افزایش دوره نوردهی و یا کاهش دوره تاریکی از لامپهای سفید که بخش بیشتر پرتوهای نوری حاصل از آنها، در حوالی نور قرمز بوده و برای فیتوکرم Pr ضروری است لامپهای مناسبی به‌شمار می‌روند. بسیاری از گیاهان به شدت نور کم نیاز دارند و به نور ۲-۱ فوت شمع (۲۲ـ۱۱ لوکس) عکس‌العمل نشان می‌دهند. اما حداقل شدت نور مورد نیاز جهت جلوگیری از هرگونه اثرات سوء در گیاه ۱۰ فوت شمع (۱۰۸ لوکس) است. برگهای تازه روییده از مهمترین بخشهای گیاهی است که باید نور داده شوند.

ـ برای تهیه شدت نور لازم در یک بستر کاشت به عرض ۱/۲ متر، یک رشته لامپ ۶۰ ولتی به فاصله ۱/۲ متر از همدیگر و به ارتفاع ۱/۵ متر بالاتر از سطح خاک بستر باید



شکل ۱۰-۱۱ ـ طول دوره روشنایی در عرض سال، در نقاط مختلف نیمکره شمالی

نصب نمود. هم‌چنین با استفاده از یک رشته لامپ ۱۰۰ ولتی به فاصله ۱/۸ متر از همدیگر و به ارتفاع کمتر از ۱/۸ متر از سطح بستر، می‌توان نور مورد نیاز دو بستر کاشت را تأمین کرد.

در این مورد، می‌توان از لامپهای بزرگ نور سفید که در سقف گلخانه نصب می‌شوند نیز استفاده کرد، در این حال تمام گلخانه از نور بهره‌مند می‌شود. برای روشن کردن (نور دادن) هر فوت مربع از زمین حداقل ۱/۵ ولت (یعنی ۱۶ ولت در مترمربع) مورد نیاز است، معمولاً برای کاهش هزینه سیم‌کشی، لامپها را به صورت خوشه‌ای (چندتایی) نصب می‌کنند.

ـ به منظور کاهش نوردهی در گیاه می‌توان از سیستم فلاش یا نوردهی دوره‌ای استفاده کرد. در این حالت دادن یک ثانیه نور با شدت ۱۰ فوت شمع (۱۰۸ لوکس) در هر ۵ ثانیه، فیتوکرم به فرم PFr باقی‌مانده و این امر سبب می‌شود که ارقام مختلف داوودی در حالت رشد رویشی باقی بمانند. ولی از آنجایی‌که ایجاد این حالت که خیلی پیش می‌آید به سویچهای قوی نیازمند است از این رو معمولاً به جای حالت دوره‌ای از نوردهی ممتد استفاده می‌کنند.

ـ اگر در یک برنامه نوردهی به چهار ساعت نور در اواسط شب، مثلاً از ساعت ۱۰ شب تا ۲

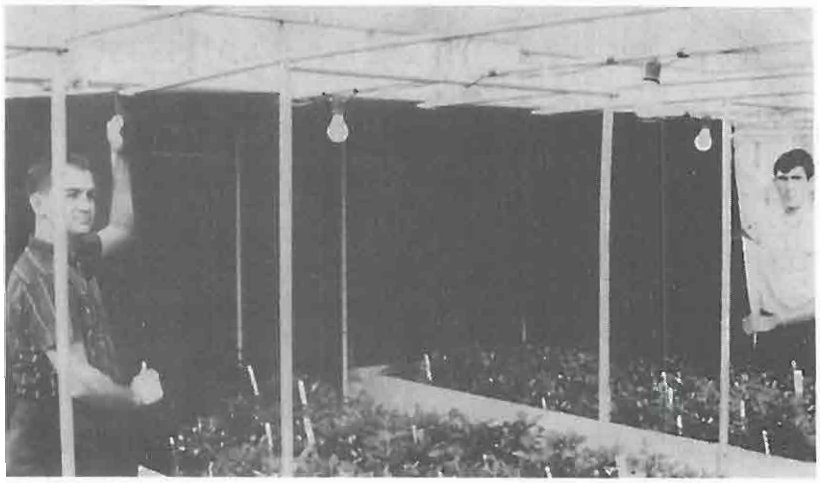
صبح نیاز باشد، می‌توان این مدت را به دوره‌های ۳۰ دقیقه‌ای تقسیم کرده و ۲۰ درصد نور لازم را در هر دوره تأمین کرده و در این روش در هر ۳۰ دقیقه ۶ دقیقه در بین ساعات ۱۰ شب تا ۲ صبح نور داده می‌شود. مدت لازم برای تأمین نور، در دوره‌های کوتاه نیز مانند دوره‌های طولانی در ظرف ۲۰ درصد مدت تأمین می‌شود (مثلاً ۳۰ دقیقه طول دوره باشد ۶ دقیقه ۲۰ درصد طول دوره است) لازم به یادآوری است که حداقل شدت نور مورد نیاز در این سیستم ۱۰ فوت شمع (۱۰۸ لوکس) خواهد بود.

ـ گلخانه‌هایی که از سیستم دوره‌ای (سیکلی) نوردهی استفاده می‌کنند، آنرا به پنج بخش تقسیم کرده و هر بخش در هر چهار ساعت، به مدت یک ساعت می‌تواند نور مورد نیاز خود را دریافت دارد. در این حالت حدود ۷۵-۷۰ درصد در مصرف برق صرفه‌جویی شده و نیز به دلیل استفاده از سیستم سیم‌کشی حلقه‌ای اصلی، در هزینه‌های سیم‌کشی نیز صرفه‌جویی می‌شود. در این سیستم از وجود زمان‌سنج، جهت کنترل استفاده کامل می‌شود.

تیمار شب‌بلندی (طول شبهای بلند): پس از فراهم شدن شرایط کوتاهی شب جهت رشد اولیه گیاهان، به منظور تشکیل غنچه و ظهور گلها، لازم است گیاهان را در معرض شب‌بلند (تاریکی بیشتر) قرار داد. از آنجایی‌که شبهای زمستان به اندازه کافی بلند (طولانی) هستند، از این رو نیازی به این عمل نخواهیم داشت. ولی هنگامی‌که گیاهان در فصل تابستان در چنین مرحله‌ای قرار گیرند، لازم است با استفاده از یک پرده مات در بعدازظهرها و صبحها به گیاهان تاریکی داد. زمان استفاده از پرده از ساعت ۷ بعدازظهر تا ۷ صبح خواهد بود. برخی از تولیدکنندگان پرده را پیش از تعطیلی کارگران در ساعت ۵ بعدازظهر می‌کشند که این عمل ممکن است در تابستان سبب بالا رفتن درجه حرارت در زیر پرده شده و تأثیر منفی و زیان‌آور داشته باشد. همچنین عمل گل کردن به تأخیر افتاده و در گرمای زیاد غنچه‌های گل سقط می‌شوند (می‌ریزند). در صورتی‌که مجبور به

استفاده از پرده از ساعت ۵ بعدازظهر باشیم، پرده‌ها باید طوری نصب شده باشند که اطراف آنها بالا بوده و از کنار آنها هوا بتواند جریان یابد و لازم است که یکنفر ساعت ۷ بعدازظهر حاشیه پرده‌ها را پایین بیاورد. انداختن پرده‌ها تا ظهور رنگ جوانه‌ها ادامه یافته و پس از آن دیگر نیازی به انداختن پرده‌ها نخواهد بود. پرده‌ها در تمام ایام هفته باید انداخته شوند. به ازای هر روزی که از پرده استفاده شود، به همان میزان زمان گل‌دهی به تأخیر خواهد افتاد.

ـ بهترین نوع پرده، پرده‌های ساتونی (پنبه‌ای) هستند که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سالهای اخیر استفاده از پارچه‌های پلی‌استر به علت کمی وزن (سبکی) کاربرد بیشتری پیدا کرده است. پارچه‌های پرده‌ای باید دارای شرایطی به این شرح باشند: در برابر پوسیدگی مقاوم بوده، بتوانند جلو تابش نوری که شدت آن ۵۰۰۰ فوت شمع (۵۴۰۰۰ لوکس) در بیرون است را گرفته و آن را به ۲ فوت شمع (۲۲ لوکس) در داخل گلخانه کاهش دهند، پارچه باید نسبت به آب به اندازه کافی قابل نفوذ باشد تا بتوان از آن در گلخانه و مزارعی که به طریق نفوذی (نشتی) آبیاری می‌شوند استفاده کرد. اگر از نظر آب مساله‌ای نباشد، می‌توان از پلی‌اتیلن‌های سیاه نیز استفاده کرد، در حال هرگونه پارگی حاصل در آن را به منظور جلوگیری از نفوذ نور باید تعمیر کرد. در هر بخشی که نور عبور کند گیاهان آن منطقه از نظر دوره رشد به مرحله تکامل نرسیده و غنچه‌های گلها، عقیم می‌مانند که به جوانه‌های تاجی مشهورند. پرده‌های تجارتی متنوع، از مواد مختلف ساخته شده است که بعضی از این پرده‌ها در بخش سطحی خود، دارای پوشش آلومینیومی هستند که بازتاب نور باعث سرد شدن مواد زیر پرده می‌شوند. در ایام تابستان، در زیر پرده حرارت تولید می‌شود بنابراین، لازم است که پرده‌ها پیش از غروب آفتاب کشیده شده و پس از طلوع آفتاب برداشته شوند. حرارت تولید شده در زیر پرده ممکن است باعث تأخیر در زمان گلدهی و حتی ریزش غنچه‌ها شود.



شکل ۱۱-۱۱ـ کشیدن پرده‌ها در اوایل بعدازظهر جهت ایجاد دوره طولانی تاریکی در فصول تابستان به‌منظور کنترل فتوپریودی برای گلدهی. لامپهای روشنایی برای ایجاد شبهای کوتاه در اواسط شبهای زمستان است.

ـ هزینه کشیدن پرده‌های سیاه به‌صورت دستی بر روی گیاهان گلخانه قابل توجه است. در سطوح گسترده می‌توان از نیروهای محرکه (شکل ۱۲-۱۱) استفاده کرد. برخی از گلخانه‌داران این ابزار را خودشان می‌سازند، که شامل یک الکتروموتور با نیروی محرکه یک جهته با استفاده از شفت است که در یک مسیر و جهت گلخانه حرکت می‌کند. کابلها متصل شده به شفت، امکان حرکت را در جهات دیگر در داخل گلخانه فراهم می‌کنند و با استفاده از آنها در تمام جهات گلخانه می‌توان پرده‌ها را باز و بسته کرد و به حرکت درآورد و یا جمع کرد.

ـ سیستمهای تجاری مختلفی که جهت انجام عملیات پوشش به‌منظور ایجاد حرارت و سایه به‌طور اتوماتیک کار می‌کنند، وجود دارند (به بخش مربوط به نگهداری دما در فصل سوم مراجعه کنید)، که علاوه بر کار فوق در راه‌اندازی سیستمهای پرده‌های آفتابی (به بخشهای پیشین این فصل، کاهش شدت نور مراجعه شود) و پوششهای نگهداری درجه حرارت در شبهای سرد زمستان و نیز در ایجاد سایه فتوپریودی در تابستان

شکل ۱۲-۱۱ـ یک دستگاه تجاری با نیروی محرکه را نشان می‌دهد که برای ایجاد سایه و نیز ایجاد طول شب‌بلند برای کنترل فتوپریودی گل‌دهی در گیاهان به‌کار می‌رود.

می‌توان از آنها استفاده کرد که برای این منظور، پوششهای استاندارد با روکش آلومینیومی برای بازتاب نور بسیار مناسبند.

ظاهراً قیمتها بالا به‌نظر می‌رسد. ولی به دلیل مزایای فراوان این سیستم، ارزش خرید را خواهد داشت. در این سیستم، یک نفر با زدن سویچ ظرف چند دقیقه می‌تواند سطح گلخانه ۰/۴ هکتاری را بپوشاند که یک کارگر این کار را در دو سه ساعت با دست انجام می‌دهد.

سیستم قابل کنترل با یک زمان‌سنج است که حداقل نیاز به وجود انسان برای دو بار در روز را برطرف کرده است. با توجه به اینکه پرده یکپارچه برای این منظور به‌کار برده می‌شود که حرارت تولید کنند، از این رو لازم است که دستگاههای پنکه و سیستم خنک‌کننده را بالاتر از قد یک انسان و زیر پوشش پرده‌ای قرار داد. این عمل از ایجاد حرارت، حتی در ساعت ۷ بعدازظهر روزهای تابستان جلوگیری می‌کند، که خود از تأخیر گلدهی و عدم تشکیل گلها جلوگیری خواهد کرد.

درجه حرارت

ما پیش از این تمام توجه خود را در مورد تنظیم دما برای گلخانه و کاهش دمای اضافی گلخانه و کنترل آن در مقیاس مناسب متمرکز کرده بودیم. حالا به‌طور خلاصه تأثیر آن را در گیاه مورد توجه و بررسی قرار می‌دهیم. درجه حرارت، مبین میزان دمای موجود است (به عبارتی درجه حرارت، میزان دمای موجود را اندازه می‌گیرد). همه گیاهان دارای یک دامنه حرارتی هستند که می‌توانند در آن دامنه رشد کنند. در شرایط کمتر از آن، فرآیندهای لازم برای زندگی از کار می‌افتد، در بین بافتهای گیاهی یخ تشکیل می‌شود و آب لازم برای زندگی از دسترس گیاه خارج می‌شود، و سلولها به علت تشکیل بلورهای یخ آسیب مکانیکی می‌بینند. در شرایط حاد، آنزیمها غیرفعال شده و دوباره فرآیندهای لازم برای زندگی از کار می‌افتند.

ـ همه فرآیندهای بیوشیمیایی در گیاه توسط آنزیمها کنترل می‌شوند. آنزیمها نسبت به حرارت حساسند، تا رسیدن به درجه حرارت مطلوب، با افزایش درجه حرارت تا ۱۰ درجه سانتیگراد فعالیت آنزیمها دو سه برابر می‌شود. اگر درجه حرارت بیش از اندازه افزایش یابد، عمل آنزیمها مختل شده، تا اینکه کلاً از کار می‌افتند.

ـ اعمال بیوشیمیایی زیادی در فرآیندهای فتوسنتز صورت می‌گیرد. نتیجه این اعمال، تشکیل هیدراتهای کربن و ذخیره انرژی است. اعمال فتوسنتزی در ساعات طول روز صورت می‌گیرد، زیرا نیاز به نور دارد، یک عمل شیمیایی دیگری نیز به نام تنفس در داخل گیاه صورت می‌گیرد و نتیجه عمل، تجزیه هیدراتهای کربن و آزاد شدن انرژی است. تنفس در تمام سلولهای زنده و در تمام اوقات، انجام می‌شود.

ـ وقتی میزان فتوسنتز بیشتر از مقدار تنفس باشد، رشد صورت می‌گیرد. وقتی مقدار فتوسنتز مساوی مقدار تنفس باشد، رشد متوقف می‌شود. اگر میزان تنفس بیشتر از فتوسنتز باشد، به‌تدریج بنیه گیاه ضعیف شده و بالاخره مرگ گیاه فرا می‌رسد. در این

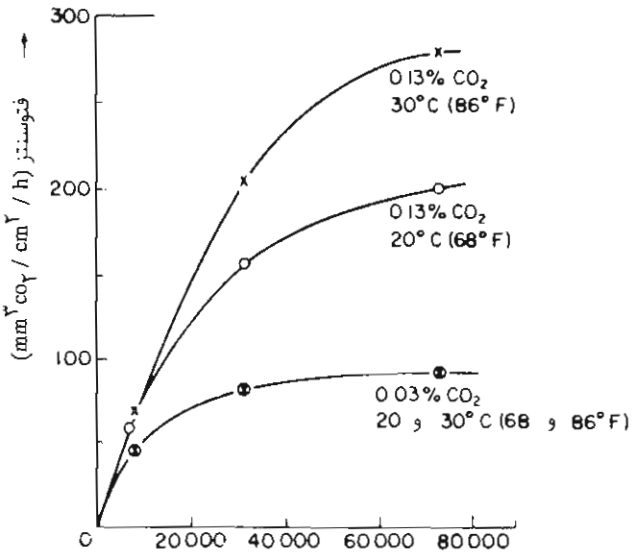
شرایط گیاهان را در جایی پرورش می‌دهند که درجه حرارت شبانه کم بوده تا میزان تنفس کاهش پیدا کند و درجه حرارت روزها را افزایش می‌دهند تا فتوسنتز بیشتر شود.

ـ همچون یک قاعده کلی گیاهان گلخانه‌ای را در شرایطی پرورش می‌دهند که درجه حرارت روزانه ۶-۳ درجه سانتیگراد یعنی بالاتر از درجه حرارت شب در روزهای ابری و ۸ درجه سانتیگراد یعنی بالاتر از روزهای بدون ابر باشد. اگر میزان Co_2 بیشتر باشد، درجه حرارت روزانه را ۳ درجه سانتیگراد دیگر بالا می‌برند. درجه حرارت شبانه گیاهان گلخانه‌ای معمولاً بین ۲۱-۷ درجه سانتیگراد است. گل پامچال، شب‌بو و میموزا در ۷ درجه سانتیگراد، میخک و سینرر در ۱۰ درجه سانتیگراد، رز در ۱۶ درجه سانتیگراد، داوودی و بنت‌الشمسول در ۱۸-۱۷ درجه سانتیگراد و بنفشه آفریقایی در ۲۲-۲۱ درجه سانتیگراد بهترین و مطلوبترین رشد را خواهند داشت.

رابطه درجه حرارت

قانونی از اف.اف. بلاک‌من (F.F.Black man) در رابطه با هستی مطلق، بیان می‌کنند «میزان هر فرآیندی که تحت کنترل دو یا چند فاکتور باشد، با فاکتوری محدود خواهد شد که در حداقل است» فتوسنتز مثال خوبی در این زمینه است. میزان فتوسنتز بستگی به دما، نور، Co_2 و فاکتورهای دیگر دارد. در یک روز ابری، افزایش درجه حرارت بیش از ۶-۳ درجه سانتیگراد در شب، عمل بیهوده و اضافی به‌شمار می‌آید، زیرا کم بودن (پایین بودن) شدت نور در شب میزان فتوسنتز را محدود کرده و افزایش دما در این شرایط، بی‌تأثیر خواهد بود. در روزهای روشن و آفتابی نور، فتوسنتز را محدود نخواهد کرد، بنابراین اگر درجه حرارت هماهنگ افزایش نیابد، پایین بودن دما ممکن است عامل محدودکننده‌ای برای فتوسنتز باشد. حتی در روزهای نیمه‌تاریک میزان فتوسنتز با افزایش غلظت Co_2 در محیط گلخانه، افزایش پیدا خواهد کرد.

ـ شدت تابش نور در فصل تابستان به مراتب بیشتر از زمستان است، میزان فتوسنتز نیز



شکل ۱۳-۱۱ ـ اثر غلظت CO_2، شدت نور و درجه حرارت برگ بر فتوسنتز در خیار.

در تابستان طبعاً بیشتر خواهد بود. بنابراین بسیار مناسب خواهد بود که در تابستان دمای روزانه را در مقایسه با زمستان بیشتر کنیم تا کاهش دما یک عامل محدودکننده‌ای نباشد. همچنین استفاده از پنکه‌های خنک‌کننده در دماهای بالای ۲۹-۲۷ درجه سانتیگراد در تابستان ضروری است.

ـ قانون بلاک‌من (Black man) به‌خوبی در منحنی نمودار ۱۳-۱۱ که توسط گاسترا (Gaastra, 1962) عرضه شده، آشکار است. در منحنی پایین میزان فتوسنتز در شدت نوری ۳۸۰۰ فوت شمع (۴۰۰۰۰ لوکس) شروع به بالا رفتن می‌کند. بدون توجه به اینکه آیا درجه حرارت ۶۸ یا ۸۶ درجه فارنهایت باشد، میزان غلظت ۳۰۰PPM گاز کربنیک (Co_2) در این نقطه یک عامل محدودکننده است. هنگامی که درجه حرارت به ۶۸ درجه فارنهایت و غلظت Co_2 به ۱۳۰۰PPM افزایش یابد، میزان فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد. هنگامی که درجه حرارت افزایش یابد و به ۸۶ درجه فارنهایت برسد، در همان غلظت ۱۳۰۰PPM Co_2 باعث افزایش دوباره فتوسنتز می‌شود. در این حال و با توجه به این

پدیده، درجه حرارت ۶۸ درجه فارنهایت یک عامل محدودکننده به‌شمار می‌آید.

ـ رابطه بین Co_2، شدت نور و درجه حرارت در فصل ۱۰ یادآوری شده است. در آنجا بیان شده است که افزایش غلظت Co_2 در گلخانه در صورت افزایش درجه حرارت از حد نرمال برای بسیاری از گیاهان دارای فوایدی است. هنگامی که Co_2 همچون یک عامل محدودکننده فتوسنتز حذف شود، افزایش ۳ درجه سانتیگراد دما می‌تواند مفید و مؤثر باشد.

هنگامی که یک نفر درجه حرارت را بالا می‌برد، باید به مقداری که درجه حرارت را بالا می‌برد توجه کافی داشته باشد، زیرا این فاکتور، در پروسه افزایش فتوسنتز مؤثر است. در حالت کلی، درجه حرارت بالا باعث افزایش رشد می‌شود ولی متعاقباً سبب پایین آمدن کیفیت محصول نیز می‌شود. ساقه‌های بلند، ساقه‌های ضعیف و گلهای کوچک ممکن است از نتایج این وضعیت باشند. کیفیت و کمیت در روند تصمیم‌گیری‌ها باید مؤثر و مدنظر باشد. با توجه به بحث‌هایی که در مورد افزایش سه درجه سانتیگراد توأم با افزایش غلظت Co_2 انجام شد، به‌نظر می‌رسد که این وضع باعث کاهش محصول نمی‌شود.

اثرات DIF: (اختلاف درجه حرارت شبانه‌روز)

اثرات تغییرات درجه حرارت شبانه‌روز در رشد و گل‌دهی گیاهان قبلاً توسط دانشمندانی چون Cathey در سال ۱۹۵۴، Parups در سال ۱۹۷۸، Cock shull و همکاران در سال ۱۹۸۱، Parups و Butfer در سال ۱۹۸۲ گزارش شده است.

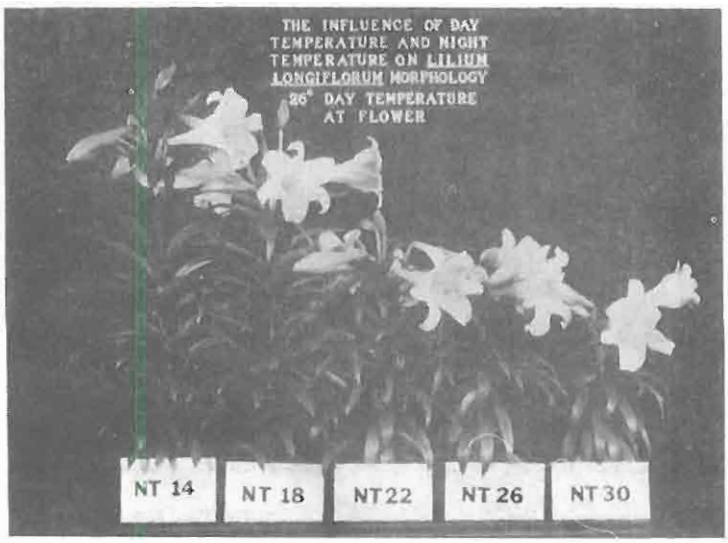
اخیراً محققین در دانشگاه ایالتی میشیگان که شامل دکترها (Berhage,Ervin, Karlsson, Heins) بودند، یک رابطهٔ عملی بین ارتفاع گیاه و اختلاف درجه حرارت روزانه با شبانه پیدا کرده‌اند که آن را با علامت اختصاری DIF نشان می‌دهند که در واقع: درجه حرارت شبانه ـ درجه حرارت روزانه = DIF است. نتایج تحقیقات تیمی دانشگاه

ایالتی میشیگان در رابطه با مقدار DIF که به ترتیب در درجه حرارتهای روزانه و شبانه ۷۰ با ۶۰، ۶۵ با ۶۵ و ۶۰ با ۷۰ درجه فارنهایت انجام شده، به ترتیب اختلاف ۱۰+ و ۱۰- درجه فارنهایت را نشان می‌دهد.

اثرات DIF در کنترل ارتفاع گیاه (کنترل ارتفاع گیاه به‌وسیله DIF)

ارتفاع گیاه به‌وسیله DIF قابل کنترل است. اگر میزان DIF از مثبت به صفر تنزل یابد، به‌طور قابل ملاحظه‌ای ارتفاع گیاه کاهش پیدا می‌کند (شکل ۱۴-۱۱). هرچه میزان DIF از صفر به طرف منفی تغییر یابد، باز هم ارتفاع گیاه کاهش پیدا می‌کند. در اینجا دو رابطه مهم به دست می‌آید که ارتفاع گیاه با کاهش درجه حرارت روزانه و یا با افزایش دمای شبانه کاهش پیدا می‌کند. برعکس، ارتفاع گیاه با افزایش درجه حرارت روزانه و نیز، کاهش درجه حرارت شبانه افزایش پیدا می‌کند. بر اثر این پدیده فواصل میان گره‌های ساقه در مقایسه با تعداد برگها افزایش می‌یابد. بنابراین با تغییر DIF به‌طور تجارتی در انواع گیاهان می‌توان ارتفاع رشد گیاه را کنترل کرد. اثرات مشهود این عمل در گیاهان زیر بیشتر مشاهده شده است، این گیاهان شامل سوسن آسیایی، گیس عروس، گل داوودی، میخک، سوسن عید پاک، گل‌آویز، شمعدانی، ژربرآ، Hypoestes، گل حنا، سوسن شرقی، اطلسی، بنت‌القنسول، گل ناز، رز، سالویا، Snap bean، گل میمون، ذرت شیرین، گوجه‌فرنگی و هندوانه بوده است. گیاهانی که در آنها تأثیر DIF جزیی یا هیچ بوده است عبارتند از: مینا، همیشه بهار، جعفری فرانسوی، سنبل، نرگس، Platycodon، کدو و لاله. DIF وسیله مؤثری برای کنترل ارتفاع به‌شمار می‌رود، زیرا با تغییر DIF در یکی دو روز، اختلاف ارتفاع کاملاً مشهود می‌شود.

ـ کنترل ارتفاع رشد گیاه به‌وسیله عوامل و فاکتورهای محیطی در مقایسه با کنترل آنها توسط مواد شیمیایی بسیار مناسب است، زیرا امروزه بخش بیشتر مواد شیمیایی مصنوعی زیر سوالند.



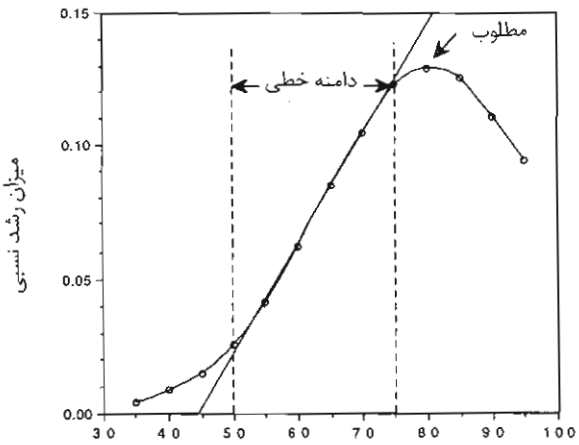
شکل ۱۴-۱۱ـ در این شکل اثر کاهش مقدار DIF از چپ به راست در کاهش ارتفاع سوسن عید پاک نشان داده می‌شود. درجه حرارت روزانه در مورد هر ۵ گیاه ۲۶ درجه سانتیگراد بوده ولی درجه حرارت شبانه ۲۶،۲۲،۱۸،۱۴ و ۳۰ درجه سانتیگراد بود. میزان DIF از چپ به راست ۷،۱۶،۲۲،۲۹ و صفر بود.

زمان گلدهی: میزان رشد و تکامل گیاهان عموماً تحت کنترل درجه حرارت خواهد بود. خوشبختانه میانگین درجه حرارت ۲۴ ساعت مهم است و تنها درجه حرارت روزانه و یا شبانه نیست که میزان رشد را کنترل می‌کند. براین اساس ممکن است گیاهان بلند، متوسط و یا کوتاه پرورش یابند. کاهش مقدار DIF در حالتی که میانگین درجه حرارت روزانه ثابت مانده باشد، هیچ تغییری در زمان و تاریخ گلدهی گیاهان دارای رشدهای مختلف ایجاد نخواهد کرد (یا به عبارتی زمان و تاریخ گلدهی به ارتفاع گیاه بستگی ندارد). میزان DIFهای ۱۰+، صفر و ۱۰-که پیش از این در مورد آنها صحبت شده است، همگی دارای میانگین ۶۵ درجه فارنهایت در روز هستند مشروط بر اینکه طول روز و شب به همان مقدار گفته شده نگهداشته شوند. در این رابطه ترکیب درجه حرارت روزانه و شبانه عبارت بودند از ۶۰ و ۷۰، ۶۵ و ۶۵، ۷۰ و ۶۰ درجه فارنهایت. که هر کدام از ترکیبها دارای میانگین ۶۵ می‌باشند، مقدار این سه DIF مبین انتخاب سه ارتفاع

مختلف رشدی در یک گیاه برای تاریخ معین گلدهی و عرضه به بازار است.

ـ دو فاکتور یا عامل وجود دارد که دامنه تغییرات درجه حرارت را محدود می‌کنند که می‌توانست در گسترش میزان DIF به کار آیند. به‌طوری‌که در شکل ۱۵ـ۱۱ نشان داده شده، هر گیاه زراعی، یک دامنه تغییرات درجه حرارت منحصر به فرد برای رشد خود دارد. این درجه حرارت ممکن است بین یک منحنی خطی تا یک درجه حرارت اپتیمم نشان داده شود (در این منحنی بین ۵۰ تا ۸۰ درجه فارنهایت). در انتخاب، درجه حرارتهای بالا و پایین حذف می‌شوند زیرا در این درجه حرارتها رشد قابل قبولی حاصل نشده و در نتیجه کیفیت و کمیت محصول تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. دامنه تغییرات درجه حرارت برای گیاهان گرمسیری مانند ختمی و بنت‌القنسول ۱۰ تا ۲۷ درجه سانتیگراد و در گیاهان مقاوم به سرما مانند سوسن عید پاک، داوودی و اطلسی ۴ تا ۲۷ درجه سانتیگراد است.

ـ عامل محدودکننده دوم انتخاب دامنه تغییرات درجه حرارت، نیازهایی برای تشکیل و تکامل گلها و گل‌دهی گیاه است. مثلاً در درجه حرارت شبانه ۲۳ درجه سانتیگراد



نمودار ۱۵-۱۱ـ اثر فرضی درجه‌حرارت بر میزان نسبی رشد را نشان می‌دهد، خط مستقیم ترسیم شده به‌منظور نشان دادن دامنه خطی تغییرات درجه‌حرارت که در این منحنی بین ۵۰ تا ۷۵ درجه فارنهایت است می‌باشد. فرآیندهای زیادی در گیاه وجود دارد که همانند دامنه تغییرات درجه حرارت می‌باشند.

گلدهی بنت‌القنسول محدود می‌شود، هنگامی که درجه حرارت روزانه بالا باشد، امکان ندارد که درجه حرارت شبانه از این میزان بیشتر بوده باشد. افزایش درجه حرارت شبانه به ۲۲-۲۴ درجه سانتیگراد می‌تواند به علت بالا بودن حرارت، در گلدهی داوودی تأخیری ایجاد کند، از طرفی برای کم کردن ارتفاع ساقه در گل سوسن عید پاک، ممکن است لازم باشد که درجه حرارت شبانه را تا ۲۴ درجه سانتیگراد افزایش دهیم. اما همه نظرها به مساله ریزش گلهای داوودی در ۲۱ درجه سانتیگراد جلب شده و این موضوع از اهمیت خاصی برخوردار است، حساسترین مراحل نسبت به این درجه حرارت هنگام تشکیل جوانه‌های گل و رشد اولیه غنچه‌هاست. پس از ظهور و قابل رؤیت شدن غنچه‌ها، از شدت حساسیت گیاه نسبت به بالا بودن درجه حرارت شبانه کاسته می‌شود. بالا بودن درجه حرارت شبانه در این مقطع زمانی باعث می‌شود که بیشتر حد منفی DIF در مرحله‌ای که گیاهان خیلی بلند هستند حاصل شود.

اثرات سود: هرچه میزان DIF کمتر باشد، به‌ویژه در دامنه‌های منفی، امکان کلروزیس (کلروزه شدن) برگها بیشتر خواهد بود. کلروز در برگهای جوان و نارس ظاهر می‌شود. اگر تیمار پایین DIF به‌طور درست تأمین شود، دوباره رنگ طبیعی به برگهای کلروزه شده برمی‌گردد. اما اگر گیاه در مراحل اولیه رشد تیمار شده باشد، کلروز حاصله برای همیشه باقی خواهد ماند. در گیاهچه‌های (Plug) تیمار شده در اولین هفته که فقط دارای برگهای نارس بودند، کلروز تمام گیاه را فرا می‌گیرد و رشد گیاه شدیداً متوقف می‌شود. این حالت توقف رشد بعداً اصلاح نمی‌شود. بنابراین با توجه به گونه گیاه، نباید میزان DIF کمتر از ۲- تا ۳- را برای نشاءهای Plug در یک تا سه هفته اولیه به کار برد.

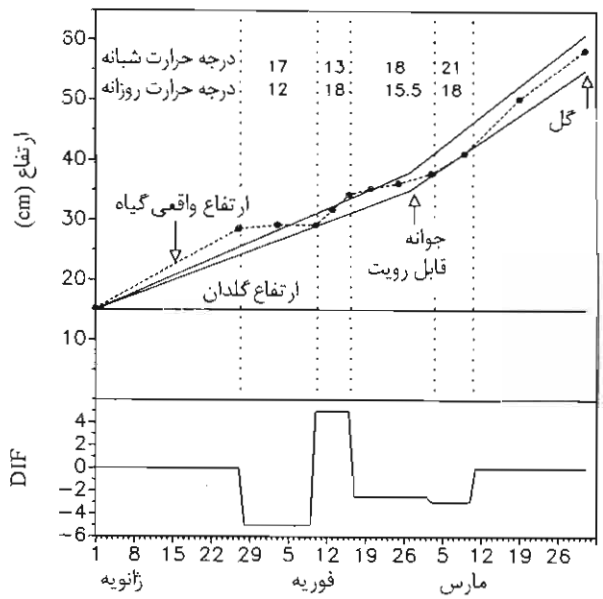
ـ اثر سوء دیگر تیمار خیلی پایین DIF، پیچیدگی برگها به طرف پایین است. این حالت بیشتر در گل سوسن عید پاک مشهود است. اگر برگهای پیچیده نارس باشند، در صورت بازگشت DIF به حالت طبیعی و مثبت، این نارسایی برطرف خواهد شد.

اثر DIF در فصول گرم: کاهش درجه حرارت روزانه در فصل زمستان در مناطق شمالی تا اندازه‌ای بعید است. این عمل در اواخر بهار و حتی در فصل زمستان در آب و هوای گرم غیرممکن است. اثرات DIF کم می‌تواند باعث کاهش دمای روزانه در دو ساعت اولیه طلوع آفتاب باشد. مبنای این واقعیت بر این است که طویل شدن بیش از حد فاصلهٔ میان گره‌ها در شبها و حداکثر در نزدیکی‌های طلوع آفتاب صورت می‌گیرد. از طرفی کاهش چشمگیر ارتفاع سوسن عید پاک فقط با ایجاد DIF منفی در طول دو ساعت بعد از طلوع آفتاب امکان‌پذیر است چنانچه پس از دو ساعت اولیه در طول روز تا غروب آفتاب بخواهیم DIF منفی را ایجاد کنیم، لازم است به جای دو ساعت مدت ۷ ساعت DIF منفی اعمال شود.

ـ مساله قابل توجه این است که درجه حرارت در حالت انتقال تاریکی به روشنایی (شب به روز) باید کم باشد. مثلاً در سیستم حرارتی آب گرم، ترموستات باید حدود ۴۵ دقیقه پیش از طلوع آفتاب جهت خنک کردن محیط بسته شده باشد، تنظیم ترموستات برای سیستمهای خنک‌کننده سریع، برای مدت ۱۵ دقیقه پیش از طلوع آفتاب، کافی خواهد بود.

اثر نموداری: ابزار مربوط به DIF برای کنترل ارتفاع گیاه با استفاده از نمودار روزبه‌روز بهتر و مناسبتر می‌شود. (Heins و Erwin در سال ۱۹۸۹، Carlson و Heins در سال ۱۹۹۰). یک مثال جالب با استفاده از نمودار را می‌توان در مورد گیاه سوسن عید پاک در شکل ۱۶ـ۱۱ مشاهده کرد. در این مورد، سوسنها در گلدانهای استاندارد ۶ اینچی که دارای ارتفاع بوته ۶ اینچ بود پرورش داده شدند. ارتفاع نهایی گلدان و گیاه بین ۲۲ تا ۲۴ اینچ بود. با توجه به تجربیات قبلی، انتظار می‌رفت که ارتفاع بوته‌ها به هنگام ظهور (قابل رویت بودن) جوانه‌ها دو برابر باشد. بنابراین برای زمان خروج، ارتفاع ۶ اینچ ترسیم شد (ارتفاع گلدان)، و در زمان عرضه به بازار ۲۴-۲۲ اینچ درنظر گرفته شد. معمولاً ارتفاع

سوسن عید پاک در زمان قابل رؤیت بودن غنچه‌ها، به اندازهٔ نصف حداکثر ارتفاع طبیعی آن است. حداقل و حداکثر ارتفاع برای زمان قابل رؤیت بودن غنچه‌ها ۱۴ و ۱۵ اینچ ترسیم شد (نصف ارتفاع نهایی گیاه به علاوه ۶ اینچ ارتفاع گلدان). رشد بین هر یک از این دو تاریخ با یک خط مستقیم ترسیم شده است، بنابراین برای به‌دست آوردن منحنی ارتفاع حداقل و حداکثر نقاط به‌وسیله یک خط راست به هم وصل شدند. هفته‌ای دو بار افزایش ارتفاع بوته‌ها را اندازه‌گیری کرده و نتایج در نمودار اعمال شد. در ۲۷ ژانویه ارتفاع بوته‌ها بسیار بلند و تیمار DIF منفی ده (۱۰-) داده شد (درجه حرارت روزانه ۵۳ درجه فارنهایت و شبانه ۶۳ درجه فارنهایت). از دهم فوریه ارتفاع بوته‌های به‌دست آمده تا میزان حداقل قابل قبول کاهش پیدا کرد: DIF تا ۸+ درجه فارنهایت

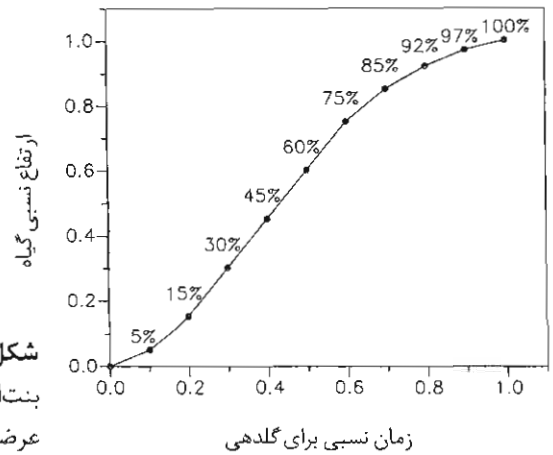


شکل ۱۶-۱۱ ـ نمودار رسم شده برای سوسن عید پاک، خطوط پررنگ، میزان ارتفاع مناسب برای تاریخهای مختلف (آستانه شروع) را نشان می‌دهد. خطوط نقطه‌چین اندازه واقعی ارتفاع گیاه را در DIFای که برای کنترل ارتفاع به‌کار رفته نشان می‌دهد. دمای روزانه و شبانه به‌کار رفته برای گیاه برحسب سانتیگراد ۱۸،۱۷،۱۵/۵،۱۳،۱۲ و ۲۱ درجه می‌باشند. میزان واقعی DIF برحسب سانتیگراد در بخش پایین منحنی نشان داده شده است (شکل از Heins و Erwin در سال ۱۹۸۹) در سه تاریخ متوالی تعدیل بیشتری در DIF به‌وجود آمد. در نهایت ارتفاع گیاه بدون مصرف مواد شیمیایی تنظیم‌کنندهٔ رشد، به ارتفاع مورد نظر رسید.

افزایش پیدا کرد و باعث افزایش ارتفاع گیاه شد.

ـ برخلاف سوسن عید پاک، رشد گل داوودی و بنت‌القنسول چنانکه در شکل ۱۷-۱۱ توسط Carlson و Heins در سال ۱۹۹۰ نشان داده شده، از منحنی سیگموئید (S) پیروی کردند. در این منحنی درصد ارتفاع نهایی گیاه (بدون توجه به ارتفاع گلدان) در محور عمودی و زمان نسبی گلدهی در محور افقی رسم شده است. علت منظور کردن زمان نسبی گلدهی ارقام گل میخک و بنت‌القنسول، بدین جهت بوده که گلدهی آنها به زمانهای مختلف نیاز دارد. اگر گیاه برای گل کردن به ۵ هفته زمان نیاز داشته باشد، زمان نسبی گلدهی ۵ هفته پس از رشد نصف (۵۰ درصد) خواهد بود. برای تهیه منحنی تئوریک در گل داوودی یا بنت‌القنسول، ارتفاع مناسب نهایی گیاه انتخاب می‌شود. در شکل ۱۷-۱۱ بر مبنای درصد، ارتفاع گیاهی که در هر هفته باید باشد، مشخص می‌شود. در این منحنی ارتفاع گیاه با محور عمودی و هفته‌ها (زمان) با محور افقی سنجیده می‌شوند. سپس ارتفاع واقعی گیاه هفته‌ای دو بار در همان گراف رسم می‌شود (سنجیده می‌شود)، و به‌طور تئوری ارتفاع منحنی محاسبه می‌شود. وقتی ارتفاع واقعی گیاه با ارتفاع تئوری تفاوت کند، میزان DIF باید با توجه به میزان موجود در روی خط آورده شود.

کنترل کامپیوتری: به‌منظور استفاده بهتر و کاربرد اصولی اطلاعات آب و هوایی در گلخانه، لازم است یک سری اطلاعات سالیانه آب و هوایی کامپیوتری داشته باشیم. DIF مثال خوبی برای وسایل کنترل ارتفاع می‌تواند باشد. برنامه (نقشه)های DIF را می‌توان از طریق ترموستات و با برنامه‌های سالیانه تنظیم و برقرار کرد. به‌هرحال، افزایش تعداد نقاط، کشت گیاهان در نقاط مختلف، مستلزم محاسبه میزان DIFهای مختلف است. محدودیتهای هوای گرم، پایین بودن درجه حرارت در چند ساعت اولیه روز، همهٔ اینها به کمک اطلاعات کامپیوتری به آسانی قابل حلّند. در آینده احتمال دارد



شکل ۱۷-۱۱ ـ منحنی رشد گل داوودی و بنت‌القنسول از زمان تنک تا پایان تاریخ عرضه به بازار.

منحنیهای رشد در نرم‌افزار کامپیوترها وجود داشته باشد. که با این برنامه‌ها، درجه حرارت گلخانه‌ها کنترل خواهند شد.

کشتکاران به آسانی خواهند توانست برنامه‌ریزی خود را در مورد تاریخ کاشت، زمان تنک کردن، برداشت، ارتفاع دلخواه و اندازه‌گیری هفته‌ای دو بار را داشته باشند. بقیه کارها را کامپیوتر انجام داده و در هزینه‌های کارگری، مخصوصاً هزینه تهیه گرما و سرما صرفه‌جویی زیادی خواهد شد.

خلاصه

۱ـ به‌طور کلی نور در رشد و تکامل گیاهان دو نقش مهم را برعهده دارد. نور منبع انرژی برای فرآیند فتوسنتز است که در آن هیدراتهای کربن ساخته می‌شود و سبب تثبیت شدن کربن در گیاه می‌شود که در نهایت منشاء تشکیل و تکامل تمام ترکیبات آلی گیاه را فراهم می‌سازد. شدت نوری نسبتاً زیادی با طول موجهای ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر مورد نیاز است. همچنین نور برای تکامل گیاهان ضروری است، مثلاً گذاشتن از مرحله رشد رویشی و ظهور مرحله رشد زایشی یکی از فرآیندهایی است

که در ایجاد آن دوره نوری اهمیت خاصی دارد.

۲ـ نور معمولاً در فصل زمستان در عرضهای جغرافیایی شمالی عامل محدودکننده فتوسنتز و رشد به‌شمار می‌آید. به‌منظور افزایش حداکثر شدت نور در داخل گلخانه، جهت گلخانه باید شرقی غربی (شرق به غرب) و سکوها و پشته‌های داخل گلخانه شمال به جنوب باشند. شیشه‌ها و یا پوشش‌های گلخانه را می‌توان شستشو داد. همچنین برای دریافت نور کافی (دسترسی گیاه به نور کافی) در فصل زمستان، فواصل کاشت بوته‌ها باید بیشتر باشد.

۳ـ دادن نور مکمل در طول دوره نوری روزانه بسیار مؤثر است و باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. از نظر اقتصادی این عمل باید مورد توجه دقیق قرار گیرد. با افزایش نور مکمل رشد و نمو ریشه‌ها، وضعیت نشاءهای بستر و میزان عملکرد، به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا می‌کند. امروزه لامپهای سدیمی فشار بالا در سطوح گسترده‌ای مورد استفاده واقع می‌شوند. به‌منظور کاهش هزینه‌های لامپهای مصرفی و نحوه نصب لامپها برای کاهش فضای اشغالی به‌وسیله آنها و نیز کم کردن میزان سایه ایجاد شده در اثر نصب لامپها، نیاز به تحقیقات گسترده و دامنه‌داری است تا بتوان به بهترین و مطلوبترین روش، دست یافت.

۴ـ تعداد زیادی از تولیدکنندگان نشاء از اتاقهای کشت استفاده می‌کنند. گیاهان را در بسترهای مخصوص کاشته و با استفاده از نورهای فلورسنت در بالای هر بستر که منبع اساسی و حیاتی نور برای فتوسنتز به‌شمار می‌روند آنها را پرورش می‌دهند. یک اتاق کشت در مقایسه با گلخانه خیلی بهتر و آسانتر کنترل و نظارت می‌شود. معمولاً گرمای حاصل از نور لامپها، برای گرم نگهداشتن اتاقهای کاشت، کافی به‌نظر می‌رسد.

۵ـ نقش نور در عمل فتوپریودیسم در مرحله دوم اهمیت قرار دارد و باعث می‌شود، که یک ارگانیسم در یک سیکل شبانه‌روز نسبت به آن واکنش نشان دهد. طول نسبی

دورهٔ روشنایی و تاریکی نقش عمده‌ای در عمل گلدهی، شکل برگها، طویل شدن ساقه‌ها، تشکیل غنچه‌ها و رنگ‌گیری گل دارد. از نقطه‌نظر گلدهی، گیاهان شب‌بلند، گیاهانی هستند که جوانه‌های گل در آنها زمانی تشکیل می‌شود که طول دوره تاریکی از حداقل بحرانی (حداقل دوره لازم) بیشتر باشد. برعکس گیاهان شب‌کوتاه گیاهانی هستند که تشکیل و توسعه جوانه‌های گل در آنها، زمانی امکان‌پذیر است که شبها کوتاهتر از حد بحرانی باشد. طول شب بحرانی در بین گونه‌های مختلف گیاهی و حتی بین ارقام یک گونه متفاوت است. همه گیاهان فتوپریودیک نیستند. گیاهانی که نسبت به طول روز و شب از خود عکس‌العمل نشان نمی‌دهند گیاهان بی‌تفاوت نامیده می‌شوند.

۶ـ برای گیاهان شب‌بلند در تابستان با کشیدن پلاستیک یا پرده و ایجاد تاریکی در عصرها (حدود ساعت ۷ بعدازظهر) و جمع کردن (کنار زدن) پوششها در صبحها (حدود ساعت ۸-۷ صبح) شرایط شب‌بلندی را فراهم می‌آورند. پوشش باید قابلیت کاهش شدت نور داخل گلخانه را به حداقل ۲۲ لوکس در حالی که شدت نور بیرون ۵۴۰۰۰ لوکس است را داشته باشد. برای انجام این عمل، وسایل اتوماتیک وجود دارد. به‌منظور فراهم کردن شرایط لازم برای گیاهان شب‌کوتاه در فصل زمستان، می‌توان با تهیه نور به شدت ۱۰۸ لوکس در اواسط شب، به مدت یک تا چهار ساعت با استفاده از لامپهایی که نورهای سفید تولید می‌کنند به این مهم دست یافت.

۷ـ در بافتهای جوان، فیتوکروم دریافت‌کننده عکس‌العمل نسبت به سیکل شبانه‌روز است. فیتوکروم فرم PFr، در دوره روشنایی به‌سرعت ساخته می‌شود و در دورهٔ تاریکی به آهستگی به فیتوکروم فرم Pr تبدیل می‌شود. فرم PFr فرم فعالی است و در شبهای بلند مانع گلدهی می‌شود و برعکس گلدهی را در شبهای کوتاه تسریع می‌کند. در شبهای بلند، لازم است که میزان فیتوکرم فرم PFr را تا حدی پایین آورد تا امکان گلدهی در شبهای طویل حاصل شود.

۸- حرارت یکی از فرمهای انرژی بوده که برای رشد گیاهان لازم و ضروری است. اگر میزان حرارت از حد معین بیشتر و یا کمتر باشد، برای رشد گیاه زیان‌آور خواهد بود. حرارت، فقط یکی از فاکتورهای لازم جهت رشد گیاه است. میزان رشد در شرایط تیمار نور کم بسیار محدود می‌شود. از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه نیست که جهت افزایش محصول، همهٔ فاکتورهای رشد را در گلخانه در حد مطلوب فراهم آوریم، بنابراین مناسبترین درجه حرارت برای گیاه بستگی به فاکتورهای زیر دارد.

a ـ نور، معمولاً در فصل زمستان یک عامل محدودکننده است. در روزهایی که شدت نور پایین است (روزهای ابری) درجه حرارت روز را ۶-۳ درجه سانتیگراد بالاتر از درجه حرارت شبانه و در روزهای روشن و نورانی این مقدار را به ۸ درجه سانتیگراد افزایش می‌دهند. گرچه، افزایش درجه حرارت به علت پایین بودن شدت تابش نور در روزهای زمستان تأثیر مثبت و مؤثری در رشدونمو گیاه ندارد. ولی در فصل تابستان که هوا نورانی و شدت نور بیشتر است، افزایش دما در روند رشد گیاه بسیار مفید و مؤثر خواهد بود.

b ـ میزان Co_2 داخل گلخانه معمولاً عامل محدودکننده رشد است. وقتی میزان آن افزایش پیدا کند، میزان رشد گیاه تا زمانی افزایش پیدا می‌کند که درجه حرارت یک عامل محدودکننده‌ای به‌شمار آید. در این حالت، افزایش ۳ درجه سانتیگراد بر میزان درجه حرارت روزانه، در صورت وجود Co_2 کافی، باعث افزایش محصول به میزان قابل ملاحظه‌ای خواهد شد.

۹ـ ارتفاع گیاه را می‌توان با تنظیم نسبت درجه حرارت روزانه و شبانه کنترل کرد. DIF اصطلاحی است که از کسر درجه حرارت شبانه از درجه حرارت روزانه به دست می‌آید. میزان رشد طولی میان گره‌های ساقه با افزایش درجه حرارت روزانه و با کاهش درجه حرارت شبانه افزایش پیدا می‌کند. بنابراین زمانی که DIF خیلی مثبت است (درجه حرارت روزانه خیلی بالاتر از درجه حرارت شبانه است) ارتفاع گیاهان

زیاد می‌شود. کاهش بیشتر ارتفاع گیاه با کاهش DIF از میزان مثبت به میزان صفر صورت می‌گیرد، چنانکه نیاز به کاهش بیشتر ارتفاع گیاه باشد، باید میزان DIF را تا حد منفی پایین آورد. بهترین زمان عملکرد DIF در گیاه، مرحله‌ایست که گیاه در حالت جوانی و در حد رشد سریع خود باشد.

مرجع

1. Anon. 1960. *Fundamentals of Light and Lighting*. General Electric Co., Large Lamps Dept., Nela Park, Cleveland, OH 44112.
2. _____. 1964. *Plant Growth and Lighting*. General Electric Co., Large Lamps Dept., Nela Park, Cleveland, OH 44112.
3. _____. 1980. *Horticultural Lighting*. Engineering Bul. 0-351. GTE Products Corp., Sylvania Lighting Center, Danvers, MA.
4. _____. 1982. *Artificial Lighting in Horticulture*. Phillips Gloeilampenfabrieken, Lighting Design and Engineering Center, Lighting Division, Eindhoven, The Netherlands.
5. Bickford, E. D., and S. Dunn. 1972. *Lighting for Plant Growth*. Kent, OH: The Kent State Univ. Press.
6. Campbell, L. E., R. W. Thimijan, and H. M. Cathey. 1975. Spectral radiant power of lamps used in horticulture. *Trans. Amer. Soc. Agr. Engineers* 18 (5):952-956.
7. _____. 1977. Lighting systems for growing plants—A new look. Amer. Soc. Agr. Engineers. Paper No. NA77-304. P.O. Box 410, St. Joseph, MO 49085.
8. Carlson, W. H., and R. Heins. 1990. Get the plant height you want with graphical tracking. *Grower Talks* 53 (9):62-63, 65, 67-68.
9. Cathey, H. M. 1954. Chrysanthemum temperature study. C. The effect of night, day, and mean temperature upon the flowering of *Chrysanthemum morifolium*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 64:499-502.
10. Cathey, H. M., and L. E. Campbell. 1975. Plant productivity: New approaches to efficient light sources and environmental control. Amer. Soc. Agr. Engineers. Paper No. 75-7501. P.O. Box 410, St. Joseph, MO 49085.
11. _____. 1979. Relative efficiency of high- and low-pressure sodium and incandescent filament lamps used to supplement natural winter light in greenhouses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:812-825.
12. Cockshull, K. E., D. W. Hand, and F. A. Langton. 1981. The effects of day and night temperature cn flower initiation and development in chrysanthemum. *Acta Hort.* 25:101-110.
13. Downs, R. J. 1975. *Controlled Environments for Plant Research*. New York: Columbia University Press.

14. Gaastra, P. 1962. Photosynthesis of leaves and field crops. *Netherlands J. Agr. Sci.* 10 (5):311–324.

15. Garner, W. W., and H. A. Allard. 1920. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *J. Agr. Res.* 18:553–607.

16. Heins, R. D. 1990. Choosing the best temperature for growth and flowering. *Greenhouse Grower* 8 (4):57–64.

17. Heins, R., and J. Erwin. 1989. Tracking Easter lily height with graphs: Easter lily response to temperature during forcing. Part 2. *Grower Talks* 53:64, 66, 68.

18. _____. 1990. Understanding and applying DIF. *Greenhouse Grower* 8 (2):73–78.

19. Illuminating Engineering Society. 1972. *IES Lighting Handbook*, 5th ed. Illuminating Engineering Soc., 345 E. 47th St., New York.

20. Mastalerz, J. W. 1969. Environmental factors: Light, temperature, carbon dioxide. In Mastalerz, J. W., and R. W. Langhans, eds. *Roses*, pp. 95–108. Pennsylvania Flower Growers' Assoc., New York State Flower Growers' Assoc., Inc., and Roses, Inc. (Available from R. W. Langhans, Dept. of Flor. and Orn. Hort., Cornell Univ., Ithaca, NY 14853.)

21. _____. 1985. Growth rooms. In Mastalerz, J. W., and E. J. Holcomb, eds. *Bedding Plants*. III, pp. 141–150. Pennsylvania Flower Growers' Assoc. (Available from E. J. Holcomb, Dept. of Hort., The Pennsylvania State Univ., University Park, PA.)

22. Parups, E. V. 1978. Chrysanthemum growth at cool night temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:839–842.

23. Parups, E. V., and G. Butler. 1982. Comparative growth of chrysanthemum at different night temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:600–604.

24. Stolze, J. A. B., J. Meulenbelt, and J. Poot, eds. 1984. *Application of Grow Light in Greenhouses*. Poot Lichtenergie B. V., Box 2444 Station B, St. Catherines, Ontario L2M7M8, Canada.

25. Templing, B. C., and M. A. Verbruggen, eds. 1977. *Lighting Technology in Horticulture*, 2d ed. Phillips Gloeilampenfabrieken, Lighring Design and Engineering Center, Lighring Division, Eindhoven, The Netherlands.

26. The Electricity Council. 1972. *Growelectric Handbook No. 1: Growing Rooms*. The Electricity Council, 30 Millbank, London SW1P4RD.

27. _____. 1973. *Growelectric Handbook No. 2: Lighting in Greenhouses*. The Electricity Council, 30 Millbank, London SW1P4RD.

28. Van der Veen, R., and G. Meijer. 1959. *Light and Plant Growth*. New York: The Macmillan Co.

۱۲. مواد شیمیایی تنظیم‌کنندهٔ رشد

برخلاف سایر شاخه‌های کشاورزی، گلکاری رشته‌ای است که در آن، ارزش هر گیاه و یا لااقل بیشترین آن برحسب ارزش زیبایی گیاه تعیین می‌شود. درحالی‌که آسیبهای جزیی ناشی از حشرات، لکه‌های برگی و یا رشد طولی غیرعادی گیاه در باردهی و ارزش محصول بقولات تأثیر چندانی ندارد، لیکن عوامل بالا ارزش گیاهان گلدانی و تزیینی را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. پرورش‌دهندگان گیاهان گلخانه‌ای، با استفاده از چندین مادهٔ شیمیایی روند رشد گیاه را تحت کنترل در می‌آورند، به نحوی که گیاه بتواند از نظر زیبایی تأثیر مطلوبی داشته باشد. برای مثال، می‌توان ارتفاع نهایی گیاه را کوتاهتر و جوانه‌های انتهایی را حذف کرد. نیاز به سرمای برخی گیاهان نظیر آزالیا (Azalea) را توسط مواد شیمیایی برطرف کرد و ریشه‌زایی را تحریک کرد. امید می‌رود که به زودی بتوان از رشد شاخه‌های جانبی به طریق شیمیایی جلوگیری کرد.

طبقه‌بندی

مواد شیمیایی کنترل‌کنندهٔ رشد، یا هورمونهای طبیعی گیاهی هستند و یا ترکیباتی که به طریق مصنوعی ساخته شده‌اند. هورمونها ترکیباتی هستند که در بخشی از گیاه تولید می‌شوند و پس از انتقال به بخش دیگر اثر خود را نشان می‌دهند. هورمونهای گیاهی به پنج گروه تقسیم می‌شوند: ۱ـ اکسینها، ۲ـ جیبرلینها، ۳ـ سیتوکینینها، ۴ـ اتیلن، ۵ـ بازدارنده‌ها.

ـ اکسینها، اساساً با طویل کردن سلولها باعث تحریک و تسریع رشد می‌شوند. بخش بیشتر اکسین تولید شده در گیاهان اسید ایندول ـ ۳ـ استیک (IAA) است. اکسینهای مصنوعی شامل اسید ایندول ـ ۳ـ بوتیریک (IBA)، اسید ایندول پروپیونیک (IPA) و اسید نفتالین استیک (NAA) می‌باشند. اکسینها نقش مهمی را در ازدیاد تجارتی گیاهان به عهده دارند.

ـ اسید جیبرلیک (GA) نیز با طویل کردن سلولها باعث تحریک و تسریع رشد می‌شود. جیبرلینهای مختلفی از برخی گونه‌های قارچ جیبرلیک (Gibberellic) استخراج شده‌اند. این قارچ به گیاه برنج حمله می‌کند و موجب افزایش رشد طولی و نازک شدن ساقه‌ها می‌شود. اگرچه جیبرلینها موجب افزایش رشد می‌شوند اما اثر آنها با اکسینها متفاوت بوده و سرعت رشد در سراسر بافت گیاه یکسان افزایش می‌یابد. نقش تجاری جیبرلینها متفاوت است.

ـ سیتوکینینها سرعت رشد بافتها را افزایش می‌دهند. این هورمونها همچون هورمون جوانی یا ضدپیری درنظر گرفته می‌شوند. سیتوکینینها بیشتر با افزایش تقسیم سلولی موجب افزایش رشد می‌شوند. این هورمونها در کشت بافت برای تحریک رشد سلولهای کالوس (بافت پینه‌ای) به‌کار می‌روند و غیر از مورد بالا، نقش تجاری مهمی در تولید محصولات گلخانه‌ای ندارند.

ـ اتیلن به‌طور طبیعی در میوه، دانه، گل، ساقه، برگ و ریشه تولید می‌شود و فرآیندهای مختلفی را کنترل می‌کند. اتیلن کاربردهای تجاری فراوانی دارد. در برخی موارد، گاز اتیلن و یا تولید مصنوعی آن که اتفن (Ethephon) نام دارد برای به تعویق انداختن رشد طولی، جلوگیری از خمیده شدن ساقه، تحریک گلدهی، تشکیل رنگدانه‌های میوه و رسیدن میوه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سایر موارد، مثلاً برای طولانی کردن عمر گل و جلوگیری از ریزش گلبرگها و گلچه‌ها از محلول تیوسولفات نقره (STS) در جهت کاهش اثر اتیلن استفاده می‌شود.

ـ اسید آبسیسیک (ABA) از هورمونهای بازدارنده به‌شمار می‌رود. اسید آبسیسیک ریزش برگها و گلبرگها را تحریک می‌کند و در فرآیندهای دیگر نیز مؤثر است. اسید آبسیسیک از هورمونهای مؤثر بر مرحلهٔ رشد رویشی نیست بلکه در مراحل بلوغ و پیری نقش مؤثری به عهده دارد. این هورمون، نقش مهم تجاری در محصولات گلخانه‌ای ندارد.

ـ ترکیبات مصنوعی فراوانی وجود دارد که برای کنترل رشد گیاهان گلخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد شامل مواد شیمیایی کندکنندهٔ رشد طولی نظیر A - Rest^{R}، B - Nine^{R}، Bonzi^{R}، Cycocel^{R}، Sumagic^{R}؛ و عوامل شیمیایی متوقف‌کننده جوانه‌ها مانند Atrimmec^{R} و O^{R} - Shoot - Off؛ و مادهٔ تولیدکنندهٔ اتیلن یعنی Florel^{R} می‌باشند.

ترکیبات تنظیم‌کنندهٔ رشد . . . . . .

در این بخش، هورمونهای مهم تجاری و ترکیبات تنظیم‌کنندهٔ رشد گیاهی قرار دارند. سرفصلها براساس اسامی ترکیبات تنظیم‌شده است. زیرا این مواد دارای برخی اثرات مشابه و مشترکند. موارد استفاده از این مواد و سایر تنظیم‌کننده‌ها در جداول

۱۲-۱ تا ۱۲-۱۲ (Tayama and Carver 1989) ارائه شده است. موارد استفادهٔ این مواد، از موارد گفته شده در جداول بالا افزونتر است. لیکن پرورش‌دهندگان باید به دستورات قید شد. بر روی اتیکت توجه کرده و عمل کنند.

اکسینها

اکسینها در حرکات رشد گرایشی گیاهان (Tropism) نقش دارند. این حرکات شامل رشدروبه‌پایین‌ریشه‌ها، رشد رو به بالای ساقه‌ها وگرایش شاخه‌ها و برگها به سمت نورند.

ـ اعتقاد بر این است که به علت غیرفعال شدن اکسین در برابر نور، شاخه‌ها به طرف منبع نور رشد می‌کنند. این پدیده در بخش روشن ساقه به‌وجود می‌آید. بدین‌ترتیب، بخش تاریک تحریک و تشویق به رشد بیشتری می‌شود.

ـ در ضمن اکسین مانع رشد شاخه‌های جانبی می‌شود. هنگامی که نوک شاخه قطع می‌شود، منبع اکسین در شاخه از بین می‌رود و شاخه‌های جانبی برای فعالیت و رشد آماده می‌شوند. براین اساس در بعضی از گیاهان گلدار به منظور رشد شاخه‌های جانبی انتهای ساقه‌ها را قطع می‌کنند (نوک‌برداری می‌کنند). زمانی در یک گیاه حاکمیت و برتری نوک شاخه بروز می‌کند که فقط یک شاخه غالب وجود داشته باشد. هنگامی برتری و حاکمیت نوک شاخه از بین می‌رود که چندین شاخه جانبی به‌طور همزمان رشد کنند.

ـ کاربرد فعال اکسین در ریشه‌زایی قلمه‌ها است. موادی که به‌طور تجاری برای این منظور به‌کار برده می‌شوند، شامل: اسید اندول بوتیریک، اسیداندول پروپیونیک و اسید نفتالین‌استیک هستند. معمولاً اسیداندول‌بوتیریک‌واسیدنفتالین‌استیک‌به‌صورت‌ترکیب یافت‌می‌شوند. برای‌تشکیل‌ریشه‌در انواع قلمه‌ها، بیشتر از مواد ریشه‌زا استفاده می‌شود. تشکیل‌ریشه‌سریع‌شده‌ودرنهایت‌سیستم‌ریشه معمولاً بسیار گسترش می‌یابد. در بعضی از گونه‌ها، تیمار با اکسین مفید واقع می‌شود لیکن در برخی دیگر هیچ نوع تأثیری ندارد.

جدول شماره ۱-۱۲ـ توصیه‌های لازم جهت کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد در پرورش گلها و گیاهان زینتی

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
Accel^{R} N-(phenylmethyl)-9-(Tetra-hydro-2H-pyran- 2 - yl) -9 Hpurin - 6 - amine به جدول شماره ۲-۱۲توجه‌فرمایید	میخک (استاندارد و مینیاتور)	تولید شاخه‌های جانبی	۵۰۰PPm (محلول‌پاشی)	در گیاهان جوان، پس از حذف جوانه رأسی تمام ـ گیاه را به وسیلهٔ محلول فوق‌اسپری‌می‌کنید. درگیاهان‌مسن پس از بریدن گلها محلول را به ناحیه‌ای، از گیاه که شاخه‌دهی مورد نیاز است (۴۵-۳۰ سانتیمتر) بپاشید.	از مواد مرطوب‌کننده استفاده کنید. فقط برای انواع گیاهانی که روی اتیکت پیشنهاد شده است مصرف کنید. این ماده قابلیت انتقال ندارد.
	رُز	تولید شاخه‌های جانبی	۲۰۰PPm (محلول‌پاشی)	به قسمتهایی از گیاه اسپری کنید که تشکیل‌شاخه مورد نیاز است. اگر محلول‌پاشی بعد از هرس یا برداشت گل انجام شود نتیجه بهتری می‌دهد.	از مواد مرطوب‌کننده استفاده نمائید. فقط برای گیاهان ذکر شده در اتیکت به‌کار ببرید. این ماده قابلیت انتقال ندارد.
A - Rest^{R} (ancymidol)	گیاهان فصلی (به لیست روی اتیکت توجه کنید)	کنترل رشد طولی	۳۳-۱۳۲PPm (محلول‌پاشی)	۴-۲ هفته بعد از انتقال گیاه به محل اصلی، زمانی که ریشه‌ها به‌طور کامل تثبیت شده‌اند مصرف کنید.	دامنه حساسیت گونه‌ها نسبت به این ماده وسیع است.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	داوودی (گلدانی)	کنترل رشد طولی	۳۳-۶۶PPm (محلول‌پاشی)	زمانی‌که طول ساقه‌های تازه رشدکرده ۵ یا ۶ سانتیمتر است و حدود ۱۴ روز پس از نوک‌برداری محلول‌پاشی کنید. در صورت لزوم ۲-۱ هفته بعد تکرار کنید.	بعضی از واریته‌ها نسبت به واریته‌های دیگر حساس‌ترند.
			برای هر گلدان ۱۵ سانتیمتری ۰/۵۰-۰/۲۵ میلی‌گرم از مادهٔ مورد نظر استفاده شود (خیساندن)	زمانی‌که‌طول‌ساقه‌های‌تازه‌رشدکرده ۵ تا ۶ سانتیمتر می‌باشد و دو هفته بعد از نوک‌برداری این عمل را انجام دهید. تیمار دوم مورد نیاز نیست مگر اینکه تیمار در دو مرحله انجام شود.	بعضی واریته‌ها حساستر از سایرین می‌باشند. خیس کردن خاک به‌طور یکنواخت و همگن اهمیت فراوانی دارد.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
Benzyl - adenine (BA) (N-6,benzyl aminopurine) به جدول ۶-۱۲ توجه کنید	کاکتوس	رشد شاخه‌ها	۱۰۰PPm (محلول‌پاشی)	پس از کاشت گیاه هنگامی‌که رشدشاخه‌های رویشی تازه آغاز شده است. در حین رویش دوباره تکرار نشود.	نتایج نسبت به ارقام مختلف متفاوت است. ابتدا در گروه کوچکی آزمایش ـ کنید. از مواد مرطوب‌کننده به‌وسیله محلول‌پاش استفاده کنید.
		تعداد جوانه‌ها را در مرحلهٔ رشد زایشی افزایش می‌دهد	۱۰۰PPm محلول‌پاشی	۱۴-۱۰ روز پس از آغاز شرایط روز کوتاه و یا زمانی‌که جوانه‌های مشاهده شوند، مصرف کنید.	نتایج در ارقام مختلف متفاوت است و باید قبلاً در گروه کوچک مورد آزمایش قرار گیرد. از مواد مرطوب‌کننده به‌وسیله محلول‌پاشی استفاده کنید.
B-Nine SP Alar 85 (dominozide) به جدول ۷-۱۲ توجه کنید	آزالیا	تسریع و تحریک گلدهی	۱۵۰۰-۲۵۰۰ PPm محلول‌پاشی	۶-۴ هفته پس از آخرین نوک‌برداری به‌کار برده می‌شود	عکس‌العمل گیاه را نسبت به روز کوتاهی تشویق کرده و موجب تشکیل شدن سریع جوانه‌های گل می‌شود.
	گیاهان فصلی (به لیست مندرج در اتیکت توجه کنید.)	کنترل رشد طولی	۲۵۰۰-۵۰۰۰ PPm محلول‌پاشی	۴-۲ هفته پس از انتقال گیاهان به‌کار برده شود. می‌توان هر ۴-۳ هفته یک‌بار تکرار کرد.	برای اطلسی‌ها هنگامی‌که قطر گلها ۵-۳ سانتیمتر است مصرف کنید.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	داوودی گلدانی	کنترل رشد طولی	۲۵۰۰-۵۰۰۰ PPm محلول‌پاشی	هنگامی‌که طول شاخه‌های تازه رشدکرده ۳-۲/۵ سانتیمتر باشد یا تقریباً ۱۴-۱۰ روز پس از نوک‌برداری مصرف شود. در صورت لزوم ۲-۱ هفته بعد تکرار می‌شود	بعضی از ارقام بسیار حساستر از بقیه هستند.
	داوودی (شاخه بریده)	کنترل رشد طولی	۲۵۰۰-۵۰۰۰ PPm محلول‌پاشی	۶-۴ هفته پیش از غنچه‌دهی مصرف شود نباید این عمل دیرتر از حذف جوانه‌ها صورت گیرد.	در گیاهان گلدار بیشتر موجب کاهش طول دمگل و تقویت آن می‌شود.
	کوکب (گلدانی)	کنترل رشد طولی	برای هر گلدان ۱۵ سانتیمتری ۲-۰/۵ میلی‌گرم (خیساندن)	دیرتر از ۲ هفته پس از کشت به‌کار برده نشود. زمانی که طول ساقه‌ها حدود ۰/۵ سانتیمتر است.	بعضی از واریته‌ها احتمالاً نیاز به تیمار ندارند. بعضی دیگر حساسیت متفاوتی نشان می‌دهند.
	سوسن واریته‌های 'Ace' 'Nellie White'	کنترل رشد طولی	۶۶-۳۳ PPm محلول‌پاشی	زمانی‌که گیاهان طولی حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر دارند. اگر تیمار در دو مرحله باشد، مقدارباقیمانده‌را ۲-۱ هفته‌بعدمصرف‌می‌کنند.	اگر جوانه‌ها ظاهر شده باشند، از کاربرد آن خودداری‌کنید، زیراجوانه‌هاآسیب‌می‌بینند. احتمال بادبزنی شدن برگ‌ها وجود دارد.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
			برای هر گلدان ۱۵ سانتیمتری مقدار ۰/۲۵ میلی‌گرم (خیساندن)	هنگامی‌که طول گیاهان تا ۲۰ سانتیمتر است مصرف کنید. اگر تیمار در دو مرحله باشد، مقدار باقیمانده را ۲-۱ هفته بعد مصرف می‌کنید.	مصرف آن در دو مرحله پیشنهاد می‌شود خیس بودن همگن توده خاک بسیار مهم است.
	گیاهان برگی (به لیست روی اتیکت نگاه کنید)	کنترل رشد طولی	۱۳۲-۳۳ PPm (محلول پاشی)	۴-۲ هفته پس از انتقال و هنگامی‌که ریشه‌ها کاملاً تثبیت شده‌اند مصرف شود.	دامنه‌حساسیت‌گونه‌های‌مختلف‌وسیع است. شیشه‌های پر شده در فلوریدا برای بعضی از گونه‌ها به‌کار می‌رود.
	شمعدانی (گیاهچه)	کنترل‌رشدطولی، تسریع گلدهی	۲۰۰ PPm (محلول‌پاشی)	هنگامی که گیاهان دارای ۴-۲ برگ هستند و حدود ۳-۲ هفته پس‌از انتقال‌مصرف‌شود.	شاخه‌زایی را نیز تشدید می‌کند.
	ژربرا (گلدانی)	کنترل رشد طولی	برای هر گلدان ۱۵ سانتیمتری ۰/۲۵-۰/۱۲۵ میلی‌گرم محلول‌پاشی (خیساندن)	۴-۲ هفته پس از انتقال و هنگامی که ریشه‌ها کاملاً تثبیت شده‌اند، به‌کار برده شود.	ممکن است نیازی به تیمار نباشد. ازاین‌رو در آغاز روی گروه کوچکی از گیاهان آزمایش کنید.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	بنت‌القنسول	کنترل رشد طولی	۶۶-۳۳ PPm (محلول‌پاشی)	هنگامی‌که طول شاخه‌های تازه رشد کرده حدود ۶-۵ سانتیمتر باشد و حدود ۱۴ روز بعد از نوک‌برداری مصرف کنید. در صورت لزوم ۲-۱ هفته بعد تکرار کنید.	برخی از ارقام نسبت به بعضی دیگر حساسترند. آخرین تیمار در پاییز ابری و خنک باید در ۱۵ مهر و در پاییز گرم و روشن اول آبان انجام بگیرد.
			برای هر گلدان ۱۵ سانتیمتری مقدار ۰/۵۰-۰/۲۵ میلی‌گرم (خیساندن)	هنگامی‌که طول شاخه‌های تازه رشد کرده ۶-۵ سانتیمتر است. تقریباً ۱۴ روز پس از نوک‌برداری احتیاج به تکرار نیست. مگر اینکه تیمار دومرحله‌ای باشد.	خیس بودن متجانس توده خاک اهمیت دارد. آخرین تیمار در پاییز ابری و خنک باید ۱۵ مهر و در پاییز گرم و روشن اول آبان انجام پذیرد.
	لاله (گلدانی)	کنترل رشد طولی	برای هر گلدان ۱۵ سانتیمتری ۰/۵۰-۰/۱۲۵ میلی‌گرم (خیساندن)	۲-۱ هفته پس از انتقال به گلخانه جهت فورسه کردن پیازها مصرف شود. اگر زمان مصرف ۲ روز بعد انجام پذیرد تأثیر آن به مقدار زیاد کاهش می‌یابد.	عکس‌العمل نسبت به ارقام مختلف و زمان گلدهی متغیر است. سرمادهی به روش درست باید انجام گرفته باشد.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
Atrimmec® (dikegulac Sodium) جدول ۵-۱۲ را نگاه کنید	آزالیا	رشد شاخه‌های جانبی، کاهش رشد طولی شاخه‌ها	۳/۱۲۰-۶/۲۴۰ PPm محلول‌پاشی	هم روی شاخه‌های نوک‌برداری نشده به طول ۴-۲ سانتیمتر و هم شاخه‌های نوک‌برداری شده سه روز بعد از نوک‌برداری مصرف شود. تیمار بعدی را می‌توان با همین روش تکرار کرد. آخرین تیمار ۲ هفته قبل از آخرین نوک‌برداری باید صورت گیرد.	نسبت به واریته‌های مختلف متغیر است. اگر تیمار دیرتر انجام شود احتمالاً گلدهی به تأخیر می‌افتد. زردی و توقف رشد ممکن است مشاهده شود. به اطلاعات درج شده بر روی برچسب توجه کنید.
	۱۵ نوع گیاه گفته شده در روی اتیکت	رشد شاخه‌های جانبی، کاهش رشد طولی شاخه‌ها	۴۶۰-۴۶۸۰ PPm محلول‌پاشی	سه روز بعد از چیدن و یا نوک‌برداری مصرف شود.	احتمال زرد شدن برگها وجود دارد. به کلیه نکات ویژه مندرج در اتیکت توجه کنید. در شاخه‌های اسپری شده، ماده مورد نظر به نوک شاخه‌ها راه می‌یابد.
	گیاهان برگ زینتی	کنترل رشد طولی	تشدید رنگ ۲۵۰۰PPm محلول‌پاشی	زمانی‌که شاخه‌های تازه رشدکرده در مرحلهٔ شروع رشد طولی هستند. ممکن است دو یا چندین بار تکرار شود.	برای Sun Belt توصیه شده است.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	گاردنیا	کنترل رشد طولی	۵۰۰۰PPm محلول‌پاشی	هنگامی‌که گیاهان به $\frac{۲}{۳}$ رشد نهایی خود رسیدند مصرف کنید.	
	گلوکسینیا	کنترل رشد طولی	۷۵۰PPm محلول‌پاشی	۲-۱ هفته بعد از انتقال گیاهان پیش از شروع رشد طولی باید به‌کار برده شود.	برای رشد طولی نیاز به روشنایی بسیار کمتری است.
	هورتانسیا (تابستانه)	کنترل رشد طولی	۵۰۰۰-۷۵۰۰ PPm محلول‌پاشی	۴ هفته پس از نوک‌برداری مصرف شود. در صورت لزوم تکرار شود، ولی پس نیمهٔ مرداد نباید مصرف شود.	
	هورتانسیا (بهاره شده)	کنترل رشد طولی	۵۰۰۰PPm محلول‌پاشی	۳-۲ هفته پس از شروع عمل بهاره کردن مصرف شود پس وقتی که ۵-۴ برگ روی گیاه وجود دارد) پس از یک هفته تکرار شود.	در صورت نیاز پس از ظاهر شدن جوانه‌های گل می‌توان مصرف کرد. به منظور جلوگیری از کوچک شدن اندازه، گلها، حداقل تا شش هفته قبل از فروش از به‌کار بردن این ماده خودداری کنید.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	مرجان (کالنگوئه)	کنترل رشد رویشی	۵۰۰۰PPm محلول‌پاشی	اولین مرحله مصرف حدود ۲ هفته پس از نوک‌برداری انجام می‌گیرد. در صورت لزوم تیمارهای بعدی را با فواصل دو هفته در میان و در شرایط روزهای بلند تکرار کنید.	در گیاهان تیمار شده ممکن است گلدهی ۷ تا ۱۰ روز به تعویق بیافتد.
	مرجان (کالنگوئه)	کنترل رشد ساقه گل‌دهنده	۵۰۰۰PPm محلول‌پاشی	اولین مرحله ۲ تا ۳ هفته پس از شروع روزهای کوتاه انجام می‌گیرد. ۳-۲ هفته بعد تکرار شود.	طول ساقه‌های اصلی گل‌دهنده و نیز ساقه‌های جانبی گلدهنده را کوتاه می‌کند.
	بنت‌القنسول	کنترل رشد طولی	۲۵۰۰PPm محلول‌پاشی	هنگامی‌که شاخه‌های تازه رشد کرده ۴-۵ سانتیمتر رشد کردند مصرف کنید. در صورت لزوم هر ۲-۱ هفته یک‌بار عمل را تکرار کنید.	اگر با سایکوسل مخلوط شود پس از دهم مهرماه مصرف نکنید. فقط یک‌بار به‌کار ببرید، از B - Nine SP حدود ۲۵۰۰PPm واز سایکوسل ۱۵۰۰PPm به‌کار ببرید.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
Bonzipaclo butrazol به جدول ۸-۱۲ و ۹-۱۲ توجه کنید	بنت‌القنسول	کنترل رشد طولی	۸-۶۳PPm محلول‌پاشی	هنگامی‌که ساقه‌های تازه رشد کرده به طول ۵-۴/۵ سانتیمتر رسیدند	متجانس بودن گیاهان در هنگام محلول‌پاشی لازم است. مقدار کاربرد به دمای شب بستگی دارد.
			برای هر ۶ اینچ مربع از سطح گلدان ۰/۱۲۵-۰/۲۵ میلی‌گرم خیساندن	هنگامی‌که ساقه‌ها تازه رشد کرده و طول آنها به ۵ سانتیمتر رسید. ۴ اونس در هر گلدان ۱۵ سانتیمتری مصرف کنید.	
Cycocel (chlor C.C.C) meguat, به جدول ۱۰-۱۲ توجه کنید.	آزالیا	زود تشکیل شدن گل	۲۵۰۰PPm محلول‌پاشی	اولین کاربرد ۶-۴ هفته پس از آخرین سربرداری شاخه‌ها انجام می‌گیرد. یک هفته بعد دوباره تکرار شود.	برخی از ارقام حساستر هستند. احتمال کلروز و در صورت مصرف نکردن تأخیر در گلدهی صورت می‌گیرد.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	گیاه مرموزه	ایجاد حالت متراکم	۱۰۰۰PPm محلول‌پاشی	زمانی‌که جوانه‌ها ظاهر شدند مصرف کنید. تیمار جداگانه را می‌توان به نسبت $\frac{1}{2}$ و هر دو هفته یک‌بار انجام داد.	طویل شدن مصنوعی طول روز یا دمای بالای بهاره کردن مفید خواهد بود.
	شمعدانی (شاخه بریده) (قلمه)	کنترل رشد طولی	۱۵۰۰-۲۰۰۰ PPm محلول‌پاشی	هنگامی‌که طول ساقه‌های تازه رشد کرده به ۵-۴/۵ سانتیمتر رسید مصرف کنید. تیمار بعدی احتمالاً ۲ هفته بعد انجام شود.	غلظت بیشتر احتمالاً سبب بروز کلروز و زرد شدن اطراف برگ شود.
	شمعدانی (نهال) (گیاهچه)	کنترل رشد طولی زودگلدهی	۱۵۰۰PPm محلول‌پاشی	زمانی‌که گیاهان دارای ۴-۲ برگ هستند مصرف کنید. حدود ۳-۲ هفته پس از انتقال در صورت نیاز هر ۲-۱ هفته یک‌بار تکرار کنید. در صورت مشاهده جوانه‌های گل به کار نبرید.	تشکیل شاخه و زودگلدهی را تشویق می‌کند. احتمالاً موجب کلروز و زردی در حاشیه برگها شود.
			۳۰۰۰-۴۰۰۰ PPm خیساندن	هنگامی‌که گیاهان ۴-۲ برگه هستند فقط یک‌بار مصرف کنید.	

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	بنت‌القنسول	کنترل رشد طولی	۱۵۰۰-۳۰۰۰ PPm محلول‌پاشی	هنگامی‌که شاخه‌های تازه رشد یافته به طول ۵-۴/۵ سانتیمتر رسیدند مصرف کنید. در صورت لزوم هر ۲-۱ هفته یک‌بار تکرار کنید.	احتمالاً موجب کلروزه شدن حاشیه برگ شود. که بعداً برطرف می‌شود. آخرین مرحله مصرف باید در پاییز سرد و ابری ۲۳ مهر و پاییز گرم و روشن ۱۱ مهر انجام پذیرد.
			۳۰۰۰PPm خیساندن	هنگامی‌که ساقه‌های جوان به طول ۵ سانتیمتر رسیدند، نیاز به تکرار ندارد.	آخرین تیمار ۲۳ مهر
Florel^{R} (ethephon) به جدول ۱۱-۱۲ نگاه کنید	گیاهان خانواده آناناس	گل‌انگیزی	۲۵۰۰PPm محلول‌پاشی	هنگامی‌که گیاهان ۲-۱/۵ ساله شدند جهت گل‌انگیزی به‌کار برده می‌شود	در روی گیاهان باید ظرف ۳-۲ ماه گلها ظاهر شوند.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	نرگس (گلدانی)	کنترل رشد طولی	۲۰۰۰PPm محلول‌پاشی	هنگامی‌که طول برگها یا ساقه گل‌دهنده به ۱۰ سانتیمتر رسید مصرف کنید. در هنگام مصرف شاخه و برگ نباید خیس باشند ۳-۲ روز پس از مصرف اول می‌توانید دوباره تکرار کنید. در صورت مشاهده جوانه گل، مصرف نکنید.	غلظت و تعداد دفعات مصرف به نوع واریته و زمان گلدهی بستگی دارد. برای تولید گل باید پیازها سرمای لازم را ببینند. پس از مصرف به مدت ۱۲ ساعت شاخه و برگ را خیس نکنید. در هنگام مصرف فلورل دمای گلخانه باید ۶۵-۶۰ درجه فارنهایت باشد.
	شمعدانی (شاخه بریده) (قلمه)	موجب افزایش قدرت شاخه‌زایی پایه‌های مادری می‌شود	۵۰۰PPm محلول‌پاشی	پس از استقرار گیاهان پایه مادر به فاصله ۴ هفته از هم به‌کار برید (فقط دو مرتبه). ۶-۴ هفته پیش از برداشت شاخه‌های بریده شروع کنید	موجب تشویق رشد شاخه‌های جانبی و کاهش اندازه برگ و طول ساقه، تسریع در ریشه‌زایی و از بین رفتن خوشه‌های گل می‌شود.
		افزایش قدرت شاخه‌زایی در گیاهان گلدانی	۵۰۰PPm محلول‌پاشی	اولین مرحله مصرف، هنگامی است که جوانه‌ها تازه بیدار شده و یا طول ساقه‌ها ۵-۴ سانتیمتر شدند. از شش هفته پیش از فروش نباید مصرف شود.	موجب رشد شاخه‌های جانبی، کاهش اندازه برگ، طول ساقه و از بین رفتن جوانه‌های گل می‌شود.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	سنبل	کنترل رشد طولی، کاهش خمیدگی حاصل در ساقه گل‌دهنده	۱۰۰۰PPm محلول‌پاشی	زمانی‌که طول برگها و ساقه‌های گل‌دهنده به ۸-۷ سانتیمتر رسید مصرف کنید. شاخه و برگ گیاه نباید خیس باشند. غنچه‌ها هنوز تغییررنگ نداده باشند. در صورت لزوم ۲ روز بعد تکرار کنید.	غلظت و تعداد تیمار نسبت به ارقام مختلف و زمان گلدهی متفاوت است. پیازها باید سرمای لازم را دیده باشند. شاخه و برگ را تا ۱۲ ساعت بعد از مصرف خیس نکنید. فلورل باید در دمای ۶۵-۶۰ درجه فارنهایت به‌کار برده شود.
off-shoot-o	آزالیا	رشد شاخه‌های جانبی	۱۵۵-۶۳ میلی‌متر در لیتر محلول‌پاشی	زمانی‌که گیاه در حال فعالیت باشد جهت سربرداری (نوک‌چینی) شیمیایی استفاده می‌شود. جهت تأثیر بیشتر بهتر است به صورت مه‌پاش مصرف شود.	زمانی‌که هوا کاملاً آرام است استفاده کنید.
Pro - Gibb^{R} (Gibberellic acid$GA_{۳}$به‌جدول ۱۲-۱توجه فرمائید	آزالیا	جایگزین تیمار سرمادهی می‌گردد	۲۵۰ PPm محلول‌پاشی	۳ هفته پس از تیمار سرمادهی، هر سه هفته یک‌بار در آغاز زمان سرمادهی به‌کار برید	برای جایگزین شدن سه هفته سرمادهی به‌کار برده می‌شود. در محلول از مواد خیس‌کننده استفاده کنید.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	داوودی (منگوله‌ای)	طویل شدن طول ساقه گلدهنده	۲۰PPm محلول‌پاشی	۴ هفته پس از شروع روزهای کوتاه استعمال می‌شود. جوانه‌ها باید ظاهر شده باشند. اما پیش از اینکه ساقه‌های جانبی شروع به رشد و طویل شدن کنند باید مصرف شود.	در محلول از مواد خیس‌کننده استفاده کنید.
داوودی (استاندارد)	طویل شدن ساقه گلدهنده		۱۰PPm محلول‌پاشی	۲ هفته پس از کاشت گیاهان مصرف کنید. ۲ هفته بعد تکرار کنید.	غلظت زیاد احتمالاً موجب ضعیف شدن ساقه می‌شود. از مواد خیس‌کننده استفاده کنید.
	سیکلامن	گلدهی را تسریع می‌کند	۱۰-۲۵PPm محلول‌پاشی	زمانی‌که جوانه‌های بغل برگها به اندازه نوک سوزن شدند مصرف کنید. حدوداً هنگامی‌که ۱۲-۱۰ عدد برگ روی گیاه باشد. پیش از تشکیل برگها به محل طوقه گیاه محلول‌پاشی شود. برای هیبریدهای نسل اول ۱۰PPm مصرف کنید.	گلدهی را حدود یک‌ماه از زمان طبیعی آن جلو می‌اندازد. اگر بیش از حد مصرف شود موجب ضعیف شدن ساقه‌های گلدهنده می‌شود.

مواد	نوع محصول	هدف از کاربرد	غلظت و روش مصرف	زمان استعمال (کاربرد)	ملاحظات
	آویز	طویل شدن ساقه	۲۵۰PPm محلول‌پاشی	چهار مرتبه در هفته تا تشکیل تنه گیاه به حالت (فرم) درخت به‌کار برده می‌شود	جهت حفظ حالت عمودی، گیاه را به قیم ببندید. از مواد خیس‌کننده استفاده کنید.
	شمعدانی	طویل شدن ساقه	۲۵۰PPm محلول‌پاشی	تا تشکیل فرم کامل گیاه هر چهار هفته یک‌بار به‌کار برید	جهت ایجاد رشد عمودی، گیاه را به قیم ببندید. از مواد خیس‌کننده استفاده کنید.
	گل ادریسی (هورتانسیا)	جایگزین تیمار سرمادهی می‌شود	۵PPm محلول‌پاشی	۴ بار در هفته مصرف کنید. جایگزین تیمار سرمادهی می‌شود.	نسبت به توصیه‌های روی اتیکت توجه کنید. گیاهان احتمالاً طویل شوند. از مواد خیس‌کننده استفاده کنید.

۱ـ این لیست فقط جهت اطلاع ارائه شده است. هدف تأیید موارد گفته شده نیست. و نه انتقاد از موادی که در این لیست گفته نشده است. پیش از خرید و مصرف هر نوع تنظیم‌کننده رشد، حتماً شیشه محتوی ماده را کنترل کنید، مقدار و تعداد دفعات مصرف را دقیقاً فرا گیرید. نسبت تیمارهایی که معمولاً به‌کار برده می‌شوند عبارتند از: برای محلول‌پاشی، یک گالن برای هر ۲۰۰ فوت‌مربع در سطح زمین، برای خیساندن، یک اونس برای $2\frac{1}{4}$ اینچ، ۳ اونس برای ۴ اینچ، ۴ اونس برای ۵ اینچ، ۶ اونس برای ۸ اینچ و ۸ اونس برای ۱۰ اینچ از سطح گلدان است.

جدول شماره ۲-۱۲ـ غلظت و رقت آکسل (Accel) ـ محلول‌پاشی برگی

(۱/۳ درصد ماده فعال، ۱۳/۱ میلی‌گرم ماده فعال در هر میلی‌لیتر)

غلظت	رقت (محلول)	
(P.P.m)	اونس در گالن	میلی‌لیتر در لیتر
۵۰	۰/۶۶	۳/۸
۱۰۰	۱/۳۳	۷/۷
۲۰۰	۱/۶۴	۱۵/۴
۵۰۰	۶/۶۶	۳۸/۵

جدول ۳-۱۲ـ دُز، غلظت و رقت آ ـ رست ($A - Rest^R$) ـ خیساننده محیط رشد*

(۰/۰۲۶۴ درصد ماده فعال، ۰/۲۶۴ میلی‌گرم ماده فعال در میلی‌لیتر)

دُز (میلی‌گرم برای هر گلدان در اندازه‌های داده شده)							غلظت	رقت	
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	PPm	اونس‌درگالن	میلی‌لیتردرلیتر
۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶۳	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۲۵	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۷	۰/۳۵	۲/۷
۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۲۶	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۳۴	۰/۴۲	۱/۴	۰/۶۵	۵/۳
۰/۰۷۵	۰/۱۵	۰/۲۲۵	۰/۳۰	۰/۳۷۵	۰/۴۵	۰/۶۰	۰/۷۵	۲/۵	۱/۳	۹/۵
۰/۱۵	۰/۳۰	۰/۴۵۰	۰/۶۰	۰/۷۵۰	۰/۹۰	۱/۲	۱/۵۰	۵/-	۲/۵۵	۱۹/۰

* - دُز مورد لزوم را در ستون بالا تحت حجم مناسب خیساننده تعیین کنید، رقت مناسب را از ستون رقت تعیین کنید.

یک فوت ≅ ۳۰ سانتیمتر
یک اینچ ≅ ۲/۵ سانتیمتر
یک اونس ≅ ۲۸/۳ گرم
یک گالن ≅ ۳/۸ لیتر

جدول شماره ۴-۱۲ـ غلظت و رقت آ - رست (A - Rest^{R}) محلول‌پاشی برگی (شاخه و برگ)
(۰/۰۲۶۴٪ ماده فعال، ۰/۲۶۴ میلی‌گرم ماده فعال در هر میلی‌لیتر)

غلظت به PPm	رقت	
	اونس در یک گالن محلول	میلی‌لیتر در یک لیتر محلول
۱۰	۴/۹	۳۸
۲۵	۱۲/۱	۹۵
۳۳	۱۶	۱۲۵
۵۰	۲۴/۲	۱۹۰
۶۶	۳۲	۲۵۰
۱۰۰	۴۸/۵	۳۸۰
۱۳۲	۶۴	۵۰۰
۲۰۰	۹۷	۷۶۰

جدول شماره ۵-۱۲ـ غلظت و رقت اتریمک (Atrimmec^{R}) ـ محلول‌پاشی برگی (شاخه و برگ)

غلظت به PPm	رقت*	
	اونس در یک گالن محلول	میلی‌لیتر محلول
۴۶۰	۰/۳	۲/۳
۷۸۰	۰/۵	۳/۹
۹۴۰	۰/۶	۴/۷
۱۱۸۰	۰/۷۵	۵/۹
۱۵۶۰	۱	۷/۸
۲۰۴۰	۱/۳	۱۰/۲
۲۳۴۰	۱/۵	۱۱/۷
۲۵۰۰	۱/۶	۱۲/۵
۳۱۲۰	۲/ـ	۱۵/۶
۴۶۸۰	۳/ـ	۲۳/۴
۶۲۴۰	۴/ـ	۳۱/۲

* ـ توصیه برای استفاده محصول در روی شیشه به صورت اونس در گالن داده شده است

جدول ۶-۱۲ـ رقیق‌سازی بنزیل آدنین جهت تهیه محلول به غلظت ۱۰۰PPm برای محلول‌پاشی روی شاخه و برگ

رقیق‌سازی (تهیه غلظت) محلول ۱۰۰PPm*	
۱۰۰ میلی‌گرم	در یک لیتر آب
۵۰۰ میلی‌گرم	در پنج لیتر آب (۱/۳ گالن)
یک گرم	در ۱۰ لیتر آب (۲/۶ گالن)
۵ گرم	در ۵۰ لیتر آب (۱۳/۲ گالن)
۲۵ گرم	در ۲۵۰ لیتر آب (۶۶/۱ گالن)

* - در آغاز ذرات بنزیل آدنین را در مقدار کمی الکل حل کنید، سپس با افزودن آب مقطر حجم محلول مورد نیاز را تکمیل کنید.

جدول ۷ـ۱۲ـ رقت و غلظت ب ـ ناین (B - Nine^{R}) یا آلار ۸۵ (Alar 85^{R}) ـ محلول‌پاشی برای شاخه و برگ ۸۵٪ ماده اصلی، ۸۵۰ میلی‌گرم ماده اصلی در هر گرم

غلظت PPm	رقت		
	اندازه پیمانه در گالن*	اونس در گالن	گرم در لیتر
۷۵۰	۱ کوچک	۰/۱۱	۰/۸۸
۱۵۰۰	۱ بزرگ	۰/۲۳	۱/۷۶
۲۵۰۰	۲ بزرگ	۰/۴۰	۲/۹۴
۵۰۰۰	۴ بزرگ	۰/۸	۵/۸۸
۷۵۰۰	۶ بزرگ	۱/۲۰	۸/۸۲

* ـ فقط دُز تقریبی با اندازه پیمانه توسط، حتی‌الامکان از اندازه‌های وزنی استفاده کنید.

جدول ۸-۱۲ـ غلظت و رقت بنزی (Bonzi^{R}) ـ محلول برای محلول‌پاشی برگی (شاخه و برگ)
(۰/۴٪ ماده اصلی، ۴ میلی‌گرم ماده اصلی در هر میلی‌لیتر)

غلظت (PPm)	رقت	
	اونس در گالن	میلی‌لیتر در لیتر
۱۰	۰/۳۲	۲/۵
۲۵	۰/۸۰	۶/۳
۳۱/۲۵	۱/-	۷/۸
۴۶/۹	۱/۵۰	۱۱/۷
۵۰	۱/۶۰	۱۲/۵
۶۲/۵	۲/-	۱۵/۵
۷۵	۲/۴۰	۱۸/۸
۹۲/۷۵	۳/-	۲۳/۴
۱۰۰	۳/۲۰	۲۵

جدول ۹-۱۲ـ غلظت و رقت بنزی (Banzi^{R}) ـ خیساندن محیط کشت
(۰/۴٪ ماده اصلی، ۴ میلی‌گرم ماده اصلی در هر میلی‌لیتر)

غلظت	رقت	
میلی‌گرم در هر گلدان ۶ اینچی	اونس در گالن	میلی‌لیتر در لیتر
۰/۱۲۵	۰/۰۳	۰/۲۶
۰/۱۸۸	۰/۰۵	۰/۳۹
۰/۲۵۰	۰/۰۷	۰/۵۲

جدول ۱۰-۱۲ـ غلظت و رقت سایکوسل ($Cycocel^R$) ـ محلول‌پاشی برگی (شاخه و برگ) یا محلول خیساننده برای محیط کشت

(۱۱/۸٪ ماده اصلی، ۱۱۸ میلی‌گرم ماده اصلی در هر میلی‌لیتر)

غلظت (PPm)	رقت	
	اونس در گالن	میلی‌لیتر در لیتر
۱۰۰۰	۱/۱	۸/۵
۱۵۰۰	۱/۶	۱۲/۷
۲۰۰۰	۲/۲	۱۷
۲۵۰۰	۲/۷	۲۱/۲
۳۰۰۰	۳/۳	۲۵/۴
۴۰۰۰	۴/۴	۳۴
۵۰۰۰	۵/۴	۴۲/۴

جدول ۱۱-۱۲ـ غلظت و رقت فلورل ($Florel^R$) محلول‌پاشی برگی (شاخه و برگ)*

(۳/۹٪ ماده اصلی، ۳۹ میلی‌گرم ماده اصلی در هر میلی‌لیتر)

غلظت (PPm)	رقت	
	اونس در گالن	میلی‌لیتر در لیتر
۵۰۰	۱/۶	۱۳
۱۰۰۰	۳/۲	۲۶
۱۵۰۰	۴/۸	۳۹
۲۰۰۰	۶/۴	۵۲
۲۵۰۰	۸/-	۶۵
۳۰۰۰	۹/۶	۷۷

* ـ اگر استفاده از آب معمولی اشکال ایجاد کند، آب مقطر به‌کار ببرید. اگر اسیدیته آب بالای ۷ باشد تأثیر فلورل را کاهش می‌دهد.

جدول ۱۲-۱۲ـ غلظت و رقت محلول پرو ـ گیب ($Rro - Gibb^R$) ـ محلول‌پاشی برای شاخ و برگ (۳/۹۱ درصد ماده اصلی، ۳۹/۱ میلی‌گرم ماده اصلی از هر میلی‌لیتر)

غلظت PPm	رقت	
	اونس در هر گالن	میلی‌لیتر در ۱۰ لیتر محلول
۱۰	۰/۳۲	۲/۶
۲۵	۰/۸۰	۶/۵
۵۰	۱/۶۰	۱۳
۱۰۰	۳/۲۰	۲۶
۲۵۰	۸/ـ	۶۵
۵۰۰	۱۶/ـ	۱۳۰
۱۰۰۰	۳۲/ـ	۲۶۰

ـ مواد محرک ریشه‌زایی غلظت زیادی دارند و همیشه برای مصرف آنها را رقیق می‌کنند. پودر تالک ماده رقیق‌کننده معمول و متداول است. غلظت ماده اصلی مورد استفاده ۱-۰/۱ درصد است. غلظتهای کمتر برای قلمه‌هایی که به‌آسانی ریشه می‌کنند و غلظتهای بیشتر برای قلمه‌هایی که به سختی ریشه‌زایی می‌کنند به‌کار برده می‌شود. مقطع قلمه‌ها را به داخل پودر فرو برده و سپس با تکان خفیف پودر اضافی چسبیده به مقطع قلمه را می‌ریزند تا فقط یک لایه نازکی از پودر روی قلمه باقی بماند. برای کاهش و جلوگیری از انتقال بیماریها از گردپاشها می‌توان استفاده کرد.

ـ اگر امکان نفوذ ماده محرک ریشه‌زایی در قلمه‌های خشبی (چوبی) مشکل باشد، برای رقیق کردن مواد از روشهای دیگری استفاده می‌کنند. در آغاز با حل کردن مواد محرک ریشه‌زایی در الکل محلول پایه ساخته می‌شود، سپس به‌وسیله آب‌مقطر محلول پایه را رقیق می‌کنند و دامنه غلظت نهایی را به

۵۰۰-۵۰۰۰PPm می‌رسانند. مقطع پایین قلمه‌ها را در داخل محلول قرار داده و سپس از محلول خارج و در محیط کشت می‌کارند. غلظت محلول و مدت زمان لازم برای قرار دادن قلمه (از ۵ ثانیه تا چند دقیقه) متغیر بوده و به نوع قلمه، سرعت ریشه‌زایی و قابلیت نفوذ محلول در قلمه چوبی بستگی دارد.

ـ ترکیبات مواد محرک ریشه‌زایی قابل استفاده برای پرورش‌دهندگان محصولات گلخانه‌ای است و در گیاهانی که به وسیله قلمه تکثیر می‌یابند کمک می‌کند. در ازدیاد داوودی، میخک، بنفشه آفریقایی، آزالیا، بگونیا، شمعدانی، هورتانسیا، مرجان، بنت‌القنسول و بسیاری دیگر از گیاهان گلخانه‌ای می‌توان از مواد محرک ریشه‌زایی بهره‌مند شد.

جیبرلینها

اسید جیبرلیک باعث جلوگیری از ریشه‌زایی در قلمه برگها و ساقه‌هامی‌شود، ازاین‌رو نمی‌توان آن را در مواد محرک ریشه‌زایی پیدا کرد. پرورش‌دهندگان از آن جهت طویل شدن غنچه‌های کاملیا استفاده می‌کنند. پاشیدن اسید جیبرلیک (با غلظت 5PPm) روی غنچه‌های شمعدانی که تازه در آنها رنگ ظاهر شده است باعث افزایش اندازه گل به میزان ۵۰-۲۵ درصد می‌شود. تعداد گلبرگها ثابت مانده ولی اندازه هر یک از آنها بیشتر می‌شود اگر غلظت زیاد به‌کار برده شود. اثر آن معکوس خواهد شد. ساقه اصلی و ساقه‌های گل‌دهنده طویل و باریک می‌شوند، ساقه‌ها ضعیف و خمیده شده و گلها به‌طور نامنظم و نامطلوب و خوشه‌ای‌شکل می‌شوند.

ـ با پاشیدن جیبرلیک اسید به غلظت ۵۰PPm در روی گیاه سیکلامن ۷۵-۶۰ روز پیش از گلدهی، سبب می‌شود که دورهٔ گلدهی آن ۴ تا ۵ هفته زودتر از تاریخ معمول شروع

شکل ۱ـ۱۲ـ وجود یک کولر برای رشد گیاهانی خاص که جهت نمو جوانه‌های گل به یک دوره سرما نیاز دارند، ضروری می‌باشد. نمونه‌ای از این گیاهان عبارتند از: آزالیا، گیاهان پیازی گلدار، هورتانسیا و زنبق رشتی.

شود (ویدمر و همکارانش ۱۹۷۴). مصرف آن در غلظت‌های بیشتر نتیجه برعکس داده و موجب ضعیف و باریک شدن ساقه گل‌دهنده می‌شود. طبق برآورد (تخمین) گزارش اخیر (لیسون و ویدمر ۱۹۸۳)، مصرف ۰/۲۵ اونس (۸ میلی‌لیتر) از محلول GA_3 به غلظت ۱۵PPm در حدود ۱۵۰ روز پس از کشت بذر در ناحیهٔ طوقه و زیر برگها مفید خواهد بود.

ـ محققین، جیبرلین را همچون جایگزین شدن تیمار سرمادهی در گیاه آزالیا به‌کار می‌برند. در تیمار سرمادهی، هنگامی‌که گیاه به یک اندازه مورد دلخواه رسید، نوک ساقه‌ها در خاتمه زمان مورد نظر بریده می‌شود. شاخه‌های جانبی جدید در عرض شش هفته فرصت رشد پیدا می‌کنند، و سپس با قرار دادن گلها به مدت شش هفته تحت شرایط روز بلند موجب می‌شود که جوانه‌های گل تکامل یافته و تخصیص یابند. به محض اینکه جوانه‌های گل تثبیت شوند، قرار دادن گیاهان به مدت ۶ هفته در (۷ درجه سانتیگراد) برای رشد و توسعه جوانه‌های گل مورد نیاز است. گیاهان پس از تیمار فوق به گلخانه انتقال داده می‌شوند و در ظرف مدت چهار الی شش هفته وادار به تولید غنچه می‌شوند.

ـ تیمار سرمادهی یک روش پرهزینه بوده، نیاز به انتقال گیاهان و تسهیلات

سردکننده (شکل ۱-۱۲) دارد. کوششهای فراوانی به منظور کاهش و یا از بین بردن تیمار سرمادهی (بودلی و ماستالرز ۱۹۵۹) به عمل آمده است. در هفته پنجبار پاشیدن $GA_{۴۷}$ و یا $GA_{۳}$ با غلظت ۱۰۰۰PPm مؤثر واقع می‌شود.

(شکل ۲-۱۲) (لارسون و سیدنور ۱۹۷۱، نِل و لارسون ۱۹۷۴). پس از رشد کامل جوانه‌های گل در شرایط روز کوتاه، پاشیدن متعاقب پنجبار در هفته از اسید جیبرلیک شروع می‌شود گیاهانی که با روش بالا تیمار می‌شوند نسبت به گیاهانی که تیمار سرمادهی در آنها انجام شده، زودرس‌تر شده و گلهایشان درشت می‌شود. بیشتر ارقام به تیمار بالا عکس‌العمل مثبت نشان می‌دهند گرچه حساسیت ارقام متغیرند. برای مثال، احتمال دارد که طول دمگلها طویلتر شده و یا موجب ریزش گلها شود.

ـ مطالعاتی نیز در مورد جایگزین شدن نسبی تیمار با اسید جیبرلیک به جای تیمار

شکل ۲-۱۲ـ بوته‌های آزالیا در حین بهاره‌کردن در گلخانه دیده می‌شوند. گیاه سمت چپ سرمادهی کامل را جهت رشد جوانه‌های گل دیده است (گذرانده است). گیاه به اندازه کافی دارای جوانه بوده و در عرض چند هفته شکوفه خواهد کرد. گیاه سمت راست پس از سرمادهی به گلخانه منتقل شده و هفته‌ای ۶ بار توسط اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰۰PPm تیمار شده است. جایگزین شدن این مادهٔ شیمیایی به جای سرمادهی موجب شکوفایی گلها و درشتی آنها شده است.

سرمادهی انجام گرفته است. گیاهان در یکی از مطالعات پس از سه هفته تیمار سرمادهی، به گلخانه جهت بهاره کردن منتقل می‌شوند و در عرض هفته، سه بار به‌وسیله GA_4 با غلظت ۲۵۰ PPm تیمار می‌شوند. به موجب این آزمایش، نصف گیاهان سرما دیده از امکانات و تسهیلات سرمادهی با دو برابر حجم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ادریسی (هورتانسیا): گلهای ادریسی نیز مدتی در انبار سرد نگهداری شده‌اند. گاهی گلها پیش از رسیدن کامل ریزش می‌کنند، رشد گلها کندشده (کم‌شده)، گلها کوچکتر و ساقه‌ها کوتاهتر می‌شود. طبق بررسیهای انجام شده، برای برطرف کردن وضعیت بالا می‌توان از GA با غلظت بین ۵ تا ۵۰ PPm استفاده کرد.

ـ محلول‌پاشی با GA به غلظت ۲۵۰ PPm چهار بار در هفته در گل آویز موجب جلوگیری از گلدهی شده و رشد گیاه را سریع می‌کند (هینس و همکارانش ۱۹۷۹). این عمل موجب می‌شود که گل آویز بتواند فرم درختی ایجاد کند (یعنی به صورت یک درختچه درآید). دو هفته پس از گذاشتن گیاهان شمعدانی به گلدان و پاشیدن GA_4 روی آنها، موجب ضخیم شدن تنه گیاه خواهد شد (کارل‌سون ۱۹۸۲). به‌طورکلی استفاده از جیبرلین به غلظت ۲۵۰ PPm، پنج‌بار در هفته در گلدهی تأخیر قابل ملاحظه‌ای به‌وجود می‌آورد. لیکن ادامه بیش از حد تیمار GA باعث بروز اختلال در رشد گیاه شده و کیفیت آن کاهش می‌یابد.

فلورل (Florel^R)

ـ اِتِفون نام شرکت تجاری فرآورده فلورل است. این ماده شیمیایی دارای ۳/۹ درصد (۲ـ کلرواتیل اسید فسفونیک) است. اتفون بر اثر تبدیل و تغییر شمییایی، برای گیاهان اتیلن تولید می‌کند. تولید تجاری در گیاهان تیره آناناس، به‌وسیله تسریع کردن رشد ساقه‌های گل‌دهنده صورت می‌گیرد. ریختن (۱۰ میلی‌لیتر) از محلول رقیق شده اِتِفون

به آب گلدان گیاهانی که از آنها گلهای شاخه بریده تولید می‌شود و حداقل ۲۴-۱۸ ماهه هستند، درعرض ۲ ماه موجب شروع گلدهی در آنها خواهد شد (هینس و همکارانش ۱۹۷۹).

گلدهی در پیازهای زنبق آلمانی نیز به همین شکل تحت تأثیر اِتفون قرار می‌گیرد. بیشتر پیازها، به‌ویژه پیازهای کوچکتر، در شرایط بهاره کردن داخل گلخانه موفق به تولید گل نمی‌شوند. پاشیدن ۱۵۶PPm (۴ میلی‌لیتر در لیتر) اتفون به گیاهان سبز زنبق آلمانی موجب جلو افتادن دورهٔ گلدهی شده، پیازهای به‌دست آمده از آنها کاهش یافته و جوانه‌ها از بین رفته و تولید برگ در حین بهاره کردن در گلخانه کمتر می‌شود. (کامبرگ و همکارانش ۱۹۸۰). تحقیقات انگلیسها نشان می‌دهد که کاهش تعداد برگها باعث افزایش تراکم گیاه از ۱۴ به ۳۰ عدد پیاز در فوت‌مربع می‌شود (کاریوز ۱۹۸۴). اغلب تولیدکنندگان پیازهای زنبق آلمانی را پس از برداشت به مدت ۲۴ ساعت با اِتفون گاز به غلظت ۵۰۰PPm در انبار تیمار می‌کنند تا تولید گل زودرس و تراکم گلدهی را در گیاهانی که کیفیت بهتری دارند افزایش دهد.

ـ بر طبق انتظارات، اتیلن در رسیدن میوه‌ها نقش دارد. اتیلن یا فرآورده‌های آن را برای رسیده کردن میوه‌های سیب، موز، قهوه، گریپ‌فروت، نارنج، فلفل، تنباکو و دیگر میوه‌ها به کار می‌برند. پاشیدن اتفون روی میوه‌های گوجه‌فرنگی موجب رسیدن سریع ۳۰ درصد از میوه‌ها می‌شود. در حدود ۶۰ درصد از گوجه‌فرنگی‌هایی که به صورت تازه مصرف می‌شوند. پس از برداشت در مرحله رسیده و سبز با گاز اتیلن به غلظت ۲۰۰PPm تیمار می‌شوند. این عمل موجب تشکیل رنگیزه در میوه شده و سبب می‌شود که زمان رسیدن میوه‌ها دو روز زودتر انجام شود (لوتز و هاردن‌بورگ ۱۹۶۸).

ـ ریزش برگها، همانند تشکیل گل و میوه، بخشی از فرآیند رسیدن است. این عمل نیز با استفاده از اتیلن (توسط اتفون) تسریع می‌شود. این نوع تیمار در تولید تجاری گل ادریسی نقش مؤثری دارد، زیرا موجب ریزش برگهایی می‌شود که در طی تیمار ۶ هفته‌ای سرمادهی و پس از تشکیل جوانه گل حاصل می‌شود. مصرف

۱۰۰۰-۵۰۰۰PPm اِتفون، دو هفته پیش از آغاز تیمار سرمادهی در ارقام مرویل (Merville) و رُزسوپرم (Rose Suprem) موجب ریزش برگها می‌شود (تیژا و بوکستون ۱۹۷۶).

ـ در اثر رشد توده‌ای (متراکم)، شدت تابش نور در بخش طوقه گیاه رز کاهش می‌یابد. این پدیده باعث عدم‌تشکیل شاخه‌های یکساله در منطقه طوقه گیاه می‌شود. در فلسطین اشغالی، اِتفون را جهت تحریک شاخه‌های رزباکارا (Baccara Rose) به کار می‌برند.

ـ استفاده جالب توجه اتفون در کنترل رشد طولی گیاه است. خیساندن یا محلول‌پاشی گل نرگس توسط اِتفون، رشد طولی گیاه را کُند می‌کند (برجیس ۱۹۷۵ دهرتو ۱۹۸۰، مو ۱۹۸۰). محلول‌پاشی اتفون روی گلچه‌های سنبل پاکوتاه باعث تشکیل رنگ می‌شود و از خمیده شدن ساقه که مشکلی برای بعضی از واریته‌ها است. جلوگیری می‌کند (دهرتو ۱۹۸۹)

سایکوسل ($Cycocel^R$)

ـ رشد طولی گیاهان گلدانی بستگی به محیط کشت مورد استفاده گیاه دارد. بسیاری از گیاهان رشد طولی غیرقابل کنترل دارند. در سالهای گذشته، جهت کند شدن رشد گیاه، آب و مواد غذایی کمتری به گیاه می‌دادند که این امر موجب اثرات منفی جانبی در شاخه و برگ و اندازه غنچه‌ها می‌شد. خم کردن ساقه بنت‌القنسول (شکل ۳-۱۲) باعث کاهش رشد طولی می‌شود، این عمل گرچه مؤثر است ولی وقت‌گیر است. امروزه این منظور از سایکوسل استفاده می‌کنند.

ـ کنترل‌کننده‌های رشد طولی، موجب کوتاه شدن میان گره‌ها می‌شوند. اما در تشکیل تعداد برگها تأثیری ندارند. ساقه‌ها ضخیم و برگها به دلیل تراکم کلروفیل در سلولهای کوچک شده، سبز تیره‌اند در نتیجه گیاهان حالت زیبا و جذاب پیدا می‌کنند.

شکل ۳-۱۲ـ چنانچه در عکس نشان داده شده، در سالهای پیش، جهت کنترل رشد طولی، ساقه‌های بنت‌القنسول را خم می‌کردند. سایکوسل جایگزین این عملیات وقت‌گیر شده است. تعداد برگهای گیاهانی که به‌وسیلهٔ مواد شیمیایی تیمار شده‌اند برابر سایر گیاهان می‌باشد و این برگها برای ساقه‌های قطورتر قرار دارند و رنگ شاخ و برگ آنها تیره‌تر است.

ـ سایکوسل [(۲ـ کلرواتیل) تری‌متیل آمونیوم‌کلرید] به صورت مایع قابل استفاده است که ۱۱/۸ درصد ماده فعال و اصلی دارد. نام مشترک شیمیایی آن کلرمگوات (Chlor megvat) است.

ـ در آزالیا معمولاً شش تا هشت هفته پس از آخرین پنسمان (نوک‌برداری شاخه‌ها) بر روی گیاهان سایکوسل می‌پاشند. این کار موجب کنترل رشد و زودتر تشکیل شدن جوانه‌های گل می‌شود و اغلب تعداد بیشتری از جوانه‌های گل، رشد کامل کرده و تکامل می‌یابند. علاوه بر آن مواد کندکننده باعث کم شدن تشکیل شاخه‌های بی‌گل شده و باعث تکامل جوانه‌های گل می‌شوند. جنبه منفی و نامطلوب این مواد، بروز یک حالت ناهمگن رشد در شاخه‌های تولید شده در روی گیاه است.

ـ برای کنترل رشد طولی بنت‌القنسول، توصیه می‌شود که سایکوسل را به صورت خیسانده به‌کار برند. در اثر محلول‌پاشی احتمال دارد پس از ۲۴ ساعت باعث ظهور لکه‌های زردی در روی شاخه و برگ گیاه شود. این حالت موقتی است و در زمان تشکیل گل تأثیری ندارد. در ضمن سایکوسل برای کنترل رشد طولی شمعدانی و ختمی نیز به‌کار می‌رود.

ب ـ ناین ـ اس‌پی (B - Nine SP^{R})

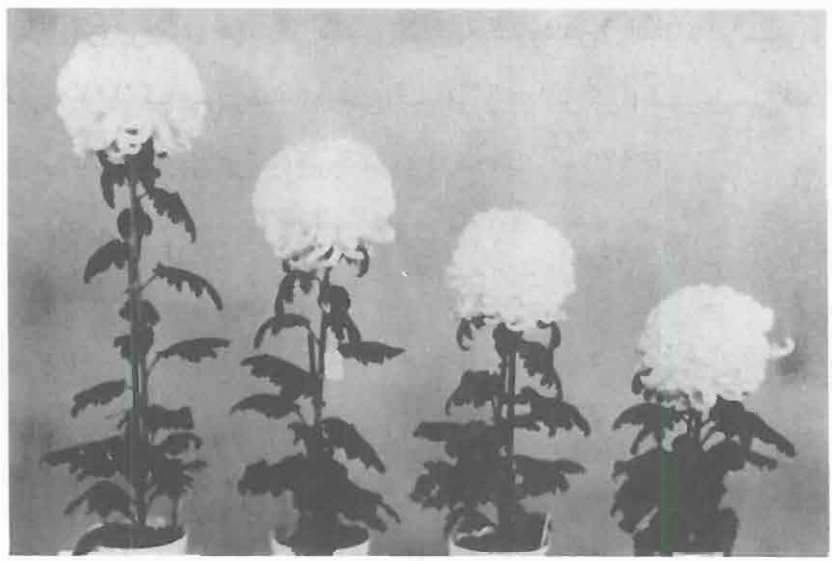
ـ نام مشترک ب ـ ناین ـ اس‌پی (N ـ دی‌متیل آمینو سوکسینامیک‌اسید) تحت عنوان دامینوزید (daminozide) شناخته‌می‌شود. دامینوزیدمادهٔ‌مؤثرکنترل‌رشدطولی‌بوده‌ودر گیاهان گلدانی مثل آزالیا، داوودی، گلهای شاخه بریده داوودی، گیاهان علفی، گاردنیا، ادریسی، بنت‌القنسول و گیاهان حاشیه‌ای مثل گل ستاره‌ای، گل ابری، بگونیا، کوکب، گل جعفری، گل اطلسی، فلوکس، سالویا، شاه‌پسند وگل آهار مورد استفاده قرار می‌گیرد. ب ـ ناین ـ اس‌پی به صورت پودر در بازار عرضه می‌شود و شامل ۵ درصد ماده اصلی افزوده شده به ماده خیس‌کننده می‌باشد و به صورت محلول‌پاشی به روی شاخه و برگ گیاه پاشیده می‌شود.

ـ هدف از مصرف ب ـ ناین ـ اس‌پی در تیمار آزالیا، ایجاد حالتی مشابه سایکوسل است که برای کند کردن رشد شاخه‌های رویشی و توسعه و تکامل سریع جوانه‌های گل به‌کار می‌رود. بعضی از ارقام استاندارد داوودی دمگل طویل ایجاد می‌کنند که جالب و قابل توجه نیست دو روز پس از نوک‌برداری (پنسمان) می‌توان با پاشیدن ب ـ ناین ـ اس‌پی با غلظت ۰/۲۵ درصد به نوک شاخه موجب تشکیل گلهای متراکم با دمگل کوتاه شد. اگر داوودیهای گلدانی در ۲ هفته پس از نوک‌برداری ساقه‌ها و هنگامی‌که ساقه‌های تشکیل شده در حدود ۴ سانتیمتر طول دارند، توسط ب ـ ناین ـ اس‌پی محلول‌پاشی می‌شوند، تأخیر در گلدهی حاصل نمی‌شود. ب ـ ناین اس‌پی برای تولید متراکم گیاهان بستری

به‌کار برده می‌شود اما بر روی گیاهانی مثل گیس عروس، حُسن‌یوسف، گل جعفری نوع فرانسوی، بنفشه و یاگل میمون تأثیر دارد.

آ ـ رست (A - Rest)

نام شیمیایی آ ـ رست [α ـ سیلوپروپیل ـ α ـ (P ـ متوکسی فنیل) ـ ۵ ـ پیرامیدین متانول] فرآوردهٔ مطلوبی بوده و نام مشترک آن آنسیمیدل است. آ ـ رست به‌طور فعال در کنترل رشد طولی داوودی (شکل ۴-۱۲)، کوکب، سوسنها شامل سوسن شرقی، بنت‌القنسول و لاله مؤثر است. برای بعضی از گیاهان علفی و گیاهان فصلی فلوریدا نیز از آن استفاده می‌شود. محلول آماده قابل عرضه آن دارای ۲۵۰ میلی‌گرم ماده اصلی و فعال در یک چهارم لیتر (۲۶۴PPm) است. مصرف آ ـ رست به نوع گیاه



شکل ۴ـ۱۲ـ داوودی "Nob Hill" که به‌وسیلهٔ یک نوع مادهٔ شیمیایی بازدارندهٔ رشد طولی (A - Rest) و با غلظتهای متفاوت (از چپ به راست افزایش یافته) تیمار شده است. گیاه واقع در منتهی‌الیه سمت چپ مادهٔ شیمیایی دریافت نکرده است. به سمت راست که پیش می‌رویم تعداد برگهای گیاهان با هم برابر است اما میان گره‌ها کوتاه‌تر، ساقه‌ها قطورتر و برگها سبزتر شده‌اند.

بستگی دارد یا به صورت محلول‌پاشی و یا به روش خیساندن (مرطوب کردن) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ـ فعالیت آ ـ رست در PH کمتر (در محیط‌های اسیدی) کاهش می‌یابد. متعاقباً تأثیر خیساندن آ ـ رست در مواد پوست کاج ضعیف است. (لارسون و همکارانش ۱۹۷۴، تسچابولد و همکارانش ۱۹۷۵، سیموند زوکومینک ۱۹۷۷) محلولی از آ - رست را یافته‌اند که مشکل پیازهای هیبریدسوسن را با قرار دادن در داخل این محلول حل می‌کند. این روش برای سوسن شرقی که پیش از نگهداری در انبار سرد به داخل محلول فرو برده می‌شوند، مؤثر واقع می‌شود (یوانر و بوایز ۱۹۸۲). طبق یافته (کشف) مجدد لارسون (۱۹۸۵)، پیشنهاد می‌شود که پس از خارج کردن پیازها از انبار سرد در محلول آ ـ رست به مدت ۳۰ دقیقه در غلظت ۲۴PPm قرار دهند.

ـ یکی دیگر از خواص جالب توجه آ - رست که بر اثر تحقیقات مشاهده و مشخص شده است، به‌کار بردن این ماده جهت گل‌انگیزی در گیاه کلرودندرون است (کُرانسلی و همکارانش ۱۹۷۸) کاهش رشد رویشی، گلدهی را در این گیاه تشویق می‌کند. سایکوسل نیز تأثیر مشابهی در گیاه کلرودندرون دارد (هیلدروم ۱۹۷۳).

بونزی ($Bonzi^R$)

ـ بونزی نیز یک کُندکننده رشد طولی است که اخیراً معرفی شده است. این فرآورده دارای ۰/۴ درصد مادهٔ اصلی [(±) ـ (R و R) ـ β ((۴ـ کلروفنیل) متیل) ـ α ـ (۱، ۱، ـ دی‌متیل‌اتیل) ـ H_1 ـ ۱، ۲، ۴ ـ تری ازول ـ ۱ ـ اتانول] است. این مادهٔ اصلی یکی از ترکیبات گروه تیرمازین بوده که همچون یک علف‌کش مورد استفاده قرار می‌گیرد. نام مشترک آن پاکلوبوترازول (Paclobutrazol) است.

ـ بونزی به‌وسیله ریشه‌های گیاهی از طریق مرطوب ساختن خاک و یا محلول‌پاشی روی شاخه‌های گیاه با محلول این ماده جذب می‌شود، این ماده به نوک شاخه‌ها منتقل

می‌شود و موجب طویل شدن میان گره‌ها می‌شود. چنانچه از روش محلول‌پاشی روی شاخه‌ها استفاده شود، باید توجه کرد که کلیه شاخه‌های گیاه به‌طور کامل محلول‌پاشی شوند. در غیر این صورت، بعضی از شاخه‌ها نسبت به برخی دیگر رشد بیشتری خواهد داشت. این ماده نیز مثل آ ـ رست در محیط کشت پوست کاج فعالیت و تأثیر کمتری دارد. اگربرای‌خیساندن محیط کشت به‌کار برده می‌شود باید میزان ماده مصرفی افزایش یابد. ضمناً در فصول گرم برای ارقامی که رشد قوی دارند نسبت به ارقامی که به‌طور طبیعی رشد ضعیفی دارند مقدار ماده مورد نیاز جهت مؤثر واقع شدن بیشتر خواهد بود.

ـ بونزی در گیاهان حاشیه‌ای چون گل‌ابری، گیس عروس، حسن‌یوسف، اطلسی، پیچ تلگرافی (پروانش)، گل‌حنای‌گینه‌نووگل‌میمون نیز مورد استفاده واقع می‌شود. پاشیدن یا خیس کردن آن روی داوودی‌های گلدانی، پیازفرز یا، محلول‌پاشی روی شمعدانی، ختمی و بنت‌القنسول از مصارف و کاربردهای دیگر این ماده در فلوریدا به‌شمار می‌رود.

سوماجیک (Somagic^{R})

سوماجیک یکی دیگر از مواد شیمیایی کندکننده رشد است که هنوز به صورت تجاری وارد بازار نشده است. فرمول شیمیایی آن نزدیک به بونزی بوده و جزء گروه مواد شیمیایی تریازین است. نام عمومی شیمیایی آن اونی کونازول (Uniconazole) است. هدف از کاربرد این ماده، همانند بونزی بوده و در روی گیاهان بستری چون داوودی، سوسن شرقی، و بنت‌القنسول تأثیر مشابهی چون بونزی دارد. این ماده در مقدار بسیار کم اثر خود را نشان می‌دهد.

آف ـ شوت ـ او (Off - shoot - O^{R})

آف ـ شوت ـ او در اصل ترکیبی است از متیل اوکتانات و متیل دکانات، که با یک ماده امولسیون‌کننده ترکیب شده است. این ماده به علت از بین بردن جوانه‌های انتهایی

شاخه‌ها، همچون یک ماده محرک شاخه‌زایی شناخته می‌شود. زیرا با از بین رفتن جوانه‌های انتهایی، جوانه‌های جانبی وادار به رشد می‌شوند (شکل ۵-۱۲)، اثر مواد محرک شاخه‌زایی در تشکیل و تولید شاخه‌های جانبی بیشتر از نوک‌برداری (پنسمان) به‌وسیله دست است. هنگام به کار بردن اف ـ شوت، او باید نوک شاخه‌ها کاملاً مرطوب باشند. مصرف این ماده در سایر بخشهای گیاه به غیر از انتهای شاخه‌ها ضروری و مورد نیازنیست. معمولاًمحلول‌پاشی را پیش از اینکه کلیه محتویات محلول‌پاش به آخر برسد متوقف می‌کنند. زیرا مواد باقی‌مانده در ته محلول‌پاش ممکن است به جوانه‌های جانبی و برگها آسیب برساند. نوک شاخه‌های آزالیا را می‌توان به‌طور فعال و سریع به‌وسیله این ماده از بین برد. انجام عملیات محلول‌پاشی به‌وسیله این ماده بر روی گیاهان آزالیا موجب صرفه‌جویی در نیروی کار می‌شود، زیرا برای تولید گیاهان بزرگ و پرشاخ و برگ

شکل ۵-۱۲ـ گیاه آزالیا راکه در گلخانه بهاره شده است و توسط ماده محرک شاخه‌زایی اف ـ شوت ـ او محلول‌پاشی شده است را نشان می‌دهد که ماده مصرفی باعث از بین رفتن جوانه انتهایی شده و رشد جوانه‌های جانبی را سبب می‌شود. این عمل در مدت ۱۸-۱۲ ماه تا ایجاد رشد کافی در شاخه‌ها و تولید شاخه‌های انبوه چندین بار تکرار شده و در نهایت وادار به شکوفه‌زایی یا گل‌انگیزی می‌شوند.

نیازمبرم‌به عملیات مداوم نوک‌برداری شاخه‌ها وجود دارد. با وجود اینکه به کار بردن این ماده در غلظت ۱۵۵-۶۳ میلی‌لیتر در لیتر با توجه به نوع گیاه این عمل را انجام می‌دهد، مصرف‌آن‌درغلظت ۱۰۰ میلی‌لیتردرلیترمعمول‌است. گرچه‌می‌توان‌درداوودی‌نوک‌برداری شیمیایی‌انجام‌داد،ولی‌کارپرمخاطره‌ای‌است.اغلب‌اوقات،محلول‌مصرفی،ساقه را ضعیف می‌کندو پوست ساقه را در محل طوقه از بین می‌برد و در نهایت باعث مرگ گیاه می‌شود.

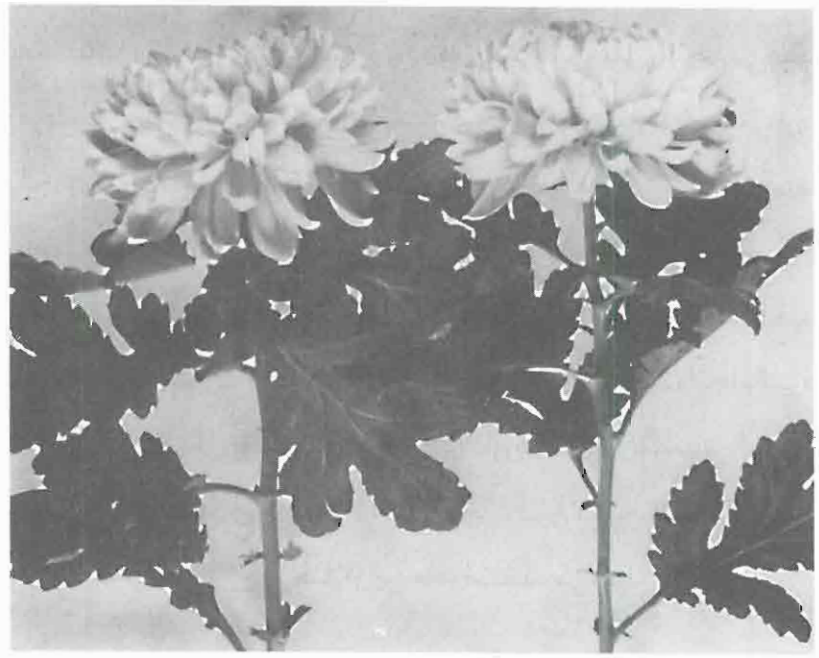
ارقام مختلف نسبت به این ماده حساسیت متفاوتی از خود نشان می‌دهند. محلول‌پاشی باید به صورت ذرات خیلی ریز (میکرونیزه) (مه‌مانند) انجام گیرد. پرورش‌دهندگان معمولاً برای نوک‌برداری شاخه‌های داوودی از مواد شیمیایی استفاده نمی‌کنند. ولی برای نوک‌برداری برخی از گیاهان چوبی چون شیرخشت، سروکوهی (ژونی‌پروس)، برگ نو، سیاه‌آل و سرخدار از این ماده استفاده می‌کنند.

آتریمک (Atrimmec^{R})

نام مشترک شیمیایی آن [نمک سدیم ۲، ۳، ۴، ۶ ـ بیس ـ او ـ (۱ ـ متیل تیلیدان) ـ α ـ L ـ گزیلو ـ ۲ ـ هگزول فرانوسونیک اسید] با نام عمومی دی کِگولاک نامیده می‌شود. پیش از این، فرآورده‌ای با نام آترینال ساخته می‌شد. آتریمک به‌طور موقت طویل شدن ساقه را متوقف می‌کند، ازاین‌رو شاخه‌های جانبی را به رشد تشویق می‌کند. همچون ماده محرک رشد شاخه در محصولات گلخانه‌ای که شامل آزالیا، بگونیا، کلرودندرون، آویز، گاردنیا، عشقه، مرجان، شفلرا و شاه‌پسند به کار برده می‌شود و موجب تحریک شاخه‌های جانبی در ۴۱ گونه از گیاهان فضای سبز می‌شود. آتریمک را برای جلوگیری از گلدهی و در نهایت عدم‌تشکیل میوه در برگ نو، خاس و زیتون زینتی به کار می‌برند.

مواد جوانه‌زدا

ـ دانشمندان امروزه مواد و بازدارنده‌های رشد را مطالعه و بررسی می‌کنند و این



شکل ۶-۱۲ـ مواد شیمیایی مختلفی تحت بررسی است تا مواد جوانه‌زدایی بی‌خطر کشف شود. در سمت راست تمامی جوانه‌های جانبی ساقه یکنوع داوودی به‌وسیله دست چیده شده است. جوانه‌های جانبی در گیاه سمت چپ همچون آزمایش با استفاده از ماده جوانه‌زدا (کورکننده جوانه) از بین برده شده است.

مطالعات نوید به‌کار بردن تجاری مواد جوانه‌زدا را نشان می‌دهد (شکل ۶ـ۱۲). ارقام داوودیهای استاندارد و گلدانی نیاز به از بین بردن جوانه‌های جانبی دارند. عمل از بین بردن جوانه‌های جانبی و باقی گذاشتن جوانه انتهایی در ساقه اصلی وقت‌گیر است. امروزه آزمایشهایی در مورد موادی که بتوان با پاشیدن آنها، جوانه‌های جانبی را بدون آسیب رسیدن به جوانه انتهایی از بین برد، به مرحله اجرا گذاشته شده است. هنوز کاربرد این مواد به‌طور تجاری صورت نگرفته است زیرا تنظیم زمان دقیق کاربرد این مواد جهت پیش‌بینی زیان احتمالی که ممکن است به جوانه‌ها وارد آورد و نسبت به ارقام مختلف گیاهان متفاوت است، انجام نشده است. اگر این مواد زودتر به‌کار برده شوند موجب از بین رفتن جوانه انتهایی می‌شوند و اگر دیرتر از موقع مقرر به‌کار برده شوند تأثیر چندانی نخواهند داشت.

جدول ۱۳-۱۲ـ قیمت انواع مواد کنترل‌کننده رشد طولی و مواد محرک شاخه‌زا، که جهت تیمار یک گیاه در داخل گلدان ۱۵ سانتیمتری قرار گرفته است را نشان می‌دهد.

نام تنظیم‌کننده	قیمت فرآورده	روش کاربرد	نسبت رقت فرآورده	مقدار مصرف	قیمت برای هر گلدان ۶ اینچی
A - Rest^{R}	(مایع)لیتری ۳۸دلار	خیساندن	۰/۶۸ اونس‌درگالن	۳/۸ سنت	
		پاشیدن	۱۶ اونس‌درگالن	۰/۳۲ میلی‌گرم‌درگلدان	۵ سنت
B - Nine Sp^{R}	پودر، پوندی ۵۰ دلار	پاشیدن	۰/۴ اونس در گالن	۰/۶۷ اونس در گلدان	۰/۷ سنت
Bonzi^{R}	(مایع)لیتری۶۸ دلار	خیساندن	۰/۰۵ اونس‌درگالن	۰/۱۸۸ میلی‌گرم‌درگلدان	۰/۳ سنت
		پاشیدن	۱ اونس در گالن	۰/۳۳ اونس در گلدان	۰/۵ سنت
Cycocel^{R}	(مایع)گالنی ۱۳۳ دلار	خیساندن	۱ لیتر در ۱۰ گالن	۶ اونس در گلدان	۱۵/۶ سنت
		پاشیدن	۱ لیتر در ۱۰ گالن	۰/۶۷ اونس در گلدان	۱/۷ سنت
off - shoot^{R}	(مایع)گالنی ۵۳ دلار	پاشیدن	۳/۲ اونس در لیتر	۰/۶۷ اونس در گلدان	۲/۸ سنت
Atrimmec^{R}	(مایع)گالنی ۲۰۴ دلار	پاشیدن	۳ اونس در گالن	۰/۶۷ اونس در گلدان	۲/۵ سنت

ارزش اقتصادی مواد

قیمت‌گذاری و تعیین ارزش برای مواد کنترل‌کننده رشد طولی و مواد محرک شاخه‌زایی، کار دشواری است. همه آنها برای هر نوع محصول مؤثر نیستند برخی از آنها با روش خیساندن مؤثر واقع می‌شوند و برخی دیگر به روش پاشیدن بر روی شاخه و برگ مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تعداد گلدانهایی را که می‌توان توسط یک گالن محلول محلول‌پاشی کرد، بستگی به

اندازه گلدان و تعداد آنها در روی سکو و دستگاه محلول‌پاشی دارد، اگر محلول‌پاش تحت فشار زیاد کار کند، ذرات ریزتری پخش می‌شود و بخش بیشتری را می‌پوشاند. غلظت مواد تنظیم‌کننده مورد لزوم بستگی به نوع محصول، مرحله رشد گیاه و شرایط محیطی دارد. محاسبه قیمت مواد مورد استفاده به‌طور خام در جدول ۱۳-۱۲ داده شده است. شما می‌توانید قیمت واقعی مواد را با توجه به غلظتی که استفاده می‌کنید محاسبه کنید. نتایج جدول نشان می‌دهد که مواد شیمیایی کُندکننده و محرک شاخه‌زایی با در نظر گرفتن اینکه کیفیت محصول را افزایش می‌دهند گران نیستند.

خلاصه

۱ـ پنج گروه هورمون گیاهی شامل اکسینها، جیبرلینها، سیتوکنینها، اتیلن و مواد بازدارنده مثل، اسید آبسیسیک می‌باشند. اکسین، جیبرلینها و اتیلن همچون تنظیم‌کننده‌های رشد در گلخانه به کار برده می‌شوند. دیگر مواد تنظیم‌کننده گیاهی در گلخانه (کُندکننده‌های رشد طولی و مواد محرک شاخه‌زا) منشأ مصنوعی دارند.

۲ـ رشد و توسعه و تحریک ریشه‌زایی قلمه‌ها توسط اکسین IAA (ایندول ـ ۳ـ استیک ـ اسید) تسریع می‌شود. IBA (ایندول بوتیریک اسید)، IPA (ایندول پیروپیونیک اسید) و NAA (نفتالین استیک اسید) به‌طور جداگانه و یا به صورت مخلوط همچون فرآوردهٔ تجاری در ریشه‌زایی قلمه‌ها استفاده می‌شوند.

۳ـ اسید جیبرلیک (GA) نقشهای مختلفی را در گلخانه ایفا می‌کند. آن را می‌توان جایگزین اثر سرمادهی در آزالیا و گاهی در گل ادریسی (هورتانسیا) کرد. گلدهی سیکلامن را تسریع می‌کند، اندازه گلهای شمعدانی را افزایش می‌دهد و درشت‌تر می‌کند. در ضمن اسید جیبرلیک می‌تواند با کاهش میزان گلدهی، بر میزان رشد رویش بیافزاید و موجب تشکیل فرم درختی در گل‌آویز و شمعدانی شود.

۴ـ نقش اتیلن نیز متفاوت است. با استفاده از فلورل و یا موادی که اتیلن تولید می‌کنند می‌توان گل‌انگیزی را در گیاهان تیره آناناس تشدید و تشویق کرد. با استفاده از گاز اتیلن در پیازهای زنبق آلمانی گل‌انگیزی آنها را تحریک و تراکم گلها را افزایش داده با استفاده از فلورل می‌توان باعث ریزش برگهای گل ادریسی (هورتانسیا) شد. فلورل رشد شاخه‌های پایین را در گل رُز تحریک می‌کند. بالاخره رشد طولی نرگس و سنبل به‌وسیله فلورل قابل کنترل است.

۵ـ بیشتر گیاهان گلخانه‌ای رشد طولی بیش از حد دارند. می‌توان با استفاده از مواد شیمیایی کندکنندهٔ رشد، گیاهان پاکوتاه تولید کرد و این فرآورده‌ها و طرز استفاده از آنها به قرار زیرند.

a. A.Rest^{R} ـ برای داوودی، کوکب، سوسن شرقی، انواع سوسنها، بنت‌القنسول و لاله و به‌ویژه برای گیاهان حاشیه‌ای و گیاهان علفی در فلوریدا به کار می‌رود.

b. B. Nine^{R} ـ برای آزالیا، چند گیاه بستری، داوودی، گیاهان علفی به غیر از کالیفرنیا، گاردنیا، گل ادریسی و بنت‌القنسول به کار برده می‌شود.

c. Banzi^{R} ـ برای گیاهان فصلی (شامل گل ابری، حسن‌یوسف، گیس عروس، گل جعفری، گل حنا، گل حنای گینه‌نو، قرنفل، بنفشه، پیچ تلگرافی، اطلسی و گل میمون)، داوودی گلدانی، فریزیا گلدانی، شمعدانی، ختمی و بنت‌القنسول به کار برده می‌شود.

d. سایکوسل برای آزالیا، شمعدانی، ختمی و بنت‌القنسول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

e. فلورل برای نرگس و سنبل به کار می‌رود.

مواد کُندکننده رشد طولی در آزالیا و کلرودندرون موجب تسریع در تشکیل جوانه‌های گل و بعضاً افزایش تعداد زیادی از جوانه‌های گل می‌شود.

۶ـ تشکیل شاخه‌های جانبی در بعضی از محصولات گلخانه‌ای ضروری است. این عمل پیش از این به‌وسیله انجام عمل هرس (نوک‌برداری انتهای ساقه‌ها) صورت

می‌گرفت. پاشیدن Off - shoot - o به روی ساقه‌های آزالیا باعث از بین رفتن نوک شاخه‌ها (جوانه انتهایی) می‌شود. آتریمک، رشد نوک ساقه‌ها را متوقف می‌کند و ازاین‌رو، ساقه‌های جانبی آزالیا، بگونیا، کلرودندرون‌ها، آویز، گاردنیا، عشقه، مرجان، شفلرا و شاه‌پسند فرصت رشد پیدا می‌کنند. فلورل ساقه‌های جانبی آزالیا و شمعدانی را تحریک می‌کند.

۷ـ در مطالعات تحقیقی، چندین تنظیم‌کننده رشد تجاری مورد آزمایش قرار گرفته است. مع‌الوصف، آنها هنوز مورد تأیید قرار نگرفته و برای استفاده برچسب‌گذاری نشده‌اند در نتیجه این مواد به‌طور غیرقانونی به‌کار برده می‌شوند. پیشنهادات این کتاب مبنی بر این است که فقط آن دسته از مواد شیمیایی که مورد تایید قرار گرفته‌اند، استفاده شوند.

مرجع

The manufacturers of growth regulators have technical literature available covering crop responses, methods of application, modes of action, and other background information. Refetences with an asterisk before them lend themselves well to a general overview of the subject of chemical growth regulation.

1. Boodley, J. W., and J. W. Mastalerz. 1959. The use of gibbetellic acid to force azaleas without a cold temperature treatment. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 74:681–685.
2. Briggs, J. R. 1975. The effects on growth and flowering of the chemical growth regulator ethephon on narcissus and ancymidol on tulip. *Acta Hort.* 47:287–296.
3. Carlson, W. H. 1982. Tree geraniums. In Mastalerz, J. W., and E. J. Holcomb, eds. *Geraniums*. III, pp. 158–160. Pennsylvania Flower Growers' Assoc., University Park, PA.
4. Cathey, H. M. 1975. Comparative plant growth-retarding activities of ancymidol with ACPC, phosphon, chlormequat, and SADH on ornamental plant species. *HortScience* 10:204–216.
5. DeHertogh, A. A. 1989. *Holland Bulb Forcers Guide*, 4th ed. The International Flower-Bulb Center, Hillegom, The Netherlands. (Available from The Netherlands Flower-Bulb Info. Center, 250 West 57th St., Suite 629, New York, NY 10019.)

* 6. Dicks, J. W. 1976. Chemical restriction of stem growth in ornamentals, cereals and tobacco. *Outlook on Agriculture* 9 (2):69–75.

7. Heins, R. D., R. E. Widmer, and H. F. Wilkins. 1979. Growth regulators effective on floricultural crops. Mimeo. Dept. of Hort. and Land Architecture, Univ. of Minnesota, St. Paul, MN.

8. Hildrum, H. 1973. The effect of daylength, source of light, and growth regulators on growth and flowering of *Clerodendron thomsonae* Ball. *Scientia Hort.* 1:1–11.

9. Kamerbeek, G. A., A. J. B. Durieux, and J. A. Schipper. 1980. An analysis of the influence of Ethrel® on flowering of iris 'Ideal': An associated morphogenic physiological approach. *Acta Hort.* 109:235–241.

10. Koranski, D. S., B. E. Struckmeyer, and G. E. Beck. 1978. The role of ancymidol in *Clerodendron* flower initiation and development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:813–815.

11. Krause, W. 1984. Experiments in early forcing show dramatic results. *Grower* 101 (3):27–31.

*12. Larson, R. A. 1985. Growth regulators in floriculture. *Hort. Review* 7:399–481.

13. Larson, R. A., J. W. Love, and V. P. Bonaminio. 1974. Relationship of potting mediums and growth regulators in height control. *Florists' Review* 155 (4017):21, 59, 62.

14. Larson, R. A., and T. D. Sydnor. 1971. Azalea flower bud development and dormancy as influenced by temperature and gibberellic acid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:786–788.

15. Leopold, A. C., and P. E. Kriedemann. 1975. *Plant Growth and Development*, 2d ed. New York: McGraw-Hill.

16. Lewis, A. J., and J. S. Lewis. 1982. Height control of *Lilium longiflorum* Thunb. 'Ace' using ancymidol bulb dips. *HortScience* 17:336–337.

*17. Luckwill, L. C. 1981. *Growth Regulators in Crop Production*. Srudies in Biology 129. London: Edward Arnold Pub., Ltd.

18. Lutz, J. M., and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial srorage of fruits, vegerables, and florist and nursery srocks. USDA Agr. Handbook 66.

19. Lyons, R. E., and R. E. Widmer. 1983. Effects of GA_3 and NAA on leaf lamina unfolding and flowering of *Cyclamen persicum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:759–763.

20. Mitchell, J. W., and G. A. Livingston. 1968. Merhods of srudying plant hormones and growth-regulating substances. USDA ARS Agr. Handbook 336.

21. Moe, R. 1980. The use of ethephon for conrrol of plant height in daffodils and tulips. *Acta Hort.* 109:197–204.

22. Nell, T. A., and R. A. Larson. 1974. The influence of foliar applications of GA_3, GA_{4+7}, and PBA on breaking flower bud dormancy on azalea cultivars 'Redwing' and 'Dogwood'. *J. Hort. Sci.* 49:323–328.

*23. Nickell, L. G. 1982. *Plant Growth Regulating Chemicals*. Berlin: Springer-Verlag.

*24. Nickell, L. G., ed. 1984. *Plant Growth Regulating Chemicals*. Vols. I and II. Boca Raton, FL: CRC Press.

*25. Sachs, R. M., and W. P. Hackert. 1977. Chemical conrrol of flowering. *Acta Hort.* 68:29–49.

*26. Seeley, J. G. 1979. Interpretation of growth regulator research with floriculture crops. *Acta Hort.* 91:83–92.

*27. Shanks, J. B. 1970. Chemical growth regulation for floricultural crops. *Florists' Review* 147:34–35, 50–58.

*28. _____. 1982. Growth regulating chemicals. In Mastalerz, J. W., and E. J. Holcomb, eds. *Geraniums.* III, pp. 106–113. Pennsylvania Flower Growers' Assoc., University Park, PA.

29. Simmonds, J. A., and B. G. Cumming. 1977. Bulb-dip application of growth regulating chemicals for inhibiting stem elongation of 'Enchantment' and 'Harmony' lilies. *Scientia Hort.* 6:71–81.

30. Tayama, H. K., and S. A. Carver. 1989. Growth regulator chart. In Tayama, H. K., ed. *Floriculture Crops Insect and Mite Control, Disease Control, Growth Regulator, and Herbicide Booklet,* pp. 26–32. Ohio Florists' Assoc. Bul. 711. (Available from Ohio Florists' Assoc., 700 Ackerman Rd., Suite 230, Columbus, OH 43202.)

*31. Thomas, T. H. 1976. Growth regulation in vegetable crops. *Outlook on Agriculture* 9 (2):62–68.

32. Tjia, B., and J. Buxton. 1976. Influence of ethephon spray on defoliation and subsequent growth on *Hydrangea macrophylla* Thunb. *HortScience* 11:487–488.

33. Tschabold, E. E., W. C. Meredith, L. R. Guse, and E. V. Krumkalns. 1975. Ancymidol performance as altered by potting media composition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:142–144.

*34. Weaver, R. J. 1972. *Plant Growth Substances in Agriculture.* San Francisco: W. H. Freeman and Co.

35. Widmer, R. E., L. C. Stephens, and M. V. Angell. 1974. Gibberellin accelerates flowering of *Cyclamen persicum* Mill. *HortScience* 9:476–477.

*36. Wilkins, H. F., W. E. Healy, and R. D. Heins. 1979. Past, present, future plant growth regulators. *Acta Hort.* 91:23–32.

37. Zeislin, H., A. N. Halevy, V. Mor, A. Brachrach, and I. Sapir. 1972. Promorion of renewal canes in roses by ethephon. *Hort. Sci.* 7:75–76.

۱۳. کنترل آفات

ـــ حشرات، کنه‌ها و سایر آفات کیفیت محصول گلخانه‌ای را با حضور مداومشان تحت تأثیر قرار می‌دهند. در کنار خسارتهایی که به محصول وارد می‌کنند، وجود خود آفت فرآوردهٔ نهایی که به دست مصرف‌کننده می‌رسد را تخریب می‌کند. فروش اکثر محصولات گلخانه‌ای به دلیل زیبایی و شادابی آنهاست. از آنجایی‌که مصرف برخی از حشره‌کشها ممنوع شده و تولید حشره‌کشهای جدید نیز محدود شده است، این امر پرورش‌دهندگان را وادار می‌کند تا در کنترل آفات کوشا باشند. یک برنامهٔ دقیق جهت کنترل و جلوگیری از حشرات در هر گلخانه با دانش روز لازم و ضروری است.

مدیریت تلفیقی گلخانه

مدیریت تلفیقی آفات دلالت بر یک سیستم کنترل، نظارت وسنجش صحیح حجمی آفات‌برای‌اجرای یک‌برنامه کنترل‌آفات‌دارد. هدف‌اساسی‌ازاین‌روش مبارزه، ضمن‌کاهش مصرف حشره‌کشها به حداقل ممکن، این است که جمعیت آفات را به یک سطح قابل قبول کاهش می‌دهد بدون این که اثرات سویی در شرایط محیطی داشته باشد. مدیریت تلفیقی آفات شامل تمامی گروههای حشرات، کنه‌ها، آفات جانوری، عوامل بیماریزا و علفهای هرز است. مراحل لازم برای رسیدن به این مهم به شرح زیر تنظیم شده است:

۱ـ کنترل علفهای هرز در اطراف و داخل گلخانه.

۲ـ رعایت اصول بهداشت، شامل تمیزسازی و ضدعفونی کردن بستر کاشت قبل از کشت گیاهان.

۳ـ بازرسی و تمیز کردن گیاهان جدیدی که به گلخانه آورده می‌شوند.

۴ـ نصب توری برای دربهای ورودی گلخانه.

۵ـ نظارت مداوم برای تشخیص و تعیین آفاتی که در گلخانه ظاهر می‌شوند و نیز تعیین دقیق شدت آنها.

۶ـ تنظیم شرایط محیطی برای جلوگیری از رشد آفات مشروط بر این که به محصول آسیب وارد نشود.

۷ـ ریشه‌کن‌سازی آفات به‌وسیله مبارزه بیولوژیک یا استفاده از سموم شیمیایی.

روشهای مختلف مبارزه با آفات بعد از بخش «حشرات و دیگر آفات گلخانه‌ای» مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

کنترل علفهای هرز

ـ در دنیایی که ما زندگی می‌کنیم حشرات فراوانی وجود دارند که در طول فصول گرم در

داخل خاک و روی شاخ و برگ گیاهان در خارج از گلخانه زندگی می‌کنند. آنها با حرکت در روی زمین یا به‌وسیله پرواز کردن به داخل گلخانه وارد می‌شوند، یا ممکن است این کار به‌وسیله لباس افرادی که به داخل گلخانه آمد و رفت دارند انجام شود. حشرات کوچک مثل تریپسها از طریق هوا، توسط سیستم تهویه به گلخانه انتقال می‌یابند. علاوه بر این علفهای هرز کانون آفات و بیماریهای گیاهی می‌باشند. وجود علفهای هرز منظره ناخوشایندی به گلخانه می‌دهد. و دلسردی خریداران و تضعیف روحیه کارکنان را موجب می‌شود باید مطمئن بود که وجود علفهای هرز باعث کاهش سوددهی نیز می‌شود علفهای هرز باید به‌طور کامل از داخل گلخانه و محوطه اطراف آن پاک شوند، زیرا وجود آنها پناهگاه خوبی برای مخفی ماندن حشرات و کانون مناسبی برای تغذیه آنها به‌شمار می‌رود. اگر در زیر سکوی کاشت، علفهای هرز موجود باشد، پاشیدن علف‌کش به داخل سکو کافی نیست و این کار موجب اتلاف وقت و صرف هزینه می‌شود. بعضی از پرورش‌دهندگان گل، محوطه اطراف گلخانه‌های خود را عاری از گیاه نگه می‌دارند و برخی دیگر به‌وسیله چمن‌کاری کردن، آن را محافظت می‌کنند. تریپسها در روی گلهای گیاهان باریک برگ توسعه می‌یابند. ازاین‌رو از بین بردن علف‌های باریک برگ اهمیت فراوانی دارد. از بین بردن گیاهان اطراف گلخانه از توسعه تریپسها و شماری از حشرات دیگر به گلخانه جلوگیری می‌کنند.

ـ در انتخاب علف‌کشهایی که در گلخانه مصرف می‌شوند باید دقت بیشتری کرد. هر نوع علف‌کشی که تدخینی است و تولید گاز سمی می‌کند خطرناک است. فقط سه نوع علف‌کش به وسیله مؤسسه حفاظت محیط زیست برای استفاده در داخل گلخانه ثبت شده است.

۱ـ دی‌کوات (Diquat^{R}) یک نوع علف‌کش تماسی است که معمولاً برای از بین بردن انواع علفهای هرز راهروها و زیر سکوهای گلخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ راندآپ (Roundup^{R}) نوعی از علف‌کشهای سیستمیک است که طیف گستردهٔ عمل دارد و برای از بین بردن علفهای هرز گلخانه به کار برده می‌شود.

۳ـ سافر شارپ شوتر (Sofer sharp shooter^{R}) یک علف‌کش تماسی برای از بین بردن

علفهای هرز باریک برگ در زیر سکوهای گلخانه به کار می‌رود.

رعایت اصول بهداشتی

ـ پیشگیری، بهترین روش مبارزه با آفات است. قبل از کشت محصول اتخاذ تدابیر حفاظتی بهترین روش به‌شمار می‌رود. تدابیری که به کار بستن آن بعداً غیرممکن است. ظهور بیماریها، نیاز به ضدعفونی کردن محیط کشت را آشکار می‌سازد. سکوهایی که گلدانها در آن قرار داده می‌شوند، سیستم آبیاری، قیمها، ابزار و ظروف کشت گیاهان باید استریل شوند. (تمامی تدابیر مذکور در بخش ۶ آورده شده و مجدداً در بخش ۱۴ شرح داده می‌شود). گیاهانی که غیرقابل فروش هستند، قسمتهای باقیمانده گیاهان، همچون گلهای شاخه بریده و برگهای ریخته شده که در یک سالن ریخته می‌شوند باید جمع‌آوری شوند و کاملاً محیط را از وجود آنها پاک کرد. اینها میزبان خوبی برای آفات و بیماریها هستند و واسطه‌ای برای انتقال به کشت بعدی خواهند بود.

ـ جلبکهای داخل سکو و روی کف گلخانه باید نابود شوند. این‌کار را می‌توان به‌راحتی با استفاده از ترکیبات برومین از جمله دیبروم واگری بروم انجام داد. در ضمن جلبکها به دلیل رشد عرضی و سطحی محل مناسبی برای مخفی شدن و تغذیه پشه‌های قارچ‌زی هستند. برای جلوگیری از تجمع آفات و بیماریها، محیط کشت را باید از گیاهان گلدانی تمیز و از پاگذاشتن روی محیط کشت خودداری کرد. آبروهای گلخانه باید تمیز و کاملاً پاک شوند تا در شرایط مرطوب عوامل نامناسب در آنها رشد نکند و شرایط رشد آفات و بیماریها را فراهم نیاورند. ضمناً باعث افزایش رطوبت که موجب رشد عوامل بیماری‌زا در شاخ و برگ گلهاست، نشوند.

انتقال گیاهان به گلخانه

ـ حشرات می‌توانند با گیاهان وارد گلخانه شوند. نهالها و قلمه‌های خریداری شده باید از

نظر آلودگی به آفات و بیماریها به دقت بازرسی شوند. اگر گیاهان آورده شده آلوده باشند. باید آنها را جدا و به‌وسیله حشره کشها آفت‌زدایی کرد یا قسمتهای آلوده را از بین برد. گیاهانی که توسط مشتریان به داخل گلخانه آورده می‌شوند نیز می‌توانند منشأ آلودگی به آفات و بیماریها باشند شما اغلب به دوستان و یا مشتری‌هایی برخورد می‌کنید که از شما می‌خواهند گیاه آنها را اصلاح و یا بازسازی کنید احتمال دارد خسارت و مشکلات این کار بیشتر از ارزش آن گیاه باشد. لازم است از ورود این نوع گیاهان به محل تولید جداً خودداری شود.

تورهای جلوگیری‌کننده از ورود حشرات

ـ نحوه مصرف و کارگذاری و استفاده تجاری از تورهای جلوگیری‌کننده از ورود حشرات دائماً مورد بررسی و آزمایش‌اند. گزارشهای اولیه نشان می‌دهند که به‌کارگیری آنها در جلوگیری از ورود حشرات کوچک مثل تریپسها و کنه‌ها مؤثر است. تورهای پلاستیکی که دارای سوراخهایی به اندازه ۴۰۰ مش هستند، به‌طور تجاری قابل استفاده‌اند. این تورها را مانند فیلتر برای جلوگیری از ورود حشرات در محل ورود هوا نصب می‌کنند. این توریها به اندازه ۵ برابر از جریان هوا جلوگیری می‌کنند ازاین‌رو، برای حفظ ظرفیت سیستم خنک‌کننده، لازم است از پرده‌ای که اندازه آن ۵ برابر سطح توری است استفاده کرد. به دلیل این‌که این توریها در اثر گرد و غبار جمع شده در سطح آنها مسدود می‌شوند، گردگیری آنها بسیار مهم و دارای اهمیت است. باید اضافه کرد، این نوع تورهای سیمی پرهزینه (گران) بوده و محل زیادی را اشغال می‌کنند، اما در کنترل و کاهش آفات گلخانه تأثیر قابل توجهی دارند. مهمترین عامل برای استفاده از تورهای جلوگیری‌کننده از ورود حشرات، مربوط به جلوگیری از ورود تریپسهای است که خود ناقل بیماری ویروسی چون، ویروس لکه‌ای گوجه‌فرنگی هستند. این کنترل می‌تواند مختص دفع تریپسها باشد و برای کنترل این حشرات می‌توان از این روش استفاده کرد.

نظارت بر آفات (بررسی آفات)

تکثیر و تولید مثل آفات و بیماریها در گلخانه، یک امر طبیعی می‌باشد. ولی اگر شناسایی آنها به موقع صورت گیرد، می‌توان قبل از این‌که خسارت مهمی وارد کنند، حتی بدون نیاز به مصرف آفت‌کشها، به دلایلی، با اتخاذ تدابیر لازم و به کارگیری شرایط ایمن‌سازی با آنها مبارزه کرد. حشرات به دلایلی چند می‌توانند خود را در قسمت مهمی از گلخانه تثبیت کنند. مثلاً ناحیه هوای گرم یا یک جریان هوا، می‌تواند آنها را به آن قسمت انتقال دهد و یا قسمتی از گلخانه که انجام عملیات سمپاشی در آن‌جا به‌طور کامل صورت نمی‌گیرد و با مشکلات همراه است، می‌تواند محل خوبی برای آفات به عنوان پناهگاه باشد. تولیدکنندگان گل باید این نقاط را دقیقاً مشخص کرده و به‌طور مداوم آنها را کنترل کنند. حشرات، اغلب گیاهان را برای زندگی خود ترجیح می‌دهند. بعضی از واریته‌های گیاهی نسبت به واریته‌های دیگر در جلب حشرات مناسبتر هستند. این واریته‌ها را باید به دقت شناسایی و محافظت کرد. اکثر حشرات در سطح زیرین برگها پنهان می‌شوند در موقع بازدید و بررسی از سطح بالای برگها، احتمال دارد وجود حشراتی که در زیر آنهاست آشکار نشود بنابراین باید در بازرسیها، قسمتهای زیرین برگها و گلدانها را دقیقاً وارسی کرد. آفات دیگر مثل رابها در هنگام روز در سطح زیرین برگها یا در زیر قسمتی از پوست یا برگها و یا در حاشیه بستر کاشت پنهان می‌شوند و شبها برای تغذیه، بیرون می‌آیند. آشنایی به زیست‌شناسی و محلهای زندگی آنها و همچنین آثار و علایم باقیمانده از آنها از جمله ترشحات چسبنده و براق که برجا می‌گذارند شما را به‌وجود آفت راهنمایی می‌کند.

ـ داخل گلخانه باید حداقل هفته‌ای دوبار بازرسی شود. پیشنهاد می‌شود که جهت کنترل و بررسی در هر سکو، سه عدد گلدان را انتخاب کرد. اگر حشراتی در آنها پیدا شد، این گلدانها به عنوان شاخص برای مشاهدات بعدی، به منظور تثبیت سرعت رشد حشرات به‌کار خواهند رفت. در مدت زمانی که این گیاهان به عنوان شاخص مورد

بازرسی قرارداده می‌شوند، سایرگیاهان نیز باید در زمانهای مختلف مورد معاینه و بررسی قرار گیرند. زیرا حشرات در یک نقطه پایدار نبوده و می‌توانند روی گیاهان دیگر مستقر شوند. نصب کارتهای زرد چسبنده روی قیمها، به‌طوری‌که با رشد گیاه این کارت بالاتر از گیاه و قابل دیدن باشد، به منظور گیاهان شاخص و کنترل، ضروری است. کنترل و بازرسی این گیاهان به‌طور همزمان صورت می‌گیرد. تعداد کارتهابه اندازهٔ گلخانه بستگی دارد، در گلخانه‌های کوچک برای هر ۹۳ مترمربع، یک کارت کافی است. برای گلخانه‌های‌بزرگ‌در هر بلوک ۹۳ مترمربع در سطح گلخانه یک کارت نصب می‌کنند. برای تشخیص بهتر حشرات، استفاده از ذره‌بینی که درشت‌نمایی آن ۱۰ برابر است کمک مؤثری خواهد کرد. نوع و تعداد حشرات باید دقیقاً تعیین و در کارتها ثبت شوند. کارتهای جدید هر هفته، یک‌بار جایگزین کارتهای قبلی شوند تا بتوان در مورد ورود و انبوهی حشرات جدید اطلاعاتی به دست آورد. کنترل و بازرسی کارتها و گیاهان بسیار مهم است، زیرا در مرحله پرواز حشراتی مثل شته‌ها، مینوزها، پشه‌های قارچ‌زی و تریپسها و مگسهای سفید گلخانه‌ای را، می‌توان در روی کارتهای چسبناک (تله‌های چسبنده) مشاهده کرد. لیکن برگ گیاهان در هنگام برداشتن تله صدمه می‌بینند. برعکس کنه‌ها، را بها و مراحل لاروی و یا پورگی برخی از حشرات را نمی‌توان در روی کارتها مشاهده کرد.

ـ ثبت نوع، تعداد، مراحل رشدی و میزان رشد آنها به دلایل زیر مورد نیاز است:

۱ـ کنترل بیولوژیکی: به‌طوری‌که بعداً بحث خواهد شد، اگر مبارزه به روش بیولوژیک باشد به این اطلاعات نیاز مبرم است.

۲ـ انتخاب‌نوع‌حشره‌کش: اکثرحشره‌کشهاانتخابی‌هستند. مثلاً لانات (Lannate^{R}) برای لاروحشرات،شته‌هاوتریپسهامؤثراست‌امابرای‌مینوزهاوکنه‌های‌تارعنکبوتی‌مؤثرنیست.

۳ـ نوع حشره‌کش (فرمولاسیون): تریپسها معمولاً در عمقی‌ترین قسمت گلها جای می‌گیرند و با سمپاشی معمولی نمی‌توان آنها را از بین برد. بنابراین برای نفوذ سم به داخل‌گل‌لازم‌است‌ازسیستم‌سمپاشی‌به‌صورت‌پودرویابه‌حالت مه‌پاش صورت پذیرد.

۴ـ محل سمپاشی: نظارت‌وبازرسی، این‌امکان را فراهم‌می‌سازدتا در محلی که مورد نیاز باشدازحشره کشهااستفاده‌شودودرمحلی‌که‌موردلزوم‌نیست‌ازمصرف‌آن‌خودداری‌کرد.

۵ـ زمان سمپاشی: مگسهای سفید گلخانه‌ای در مرحله سن دوم پورگی به سم حساس‌اند. لیکن در سن چهارم پورگی پوشش محافظ ایجاد شده بر سطح خارجی، آنها را از تأثیر سم محافظت می‌کند. اکسامیل (Oxamyl^{R}) سمی است که برای نفوذ به داخل گیاه پنج روز زمان لازم دارد و بعد از نفوذ به داخل گیاه مدت دو هفته دوام داشته و فعال است. این حشره کش فقط روی حشراتی را که در حال تغذیه هستند، کاربرد دارد. مانند پوره‌های سن دوم و سن سوم مگس سفید و برای تخم، شفیره و حشره کامل تأثیری ندارد.

تنظیم شرایط محیطی

بسیاری از عوامل بیماری‌زا برای فعالیت خود، نیاز به محیط مرطوب و یا آب آزاد در سطح گیاه دارند. ضمن بازرسیهای دقیق، باید از بروز و ایجاد شرایط مساعد برای رشد و نمو عوامل بیماری‌زا در گلخانه جلوگیری کرد و شرایط را طوری تنظیم کرد که امکان فعالیت برای آنها فراهم نشود (روش عملی در بخش ۱۴ بحث خواهد شد) آفات نیز برای تکثیر و پراکنش سریع‌نیازبه‌شرایط‌ویژه‌ای‌دارند مثلاًکنه‌های تار عنکبوتی به دمای زیاد و رطوبت‌کم‌احتیاج دارند. برای کنترل کنه‌ها، استفاده از سیستم مؤثر خنک‌کننده جهت کاهش‌دماونیزافزایش‌رطوبت‌محیط، عامل‌بسیارمهمی‌درکاهش‌آلودگی به‌شمار می‌رود.

ریشه کن کردن آفات

در مورد کنترل آفات دو نظریه وجود دارد. نظریه اول (قدیمی) مبتنی بر استفاده متوالی از برنامه‌های سمپاشی و به‌کارگیری ترکیبات شیمیایی جهت محافظت گیاه است. در این برنامه، معمولاً گیاهان هفته‌ای یک‌بار به‌وسیله مخلوطی از سموم

قارچ‌کش، حشره‌کش و کنه‌کش سمپاشی می‌شدند و منظور از اجرای این برنامه ایجاد یک لایه از ترکیبات شیمیایی در سطح گیاه است که خود عامل مهمی در محافظت گیاه از آسیب آفات به‌شمار می‌رود. این برنامه با مشکلاتی از جمله، آلودگی محیط زیست، خطرات مربوط به نقل و انتقال حشره‌کشها و نیز افزایش مقاومت حشرات نسبت به سموم معینی مواجه بود و امروزه بالا رفتن مقاومت حشرات در برابر سموم به صورت موضوع حادی درآمده است و در نتیجه تولیدکنندگان را از مصرف بی‌رویه سم منع و تعدادی از حشره‌کشهای گلخانه‌ای را از رده خارج کرده‌اند و مصرف انواع سموم را در گلخانه کاهش داده‌اند.

ـ روش دوم، براساس مدیریت تلفیقی دفع آفات است و در شرایط ضروری از حشره‌کشها نیز استفاده می‌شود. هدف از این روش حذف کامل آفت با استفاده از حشره‌کشها نیست، بلکه مصرف آنها را محدود به وضعیت طغیانی و بسیار ضروری کرده‌اند. گفته می‌شود که مبارزه تلفیقی، موجب صرف وقت بیشتر برای بازدید و کنترل آفات می‌شود. ولی بهرحال، صرف زمان برای این کار، سبب کاهش هزینه‌های خرید سموم و نیز کاهش خطرات مقاوم شدن حشرات و مانع صدمه دیدن محصول و عوارض ناشی از آفت‌کش می‌شود.

حشرات و سایر آفات گلخانه‌ای

حشرات و آفات متعددی وجود دارند که به گیاهان گلخانه‌ای حمله می‌کنند. شناخت چرخه زندگی این نوع آفات در مبارزه با آنها ضروری است. بیشتر آلودگیها مربوط به ده نوع آفت است. قبل از هرگونه اقدام برای مبارزه تشخیص آفت ضروری است. زیرا تعداد کمی از حشره‌کشها عمومی‌اند و اکثر آفات را از بین می‌برند. درحالی‌که اغلب آنها اختصاصی بوده و برای از بین بردن یک نوع بخصوص از آفت و یا چند آفت

به کار برده می‌شوند. مثلاً کنه‌های تار عنکبوتی توسط گروهی از ترکیبات شیمیایی به‌نام کنه کشها کنترل می‌شوند.

ـ رفتار تغذیه‌ای آفات هم بسیار مهم است. مثلاً آفتی مثل کنه سیکلامن فقط از جوانه‌های کوچک باز نشده تغذیه می‌کند. برای جلوگیری از خسارت آن، افزودن مقداری مواد خیس‌کننده به کنه کش موجب نفوذ ماده سمی به داخل جوانه می‌شود و اثر سم را تشدید می‌کند. مگسهای سفید از قسمت زیرین برگها تغذیه می‌کنند. از این نظر سمپاشی از سطح زیرین برگ، نسبت به سمپاشی از سطح رویی بهتر و مؤثرتر است. در ضمن، آشنایی با طرز تغذیه آفات ما را در پیشگیری سریع و کنترل آنها یاری خواهد کرد.

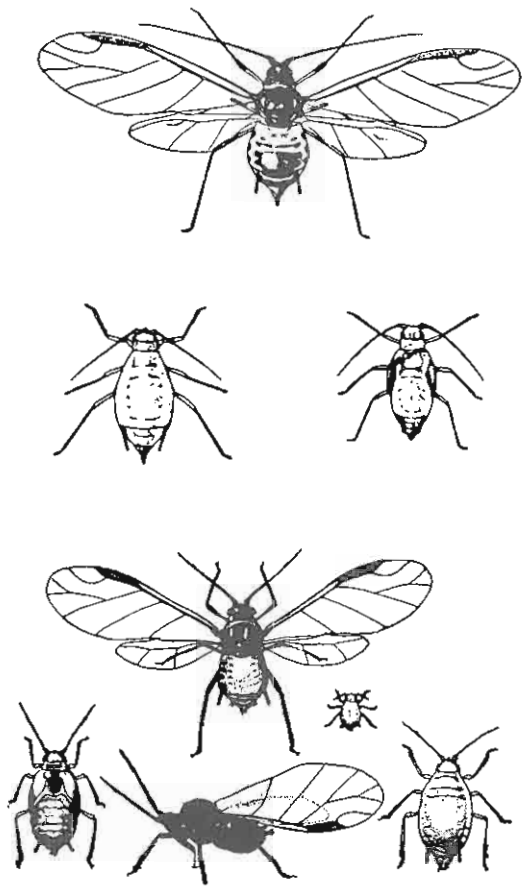
ـ آگاهی از طرز تغذیه آفات، به‌خصوص در مورد آفات کوچکی که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند و یا آن دسته از آفات که در مواقع روز در زیر خاک یا گلدانها مخفی می‌شوند می‌توان از آثار باقی‌مانده و علایم مربوط پی به وجود آفت برد. مثلاً مواد لزج کشیده شده در سطح زمین و گیاه دلالت بر وجود رابها یا حلزونها می‌کند، یا پیچیده شدن برگهای جوان سیکلامن مربوط به حضور کنه سیکلامن است بروز آثار قهوه‌ای روشن دلالت بر وجود لاروهای مینوز در برگ دارد و یا وجود لکه‌هایی شبیه ته سنجاق به رنگ سفید و خاکستری در روی برگها نشان‌دهندهٔ حشراتی دارای قطعات دهانی زننده یا مکنده‌اند نظیر شته و کنه‌ها است.

ـ اکثر حشره کشها، تخم‌کش نیستند، به این جهت آگاهی از چرخه زندگی آفت الزامی است. یک حشره مثل شته که ظرف مدت هفت الی ده روز یک نسل تولید می‌کند. نسبت به شپشکهای آردآلودی که برای تکمیل یک نسل خود شش تا هشت هفته زمان لازم دارند، به سمپاشیهای بیشتری نیاز است. شناسایی عادات و تشخیص هر یک از آنها در کنترل و چگونگی مبارزه صحیح با آنها بسیار مؤثر و مفید خواهد بود.

شته‌ها Aphids

شته‌ها به تعداد زیادی از گیاهان گلخانه‌ای حمله می‌کنند، انواع شته‌ها باتوجه به رنگ بدنشان متفاوت می‌باشند. گونه‌های مهم و رایج در گلخانه، شته، سبزهلو *Myzus persicae*که در شکل ۱-۱۳ نشان داده شده است. رنگ بدن شته بی‌بال (شته سبزهلو) در تابستان زرد مایل به سبز و در پاییز و بهار صورتی مایل به قرمز است. اما بدن فرمهای بال‌دار این حشره قهوه‌ای رنگ است. طول شته‌ها ۳ میلیمتر یا کمتر است.

نحوه تغذیه آنها مکیدن شیره گیاهی است، این حشرات خرطوم لوله مانند خود را مانند مته وارد نسج برگهای گیاه کرده و شیره نباتی را می‌مکند این حشرات معمولاً از



الف

ب

شکل ۱-۱۳ـ فرم بال‌دار و بدون بال شته‌ها: **الف)** شته سبزهلو **ب)** شته خربزه

شاخه‌های جوان، جوانه‌ها و سطح زیرین برگها تغذیه می‌کنند. در اثر تغذیه از جوانه و برگهای تازه روییده ناهنجاریهایی مانند پیچ‌خوردگی برگها یا گال در گیاه به‌وجود می‌آید. در روی برگهای مسن لکه‌های کوچک شبیه ته سنجاق و زردرنگ که به علت خالی شدن محتوای سلولها در اثر تغذیه حاصل می‌شوند به‌وجود می‌آید.

ـ شته‌ها در اثر تغذیه، از خود عسلک تراوش می‌کنند که مملو از مواد قندی است. در روی این عسلکها، قارچهای دوده‌ای فعالیت می‌کنند و لایه‌ای سیاه‌رنگ را در روی برگ تولید می‌کنند. عسلکهای تولید شده به وسیله مورچه‌ها جمع‌آوری می‌شود و گاهی اوقات شته‌ها به وسیله مورچه‌ها نگهداری می‌شوند و یا به میزبانهای دیگر انتقال داده می‌شوند.

ـ شته‌ها معمولاً پوره‌های ماده تولید می‌کنند. پوره‌ها در نسلهای متوالی در مدت کوتاهی بین هفت تا ده روز حشره ماده جدید به‌وجود می‌آورند. هر شته در یک دوره ۲۰ تا ۳۰ روزه، زندگی خود را کامل و تولیدمثل می‌کند. هر شته می‌تواند بین ۶۰ تا ۱۰۰ پوره به وجود بیاورد. تمامی این مرحله بدون جفت‌گیری سپری می‌شود. وقتی جمعیت شته‌ها در کلنی بیش از حد افزایش می‌یابد و یا غذای موجود تکافو نمی‌کند، ماده‌های بال‌دار ظاهر می‌شوند و مهاجرت می‌کنند. با نزدیک شدن فصل زمستان شته‌های نر و ماده ظاهر می‌شوند، جفت‌گیری و سپس تخم‌گذاری می‌کنند و زمستان را به صورت تخم می‌گذارنند.

پشه‌های قارچ‌زی

پشه‌های قارچ‌زی (*Sciara Sp.* و *Bradysia Sp.*) کشیده، دارای بالهای خاکستری با پاها و شاخکهای بلند هستند (شکل ۲-۱۳) در هنگام احساس خطر، از روی خاک برخاسته و مسافت کوتاهی را پرواز می‌کنند. طول حشره بالغ ۳ میلیمتر است و یک جفت بال شفاف دارد. دارای سری سیاه‌رنگ و پاها و شکمی به رنگ قهوه‌ای

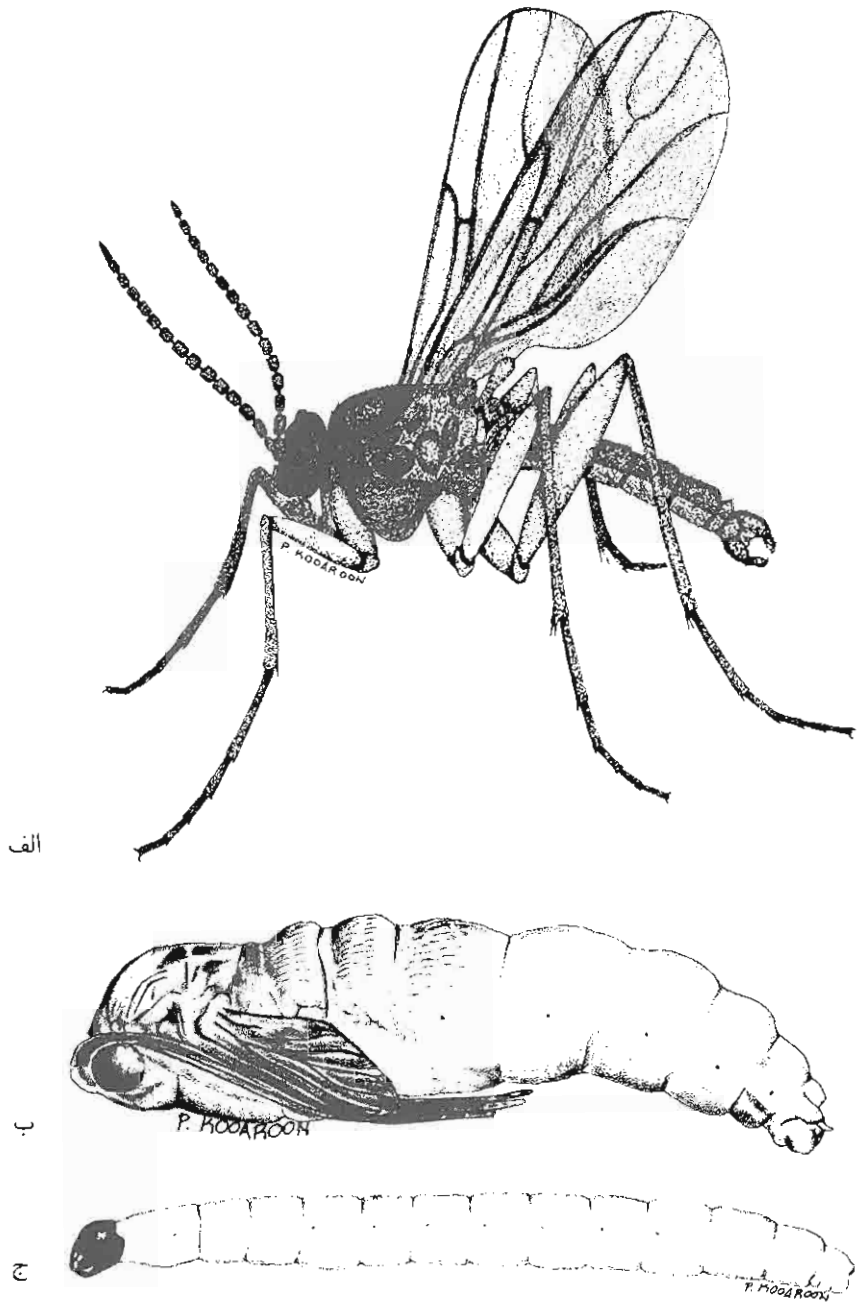
متمایل به زرد است.

ـ عامل بروز خسارت، لاروهای این حشره‌اند. این لاروها معمولاً کرمهای کوچک سفیدرنگ با سر سیاه و فاقد پا هستند و طول بدنشان ۵ میلیمتر است. این لاروها به‌طور طبیعی از قارچهای خاک‌زی و مواد آلی پوسیده تغذیه می‌کنند. وقتی جمعیت آنها افزایش یافت و تراکم جمعیت آنها بالا رفت به پیازها و ریشه‌ها حمله می‌کنند. در اثر حمله آنها، نهالهای ضعیف از بین می‌روند گیاهان زیادی به‌وسیله لارو این پشه‌ها خسارت می‌بینند. به‌طوری‌که گیاهان آلوده به رنگ زرد درآمده، رشدشان کم و پژمرده می‌شوند.

ـ پشه‌های ماده تخمهای خود را به صورت دسته‌های ۲۰ تا ۳۰ عددی در سطح مرطوب خاک قرار می‌دهند. و برای این منظور خاکهای غنی از مواد آلی را بیشتر ترجیح می‌دهند. دو حشره در مدت کوتاه ده روز عمر خود حدود ۳۰۰ عدد تخم می‌گذارد، تخمها در عرض شش روز تبدیل به لارو می‌شوند. لاروها به مدت ۱۴-۱۲ روز تغذیه می‌کنند و سپس در داخل خاک به شفیره تبدیل می‌شوند. پس از ۵ الی ۶ روز حشره‌های کامل از شفیره خارج می‌شوند. بنابراین چرخه زندگی این حشره از مرحله تخم تا حشره کامل حدود چهار هفته طول می‌کشد.

مینوزها

مینوزها در مرحله لاروی، در داخل برگها، کانالهای غیرمنظمی ایجاد می‌کند (شکل ۳-۱۳) به‌طوری‌که آلودگیهای شدید باعث غیرقابل فروش شدن گیاه می‌شود. در سالهای اخیر به علت مقاومت لاروهای مینوز به حشره‌کشها، جمعیت این حشره مخصوصاً در گل داوودی بالا رفته است. به همین منظور مطالعات زیادی در کنترل جمعیت صورت گرفته است. اخیراً جهت کنترل این آفت از حشره‌کش به‌نام آباسکتین ($Avid^{R}$) که سمی مؤثر است، استفاده می‌کنند.



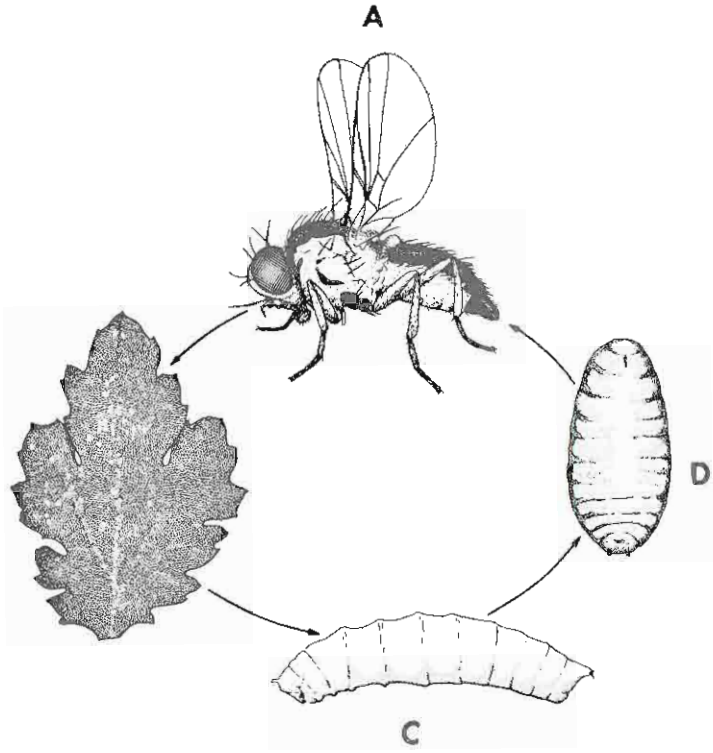
شکل ۲-۱۳ـ مراحل زندگی پشه قارچ‌زی **الف)** طول حشره بالغ ۳ میلیمتر ب) شفیره به طول ۳ میلیمتر و ج) لارو حدود ۵ میلیمتر

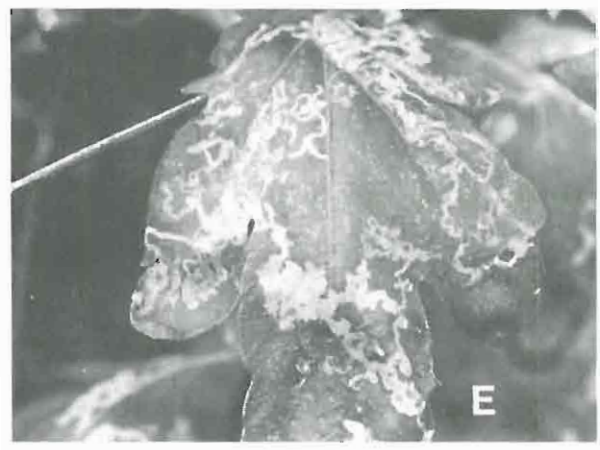
ـ حشرات ماده، مگسهای کوچکی به طول ۲ میلیمتراند. این حشره سطح برگها را به‌وسیله آلت لوله‌مانندی که تخم ریز نامیده می‌شود و در روی شکم وجود دارد، سوراخ می‌کند و تخمها را در داخل برگ قرار می‌دهد. نتیجه این عمل، تشکیل لکه‌های سفیدرنگ بی‌شماری است. که در محلهای تخم‌ریزی شده در روی برگها به‌وجود می‌آید. حشرات ماده و نرها از شیره گیاهی موجود در منطقه سوراخهای ایجاد شده تغذیه می‌کنند هر حشره ماده در طول عمر دو تا سه هفته‌ای خود حدود ۱۰۰ عدد تخم می‌گذارد. تخمها در مدت پنج الی شش روز تفریخ شده به لارو سفیدرنگ نرمی تبدیل می‌شود که طول هر یک از آنها در نهایت مرحله تکاملی ۳ میلیمتر است. لاروها مدت دو هفته در داخل برگ تونل ایجاد می‌کنند که در نهایت لارو از داخل برگ به روی خاک یا بستر می‌افتد و از حالت لاروی به شفیره تبدیل می‌شود. حدود دو هفته بعد مگسها (حشره کامل) از شفیره خارج می‌شود و به سوی برگهای جدید پرواز می‌کند و چرخه زندگی خود را دوباره آغاز می‌کند. طول چرخه زندگی این حشره از مرحله تخم تا حشره کامل حدود پنج هفته است.

ـ مینوزها گونه‌های مختلفی دارند که دو نوع از آن در گلخانه‌های بیشتر رواج دارد. شامل مینوز مارپیچ (Liciomyzia trifolii Burgess) دارای بدنی سیاه‌رنگ با خالهای زرد و سری زردرنگ و چشمان قهوه‌ای است. لارو این حشره در بشره برگ تونلهای مارپیچ ایجاد می‌کند. کرم دیگری به نام مینوز برگ داوودی (Phytomyza atricornis) که نسبت به قبلی طویلتر و رنگ بدنشان سیاه است. لاروهای این حشره نیز در برگ تونلهایی ایجاد می‌کند.

شپشکهای آردآلود (Pseudococcus)

شپشکهای آردآلود، حشرات ریز و بیضی‌شکلی هستند که به علت پودر واکس‌مانندی که اطراف بدن آنها را پوشانده است، سفیدرنگ دیده می‌شوند





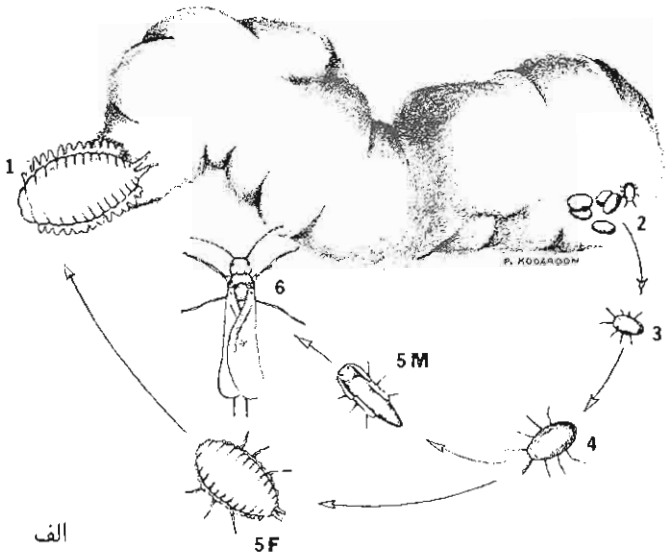
شکل ۳-۱۳ـ مراحل مختلف زندگی کرم مینوز را نشان می‌دهد.
A) حشره بالغ، **B)** محل سوراخهای تغذیه و تخمها روی برگ، **C)** لارو
D) شفیره **E)** خسارت وارد شده به داوودی در یک گلخانه تجاری

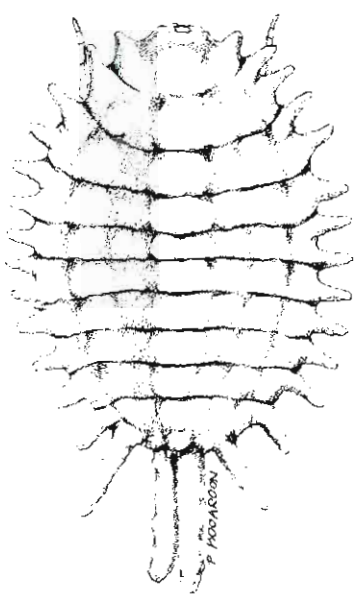
(شکل ۴ـ۱۳) منبع مومی در بدن آنها شامل رشته‌هایی می‌شود که از اطراف بدنشان خارج شده است و بعضی از این رشته‌ها بیش از ۱۳ میلیمتر طول دارند که در قسمت پشت برخی از آنها قرار گرفته و به صورت دم دیده می‌شود. طول حشره حدود ۵ تا ۸ میلیمتر است. قطعات دهانی شپشکهای آردآلود به شکل سوراخ‌کننده مکنده‌اند و از این طریق از گیاه تغذیه می‌کنند. شپشکهای آردآلود مرکبات در حین تغذیه، مواد سمی نیز به گیاه وارد می‌کنند. گیاه مورد حمله قرار گرفته به رنگ زرد و بدشکل در می‌آید. این حشرات نیز همانند شته‌ها، عسلک ترشح می‌کنند که مادهٔ مناسبی برای رشد قارچهای سیاه (Aspergilus nigra) به‌شمار می‌رود. گاهی مورچه‌ها این مواد را نیز مانند عسلک شته‌ها مورد استفاده قرار می‌دهند.

ـ شپشکهای آردآلودی که دارای رشته‌های طویل دم‌مانند هستند، زنده‌زاد هستند درحالی‌که شپشکهای آردآلود مرکبات تخم‌گذار بوده و تخمهای خود را در داخل کیسه‌های پنبه‌مانندی قرار می‌دهند. در هر یک از کیسه‌های چند عدد تخم زرد یا نارنجی‌رنگ می‌گذارند.

تخمها در عرض پنج الی ده روز به پوره تبدیل می‌شوند. پوره‌ها مدت شش تا هشت هفته تغذیه می‌کنند و در خلال این مدت به حشره بالغ تبدیل می‌شوند. چرخه زندگی این حشره در شرایط مناسب از تخم تا حشره کامل حدود هفت الی ده هفته به طول می‌انجامد.

ـ کنترل شپشکهای آردآلود به علت تولید یک لایه مومی و آردی که روی آنهاست مشکل است ازاین‌رو مصرف مواد مویان (خیس‌کننده) همراه با حشره‌کشهای پودر قابل تعلیق در آب کمک می‌کند که محلولهای سمی خاصیت چسبندگی و نفوذپذیری بهتری داشته باشند. مصرف حشره‌کشها با استفاده از سمپاشهایی که قطرات ریزتری تولید می‌کنند تأثیر و نقش بهتری خواهد داشت. معمولاً پوره‌ها به علت نازک بودن پوشش محافظشان نسبت به حشره بالغ مقاومت کمتری دارند و آسانتر از بین می‌روند.



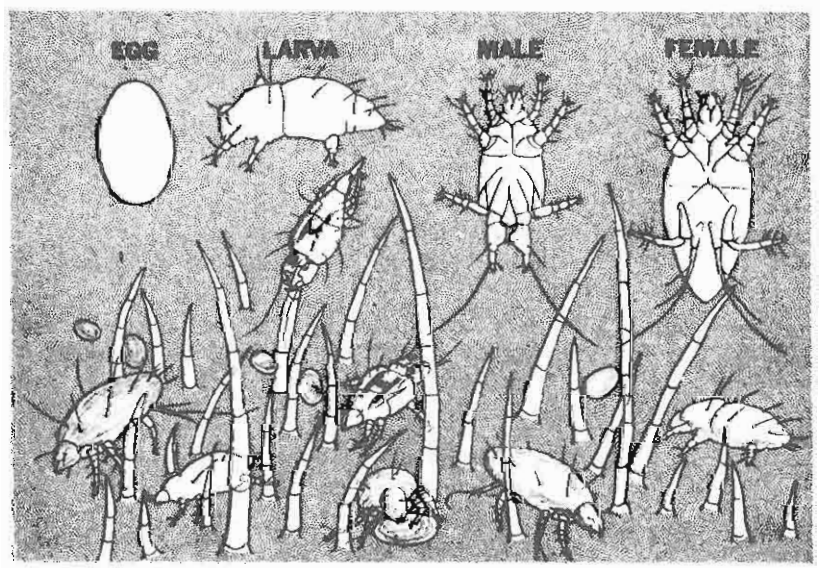


شکل ۴-۱۳ـ مراحل مختلف زندگی شپشک آردآلود: **الف)** تمام مراحل زندگی شپشک آردآلود مرکبات، **ب)** شپشک آردآلود بالغ با رشته‌های بلند (دم بلند) و **ج)** شپشک آردآلود مکزیکی را نشان می‌دهد.

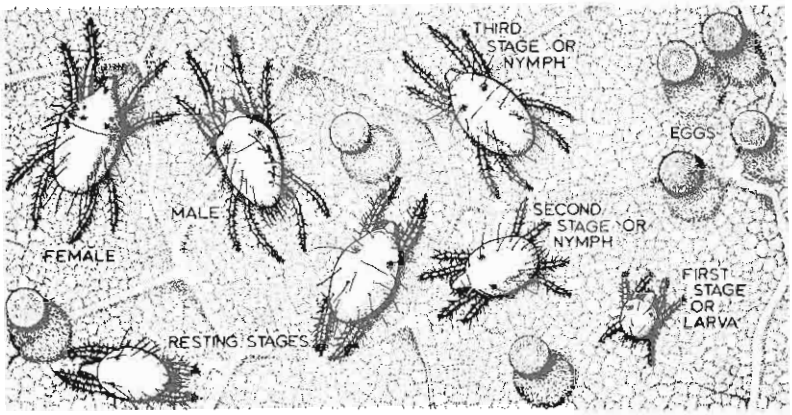
کنه‌ها

کنه‌ها جزو حشرات نیستند، بلکه آنها مربوط به رده Arachnida که شامل عنکبوتها و عقربها و شبه عقربها می‌شود، هستند. کنه‌ها در حالت بالغ دارای چهار جفت پا هستند. گونه‌های متعددی از آنها وجود دارد که همچون آفت به محصولات و گیاهان حمله می‌کنند.

برخی از آنها مثل کنه‌های سیکلامن (Stencotarsonemus pallidus Banks) بسیار کوچک‌اند و طول آنها در مرحله رشد کامل حدود ۰/۲۵ میلیمتر است. به این جهت آنها را با چشم غیرمسلح نمی‌توا مشاهده کرد این کنه‌ها بدنی نیمه‌شفاف و کم و بیش قهوه‌ای‌رنگ دارند (شکل ۵-۱۳) برای توسعه و گسترش مطلوب خود به رطوبت زیاد (۸۰ درصد و بیشتر) و دمای کمتر (۱۶ درجه سانتیگراد) نیاز دارند. چرخه زندگی آنها از دوره تخم تا مرحله جانور کامل در مدت دو هفته صورت می‌گیرد اما ماده‌های بالغ سه الی چهار هفته زنده می‌مانند و حدود ۱۰۰ عدد تخم می‌گذارند.



شکل ۵-۱۳ـ مراحل زندگی کنه سیکلامن در روی برگ گلوکسینیا



شکل ۶-۱۳ـ مراحل زندگی کنه تار عنکبوتی را نشان می‌دهد.

ـ کنه سیکلامن به گیاهان زیادی به‌ویژه نباتات برگی (برگ زینتی) حمله می‌کند. کنه‌ها زندگی خود را روی جوانه‌ها و برگهای کوچک مجاور آنها می‌گذرانند و از آنها تغذیه می‌کنند. تغذیه از طریق قطعات دهانی سوراخ‌کننده، مکنده، با سوراخ کردن بافت گیاه و تغذیه شیره نباتی صورت می‌گیرد. علایم آلودگی، شامل پیچ خوردن برگچه‌ها از خارج به داخل و نیز پیچ خوردن و صدمه دیدن برگهای جوان است. همچنین احتمال دارد گلها به حالت خمیده درآیند و در نهایت بریزند.

ـ کنه‌های دولکه‌ای و کنه‌های قرمز (Tetranychus urticae kah) احتمالاً از مهمترین آفاتی هستند که از پرخسارت‌ترین و مشکل‌آفرین‌ترین آفات گلخانه‌ای به‌شمار می‌روند (شکل ۶-۱۳). این کنه‌ها به رنگ زرد متمایل به سبز، زرد یا قرمز است و دارای دو لکه تیره‌رنگ در روی بدن خود هستند. طول آنها حدود ۰/۵ میلیمتر است.

ـ کنه‌های دولکه‌ای باعث ایجاد نقاط زردرنگی روی برگها می‌شوند که چنان به نظر می‌رسد که شن بسیار ریز زرد متمایل به قهوه‌ای رنگ را روی برگها پاشیده باشند. با این وجود در روی برگهای داوودی و دیگر گیاهانی که برگهای ضخیم دارند. لکه‌های ایجاد شده قابل توجه نیستند. این کنه‌ها در روی برگها و گلها تارهای ابریشمی می‌تنند.

بر اثر حمله کنه‌ها، برگها و گلها سریع خشک و سپس قهوه‌ای‌رنگ می‌شوند. این نوع کنه‌ها اکثراً در زیر برگها و داخل گلها زندگی می‌کنند ازاین‌رو مبارزه با آنها در داخل پوششهای گل دشوار است.

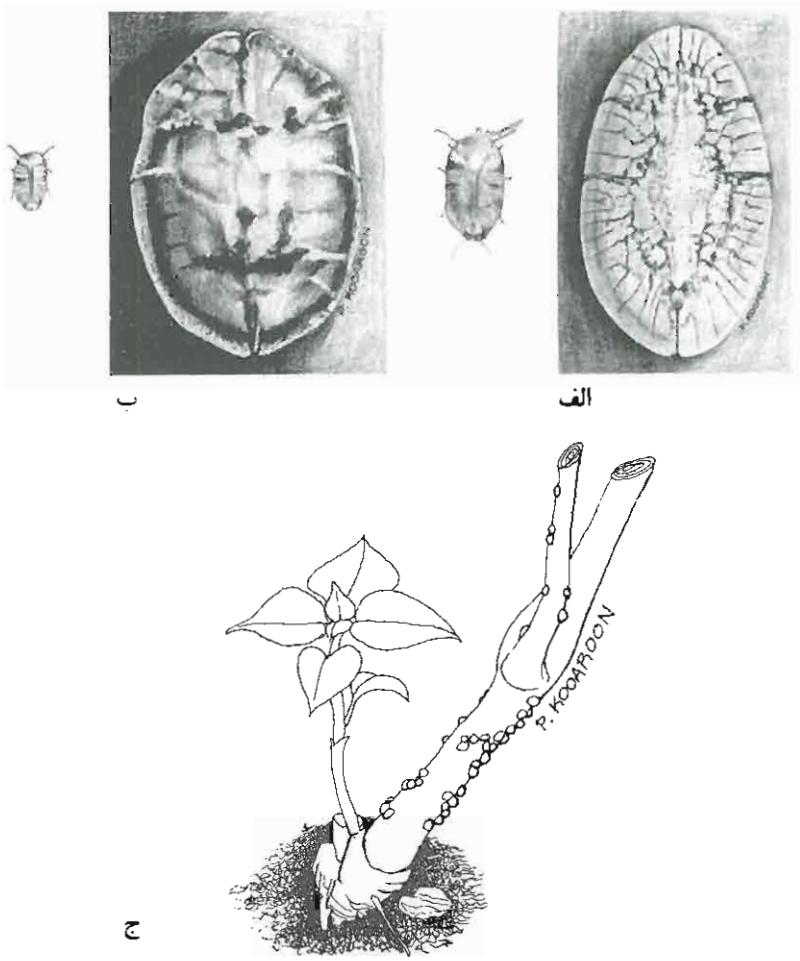
ـ طول عمر آنها از مرحله تخم تا مرحله بلوغ با توجه به دمای محیط فرق می‌کند. در ۲۷ درجه سانتیگراد حدود ۱۰ روز و در دمای ۲۱ درجه سانتیگراد نزدیک ۲۰ روز این دوره طول می‌کشد رطوبت نسبی کمتر برای رشد و نمو این نوع کنه مناسب است. تخمها ظرف مدت چهار الی پنج روز به نمف (پوره) که دارای سه جفت پاست تبدیل می‌شوند که پس از تغذیه کامل در مدت کوتاه وارد دوره استراحت یا دورهٔ پروتونمف که حدود یک روز و نیم طول می‌کشد می‌شود. حالت استراحت در هر مرحله نمف سه‌بار به صورت متوالی تکرار می‌شود و در نهایت کنه‌های کامل* که دارای چهار جفت پا هستند و پس از استراحت سوم ظاهر می‌شوند.

ـ اغلب کنه کشها در مرحله تخم و دوره استراحت بر روی کنه‌ها اثری ندارند. خواه روش مبارزه به صورت تعلیق در هوا، تدخینی و یا به صورت میکرونیزه باشد نظر به این که کلیه مراحل زندگی کنه‌ها معمولاً همزمان در گیاه وجود دارد، برای مبارزه آنها مصرف چند کنه کش که بر روی مراحل مختلف کنه اثر می‌کنند مورد نیاز است و اگر دمای محیط بالا باشد، استعمال کنه کشها با فاصله دو روز از هم ضرورت پیدا می‌کند.

شپشکهای سپردار

ـ شپشکهای سپردار شامل چندین جنس هستند که همگی به بالای خانواده Coccoidea شکل (۷-۱۳) تعلق دارند. اندازه آنها متفاوت است و در حدود ۶ میلیمتراند. شپشکهای سپردار همانند شپشکهای آردآلود نرم‌تن به یک بالا خانواده وابسته هستند.

* ـ کنه‌ها دارای چهار مرحله تکاملی شامل: تخم، نمف با سه جفت پا، نمف با چهار جفت پا و جانور کامل هستند.



شکل ۷-۱۳ـ شپشکهای سپردار، آفات گیاهان زینتی: **الف)** سپردار قهوه‌ای همراه پوره‌های متحرک **ب)** سپردار نیمه کروی (سمت راست) همراه پوره‌ها و **ج)** گیاه ارغوان که به‌وسیله سپردار نیمه کروی شکل آلوده شده است را نشان می‌دهد.

انواع بدون سپر، از شپشکهای "Coccids" دارای یک محافظ مومی‌اند که این محافظ از بدن آنها جدا نمی‌شود. بعضی از شپشکها موم ترشح می‌کنند که احتمال دارد به شکل پهن، بیضی و یا کروی باشند. برخی دیگر از شپشکهای بدون سپر، عسلک ترشح می‌کنند که سبب رشد قارچهای دوده‌ای در روی عسلکهای

مترشحه می‌شوند.

ـ انواع دیگر شپشکها، دارای سپر (diaspidids) هستند. سپرها به بدن حشره متصل نیستند و ترکیبی‌انداز ترشحات مومی حاصله از این حشره که در مرحله پوست‌اندازی حشرات نابالغ به‌وجود می‌آید. اشکال مختلف سپر از فرم گرد تا حلزونی‌شکل متغیرند و دارای رنگهای مختلف و به حالت صاف و یا زبر دیده می‌شوند. این سپردارها عسلک ترشح نمی‌کنند.

ـ حشرات ماده سپردار همانند شپشکهای آردآلود حرکت نمی‌کنند. آنها کیسه‌مانند، بدون بال و معمولاً پا ندارند و با قطعات دهانی سوراخ‌کننده ـ مکنده تغذیه می‌کنند و مواد مسموم‌کننده را وارد گیاه می‌کنند. بعضی از گونه‌های سپردارها، زنده‌زا و برخی دیگر تخمگذارند حشرات نر دارای پا و یک جفت بال هستند، لیکن فاقد خرطوم‌اند (نمی‌توانند تغذیه کنند). در بعضی از گونه‌ها حشرات نر کمتراند و یا اصلاً وجود ندارند و ماده‌های آنها زنده‌زا و یا تخمگذارند.

ـ پوره سن یک دارای پا است و حدود دو روز برای جستجوی محل مناسب و غذا می‌تواند حرکت کند. خرطوم خود را وارد برگ و شروع به تشکیل سپر می‌کند. این پوره‌ها می‌توانند طی چندین مرحله پوست‌اندازی به همان صورت باقی بمانند، در طی اولین پوست‌اندازی، پاهای خود را از دست می‌دهند. تخمها یا پوره‌های زنده در زیر بدن حشره ماده و زیر سپر حاصله، تولید می‌شوند این شپشکها در طول سال می‌توانند سه الی هفت نسل تولید کنند.

رابها و حلزونها

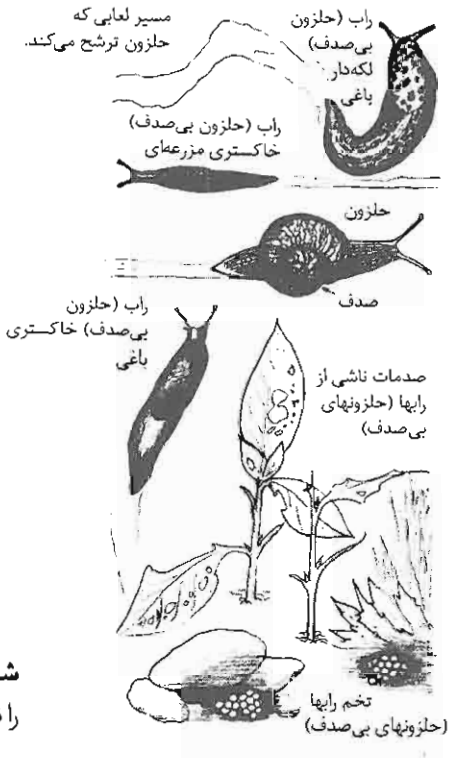
ـ حلزونهای صدف‌دار و بدون صدف خارجی* (شکل ۸-۱۳) جزو حشرات نیستند. آنها

---

* ـ دارای صدف داخلی‌اند.

جانوران نرم‌تن (گروهی از حیوانات شامل حلزونها، حلزونهای دریایی، نرم‌تنان، صدف‌دارها و هشت‌پایان) به‌شمار می‌روند. حلزونهای بدون‌صدف، فاقد پوشش‌اند. درحالی‌که حلزونهای صدف‌دار، دارای پوششی سخت‌اند. حلزونهای بدون صدف به طول ۱۰-۱/۳ سانتیمتراند.

حلزونهای صدف‌دار و رابها، دارای قطعات دهانی جونده‌اند که به آنها امکان می‌دهد تا از نهالها و برگها تغذیه کنند. آنها شب‌هنگام تغذیه می‌کنند و در روز در زیر گلدانها، زیر سکوهای کشت و یا در حوالی سطح بستر کشت پنهان می‌شوند. معمولاً مناطق مرطوب و تاریک را برای پنهان شدن ترجیح می‌دهند. حلزونهای بدون صدف (رابها) هنگام حرکت، مایع لزجی را از خود ترشح می‌کنند. وقتی این مایع خشک شد، به صورت شفاف و براق، که مسیر حرکت حلزون را نشان می‌دهد، دیده می‌شود. وجود این آثار، تشخیص حضور آنها را آسانتر و ما را به‌وجود رابها در



شکل ۸-۱۳ـ انواع مختلف حلزونهای صدف‌دار و راب را نشان می‌دهد.

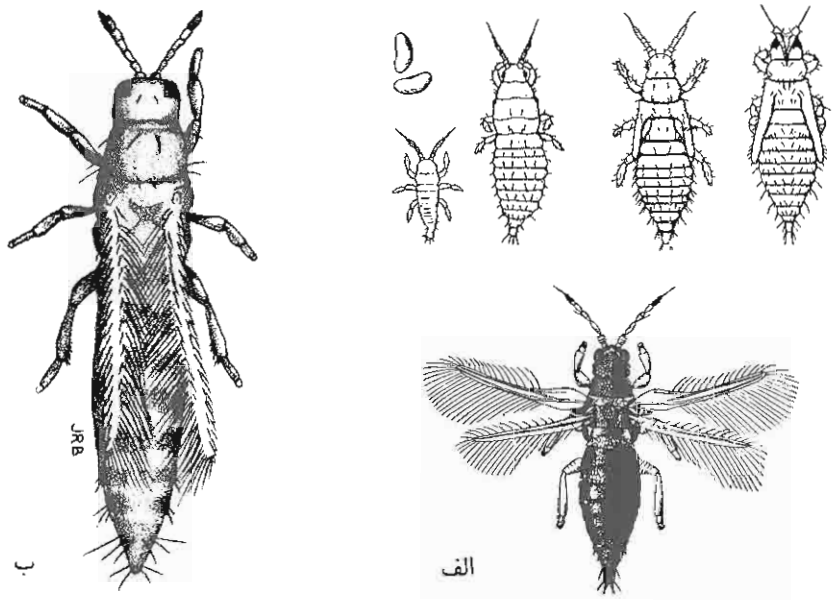
گلخانه آگاه می‌کند.

ـ معمولاً حلزونهای صدف‌دار و رابها توسط شاخ و برگ گیاهان و یا آشغالها وارد گلخانه می‌شوند. از این‌رو تمیز نگهداشتن اطراف گلخانه و از بین بردن علفهای هرز اهمیت فراوان دارد. همچنین آنها به‌آسانی می‌توانند، به‌وسیله گلدانها، جعبه‌های کاشت، خاک و گیاهان به داخل گلخانه راه پیدا کنند.

ـ حلزونهای صدف‌دار و رابها بین ۲۰ الی ۱۰۰ عدد تخم را به صورت دسته، در شکافهای مرطوب خاک و یا ظروف کشت می‌گذارند. تخمها در ۱۰ درجه سانتیگراد، در مدت ده روز تفریخ می‌شوند و مدت سه ماه الی یک سال زمان نیاز دارند که به مرحله بلوغ و تکامل برسند. با حلزونهای صدف‌دار و رابها، معمولاً به روش طعمه‌گذاری (طعمه سموم) و با استفاده از سمومی چون متالدهاید یا متیوکارپ مبارزه می‌کنند و آنها از بین می‌برند.

تریپسها

تریپسها (شکل ۹ـ۱۳) حشرات بسیار کوچک به طول ۱ میلیمتر و دارای دو عدد بالا ریشک‌دارند. به میزان زیاد در خارج از گلخانه تولید مثل می‌کنند و در فصول گرم به داخل گلخانه وارد می‌شوند. اکثر آنها، به‌وسیله جریان هوا انتقال می‌یابند. تریپسها به تعداد زیادی از گیاهان زینتی حمله می‌کنند این حشرات معمولاً در داخل جوانه‌ها، روی گلبرگها، در سطح دمبرگها و زیر پوسته خارجی پیازها دیده می‌شوند. حشرات بالغ آنها با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند. لیکن به دلیل پنهان شدن در داخل جوانه‌ها و گلها به سادگی مشاهده نمی‌شوند. بنابراین با تکان دادن جوانه‌ها و گلها روی یک صفحه کاغذ سفید می‌توان آنها را مشاهده کرد. رنگ حشرات بالغ در گونه‌های مختلف متفاوت است و به رنگهای زرد، قهوه‌ای متمایل به سبز، قهوه‌ای و یا سیاه دیده می‌شوند.



شکل ۹-۱۳ـ حالات مختلف تریپسها هر دو گونه حداکثر ۳۰ میلیمتر طول دارند: **الف)** مراحل مختلف رشدی تریپس گلخانه‌ای **ب)** یک تریپس بالغ را نشان می‌دهد.

ـ تا سالهای اخیر تریپس غربی شکوفه (*Frankliniella occideetalis) فقط محدود به مناطق غربی (Rocky Mountuins) کوههای صخره‌ای بود. امروزه به‌طور گسترده‌ای در آمریکا و اروپا پراکنده شده است. این حشره در بسیاری از مشکلات جدی ایجاد شده توسط آفات در گلخانه، سهیم است. تریپس غربی ناقل ویروس لکه‌ای گوجه‌فرنگی است و این ویروس به‌وسیله این تریپس به اکثر محصولات گلخانه‌ای منتقل و باعث از بین رفتن آنها می‌شوند که هیچ راه معالجه و بهبودی جز از بین بردن تریپس غربی ناقل بیماری در گلخانه وجود ندارد. چون این حشره میزبانهای فراوانی چه در داخل و چه در خارج گلخانه دارد، معمولاً مبارزه با آن بسیار مشکل است. نصب تورهای محافظت‌کننده در گلخانه یکی از اعمال اصلی به منظور کنترل تریپس غربی و در نتیجه ویروس Tswv به‌شمار می‌رود.

---

* - این حشره یکی از آفات مهم گیاهان زینتی است که در اکثر مناطق تولید گلایول و میخک وجود دارد.

ـ تریپسهای ماده بالغ توسط اندام تخم‌ریز که در زیر شکم خود دارند. در برگها سوراخهایی ایجاد می‌کنند و تخمهای خود را در آن سوراخها قرار می‌دهند. تخمها در مدت دو الی هفت روز تبدیل به پوره می‌شوند و پوره‌ها شروع به تغذیه می‌کنند آنها با قطعات دهانی خود سطح برگ و گلبرگهای حساس را زخمی و از شیره ترشح شده از زخم تغذیه می‌کنند و لکه‌های سفید در آن محل ایجاد می‌شود. آثار خسارت آنها به صورت نوارهای باریکی است که پس از مدتی محل لکه‌های سفید شده به رنگ سبز متمایل به قهوه‌ای تبدیل می‌شود. طول چرخه زندگی تریپس در شرایط مناسب، حدود دو هفته است. درصورتی‌که دمای محیط کمتر باشد، این مدت بیشتر خواهد شد. حشرات کامل و پوره‌ها در اثر تغذیه، قطرات قهوه‌ای‌رنگی که بعداً به رنگ سیاه مبدل می‌شوند، از خود به جای می‌گذارند که ازروی این آثار می‌توان به‌وجود تریپس درروی برگها وگلبرگها پی برد.

مگسهای سفید

دو نوع از مگسهای سفید* آفت مهم و جدی گلخانه به‌شمار می‌روند. (۱) مگس سفید گلخانه‌ای (Trialecrodes repoxariorum westwood) و (۲) مگس سفید سیب‌زمینی شیرین (عسلک پنبه) (Bemisia tubaci). در سالهای اخیر مگس سفید دوم یکی از آفات عمده به‌شمار می‌رود. این حشره به علت توسعه وگسترش زیاد، وجود میزبانهای مختلف (گیاهان زیادی میزبان این حشره‌اند) و نیز ناقل ویروسهای بیماری‌زا و مقاومت در برابر حشره‌کشها دارای اهمیت است.

ـ مگسهای سفید، حشرات کوچکی‌اند که طول آنها حدود ۲ میلیمتر است و دارای چهار عدد بال کوچک‌اند. (شکل ۱۰-۱۳) سطح بدن آنها به‌وسیله یک ماده پودری سفیدرنگ پوشیده شده است. بر اثر تکان دادن شاخ و برگ گیاهان، این مگسها مسافت کمی پرواز می‌کنند. آنها مخصوصاً در زیر برگهای جوان و سطح زیرین برگه) دیده می‌شوند. از

* - هر دوگونه را در ایران داریم.

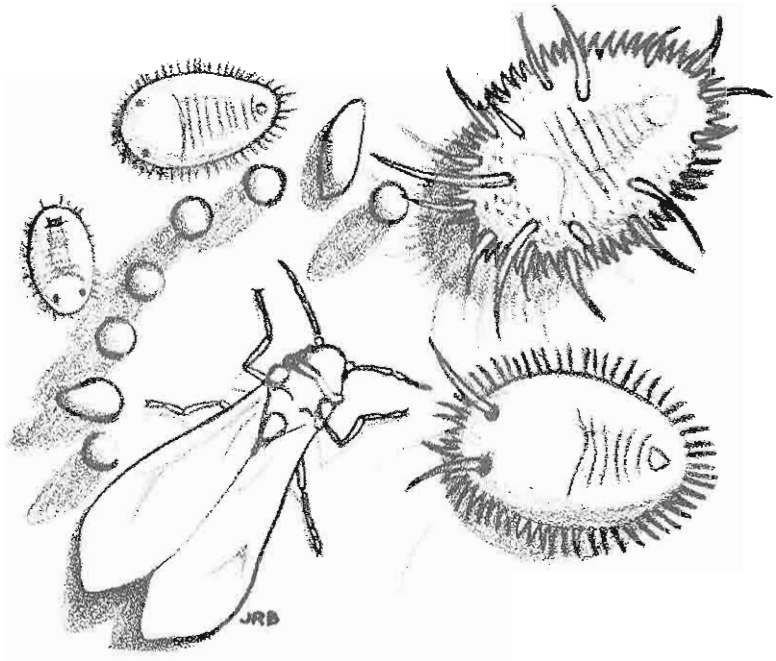
گیاهانی که به‌وسیله مگسهای سفید مورد حمله واقع می‌شوند و خسارت می‌بینند، می‌توان شمعدانی، داودی، گل‌آویز، شاه‌پسند اطلسی، بنت‌القنسول، سلوی، ختمی چینی و گوجه‌فرنگی را نام برد.

ـ با استفاده از ذره‌بین دستی، دو نوع مگس سفید را می‌توان از همدیگر تشخیص داد. مگسهای سفید گلخانه‌ای بزرگتراند و بالهای خود را به صورت یک پوشش مسطح روی شکم خود، کمی موازی با سطح برگ می‌گیرند. درصورتی‌که مگسهای سفید سیب‌زمینی شیرین یا عسلک پنبه، بالهای خود را با زاویه ۴۵ درجه نسبت به سطح برگ و به حالت دو سطح شیب را در روی شکم خود می‌گیرند.

ـ مگسهای سفید جزو حشرات مناطق گرمسیری به‌شمار می‌روند و در طول مدت زمستان، همیشه در یک گلخانه یا گلخانه‌های دیگر به‌سر می‌برند. این خود دلیلی بر مقاومت و توانایی و دوام آنها در مقابل حشره‌کشها است. این حشرات در طول مدت تابستان از روی گیاهان میزبان واقع در خارج گلخانه، به روی گیاهان داخل گلخانه منتقل می‌شوند. لیکن در زمستان عامل انتقال آنها گیاهان و یا لباسهای کارگرانی است که از گلخانه‌ای به گلخانه دیگر می‌روند. لباسهای زردرنگ در جلب مگسهای سفید، نقش مؤثری دارد.

ـ مگسهای سفید دارای قطعات دهانی سوراخ‌کننده ـ مکنده‌اند و با آن تغذیه می‌کنند. معمولاً در روی برگها لکه‌های زردی ایجاد می‌کنند، همچنین تولید عسلک کرده و محیط مساعدی برای رشد قارچهای سیاه دوده‌ای فراهم می‌کنند.

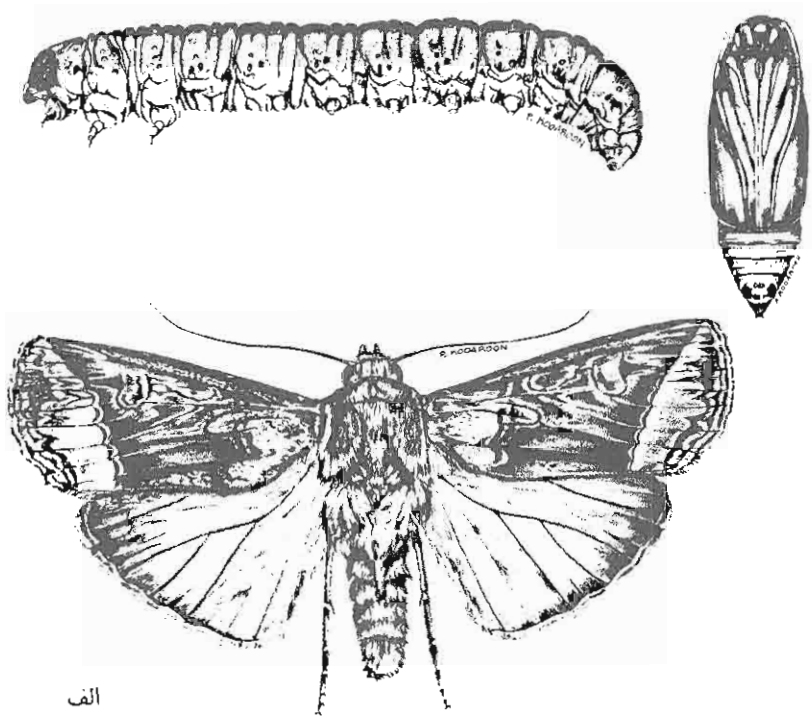
ـ چرخه زندگی مگسهای سفید گلخانه‌ای کاملاً مشابه به مگسهای سفید سیب‌زمینی شیرین است. مگسهای بالغ، تخمهای خود را در دسته‌های چند عددی تا ۲۰تایی در داخل یک دایره قرار می‌دهند و هر مگس ماده بالغ بیش از ۲۵۰ عدد تخم می‌گذارند. تخمها ابتدا به رنگ کرمی‌اند و سپس رنگ آنها تیره‌تر می‌شود. تخمها در مدت پنج الی ده روز تفریخ می‌شوند و پوره‌های متحرک، به جستجوی محل مناسب و غذا می‌پردازند.



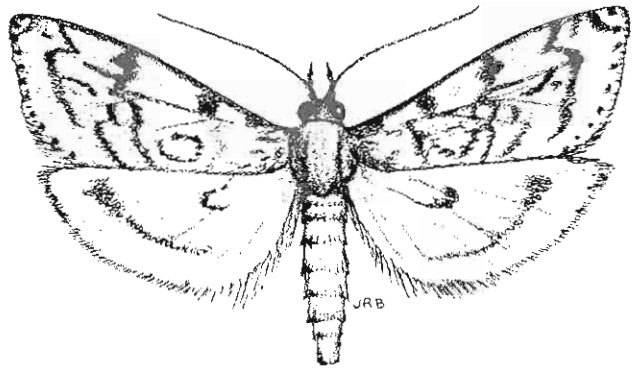
شکل ۱۰-۱۳ ـ مگسهای سفید گلخانه‌ای: تخمها، پوره‌ها، شفیره و حشره کامل را در سطح زیرین برگ نشان می‌دهد.

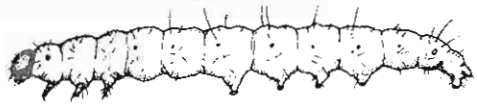
ـ این حشرات قطعات دهانی خود را وارد نسج برگ گیاه می‌کنند و مدت سه هفته در همان نقطه ثابت می‌مانند. در این مدت سه بار پوست‌اندازی می‌کنند و در طول این مدت مثل حشرات سپردار بالغ‌اند و رنگشان به زرد مایل به سبز تغییر می‌کند، در پایان این دوره آنها به شفیره‌های زرد متمایل به سبز با دو چشم مشخص که تغذیه‌ای انجام نمی‌دهند، مبدل می‌شوند. بعد از یک هفته، حشرات بال‌دار ظاهر می‌شوند. حشرات ماده پس از دو الی هفت روز شروع به تخمگذاری می‌کنند. چرخه زندگی این حشرات بستگی به دمای محیط دارد و بین چهار الی پنج هفته طول می‌کشد.

ـ تخمها، شفیره و مراحل پیش‌شفیرگی به حشره‌کشها حساس نیستند. بهترین روش استفاده از حشره‌کشها به صورت محلولپاشی و تدخینی به نحو مطلوب روی حشرات بالغ تأثیر می‌کند و آنها را از بین می‌برد. لیکن ممکن است روز بعد، حشرات بالغ تازه‌ای

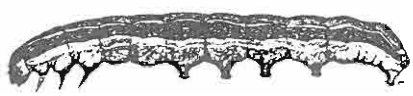


الف

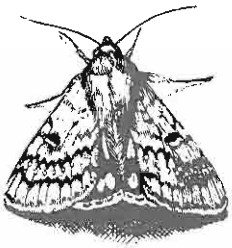




ب



ج



شفیره

تخمها

لارو

د

شکل ۱۱-۱۳ـ انواع پروانه‌های مختلف گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. **الف)** لارو (بالا)، شفیره و پروانه کامل کرم شب‌پره. **ب)** لارو و حشره کامل برگ پیچ گلخانه. **ج)** شب‌پره چغندر. **د)** حشره کامل ذرت، تخمها، لارو و شفیره آن.

خارج شوند. در شرایط گرم، احتمالاً هفته‌ای سه‌بار از حشره‌کش استفاده می‌کنند. استعمال حشره‌کشها به صورت محلولپاشی به دلیل فعال ماندن اثر بقایای سم در روی گیاه، فوق‌العاده مؤثر است. ولی لزوم اجرای یک برنامه مداوم مصرف حشره‌کش هماهنگ با چرخه زندگی حشره، هر ۵ روز یک‌بار بسیار مطلوب است و اگر یک نوبت مصرف سم فراموش شود، حشرات بالغ، مجدداً فرصت تخمگذاری پیدا می‌کنند و تمام برنامه را به‌هم می‌ریزند و باید دوباره مبارزه را از اول شروع کرد.

کرمها

ـ کرمها،مراحل نابالغ انواع مختلف شب‌پره‌ها هستند که به روشهای مختلف به محصولات و گیاهان حمله می‌کنند (شکل ۱۱-۱۳). در فصول گرم، به‌دلیل بالا بودن تعداد شب‌پره‌ها در خارج از گلخانه، لاروهای آنها (کرمها) مشکل جدی به‌شمار می‌روند. آنها به‌طور تصادفی به داخل گلخانه پرواز می‌کنند و یا به سوی نور جلب می‌شوند. و پس از ورود به گلخانه تخمگذاری می‌کنند و از آنها کرمها (لاروها) حاصل می‌شوند.

ـ لارو شب‌پره چغندر از برگهای میخک، داودی، سیکلامن، شمعدانی، گل میمون و دیگر محصولات تغذیه می‌کند. لاروهای پروانه ذرت از قسمتهای نرم و آب‌دار گیاهان داودی، گلایل و رُز تغذیه می‌کنند. لارو پروانه ساقه‌خوار ذرت از داخل ساقه محصولات، مخصوصاً داودی تغذیه و در درون ساقه، تونل ایجاد می‌کند. حشرات لوله‌کننده و پیچنده، برگهای جوان را به همدیگر پیچیده و لوله می‌کنند و درون آنها برای خود لانه می‌سازند. و از برگهای موجود در اطراف خود تغذیه می‌کنند.

ـ انواع دیگری هم از لارو حشرات وجود دارند. روش مبارزه با کلیه کرمها مشابه همدیگر است. استفاده از سموم گوارشی چون ماوریک (Mavrik^{R}) و لانات (Lannate^{R}) به‌دلیل

تأثیر طولانی بقایای سم، بسیار مفید است*. کنترل بیولوژیکی توسط پاشیدن Bacillus thuringiensis، BTB ،Biotrol^{R}، Dipel^{R} و یـا Thricide^{R} انـجام مـی‌شود. ایـن سـموم تشکیل شده‌اند از یک نوع باکتری که به لارو پروانه‌ها حـمله مـی‌کند و آنـها را از بـین می‌برد. باسیل‌پاشی زمانی باید انجام شود که شاخ و برگ گیاهان تازه تشکیل شده است که در این حالت تمام سطح گیاه باید کاملاً آغشته شود. مبارزه با لارو پروانه‌هایی که در داخل ساقه، جوانه و یا برگهای پیچیده شده به‌سر می‌برند تقریباً امکان‌پذیر نیست.

کنترل بیولوژیکی

کنترل بیولوژیکی یک سیستم کاهش و کـنترل جـمعیت حشـرات بـه‌وسیله تأثـیر عوامل زنده‌ای است که توسط انسان حمایت و رها می‌شوند. عوامل زنـده‌ای کـه بـرای کاهش جمعیت آفات به‌کار برده می‌شوند به سه گروه تقسیم می‌شوند:

ـ حشرات شکارگر که به بیش از یک میزبان حمله می‌کنند، مانند کفشدوزک و کنه‌های شکارگر.

ـ پارازیتها، که به یک میزبان منفرد حمله می‌کنند و تمامی دوره رشد خود را روی آن میزبان انجام می‌دهند. مثلاً نماتد استین‌نرنما فلتیا (Steinernema feltiae) وارد بدون لاروهای مینوز شده و چرخه زندگی خود را روی این حشره انجام می‌دهد.

ـ حشـــرات شکـــارگر و پـــارازیت را جـزء حشـرات مـفیدانـد. عـوامـل بـیماری‌زا، میکروارگانیسمهایی هستند که باعث بـیمار شـدن مـیزبان خـود مـی‌شوند. بـاسیلوس تورین‌جنسیس (Bacillus thuringiensis) که باعث آلودگی لاروهای مورد حمله خـود می‌شود مثال خوبی برای این عوامل است.

ـ برای انجام کنترل بیولوژیکی، نیاز به اجرای یک پروتکل به صورت زیر است:

* ـ این دو سم در ایران به ثبت نرسیده‌اند در این مورد می‌توان از سموم مشابه استفاده کرد.

به منظور کنترل مؤثر، باید جمعیت آفت در سطح پایین باشد. درصورتی‌که تعداد آفت بیشتر باشد، می‌توان از انواع حشره‌کشهای بی‌خطر مثل صابونها که خاصیت حشره‌کشی دارند، جهت کاهش و کنترل آنها استفاده کرد. تعداد حشرات مفیدی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید با تعداد آفات موجود در حالت تعادل باشد. در برنامه نظارت، نیاز به تثبیت تراکم آفات و تعادل نسبی استعمال حشرات مفید است. هنگام استفاده از حشرات و پاتوژنهای مفید، نباید از حشره‌کشهای خطرناک استفاده کرد و نیز باقیمانده سموم مصرفی قبلی هم نباید در روی گیاه بماند. بهتر است که این‌گونه حشره‌کشها، یک ماه قبل از به‌کارگیری حشرات مفید، مورد مصرف قرار گیرند. دسته‌ای از حشره‌کشهای بی‌خطر در شرایط بخصوص که شامل صابونهایی که خاصیت حشره‌کشی دارند، گوگرد و برخی از مواد دیگر به صورت جدول زیر می‌توان استفاده کرد. (به جدول ۱ـ۱۳ توجه کنید*).
بالاخره، شرایط محیطی گلخانه احتمالاً در جهت رشد بهتر ارگانیسمهای مفید و همزمان با آن در جهت محدود کردن رشد و فعالیت آفات، باید تغییر داده شود.

ـ نگهداری اکثر ارگانیسمهای مفید مشکل است و نیاز به خرید آنها از مراکز تولید دارد. به محض دریافت، باید آنها را مستقیماً روی گیاهان مورد نظر رها کرد. بعد از این رهاسازی برای نتیجه بهتر، باید این کار تکرار شود. معمولاً در چندین مرکز، این حشرات مفید را پرورش می‌دهند.

ـ امروزه تعدادی از ارگانیسمهای مفید، شناسایی شده‌اند و از آنها استفاده تجاری می‌کنند. در این زمینه تحقیقات دامنه‌دار و چشمگیری به‌وسیله بخش دولتی و خصوصی انجام می‌گیرد، که نتیجه آن تولید و عرضه سوشهای جدیدی است که بی‌شک

---

* ـ این سموم در ایران به ثبت رسیده‌اند. لازم به یادآوری است که حشره‌کش و یمیلین بر روی لارو حشرات نیز مؤثر است.

در آینده نزدیک بر تعداد آنها افزوده خواهد شد. به کارگیری چنین روش مبارزه، موجب ایجاد پتانسیل عالی در جهت کاهش میزان مصرف حشره‌کشها و از بین بردن آلودگی محیط زیست توسط دولت را نشان می‌دهد.

شکارگرهای شته‌ها

مگسهای aphicdimyza و Aphidoletes از چندین گونه شته، از جمله شته‌های سبز هلو تغذیه می‌کنند. لارو این حشرات شکارگر، یک نوع ماده سمی به زانوی شته‌ها تزریق

جدول ۱-۱۳

انواع حشره‌کشهای بی‌خطری که می‌توان در برنامه کنترل بیولوژیکی همراه با ارگانیسمهای مفید مورد استفاده قرار داد.

حشره‌کش	مادهٔ مؤثر P.P.m	ملاحظات
کنه‌کشها: سی‌هگزاتین (Plictran^{R})	۲۵۰	احتمالاً برای حشرات مفید زیان‌آور است
* دی‌کوفول (kolthane, mitigan^{R})	۲۷۸	برای انکارسیا Encarsia و فیتوسیولوس Phytosyeilelus مضراست.
من‌بوتاتین ـ اکسید (Venden^{R})	–	–
تترادی‌فون	۹۶	کاملاً بی‌خطر
شته‌کشها: دیازنیون (محلول در خاک)	–	–
* دی‌فلوبنزورون (Dimilin^{R})	–	برای انکارسیا و میتوسیولوس مضر است
* هوستاکوئیک (Heptenophos^{R})	۳۴۰	به عنوان کنه‌کش نیز می‌توان استفاده کرد.
لاروکشها: آباسکین (Auid)	–	–
باسیلوس تورین‌جنسیس	–	–
حشره‌کشها با طیف گسترده		اکثراً با سموم دیگر قابل اختلاط است.
صابون (Safer^{R}) (صابون حشره‌کش)	–	نبومل، بوپیری‌مات (Nimlod^{R})، آمازالیل و پیرازوفوز (Afugan^{R}) برای بعضی از دشمنان طبیعی زیان‌آورند.
قارچ‌کشها	–	–

می‌کنند که باعث فلج شدن آنها می‌شوند. آنگاه از سینه شکار خود، مایع بدن آن را تغذیه می‌کنند. یک لارو روزانه می‌تواند ۴.۶۵ شته را شکار کرده و از پای درآورد. ازاین‌رو برای هر ده شته، یک عدد شفیره آفیدولِتس و یا برای هر مترمربع، ۱/۲ شفیره به روی گیاه رها می‌کنند، معمولاً هر یک یا دو هفته ۳ تا ۴ بار حشرات شکارگر جدید بر مبنای بالا بر روی گیاهان رها می‌کنند. شرایط مطلوب برای رشد حشرات شکارگر بین ۲۳-۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ تا ۹۰ درصد است.

پارازیتهای مینوزهای برگ

Diglyphus isaca، یک نوع زنبور کوچک سیاه‌رنگ، به طول ۲ میلیمتر با شاخکهای کوتاه است این پارازیتها وارد کانالهای ایجاد شده به‌وسیله مینوز شده و حشرات موجود در آنها را از بین می‌برند و یک عدد تخم در کنار آن می‌گذارند. حشره شکارگر برای طی کردن دوره زندگی خود، از مینوز مرده تغذیه می‌کند. حشرات پارازیت، سپس کانال را ترک می‌کنند و آنگاه لارو مینوز را از بین می‌برند و برای تغذیه خود، آنها را مورد استفاده قرار می‌دهند. و به منظور ادامه دوباره چرخه زندگی، در داخل تونل، برای شروع چرخه بعدی، یک عدد تخم می‌گذارند.

ـ یک زنبور سیاه دیگر به نام Dacnusa silbrica که کمی طویلتر (۳ میلیمتر) و با شاخکهای بلند است، برای هر لارو مینوز یک تخم می‌گذارد. لارو مینوز به زندگی خود ادامه می‌دهد در عین حال که انگل نیز در داخل بدنش رشد می‌کند. در پایان فقط زنبور پارازیت از شفیره مینوز بیرون می‌آید.

ـ یک نماتد نیز همچون انگل برای از بین بردن لارو مینوز مورد استفاده قرار می‌گیرد. نماتد Steinernema feltae از نقاط باز بدن لارو مینوز، از جمله دهان آن، وارد بدن لارو می‌شود. سپس وارد معده لارو می‌شود و باکتری xenochadbis nematophilus را رها می‌کند. این باکتری باعث مرگ میزبان می‌شود. نماتدها را باید در شب روی گیاهان

پخش کرد. زیرا در روز، وجود نور ماوراء بنفش موجب مرگ آنها می‌شود. دمای محیط باید ۲۱ درجه سانتیگراد و میزان خشکی محیط هنگام پخش نماتدها باید در حداقل ممکن باشد تا نماتدها بتوانند به سوی میزبان شنا کنند.

حشرات شکارگر و پارازیتهای شپشکهای آردآلود

ـ لارو کفشدوزک* (Cryptolaemus montrouzieri)، شپشکهای آردآلود را از بین می‌برد و نیز برای تأمین غذا در کوتاه‌مدت، از شته‌ها و حشرات سپردار هم تغذیه می‌کند و آنها را از بین می‌برد. سوسکهای بالغ تخمهای خود را در میان شپشکهای آردآلود می‌گذارند. هنگامی که تخمها تفریخ و به لارو تبدیل می‌شوند، این لاروها محتویات تخمها و پوره‌های جوان شپشک آردآلود را مورد تغذیه قرار می‌دهند. این حشره شکارگر نیاز به غذای بیشتر دارد، ازاین‌رو، تعداد جمعیت آفات مورد حمله‌اش، قبل از ورود حشره نباید در سطح پایینی باشد. شرایط مطلوب برای تخمگذاری و رشد لاروها، درجه حرارت ۲۵-۲۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰-۷۰ درصد است. معمولاً مورچه‌ها، آفاتی چون شته‌ها را در مقابل حشرات شکارگر محافظت می‌کنند. ازاین‌رو مورچه‌ها باید کنترل شوند تا مانعی برای حشرات شکارگر نباشند. برای کنترل مورچه‌های می‌توان از طعمه اسیدبوریک استفاده کرد. تعداد حشرات شکارگر مورد نیاز برای مبارزه با این آفت، ۱/۲ حشره در متر مربع است.

ـ برای شپشکهای آردآلود، پارازیتهایی نیز وجود دارد. زنبور Leptomastix datylopii که نوعی پارازیت است، فقط به شپشکهای آردآلود مرکبات حمله می‌کند. این حشره، تخم

---

* - این کفشدوزک با موفقیت چشمگیری در آزمایشگاه خشکه‌داران پرورش داده می‌شود و در صورت مراجعه در اختیار مراجعین قرار داده می‌شود. در ضمن از این کفشدوزک برای مبارزه با شپشک آردآلود زمین هم می‌توان استفاده کرد.

خود را در پوره‌های سن ۳ و یا حشره کامل می‌گذارد. و در داخل شپشک رشد می‌کند و به تکامل می‌رسد و به‌این‌ترتیب شپشک را از بین می‌برد.

شکارگرهای کنه‌ها

چندین گونه از کنه‌ها موجب از بین رفتن کنه‌های دیگر، به‌ویژه کنه‌های تارعنکبوتی می‌شوند. کنه‌های شکارگر مایع بدن کنه‌های میزبان را می‌مکد و آنها را از بین می‌برند. در مواقع رهاسازی کنه‌های شکارگر روی گیاه باید جمعیت آفات کمتر باشد و معمولاً در هر مترمربع بیست و چهار عدد کنه شکارگر رها کرد. این کار به‌طور متوالی تا کنترل کامل آفات هر دو الی چهار هفته یک‌بار باید ادامه یابد. گاهی دو یا چند گونه شکارگر را به‌طور همزمان روی گیاه رها می‌کنند تا قدرت شکار و دامنه تأثیر بیشتری داشته باشند. هرگونه از کنه‌های شکارگر شرایط مطلوب مخصوص به خود و متفاوت از گونه‌های دیگر دارد. مثلاً* phytoseiulus persimilis در دمای ۲۷-۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۰-۶۰ درصد رشد مناسب و بهتری دارد. phytoseiulus longipes به دمای بیشتر از ۳۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی کمتر برای فعالیت خود نیاز دارد. کنه Amblyseius californicus در دمای متوسط ۳۲ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بالاتر از ۶۰ درصد رشد مناسبی دارد. کنه‌های شکارگر را معمولاً در داخل بطریها، کپسولها و یا ساقه‌های نی حمل و جابه‌جا می‌کنند.

شکارگرهای تریپس

ـ کنه Amblyseius cucumeris علاوه بر کنه‌ها، از جمله کنه‌های تارعنکبوتی که مورد حمله قرار می‌دهند به تریپسها هم حمله می‌کنند و آنها را نیز مورد تغذیه قرار می‌دهند.

---

* - این‌گونه کنه در ایران پرورش داده و جهت مبارزه با کنه دولکه‌ای به‌کار برده می‌شود.

کنه‌های شکارگر از پوره‌های جوان تریپسها تغذیه می‌کنند. هر کنه شکارگر در طی عمر ۳۰ روزه خود، روزانه یک عدد کنه را می‌تواند از بین ببرد. شرایط مناسب برای کنه‌های شکارگر دمای حدود ۳۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بالاست. خوشبختانه، شرایط مطلوب و مورد نیاز برای کنه‌های شکارگر کاملاً با شرایط آفت متضاد است. به محض دیدن این تریپس، روی هر گیاه ۳۰ عدد شکارگر رها می‌شود. معمولاً این شکارگر در داخل سبوس غلات به فروش می‌رسند.

پارازیتهای مگس سفید

ـ زنبورهای Encarsia formosa پارازیت شفیره مگسهای سفید گلخانه‌ای‌اند که به پرورش‌دهندگان گل عرضه می‌شوند. هر حشره ماده بالغ در داخل بدن ۵۰ الی ۱۰۰ عدد شفیره تخم می‌گذارد. اغلب زنبورهای کامل، ماده‌اند. تخمها در داخل بدن شفیره‌ها تا زمانی که رشد کنند و به تکامل برسند و به زنبور بالغ تبدیل شوند، باقی می‌مانند. حشره کامل از بدن شفیره میزبان که سیاه‌رنگ شده خارج می‌شود و زنبورهای کامل خارج شده، دوباره برای ادامه حیات و چرخه زندگی خود به جستجوی شفیره‌های جدید میزبان می‌پردازند.

ـ زنبور پارازیت در دمای ۲۷-۲۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۰ الی ۷۰ درصد و شدت نوری برابر ۶۵۰ فوت شمع (۷۰۰۰ لوکس) و یا بیشتر رشد بهتری دارد. در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد زنبور پارازیت دو برابر مگس سفید تخم می‌گذارد. لیکن در ۲۱ درجه سانتیگراد تخمگذاری مگسهای سفید برابر زنبورهای پارازیت می‌شود. همچنین در شدت نور کمتر، از سرعت تولیدمثل زنبور کاسته می‌شود. این پارازیت، اغلب در روی کاغذهای نواری چسب‌دار که دارای شفیره مگس سفیداند، قابل عرضه‌اند و کافی است که این کاغذهای نواری را روی گیاهان آویزان کنند.

عوامل بیماری‌زای حشرات

باکتری Bacillus thuringiensis که با چند نام تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، برای گیاهان و انسان اثر بدی ندارد. اما لاروهای اکثر پروانه‌ها را از بین می‌برد. لاروها، اسپورهای باکتری را مورد تغذیه قرار می‌دهند. اسپورها در داخل بدن حشره، جوانه می‌زنند و رشد می‌کنند و سپس وارد سیستم جریان خون می‌شوند. پس از ورود باکتری به جریان خون، در مدت کوتاهی، حشره از تغذیه باز می‌ماند و پس از گذشت چند روز به علت تغذیه نکردن و مسمومیت می‌میرد.

روشهای مختلف استفاده از حشره‌کشها

هشت روش مختلف استفاده از حشره‌کشها برای تماس با حشرات در روی گیاهان متداول است، معمولاً برای حل مشکل ناشی از آفات، دو یا چند روش مبارزه وجود دارد. عواملی مثل ابزار، شرایط آب و هوایی، وضع و مرحله رشد گیاه و آفت، حساسیت بعضی از گیاهان در برابر آسیبها و وضع اقتصادی، تعیین‌کننده نوع روش استفاده از حشره‌کشها به‌شمار می‌روند.

ـ استعمال حشره‌کشها به صورت محلولپاشی، گردپاشی و مه‌پاشی با اینکه نیاز به زحمت بیشتری دارد ولی بقایای سموم در روی گیاه بعد از استعمال در تداوم نابودی آفات مؤثر است مصرف حشره‌کشها به صورت تعلیق در هوا (آئِروزول‌ها، قطرات کمتر از ۵ میکرون)، تدخینی و مه‌پاش، موجب پخش شدن سموم به صورت ذرات بسیار ریز در هوا می‌شود که در نتیجه باعث از بین رفتن حشراتی که در روی گیاه به زیر سکوی کاشت و یا هر جای دیگر که هستند، می‌شوند. در این روشها، بقایای سم به کار رفته، روی گیاه باقی نمی‌ماند. بنابراین تکرار مصرف سم ضرورت پیدا می‌کند. ازاین‌رو لازم است این روشها با روش محلولپاشی و گردپاشی همراه (تلفیق) شوند. با توجه به اینکه روش

مصرف سموم به صورت آئروسل (آئروزول)، مه‌پاش و تدخینی راحت است، ولی به‌دلیل هزینه بالای آن، فقط تعداد معدودی از حشره‌کشها به صورت بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. مصرف حشره‌کشهای سیستمیک به صورت گرانول، ساده و آسان نیست، اما طول مدت اثر سم زیاد است. برای از بین بردن بسیاری از حشرات و نماتدها از سم اکسامیل* (Oxamyl) که چندین هفته دوام سم باقی می‌ماند، می‌توان استفاده کرد. در بعضی از گیاهان، به کارگیری مصرف حشره‌کشهای سیستمیک نیاز به یک برنامه سمپاشی منظم دارد.

استعمال حشره‌کشها به صورت محلولپاشی

ـ استعمال حشره‌کشها به صورت محلولپاشی یکی از روشهای متداول در گلخانه است. روش استفاده بسیاری از حشره‌کشها به صورت مخلوط کردن آنها با آب و پاشیدن روی گیاه است. سموم امولسیون‌شونده (EC)، حشره‌کشهای روغنی هستند که همراه با ماده امولسیون‌کننده، که روغن را قابل حل در آب می‌کند استفاده می‌شوند. روشن است که بدون ماده امولسیون‌کننده، قابل استفاده نیستند و نمی‌توان آنها را با آب مخلوط کرد.

ـ حشره‌کشهایی که به صورت پودر قابل تعلیق در آب (WP) هستند، از ذرات جامدی تشکیل شده‌اند که معمولاً ذرات در آب معلق‌اند و ممکن است ته‌نشین شوند. بنابراین مخزن دستگاه سمپاش باید به یک همزن مجهز باشد تا از ته‌نشین شدن آنها جلوگیری کند. پودرهای قابل تعلیق در آب نسبت به سموم امولسیون شونده در گیاه مسمومیت کمتری ایجاد می‌کنند.

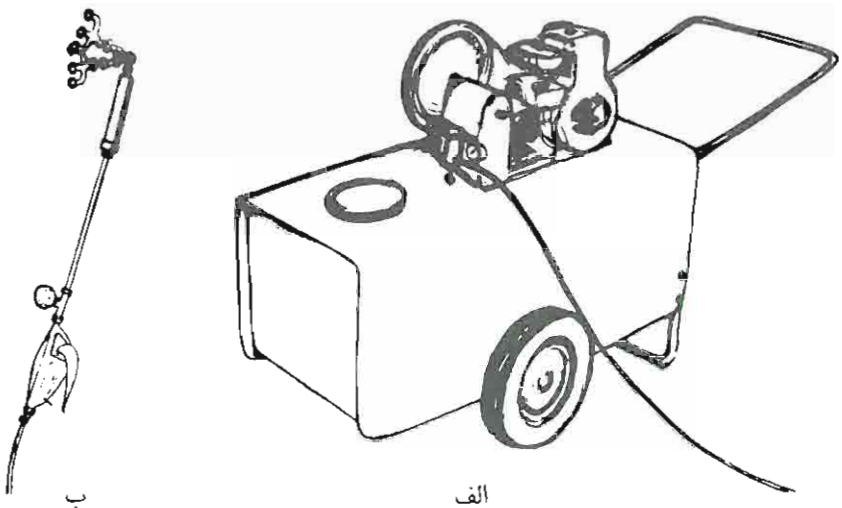
ـ معمولاً سطح برگها و ساقه‌ها از یک ماده مومی به نام کوتیکول پوشیده شده است.

---

* - این سم در ایران به ثبت نرسیده است.

این سطح مومی با توجه به گونه‌های مختلف گیاهی، از چسبندگی آب در درجات مختلف جلوگیری می‌کند. در نتیجه وقتی سموم پاشیده شده به صورت قطراتی روی سطح برگ قرار می‌گیرند و قسمتهای قابل توجهی از سطوح برگها و ساقه‌ها از تأثیرات سم مصون می‌مانند، حشرات کوچکی که در سطوح غیرآغشته قرار می‌گیرند قادرند به تغذیه خود ادامه دهند. برای از بین بردن این مشکل، می‌توان با افزودن مقداری مویان به سم، مشکل را برطرف کرد. مواد مویان به نامهای مواد خیس‌کننده، پخش‌کننده ـ چسبنده شناخته شده‌اند. این مواد، پخش و چسبندگی سموم را در سطح گیاه ممکن می‌کنند. امروزه مواد مویان مختلفی در بازار موجود است‌که درمیان آنها، موادی چون مواد پخش‌کننده ـ چسبندهٔ Dupont^{R} 1956 - Triton B، 1956 - Triton B و Bio - film، Ortho R - 77^{R} را می‌توان نام برد. در مصرف مواد مویان باید توجه کرد که به مقدار توصیه شده مورد استفاده قرار گیرند. زیرا مقادیر بیشتر این مواد، باعث تخریب گیاه می‌شوند. از مواد مایع پاک‌کننده خانگی به میزان ۱/۲ قاشق چای‌خوری برای هر گالن یا ۱/۲۵ میلی‌متر در یک لیتر می‌توان به جای مویان استفاده کرد. مصرف پودرهای وتابل به علت عدم خیس‌شدگی کامل با مشکل روبرو می‌شود درصورتی‌که این مشکل در سموم امولسیون‌شونده به دلیل وجود ماده امولسیون‌کننده که همراه خود سم است کمتر است.

ـ به منظور جلوگیری از مسدود شدن سوراخهای نازل سمپاش به‌وسیله مواد سمی جامد و نیز برای دوری از اشتباه در غلظت سم، پودرهای وتابل را ابتدا در داخل یک سطل کاملاً در آب مخلوط می‌کنند و سپس به داخل سمپاش می‌ریزند ظرفیت سمپاشهای دستی حدود ۴ الی ۱۵ لیتر (۱ تا ۴ گالن) و سمپاشهایی که با نیروی موتور کار می‌کنند ۱۰ الی ۱۰۰ گالن (۴۰ الی ۷۵۰ لیتر) است. (شکل ۲۹-۱۳) سمپاشهایی که بیش از ۳۰ گالن (۱۱۰ لیتر) ظرفیت دارند روی وسیله چرخ‌دار قرار می‌گیرند و به انتها یا کنار گلخانه حمل می‌شوند. شیلنگهای متصل به دستگاه سمپاش، تا حد ممکن



ب الف

شکل ۱۲-۱۳ ـ الف) یک موتور سمپاش که به‌وسیله بنزین کار می‌کند با ظرفیت مخزن ۳۰ گالن (۱۱۰ لیتر) که برای کنترل آفات گیاهان گلخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع سمپاش به‌طور عمده با فشار ۲۰۰ پوند بر هر اینچ مربع (۱۳۸۰ کیلوپاسکال) کار می‌کند. **ب)** لانس سمپاس که در سمپاشی گیاهان گلخانه‌ای به‌کار برده می‌شود. با شش سر نازل در زاویه‌های مختلف قرار می‌گیرد و موجب پخش ماده سمی (حشره‌کش) به تمام سطح گیاه و سطوح بالا و پایین برگ می‌شود. در روی لوله یک درجه تنظیم فشار نصب شده که مقدار فشار را نشان می‌دهد و یک دستگیره که جهت پاشیدن و یا متوقف کردن سمپاشی به‌کار می‌رود نصب شده است.

امکان عدم جابه‌جایی سمپاش را با توجه به طول شیلنگها در هر یک از حاشیه‌های گلخانه که کشیده می‌شوند، ممکن می‌کنند و تمامی سکوها را می‌توان سمپاشی کرد انتهای شیلنگ به یک نازل وصل است که محلول را به صورت ذرات ریز پخش می‌کند و به‌طورمستقیم، موجب پوشش حداکثر اعضای گیاه می‌شود میزان فشار لازم برای پخش ماده سمی به صورت ذرات ریز بیش از ۱۰۰ پوند در اینچ مربع است. معمولاً متداولترین فشار ۲۰۰ پونددراینچ‌مربع(۱۳۸۰ کیلوپاسکال)است.دستگاه‌تنظیم‌فشارباید‌در نزدیک نازل سمپاش نصب شود، تا بتوان با تنظیم آن تمام سطح را با محلول سمی آغشته کرد.

ـ برای پاشیدن سموم در سطح زیرین برگها، زاویه نازلها (سر لانسها) باید نسبت به محور لانس (دسته سمپاش) دارای زاویه ۴۵ تا ۹۰ درجه باشد و یا از سمپاشهایی که

دارای چندین نازل هستند، استفاده کرد. همچنین می‌توان از نازلهایی که در روی لانس، در زاویه‌های مختلف نصب شده است استفاده کرد (شکل ۱۲-۱۳) سر لانسها همانند عمل جارو کردن در روی گیاه حرکت داده می‌شوند تا تمام سطح گیاه سمپاشی شود. به منظور اجرای صحیح برنامه سمپاشی، لازم است تمام سطح گیاه و بستر به‌وسیله ذرات حشره کش آغشته شود.

ـ در بعضی از گلخانه‌های بزرگ، از لوله‌های ثابت نصب شده در گلخانه استفاده می‌شود و مواد حشره کش از مخزن، به هر قسمت از گلخانه که مورد نظر است، به‌وسیله آن لوله‌ها منتقل می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. بعد از استعمال حشره کش، لوله‌ها باید کاملاً شسته شوند.

ـ بسیاری از محلولهای سمی باعث خرابی و فساد وسایل سمپاشی می‌شوند. همچنین اگر مواد سمی در لوله‌ها و سمپاش باقی بماند، برای کارگران می‌تواند ایجاد خطر کند. از طرف دیگر، بقایای مواد جامد، با رسوب در مخزن، شیلنگها و لانس و نازلها باعث بسته شدن و خرابی آنها می‌شوند. بعضی از حشره کشهایی که در لوله‌های سمپاش باقی می‌مانند، در صورت پاشیده شدن روی گیاه می‌توانند برای گیاه خطرناک باشند. ازاین‌رو پس از هر مرحله سمپاشی، باقی‌مانده سموم را باید از سمپاش خالی کرد و ابزار سمپاشی را با آب شست و برای تمیز کردن و شستشوی سیستم داخل سمپاش، باید آب خالص را به درون سیستم پمپاژ کرد و درون شیلنگها و سمپاش را کاملاً شست.

به کار بردن حشره کشها به صورت گرد

ـ بعضی از حشره کشها را به صورت گرد می‌توان تهیه کرد. ماده فعال و مؤثر حشره کش را با تالک، رس، خاک سیلیسی یا مواد مشابه آنها مخلوط می‌کنند. سموم گردی را می‌توان با گردپاشها، پاشید. در گلخانه‌های کوچک از گردپاشهای دستی و در گلخانه‌های بزرگ از گردپاشهای موتوری استفاده می‌کنند. گردهای سمی بسیار سبک‌اند و مدت زیادی در

هوا معلق باقی می‌مانند. ازاین‌رو برای جلوگیری از استنشاق حشره‌کش و به منظور پیشگیری از مسمومیت، باید از ماسک ضدگاز و یا دستگاه فیلتر تنفسی استفاده کرد. به‌طورکلی به علت تأثیرات حشره‌کشهای پودری که بر روی گیاه باقی می‌ماند، این روش زیاد متداول نیست.

کاربرد حشره‌کشهای با حجم کم (ULV)

تیپهای مختلف حشره‌کشها به این روش مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای این منظور چندین نوع دستگاه طراحی، ساخت و به‌کار گرفته شده است. (سبلی و اسکروج ۱۹۸۴، وکمن ۱۹۸۳) در این روش حشره‌کشها ۱۰ تا ۲۰ برابر تغلیظ می‌شوند و به‌وسیله سمپاشهای هیدرولیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک نوع از این دستگاهها که حشره‌کش را به صورت مه (میکرونیزه) و با فشار پخش می‌کند در اوایل سال ۱۹۷۰ در گلخانه‌ها مصرف می‌شد. حجم حشره‌کش مورد استفاده ۹۰-۴۵ لیتر در هکتار است. حشره‌کش غلیظ شده به‌وسیله فشار جریان هوا وارد لوله یا صفحه می‌شود و فشار وارده با سرعت زیاد به‌طور عمودی از لبه کناری به جریان می‌افتد و حشره‌کش را به صورت ذرات ریز به روی گیاه منتقل می‌کند و ناحیه وسیعی را با یک لایه نازک ذرات میکرونیزه حاصل از مایع غلیظ سمی می‌پوشاند.

ـ اندازه ذرات بسیار مهم است و رابطه اساسی با حجم حشره‌کش مورد نیاز و سطح پوشش حشره‌کش دارد. سمپاشهای هیدرولیکی ذرات را در اندازه‌های مختلف پخش می‌کنند. ذرات درشت که به اندازه چند صد میکرون‌اند. به‌وسیله یک لوله مستقیم به روی برگها پاشیده می‌شوند. ذرات ریز به‌وسیله جریان هوا به قسمتهای داخلی گیاه (شاخ و برگ) پاشیده می‌شوند و ذرات بسیار ریز که اندازه آنها کمتر از ۵۰ میکرون است، به مدت زیادی در هوا معلق می‌مانند و احتمالاً با جریان هوا از گلخانه خارج شوند.

ـ اندازه ذرات بستگی به حجم حشره‌کشی که برای پوشش شاخه و برگ گیاهان مورد

نیاز است دارد. اگر اندازه ذرات از ۴۰۰ میکرون به ۲۰۰ میکرون کاهش یابند، فقط یک هشتم حجم حشره‌کش برای پوشش دادن گیاه و شاخه و برگ آن کفایت می‌کند. اگر اندازه ذرات را به نصف، یعنی ۱۰۰ میکرون کاهش دهیم دوباره حجم حشره‌کش مورد نیاز به یک هشتم کاهش می‌یابد. کاهش کل حجم اولیه در اصل به یک شصت و چهارهم تبدیل می‌شود. یکسان بودن ذرات بسیار مهم است زیرا در این صورت، ذرات به‌طور یکنواخت روی شاخه و برگ پاشیده می‌شوند. ذرات بسیار ریز تمامی سطوح برگ را کاملاً نمی‌پوشانند. در یک سمپاشی با ذرات غیریکنواخت، یک ذره بزرگ به اندازه چندین ذره کوچک حجم خواهد داشت، لیکن ذرات بزرگ، سطح تماس کمتری دارند و سطوح کمی از برگ را می‌پوشانند. در نتیجه به حشره‌کش بیشتری نیاز است. ایده‌آلترین حالت در به‌کار بردن حشره‌کشها به روش ULV این است که ذرات کاملاً یکنواخت و قطر آنها ۱۰۰-۵۰ میکرون باشد.

ـ مزایای به‌کار بردن حشره‌کشها به صورت حجم کم عبارتند از:

۱ـ مصرف کمتر حشره‌کش ۲ـ کاهش زمان سمپاشی و ۳ـ امکان پوشش یکنواخت گیاه توسط حشره‌کش. پاشیدن مواد سمی در اندازه‌های بسیار کم یا زیاد با استفاده از دستگاههای مه‌پاش ممکن است. قبل از به‌کار بردن، باید حجم دقیق حشره‌کش را برای سطح مورد نظر و مدت زمان لازم برای انجام کار را تعیین و تثبیت کرد. این عمل را اصطلاحاً کالیبره کردن می‌گویند. و پس از آن طبق برنامه و به‌طور دقیق اقدام به سمپاشی شود.

ـ نوع دوم LLLV، استفاده از دستگاه Spinning - disc است. این دستگاه دارای یک دیسک چرخان است. (سبلی و اسکروج ۱۹۸۴، وکمن ۱۹۸۳) که نسبت به دستگاه قبلی با عمل راندن حشره‌کش به بیرون، این برتری را دارد که اکثر قطر ذرات خارج شده از دستگاه به اندازه ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون می‌باشد و با این دستگاه می‌توان سطح یک ایکر را با یک گالن محلول غلیظ سمی (۱۰ لیتر در هکتار) به‌طور کامل سمپاشی کرد.

نحوه کار به‌این‌ترتیب است که حشره‌کش غلیظ همراه با جریان ثقلی یا فشار کم وارد دستگاه می‌شود. مایع وارد شده به وسیله فشار نیروی گریز از مرکز به اطراف دیسک رانده می‌شود. و با حجم زیادی از هوا مخلوط و به صورت ذرات بسیار ریزی از دستگاه خارج و در هوا پخش می‌شود. برخی از دستگاهها با عمل سانتریفوژ به جای رانش ذرات به روی دیسک، عمل رانش و انتقال ذرات حشره‌کش به روی گیاه را یک جا انجام می‌دهند. در این وضعیت، قسمت زیادی از حشره‌کش روی سطح برگها قرار می‌گیرد. دستگاههای دیگری که دارای یک پمپ باد هستند که بر اثر جریان هوای ایجاد شده، ذرات حشره‌کش را به دیسک منتقل می‌کنند و بعد از طریق دیسک به محدوده رشد گیاه رانده می‌شوند. در این حالت هر دو سطح برگ به‌طور کامل و به‌راحتی به‌وسیله ماده حشره‌کش آغشته می‌شود. برای کنترل اندازه ذرات، می‌توان به دو روش، با تنظیم مقدار جریان حشره‌کش به روی دیسک یا با تنظیم سرعت دوران دیسک اقدام کرد. از طرفی ایجاد ذرات بزرگ با مقدار آب موجود در محلول حشره‌کش رابطه دارد. هرچه مقدار آب بیشتر شود، اندازه ذرات نیز درشتتر می‌شود. درحالی‌که هرچه حجم حشره‌کش در محلول افزایش می‌یابد، اندازه ذرات حاصل ریزتر می‌شود.

ـ اخیراً در دستگاههای پخش‌کننده حشره‌کش با حجم کم، دستگاه الکترواستاتیک* وجود دارد. (آنون ۱۹۷۹، لیندکیست ۱۹۸۳) این دستگاه، تولیدکننده ذرات ریز با بار الکتریکی مثبت است که پس از پخش در هوای اطراف گیاه، به‌وسیله گیاه جذب می‌شوند. چون گیاه دارای بار الکتریکی منفی است، بنابراین ذرات پخش‌شده و گیاه به‌دلیل داشتن بار الکتریکی منفی، آنرا جذب می‌کند. ازاین‌رو به‌دلیل همین خاصیت الکتریکی، ذرات در سطح گیاه به‌طور یکنواخت پخش می‌شوند. مشکلی در

---

* - نمونه‌هایی از این دستگاهها و دستگاههای قبل در کشور ما وجود دارد و در زراعت و باغبانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این روش وجود دارد، فراهم کردن محل مناسب تماس گیاه با زمین است. پوششهای پلاستیکی برای گیاهان زیر پلاستیک و گلدانهای پلاستیکی و هر چیزی که عایق باشد و مانع تماس گیاه با زمین شود، موجب می‌شود که این روش به‌طور کامل و درست عمل نکند.

به‌کار بردن حشره‌کشها به روش آئروسل

بعضی از حشره‌کشها را می‌توان تحت فشار ثابت در داخل شبکه استفاده کرد (شکل ۱۳-۱۳). محرکهایی که باعث ایجاد فشار در این نوع تانکهای استوانه‌ای می‌شوند از گروه هیدروکربنهایی مثل ایزوبوتان و ایزوپروپان، فلوروکربن (فرئون) و گاز فشرده دی‌اکسیدکربن است. قبلاً از محرکهای تحت فشار به صورت مایع استفاده می‌کردند. وقتی این مایع تحت فشار کم قرار می‌گیرد و به صورت گاز درمی‌آید با سرعت بیشتری، ذرات کوچک (۱۵-۲۰ میکرون) را حمل می‌کنند. گاز دی‌اکسیدکربن نیز به همان شکل هنگام آزاد شدن منبسط می‌شود.

ـ ذرات کوچک مایع حشره‌کش، به اندازه کافی ریزند که به‌وسیله جریان هوا (فشار حاصله) به بیرون رانده می‌شوند و در هوای گلخانه پراکنده می‌شوند و در این حال روی سطح بالای گیاهان قرار می‌گیرند. در این حالت مقادیر کمتری از مواد حشره‌کش در سطح پایین و زیر برگها قرار می‌گیرد. این روش کاربرد حشره‌کش بیشتر برای از بین بردن سریع حشرات موجود در گلخانه و معمولاً به صورت گردپاش یا مه‌پاشی حشره‌کش انجام می‌شود که در آخر بقایای آنها (حشره‌کشها) روی سطح برگها باقی می‌ماند.

ـ مقدار مصرف حشره‌کش در پاره‌ای موارد براساس اندازه گلخانه تعیین می‌شود مثلاً مقدار رِزمترین (SBP ۱۳۸۲^{R}) و اسفات (اورتن^{R}) مصرفی در یک گلخانه ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ فوت مربعی (سطح گلخانه) برابر یک پوند (۱/۶-۰/۸ گرم در مترمربع) است در گلخانه‌های طویل و کم‌عرض بهتر است حشره‌کش در مرکز گلخانه مورد استفاده قرار

شکل ۱۳-۱۳ـ روش استفاده از حشره‌کش را به صورت آئروسل در روی گیاهان گلخانه‌ای نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱۳

در این جدول نحوه استفاده از حشره‌کشها به صورت آئروسل، مه و تدخینی مشخص شده است.

نام حشره‌کش	روش کاربرد		
	تعلیقی	مه‌پاش	تدخینی
د.د.و ـ پ (واپانا)	–	×	×
دی‌تیود سولفوتیپ	–	×	×
اندوسولفان (تیودان)		×	×
نیکوتین		×	×
لیندان		×	×
اسفات (اورتن)	×	×	–
پاراتیون	–	–	×
رستمرین	×	×	–
تدیون	–	–	×
تدیون ـ دی‌تیو	–	–	×

گیرد. در گلخانه‌هایی که پهنای آنها بیش از ۳۵ فوت (۱۱ متر) است در دو یا چند قسمت از پهنای گلخانه مورد استفاده واقع می‌شود.

ـ برای استفاده از کپسول مواد آئروسل در گلخانه، حرارت خاصی مورد نیاز است. بهترین دما برای به‌کار بردن آنها ۲۷-۲۱ درجه سانتیگراد است. در درجه حرارتهای پایین (کمتر از ۱۶ درجه سانتیگراد یا ۶۰ درجه فارنهایت)، پخش حشره‌کش به صورت یکنواخت نخواهد بود. بنابراین دامنه اثر و میزان تلفات آفات کاهش می‌یابد. در دمای بالاتر از ۲۹ درجه سانتیگراد نیز گیاهان آسیب‌پذیر می‌شوند و صدمه می‌بینند. ازاین‌رو انتخاب دمای مناسب، موجب ایجاد غلظت معین حشره‌کش می‌شود و مقدار غلظت با دما تنظیم می‌شود. بهترین موقع کنترل دامنه نوسانات دما در تابستان هنگام عصر و در زمستان موقع بعدازظهر است. از طرفی برخی از مواد پیره‌ترویید مثل رستمرین در اثر تابش اشعه خورشید فاسد می‌شود. بنابراین بهتر است هنگام عصر مصرف شود. معمولاً بهتر است مصرف حشره‌کشهای آئروسل در روزهایی که باد وجود ندارد و هوا کاملاً آرام است صورت گیرد زیرا مواقعی که جریان هوا زیاد است، باعث رانده شدن مواد سمی پخش شده، به خارج از گلخانه یا مانع پخش یکنواخت و منظم آنها می‌شود. بنابراین گلخانه‌ها باید حداقل به مدت دو ساعت بسته بمانند. معمولاً گلخانه‌ها را در تمام طول شب بسته نگهداری می‌کنند. به علاوه، رطوبت موجود در گیاهان، باعث بروز آسیب می‌شود. ازاین‌رو قبل از سمپاشی باید گیاهان کاملاً شسته شوند و پس از این‌که رطوبت موجود در روی گیاه خشک شد، آغاز به سمپاشی کرد.

به‌کار بردن حشره‌کشها به روش مه‌پاشی

تعداد کمی از حشره‌کشها و قارچ‌کشها، که در حلالهای روغنی حل می‌شوند، با دستگاههای مه‌پاش مورد استفاده قرار می‌گیرند (به جدول ۲-۱۳ توجه کنید). اکثر آنها با ده درصد قدرت کشندگی ساخته می‌شوند مواد حلال موجود، امکان اختلاط

حشره‌کشها را با سموم امولسیون‌شونده و پودرهای وتابل را فراهم می‌کنند و در نتیجه موجب استفاده قارچ‌کشها در دستگاههای مه‌پاش می‌شوند. این نوع روش کاربرد، مشابه روش آئروسل است. ضمن رعایت احتیاطهای لازم، با استفاده از یک وسیله گرمادهنده، حشره‌کش را گرما می‌دهند تا امکان تولید ذرات کوچک ۶۰-۱۰ میکرون) فراهم شود و سپس ذرات را به هوای داخل گلخانه منتقل می‌کنند (در گلخانه می‌پاشند). البته در این روش برعکس روش آئروسل، یک لایه مه در هوای گلخانه ایجاد می‌شود و بر این اساس، یکنواختی پخش حشره‌کش در تمامی گلخانه فراهم می‌شود.

ـ مه‌پاشهای مختلف توسط موتور بنزینی یا با سوخت پروپان کار می‌کنند و به‌وسیله نفر یا چهارچرخ در داخل گلخانه جابه‌جا می‌شوند. حشره‌کش در داخل لوله گرم یا تحت فشار جریان هوای گرم قرار می‌گیرد، تا به صورت بخار درآید. معمولاً در گلخانه‌هایی که پهنای کم دارند، پاشیدن حشره‌کش در طول خط وسط گلخانه کافی است. در گلخانه‌هایی که پهن هستند (عریض) باید از دو یا چند محور طولی حشره‌کش را در گلخانه پخش کرد. در هنگام انجام سمپاشی، حتماً باید از ماسک و لباس محافظ ویژه‌ای استفاده کرد تا از خطرات احتمالی جلوگیری شود زیرا در این روش، در صورت نبود وسایل ایمنی، جلوگیری از تماس با حشره‌کش مشکل و غیرممکن به‌نظر می‌آید.

ـ از آنجایی‌که مه حاصل دارای مواد روغنی و دمای بالاست، بنابراین نباید مه را به‌طور مستقیم روی گیاه منتقل کرد زیرا دمای زیاد، به گیاه صدمه می‌زند. همچنین برخی از روغنهای مورد استفاده به گیاهان خسارت وارد می‌کنند و در این مورد، حساسیت گلها نسبت به شاخه و برگ زیاد است.

ـ جریان هوا در داخل گلخانه مانند شرایط بادی در خارج از گلخانه است و در نتیجه پخش یکنواخت مه را مشکل می‌کند. کربن حاصله از دستگاه نیز زیان‌آور است. دستگاه مه‌پاش باید پس از انجام کار مه‌پاشی به‌طور مرتب توسط الکل چوب یا مواد پاک‌کننده کاملاً تمیز شود.

سموم تدخینی

استعمال سموم تدخینی یکی از روشهای ساده استفاده سموم است برای این کار دستگاه مخصوصی مورد نیاز نیست. کافی است در بخش مرکزی گلخانه ظرف کوچک حاوی حشره کش گذاشته شده که با یک جرقه آتش زده می‌شود و حشره کش به صورت دود در داخل گلخانه منتشر می‌شود. حشره کشهایی که به صورت تدخینی مورد استفاده قرار می‌گیرند نسبت به حشره کشهایی که به گرما مقاومند محدودند (به جدول ۲-۱۳ مراجعه شود).

حشره کشهای تدخینی نسبت به حشره کشهای تعلیقی و مه‌پاش برای گیاهان زیان کمتری دارند مقدار غلظت حشره کش بسیار مهم است ازاین‌رو قبلاً حجم گلخانه باید محاسبه شود و به حجمهایی که می‌توان برای مبارزه مورد استفاده قرار گیرند تقسیم شود.

شرایط استعمال حشره کشهای تدخینی که مشابه حشره کشهای تعلیقی و مه‌پاش هستند عبارتند از:

۱ـ در دمای بالاتر از ۲۹ درجه سانتیگراد یا پایینتر از دمای ۱۶ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار نگیرند.

۲ـ باید دستگاههای تهویه را ببندند و پنکه‌ها خاموش شوند.

۳ـ در این روش در روزهای بادی نباید از سم استفاده شود.

۴ـ از آبیاری کافی گیاهان و خشک بودن شاخ و برگ گیاه باید مطمئن بود.

۵ـ در هنگام استعمال سموم، روی هر در علامت هشدار مربوط به اینکه در داخل گلخانه عمل مبارزه انجام می‌گیرد آویزان کنید.

روش تبخیر

با این روش پرورش‌دهندگان می‌توانند از حشره کشهای مخصوص استفاده کنند اما

به شرطی که به نکاتی که بر روی برچسب نوشته شده توجه کنند.

علاوه بر این، این کار باید توسط متخصصین مربوط، انجام پذیرد و مواردی که منع شده است رعایت شود. تبخیر سموم یکی از روشهایی است که در سالهای اخیر از طرف پرورش‌دهندگان مورد قبول قرار گرفته است.

در این روش، ظروف مخصوص تبخیر مایعات را در بخشهای مختلف گلخانه و بالاتر از ارتفاع گیاهان قرار می‌دهند حشره‌کشها و قارچ‌کشهایی مثل بایلتون*، حشره‌کشهای رسمترین و کنه‌کش پنتاک را به اندازه‌ایی که برای سمپاشی در سطح معین روی برچسب پیشنهاد شده است داخل ظروف تبخیر می‌ریزند. ظروف تبخیر به یک دستگاه زمان‌سنج متصل می‌شود تا سیستم را شش الی هشت ساعت در طول شب به‌کار اندازد. چند ساعت پیش از صبح، که کارکنان به سرکار برمی‌گردند، سیستم خاموش می‌شود. در نهایت، مقداری از حشره‌کش در آغاز کار پنکه‌های مکنده هوا هدر می‌رود. این روش در کنترل سفیدک حقیقی گیاهان بسیار مؤثر است. در ضمن کاربرد این روش آسانتر است و کارگران خیلی کمتر در معرض باقیماندهٔ قارچ‌کشها قرار می‌گیرند حشرات خاکزی را می‌توان به‌وسیله آغشته کردن خاک با حشره‌کشهایی مثل رستمرین و حشره‌کشهای صابون‌مانند از بین برد. به غیر از اینها، از حشره‌کشهای سیستمیک اکسامیل (ویدات) نیز استفاده می‌شود. این نوع حشره‌کشها به صورت گرانول بوده و در سطح محیط کشت ریخته می‌شوند. هنگامی‌که گرانول مرطوب می‌شود، حشره‌کش آزاد شده و به محیط کشت نفوذ کرده و حشرات داخل آن را از بین می‌برد. ازاین‌رو، حشره‌کشها توسط گیاهان جذب می‌شوند و موجب مرگ حشراتی که از گیاهان تغذیه می‌کنند می‌شوند. اکسامیل برای از

---

* - تعدادی از سموم توصیه شده در لیست سموم مجاز کشور موجود نیست ازاین‌رو قابل توصیه در ایران نمی‌باشد (مترجم).

بین بردن ریسه‌های قارچ و دیگر حشرات بسیار مؤثر است ولی در عوض برای نسلهای مقاوم کنه‌ها، تریپسها یا مگسهای سفید زیاد مؤثر نیست.

مبارزه را می‌توان برای گلدانها بصورت جداگانه توسط یک قاشق کوچک یا برای گلدانهایی که تعداد آنها زیاد است به‌وسیلهٔ دستگاههای مخصوص که برای مقدارهای کمتر تنظیم شده‌اند انجام داد. ۱۶ سانتیمترمکعب برای سطح ۱۵ سانتیمتر گلدانها به‌کار برده می‌شود. این حشره‌کشها باید به‌طور یکنواخت در تمامی سطح خاک گلدان به‌کار برده شود تا در تمامی بخشهای گیاه جذب شوند. این روش به صورت دست‌پاش برای گلدانها یا بسته‌های محتوی گلهای بریده نیز به‌کار می‌رود.

برای کاربرد این سموم در پلاستیک سوراخهایی ایجاد می‌کنند و یا قوطی کنسرو را سوراخ کرده حشره‌کش را در داخل آن قرار می‌دهند و در بالای گیاهان تکان داده می‌شود. گیاهان باید در هنگام سمپاشی خشک باشد. گرانول اکسامیل مسمومیت متوسط برای انسان دارد. کارگران باید هنگام کاربرد سموم گرانول از لباسهای مخصوصی و ماسک استفاده کنند. باید هنگام استعمال دقت شود گرانولها به مناطقی که در آنجا گیاه وجود ندارد نریزند. از دستگاههایی که موجب خرد شدن گرانولها می‌شوند باید اجتناب کرد تا باعث گیر کردن حشره‌کش در داخل دستگاه نشود این سموم پس از استعمال باید کاملاً خیس شوند تا حشره‌کش در محیط گلخانه آزاد شود. گیاهان کشت شده در بستر نباید به مدت یک هفته انتقال داده شود.

حشره‌کشهای سیستمیک که به صورت گرانولند نباید پیش از کشت گیاهان به بستر کشت داده شوند، زیرا این عمل باعث تماس بیشتر کارگران با سم می‌شود. گرانولها نباید پیش از عمل ضدعفونی توسط بخار، به‌کار برده شوند، زیرا این عمل موجب انتشار گازهای سمی می‌شود.

جدول ۳-۱۳ـ کنترل گیاهان زینتی گلخانه و خانگی*

تذکر: هنگام حمل و نقل و استعمال حشره‌کشها به برچسب آن توجه کنید «آلدی‌کارپ» (Aldicarp) بسیار سمی است. پس از استقرار گیاهان و ظهور حشرات آن را استعمال کنید. «ابامکتین ب» احتمال دارد به سرخسها آسیب برساند. در صورت لزوم هر ۵ الی ۸ هفته سمپاشی را یک‌بار تکرار کنید، «متون» فوق‌العاده سمی است و احتمال دارد که به ریشه‌های داوودی آسیب برساند. «دی کلروس» (Dichlorvos) احتمال دارد به ارقام مختلف داوودی آسیب برساند. «دی‌متوآت» به گلهای داوودی و سوسن شرقی و در آزمایشهای اولیه در روی ارقام آزالیا، سرخس، گلولسینا، ادریسی، شفلرا وگل میمون» آسیب می‌رساند. «اندوسولفان» به شمعدانی و ارقام مختلف داوودی، آسیب می‌رساند. «مالاتیون» احتمال دارد به «بگونیا، کداسولا، سرخس، اطلسی» ارکیده‌ها، بنفشه، گل میمون، گلوکسینیا، بعضی از میخکهای قرمز و بعضی ارقام رز خسارت وارد کند متاآلدئید به ارقام ارکیده‌ها آسیب می‌رساند.

نالد (Naled) احتمال دارد به ارقام مختلف داوودی، بنت‌القنسول ارقام رُز خسارت وارد کند. سولفات نیکوتین به داوودی‌های جوان و سوسن، آسیب می‌رساند. «پلیکتران» احتمالاً به براکته‌های بنت‌القنسول و غنچه‌های داوودی آسیب می‌رساند. هنگامی که این ماده را برای رُز به‌کار برده می‌شود. ماده محافظت‌کننده استعمال نکنید TEPP فوق‌العاده سمی است و به کراسولا آسیب می‌رساند. تترادی‌فون احتمالاً به رُزها آسیب می‌رساند. توسط دستگاههای تدخینی می‌توان بسیاری از ترکیبات فوق را استفاده کرد. حتماً توصیه‌های کارخانه تولیدکننده را در مورد مقدار مصرف و تذکرات لازم برای استفاده هر دستگاه سمپاش رعایت کنید مکانهای سمپاشی شده باید پیش از ورود به آنها حدود یک ساعت تهویه شود. طبق معمول، استعمال سموم از طریق تعلیق در هوا حدود یک پوند در ۵۰۰۰۰ فوت‌مکعب است. برای نتیجه‌گیری بهتر باید ماده داخل کپسول، ۸۰ الی ۹۰ درجه فارنهایت و دمای گلخانه ۷۰ الی ۷۵ درجه فارنهایت باشد، اگر در داخل ماده حشره‌کش مواد موجود باشد، موجب ایجاد رنگ‌بری در داوودی و کوچک شدن برگهای رُزها می‌شود. بعضی از سموم گفته شده ممکن است فوق‌العاده سمی باشند. بنابراین لازم است به تمام احتیاطهای ثبت شده در روی برچسب توجه شود و در هنگام انتقال از لباسهای مخصوص استفاده شود توصیه می‌شود که سموم توسط افراد باتجربه به‌کار برود در صورت ایجاد مسمومیت به نشانه‌های آلودگی توجه کرد و در صورت بروز مسمومیت به یک پزشک مواجه شود و باید حشره‌کش با برچسب آن را، همراه شخص مسموم به بیمارستان برد.

* - از بکر (۱۹۹۰)، از کتاب جیبی مواد شیمیایی کشاورزی کارولینای شمالی، مناسب برای استعمال در خانه

گل	عامل خسارت	سم و فرمولاسیون آن	مقدار حشره‌کش در یک گالن ۶ لیتر	مقدار حشره‌کش در ۱۰۰ گالن آب	حداقل مدت بین مبارزه و دوباره وار دشدن به محل استعمال	احتیاط و ملاحظات
انواع مختلف	شته‌ها	انیصت (orthene) (پودر محلول در آب) ۷۵۶p	۲/۳ الی ۱۲/۳ قاشق چای‌خوری	۱/۳ الی ۲/۳ پوند	هنگام خشک شدن	
انواع مختلف	شته‌ها	بی‌فنترین (Todstar) پودر وتابل ۱۰WP	۱ الی ۵ قاشق چای‌خوری	۶۴ الی ۳۲ اونس	هنگام خشک شدن	
		سیفلوترین (Tempo۲) (امولسیون) ۲۴/۳EC	۳/۳۲ قاشق چای‌خوری	۱ اونس		
		اندوسولفان (thoidan) (امولسیون) ۲۴۰۲EC	۲ قاشق چای‌خوری	۲ پیمانه	۲۴ ساعت	به اندازه مورد نیاز استعمال کنید.
		(پودر وتابل ۵۰WP	۱ قاشق غذاخوری	۱ پوند	۲۴ ساعت	در صورت لزوم دوباره به‌کار ببرید.
انواع مختلف	شته‌ها	دیازینون (Knox - out) (آئروزل) TLA، (امولسیون) ۲۳EC	۱ الی ۲ قاشق غذاخوری	۱ الی ۲ پوند	هنگام خشک شدن پس از یک ساعت تهویه مکان	۵ الی ۱۰ ثانیه در هر ۱۰۰ فوت‌مربع

گل	عامل خسارت	سم و فرمولاسیون آن	مقدار حشره‌کش در یک گالن ۶ لیتر	مقدار حشره‌کش در ۱۰۰گالن آب	حداقل مدت بین مبارزه و دوباره وار دشدن به محل استعمال	احتیاط و ملاحظات
انواع مختلف	شته‌ها	فلورالینات (Marvik) (مه‌پاش)۲۲/۳F	قاشق غذاخوری	۲ الی ۱۰ اونس	هنگام خشک شدن	در ضمن می‌توان به‌طور عمقی استعمال کرد
انواع مختلف	شته‌ها	روغن‌های امولسیون ۹۸/۸EC (Uftro Fine, Sun Sproy)	۲ الی ۵ قاشق غذاخوری	۱ الی ۲ گالن	هنگام خشک شدن	
انواع مختلف	شته‌ها	صابون (حشره‌کش مانند) (امولسیون) ۵۰/۵EC لیندان (پودر وتابل) ۲۵WP مالاتیون (امولسیون ۵۷E) نیکوتین‌سولفات (امولسیون)۴۰EC	۴ اونس ۱ قاشق غذاخوری ۲ قاشق چای‌خوری ۱ قاشق چای‌خوری	۳گالن ۱ پوند ۲ پیمانه ۱ پیمانه	هنگام خشک شدن هنگام خشک شدن هنگام خشک شدن	

گل	عامل خسارت	سم و فرمولاسیون آن	مقدار حشره‌کش در یک گالن ۶ لیتر	مقدار حشره‌کش در ۱۰۰ گالن آب	حداقل مدت بین مبارزه و دوباره وار دشدن به محل استعمال	احتیاط و ملاحظات
انواع مختلف	شته‌ها	اکسامیل (Vydatel) (ملیچ ۲۴L)، (گرانول) ۱۰G	۲ الی ۴ قاشق چای‌خوری	۲ الی ۴ پیمانه	پس از نفوذ گرانولها درخاک سطح‌الارض یا حل شدن آنها	۲۲ الی ۳۰ اونس در هر ۱۰۰۰ فوت‌مربع
انواع مختلف	شته‌ها	رسمترین (امولسیون) ۲۴/۳EC	۱ قاشق چای‌خوری	۱ پیمانه	هنگام خشک شدن	
انواع مختلف	شته‌ها	سومترین (امولسیون) ۲۵EC (آئروزل) ۰/۵A	۱ قاشق چای‌خوری	۱ پیمانه	هنگام خشک شدن	۵ الی ۱۰ ثانیه در ۱۰۰ فوت‌مربع
انواع مختلف	شته‌ها	دی‌کلروز (Vapona) اندوسولفان (thiodan) سولفوتیپ ۱۰۳ پاراتیون (Plantfume, Dithiono)			پس از تهویه محل به‌مدت یک ساعت	دستگاههای تدخینی