اصلاح‌کننده‌های شیمیایی مخصوصی ارائه می‌کنند.

دستگاههای چندی برای کنترل سیستم مه‌پاش به‌کار می‌روند. تایمرها (timer) ساده‌ترین شکل آنها هستند. یک تایمر ۲۴ ساعته برای تعیین زمان عمل کردن دستگاه، که معمولاً ساعات روشنایی روز است، مورد نیاز است. جریان از میان یک تایمر دوره‌ای ادامه می‌یابد. این تایمر به نحوی تنظیم شده است که در سیکلهای ۱ تا ۲۰ دقیقه‌ای به مدت ۳۰ ثانیه تا ۴ دقیقه مه تولید می‌کند. با استفاده از یک هیومیدیستات (humidistat) می‌توان به کنترل ثابتتری دست یافت. وقتی دما در گلخانه بالا می‌رود، رطوبت کاهش می‌یابد. با حفظ یک رطوبت نسبی ثابت، حداکثر خنکی به‌دست می‌آید. وقتی‌که یک هیومیدیستات به جای ترموستات مورد استفاده قرار می‌گیرد، زمان واکنش سیستم خنک‌کننده بسیار کوتاهتر می‌شود زیرا هوا در مدت ۳۰ ثانیه، به میزان $11^{\circ}c$ ($20^{\circ}F$) یا بیشتر خنکتر می‌شود.

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

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

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

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

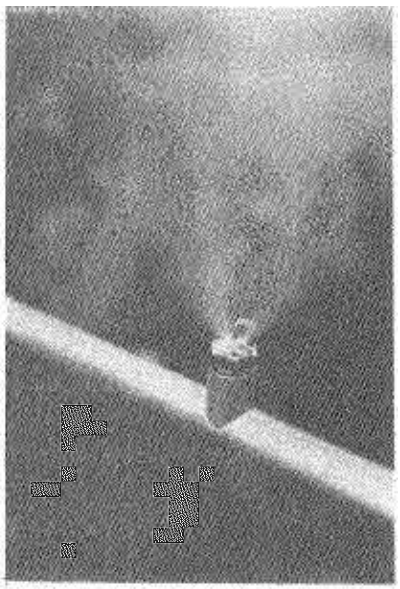
۱ـ در این سیستم مصرف انرژی الکتریکی کمتری وجود دارد، چرا که مجموع انرژی الکتریکی که پمپ مه‌پاش و پنکه‌های هواکش مصرف می‌کند کمتر از انرژی‌ای است که پنکه‌های هواکش و پمپهای آب تشک در سیستم تشک و پنکه به‌مصرف می‌رسانند.

۲ـ افزایش گرما در عرض گلخانه کنترل می‌شود.

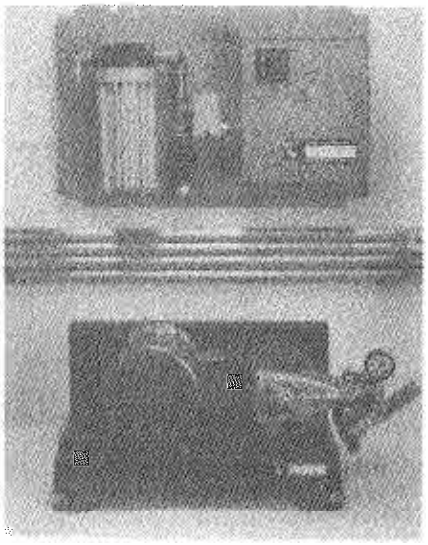
۳ـ می‌توان در عرض گلخانه، به دماهای متوسط خنکتری دست یافت.

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

ب



الف



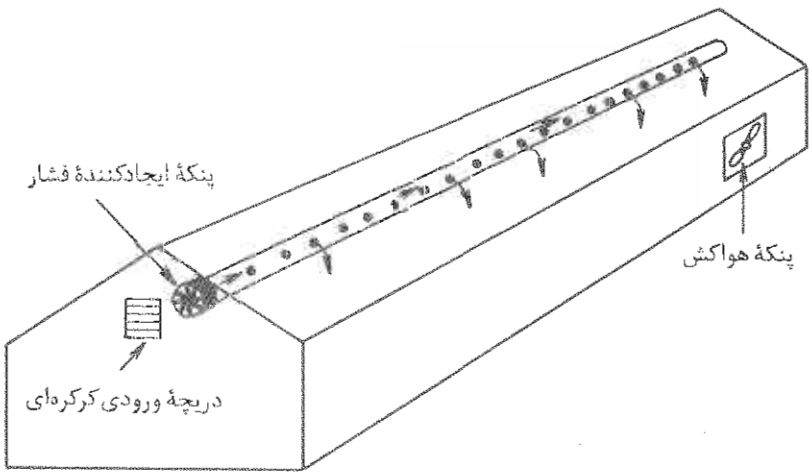
پ

شکل ۷ـ۴ـ الف) یک نازل که قطرات مه ۱۰ میکرونی را در سیستم خنک‌کنندهٔ تبخیری گلخانه پخش می‌کند. ب) یک سیستم مه‌پاش که در گلخانه تکثیر برای خنک کردن و حفظ رطوبت در اطراف قلمه‌ها به‌کار می‌رود. پ) دستگاههای اصلاح آب و پمپاژ برای یک سیستم خنک‌کنندهٔ مه‌پاش.

سیستم خنک‌کنندهٔ زمستانی گلخانه

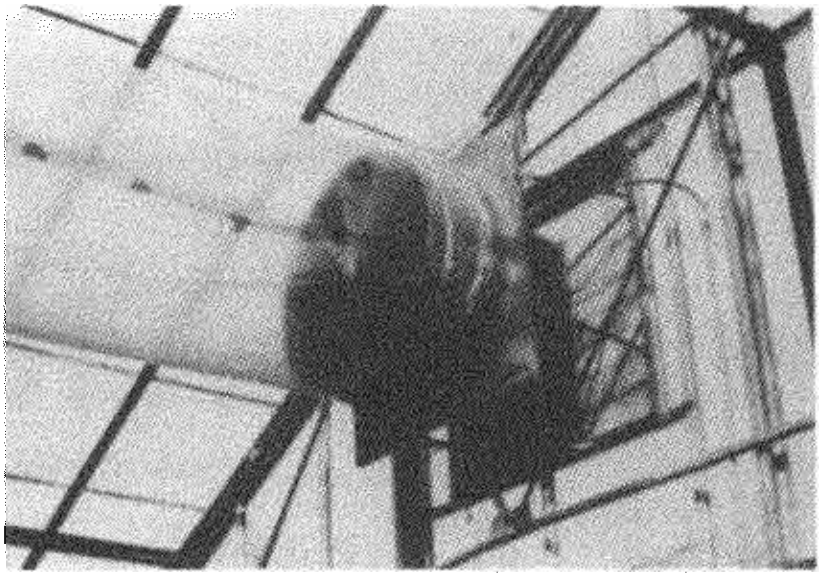
شرح سیستم تهویهٔ تیوب ـ پنکه[2]

دمای مورد نظر برای تهویهٔ زمستانی روی یک ترموستات که به‌طور همزمان سه عمل را فعال می‌سازد، تنظیم می‌شود (اشکال ۴ـ۸ و ۴ـ۹). یک پنکهٔ هواکش که در نقطه‌ای از گلخانه مستقر شده است، برای ایجاد خلاء به کار انداخته می‌شود. یک دریچهٔ



شکل ۴ـ۸ـ طرح یک گلخانه با سیستم خنک‌کننده زمستانی تیوب ـ پنکه. وقتی نیاز خنک کردن وجود دارد، ترموستات پنکهٔ‌هواکش (خروجی) را به کار می‌اندازد، کرکرهٔ ورودی هوا را باز می‌کند و پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار را روشن می‌کند. هوای سرد از طریق کرکرهٔ باز وارد می‌شود و توسط پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار به لولهٔ انتقال پلی‌اتیلنی شفاف هدایت می‌شود. هوای سرد از سوراخهایی که در طول دو طرف لوله قرار دارند به بیرون فوران می‌کند و با هوای گرم گلخانه مخلوط شده و سپس به گیاهان می‌رسد.

2- fan - tube ventilation



شکل ۹ـ۴ ـ اجزای واردکنندهٔ هوای یک سیستم خنک‌کنندهٔ زمستانی شامل ورودی کرکره‌ای، یک لولهٔ توزیع پلی‌اتیلنی که نزدیک کرکره قرار دارد، و یک پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار برای هدایت هوا به درون لوله.

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

سردی را به‌وجود می‌آورد. چنانچه نیازی به خنک کردن نباشد، کرکرهٔ ورودی بسته می‌شود و پنکهٔ تولیدکنندهٔ فشار هوای داخل گلخانه را به گردش می‌اندازد. این مرحله، جایگزین سیستم گردش هوای افقی[3] است ولی قدرت بیشتری نیاز دارد.

مختصات

تحت شرایط استاندارد، باید به ازای هر مترمربع از سطح کف گلخانه، هوایی به حجم ۰/۶۱cmm خارج شود (کف ۲ cfm/ft^2). (باید به‌خاطر داشت که در سیستم خنک‌کننده تابستانی ۸ cfm هوا برای هر فوت مربع از کف گلخانه لازم است.) این حجم که با ضرب مساحت کف در ۲ به‌دست آمده است، ظرفیت پنکهٔ خارج‌کنندهٔ هوا را برحسب فوت مکعب حرکت هوا در دقیقه تعیین می‌کند.

مختصات مختلفی که به چاپ رسیده‌اند نمایانگر این مطلبند که حداقل ۰/۴۶ cmm و حداکثر ۱/۲۲ cmm هوا باید به ازای هر مترمربع از کف گلخانه (کف ۴ و ۱/۵ cfm/ft^2) خارج شود. سیستم با ظرفیت بالا هزینهٔ راه‌اندازی بیشتری دربر دارد ولی می‌تواند از پاییز تا بهار به‌طور مستمر عمل کند. این‌کار می‌تواند مزیتی داشته باشد، چرا که سرمازدگیها، معمولاً در طی این دوره‌های زمانی اتفاق می‌افتند. یک سیستم تیوب ـ پنکه با ظرفیت بالا نیاز قطع و وصل کردن سیستمهای تشک ـ پنکه و تیوب پنکه را در این زمانها از بین می‌برد.

وقتی تهویهٔ تیوب ـ پنکه مورد استفاده قرار می‌گیرد، در شرایط استاندارد دمای ماکزیمم داخل ۸°c (۱۵°F) بالاتر از دمای بیرون خواهد بود. دمای داخل گلخانه می‌تواند در طول یک روز زمستانی که خورشید می‌تابد به‌طور زیانباری افزایش یابد،

3- horizontal airflow (HAF) circulation system

حتی اگر دمای بیرون پایین باشد. سیستم خنک‌کننده تیوب ـ پنکه طوری طراحی شده است که دمای داخلی را تا $8^{\circ}c$ ($15^{\circ}F$) نسبت به دمای بیرون کاهش دهد.

اگر دمای کمتری برای محیط گلخانه مورد نظر باشد، هوای خنک باید با سرعت بیشتری وارد گلخانه شود. فاکتورهای جبران‌کننده‌ای که در این مورد به‌کار می‌روند در جدول ۶ـ۴ ارائه شده‌اند. همانند سیستم خنک‌کنندهٔ تابستانی، شرایط استاندارد مختص این سیستم، ارتفاع کمتر از ۳۰۵ متر (۱۰۰۰ فوت) و شدت نور داخلی ۵۳/۸ کیلولوکس (۵۰۰۰ فوت شمع) است. چنانچه مختصات ارتفاع و شدت نور متفاوت باشد، فاکتورها باید از جداول ۱ـ۴ و ۲ـ۴ انتخاب شوند و سرعت هوای ورودی را اصلاح کنند.

لوله‌های توزیع از ابتدا تا انتهای گلخانه امتداد می‌یابند. هر لولهٔ توزیع قادر است حداکثر ۹/۱ متر (۳۰ فوت) از عرض گلخانه را خنک کند، اگرچه بهتر است برای گلخانه‌ای به عرض ۹/۱ متر (۳۰ فوت) از دو لوله استفاده شود. اگر یک لوله در وسط گلخانه نصب شود می‌تواند حداکثر ۹/۱ متر (۳۰ فوت) از عرض گلخانه را خنک کند. برای گلخانه‌هایی که عرض آنها ۹/۱ تا ۱۸/۳ متر (۳۰ تا ۶۰ فوت) است دو لوله به فواصل مساوی در عرض گلخانه قرار داده می‌شود. دو ردیف سوراخ در طول لوله وجود دارد.

جدول ۶ـ۴ـ فاکتورهای (F_{winter}) لازم برای تنظیم سرعت استاندارد خروج هوا در یک سیستم خنک‌کنندهٔ گلخانهٔ زمستانی برای اختلاف دمای بین داخل و خارج گلخانه

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

اندازهٔ سوراخها برحسب حجم گلخانه‌ای که باید خنک شود مختلف است. تعداد قطر لوله‌های مورد نیاز برای خنک کردن هر گلخانه را می‌توان از جدول ۷-۴ به‌دست آورد. اگر دو لوله مورد نیاز باشد، اندازهٔ آنها باید یکسان بوده و با فاصله یکنواختی در عرض گلخانه قرار گیرند. اطلاعات مندرج در جدول ۷-۴ براساس جریان هوایی به سرعت تقریبی ۵۱۸ cmm/m^2 (۱۷۰۰ cfm/ft^2) از سطح مقطع عرضی لوله است. اگر گلخانه وسیع و تعدد لوله‌های به قطر ۷۶ سانتیمتر (۳۰ اینچ) مشکل‌آفرین باشد، می‌توان از لوله‌هایی با دو ورودی هوا (در دو انتها) استفاده کرد. به این ترتیب مقدار هوای خنکی که از طریق یک لولهٔ منفرد وارد می‌شود دو برابر می‌شود.

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

مسأله نمونه

خصوصیات سیستم خنک‌کنندهٔ زمستانی را برای گلخانه‌ای به عرض ۱۵ متر (۵۰ فوت) و طول ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) که در ارتفاع ۹۱۴ متری (۳۰۰۰ فوت) قرار دارد، تعیین کنید. حداکثر شدت نور داخلی ۵۳/۸ کیلولوکس (۵۰۰۰ فوت شمع) و اختلاف دمای داخل و خارج گلخانه $8/3^{\circ}c$ ($15^{\circ}F$) مورد نظر است.

۱ـ ظرفیت پنکه هواکش (خارج‌کنندهٔ هوا) در شرایط استاندارد برابر است با ۰/۶۱cmm (۲ cfm) ضرب در سطح کف گلخانه:

$$\text{cmm}_{\text{standard}} = ۰/۶۱ \times \text{طول} \times \text{عرض}$$

$$\text{cmm}_{\text{standard}} = ۰/۶۱ \times ۳۰ \times ۱۵ = ۲۷۵ \text{ cmm}$$

یا

$$(\text{cfm}_{\text{standard}} = ۲ \times ۱۰۰ \times ۵۰ = ۱۰۰۰۰ \text{ cfm})$$

۲ـ ظرفیت پنکه هواکش را برای انحراف از شرایط استاندارد محاسبه کنید. تنها انحراف موجود در مساله، ارتفاع ۹۱۴ متر (۳۰۰۰ فوت) است که ارزش F_{elev} آن طبق جدول (۱ـ۴) ۱/۱۲ است. طبق محاسبهٔ زیر یک پنکهٔ هواکش که در فشار آب استاتیک ۳۰ پاسکال (۰/۱ اینچ) ظرفیت آن ۳۰۸ cmm (۱۱۲۰۰ cfm) باشد مورد نیاز است:

$$\text{cmm}_{\text{adjusted}} = \text{cmm}_{\text{adjusted}} \times F_{\text{winter}} \times F_{\text{elev}} \times F_{\text{light}}$$

$$= ۲۷۵ \times ۱ \times ۱/۱۲ \times ۱ = ۳۰۸ \text{ cmm}$$

یا

$$(\text{cfm}_{\text{adjusted}} = ۱۰۰۰۰ \times ۱ \times ۱/۱۲ \times ۱ = ۱۱۲۰۰ \text{ cfm})$$

۳ـ تعداد لوله‌های توزیع هوا از جدول ۷ـ۴ به‌دست می‌آید. برای گلخانه‌ای به طول ۳۰ متر و عرض ۱۵ متر (۱۰۰ فوت و ۵۰ فوت) دو لولهٔ ۶۱ سانتیمتری (۲۴ اینچی) مورد نیاز است.

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

لولهٔ مورد نیاز برای قطرهای مختلف لوله و طولهای مختلف گلخانه را مشخص می‌کند. متاسفانه اندازه و فاصله بین سوراخهای لوله‌ها در شناسنامهٔ مدلها قید نشده است.

چنانچه قصد باشد لوله‌های سوراخ نشده خریداری شوند و یا لوله‌ها در کمپانی عرضه‌کننده طبق دلخواه خریدار سوراخ شوند، می‌توان مشخصات سوراخ را محاسبه کرد. تحقیقات انجام شده توسط G.A. Carpenter در انگلستان نشان داده است که سطح کل همهٔ سوراخهای یک لولهٔ منفرد باید ۱/۵ تا ۲ برابر سطح مقطع عرضی لوله باشد. سطح مقطع عرضی یک لولهٔ ۶۱ سانتیمتری (۲۴ اینچی) ۸۹۰ سانتیمترمربع (۳۱۴ فوت مربع) است. بنابراین مجموع سطح کلیهٔ سوراخهای یک لوله باید بین ۱/۳۳۴ تا ۱/۷۷۸ سانتیمترمربع (۴/۷۱ تا ۶/۲۸ فوت مربع) باشد. اگر طول لولهٔ مورد نظر افزایش یابد، فاصلهٔ بین سوراخها نیز باید افزایش یابد تا قطر سوراخها در حد معقولی باقی بماند. معمولاً فواصل ۶۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر (۲ تا ۴ فوت) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵ـ ظرفیت پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار واقع در دهانهٔ ورودی لولهٔ توزیع باید معادل پنکهٔ هواکش (خروجی) باشد. اگر این ممکن نباشد، اندازهٔ پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار باید بزرگتر باشد. دو پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار مورد نیاز برای گلخانهٔ این مثال باید ظرفیت کلی معادل ۳۰۸ cmm (۱۱۲۰۰ cfm) که معادل ظرفیت پنکهٔ خروجی است داشته باشند. بنابراین ظرفیت هر یک از پنکه‌های ایجادکنندهٔ فشار نصف ظرفیت کل یعنی ۱۵۴ cmm (۵۶۰۰ cfm) در یک فشار آب استاتیک ۳۰ پاسکال (۰/۱ اینچ) است.

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

عرض گلخانه	طول گلخانه: ۵۰ فوت (۱۵ متر) D			۱۰۰ فوت (۳۰ متر) D			۱۵۰ فوت (۴۶ متر)* D			۲۰۰ فوت (۶۱ متر) D			۲۰۰ فوت (۶۱ متر) IBE D			۲۵۰ فوت (۷۶ متر) D			۲۵۰ فوت (۷۶ متر) IBE D		
فوت	متر	اینچ	سانتیمتر	N	اینچ	سانتیمتر	N	اینچ	سانتیمتر	N	اینچ	سانتیمتر	N	اینچ	سانتیمتر	N	اینچ	سانتیمتر	N	اینچ	سانتیمتر
۱۵	۴/۶	۱۸	۴۶	۱	۱۸	۴۶	۱	۲۴	۶۱	۱	۳۰	۷۶	۱	–	–	۱	۳۰	۷۶	۱	۲۴	۶۱
۲۰	۶/۱	۱۸	۴۶	۱	۲۴	۶۱	۱	۳۰	۷۶	۱	۳۰	۷۶	۱	–	–	۲	۲۴	۶۱	۱	۲۴	۶۱
۲۵	۷/۶	۱۸	۴۶	۱	۲۴	۶۱	۱	۳۰	۷۶	۲	۲۴	۶۱	۱	۲۴	۶۱	۲	۳۰	۷۶	۱	۳۰	۷۶
۳۰	۹/۱	۱۸	۴۶	۲	۱۸	۴۶	۲	۲۴	۶۱	۲	۳۰	۷۶	۲	–	–	۲	۳۰	۷۶			–
۳۵	۱۰/۷	۱۸	۴۶	۲	۲۴	۶۱	۲	۲۴	۶۱	۲	۳۰	۷۶	۲	–	–	۳	۳۰	۷۶	۲	۲۴	۶۱
۴۰	۱۲/۲	۱۸	۴۶	۲	۲۴	۶۱	۲	۳۰	۷۶	۲	۳۰	۷۶	۲	–	–	۳	۳۰	۷۶	۲	۲۴	۶۱
۵۰	۱۵/۲	۱۸	۴۶	۲	۲۴	۶۱	۲	۳۰	۷۶	۳	۳۰	۷۶	۲	۲۴	۶۱	۳	۳۰	۷۶	۲	۳۰	۷۶

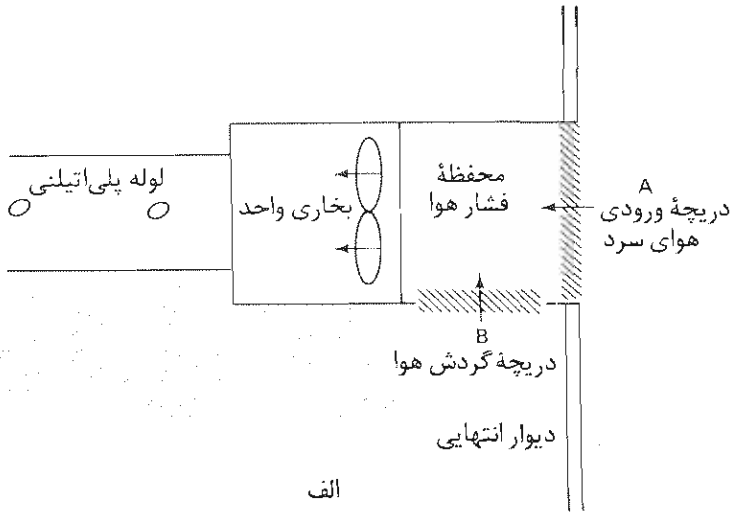
تلفیق سیستمهای خنک‌کننده و گرم‌کننده .....

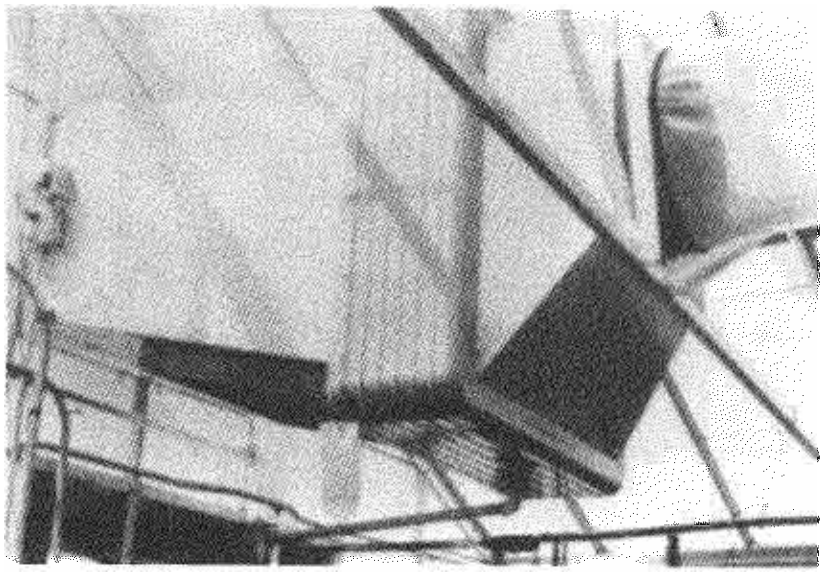
اغلب در طول زمستان، زمانی که روزها آفتابی و شبها سرد است، هر دو سیستم خنک‌کننده و گرم‌کننده مورد نیاز است. در هر دو حالت، همان لوله‌های پلی‌اتیلنی برای توزیع هوای سرد خارج و یا هوای گرم ناشی از بخاری در درون گلخانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. بخاریهای واحدی در نزدیک دهانه باز لوله قرار داده می‌شوند تا هوای گرم خارج شده از آنها به درون لوله هدایت شود. شکل ۱۰-۴ طرح یک بخاری متصل به دهانهٔ ورودی لوله را نشان می‌دهد. در طی مرحلهٔ خنک کردن کرکرهٔ A باز شده و کرکرهٔ B بسته می‌شود. هوای سرد خارجی در پی روشن شدن پنکهٔ هواکش (خروجی) وارد می‌شود و تحت فشار حاصل از پنکهٔ موجود در بخش بخاری به درون لولهٔ پلی‌اتیلن هدایت می‌شود. وقتی گلخانه به قدر کافی خنک است، کرکرهٔ A بسته شده و کرکرهٔ B باز می‌شود. پنکهٔ بخش بخاری هوای درون گلخانه را به گردش می‌اندازد. اگر دما پایین بیاید، کرکره‌ها به همین صورت باقی مانده و بخاری روشن می‌شود. حال هوای منشاء گرفته از داخل گلخانه گرم شده و به درون لوله فرستاده می‌شود.

شکل ۱۱-۴ نوع دیگری از سیستم گرم‌کننده ـ خنک‌کننده را نشان می‌دهد که در آن یک پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار در دهانهٔ وروی لوله قرار دارد و بخاریهای واحد دور از آن و عمود بر ورودی لوله نصب شده‌اند. پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار به‌طور مستمر کار می‌کند. یک کرکرهٔ الکتریکی در دیوار انتهایی گلخانه فقط در هنگام خنک کردن سیستم باز می‌شود. با به کار افتادن یک پنکهٔ خارج‌کنندهٔ هواکه در نقطه‌ای از گلخانه قرار دارد، هوا از میان کرکرهٔ ورودی به داخل کشیده می‌شود. هوای وارد شده به درون لوله هدایت می‌شود و از آنجا در اثر عمل پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار به‌طور یکنواخت توزیع می‌شود. در فواصل بین خنک کردن و گرم کردن، پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار به‌طور مستمر هوای داخل گلخانه را به

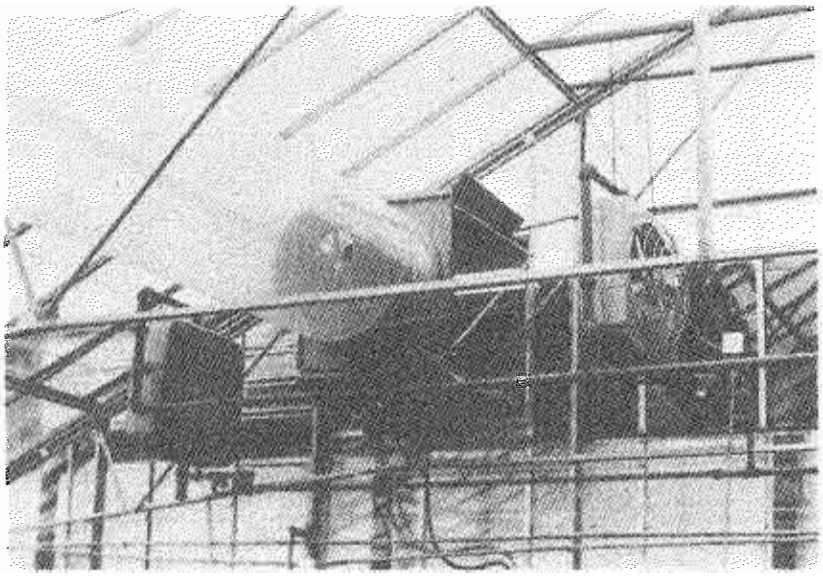
گردش می‌اندازد. وقتی نیاز گرما وجود دارد، بخاریهای واحد روشن می‌شوند و هوای گرم را به سمت دهانهٔ ورودی لوله می‌فرستند. هوایی که در نزدیکی دهانهٔ ورودی قرار دارد، توسط پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار جمع‌آوری و به داخل لوله هدایت می‌شود.

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

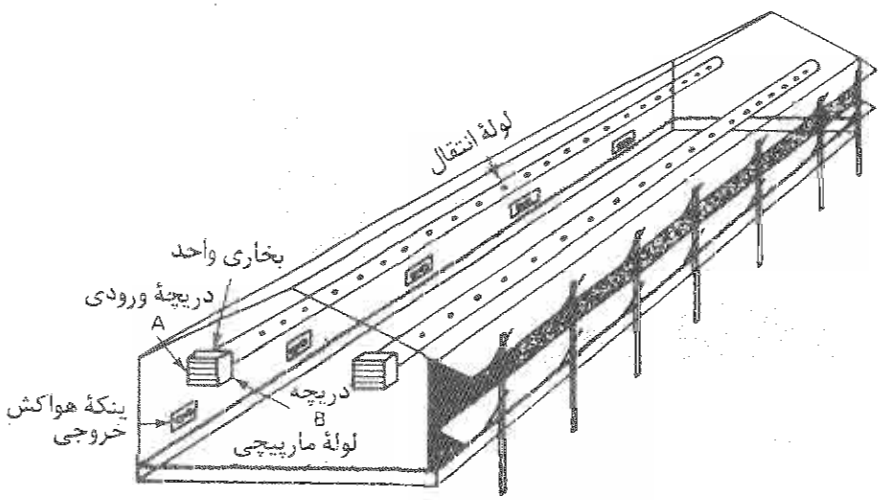




شکل ۱۰-۴ـالف) یک سیستم ترکیبی خنک‌کننده و گرم‌کنندهٔ زمستانی. پنکهٔ بخاری واحد به‌طور مداوم کار می‌کند و به‌عنوان یک پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار برای لوله عمل می‌کند. طی مرحلهٔ خنک کردن فقط کرکرهٔ دریچهٔ A باز می‌شود؛ در طول مرحلهٔ گرم کردن کرکرهٔ B باز شده و کرکرهٔ A بسته می‌شود. وقتی‌که نیازی به خنک کردن و گرم کردن نباشد، هوا به طور مداوم درون گلخانه به گردش درمی‌آید. **ب)** یک دستگاه تجاری از سیستم مزبور



شکل ۱۱-۴ ـ نمای عمومی یک سیستم خنک‌کننده ـ گرم‌کنندهٔ زمستانی مجهز به بخاریهای واحدی که نزدیک دهانهٔ ورودی لوله نصب شده‌اند. هوای گرم از بخاریها به طرف ورودی لوله رانده می‌شود، و در آنجا به‌وسیلهٔ پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار جمع‌آوری می‌شود.



شکل ۱۲-۴ ـ یک سیستم ترکیبی کامل برای خنک کردن تبخیری، خنک‌کنندهٔ لوله ـ پنکه و گرم‌کننده.

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

خنک کردن گلخانه‌های کوچک

اصول اولیهٔ خنک کردن گلخانه‌های کوچک مشابه سایر گلخانه‌ها است. در طول تابستان از یک سیستم تشک و پنکه استفاده می‌شود. برای اینکه هوای خنک، توزیع عمودی درستی داشته باشد، ارتفاع تشک نباید کمتر از ۶۰ سانتیمتر (۲ فوت) باشد. به علت مشکلات خاص این گلخانه‌های کوچک، سیستمی با ظرفیت بالا مورد نیاز است. هوا باید با سرعت حداقل $۳/۶۶ cmm/m^2$ ($۱۲ cfm/ft^2$) از گلخانه خارج شود. اگر گلخانه به دیوار شرقی، غربی یا علی‌الخصوص جنوبی ساختمان دیگری متصل باشد، انرژی خورشیدی قابل ملاحظه‌ای از طریق این دیوار در درون گلخانه جمع‌آوری می‌شود. در محاسبهٔ نیاز تهویه‌ای، نصف مساحت دیوار مذبور باید به مساحت کف گلخانه اضافه شود.

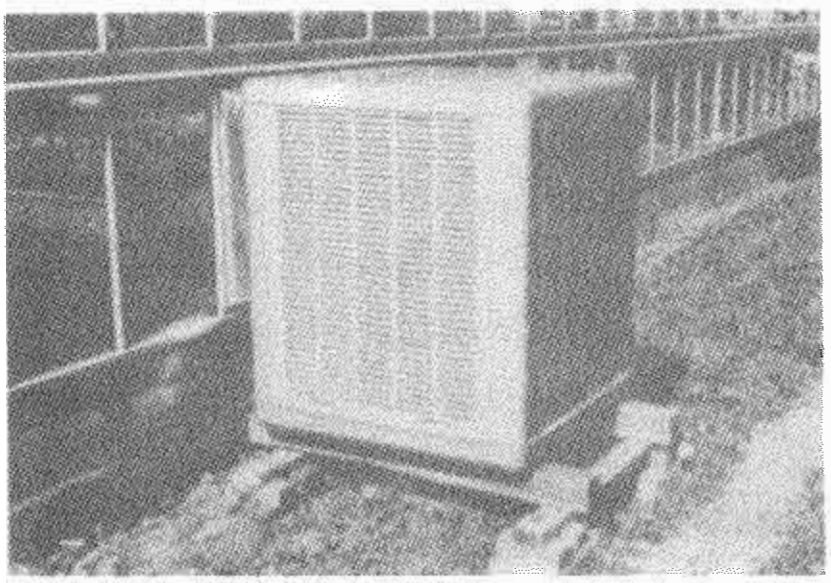
برای گلخانه‌های کوچک، کولرهای تبخیری جعبه‌ای[1] کاربردی هستند. همانطور که در شکل ۱۳-۴ نشان داده شده است، یک کولر جعبه‌ای از ساختاری مکعبی با تشکهای تبخیری در سه طرف آن تشکیل شده است. خطوط انتقال و جمع‌آوری آب، و همچنین یک پمپ آب در درون آن تعبیه شده‌اند. یک پنکه در داخل جعبه قرار داده شده است تا هوا را از میان تشکها به داخل کشیده و هوای خنک را به داخل گلخانه براند. یک هواکش باید در دیوار مقابل نصب شود تا هوای درون گلخانه از طریق آن خارج شود. این

1- Package evaporative cooler

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

سیستم خنک‌کنندهٔ زمستانی برای یک گلخانهٔ کوچک از همان اصول گلخانه‌های بزرگ پیروی می‌کند. سیستم تهویهٔ تیوب ـ پنکه کارایی خوبی دارد. تنها مساله آن این است که در شرایط استاندارد باید هوا با سرعت $_{کف}$ ۰/۹ cmm/m^2 (کف ۳ cfm/ft^2) از سطح کف گلخانه خارج شود. نیرویی که با آن هوا از این بخاریها به بیرون رانده می‌شود، برای به‌وجود آوردن گردش یکنواختی از هوا در سراسر یک گلخانهٔ کوچک کافی است. در این مورد، می‌توان از سیستم تیوب ـ پنکهٔ ساده‌تری استفاده کرد. برای خنک کردن زمستانی، لولهٔ پلی‌اتیلنی مستقیماً به یک لولهٔ بخاری که در دیوار گلخانه سوار شده و انتهای بیرونی آن رو به پایین است وصل می‌شود. این لوله به‌عنوان ورودی هوا عمل می‌کند. وقتی این سیستم خاموش است لولهٔ پلی‌اتیلنی که از اتصالات موجود در سطح فوقانی آن آویزان است، جمع می‌شود و ارتباطش با خارج مسدود می‌شود. وقتی که پنکهٔ هواکش (خروجی) گلخانه روشن می‌شود، لوله متسع می‌شود. لولهٔ ورودی هوا بهتر است خمیده (زانویی) باشد تا از ورود باد و انتقال سرما به داخل گلخانه در مواقع ناخواسته جلوگیری کند. علاوه بر این برای جلوگیری بیشتر از ورود باد بهتر است ورودی این نوع سیستم خنک‌کننده در سمت مخالف باد گلخانه نصب شود.

گلخانه‌های بسیار کوچک نیازی به لولهٔ توزیع برای خنک کردن زمستانی ندارند. هوایی که از تهویهٔ زیر سقف گلخانه وارد می‌شود با هوای موجود در نزدیکی آن کاملاً مخلوط می‌شود. هنگامی که نیازی به خنک کردن و گرم کردن نباشد، می‌توان با استفاده از یک پنکهٔ ۳۰ـ۲۰ سانتیمتری (۸ تا ۱۲ اینچ) هوای داخل را به گردش انداخت تا از تمرکز هوای سرد یا گرم جلوگیری شده و احتمال وقوع بیماری کاهش یابد.



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

خلاصه

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

دمایی به اندازهٔ ۴°c (۷°F) از تشکها تا پنکه‌ها و فاصلهٔ حداقل ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) بین تشک و پنکه‌ها؛ هوا با سرعتی حدود ۲/۵cmm/m^2 از کف گلخانه (۸ cfm/ft^2) به بیرون رانده می‌شود.

۲ـ سیستم خنک کنندهٔ مه‌پاش جایگزینی برای سیستم تشک ـ پنکه به‌شمار می‌رود. قطرات آب به اندازهٔ ۴۰ میکرون یا کوچکتر (۰/۰۱۶ اینچ) در فشار بالا (۱۰۰۰ psi، ۶/۹ Mpa) تولید می‌شوند. مه که در درون تهویه‌های ورودی مستقر در یکی از دیوارها ایجاد می‌شود، ضمن تبخیر شدن هوای وارد شده را خنک می‌کند. سری دومی از نازلهای مه‌پاش در طول گلخانه قرار داده می‌شوند تا هرگونه افزایش دمایی را در طول حرکت هوا به سمت پنکه‌های خروجی خنثی کنند. سرعت خروج هوا در این سیستم ۱/۲-۱/۵ cmm/m^2 (۴-۵ cfm/ft^2) است.

۳ـ در سیستم خنک‌کنندهٔ زمستانی حجم کوچکی از هوای خنک بیرون به داخل گلخانه وارد می‌شود. هوا باید با جریان فورانی در بالای گلخانه منتشر شده و پیش از رسیدن به گیاهان با هوای گرم موجود در بالای گلخانه مخلوط شود، وگرنه نقاط سرد متمرکزی ایجاد خواهند شد. برای این منظور سیستم خنک‌کنندهٔ تیوب ـ پنکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم شامل یک پنکهٔ هواکش خروجی برای ایجاد فشار منفی در گلخانه، یک دریچهٔ کرکره‌ای در زیر سقف برای ورود هوا، یک لولهٔ توزیع پلی‌اتیلنی با سوراخهایی در دو سمت آن برای بیرون دادن هوایی که درون آن در طول گلخانه جریان دارد، و یک پنکهٔ ایجادکنندهٔ فشار در دهانهٔ ورودی لوله است. در شرایط استاندارد که عبارتست از، ارتفاع کمتر از ۳۰۰ متر (۱۰۰۰ فوت)، شدت نور داخلی حداکثر ۵۳/۸ کیلولوکس (۵۰۰۰ فوت شمع) و ظرفیت کاهش دمایی به اندازهٔ ۸/۳°c (۱۵°F) نسبت به دمای خارج، هوا با سرعتی معادل ۰/۶۱ cmm/m^2 (سطح کف ۲ cfm/ft^2 سطح کف) در گلخانه جریان می‌یابد.

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

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

پنکه‌ها طوری طراحی شده‌اند که یک جریان گردش افقی از هوا ایجاد کنند و به این وسیله با پایین آوردن هوای گرم از نزدیکی سقف، در مصرف سوخت صرفه‌جویی شده و نیز افت درجه حرارت در ارتفاع گیاهان به حداقل می‌رسد.

۶ـ اساس سیستمهای خنک‌کنندهٔ گلخانه‌های کوچک نیز همانند سایرین است. می‌توان از سیستمهای نسبتاً ساده‌تری استفاده کرد. وقتی که گلخانه به ساختمان خارجی دیگری از هر طرف (غیر از شمال) متصل باشد، در محاسبهٔ سرعتهای تهویهٔ تابستانی نصف مساحت دیوار اتصال به مساحت کف اضافه می‌شود. برای خنک کردن تابستانی جریان هوایی با سرعت حداقل $3/66\ cmm/m^2$ (۱۲ cfm/ft^2) و برای خنک کردن زمستانی، جریان هوایی با سرعت $0/9\ cmm/m^2$ (۳ cfm/ft^2) مورد نیاز است.

مرجع

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

1. Aldrich, R. A., W. A. Bailey, J. W. Bartok, Jr., W. J. Roberts, and D. S. Ross. 1976. *Hobby Greenhouses and Other Gardening Structures*. Pub. NRAES-2. Northeast Reg. Agr. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
2. Aldrich, R. A., and J. W. Bartok, Jr. 1989. *Greenhouse Engineering*. Pub. NRAES-33. Northeast Reg. Agr. Eng. Ser., Cornell Univ., 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY 14853.
3. American Society of Agricultural Engineers. 1983. Heating, ventilating, and cooling greenhouses. In Baxter, J. F., and R. H. Hahn, Jr., eds. *Agricultural Engineers Yearbook of Standards*, pp. 387–389. Amer. Soc. Agr. Engineers, St. Joseph, MI 49085.
4. Anon. 1974. Glasshouse ventilation. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Mechanization Leaflet 5. Her Majesty's Stationery Office, London.
5. Bartok, J. W., Jr. 1970. Fan tube greenhouse ventilation. *Connecticut Greenhouse Newsletter* 32:9–12.
6. Bohanon, H. R., C. E. Rahilly, J. Stout, and P. E. Bush. 1988. The greenhouse climate control handbook. Form C7S. Acme Engineering and Manufacturing Corp., Muskogee, OK.
7. Gray, H. E. 1956. *Greenhouse Heating and Construction*. Florists' Publishing Co., 343 S. Dearborn St., Chicago, IL.
8. Koths, J. S., and J. W. Bartok, Jr. 1986. Horizontal air flow. Dept. of Nat. Res. Mgn. and Eng. Leaflet 85–14. Univ. of Connecticut, 1376 Storrs Rd., Storrs, CT 06268.
9. Laurie, A., D. C. Kiplinger, and K. S. Nelson. 1979. *Commercial Flower-Forcing*, 8th ed. New York: McGraw-Hill.
10. National Greenhouse Manufacturers' Association. 1971. Standards for ventilating and cooling greenhouses—1971 revision. Natl. Greenhouse Mfg. Assoc., P.O. Box 128, Pleasantville, NY 10570.
11. The Electricity Council. 1975. *Ventilation for Greenhouses*. Farm-electric Centre, National Agr. Centre, Stoneleigh, Kenilworth, Warwickshire CV82LS, England.
12. Walker, J. N., and G. A. Duncan. 1973. Estimating greenhouse ventilation requirements. AEN-9. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
13. _____1973. Air circulation in greenhouses. AEN-18. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
14. _____1973. Greenhouse humidity control. AEN-19. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
15. _____1974. Cooling greenhouses. AEN-28. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
16. _____1974. Greenhouse ventilation systems. AEN-30. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.
17. _____1975. An automatic sidewall system for greenhouse environmental control. AEN-37. Univ. of Kentucky, Dept. of Agr. Eng., Lexington, KY.

۵. انواع محیط رشد ریشه (بسترهای کاشت)

زمانی که گلخانه ساخته می‌شود سیستمهای گرم‌کننده و خنک‌کننده به‌کار می‌افتد. در زمان اولین کشت، انتخاب محیط رشد ریشه (بستر کاشت) فرا می‌رسد. در ظاهر چنین امری کمی عجیب به نظر می‌رسد. موادی که برای بستر کاشت به‌کار می‌روند شامل خاک زراعی، شن، پرلیت [1]، پلی‌استیرن [2] و انواع مختلف پیت، راک‌وول [3]، خاک اره و غیره هستند که به‌صورت مخلوطهای مختلفی توسط پرورش‌دهندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند و این تولیدات به‌صورت تجاری فروخته می‌شوند و توسط مؤسسات تحقیقاتی پیشنهاد می‌شوند. بسیاری از آنها تاثیر خوبی دارند و بسیاری دیگر کارایی چندانی ندارند. تهیه این مخلوطها برای هر گیاه به روش بخصوصی انجام می‌شود که اغلب منجر به تهیه محیطی نامناسب برای ریشه می‌شود، در تهیه این مخلوطها باید صرفه اقتصادی را نیز درنظر گرفت. بنابراین باید اصول اساسی را در انتخاب محیط ریشه بدانیم.

1- Perlite 2- Polystyrene 3- Roekwool

وظایف محیط رشد ریشه

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

۱ـ مخزن مواد غذایی گیاهان باشد

۲ـ آب را طوری نگهدارد که در دسترس گیاه باشد

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

۴ـ محل استقرار گیاه باشد.

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

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

استقرار و نگهداری گیاه را ندارد وقتی گیاهان در آب رشد می‌کنند، باید حبابهای هوا را در آن وارد کرد و گیاهان را توسط چهارچوب‌های بخصوصی نگهداشت. این روش کشت، هیدروپونیک[1] نامیده می‌شود. به‌جز هیدروپونیک محیط ریشه در گلخانه حاوی دو یا چند جزء (ماده تشکیل‌دهنده) است تا هر چهار عمل بالا به خوبی انجام شود.

تغییر خاک مزرعه برای به‌کار بردن آن در ظروف کاشت. . . . . .

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

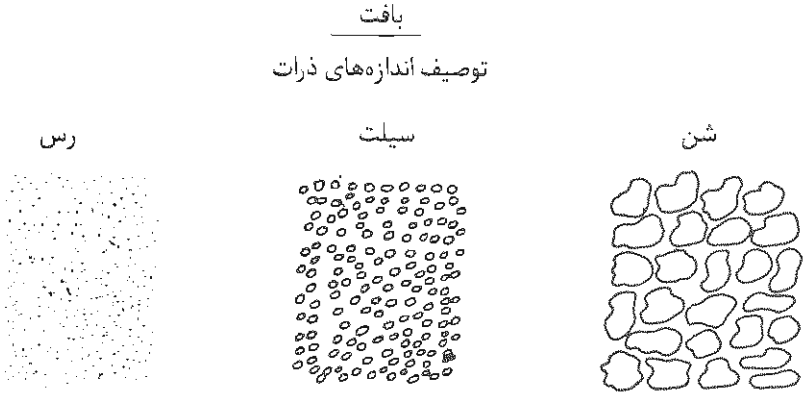
1- hydroponics

آب پر شده و فضای خیلی کمی برای تبادل گاز باقی خواهد ماند. یکی از ابعاد تقسیم‌بندی خاک از نظر بافت خاک[1] است. بافت عبارت است از اختلاط درصدهای متفاوتی از ذرات مختلف (رس، سیلت و شن) خاک مزرعه از سه جزء معدنی تشکیل شده است (شکل ۱ـ۵) کوچکترین ذرات یعنی رس، حداکثر قطرشان ۰/۰۰۲ mm است. سیلت از ذرات ۰/۰۰۲ mm تا ۰/۰۵ mm تشکیل شده است و سومین جزء یعنی شن دارای قطر بیشتر از ۰/۰۵ میلی‌متر است. رس به هنگام لمس چسبناک و لوم آردی و شن ریگ‌دار و دانه‌ای به‌نظر می‌رسد. انواع بافت شامل لوم شنی، لوم سیلتی و لوم رسی است که برای خاکهایی که به ترتیب در هر یک از آنها درصد شن، سیلت و رس بیشتر از لوم است به کار می‌رود. در لوم این سه ماده دارای درصد دمای مساوی می‌باشند. میزان نگهداری آب در خاک به بافت خاک وابسته است. خاک آب را نگه می‌دارد زیرا آب جذب سطح ذرات خاک می‌شود. آب به‌صورت یک لایه بسیار نازک روی هر ذره وجود دارد. ضخامت لایهٔ آب به نیروی جاذبه بستگی دارد که سعی در خارج ساختن آن از زمین به طرف سطح ایستابی دارد. هرچه فاصلهٔ ذرات یک نوع خاک مشخص از سطح ایستابی بیشتر باشد قدرت جاذبه قویتر خواهد بود. در داخل لایهٔ آب، بخشی از آب که از سطح ذرات خاک فاصلهٔ بیشتری دارد چسبندگی کمتری به ذره دارد. این آب در آغاز توسط نیروی جاذبه کشیده خواهد شد. به این ترتیب با افزایش نیروی جاذبه یا عمق خاک، ضخامت لایه آب روی سطوح ذرات خاک کاهش می‌یابد (شکل ۲ـ۵) و حجم منافذی که با هوا پر شده‌اند بزرگتر می‌شوند و تبادل گاز به نحو بهتری انجام می‌شود.

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

1- texture

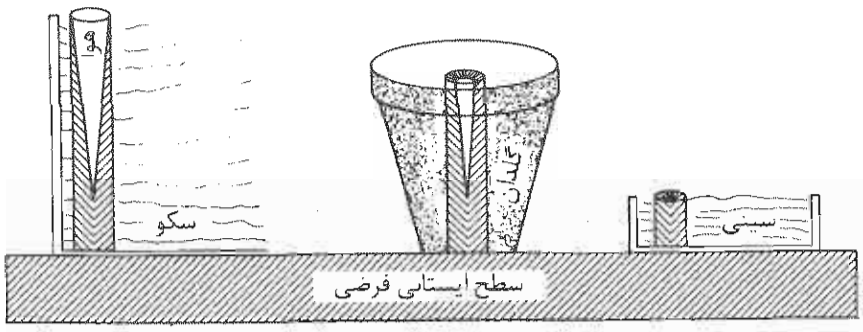
ولی با کاهش ظرفیت نگهداری آن خاک مشکل تازه‌ای به‌وجود می‌آید. وقتی که قطر ذرات سازندهٔ خاک افزایش می‌یابد، سطح کل این ذرات در یک حجم معین کاهش می‌یابد و از آنجاکه آب روی سطوح این ذرات نگه داشته می‌شود کل مقدار آب خاک، با اضافه شدن قطر ذرات کاهش می‌یابد (ذرات درشتتر می‌شوند) بُعد دیگری از خاک وجود دارد که می‌توان آن را برای افزایش هوادهی بدون کاهش ظرفیت نگهداری آب، تغییر داد. ساختمان[1]، درجهٔ ترکیب ذرات به صورت توده است. خاکی که دارای ساختمان خوبی است خردشونده (نرم) است که حاصل تجزیهٔ مواد آلی خاک است. که همراه با ترشحات میکروبی و ریسهٔ قارچها همچون سیمانی عمل می‌کند که ذرات را به



شکل ۱ـ۵ـ خاک از سه جزء معدنی تشکیل شده است که اندازه‌های نسبی هر کدام از آنها در بالا نشان داده شده است. ذرات رس کوچکترین آنها بوده و حداکثر قطر آنها ۰/۰۰۲ mm است. اندازه ذرات لوم از ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۵ mm متغیر است. ذرات شن بزرگتر از بقیه است. طبقه‌بندی بافت یک خاک بیانگر نسبت ذرات معدنی موجود در آن است.

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

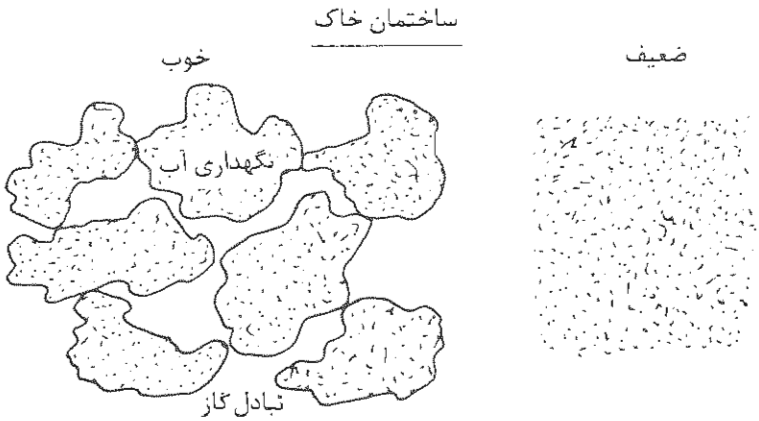
1- Stracture



شکل ۲ـ۵ـ منافذ موجود در خاک ظروف مختلف گلخانه‌ای که تا حد زیادی بزرگ نشان داده شده است. ظروفی که نشان داده شده، روی سطح ایستابی یا مخزن آب آزاد قرار گرفته‌اند که وضعیت موجود در مدت زمان کمی پس از آبیاری در گلخانه را نشان می‌دهد. منافذ نشان‌دهندهٔ وضعیت رطوبت داخل هر ظرف است. آب جذب دیوارهٔ منافذ شده و در قاعده تمام منافذ از آب اشباع می‌شوند. در بالاترین بخش منفذ، کشش جاذبه که به طرف پایین بر روی آب اعمال می‌شود بیشتر شده و آن بخش از آب که بیشترین فاصله را از دیواره منفذ دارد به سمت پایین حرکت می‌کند. لایهٔ آبی که به دیوارهٔ منفذ چسبیده با افزایش ارتفاع نازکتر می‌شود فضاهای بین ذرات خاک موجود در ظرف با هم ارتباط داشته و منافذی را تشکیل می‌دهد که تا عمق خاک امتداد می یابند. منافذ موجود در ته خاک سکو با آب پر شده و عمدتاً در بخش بالا خالی از آبند. کمی پس از آبیاری ریشه‌ها می‌توانند در لایه‌های فوقانی خاک این سکو رشد کنند ولی نه در لایه پایینتر یعنی جایی که منافذ باز برای تبادل گاز وجود ندارد. منافذ گلدان در ارتفاع خیلی بالاتری نسبت به سطح ایستابی نیستند و به این ترتیب در لایه‌های بالایی خاک، آب بیشتر و هوادهی کمتری نسبت به لایهٔ بالایی خاکی که در سکو وجود دارد موجود است. ضعیفترین وضعیت رشد در سینی‌ها یعنی جایی که منافذ چنان در ارتفاع پایین هستند که کاملاً با آب پر می‌شوند، وجود دارد.

نگهداری زیاد آب، در منافذ ریز موجود در هر دانه و خارج شدن سریع آب از منافذ بزرگ موجود در بین توده‌ها انجام داد که به این ترتیب جریان هوا در بین حفرات درشت به آسانی انجام می‌شود (شکل ۳ـ۵).

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



شکل ۳ـ۵ـ ساختمان یکی از خصوصیات مهم خاک است، خاک سمت چپ دارای ساختمان خوبی است. زیرا ذرات سازندهٔ آن به صورت دانه‌های بزرگتر گرد هم آمده‌اند. هنوز هم حفرات کوچکی در داخل دانه‌های بزرگ وجود دارد و به دلیل سطح بزرگ این منافذ حجم بزرگی از آب در داخل هر دانه نگهداری می‌شود بین دانه‌ها منافذ خیلی بزرگی است که با آب پر نمی‌شوند و به این ترتیب مجرایی را برای تبادل گاز فراهم می‌کنند. خاک سمت راست ساختمان بدی را دارا می‌باشد که فقط منافذ کوچکی دارد. در این خاک نگهداری آب خوب است، در حالی‌که هوادهی ضعیف است.

پیت ماس خزه‌ای[1] و پوست درختان بهبود بخشید. به‌هرحال باید مطالب تخصصی بیشتری در مورد محیط رشد ریشه در گلخانه دانست.

خصوصیات مطلوب محیط رشد ریشه .....

ثبات مواد آلی

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

1- sphagnum peat moss

هوادهی (تهویه خاک) ضعیفتر خواهد شد. همچنین از آنجاییکه حجم محیط ریشه موجود در گلدان، برای رشد ریشه گیاهان کم است هر کاهش عمده در حجم در طول دورهٔ رشد گیاه زیان‌آور خواهد بود. کاه و خاک اره به جزء خاک ارهٔ چوب سرخدار به سرعت تجزیه می‌شوند بنابراین برای استفاده در محیط ریشهٔ محصولات گلدانی مطلوب نیستند. وضعیت تا حدودی برای گلهای بریده و سبزیجات در سکوهایی که حجم محیط رشد ریشه به اندازهٔ کافی بزرگ است متفاوت می‌باشد برای گلهای بریده، خاک به مدت زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد که با گذشت زمان مواد آلی خاک رو به نابودی گذاشته و نیاز به جایگزینی دارند که این امر بیشتر به‌طور سالانه انجام می‌گیرد موادی چون پیت ماس خزه‌ای[1] تراشه‌های درشت و پوست درختان مستقیماً به خاک افزوده می‌شوند تا کاهش حجم محیط رشد ریشه را جبران کنند.

نسبت کربن به نیتروژن $(\frac{C}{N})$

مقدار نیتروژن (N) نسبت به کربن (C) در اصلاح محیط رشد ریشه مهم است. تجزیهٔ مواد آلی به‌طور گسترده‌ای در خاک از طریق فعالیت میکروارگانیزمهای زنده انجام می‌گیرد. بیشترین درصد محتوی مواد آلی (۵۰ درصد یا بیشتر) را کربن (C) تشکیل می‌دهد که توسط میکروارگانیسمها به‌کار گرفته می‌شود. نیتروژن (N) موجود در مواد آلی باید به میزان یک کیلوگرم به ازای هر ۳۰ کیلوگرم کربن در دسترس میکروارگانیسمها قرار گیرد. در غیر این‌صورت تجزیه کاهش می‌یابد. هر موقع این نسبت $\frac{C}{N} = \frac{۳۰}{۱}$ افزایش می‌یابد (وقتی که بیش از ۳۰ C کیلوگرم به ازای هر کیلوگرم N وجود دارد). نیتروژنی که از پیش در محیط رشد ریشه وجود داشته یا نیتروژنی که به‌صورت کود

1- sphagnum peat moss

اضافه شده به جای محصولات گیاهی توسط میکروارگانیزمها مصرف خواهد شد و محصول کمبود N پیدا خواهد کرد. اگر این وضعیت به آرامی و به‌طور مستمر ادامه یابد پرورش‌دهنده می‌تواند آن را با افزایش کود ازته جبران کند. تجزیهٔ موادی مثل کاه و خاک اره به سرعت انجام می‌گیرد که به این ترتیب نیاز به N را به بالاترین حد می‌رسد. این امر متعاقب کاهش سریع نیاز به N یعنی هنگامی که مواد آلی در دسترس میکروارگانیسمها تمام شد، به‌وقوع می‌پیوندد. فقط پرورش‌دهندگان بسیار باتجربه می‌توانند این فرآیند را به نفع خودشان تغییر دهند.

نسبت $\frac{C}{N}$ برای خاک اره حدوداً $\frac{۱۰۰۰}{۱}$ است علاوه بر مقدار بسیار کم نیتروژنی که در خاک اره موجود است باید ۱۲ کیلوگرم N به آن اضافه کرد تا تجزیهٔ یک تن خاک اره را توسط میکروارگانیزمها تسهیل کند. (۱۲Kg/Ton). پوست درختان دارای نسبت $\frac{C}{N}$ حدوداً $\frac{۳۰۰}{۱}$ است و نیاز به اضافه کردن ۳/۵ کیلوگرم N برای تسهیل در تجزیه یک تن از این ماده دارد (۳/۵Kg/Ton) و نه تنها نسبت $\frac{C}{N}$ مناسب بودن محتوی مواد در محیط رشد ریشه را تعیین می‌کند بلکه به این وسیله میزان تجزیه معین می‌شود. در حالی که پوست درختان دارای نسبت بسیار زیاد و نامطلوب $\frac{C}{N}$ به میزان $\frac{۳۰۰}{۱}$ است، که در این نسبت تجزیه کند و به سختی انجام می‌شود و به مدت زمانی حدود سه سال نیاز دارد. مصرف ۳/۵ کیلوگرم N در هر تن سبوس که در عرض بیش از سه سال انجام می‌گیرد باعث کاهش مصرف ازت در هر تاریخ کوددهی می‌شود. بنابراین پوست درختان علیرغم نسبت زیاد $\frac{C}{N}$ آن از اجزای مطلوب محیط ریشه است. اما خاک اره در ظرف مدت چند ماه تجزیه شده و دارای نسبت $\frac{C}{N}$ بیشتر یعنی $\frac{۱۰۰۰}{۱}$ است. نیاز به N در این مورد بسیار زیاد است. باید پرورش‌دهندگان بی‌تجربه از خاک اره کمتر استفاده کنند. خاک اره چوب سرخدار از این امر مستثناء است زیرا ترکیبات مومی و مواد مشابه داخل آن، میزان تجزیه‌اش را کاهش می‌دهند. مکرراً از خاک اره چوب سرخدار در گلخانه‌های آمریکای غربی استفاده می‌شود.

وزن مخصوص ظاهری

وزن مخصوص ظاهری محیط رشد ریشه به میزان استقرار گیاه در آن مربوط است. تقریباً هر محیط کشت جامد تکیه‌گاه ریشهٔ گیاه را فراهم می‌کند ولی این امر که محیط کشت به اندازهٔ کافی سنگین باشد تا بتواند از افتادن یک گیاه گلدانی به‌خاطر وزنش جلوگیری کند، مسأله مهمی به‌شمار می‌رود. مخلوطی از پیت ماس خزه‌ای و پرلیت درست پس از آبیاری به اندازهٔ کافی برای نگهدای گیاه سنگین است و وقتی که آب موجود توسط گیاه جذب می‌شود گیاهان بزرگ موجود در این محیط موقع جابجا کردن گلدان به آسانی می‌افتند، اما بکار بردن موادی با وزن مخصوص ظاهری زیاد نیز از نظر اقتصادی به‌صرفه نیست زیرا جابجایی این مواد در حجم زیاد یا جابجایی گیاهان گلدانی پرورش‌یافته در این مواد بخصوص در موقع انتقال و ارسال هزینهٔ زیادی را می‌طلبد. اندازهٔ قابل قبول برای وزن مخصوص ظاهری خاک گلدان درست پس از آبیاری در ظرفیت ظرف g/dm^3 ۶۴۰-۱۲۰۰ است لازم به ذکر است ظرفیت ظرف[1] حداکثر مقدار آبی است که محیط رشد ریشه در یک ظرف می‌تواند علیه نیروی جاذبه نگه دارد.

همان‌طوری که پیش از این گفته شد خاک باید با ذرات درشت مثل شن اصلاح شود تا تهویه بخوبی انجام شود. خاک مرطوب و شن می‌توانند دارای وزن مخصوص ظاهری برابر با g/dm^3 ۱۶۰۰ باشند (به جدول ۱-۵ نگاه کنید)

بنابراین پرلیت با وزن مخصوص مرطوب g/dm^3 ۵۰۰ و پلی‌استیرن با وزن مخصوص مرطوب (g/dm^3 ۱۲۰) بیشتر به صورت جانشینی برای شن علی‌رغم هزینهٔ زیادشان به‌کار می‌روند. مسایل مربوط به وزن مخصوص ظاهری در مورد سکوها از اهمیت زیادی برخوردار نیستند.

1- cantainer Capacity

نگهداری رطوبت و تهویه

یک محیط مرطوب رشد ریشه تشکیل شده است از (۱) ذرات جامد محیط رشد (۲) لایه آب موجود در سطوح ذرات و (۳) هوایی که مراکز حفرات را اشغال می‌کند. برای اطمینان از فواصل مناسب بین آبیاری و اینکه هوادهی مناسب در همهٔ اوقات تأمین می‌شود باید تعادل بین آب و هوا در منافذ محیط رشد ریشه از طریق انتخاب ذرات تشکیل‌دهندهٔ محیط رشد کنترل شود. پس از آبیاری باید ۱۰ تا ۲۰ درصد حجم محیط رشد ریشه (۱۷ cm) در گلدان[1] با هوا اشغال شود. محتوای آب در دسترس[2] تا آنجا که امکان دارد باید بالا باشد تا کل محیط ریشه بتواند تخلخل و تراکم کافی داشته باشد. مطالعه جدول ۱ـ۵ نشان می‌دهد که می‌توان عمل تهویه را به‌خوبی با اجزایی مثل ورمی‌کیولیت[3] پوست کاج، پرلیت، پلی‌استیرن[4] انجام داد. افزودن شن درشت دانه‌بندی شده (به جای شن نرم) به خاک که در جدول نوشته شده است نیز ماده‌ای عالی به منظور انجام عمل تهویه است. پیت ماس خزه‌ای و پلی‌استیرن اجزای بسیار خوبی برای تأمین محتوای بالای آب در دسترس است.

وقتی که تمامی خصوصیات همچون وزن مخصوص، آب در دسترس و تهویه کافی توسط یک جزء برآورده نمی‌شود و باید چند جزء را مخلوط کرد. چهار مخلوط معمول در پائین جدول ۱ـ۵ نوشته شده است. خاک رس سنگین در مخلوط حاوی خاک که درصد آب بالایی (۴۰/۲ درصد) داشته ولی میزان تهویه آن پایین است (۵/۹ درصد در ظرفیت ظرف) شن به نسبت زیادی مورد نیاز است. مخلوط پیت ماس خزه‌ای و ورمی‌کیولیت که دارای وزن مخصوص ظاهری ۲۱۷/۶ گرم بر دسی‌مترمکعب، محتوای آب ۱۶/۶ درصد در ظرفیت ظرف و محتوای آب در دسترس مخلوط مناسبی است. مخلوط

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

2- available water 3- Vermiculite

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

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

ضروریست یادآوری شود که میزان نگهداری آب به عمق محیط رشد ریشه بستگی‌دارد. همان‌طوری که در جدول ۵.۲ دیده می‌شود محتوای آب محیط رشد ریشه پس از آبیاری با کاهش اندازه و عمق ظرف افزایش می‌یابد. خاصیت موئینگی که آب را در سطوح محیط رشد ریشه نگه می‌دارد در همه گلدانها مساوی است ولی نیروی جاذبه که آب را از گلدان خارج می‌سازد با افزایش عمق گلدان بیشتر می‌شود با افزایش محتوای آب کاهش محتوای هوا بوجود می‌آید خوشبختانه دامنهٔ وسیعی از محتوای آب و هوا در خاک به‌طوری که قابل قبول باشد وجود دارد. محیط رشد ریشه‌ای دارای فرمول خوبی است که همراه با ظرفیت نگهداری آب و هوای زیاد بوده و چنین فرمولی برای گلدانها در اندازه‌های مختلف مناسب است. دو مورد که برای آنها مکرراً فرمول داده می‌شود عبارتند از (سینی‌ها و تشتک‌ها) و ظروف مناسب برای گیاهان بزرگتر (دارای ریشه عمیق‌تر).

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)

اجزای محیط رشد ریشه مثل خاک رس، لوم، مواد آلی و ورمی کیولیت[1] بارهای الکتریکی منفی دارند این بارها، بارهای الکتریکی مثبت (کاتیون) را جذب و نگه می‌دارند. بیشتر کودها بارهای الکتریکی دارند. برخی منفی و برخی مثبت. یونهایی که

1- Vermiculite

جدول ۱-۵ـ درصدکل حجم اشغال‌شده در گلدان [1] (۱۷ cm) که توسط مواد جامد، آب و هوا در مکشهای رطوبتی ظرفیت ظرف و ۱۵ بار (Bar) در محیطهای کشت مختلف [2]

ماده / مخلوط	مواد جامد	آب (٪)		هوا (٪)		آب در دسترس	وزن مخصوص ظاهری			
							cc		۱۵ بار	
	(٪)	cc[2]	۱۵ بار[3]	cc	۱۵ بار	(٪)	lb/ft^3	g/dm^3	lb/ft^3	g/dm^3
خاک (رس شنی)	۵۳/۳	۳۹/۸	۶/۴	۶/۹	۴۰/۳	۳۳/۴	۱۰۶/۰	۱۶۹۸	۸۵/۳	۱۳۶۴
شن (دانه‌بندی شده)	۵۹/۳	۳۵/۴	۴/۴	۵/۳	۳۶/۳	۳۱/۰	۱۰۷/۱	۱۷۱۴	۸۷/۸	۱۴۰۴
پیت ماس خزه‌ای	۱۵/۴	۷۶/۵	۲۵/۸	۸/۱	۵۸/۸	۵۰/۷	۵۳/۷	۸۵۹	۲۲/۰	۳۵۲
ورمی‌کیولیت	۱۷/۳	۵۳/۲	۲۹/۱	۱۹/۵	۴۳/۶	۲۴/۱	۴۶/۱	۷۳۸	۳۱/۱	۴۹۷
پوست کاج مسن < ۱۰ mm	۲۰/۷	۵۸/۹	۳۰/۳	۲۰/۴	۴۹/۰	۲۸/۶	۵۰/۶	۸۰۹	۳۲/۷	۵۲۳
پرلیت	۳۶/۹	۳۸/۳	۲۰/۲	۲۴/۸	۴۲/۹	۱۸/۱	۳۲/۱	۵۱۴	۲۰/۸	۳۳۳
دانه‌های پلی‌استیرن	۶۴/۶	۱۰/۵	۱/۰	۲۴/۹	۳۴/۴	۹/۵	۷/۵	۱۲۰	۱/۶	۲۵
راک‌وول دانه‌ای	۸/۹	۶۵/۰	۴/۴	۲۶/۱	۸۶/۷	۶۰/۶	۵۴/۴	۸۷۰	۱۶/۵	۲۶۴
۱ شن: ۱ پیت ماس: ۱ خاک	۴۵/۴	۴۸/۷	۸/۵	۵/۹	۴۶/۱	۴۰/۲	۹۹/۷	۱۵۹۵	۷۴/۶	۱۱۹۳
۱ ورمی‌کیولیت: ۱ پیت ماس	۱۳/۱	۷۰/۳	۲۴/۱	۱۶/۶	۶۲/۸	۴۶/۲	۵۳/۳	۸۵۳	۲۴/۴	۳۹۱
۱ پیت ماس: ۱ شن: ۳ پوست کاج	۲۹/۵	۵۳/۴	۲۱/۵	۱۷/۰	۴۹/۰	۳۱/۹	۵۸/۹	۹۴۲	۳۸/۹	۶۲۳
۱ پیت ماس: ۱ راک‌وول	۸/۳	۷۰/۹	۱۱/۳	۲۰/۸	۸۰/۴	۵۹/۶	۵۱/۸	۸۲۹	۱۴/۶	۲۳۳

۱ـ Azalea - type ۲ـ اطلاعات داده شده توسط ویلیام س.فونتینو دپارتمان علوم باغبانی، دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی رالیه NC ۷۶ـ۲۷۶۹۵، اجزای مورد استفاده مخلوطها شامل خاک رس سنگین، پیت ماس خزه‌ای، شن دانه‌بندی شده و پوست کاج مسن در ۱۰۰ میلی‌متر است. ۳ـ ظرفیت ظرف به مقدار آبی که محیط رشد ریشه می‌تواند در برابر جاذبه درست پس از آبیاری نگهدارد. ۴ـ ۱۵ بار به نقطهٔ پژمردگی دایمی یعنی نقطه‌ای که گیاه ضرورتاً تمام آب موجود را جذب کرده است. ۵ـ آب در دسترس مقدار آبی است که بین ظرفیت ظرف و مکش ۱۵ بار قرار دارد مگر این‌که طور دیگری بیان شود، و به صورت درصد کل حجم گلدان مطرح شود. ۶ـ محاسبه درصد آب، درصد هوا و درصد آب در دسترس، براساس مکش رطوبتی ۳۰۰ سانتی‌متر خاک است تا ۱۵ بار. از آنجا که محتوای آب برای این ۵ جزء خیلی کم بین ۳۰۰ cm و مکش ۱۵ بار تفاوت می‌کند تفاوتهای کوچکی به صورت نتیجه اتفاق می‌افتند.

در کودها دارای بار مثبتند عبارتند از آمونیوم، پتاسیم، کلسیم، منگنز، آهن، روی و مس. خاک مزرعه و محیط کشت در گلخانه با نیروی الکتریکی این مواد غذایی را جذب و نگه می‌دارند به‌طوری که در طول بارندگی یا آبیاری سنگین شسته نمی‌شوند. در عین حال این مواد غذایی که با نیروی الکتریکی نگه داشته شده‌اند در دسترس گیاهانند (برای گیاه قابل جذبند). ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) نشاندهندهٔ اندازهٔ بار الکتریکی منفی است که به‌صورت میلی‌اکی‌والان[1] در $100cm^3$ (me/۱۰۰ cc) محیط کشت خشک بیان می‌شود. میزان ۶ـ۱۵ me/۱۰۰ cc برای محیط کشت گلخانه‌ای درنظر گرفته

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

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

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

1- milliequivalants

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

:PH

اهمیت PH محیط رشد ریشه در بخش هشتم بیشتر توضیح داده خواهد شد. در اینجا بیان این نکته کافی است که PH، میزان در دسترس بودن مواد غذایی گیاه را کنترل می‌کند. محصولات گلخانه‌ای به دو دسته تقسیم می‌شوند. اکثر آنها به بهترین وجه در PH نسبتاً اسیدی یعنی (۶/۲ تا ۶/۸) در مخلوط کشت حاوی خاک و PH ۵/۴ تا ۶/۰ در محیط کشت بدون خاک رشد می‌کنند. تعداد کمی از محصولات «اسیددوست» خوانده می‌شوند زیرا آنها در PHهای اسیدی (۴/۵ الی ۵/۸) بهتر رشد می‌کنند.

پیت ماس خزه‌ای، پوست کاج، و بسیاری از کمپوستها اسیدیند. پیت ماس می‌تواند دارای PH زیر ۴/۰ باشد شن و پرلیت خنثی هستند (PH = ۷/۰) ورمی‌کیولیت و پوست برخی از درختان پهن‌برگ قلیایی (بازی) هستند (PH بالای ۷) خاک مزرعه می‌تواند اسیدی (PH = ۳/۵) تا قلیایی (PH = ۸/۵) باشد. Rockwool دارای PH خنثی تا قلیایی خفیف است. چک کردن سطح PH محیط کشت تهیه شده و تنظیم آن در سطح مناسب پیش از کاشتن اهمیت زیادی دارد (دستورالعملها در بخش هشتم داده شده‌اند) محیطهای کشت تجاری که معمولاً توسط سازندگان تولید می‌شود با سطح PH مناسب تنظیم می‌شود.

اجزای محیط رشد ریشه

مواد زیادی وجود دارند که می‌توان از آنها اجزای محیط رشد ریشه را تهیه کرد در جدول ۳ـ۵ اجزایی که رایج‌ترند کارهایی که هر یک انجام می‌دهند و هزینهٔ هر کدام لیست شده‌است. اجزا با توجه به هر یک از چهار عمل مورد نیاز و محیط رشد ریشه مشخص شده‌اند. انتخاب اجزاء براساس عملی که انجام می‌دهد، هزینه و موجود بودن آنها صورت می‌گیرد.

جدول ۳-۵ـ اجزای محیط رشد ریشه، کارهای آنها و هزینهٔ آنها در زمان تحویل

اجزا	نگهداری آب	نگهداری مواد غذایی	سبکی وزن تهویه	مترمکعب/دلار	$/ft^3	$/ft^3
خاک مزرعه	×	×			۰/۴۰	۱۴/۲
پیت ماس خزه‌ای	×	×			۰/۹۵	۳۳/۵۲
پوست درخت (۱۰-۵ میلی‌متر)		×	×		۰/۵۶	۱۹/۷۶
خاک اره پوسیده شده	×	×			۰/۵۶	۱۹/۷۶
کود دامی	×	×	×		۰/۵۶	۱۹/۷۶
ورمی‌کیولیت	×	×		×	۱/۴۵	۵۱/۱۸
رس آهکی	×	×	×			
پوست درخت (۱۹-۱۰ میلی‌متر)		×	×	×	۰/۵۶	۱۹/۷۶
شن دانه‌بندی شده			×		۰/۵۶	۱۹/۷۶
پرلیت			×	×	۱/۵۰	۵۲/۹۴
پلی‌استیرن			×	×	–	–

خاک مزرعه

پیش از پاستوریزه کردن خاک، که در اوایل دههٔ ۱۹۵۰ آغاز شد جایگزین کردن سالانه محیط کشت گلخانه‌ای مرسوم بود و این عمل معمولاً در طی تابستان انجام می‌شد. توجه زیادی به نوع خاک مزرعه مورد استفاده شد خاکهایی با ساختمان عالی و بافت لوم نشان داده بودند که مطلوبترین و بهترین خاکها هستند.

با قرار گرفتن گلخانه‌ها در منطقه‌ای که خاک مناسبی دارد نوع بافت خاک تضمین می‌شود. ساختمان خوب خاک با کاشت گیاهان خانواده گرامینه و شبدر در خاک به مدت یک تا سه سال در مزرعه بدست می‌آید. ریشه‌های باقیماندهٔ این نوع محصولات به‌تدریج در خاک تجزیه شده و هوموس تولید می‌کنند و به این نحو باعث تشکیل ساختمان خوب در خاک می‌شود. گورگیاه تیموتی رد-تاپ[1]، شبدر قرمز، شبدر آلزیک و شبدر لادینو معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرند. محصول دو بار در سال چیده شده و آنها را در زمین باقی می‌گذارند. در طول پائیز بعد از تابستان (زمانی که خاک به داخل گلخانه برده می‌شود). محصول دیسک زده می‌شود و خاک انباشته می‌شود تا تجزیهٔ محصول انجام شود از آنجا که پرورش‌دهندگان گل و سبزیجات محیط رشد ریشه را تعویض نمی‌کنند فقط در زمان احداث گلخانه وجود خاک مزرعه‌ای مناسب در محل احداث اهمیت پیدا می‌کند. به‌هرحال پرورش‌دهندگان گیاهان گلدانی اگر از محیط کشت حاوی خاک استفاده می‌کنند باید دارای ذخیرهٔ دائمی خاک خوب مزرعه باشند. بسیاری از مناطقی که در آن گلخانه قابل احداث است از لحاظ مسکونی و تجاری توسعه یافته است این امر باعث شد که گلخانه‌های جدید در مناطقی با خاک ضعیفتر بنا شده تا از مزیت عوامل دیگری چون حمل و نقل، دسترسی به کارگر و وسایل رفاهی بهره‌مند شوند. چنین تاجرینی که به دلیل نداشتن خاک مزرعه‌ای مناسب، خاک باکیفیت خوب را از محل دیگری خریداری می‌کنند، این امر را صرفاً بخاطر درآمدهای پراکنده‌ای که از

1- Red - top

هزینه کم یا تفاوت زیاد قیمت آنها در محلهای دیگر نصیب‌شان می‌شود، انجام می‌دهند. این پرورش‌دهندگان دریافته‌اند که استفاده از محیط کشت فاقد خاک، مناسبتر است.

پیت ماس و پیت

انواع متفاوتی از پیت وجود دارد رنگ پیت ماس از خرمایی روشن تا قهوه‌ای متغییر است که حداقل تجزیه روی آن صورت گرفته. و از خزه اسفاگنوم یا هیپنوم[1] تشکیل می‌شود (ولی بیشتر آن از خزه اسفاگنوم است) و دارای محتوای نیتروژن ۰/۶ تا ۱/۴ درصدی است و به آرامی تجزیه می‌شود بنابراین وجود نیتروژن مشکلی ایجاد نمی‌نماید.

بالاترین ظرفیت نگهداری آب در میان تمامی پیت‌ها دارد و تا ۶۰٪ حجم خود را در آب نگه می‌دارد در میان پیت‌ها، پیت ماس اسفاگنوم بیشترین خاصیت اسیدی با PH ۳/۰ تا ۴/۰ را دارا بوده و نیاز به ۸ الی ۲۰ کیلوگرم سنگ آهکی که خیلی خرد شده در مترمکعب دارد تا PH را به سطحی برساند که برای اکثر گیاهان مناسب باشد در مناطقی که دارای آب سنگین حاوی کلسیم است ممکن است PH پایین این ماده مناسب باشد.

ساختمان خوب خزه را هنوز می‌توان در خزه پیت ماس مشاهده کرد. مقادیر زیادی از آب روی سطوح وسیع خزه نگهداری می‌شود و همچنین تبادل خوب گازی در حفرات بزرگ بین دانه‌های (تکه‌های) پیت ماس انجام می‌گیرد و به همین دلیلی که اخیراً گفته شد پیت ماس را نباید آنچنان ریز و خرد کرد که ساختمان فیبری پیدا کند. پیت ماس هیپنوم دارای PH ۵/۲ تا ۵/۵ است و وقتی که با ورمی‌کیولیت به کار برده می‌شود نیاز به

1- hypnum

سنگ آهک نیست زیرا ورمی‌کیولیت دارای خاصیت قلیایی خفیف است. مخلوطی که برای محصولات گلدانی در گلخانه به‌طور موفقیت‌آمیزی به کار می‌رود از ۵۰ قسمت پیت ماس هیپنوم، ۴۰ درصد پرلیت، ۱۰ درصد ورمی‌کیولیت تشکیل شده است.

پیت تشکیل شده از نی و جگن [1] قهوه‌ای تا قهوه‌ای متمایل به قرمز است و از گیاهان باتلاقی شامل نیها، جگنها [2] علفهای مردابی [3] و لوئی‌ها تشکیل شده است. این ماده در درجات متغیر تجزیه پدید می‌آید ولی میزان تجزیه آن خیلی بیشتر از پیت ماس است در نتیجه حاوی ذرات بسیار کوچکی است که منجر می‌شود ساختمان آن بسیار ضعیفتر از پیت ماس باشد. همچنین ظرفیت نگهداری آب در پیت تشکیل شده از نی و جگن [4] پایینتر از پیت ماس است. بسته‌به گیاهی که Reed - Sedge peat از آن تشکیل شده، PH آن می‌تواند بین ۴/۰ تا ۷/۵ تغییر کند اگرچه پیت ماس از این نظر به‌طور عمومی مورد استفاده بسیار زیادی در گلخانه‌ها دارد ولی می‌توان از Reed - Sedge peat در محیط رشد ریشه (اگر بخواهیم PH به درستی تنظیم شود) برای گلدان و محصولاتی که روی سکو کشت می‌شوند استفاده کرد.

پیت هوموس [5] به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه است و نسبت به دیگر پیت‌ها بیشترین میزان تجزیه روی آن صورت گرفته است و معمولاً از پیت ماس هیپنوم یا Reed - Sedge peat به‌دست می‌آید که در آن باقی‌مانده‌های گیاهی قابل تشخیص نیستند و ظرفیت نگهداری آب آن کمتر از پیت‌های دیگر است. سطح PH در پیت هوموس از ۷/۵ ـ ۵ متغیر است. این ماده به‌طور متوسط دارای نیتروژن نسبتاً زیادی است که آن را برای کشت بذور در سینی‌های گیاهان حساس به شوری نامناسب می‌سازد. نیتروژن آمونیومی که از پیت هوموس آزاد می‌شود می‌تواند به حدی برسد که برای بیشتر گیاهان حساس مثل نشاءهای جوان، بنفشهٔ آفریقایی، گل میمون و آزالیا

1- Reed - Sedge peat
2- sedge
3- marsh grasses
4- Reed - Sedge peat
5- peat humus

شکل ۴-۵ـامروزه از پوست انواع درختان در سرتاسر آمریکا به صورت جانشینی برای پیت ماس به نحو گسترده‌ای استفاده می‌شود. در اینجا تصویر پوست کاج را مشاهده می‌کنید. این مواد را به‌صورت توده‌ای به مدت سه ماه یا بیشتر انبار کرده تا فرآیند تجزیه در آن انجام شود و پس از غربال کردن آن در اندازه‌های مختلف روانه بازار می‌کنند ذراتی که از میان یک غربال مشبک ۱۰ میلی‌متری عبور داده می‌شوند برای تهیه محیط کشت در گلدانها به‌کار می‌روند (سمت چپ تصویر) ذرات ۱۹ـ۱۰ میلی‌متری برای اصلاح محیط کشت گلهای بریده به‌کار می‌روند (سمت راست تصویر) و ذرات بزرگتر برای مالچ‌پاشی به‌کار برده می‌شوند (وسط تصویر)

سمی باشد. نیتروژن آمونیومی در طی تجزیهٔ میکروبی پیت هوموس آزاد می‌شود زیرا بیش از یک کیلوگرم نیتروژن به ازای ۳۰ کیلوگرم کربن در آن موجود است پیت هوموس به ندرت در گلخانه به‌کار برده می‌شود.

پوست درختان

پوست سرخدار و پوست صنوبر سالیان درازی در ساحل جنوبی آمریکا به‌صورت یکی از اجزای محیط رشد ریشه در گلخانه و خزانه به‌کار برده شده است. تکه‌های درشت

پوست صنوبر محیط خوبی را برای ثعلبها فراهم می‌آورد، پوست کاج (شکل ۴ـ۵) به‌صورت گسترده در سرتاسر آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد چوب درختان پهن‌برگ در بسیاری از ایالات این کشور به‌کار برده می‌شوند و عملکرد همهٔ آنها بسیار رضایت‌بخش است.

در مقایسه با برخی مواد که پوست درخت در محیط رشد ریشه می‌تواند جایگزین آنها شود (بیشتر پیت ماس اسفاگنوم)، پوست درخت ارزانتر است به سبب نیاز به فرآیند تجزیه در پوست درخت، پیش از این که در محیط رشد ریشه به‌کار برده شود، چندین شرکت به فرآوری آن اقدام می‌کنند البته فرآوری روی پوست درخت باعث افزایش قیمت آن می‌شود ولی مزیت این کار نیز بسیار زیاد است.

وقتی که پوست از کنده جدا می‌شود مقادیر متغیری از لایه زاینده (کامبیوم) و چوب جوان همراه آن جدا می‌شود این مواد دیرتر از پوست تجزیه شده و مشکل افزایش نیتروژن را شدت می‌بخشند در بهار زمانی که رشد بیشتر است محتوای این مواد در بالاترین حد خود است. پس از گذشت مدتی، پوست از این اجزاء جدا شده و مرحله‌ای را آغاز می‌کند که در آن عمل تجزیه کند و به‌ندرت انجام می‌شود. در این زمان نیتروژن مشکل ایجاد نمی‌کند.

کندن پوست درختان پهن‌برگ و سوزنی‌برگ باعث رکورد رشد و صدمه به گیاهان‌می‌شود. در طول عمل تجزیه که به مدت ۳۰ روز انجام می‌شود ظاهراً ترکیبات ناشناخته‌ای از بین می‌روند. توضیح آن می‌تواند در این باشد که ماده سمی اسید استیک است که در مراحل اولیه تجزیه تولید می‌شود و به سرعت در مراحل بعدی تجزیه از بین می‌رود (هوتینیگ، ایچ، یادداشتهای شخصی.) تجزیه و تاثیر مثبتی روی پوست درخت و خاک اره دارد پوست تازه و خاک اره به خاطر CEC پایین (۱۰۰ cc/ me ۱/۶) نمی‌توانند مواد غذایی کود را به خوبی نگه دارند پس از این‌که تجزیه صورت می‌گیرد CEC به (۱۰۰ cc/ ۱۲ me) یا بیشتر می‌رسد و ظرفیت نگهداری مواد غذایی را

در پوست درخت و خاک اره افزایش می‌دهند.

تجزیه به دو صورت انجام می‌گیرد در روش اول به میزان ۱/۸ کیلوگرم نیتروژن فعال در مترمکعب ($1/8\ Kg\ N/m^3$) با پوست درخت مخلوط شده و پوست به صورت تودهٔ انباشته در مزرعه قرار می‌گیرد و نیترات آمونیوم منبع خوبی از نیتروژن است که به میزان $5/3\ Kg\ /m^3$ به کار می‌رود زیرا دارای ۳۳٪ نیتروژن است. یک دورهٔ چهار یا شش هفته‌ای برای تکمیل مرحله سریع تجزیه کافی است. در روش دوم، هیچ نیتروژنی به کار نمی‌رود و به یک دورهٔ سه ماه تا یک ساله احتیاج است. هر چند روش اول یک محصول نهایی رضایت بخشتری را به‌دست می‌دهد. تجزیه به هر دو روش به از بین رفتن ترکیبات بازدارنده، فاسد شدن چوب و خرد شدن ذرات بزرگتر به کوچکتر منجر می‌شود.

توده‌های انباشته شده این مواد نباید بیش از ۳/۷ m عمق داشته باشد زیرا در طول فرایند تجزیه گرما تولید می‌شود که در صورت شدت یافتن بیش از حد می‌توانند توده را به آتش بکشند. لایه رویی باید پس از یک یا دو هفته تجزیه، به داخل توده برده شوند تا از فرآوری تمامی پوست اطمینان حاصل شود. گرمای حاصل از عمل تخمیر برای پاستوریزه کردن پوست کافی است ارگانیزمهای مضر، حشرات، نماتدها، و بذر علفهای هرز به این ترتیب از بین می‌روند. جابه‌جا کردن در مراحل بعدی باید طوری انجام گیردکه این پاکیزگی حتماً حفظ شود و پوست نباید در جایی که محصولات کاشته می‌شوند یا جایی که آب زهکشی شدهٔ زمینها جمع‌آوری می‌شوند، انباشته شود. وسایلی که برای جابه‌جایی پوست به کار می‌روند اگر پیش از آن در مزرعه استفاده می‌شد باید ابتدا استریلیزه شوند. اگر پوست در کیسه ریخته می‌شود می‌توان گفت از عدم آلودگی آن اطمینان حاصل می‌شود. پرورش‌دهندگان، خرید پوست را به صورت فله (غیربسته‌بندی شده) اقتصادی می‌دانند. پیش از فروش، پوست برای مقاصد مختلف، غربال می‌شود. ذرات به اندازهٔ ۳ میلی‌متر و ریزتر همچون اصلاح‌کنندگان خاک در

زمینهای چمن‌کاری شده گلف به‌کار می‌روند. ذرات به اندازهٔ mm ۱۰ و ریزتر برای تهیه محیط کشت گیاهان گلدانی گلخانه ترجیح داده می‌شوند و ذرات ۱۰ تا mm ۱۹ برای اصلاح مواد آلی در محیط کشت گلهای بریده گلخانه به‌کار برده می‌شوند. ذرات بزرگتر همچون مالچ استفاده می‌شوند.

از آنجا که بیشترین هزینهٔ پوست درخت مربوط به ارسال آن است (۱/۲۵ دلار یا بیشتر در هر کیلومتر) بنابراین به دست آوردن پوست از منابع محلی به‌صرفه‌تر است به این دلیل انواع زیادی از پوست در سرتاسر آمریکا به مورد استفاده قرار می‌گیرند به‌طور کلی قیمت پوست فرآوری شده از یک چهارم تا دو سوم قیمت پیت ماس اسفاگنوم متغیر است.

خاک اره

از بسیاری جهات خاک اره مشابه پوست درخت است و باید به میزان کمی عمل تجزیه روی آن صورت گیرد در مراحل اولیه تجزیه میزان تجزیه و تجمع نیتروژن بیش از حد است و ممکن است حاوی مواد سمی مثل رزین[1]، تانن یا تورپنتین[2] باشد.

حتی پس از فرآوری خاک اره سریعتر از پوست تجزیه شده و به سبب بزرگ بودن نسبت $\frac{C}{N}$ آن ($\frac{۱۰۰۰}{۱}$) تعداد زیادی از نیتروژن در محیط ریشه جمع می‌شود در حالی که این مشکل در پوست چندان مهم نیست. که باید این مساله را در هنگام کود دادن به‌محیط کشت حاوی خاک اره فرآوری شده درنظر داشت.

توده‌های موجود خاک اره در نواحی جنگلی اغلب می‌تواند فقط با پرداخت هزینهٔ حمل و نقل در دسترس قرار گیرد اگر توده‌ای که یک سال یا بیشتر از عمر آن می‌گذرد، وجود داشته باشد خاک اره زیر لایه رویی باید به خوبی فرآوری شده باشد و باید

1- resin 2- turpentine

مواظب بود تا از نواحی عمیق توده که شسته نشده‌اند و به میزان زیادی اسیدی بوده و برای گیاهان زیان‌آورند دوری کرد. این نواحی در طی عمل تخمیر اکسیژن کافی دریافت نکرده و در نتیجه اسیدهای آلی فرار تشکیل شده در این بخش تجمع یافته‌اند.

می‌توان این بخش از خاک اره نامناسب را توسط بوی گس زنندهٔ آن و رنگ سیاه مختص آن تشخیص داد. می‌توان این خاک اره را با قرار دادن در معرض هوا و باران به مدت یک فصل، اصلاح کرد ولی پس از این عمل نیز اسیدی‌تر از خاک اره‌ای خواهد بود که به‌طور مناسب فرآوری شده است.

خاک اره‌ای که با نیتروژن اضافی به مدت یک ماه تا مرحله‌ای که مناسب استفاده در محیط رشد ریشه باشد فرآوری شده است دارای خاصیت اسیدی زیادی است و نیاز به آهک دارد تا خنثی شود. در این مرحله دانه دانه و به رنگ قهوه‌ای تیره است و این ماده در طی استفاده در گلدان یا سکو در گلخانه به تجزیه ادامه می‌دهد. انواع مختلفی از خاک اره چوب کاج و بعضی از انواع خاک اره چوب درختان پهن‌برگ به مرور زمان به مقادیر بیشتری از آهک نیاز دارند. خاک اره مثل مواد گیاهی دیگر هنگامی که کاملاً عمل فرآوری روی آن صورت گرفته است دارای PH بسیار نزدیک به خنثی (V) است این امر زمانی مفید واقع می‌شود که عمل فرآوری کامل پیش از این‌که خاک اره همچون محیط کشت به کار رود، روی آن صورت گرفته باشد.

کود دامی

اضافه کردن سالانه کود دامی که عموماً کود پوسیدهٔ گاوی است، عملی متداول در بستر گلهای بریده بود و به‌طور مکرر تا اواسط قرن حاضر در خزانه‌های گلدانها به کار می‌رفت زمانی که پاستوریزه کردن خاک عمومیت یافت مشکل سمی بودن آمونیوم درنتیجهٔ آن به‌وجود آمد و جلوی استفادهٔ بیشتر کود دامی را گرفت (در بخش ششم در

پاستوریزه کردن محیط رشد ریشه راههای برخورد با این مشکل مورد بحث قرار خواهد گرفت) مقدار کمی از پرورش‌دهندگان امروزه از کود دامی استفاده می‌کنند و به منفعتهای آن پی برده‌اند.

کود دامی دارای CEC بالایی است و در نتیجه همچون نگهدارندهٔ مناسبی برای مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد به علاوه منبع خوبی از مواد غذایی است و در نتیجهٔ استفاده از آن، کمبود عناصر کم‌مصرف[1] به چشم نمی‌خورد در واقع کمبود عناصر کم‌مصرف در روزهایی که به‌طور معمول از کود دامی استفاده می‌شود به‌ندرت به چشم می‌خورد. امروزه چنان کمبودهایی مشکل بزرگی تلقی می‌شوند. کود دامی همچنین دارای مقادیر کمی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم است (به جدول ۴ـ۵ نگاه کنید) از آنجا که مقادیر زیادی از کود دامی در محیط رشد ریشه به‌کار می‌رود بخش مهمی از کل نیاز به این سه مادهٔ غذایی برآورده می‌شود کود دامی دارای ظرفیت نگهداری آب بالایی است که به این ترتیب نیاز اساسی محیط کشت در گلخانه برآورده می‌شود. پیت ماس شاید از نظر اعمالی که در محیط رشد ریشه انجام می‌دهد شباهت زیادی به کود دامی داشته

جدول ۴-۵ـ عناصر اصلی موجود در چند نوع کود دامی تازه

	میزان مواد غذایی برحسب درصد وزن تر		
کود به‌دست آمده از	نیتروژن (N)	نیتروژن (N)	پتاسیم K_2o
گاو	۰/۵	۰/۳	۰/۵
مرغ	۱/۰	۰/۵	۰/۸
اسب	۰/۶	۰/۳	۰/۶
گوسفند	۰/۹	۰/۵	۰/۸
خوک	۰/۶	۰/۵	۱/۰

1- micronutrient

باشد و در واقع از دهه ۱۹۵۰ جایگزین کود شده است.

کودگاوی پوسیده بهترین نوع از کود مورد استفاده در گلخانه است. انواع دیگر قویتر بوده و باید با احتیاط و در مقادیر کمتر به‌کار برده شوند. برای مثال کود ماکیان، دارای آمونیاک بیش از حد بوده و به ریشه شاخ و برگ صدمه می‌زند. کودگاوی به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد حجمی در محیط رشد ریشه قرار می‌گیرد. سپس محیط کشت با بخار یا مواد شیمیایی برای از بین بردن ارگانیزمهای بیماری‌زای مضر، حشرات، نماتدها و بذر علفهای هرز پاستوریزه می‌شود (استفاده از کود دامی که دارای مقدار قابل ملاحظه‌ای بذر علفهای هرز است که در صورت عدم پاستوریزاسیون مشکل‌آفرین می‌باشد) پس از پاستوریزه کردن مهم است که هر بار مقدار کافی آب جهت شستشو به‌کار رود تا از عدم تجمع نیتروژن آمونیومی که از کود دامی ناشی می‌شود، اطمینان حاصل شود. حتی اگر محصولی در محیط کشت کاشته نشود باید هر چند وقت یک بار بستر را تحت عمل‌شستشو قرار داد.

تجمع نیتروژن آمونیومی در محتوای کل نمک محلول محیط ریشه دخیل بوده و می‌توان به آسانی با استفاده از آزمایش نمکهای محلول به وجود آن پی برد. پرورش‌دهندگان می‌توانند این آزمایش را به راحتی انجام دهند (در بخش هشتم در این مورد بحث خواهد شد) به‌طور معمول کود در حالت مرطوب به‌کار گرفته می‌شود که البته مشکلاتی را برای آماده‌سازی مکانیزه محیط رشد ریشه فراهم می‌کند. مشکلاتی که پس از پاستوریزه کردن وجود دارد مانع از ریختن آن در محیط کشت جهت استفاده بعدی می‌شود. شرایط نامناسب فیزیکی و وزن سنگین آن از ارسال آن به فواصل بیش از چند مایل از مبدا جلوگیری می‌کند پیش از این‌که اعمال خشک کردن، خرد کردن متداول شود و راهی برای حل مشکل تشکیل نیتروژن آمونیوم پیدا شود فقط تعداد معدودی از پرورش‌دهندگان به دلیل وجود منبع محلی کود دامی و دارا بودن دانش فنی از این ماده استفاده می‌کردند.

فرآورده‌های جانبی محصولات

برخی از مواقع از کاه جهت اصلاح محیط رشد ریشه‌ای استفاده می‌شود اما باید به قطعات ۸ سانتیمتری یا کمتر از نظر طولی خرد شوند تا به‌طور همگن با خاک مخلوط شوند. هزینه این عمل بالا است از آنجایی که کاه به سرعت تجزیه می‌شود باید آن را ۲ تا ۳ بار در سال به خاک اضافه کرد که آن نیز پرخرج است گاه‌گاهی انواع مختلفی از مواداصلاح‌کننده آلی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند که شامل پوست بادام زمینی، باگاس و پوست برنج است. این مواد دارای نسبت $\frac{C}{N}$ زیاد بوده و باعث تجمع نیتروژن می‌شود. اگر میزان تجمع (بلوکه شدن) نیتروژن اندازه‌گیری شود و نیتروژن اضافی به آن افزوده شود هیچ مشکلی بوجود نخواهد آمد.

باقیمانده گلها یعنی شاخ و برگ، ساقه‌ها و ریشه‌هایی که پس از برداشت گلهای بریده در سکوها باقی می‌مانند، می‌توانند همچون منبع مواد آلی درنظر گرفته شوند. پرورش‌دهندگان، کاهین را به قطعات کوچکتر خرد کرده و آن را در داخل محیط رشد ریشه به‌کار می‌برند. چون این مادهٔ آلی (پیش از خرد شدن) همانند بسیاری دیگر از محصولات زنده و در حال رشد است بهترین میزبان برای انتقال بیماری‌ها از محصولی به محصول دیگر به‌شمار می‌رود و باید به همراه محیط کشت پاستوریزه شود از آنجا که بسیاری از پرورش‌دهندگان پس از هر محصول عمل پاستوریزاسیون را انجام نمی‌دهند، باقی‌مانده‌های محصول بیشتر به بیرون از گلخانه انتقال داده می‌شود باقی‌مانده‌های محصولات که به طور کامل در بیرون از گلخانه فرآوری می‌شوند می‌توانند اصلاح‌کنندهٔ خوبی برای محیط رشد ریشه باشند.

زبالهٔ فرآوری شده

بسیاری از شهرداری‌ها مجموعه مواد زیاد و بیرون ریخته شده آشپزخانه و آشغال جامد خانگی را با یکدیگر می‌آمیزند در زمان فرآوری این زباله‌ها، اکثر فلزات، پارچه‌های

کهنه و اقلام بزرگتر بازیافت می‌شوند و سپس باقی‌ماندهٔ آشغال خود می‌شود و برای انجام عمل فرآوری تلنبار می‌شود. با عمل میکرو ارگانیزمهای تجزیه کنندهٔ مواد آلی، در این توده‌ها گرما تولید می‌شود که ارگانیزمهای مضر را نابود و فراورده‌ای به رنگ قهوه‌ای تیره و تا اندازه‌ای دانه دانه به‌وجود می‌آورد. شیشه به اندازهٔ کافی خرد می‌شود تا از به‌وجود آمدن خطر جلوگیری شود. در این ماده PH حدوداً ۸/۵ و محتوای نمک آن نسبتاً بالا است که با عمل شستشو از آن خارج می‌شود. آشغال فرآوری شده به خوبی مالچ به‌کار می‌رود ولی به‌خوبی مالچ تهیه شده از اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت نیست این مشکل از گوناگونی مواد زاید ناشی می‌شود. وقتی که نسبتی بالا از فضولات آشپزخانه در زباله موجود باشد فرآورده‌های غنی از هوموس تولید می‌شود که جاشین خوبی برای پیت ماس در محیط کشت سنتی حاوی خاک است. وقتی نسبتهای بالا از چوب، کاغذ، پلاستیک و یا موادی دیگر در زباله موجود باشد، فراورده‌ای تولید می‌شود که باعث تجمع نیتروژن در محیط رشد ریشه می‌شود و به سادگی مثل یک جزء غیرفعال که جایگزینی خوب برای شن است، عمل می‌کند. آزمایشها نشان داده‌اند که تنوع در نوع زباله منجر به این شده است که فرآورده‌های به‌دست آمده از زباله‌ها از نظر کیفیت از خوب تا بد تقسیم‌بندی می‌شوند. پیش از این‌که بتوان این فراورده را به صورت یکی از اجزاء تشکیل‌دهندهٔ محیط رشد ریشه استفاده کرد نیاز به عملیات دیگری نیز نخواهد بود.

ورمی‌کیولیت[1]

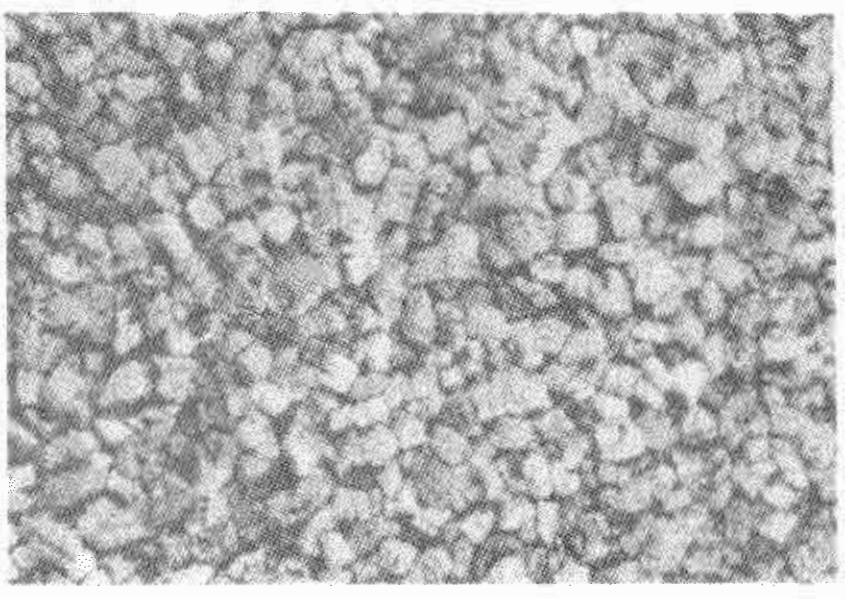
کانی ورمی‌کیولیت اساساً در ایالات متحده (بیشتر در مونتانا و کارولینای جنوبی و در آفریقا به‌صورت ماده معدنی سیلیکات[2] میکا استخراج می‌شود این کانی خود دارای

1- Vermiculite 2- silicate

وزن مخصوص ظاهری خشکی به میزان g/dm^3 ۸۸۰ـ۱۰۴۰ است ولی هنگام استفاده در محیط ریشه منبسط می‌شود که به این علت وزن مخصوص ظاهری تا (g/dm^3 ۱۱۰ـ۱۶۰) پایین می‌آید شکل (۵ـ۵). سبکی وزن این ماده آن را برای محیط رشد گیاهان بسیار مطلوب می‌سازد. هر ذره از کانی ورمی‌کیولیت دارای صفحات نازکی است که به‌صورت موازی روی هم قرار گرفته‌اند در این صفحات رطوبت وجود دارد که در درجه حرارتهای بالا انبساط پیدا می‌کنند و باعث حرکت صفحات از روی هم می‌شود و ساختاری شبیه آکاردئون باز به‌وجود می‌آورد. میزان انبساط می‌تواند ۱۶ برابر حجم اولیه کانی باشد. ظرفیت نگهداری آب ورمی‌کیولیت منبسط شده به سبب وجود سطوح گسترده در هر ذره زیاد است خصوصیات تهویه و زهکشی نیز به دلیل منافذ بزرگ بین ذرات خوب است. اندازهٔ معمول ۶ تا ۱۰ مِش است (USS)

بارهای الکتریکی و منفی زیادی که روی سطح هر صفحه ورمی‌کیولیت وجود دارد باعث افزایش CEC تا (۱/۹ـ۲/۷ me/۱۰۰cc) می‌شود مواد غذایی غالب موجود در ورمی‌کیولیت عبارتند از پتاسیم، منیزیم و کلسیم، محتوای پتاسیم ورمی‌کیولیت ایالات متحده بخشی از کل احتیاجات یک محصول را برآورده خواهد کرد. محتوای منیزیم ورمی‌کیولیت آفریقایی بالاست که کل نیازهای یک محصول گلخانه‌ای را برآورده می‌کند. ورمی‌کیولیت دارای PHهای متغیری است PH ورمی‌کیولیت آمریکایی اندکی قلیایی است در حالیکه PH ورمی‌کیولیت آفریقایی بسیار قلیایی است که در برخی از موارد PH نزدیک به ۹ دارد. ورمی‌کیولیت قلیایی آفریقایی وقتی با اجزای اسیدی تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت مثل پیت ماس یا پوست کاج ترکیب می‌شود، دیگر مشکل پدید نمی‌آورد. اگر این ورمی‌کیولیت به تنهایی در بستر تکثیر گیاهان یا کشت هیدروپونیک به‌کار برده شود باید PH آن تنظیم شود (کاهش یابد) برای این منظور می‌توان از ورمی‌کیولیت ایالات متحده بدون تغییر PH استفاده کرد.

ورمی‌کیولیت به دلیل بالا بودن ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی آن، تهویه



شکل ۵-۵ ـ ورمی‌کیولیت منبسط شده همان‌طوری که در گلخانه به‌کار برده می‌شود. ظرفیته‌ای بسیار زیاد نگهداری آب و مواد غذایی باعث شده است که از اجزای بسیار مناسب در محیطهای کشت فاقد خاک باشد.

مناسب و وزن مخصوص ظاهری کم از اجزای دلخواه برای محیط کشت فاقد خاک است و معمولاً نیز به این منظور بکار می‌رود. می‌توان ورمی‌کیولیت منبسط شده را به آسانی بین انگشتان فشرده ساخت. در شرایط وزنی (وزن زیاد) محیط کشت دارای خاک، ورمی‌کیولیت فشرده شده و به این ترتیب عمل تهویه به میزان زیادی کاهش می‌یابد به همین دلیل از ورمی‌کیولیت با خاک استفاده نمی‌شود.

خاک رس خشک شده

دانه‌های تشکیل شده از ذرات رس تا درجه حرارت بالایی گرما داده می‌شوند (خشک می‌شوند) تا دانه‌های سفت شده‌ای تشکیل دهند که در برابر متلاشی شدن در محیط رشد ریشه مقاومت کنند. اندازهٔ این دانه‌های بزرگ (اکثراً ۸ تا ۴۵ مِش) است و شکل نامنظم دارند در نتیجه در محیط رشد ریشه آنچنان در تماس با یکدیگر نیستند و منافذ بزرگی برای زهکشی و تهویه ایجاد می‌کنند. در داخل هر دانه خشک شده ذرات رسی زیادی وجود دارند که تعداد بسیار زیادی منفذ کوچک نگهدارنده آب را تشکیل

می‌دهند. سطوح موجود در هر ۴۵۳ گرم رس خشک شده دارای مساحتی بیش از ۴/۳ هکتار در ساختمان خاک است. رس خشک شده به صورت سخت شده که دارای رنگ نخودی است و دارای وزنی معادل ۴۸۰ تا ۶۴۰ گرم بر دسی‌مترمکعب در محیط رشد ریشه به‌کار می‌رود. PH فراورده‌های مختلف رس خشک شده از اسیدی تا قلیایی (۴/۵ تا ۹/۰) متغیر است ولی فقط تأثیر کمی روی PH محیط رشد ریشه دارد. رسهای خشک شده دارای CEC قابل توجه یعنی (۳/۴ تا ۱۱/۸ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰cc) هستند که باعث افزایش قابلیت نگهداری مواد غذایی در آنها می‌شود. گوناگونی خواص رسهای خشک شده بستگی به نوع رس مورد استفاده دارد. که عبارتند از رس مونت موری‌لونیت[1] از دره می‌سی‌سی‌پی[2] و رس آتاپولژیت[3] از فلوریدا و جورجیا. لوسویل[4] که از رس آتاپولژیت ساخته می‌شود دارای PH ۷/۵ الی ۹/۰ و CEC معادل (۱۱/۸ میلی‌اکی والان در ۱۰۰ cc) است. تراگرین[5] و تورفیس[6] از رس مونت موری‌لونیت به‌دست می‌آیند.

باید از رس‌های خشک شده با مقداری برابر با ۱۰ الی ۱۵ درصد حجمی محیط کشت گلهای بریده استفاده کرد. برای تهیه کشت محیط گیاهان گلدانی این ذرات باید ۲۵ الی ۳۳ درصد حجم کل را تشکیل دهند و حجم باقیمانده از خاک، پیت ماس و یا مخلوطی از هر دو تشکیل شود.

شن

شن در محیط رشد ریشه برای ایجاد بافتی درشتتر مورد نیاز است تا زهکشی و تهویهٔ مناسب را به‌وجود آورد به همین‌دلیل، شن دانه‌بندی شده (شن تیز و درشت) مورد استفاده قرار می‌گیرد. شن درجه‌بندی شده مختصاتی دارد که در جدول ۵ـ۵ درج

1- montmorillonite
2- mississippivalley
3- attapulgite
4- fusoil
5- terragreen
6- Turface

شده است. باید از شن شسته شده استفاده کرد. زیرا شن شسته شده فاقد رس، لوم و ماده آلی است در مناطقی که ریزش برف دارند باید در طول زمستان مواظب بود که از خرید شن محتوی نمک جاده (کلرید سدیم یا کلرید کلسیم) جلوگیری شود. نمک جاده به شن اضافه شده و به وزارت راه فروخته می‌شود زیرا این مخلوط یخ جاده را ذوب می‌کند. میزان مورد استفاده نمک در شن برای محصولات گلخانه‌ای مضر است.

پرلیت

پرلیت جانشین خوبی به جای شن برای تأمین تهویه در محیط ریشه است. مزیت عمده آن نسبت به شن وزن سبک آن (۹۵ گرم بر dm^3) در مقایسه با وزن شن (۱۶۰۰ تا ۱۹۲۰ گرم در dm^3) است، پرلیت یک سنگ آتشفشانی سیلیسی است که وقتی خرد گردد و تا ۹۸۲°c گرم شود منبسط می‌شود و ذرات سفیدی با حجره‌های مسدود و فراوان به‌وجود می‌آورد. آب به سطح پرلیت می‌چسبد اما در داخل دانه‌های پرلیت نفوذ نمی‌کند. پرلیت، استریل و از نظر شیمیایی غیرفعال است و CEC ناچیزی (۰/۱۵ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ cc) و با داشتن PH ۷/۵ تقریباً خنثی است و نمی‌تواند به‌طور موثری PH محیط رشد ریشه را تحت تاثیر قرار دهد. پرلیت خیلی گرانتر از شن است در نتیجه وقتی استفاده از تراکم کم محیط رشد ریشه مقرون به‌صرفه باشد، از این ماده استفاده می‌شود.

دانه‌های پلی‌استیرن

این ماده عموماً به نام استایروفوم[1] استایروپور[2] و استایرومال[3] شناخته شده است و مثل پرلیت جانشین خوبی برای شن و سبک است و باعث بهبود وضعیت تهویهٔ محیط

1- styrofoam 2- styropor 3- styromull

جدول ۵-۵

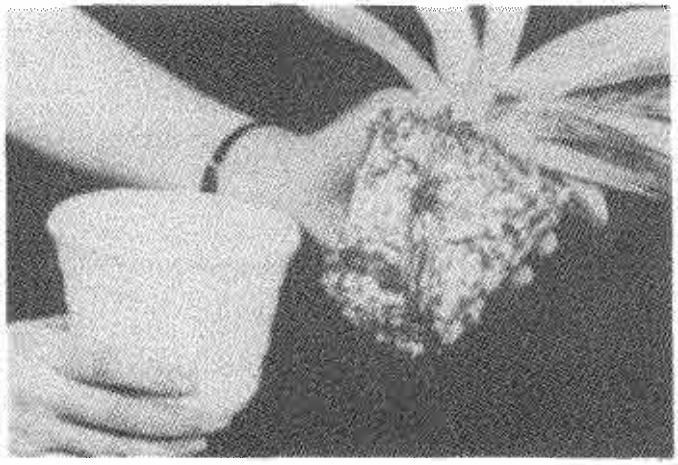
درصدی از ذرات که از غربال عبور می‌کنند	شماره غربال	اندازهٔ ذرات mm
۱۰۰	$\frac{3}{8}$ اینچ	۹/۵
۹۵-۱۰۰	شماره *۴	۶/۴
۸۰-۱۰۰	شماره ۸	۳/۲
۵۰-۸۵	شماره ۱۶	۱/۱۶
۲۵-۶۰	شماره ۳۰	۰/۸۵
۱۰-۳۰	شماره ۵۰	۰/۵۱
۲-۱۰	شماره ۱۰۰	۰/۲۵

* ـ این شماره‌ها به تعداد سوراخها در هر ۲/۵ سانتی‌متر اشاره می‌کند. یک غربال شمارهٔ چهار دارای سوراخهایی است سوراخها به میزان بسیار کمی کوچکتر از ۰/۶ سانتیمتراند و این به دلیل قطر سیم موجود در بین سوراخهاست.

رشد ریشه می‌شود. این ماده فرآورده‌ای سنتزی و سفید است که دارای حجره‌های بسته بسیاری است که از هوا پر شده‌اند و بیش از اندازه سبک است و کمتر از ۲۴ گرم در dm3 وزن دارند. مثل شن، آب را جذب نمی‌کند و CEC قابل توجهی ندارد این ماده خنثی است و در نتیجه تاثیری روی PH محیط ریشه ندارد اختصاصات شن دانه‌بندی شده برحسب طبقه‌بندی ASTM (انجمن آزمایش خاک در امریکا)

می‌توان پلی‌استیرن را به‌صورت ساچمه‌ای و یا پولکی تهیه کرد پلی‌استیرن ساچمه‌ای با قطر (۳ تا ۱۰ mm) و پولکی که با قطر (۳ تا ۱۳ mm) موجودند برای تهیه محیط کشت گیاهان گلدانی مناسب‌اند. ممکن است ذره‌های بزرگتر را در محیط کشت در سکوها و برای گیاهان اپی‌فیت [1] مثل ارکیده‌ها به کار برد شکل (۵-۶) بسته‌به منبعی که پلی‌استیرن از آن تهیه می‌شود قیمت می‌تواند بسیار متغیر باشد. لبه‌های بریده شده

1- epiphytic



شکل ۶ـ۵ـ قطعات مساوی دانه‌های پلی‌استیرن (استایرومال) و خزهٔ اسفاگنوم که در اینجا نشان داده شده است محیط رشد خوبی را برای گیاهان ثعلب فراهم می‌آورند پلی‌استیرن یک جانشین سبک‌وزن خیلی خوب برای شن در محیط رشد ریشه است.

از قطعات بزرگ پیش از این که این قطعات به‌صورت ورقه بریده شوند و یا باقیمانده‌های به‌دست آمده از پرس ورقه‌ها (که برای شکل دادن به آنها صورت می‌گیرد) را می‌توان خرد کرده و همچون یکی از اجزای مناسب محیط کشت به کار برد. پلی‌استیرن در برخی از مناطق ساحلی توسط باد و آب سطحی به طرف سواحل حرکت کرده که البته با توجه به تأثیر آن در زیبایی محیط استفاده از آن در مناطق ساحلی قدغن شده است. در آینده استفاده از پلی‌استیرن به‌صورت یکی از اجزاء محیط رشد ریشه شاید دیگر معمول نباشد.

راک‌وول[1]:

توضیح: جعبه‌های محتوی راک‌وول که برای تکثیر گلهای بریده و سبزیجات بکار می‌رود و همچنین روش ساخت آن در بخش نهم ارائه شده است. راک‌وول به شکل

1- Rockwool

دانه‌ای همچون یکی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت بکار می‌رود. همانطوری که در جدول ۱ـ۵ دیده می‌شود، در شکل دانه‌ای راک‌وول آب در دسترس زیاد، و تهویه به‌طور مناسبی انجام می‌شود اگرچه این ماده کمی قلیایی است ولی دارای خاصیت تامپون (بافر) نیست. مخلوط آن با یک ماده اسیدی مثل پوست کاج یا پیت ماس بی‌درنگ PH را پایین می‌آورد. راک‌وول CEC ناچیزی دارد. این ماده نه دارای مواد غذایی است و نه قابلیت نگهداری آن را دارد. این خصوصیت باید توسط اجزای دیگر مثل پیت ماس اسفاگنوم در مخلوط تأمین گردد. راک‌وول دانه‌ای ممکن است به صورت خالص یا بصورت مخلوطهایی که برای مقاصد تجاری تهیه می‌شوند خریداری کرد. مخلوطی که دارای حجم مساوی راک‌وول و پیت ماس اسفاگنوم می‌باشد، بسیار مناسب است.

اجزای درشت بافت دیگر

در آینده مواد متعدد دیگری جایگزین شن خواهد شد. بعضی از این مواد از مواد معدنی و برخی ممکن است از فراورده‌های جانبی صنعتی مشتق شوند که میزان سودمندی آنها توسط عواملی نظیر وزن مخصوص ظاهری، اندازه، شکل و هزینه‌شان تعیین خواهد شد. تعدادی از این فراورده‌های جالب و موثر در سالهای اخیر به بازار آمده‌اند. یکی از این مواد از پوشش پلاستیکی به طولهای کوتاه، از بریدن انتهای سیمهای الکتریکی در طول فرآیند ساختن وسایل الکتریکی، تشکیل می‌شود. که به صورت جانشین سبک برای شن عمل می‌کند. اولین ماده‌ای که به این منظور بکار می‌رود پولی‌ترل [1] است که از گوی‌ها و پولکهای پلاستیکی به اندازه ۳ تا ۶mm تشکیل می‌شود. مواد پلاستیکی که نمی‌توان از آنها در فراورده‌های عمده استفاده کرد و دور

1- Polytrol

انداخته شده‌اند با پلاستیکهای زاید و جامد شهری که بازیافت شده‌اند ترکیب می‌شوند تا این فراورده را بسازند. اگر از عمل شن آگاهی داشته باشیم می‌توان جانشینهای بسیار دیگری برای شن پیدا کرد.

محیطهای کشت حاوی خاک .....

بزرگترین تقسیم‌بندی در انواع محیط رشد ریشه شامل محیطهای کشت محتوی خاک و محیطهای کشت بدون خاک است که لزوماً هیچکدام نسبت به یکدیگر برتری ندارند اگر تنظیم محیط کشت در هر یک از دو محیط به‌طور کامل انجام شود گیاهان مشابهی که در دو محیط کاشته شده‌اند دارای کیفیت یکسانی هستند. انتخاب محیط رشد ریشه براساس برآورد اقتصادی و وضعیت فیزیکی که باید دارا باشد انجام می‌گیرد. اگر در دهه ۱۹۶۰ بحث محیط کشت بی‌خاک در این کتاب قرار داده می‌شد، بیشتر جنبه پیش‌بینی چیزهایی که پس از آن اتفاق خواهد افتاد، مد نظر بود. امروزه، وقتی که صنعت گیاهان گلدانی را مورد بررسی قرار می‌دهیم به‌نظر می‌رسد که استفاده از محیط کشت دارای خاک در ظروف گلخانه‌ای به‌تدریج منسوخ شود. به‌هرحال وقتی که پرورش‌دهنده‌ای خاک یکنواخت و خوب فراوانی در اختیار و سیستم اختلاط اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت را توسعه داده باشد دیگر مشکلی از این نظر نخواهد داشت.

فرمولاسیون:

درصد کمی از گیاهان گلدانی در آمریکا در محیط کشت دارای خاک پرورش می‌یابند. ولی در واقع می‌توان گفت تمام گلهای بریده در چنین محیطهای کشتی پرورش می‌یابند. به‌طور معمول یک محیط کشت حاوی خاک از حجمهای مساوی خاک مزرعه لوم، شن دانه‌بندی شده، پیت ماس اسفاگنوم که به آن فسفر اضافه شده و PH آن تنظیم

شده تشکیل یافته است خاک مزرعه شنی با افزایش نسبت پیت ماس و خاک و کاهش شن اصلاح می‌شود در حالی که به خاک رسی، شن بیشتری باید اضافه کرد شن در محیط کشت دارای خاک جهت افزایش حفراتی که قطر بزرگتری دارند استفاده می‌شود تا تهویه به خوبی انجام شود. ثابت شده است که دو مادهٔ پرلیت و پلی‌استیرن جانشینهای خوبی برای شن هستند. مثل شن، هر دو ماده در مقابل فشرده شدن و جذب آب مقاومت می‌کنند ولی برخلاف آن دارای وزن کمی هستند. مخلوطی مرطوب که از حجمهای مساوی خاک، شن و پیت ماس تشکیل شده است حدوداً (۱۶۰۰ گرم در dm3) وزن دارد که مناسب استفاده در سکوهای گلخانه است. ولی برای گیاهان گلدانی که به‌طور مکرر جابه‌جا یا به مسافتهای دوری حمل می‌شود مناسب نیست قیمت پرلیت به میزان ۳ برابر گرانتر از شن است. هر چند که پلی‌استیرن گرانتر از شن است. ولی در مقایسه با پرلیت دارای قیمت مناسبتری است. ظرفیت نگهداری مواد غذایی (CEC) و آب در خاک مزرعه در حد قابل قبول است وقتی که $\frac{1}{3}$ حجم خاک با شن جایگزین می‌شود این دو خاصیت (CEC و ظرفیت نگهداری آب) به‌طور محسوسی کاهش می‌یابند. برای جبران آن از پیت ماس اسفاگنوم که دارای ظرفیت نگهداری آب و CEC قابل توجهی است استفاده می‌شود ولی انجام این امر به افزایش قیمتی معادل $\frac{1}{3}$ ارزش خاک مزرعه می‌انجامد. و در صورت امکان باید از پیت ماس درشت استفاده کرد. بعضی از پیت ماسها که در طی حفاری چاههای آب به‌دست می‌آیند ذراتشان آنقدر کوچک است که از تاثیر ساختمان خاک به میزان زیادی می‌کاهد.

تکه‌های بزرگ پیت ماس اسفاگنوم تماس زیادی با یکدیگر ندارند بنابراین حفرات بزرگی را برای تهویه تشکیل می‌دهند ساختار خزهٔ اسفاگنوم که از برگهای ریز و بسیار نزدیک به هم تشکیل شده است موجب می‌شود که پیت ماس بتواند منافذ باریک بسیاری را برای نگهداری آب به‌وجود آورد. پیت ماس اسفاگنوم در مقایسه با دیگر اصلاح‌کنندگان محیط کشت از بیشترین ظرفیت نگهداری آب در دسترس برخوردار

است (حدوداً ۶۰ درصد حجم) بنابراین پیت ماس اسفاگنوم درشت ظرفیت نگهداری آب و تهویه مناسبی را برای محیط کشت فراهم می‌کنند. شن در میزان تهویه تعادل ایجاد می‌کند.

پیت ماس اسفاگنوم را برای ارسال و فروش می‌توان فشرده یا **بسته‌بندی کرد** اگر در بسته تکه‌های درشت باشد باید آنها را با یک هوکا به قطعات کوچکتری خرد کرد و در صورت لزوم از میان آسیاب گذراند. ولی اگر بیش از یک بار از میان آسیاب عبور داده شود تکه‌ها تقریباً به صورت رشته‌های خزه منفرد خرد شده و بخش زیادی از خاصیت تهویه مطلوب آن از بین می‌رود.

در طول فرمولاسیون محیط کشت حاوی خاک سه نوع اصلاح بر روی مواد غذایی باید صورت بگیرد اول باید PH را به میزان ۶/۲ تا ۶/۸ با سنگ آهک دولومیت[1] تنظیم کرد هنگامی که برای تهیه محیط کشت از خاک خنثی یا قلیایی استفاده می‌شود به هیچگونه مادهٔ افزایش‌دهندهٔ PH نیاز نیست ممکن است خاکهای اسیدی به سنگ آهکی به مقدار ۶Kg/m3 نیاز داشته باشند اصلاح دوم از اضافه کردن ۱/۸Kg/m3 سوپرفسفات ۰-۲۰-۰ و یا ۰/۹Kg/m3 سوپرفسفات ۰-۴۵-۰ است تا فسفر یک سال محیط کشت تامین شود. اصلاح سوم اضافه کردن مخلوط کاملی از عناصر کم‌مصرف است که تعدادی از این مخلوطها به صورت آماده شده و تجاری در بازار موجود است (برای جزییات بیشتر در مورد اصلاح مواد غذایی به بخش هشتم رجوع کنید)

نگهداری

محیط رشد ریشه باید تا زمانی که خریداران، گیاهان گلدانی مورد نظر را سفارش می‌دهند ساختمان خود را حفظ کنند در این مدت زمان که‌گاه ۲-۱ سال طول می‌کشد

1- Dolomite

مقداری از محیط رشد ریشه قدیمی را برداشته و محیط کشت جدیدی برای پر کردن گلدانهای بزرگتر تهیه می‌کنیم و به این ترتیب ساختمان اولیه محیط کشت حفظ می‌شود. در هر صورت تغییر ساختمان خاک مشکلی برای پرورش‌دهندگان گیاهان گلدانی به‌وجود نمی‌آورد ولی برای پرورش‌دهندگان گلهای بریده از آن جهت که آنها خاک را بطور دایم در سکوها و بسترهای زمینی خود نگه می‌دارند مشکلاتی را پدید می‌آورد.

عمل تجزیه به از دست رفتن ماده آلی منجر می‌شود و نیاز دوره‌ای به افزایش آن نیز بیشتر می‌شود. این عمل به‌طور معمول زمانی که محیط رشد ریشه پاستوریزه می‌شود هر سال یک بار انجام می‌گیرد. مادهٔ افزودنی استاندارد خزهٔ پیت ماس اسفاگنوم درشت است که حدوداً معادل ۱۰ درصد حجم محیط ریشه در سکو قرار می‌گیرد.

ثابت شده است که پوست درشت (۱۰ تا ۱۹mm) که جانشین خوبی برای پیت ماس در محیط سکو است میزان تجزیه پوست کم است و به سه سال وقت جهت تجزیه کامل نیاز دارد. در سال اول مقداری معادل ۱۰ درصد حجم سکو باید دارای زهکشی خوب و ۱۵ درصد حجم آن دارای زهکشی نامناسب باشد به صورت یک قانون کلی پس از آن هر سال باید مقداری معادل ۵ درصد حجم سکو به محیط کشت اضافه شود در هر صورت ماده آلی را باید به مقدار کافی اضافه کرد تا جبران حجم از دست رفته سکو را بکند.

بعضی مواقع مقدار مادهٔ آلی در محیط کشت کافی است ولی رس آن بیش از حد بالاست. زهکشی ضعیف و ترکهای بیش از حد محیط رشد ریشه که در اثر خشک شدن به‌وجود می‌آید (شکل ۷-۵) علایم این وضعیتند.

این مساله خصوصاً زمانی که از خاک رس استفاده می‌شود عمومیت دارد این مشکل را می‌توان با اضافه کردن شن دانه‌بندی شده به محیط کشت برطرف کرد. از پرلیت برای این منظور استفاده نمی‌شود زیرا وزن در سکوها مشکلی پدید نمی‌آورد گاه رس خشک

شده استفاده می‌شود چرا که علاوه بر ایجاد منافذ بزرگ برای زهکشی تهویه دارای منافذ کوچک بسیاری در داخل هر ذره است که ظرفیت نگهداری آب را بالاتر برده و با داشتن CEC بالا، نگهداری مواد غذایی را افزایش می‌دهد. میزانی معادل ۱۰ تا ۱۵ درصد از حجم سکو در داخل محیط کشت جای دارد. البته این ماده گران است ولی چون در برابر متلاشی شدن مقاوم است فقط یک بار به آن نیاز است.

محیط کشت بدون خاک .....

برای پرورش‌دهندگانی که دارای خاک مزرعه در محدودهٔ خود نیستند، خرید مرحله به مرحلهٔ خاکی که دارای بافت مناسب است مشکل است. برای انجام چنین امری باید

شکل ۷ـ۵ـ یک محیط کشت گل بریده که از رس بیش از حد تشکیل شده است. توجه کنید که ترکها با خشک شدن به‌وجود می‌آیند همان‌طوری که شاهد علایم کمبود اکسیژن در داودیها هستیم، این محیط دارای تبادل گاز ناکافی است. رشد متوقف شده، برگها به رنگ سبز روشن با آوندهایی که دارای رنگی روشنتر از بقیه قسمتهای پهنک است، درمی‌آیند و گیاهان در روزهایی که شدت نور خورشید زیاد است پژمرده می‌شوند.

بخشی از مدیریت را به فرمولاسیون محیط کشت اختصاص داد. وقتی به این امر بی‌توجهی شود، محصولات ضعیف می‌شوند و سودی نیز به دست نمی‌آید بنابراین محیط کشت بدون خاک مناسب این سری پرورش‌دهندگان است.

پرورش‌دهندگان دیگر درگیر ارسال گیاهان گلدانی به مسافتهای زیاد با کامیون نمی‌باشند که در این صورت تا آنجاکه ممکن است مرسولاتشان باید سبک باشد. می‌توان محیط کشت بدون خاک (دارای وزن مخصوص کمتری نسبت به محیط کشت دارای خاک) تهیه کنند هنوز هم بعضی پرورش‌دهندگان استفاده از محیط کشت بدون خاک را گامی در جهت اتوماسیون می‌پندارند زیرا این مواد را به‌صورت آماده می‌توان خریداری کرد که این امر موجب می‌شود از هزینه‌های کارگر و امکانات لازم برای اختلاط صرف‌نظر کرد. برای چنین پرورش‌دهندگانی ممکن است نیروی کار بسیار پرهزینه بوده و یا به سختی بتوانند به نیروی کار دسترسی داشته باشند.

اجزای محیط کشت بدون خاک

مواد موجود برای محیط کشت بدون خاک آن‌قدر زیادند که پرورش‌دهندگان یا در نسبت اختلاط آنها و یا در اختلاط انواع این مواد دچار اشتباه می‌شوند. در فرمولاسیون این مواد باید چهار عمل محیط رشد ریشه یعنی: استقرار گیاه تهویه، نگهداری مواد غذایی و نگهداری رطوبت مدنظر قرار گیرد. برای تامین CEC به منظور نگهداری مواد غذایی، به رس یا مواد آلی نیاز است. اگر مواد آلی و رس به شکلی موجود باشند که عمل تهویه را تسهیل نکنند به ذرات درشت از قبیل شن، پرلیت یا پلی‌استیرن نیاز است. اگر ماده آلی یا رس انتخاب شده همانند پیت ماس ظرفیت نگهداری آب بالایی داشته باشد به دیگر اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت نیاز نخواهد بود. اما اگر ماده آلی ظرفیت نگهداری آب کمی داشته باشد مثلاً پوست درشت درختان مورد استفاده قرار گیرد ماده آلی دیگری یا رس (مثل پیت ماس یا رس خشک شده) برای افزایش ظرفیت نگهداری

آب ضروری خواهد بود. می‌توان با عدم استفاده از ذرات درشت و سنگین یا رس به وزن مخصوص مطلوب محیط کشت دست یافت.

محیط کشت خوب نیازی به داشتن بیش از یک تا سه جزء ندارد. انتخاب اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت بیشتر به موجود بودن و هزینهٔ آنها بستگی دارد. پرورش‌دهنده‌ای که در خرید و فروش پیت ماس دست دارد و به این ترتیب می‌تواند آن را به صورت عمده بخرد یا کسی که نزدیک محل حفاری آن قرار گرفته و هزینهٔ حمل و نقل آن برای این فرد حداقل است، باید از پیت ماس به دلیل ظرفیت بیشتر نگهداری آب و CEC بالای آن استفاده کند. اگر وزن محیط کشت همچون یک مشکل تلقی نشود پرورش‌دهنده باید آن را با شن که یکی از اجزاء درشت‌بافت و ارزانترین آنهاست مخلوط کند. اگر وزن سبک نیاز باشد ناچار باید از اجزاء پرلیت و ورمی‌کیولیت که گرانترند استفاده شود. اگر به وزن سبک مورد نیاز بوده و پرورش‌دهنده به اندازه کافی به منبع دانه‌ها و پولکهای پلی‌استیرن نزدیک باشد می‌تواند با هزینهٔ کمتری (نسبت به پرلیت) به وزن مخصوص کمتر محیط کشت دست یابد، برای پرورش‌دهنده‌ای که نزدیک مناطق پردرخت است استفاده از پوست اقتصادی‌تر است. شن به پوست افزوده می‌شود، زیرا بین ذرات پوست قرار گرفته و به این ترتیب سطح بیشتری را فراهم آورده و در نتیجه باعث افزایش نگهداری آب در یک حجم مشخص می‌شود. به‌خاطر داشته باشید که شن برای این منظور به خاک افزوده می‌شود. که ذرات خاک را از یکدیگر جدا کرده و منافذی بزرگ برای تهویه فراهم آورد. اغلب پیت ماس اسفاگنوم نیز با پوست مخلوط می‌شود تا ظرفیت نگهداری آب و نگهداری مواد غذایی را افزایش دهد.

فرمولاسیون:

فرمولاسیون محیط‌های کشت دارای پیت‌ماس: یکی از اولین محیطهای کشت بدون

خاک که برای مقاصد تجاری تهیه شده آین‌هایت سرد[1] (خاک استاندارد) می‌باشد. این محیط کشت مخلوطی است که نصف آنرا پیت ماس و نصف دیگر را رس دانه‌بندی شده تحت‌الارض که با نیتروژن و فسفر و پتاسیم اصلاح شده است، تشکیل می‌دهد و برای رساندن PH این محیط به دامنهٔ ۶-۵ به آن آهک اضافه می‌شود این محیط کشت در سال ۱۹۴۸ توسط دکتر ای.فراش استورفر[2] در هامبورگ آلمان معرفی شد. «آین‌هایت سرد» توسط چندین شرکت در اروپا به فروش می‌رسد و برای طیف گسترده‌ای از محصولات و همچنین از جوانه زدن دانه تا کامل شدن گیاهان به‌کار می‌رود.

مخلوطهای U.C. (U.C مخفف[3] به معنی دانشگاه کالیفرنیاست) عبارتست از محیطهای کشت بدون خاک که در خلال دههٔ ۱۹۵۰ در امریکا پذیرفته شد و شامل ۵ محیط کشت است که محتوی هر یک از ۱۰۰ درصد پیت ماس اسفاگنوم یا هیپنوم تا ۱۰۰ درصد شن نرم متغیر است. این محیطهای کشت را پرورش‌دهندگان به تنهایی می‌توانند تهیه کنند. از میان این سری استفاده از مخلوطی که نصف آن را پیت ماس و نصف دیگر را شن نرم تشکیل می‌دهد، رایج‌تر است. شن نرم به شنی گفته می‌شود که قطر ذرات آن بین ۰/۵ تا ۰/۰۵ میلیمتر بوده که به عبارت دیگر به شنی گفته می‌شود که از یک غربال با شماره ۳۰ عبور کرده ولی روی یک غربال شماره ۲۷۰ می‌ماند.

مخلوطهای پیت ـ لایت[4] توسط دکتر جی‌دبل‌یو بودلی[5] و آرشلدریک[6] از دانشگاه کرنل[7] در اوایل دهه ۱۹۶۰ معرفی شدند که عبارتند از: مخلوط A که نصف آن از پیت ماس اسفاگنوم و نصف دیگر ورمی‌کیولیت مورد استفاده در باغبانی است. مخلوط B که

1- Einheitserde
2- Dr. A. Frush storfer
3- University of California
4- Peat - lite
5- Dr.J.W. Boodley
6- R - Sheldrake
7- Cornell University

مشابه مخلوط A است ولی در آن به جای ورمی‌کیولیت، پرلیت مورد استفاده در باغبانی به کار رفته است. تعدادی از مخلوطهای (محیطهای کشت بدون خاک) مشابه پیت لایت A که در زیر آمده است به صورت آماده در بازار به فروش می‌رسد در حالی که بعضی از پرورش‌دهندگان خودشان مخلوطهای پیت لایت را تهیه می‌کنند. برخی از مخلوطهای تجاری پیت لایت که به صورت آماده به فروش می‌رسند عبارتند از:

Ball Germinating mix, fafard peat - lite mix, Heco plug mix, jiffy mix, Mr. Mulch Mark III - Seed Starter - ogilvie professional mixes 2 and 5, premier Germinating mix, promix A, PV, and P ed- earth peat lite mix

محیطهای کشتی که تا حالا بحث شده است فقط از دو جزء تشکیل شده‌اند. یکی پیت ماس است که بالاترین ظرفیت نگهداری آب را در میان اجزاء بحث شده دارد و همچنین CEC قابل توجهی را داراست و اگر به صورت خیلی ریزی خرد شده باشد میزان تهویه آن نسبتاً کم است و درجهٔ متوسطی از هواگیری اگر به طور ریزی خرد نشده باشد را داراست. در مواردی که شن، پرلیت یا رس دانه‌بندی شده مورد استفاده قرار می‌گیرند تهویه افزایش می‌یابد اضافه کردن رس و ورمی‌کیولیت باعث افزایش، CEC و تهویه می‌شود. اگر پیت ماس به صورت درشت خرد شده باشد یک محیط کشت ایده‌آل است. پرورش‌دهندگان اروپایی یاد گرفته‌اند که محصولات دارای کیفیت بالا را در محیط کشتی که فقط دارای پیت ماس است پرورش‌دهند. اگر این سیستم مورد استفاده قرار گیرد آبیاری باید به طور مکرر صورت گیرد. از آنجا که پیت ماس به‌طور مؤثری مواد غذایی را نگه می‌دارد کوددهی بیش از حد نباید صورت گیرد و آب مورد استفاده در هر بار آبیاری باید به حدی باشد که نمکهای غذایی را از محیط کشت بشوید. فرمولاسیون محیط بدون خاک باید حالت رقابتی خود را حفظ کند. بخش زیادی از قیمت این محیطهای کشت که پرورش‌دهنده متحمل آن می‌شود شامل هزینه ارسال آن به پرورش‌دهندگان است. به همین دلیل، محیطهای کشت در حالت نسبتاً خشک

ارسال می‌شوند. مرطوب کردن پیت ماس خشک به‌خصوص وقتی که به صورت بسیار ریزی خرد شده است بسیار مشکل است زیرا آب را دفع می‌کند بنابراین عوامل مرطوب‌کننده باید در محیط کشت بدون خاک دارای پیت ماس درنظر گرفته شوند. لیست مختصر عوامل مرطوب‌کننده‌ای که به این منظور به‌کار می‌روند در جدول ۶ـ۵ آمده است.

به‌هرحال عامل مرطوب‌کننده به‌طور کامل مشکل را برطرف نمی‌کند محیط کشتی که از ورمی‌کیولیت و پیت ماس تشکیل شده است و برای جوانه‌زنی بذر به‌کار می‌روند مشکلی تولید نمی‌کنند زیرا سینی‌هایی که به تازگی در آنها دانه کاشته شده است معمولاً توسط مه‌پاشی آبیاری می‌شوند که به آرامی و به‌طور کامل این محیطهای کشت

جدول ۶-۵ـ بعضی از عوامل مرطوب‌کننده، و مقدار آنها که برای مرطوب کردن اولیهٔ محیط کشت بدون خاک دارای پیت ماس به‌کار می‌رود.*

مواد شیمیایی [۲]	درصد فعالیت	میزان [۳] g/m^3
آکوآگرو (Aqua Gro)	۱۰۰	۱۱۰
اتیومید ۰/۱۵	۱۰۰	۱۱۰
هیدرووت (L ۲۳۷)	۸۷/۵	۱۱۰
سورف ساید	۱۰۰	۱۱۰
تترونیک ۹۰۸	۱۰۰	۱۱۰
ترتیون بی ـ ۱۹۵۶	۷۷	۱۱۰

* ـ از Boodley and sheldrake (1982)

۲ـ قصد حمایت از هیچ فرآورده‌ای و یا انتقاد از فرآورده‌های اسم‌برده نشده نیست.

۳ـ مهمترین فرم عوامل مرطوب‌کننده، شکل دانه‌ای آن است که موجب تسهیل اختلاط این عوامل با محیط کشت می‌شود اگر به صورت مایع به‌کار برده شود ۸۴ گرم آن را در ۱۹ الی ۳۸ لیتر آب حل کرده و مخلوط را با آن خیس کنند. برای مرطوب کردن مخلوطهای خشک پس از تهیهٔ ۰/۵ لیتر آنرا در ۳۸۷ لیتر مخلوط به‌کار برید که این میزان معادل یک قاشق چایخوری از مایع به ازای ۳/۸۷ لیتر مخلوط است.

مرطوب می‌شود و سطح آن در طول این مدت خشک نمی‌شود. وقتی که بعضی از محیطهای کشت برای گیاهان گلدانی یا کشت گلهای بریده در بسترها به‌کار برده می‌شوند در بدو امر به یک دورهٔ طولانی مرطوب‌سازی با میزان آب زیاد نیاز پیدا می‌کنند. این عمل که با لبریز کردن سطح محیط کشت با آب صورت می‌گیرد باید مدتی این را برای نفوذ آب اختصاص داد. سپس سطح را دوباره از آب لبریز می‌کنند و این‌امر چندین بار تکرار می‌شود تا این‌که آب سرانجام به ته ظرف برسد.

با اضافه کردن ذرات درشت‌بافت مثل شن یا پرلیت به محیط کشت می‌توان از این روش وقت‌گیر دوری کرد. این اجزاء منافذی فراهم می‌کنند که به آب اجازهٔ رسوخ به سراسر محیط کشت را می‌دهد. حرکت جانبی و عمودی آب در شروع خیس کردن محیط کشتی که از قطعات کوچک پیت ماس تشکیل شده است، انجام می‌شود و به صرفه‌جویی در وقت منجر می‌شود.

بعضی از محیطهای کشتی که به صورت تجارتی در بازار وجود دارند و دارای شن یا پرلیت، پیت ماس و ورمی‌کیولیت هستند عبارتند از:

Ball growing mix II®, fafard mix No. 2®, Grower's choice®.
Metro mixes 200® and 220®, Mr. Mulch Mark III® - regular. ogilvie
professinoal mix I®, promixe®, sunhine mix # 1® and
mix # 2®, VJ # 2 mix®, and V # 3 mix® and VSP®

فرمولاسیون محیطهای کشت دارای پوست درخت: همانطوری که قبلاً بحث شد استفاده از پوست در بسیاری از نواحی از نظر اقتصادی به‌صرفه است. ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی پوست درخت به خوبی پیت ماس نیست. به این علت ورمی‌کیولیت یا پیت ماس معمولاً در محیطهای کشت تجاری دارای پوست که به‌صورت آماده به فروش می‌رسند، به‌کار می‌روند. علاوه بر این دو جزء پرلیت و یا شن نیز اغلب استفاده می‌شوند. مخلوطهای تجارتی دارای پوست درخت عبارتند از:

Ball growing mixes I® and II®. choice container mix®.
fafard mix No. 3®, and No. 4®: metro mixes 300®, 350®
and 500®: pro-mix peat - Bark mix®. strong - ite Bark mix®
and VJ # 1 mix® # 3 mix®

پوست درخت کاج که حداکثر ۱۰ میلی‌متر قطر داشته باشد، پوست درختان پهن‌برگ و نیز پوست سرخدار و خاک اره چوب سرخدار به‌طور معمول با شن مخلوط می‌شوند اغلب حدود ۳۰ درصد شن در این مخلوطها به کار می‌رود. اکثر اوقات پیت ماس به مخلوطها اضافه می‌شود تا ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی را افزایش دهد. نسبتی معادل ۳ قسمت پوست درخت، ۱ قسمت شن و ۱ قسمت پیت ماس مخلوط مناسبی را تشکیل می‌دهد.

خلاصه فرمولاسیون: ده مخلوط برای تهیه محیط رشد ریشه در جدول ۷-۵ ارائه شده است آنها معمولترین مخلوطهای تولید شده توسط خود پرورش‌دهندگان بوده و خیلی شبیه به بسیاری از مخلوطهای تهیه شده تجارینند. اولین مخلوط، مخلوط دارای خاک نمونه است که دارای حجمهای مساوی از خاک لوم، پیت ماس اسفاگنوم و شن دانه‌بندی شده می‌باشد. اگر ورمی‌کیولیت جایگزین خاک شود مخلوط به‌دست آمده دارای اجزایی است که در جدول وجود دارد. این امری منطقی است زیرا ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی ورمی‌کیولیت زیاد است. توجه داشته باشید که پیت ماس را در مخلوط نمونه را با همان مقداری که در بالا گفته شده بکار برد و یا این‌که بخشی از آن یا تمام آن را با پوست درخت تعویض کرد نسبت اجزای محیطهای کشتی که در آن پوست کاج و پوست درختان پهن برگ به کار رفته، یکسان است. وقتی که پیت ماس با پوست مخلوط می‌شود نیازی به استفاده از ورمی‌کیولیت نخواهد بود. مواد آلی که شامل مواد مختلف گیاهی فرآوری شده می‌باشند می‌توانند جایگزین تمام قسمتی از پیت

ماس شوند. پرلیت، پلی‌استیرن یا هر ذرهٔ درشت دیگر که توانایی ایجاد زهکشی و تهویه‌در محیط کشت را دارد می‌تواند جانشین شن در مخلوط دارای خاک نمونه شوند. شرکتهایی که تولیدکنندهٔ محیطهای کشت در کمیتهای بالا هستند اغلب از بکار بردن شن در مخلوط دوری می‌کنند. زیرا شن باعث فرسوده شدن سریع وسایل اختلاط شده و همچنین با توجه به وزن هزینه‌های ارسال را افزایش می‌دهد.

فرمولاسیون در آینده: محیطهای کشتی که تاکنون در مورد آن بحث شده است شامل اجزایی است که به‌طور رایج مورد استفاده قرار می‌گیرند. اجزای متعدد دیگری نیز در این زمینه وجود دارند که استفاده از تعدادی از آنها باعث منسوخ شدن استفاده از

جدول ۷-۵- نسبتهایی از اجزای محیطهای کشت رایج در گلخانه و کاربردشان

موارد استفاده	اجزای محیط کشت و نسبت آنها		
گلدان و سکو	۱ شن	۱ پیت ماس	۱ خاک
جوانه‌زنی بذر	۱ پیت ماس	۱ ورمی‌کیولیت	
گلدان	۱ پرلیت	۲ پیت ماس	۲ ورمی‌کیولیت
گلدان	۱ پوست کاج	۱ ورمی‌کیولیت	
گلدان	۱ پرلیت	۲ پوست کاج	۲ ورمی‌کیولیت
گلدان	۱ پرلیت	۱ پیت ماس، ۱ پوست کاج	۲ ورمی‌کیولیت
گلدان	۱ شن	۱ پیت ماس، ۳ پوست کاج	
گلدان	۱ شن	۱ پیت ماس، ۳ پوست درختان پهن‌برگ	
گلدان	۱ پیت ماس	۱ راک‌وول[1]	
گلدان	۷ پیت ماس	۳ راک‌وول	

1- Rockwool

محیط کشت دارای خاک می‌شود. اکنون شما باید بتوانید تنها با حداقل آزمایش کردن، سودمند بودن این اجزاء و چگونگی استفاده از آنها را مشخص کنید. اول یکی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت را که دارای ظرفیت کافی در نگهداری آب و مواد غذایی است انتخاب کنید. اگر یک جزء هر دو عمل را به‌طور کافی انجام نمی‌دهد، از دو جزء استفاده کنید. درصدد فراهم کردن اجزایی باشید که ساختمان دانه‌ای بوده تا محیط کشت شما دارای تهویه مطلوب باشد. اگر این امر برایتان مقدور نیست یکی از اجزایی که دارای بافت درشت است و عمل تهویه را بهبود می‌بخشد را بکار ببرید. هرچه تعداد اجزای تشکیل‌دهندهٔ مخلوط کمتر باشند بهتر است مطمئن شوید که هیچ یک از اجزاء دارای مقادیر، بیش از حد مواد غذایی یا نمک نیستند مثلاً کود مرغ یا پیت که در اثر تجزیه سریع، آمونیوم زیادی تولید می‌کنند نباید مورد استفاده قرار گیرند.

اصلاح محیط کشت توسط کود:

همانند محیط کشت دارای خاک، محیط کشت بدون خاک به سه ماده غذایی نیاز دارد تا اصلاح شود. در صورت نیاز، باید سنگ آهک دولومیت را برای رساندن PH محیط به ۵/۴ تا ۶/۰ به مخلوط اضافه کرد اغلب اوقات ۶ کیلوگرم سنگ آهک دولومیت در هر مترمکعب برای این منظور به‌کار برده می‌شود. فسفر یا به صورت سوپرفسفات معمولی (۰-۲۰-۰) به میزان (۲/۷kg در m3) یا به صورت سوپرفسفات تریپل (۰-۴۵-۰) به میزان (۱/۳kg در m3) به محیط کشت اضافه می‌شود. سومین ماده غذایی افزودنی مخلوطی از مواد غذایی (عناصر) کم‌مصرف است که میزان مصرف آن باید به اندازه‌ای باشد که حداقل برای یک فصل زراعی کافی باشد (۴-۳ ماه). علاوه بر اصلاح محیط کشت توسط این ۳ عامل، عامل دیگری که همان مرطوب‌کنندهٔ محیط کشت است باید به مخلوط اضافه شود. اغلب اوقات نیتروژن و پتاسیم موجود در محیط

کشت که برای مدت ۴-۲ هفته کافی است باید به مخلوط اضافه شود. (دستورالعملهای ویژه برای اصلاح محیطهای کشت دارای خاک و بی‌خاک از نظر مواد غذایی در بخش هشتم تحت عنوان «کوددهی پیش از کشت» ارائه شده است) اکثراً بر روی بیشتر محیطهای کشتی که به منظور تجاری تهیه شده‌اند همهٔ اصلاحات گفته شده انجام شده است.

درنظر گرفتن موارد اقتصادی در محیط کشت . . . . . .

یک پرورش‌دهنده محصولات گلخانه‌ای که استفاده از محیط کشت بدون خاک را انتخاب می‌کند باید تصمیم بگیرد که آیا آن را به صورت آماده خریداری کند یا خود اقدام به تهیه آن کند. این تصمیم باید به‌طور انفرادی گرفته شده و با درنظر گرفتن موارد اقتصادی باشد. پرورش‌دهنده باید هزینهٔ محیط کشتی را که تهیه کرده محاسبه کرده و آن را با قیمت محیطهای کشت تجارتی که به‌صورت آماده خریداری می‌شود مقایسه کند. در محاسبات باید هزینه حمل نیز درنظر گرفته شود. در محاسبهٔ هزینهٔ تهیه محیط کشت باید ارزش زمان، مدیریت، هزینه‌های دفتری، هزینهٔ استهلاک مخلوط کننده، هزینهٔ مربوط به تسمه نقاله و لودرهایی که برای پر کردن مخلوط کننده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، هزینهٔ ساختمانهای مورد استفاده برای نگهداری اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت، هزینهٔ پاستوریزه کردن (در صورت نیاز به این عمل)، تمام هزینه‌های مربوط به کارگران باید مدنظر باشد. شما چه محیط کشت دارای خاک و چه محیط کشت بدون خاک را خودتان تهیه کنید به تفاوت قیمت‌ها با مخلوطهای تجارتی پی خواهید برد.

مخلوطهای تجارتی در ظاهر گرانتر از مخلوطهایی که شخصاً تهیه می‌شوند به‌نظر می‌رسند. اما اگر یک منبع غنی و نسبتاً ارزان اجزای تشکیل‌دهندهٔ مخلوط برای تهیه

محیط کشت در دسترس نباشد محیطهای کشت تجارتی ارزانتر خواهند بود. تعدادی از انواع محیطهای کشت تجارتی که به‌طور گسترده به صورت کیسه‌ای در دسترسند که

جدول ۸-۵ـ تعداد گلدانی که با ۰/۰۳ مترمکعب از مخلوط پر می‌شوند

اندازهٔ گلدان (cm)	شماره /ft^3
گلدانهای استاندارد	
۵/۶۳	۲۹۶
۶/۲۵	۱۷۶
۷/۵۰	۱۲۰
۱۰/۰۰	۴۴
۱۲/۵۰	۲۴
۱۵/۰۰	۱۴
۱۷/۵۰	۹
۲۰/۰۰	۵/۶
۳۰/۰۰	۱/۶
آزالیا تایپ	
۱۰/۰۰	۶۴
۱۲/۵۰	۳۲
۱۵/۰۰	۱۸
۱۶/۲۵	۱۵
ظروف کوچک	
۱۲/۵۰	۴۰
۱۵/۰۰	۳۱
۱۷/۵۰	۱۴

قیمت آنها ۷۱ تا ۸۸ دلار به ازای هر مترمکعب از این مخلوطهاست.

قیمت بعضی از این بسته‌های دارای مخلوط اگر به‌طور عمده خریداری شوند، ارزانتر تمام می‌شوند. بعضی از تهیه کنندگان محلی این مخلوطها را حتی با قیمت ارزانتری نیز می‌فروشند. رقم ۷۱ دلار به ازای هر مترمربع از مخلوط زیاد به‌نظر می‌رسد ولی این نکته را نیز باید درنظر داشت که ۴۸۵ گلدان ۱۷ سانتیمتری از گلدانهای[2] را می‌توان با یک مترمکعب از مخلوط پر کرد که در این صورت، قیمت مخلوط برای پر کردن هر گلدان ۰/۱۷ محاسبه می‌شود. اگر گل‌های گلدانی قابل عرضه به‌طور عمده به‌فروش برسند و قیمت هر یک از آنها ۴/۵۰ دلار محاسبه شود، آنگاه متوجه خواهیم شد که قیمت مخلوط کمتر از ۴ درصد کل ارزش تولید است.

زیرورو نمودن و مخلوط کردن اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت

تا این لحظه شما در چند زمینه تصمیم‌گیری کرده‌اید. اولین تصمیم شما این بود که آیا از محیط کشت دارای خاک استفاده کنید یا از محیط کشت بدون خاک. تصمیم بعدی شما این بود که آیا محیط کشت را به‌صورت آماده خریداری کنید یا خود اقدام به تهیه آن نمائید. اگر شما تصمیم گرفته‌اید که محیط کشت مورد استفاده را خودتان تهیه کنید، حتماً این نکته را مدنظر داشته‌اید که تعداد کمی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت را به‌کار برید (به جهت اقتصادی بودن آن) او علاوه بر آن با به‌کار بردن این اجزا، ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی را بدون کاهش تهویه، در حد معقولی برای محیط کشت فراهم کرده‌اید.

تاکنون شما در مورد تمامی اجزایی از محیط کشت که قابلیت جانشینی

2- Azalea type

(جایگزینی) با یکدیگر را دارند، مطالعه کرده‌اید. یعنی در مورد اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت مانند پوست درخت، خاک اره، فاضلاب و پلی‌استیرن و گوی‌های پلاستیکی بازیافت شده، بررسیهایی داشته‌اید. هم‌اکنون شما محیط کشتی را تهیه کرده‌اید که مناسب با شرایط و نیازهای شما است. یعنی وظایف محیط رشد ریشه (چهار موردی که پیش از این نام برده شد) را به‌خوبی انجام می‌دهد، دارای وزن مناسبی برای جابه‌جا کردن و ارسال است، و حتی‌الامکان از اجزایی تشکیل شده است که در محل موجود بوده و تهیهٔ محیط کشت را اقتصادی‌تر می‌کند. پس از انجام اعمال بالا، برای به اتمام رساندن کار تهیه محیط کشت، شما باید سیستم مناسبی را برای مخلوط کردن و زیر و رو کردن اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت ایجاد کنید.

زیر و رو کردن حجم کمی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت

زیر و رو کردن حجم کمی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت (۰/۱۷-۰/۱۴ مترمکعب) توسط یک بیل انجام می‌شود. این عمل باید روی یک سطح سخت انجام شود (شکل a ۸-۵). برای انجام این عمل اجزای تشکیل‌دهندهٔ مخلوط (محیط کشت) را بر روی یکدیگر ریخته و انباشته می‌کنیم و مواد غذایی که شامل سنگ آهک، سوپر فسفات و مخلوط عناصر کم‌مصرف است روی این توده می‌پاشیم و توده را سه تا چهار بار به هم می‌زنیم. این عمل بدین طریق انجام می‌شود که بیل را مماس بر سطح زمین به سمت جلو حرکت داده و مقداری از مواد انباشته شده (اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت) را برمی‌داریم و در کنار توده می‌ریزیم. هنگامی که این مواد از سطح زمین برداشته می‌شوند، موادی که در بخشهای بالاتر توده قرار دارند به سمت پایین سرازیر شده و به این ترتیب، بخشی از عمل اختلاط انجام می‌شود.

با روی هم ریختن مداوم مواد در کنار تودهٔ اولی (که به‌تدریج شکل مخروط به‌خود

می‌گیرد)، تودهٔ جدیدی تشکیل می‌شود. هنگامی که مواد از تودهٔ اولی برداشته شده و روی تودهٔ دوم (در حال تشکیل شدن) ریخته می‌شوند، از سطوح جانبی تودهٔ مخروطی‌شکل به سمت پایین سرازیر می‌شوند. و بدین ترتیب بخش دیگری از عمل اختلاط انجام می‌شود. عمل بالا را برای اختلاط بهتر اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت ۳-۲ بار بیشتر انجام می‌دهیم.

زیر و رو کردن حجم متوسطی از مخلوط (محیط کشت)

مخلوط کردن حجمهای بزرگتری از مخلوط به وسایل موتوردار نیاز دارد. ساده‌ترین سیستم شامل یک صفحهٔ مخصوص اختلاط بتون و یک تراکتور و سطل است اجزای مخلوط روی صفحه قرار گرفته و سپس با استفاده از تراکتور به همان روش دستی مخلوط می‌شوند. اگرچه این معمولترین سیستم اختلاط است، یکنواختی مخلوط تضمین نمی‌شود. یک سیستم پیچیده‌تر وجود دارد که دارای قابلیت اختلاط توده‌ای از اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت که دارای حجمی معادل ۷/۵-۱/۵ مترمکعب است (شکل ۸ b,c-۵) اغلب پرورش‌دهندگان ماشینهای بتون‌ساز مستعمل را خریده و مخلوط کننده را از آن جدا کرده و آن را برای عملیات گلخانه‌ای آماده و مستقر می‌کنند.

مخلوط کننده نزدیک توده‌های اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط ریشه قرار می‌گیرد و توسط یک تسمهٔ نقاله یا یک وسیلهٔ بارگیری‌کننده که در جلوی تراکتور نصب می‌شود، تغذیه می‌شود. به محض مخلوط شدن، محیط کشت به‌طور اتوماتیک از مخلوط کننده به تریلر منتقل می‌شود. کف یک تریلر تجارتی دارای سوراخهایی است که در زیر آن نیز یک محفظه قرار دارد. در تریلرهای ساخت داخل کشور از یک سری لوله‌های ۳ سانتیمتری که به فاصلهٔ (۳۰ cm) از یکدیگر قرار گرفته‌اند استفاده شده که این لوله‌ها به ته تریلر نصب می‌شوند. لوله‌ها به یک لوله چند راهی[3] که در نهایت پس از نصب دارای

3- Manifold

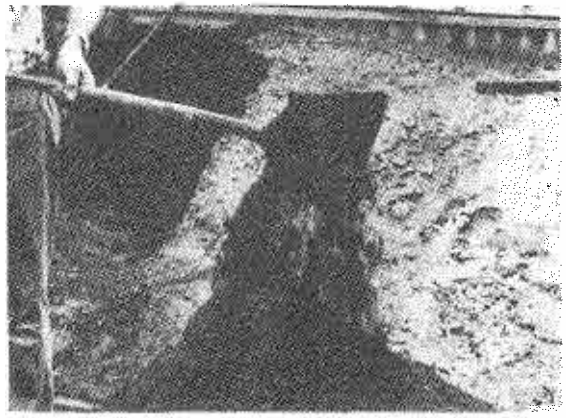
یک مجرا برای ورود بخار است، وصل می‌شوند. انتهای دیگر لوله‌ها بسته است. سوراخهایی به قطر ۳.۶ میلی‌متر که به صورت زوجی با فاصلهٔ ۱۵ سانتیمتر در روی هر لوله مقابل هم قرار گرفته‌اند به بخار اجازهٔ خروج می‌دهند.

وقتی که تریلر با محیط رشد ریشه پر می‌شود، یک پارچهٔ ضدآب روی آن کشیده شده و بخار به داخل محفظه که در زیر کف مشبک تریلر قرار دارد و یا به داخل سیستم لوله‌ای توزیع بخار تزریق می‌شود. بخار از سوراخها گذشته و از میان محیط رشد ریشه به سمت بالا عبور می‌کند که به این ترتیب ارگانیزمهای بیماری‌زا، حشرات و بذرهای علفهای هرز را نابود می‌کند. این روش پاستوریزه کردن حدوداً به دو ساعت وقت نیاز دارد. سپس پارچه را برمی‌داریم تا خاک خنک شود. سپس تریلر به محل مناسبی برای گیاهان گلدانی برده شده و سطوح جانبی آن را از حالت عمودی به حالت افقی برگردانده تا همچون یک سکو برای پر کردن گلدانها، عمل کند (شکل ۹-۵)

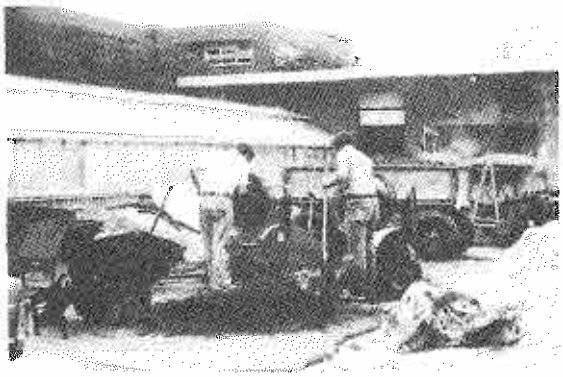
سیستمهای بزرگ کاملاً اتوماتیک

پرورش‌دهندگان بزرگ دارای بهترین موقعیت برای ایجاد سیستم خودکارند. می‌توان دو نوع کلی از سیستمهای زیر و رو کردن خاک را به‌طور آماده خرید یا پرورش‌دهنده می‌تواند آنها را طراحی و نصب کند. جایی که از یک سیستم خودکار استفاده می‌شود معمولاً از آن به‌طور روزانه استفاده می‌شود و بنابراین آن را زیر یک سقف قرار می‌دهند تا بدون توجه به آب و هوا از آن استفاده شود.

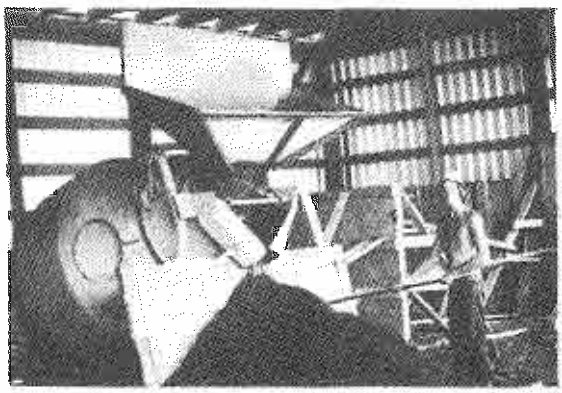
سیستم اول (شکل ۱۰-۵) شامل مخازنی برای اجزای محیط رشد ریشه است که مستقیماً توسط کامیون پر می‌شوند. سپس اجزاء محیط کشت توسط تراکتوری به قیفی بزرگ که بالای یک تسمه نقاله نصب شده است برده می‌شوند که تسمه نقاله آنها را به درون یک مخلوط کننده هدایت می‌کند. مواد شیمیایی اصلاح‌کننده (نظیر کودها) مستقیماً داخل مخلوط کننده ریخته می‌شوند به محض مخلوط شدن، بخار به



الف

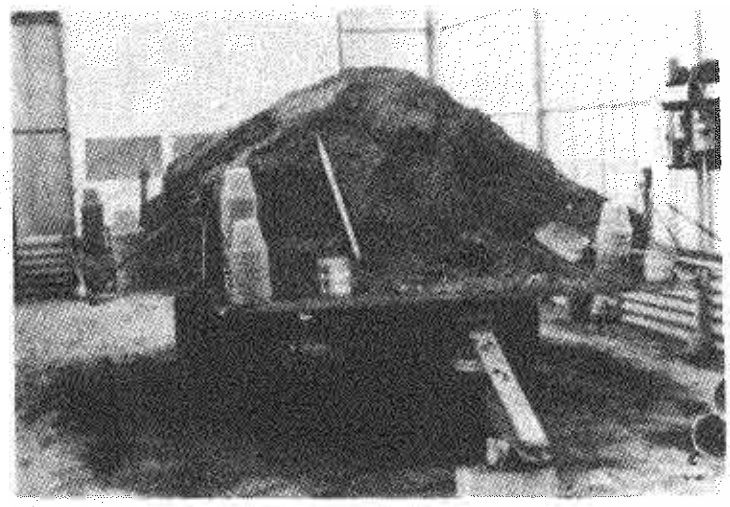


ب



پ

شکل ۸-۵ـالف) استفاده از بیل برای مخلوط کردن توده‌های کوچک محیط رشد ریشه **ب)** عملیات کوچک مقیاس مخلوط کردن محیط رشد ریشه. خردکنندهٔ خاک در طرف چپ تصویر برای خرد کردن کلوخهای مزرعه و پیت ماس اسفاگنوم به‌کار می‌رود. اجزای محیط رشد ریشه که شامل بعضی از کودها نیز می‌شود در مخلوط کننده‌های بتونی به ظرفیت ۰/۰۶ مترمکعب، مخلوط می‌شوند. محیط کشتی که به تازگی آماده شده است در واگنهای پاستوریزه قرار می‌گیرد و پاستوریزه می‌شود. **پ)** برای مخلوط کردن محیط رشد ریشه در حجم متوسط از یک مخلوط کنندهٔ ماشین بتون‌ساز استفاده می‌کنند.

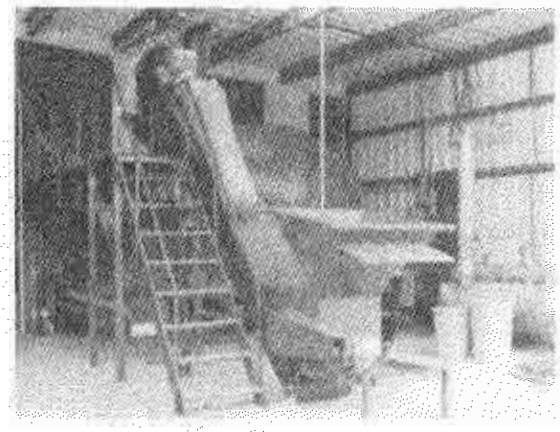


شکل ۹-۵ ـ تریلر با سطوح جانبی قابل برگشت از حالت عمودی به حالت افقی که همچون سکویی برای پر کردن گلدانها بکار می‌رود.

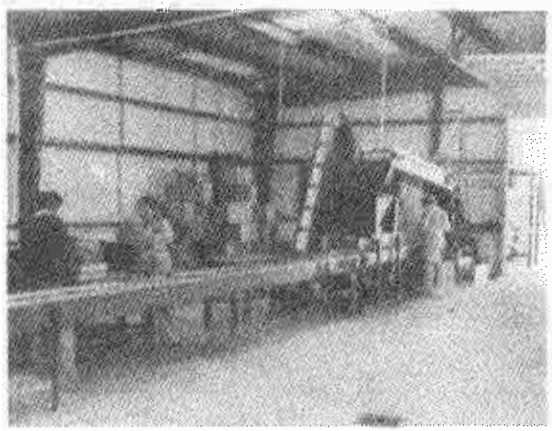
داخل مخلوط کننده تزریق می‌شود تا محیط رشد ریشه را پاستوریزه کند. سپس با وارونه کردن مخلوط کننده، مخلوط وارد یک مخزن می‌شود. سپس می‌توان آن را از مخزن توسط تسمه نقاله به ماشین خودکار پرکنندهٔ سینی‌ها یا گلدان انتقال داد.

در سیستم دوم عمل مخلوط بیشتر توسط یک تسمه نقاله طویل انجام می‌شود. هر یک از اجزای محیط رشد ریشه بطور جداگانه توسط تراکتور به داخل یکی از قیفها که بالای تسمه قرار گرفته ریخته می‌شود. می‌توان دریچهٔ ته هر قیف را طوری تنظیم کرد که نسبت اجزا را در مخلوط کنترل کند.

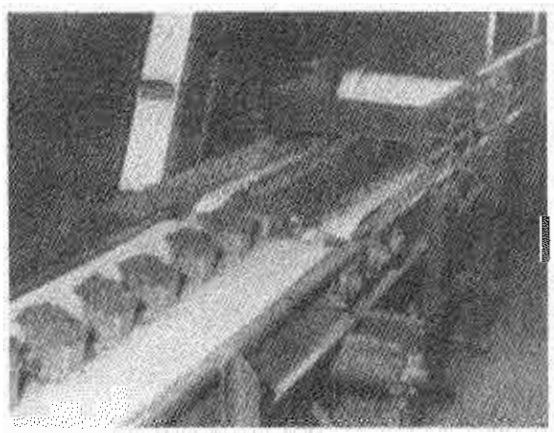
مواد غذایی اصلاح‌کننده در داخل یک قیف کوچکتر قرار می‌گیرند که آنها را روی اجزای دیگر مثل پیت ماس که روی تسمه قرار گرفته بریزد. در ادامهٔ این سیستم، تسمه از میان جعبه‌ای که در آن دندانه‌های در حال چرخش برای اختلاط اجزای مختلف محیط کشت و مواد غذایی اصلاح‌کننده با یکدیگر قرار گرفته‌اند، عبور می‌کند. محیط رشد ریشه که تهیه شده است در طول تسمه یا به طرف یک مخزن یا قیف روی ماشین پرکنندهٔ گلدان یا سینی هدایت می‌شود. وقتی که ارتفاع محیط رشد ریشه در قیف کم



الف



ب



پ

شکل ۱۰-۵ ـ یک سیستم مخلوط‌کنندهٔ محیط رشد ریشه برای عملیات بزرگ گلخانه‌ای: **الف)** اجزای محیط رشد ریشه در یک قیف قرار می‌گیرند و از میان آن به داخل خردکننده افتاده و سپس از طریق بالابر به داخل مخلوط‌کننده ریخته می‌شوند. پرلیت و مواد شیمیایی اصلاح‌کننده مستقیماً از بالا به داخل مخلوط کننده اضافه می‌شوند. محیط ریشه در داخل مخلوط‌کننده با بخاری که در یک دستگاه تولیدکنندهٔ بخار قابل حمل (سمت راست تصویر) تولید می‌شود، پاستوریزه می‌شود. پس از پاستوریزه شدن در جهت چرخش مخلوط‌کننده برعکس شده و محیط کشت به داخل یک قیف بزرگ به ظرفیت ۰/۷۶ مترمکعب که در سمت راست تصویر قرار گرفته تخلیه می‌شود. لولهٔ روی بالابر برای دمیدن هوای خنک به منظور تسهیل عمل تخلیهٔ محیط رشد ریشه بداخل مخلوط‌کننده پیش از مخلوط شدن بکار می‌رود **پ)** در ادامهٔ این سیستم، محیط رشد ریشه به‌طور اتوماتیک توسط یک تسمه نقاله به ماشین پرکننده گلدان، می‌رسد گلدانها در روی تسمه نقاله ماشین پرکننده را ترک کرده و می‌توان همان‌جا آنها را کاشت و یا در جای دیگر از آنها برای کشت استفاده کرد. **پ)** نمای نزدیکتر از ماشین پرکننده گلدان. خاک اضافی دوباره به قیف روی دستگاه پرکننده، برگردانده می‌شود. این ماشین می‌تواند گلدانها و سینی‌ها را به هر اندازه که باشند پر کند این موضوع شامل قوطیهای ۱۱/۵ لیتری نیز می‌شود.

می‌شود، دکمه‌ای فشار داده می‌شود تا سیستم به‌کار افتاده و قیف دوباره پر شود. تنها چیزی که در این سیستم لازم است این است که مواد خاکی (اجزای تشکیل‌دهندهٔ محیط کشت) که باید در قیف ریخته شوند، تأمین شود.

خلاصه

۱ـ محیط رشد ریشه باید چهار عمل را انجام دهد. الف ـ آب را در خود نگه دارد ب ـ مواد غذایی گیاه را تأمین کند ج ـ اجازه عبور گاز از ریشه به محیط خارج و بالعکس را بدهد د ـ گیاه را به خوبی در خود نگه دارد (مستقر سازد)

خواص مطلوب محیط رشد ریشه در گلخانه عبارتند از:

الف ـ یک محتوای ثابت ماده آلی که در طول رشد از نظر حجمی کاهش چشم‌گیری نیابد، برای گیاهان گلدانی فراهم کنید.

ب ـ دارای ماده آلی با $\frac{C}{N}$ (نسبت کربن به نیتروژن) و میزان تجزیه قابل قبول بوده، به‌طوری که تجمع نیتروژن ایجاد اشکال نکند.

پ ـ برای محیط کشت گیاهان گلدانی وزن مخصوص ظاهری نسبتاً کم برای تسهیل در جابه‌جایی و ارسال باید درنظر گرفت ولی مخلوط نباید آنچنان سبک باشد که توانایی نگهداری و استقرار گیاه را نداشته باشد یعنی وزن مخصوص ظاهری مخلوط باید g/dm^3 ۶۴۰ـ۱۲۰۰ وقتی که میزان رطوبت مخلوط در حد ظرفیت ظرف است، باشد

ت ـ باید حداقل ۱۰ تا ۲۰ درصد حجمی هوا در ظرفیت ظرف در یک گلدان ۱۷ سانتیمتری Azalea type موجود بوده و بدون این‌که به وزن مخصوص ظاهری و تهویه خللی وارد شود محتوی آب در دسترس باید تا حد ممکن زیاد شود.

ث ـ محیط کشت باید دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی (۶ـ۱۵ me/۱۰۰cc) برای نگهداری مواد غذایی دارا باشد

ح ـ بطور کلی PH برای گیاهان کاشته شده در محیط کشت دارای خاک ۶/۲ـ۶/۸ و برای گیاهان کاشته شده در محیط کشت بدون خاک ۵/۴ـ۶ مناسب است ولی برای گیاهانی که خاکهای اسیدی را می‌پسندند PH باید کمتر باشد

چ ـ میزان تمام مواد غذایی به غیر از نیتروژن و پتاسیم باید حداقل تا برداشت یک محصول کافی باشد تا نشانه‌های کمبود این عناصر در گیاه مشاهده نشود

۳ـ نسبتهای متفاوتی از اجزای تشکیل‌دهندهٔ ریشه برای تهیه محیط کشت و استفاده در گلخانه وجود دارد و باید انتخاب اجزای محیط ریشه براساس برآورده کردن چهار عمل محیط ریشه و اقتصادی بودن، دسترسی مستمر و استفاده از حداقل تعداد اجزاء انتخاب شده باشد.

۴ـ تاکنون به‌طور سنتی از محیط کشت دارای خاک در گلخانه‌ها استفاده شده است خاک باعث نگهداری آب و مواد غذایی می‌شود. برای افزایش تهویه به محیط کشت شن دانه‌بندی شده اضافه کرده و پیت ماس برای تقویت نگهداری مواد غذایی و رطوبت که با اضافه کردن شن کم می‌شود، به کار می‌رود.

می‌توان فرمولاسیون استاندارد ۱ قسمت لوم: ۱ قسمت شن: ۱ قسمت پیت ماس را جهت ایجاد بافتهای مختلف تغییر داد.

۵ـ در جایی که دستیابی به خاک یا وزن زیاد آن ایجاد مشکل می‌کند محیط کشت بدون خاک دارای مزیت است. پیت ماس به تنهایی و یا به همراه همان حجم از ورمی‌کیولیت یا شن محیط رشد ریشه مناسبی را می‌سازد. پوست فرآوری شده درختان از انواع کاج گرفته تا چوب درختان پهن‌برگ می‌تواند جزء خوبی از محیط کشت بدون خاک باشد. دو فرمولاسیون مناسب شامل حجمهای مساوی از پوست درخت و ورمی‌کیولیت یا سه بخش پوست و یک بخش پیت ماس و یک بخش شن

درجه‌بندی شده هستند.

۶ـ اصلاح محیط رشد ریشه با سه نوع از مواد غذایی، سنگ آهک دولومیت برای رسیدن به PH مطلوب، سوپرفسفات و مخلوطی از عناصر کم‌مصرف باید صورت گیرد به‌علاوه، باید به محیط کشت بدون خاک عامل مرطوب‌کننده اضافه کرد. اگرچه بعضی از پرورش‌دهندگان و اکثر تولیدکنندگان محیطهای کشت تجارتی، نیتروژن و پتاسیم کافی موجود در محیط کشت را به مدت دو تا چهار هفته در محیط کشت به‌کار می‌برند، ولی این یک امر ضروری نیست (پیشنهادات ویژه در بخش هشتم داده شده‌اند)

۷ـ تهیه و زیر و رو کردن محیط رشد ریشه برای پرورش‌دهنده از لحاظ اقتصادی بسیار مهم است. ممکن است محیط رشد ریشه‌ای را خرید که قبلاً مخلوط شده و از نظر مواد شیمیایی اصلاح و پاستوریزه شده است و به این ترتیب جلوی هزینهٔ قابل توجه کارگر را گرفت. و یا ممکن است توسط خود پرورش‌دهنده تهیه شود. درجات مختلفی از اتوماسیون برای فرمولاسیون و زیر و رو کردن محیط کشت موجود است و باید مورد توجه قرار گیرند.

مرجع

1. Anon. 1983. Tracking down the proper growing media. *Greenhouse Manager* 2(7):55–57, 60–65, 68–69.
2. Baker, K. F., ed. 1957. The U.C. system for producing healthy container-grown plants. Univ. of California Agr. Exp. Sta. and Ext. Ser. Manual 23. Berkeley, CA.
3. Blom, T. J. 1983. Working with soilless mixes. *Florists' Review* 173 (4480):29–34.
4. Boodley, J. W., and R. Sheldrake, Jr. 1982. Cornell peat-lite mixes for commercial plant growing. New York State College of Agr. and Life Sci. Ext. Info. Bul. 43.
5. Bunt, A. C. 1976. *Modern Potting Composts*. University Park, PA; and London: The Pennsylvania State Univ. Press.
6. Coker, E. G. 1971. *Horticultural Science and Soils*. Vol. 2. *Soils and Fertilizers*. London: Macdonald and Co., Ltd.
7. DeBoodt, M., ed. 1974. First symposium on artificial media in horticulture. *Acta Hort.* No. 37.
8. Johnson, P. 1968. *Horticultural and Agricultural Uses of Sawdust and Soil Amendments*. P. Johnson, 3106 Simbar Rd., Bonita, CA 92002.
9. Kelly, J. C., ed. 1978. Symposium on production of protected crops in peat and other media. *Acta Hort.* No. 82.
10. Lemaire, F., ed. 1982. Symposium on substrates in horticulture other than soils in situ. *Acta Hort.* No. 126.
11. Penningsfeld, F., chairman. 1972. Third symposium on peat in horticulture. *Acta Hort.* No. 26.
12. Poincelot, R. P. 1975. The biochemistry and methodology of composting. Connecticut Agr. Exp. Sta. Bul. 754.
13. Potter, C. H. 1971. Bedding plants 6: Choosing a soil: The real thing or a mix? *Florists' Review* 147 (3819):32–33, 71–74.
14. Robinson, D. W., and J. G. D. Lamb, eds. 1975. *Peat in Horticulture*. New York: Academic Press.
15. Van der Borg, H. H., ed. 1975. Symposium on peat in horticulture. *Acta Hort.* No. 50.
16. White, J. W. 1974. Criteria for selection of growing media for greenhouse crops. *Florists' Review* 155 (4009):28–30,. 73–74.
17. _____. 1976. Growing media. In Mastalerz, J. W., ed. *Bedding Plants*, 2d ed., pp. 113–133. Pennsylvania Flower Growers' Assoc., 103 Tyson Bldg., University Park, PA 16802.
18. Wilson, G. C. S., ed. 1980. Symposium on substrates in horticulture other than soils in situ. *Acta Hort.* No. 99.

۶. ضدعفونی محیط کشت

شرایط نیمه‌گرمسیری حاکم بر گلخانه‌ها، موجب رشد عوامل بیماریزای گیاهی می‌شود. محیط گلخانه هرگز یخ نمی‌زند، هوا همیشه مرطوب است و دمای محیط پیوسته گرم می‌باشد. کشت مداوم یک یا چند محصول مشکل بیماریها را تشدید می‌کند زیرا به علت وجود یک میزبان ثابت، شرایط فعالیت ارگانیزمهای بیماریزا فراهم است.

تا پیش از سال ۱۹۵۰، برای مبارزه با امراض ناشی از خاک، محیط کشت گلخانه سالانه یکبار تعویض و با کمپوست یا محیط کشت جدیدی که از کاشت گیاهانی با توالی خاص در خاک مزرعه تهیه‌می‌گردید. (همانگونه که در فصل ۵ داده شده است) جایگزین می‌شد. در طی دهۀ ۱۹۵۰ این روش پرزحمت و وقت‌گیر از رونق افتاد و روش ضدعفونی خاک جایگزین آن شد.

امروزه عمل ضدعفونی محیط کشت در تمام گلخانه‌ها یک روش معمول و استاندارد به‌شمار می‌رود. این عمل، معمولاً هر سال یکبار و در تعدادی از گلخانه‌های تولیدی پس از برداشت هر محصول انجام می‌شود. تعداد دفعات ضدعفونی کردن، بستگی به شیوع بیماری در گلخانه دارد. محیط کشت محصولات نسبتاً کوتاهی نظیر داوودی، لازم است هر ۱۲ تا ۱۶ هفته یک‌بار ضدعفونی شود. تابستان زمان مناسبی برای ضدعفونی محیط

کشت است زیرا، تولید محصولات در سطح پایینی بوده، محیط کشت گرمتر است و چنانچه ضدعفونی با بخار مورد نظر باشد در این زمان کل و یا بخش بیشتر ظرفیت دیگ بخار قابل استفاده می‌باشد.

ضدعفونی محیط کشت، علاوه بر حذف عوامل بیماریزا، در از بین بردن نماتدها، حشرات و علفهای هرز بسیار مؤثر است. کنترل علفهای هرز به‌وسیلهٔ ضدعفونی خاک، برای کشاورزان امری شناخته شده است.

عمل ضدعفونی، معمولاً با واردکردن بخارآب و یا یکی از چندین نوع مادهٔ شیمیایی، از قبیل متیل‌برومید و کلروپیکرین، به داخل محیط کشت صورت می‌گیرد. این دو روش،به‌طور جداگانه متعاقباً شرح داده خواهند شد.

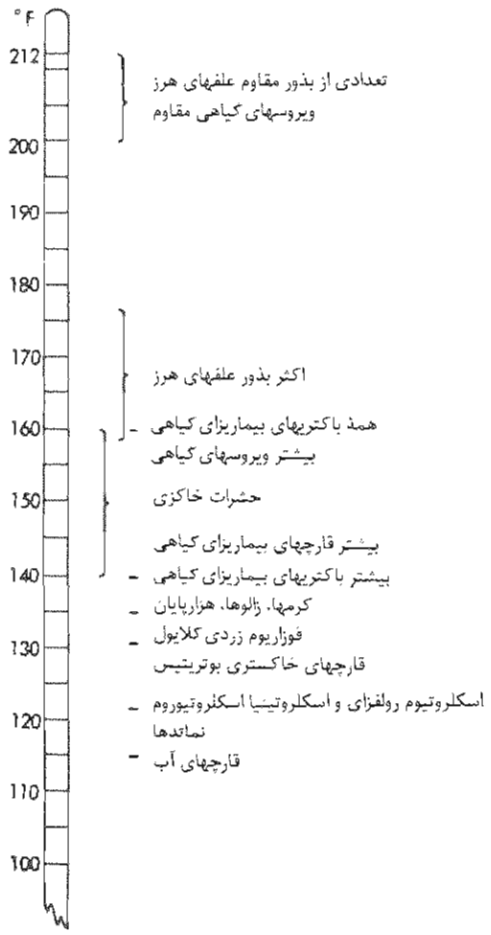
ضدعفونی توسط بخارآب .....

نیازهای حرارتی

هر یک از ارگانیزمهایی که به گیاهان آسیب می‌رسانند، همانگونه که در شکل ۱ـ۶ نشان داده شده است، در شرایط دمایی خاصی از بین می‌روند. به‌طور معمول، بخاردهی به مدت ۳۰ دقیقه، پس از آنکه دمای سردترین نقطهٔ محیط کشت به۷۱°C (۱۶۰°F) رسید، انجام می‌گیرد. از آنجایی‌که در این عمل محیط کشت به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای حداقل ۷۱°C حرارت داده می‌شود، دمای محیط کشت معمولاً تا ۱۰۰°C (۲۱۲°F) یعنی دمای بخارآب افزایش می‌یابد.

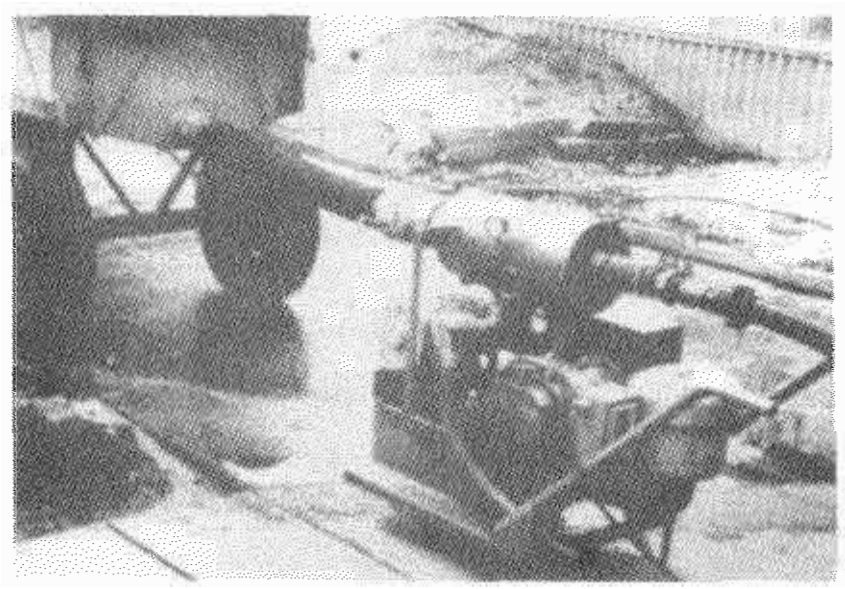
در این فصل عمل ضدعفونی کردن[1] به جای سترون کردن[2] مورد بحث قرار می‌گیرد. زیرا در عمل سترون کردن همهٔ ارگانیزمهای محیط کشت از بین می‌روند، درحالی‌که در ضدعفونی کردن فقط برخی ارگانیزمهای مضر به‌طور انتخابی کشته می‌شوند. در محیط کشت علاوه بر عوامل بیماریزای زیان‌آور، تعداد زیادی ارگانیزم

1- Pasteurization 2- Sterilization



شکل ۱-۶ـ دمای لازم برای کشته شدن عوامل بیماریزا و سایر ارگانیزمهای زیان‌آور گیاهی. اغلب دماهای گفته شده در مدت ۳۰ دقیقه و در شرایط مرطوب مؤثر واقع می‌شوند. (Baker, 1957)

مفید وجود دارد. محیط کشتی که توسط ارگانیزمهای مفید فراوانی اشغال شده است،به سهولت توسط عوامل بیماریزا آلوده نمی‌شود. ارگانیزمهای مفید به دلیل جایگاه مستحکمشان، به‌طور موفقیت‌آمیزی با ارگانیزمهای بیماریزا بر سر اکسیژن، مواد غذایی و فضا به رقابت می‌پردازند و در برابر استقرار ارگانیزمهای بیماریزا مقاومت نشان می‌دهند. ضدعفونی در دمای ۱۰۰°C (۲۱۲°F) موجب نابودی تعداد قابل ملاحظه‌ای از ارگانیزمهای مفید می‌شود. در این وضعیت اگر ارگانیزمهای مفید زودتر در محیط کشت تلقیح شوند مشکلی به وجود نخواهد آمد. اما



شکل ۲ـ۶ـ یک دستگاه تولیدکننده مخلوط بخار ـ هوا که خاک را درمای ۶۰ تا ۷۱ درجهٔ سانتیگراد (۱۴۰ـ۱۶۰ °F) ضدعفونی می‌کند. بخار از یک دیگ بخار وارد آئراتور (پمپ هوادهنده) که در سمت راست قرار دارد می‌شود و هوا نیز به داخل دمیده می‌شود. بخار و هوا درون مخزن مخلوط می‌شوند و سپس از طریق شیلنگی که در سمت چپ قرار دارد به محفظه‌ای که محتوی محیط کشت (خاک) است انتقال می‌یابد. یک دریچهٔ دستی برای تنظیم میزان هوای ورودی به کار می‌رود که در عین حال درجه حرارت مخلوط را نیز کنترل می‌کند. یک دماسنج دمای درون تانک را نشان می‌دهد.

اگر ارگانیزمهای بیماریزا زودتر به محیط راه یابند، به سرعت و بدون هیچ مقاومت و یا رقابتی رشد می‌کنند.

امروزه دستگاهی موجود است که هوا را با بخار مخلوط می‌سازد (شکل ۲ـ۶). مخلوط پس از رسیدن به دمای مورد نظر، که معمولاً پایینتر از ۱۰۰°C (۲۱۲°F) است، به محیط کشت تزریق می‌شود. به‌این‌ترتیب دمای محیط کشت به این درجهٔ مطلوب رسیده و بالاتر نمی‌رود. این سیستم، تحت عنوان دستگاه ضدعفونی توسط بخار هوا[1] نامیده می‌شود. برخی معتقدند که ضدعفونی بهتر است به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۰°C (۱۴۰°F) انجام شود و برخی از تولیدکنندگان در دمای ۷۱°C (۱۶۰°F) به مدت ۳۰ دقیقه این کار انجام می‌دهند. در این شرایط دمایی اغلب ارگانیزمهای زیان‌آور و فقط تعداد بسیار اندکی از ارگانیزمهای مفید از بین می‌روند.

آماده‌سازی محیط کشت

محیط کشت، باید پیش از ضدعفونی شدن کاملاً نرم و قابل نفوذ شود. اگر محیط کشت در سکو قرار دارد باید به وسیلهٔ روتی‌واتور (rototiller) زیر و رو شود. در داخل محیط کشت، انتقال گرما از میان خلل و فرج سریعتر صورت می‌گیرد تا از طریق هدایت ذرات. منافذ بزرگی که در خاک نرم شده وجود دارند موجب تسهیل حرکت بخار می‌شوند؛ ازاین‌رو، طول زمان لازم برای ضدعفونی محیط کشت کوتاهتر می‌شود.

محیط کشت، نباید خشک باشد، زیرا محیط خشک مانند عایق عمل کرده و در برابر انتقال حرارت مقاومت نشان می‌دهد و موجب کندی افزایش دما می‌شود.

1- aerated steam parteurization

با افزودن آب سرعت عمل ضدعفونی کردن بالا می‌رود، اما مقدار آب نباید از حد مورد نیاز بیشتر باشد، زیرا آب زیادی دوباره سرعت ضدعفونی کردن را کاهش می‌دهد. گرمای مورد نیاز برای بالا بردن دمای مقدار معینی آب پنج برابر گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای همان وزن خاک است. از آنجایی‌که همهٔ آب زیادی موجود در محیط کشت نیز باید به دمای مطلوب ضدعفونی کردن برسد، سرعت فرآیند بسیار کند شده و هزینه بالا می‌رود. به عنوان یک قاعدهٔ کلی، میزان رطوبت محیط کشت باید در سطحی باشد که هنگام کاشت یک محصول مورد نیاز است.

بذور برخی از علفهای هرز دماهای نزدیک به ۱۰۰°C (۲۱۲°F) را تحمل می‌کنند. بعضی از آنها عبارتند از: نیلوفر، کیسه کشیش و نوعی گلی راعی.

این مشکل را می‌توان با مرطوب کردن محیط کشت یک یا دو هفته قبل از عمل ضدعفونی کردن برطرف ساخت. وقتی که بذر رطوبت جذب کرده و جوانه می‌زند، به سهولت در دماهای پایینتری نابود می‌شود.

از آنجایی‌که محیط کشت پیش از ضدعفونی باید مخلوط و آماده شود، می‌توان مواد اصلاح‌کننده مختلف شیمیایی و فیزیکی را در این زمان به محیط اضافه کرد. موادی از قبیل سوپرفسفات، آهک، عناصر میکرو، کودهای کامل غیرآلی و کودهای کند آزادشونده همچون Mag Amp^{R} می‌توانند بدون هیچ‌گونه اثر منفی، فرآیند ضدعفونی کردن را تحمل کنند. مصرف کود کند آزادشوندهٔ Osmocote^{R} باید با ملاحظات بیشتری صورت گیرد. این کود تا دمای ۹۴°C (۲۰۰°F) دوام می‌آورد بدون اینکه پوشش آن آسیب ببیند، اما سرعت آزاد شدن آن،ممکن است افزایش یابد.

از ضدعفونی محیط کشتهای دارای Osmocote^{R} باید اجتناب کرد. زیرا ممکن است میزان نمکهای قابل حل در محیط کشت افزایش یابد.

به محیط کشت بستر، لازم است متناوباً مواد آلی از قبیل پیت ماس و پوسته درختان افزوده شود و این کار بهتر است پیش از ضدعفونی محیط کشت، یعنی هنگام نرم کردن آن انجام شود. به‌این‌ترتیب علاوه بر اینکه عمل اختلاط آسانتر صورت می‌گیرد، عوامل بیماریزای احتمالی موجود در آنها نیز از بین می‌روند.

منابع بخار

دمای هر مترمکعب از محیط کشت گلخانه با افزودن ۱/۶MJ یا ۳۸۱Kcal انرژی گرمایی به‌طور متوسط به اندازهٔ ۱°C افزایش می‌یابد. (دمای هر فوت مکعب از محیط کشت با افزودن ۲۴Btu به اندازهٔ ۱°F افزایش می‌یابد.) هر چه دمای اولیهٔ محیط کشت پایینتر باشد، مقدار انرژی حرارتی بیشتری برای ضدعفونی کردن محیط مورد نیاز است. در جدول ۱-۶ انرژی حرارتی مورد نیاز برای رساندن دمای محیط کشت از دماهای مختلف اولیه به ۸۲°C (۱۸۰°F) ارائه شده است.

بازده عمل ضدعفونی با بخار معمولاً حدود ۵۰ درصد است. نصف انرژی حرارتی تولید شده توسط دیگ بخار از طریق خود دیگ، لوله‌های انتقال بخار، دیواره‌های سکوی کاشت و پوشش روی آن هدر می‌رود. بنابراین برای تعیین اندازهٔ دیگ بخار مورد نیاز، باید ارقام موجود در جدول ۱-۶ دو برابر شوند. از آنجایی‌که هر واحد نیروی اسب بخار (hp) معادل ۳۳۴۷۵Btu در ساعت است، ازاین‌رو خاکی به حجم ۶ فوت مکعب با دمای اولیهٔ ۱۸°C (۶۵°F) می‌تواند ظرف مدت یک ساعت با انرژی حرارتی معادل ۱ اسب‌بخار، با درنظرگرفتن بازده ۵۰٪ ضدعفونی شود. این مقدار معادل ۱۲ فوت مربع از سطح سکوی کاشت (برای ضدعفونی یک متر مکعب از محیط کشت، انرژی حرارتی معادل ۲۰۸ MJ یا ۵۰۰۰۰Kcal مورد نیاز است)

ظرفیت دیگهای بخار را می‌توان همچنین برحسب وزن بخار تولید شده (پوند) اندازه‌گیری کرد. وقتی یک پوند آب به بخار تبدیل می‌شود مقداری انرژی حرارتی

جذب می‌کند. حال اگر یک پوند بخار با دمای ۲۱۲°F به ۱ پوند آب یا دمای ۲۱۲°F تبدیل شود، ۹۷۰Btu انرژی حرارتی آزاد می‌شود. حال اگر دمای آب کاهش یابد به ازاء هر درجهٔ فارنهایت کاهش دمای آب، 1Btu انرژی حرارتی آزاد می‌شود. اگر محیط کشت در دمای ۱۸۰°F ضدعفونی شود، دمای آب ۳۲°F کاهش می‌یابد ۳۲Btu انرژی اضافی علاوه بر ۹۷۰Btu مربوط به تغییر حالت آب آزاد می‌شود. بنابراین، ۱ پوند بخار، ۱۰۰۲Btu انرژی برای عمل ضدعفونی کردن فراهم می‌کند. برای ضدعفونی ۱ فوت مکعب محیط کشت، در حدود ۶ پوند بخار مورد نیاز است (۹۶ کیلوگرم بخار به ازاء هر مترمکعب محیط کشت).

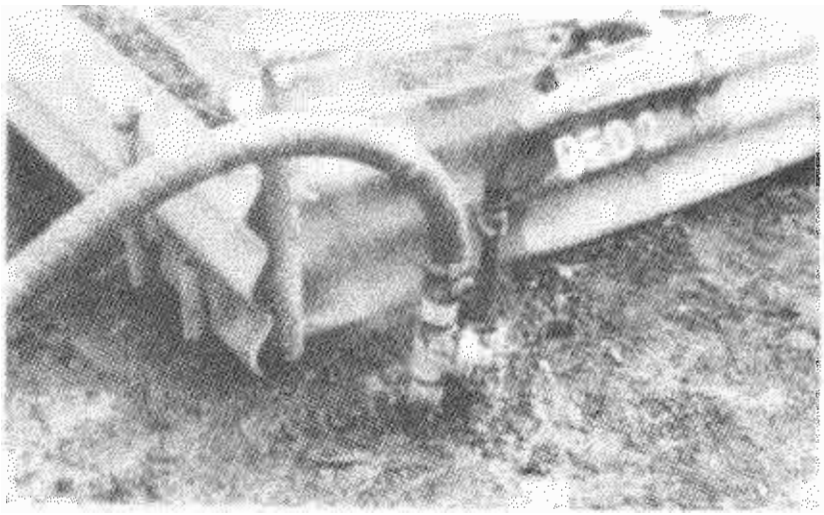
می‌توان از یک دیگ بخار گرم‌کننده گلخانه برای ضدعفونی خاک استفاده کرد. برای تأمین بخار، در محل مناسبی از گلخانه یک لولهٔ سه‌راهی و یک شیر تنظیم جریان بر روی لولهٔ اصلی بخار نصب می‌شود.

هنگام ضدعفونی کردن، بخار نباید تحت فشار زیاد خارج شود. بخار با فشار کمتر از ۶/۹ کیلوپاسکال (kPa) (۱ پوند بر اینچ مربع = psi) درون محیط کشت

جدول ۱-۶- انرژی حرارتی مورد نیاز برای رساندن دمای یک فوت مکعب یا یک مترمکعب از محیط کشت گلخانه با رطوبت ۱۵٪ به ۸۲°C (۱۸۰°F) از دماهای اولیهٔ مختلف.

دمای اولیه °F	حرارت Btu/ft³	دمای اولیه °C	حرارت (Kcal/m³)
۷۰	۲۶۴۰	۲۰	۲۱۸۲۴
۶۰	۲۸۸۰	۱۵	۲۳۵۸۴
۵۰	۳۱۲۰	۱۰	۲۵۳۴۴
۴۰	۳۳۴۰	۵	۲۷۱۰۴
۳۰	۳۶۰۰	۰	۲۸۸۶۴

آزاد می‌شود. فشار درون دیگ بخار موجب رانده شدن بخار از لوله‌ها به محیط کشت می‌شود. برای این منظور، فشار مناسب در دیگ بخار ۷۰-۱۰۰kPa (۱۰-۱۵psi) خواهد بود. واقعیت این است که وقتی بخار تحت فشار قرار می‌گیرد، محتوای انرژی گرمایی آن افزایش می‌یابد. به‌هرحال، افزایش محتوای گرمایی کم است، و یک سیستم فشار بالا باید از جهات گوناگونی توجیه شود (مثلاً توزیع انرژی در مجموعهٔ وسیعی از گلخانه). وقتی که فشار بخار تا ۳۴۵kPa (۵۰psi) افزایش می‌یابد، دما تا حدود ۱۴۷°C (۲۹۷°F) بالا می‌رود و محتوای انرژی حرارتی که کیلوگرم آب به اندازهٔ ۱۶۷KJ یا ۱۶kcal نسبت به محتوای گرمای بخار در فشار صفر بالا می‌رود. (محتوای انرژی حرارتی ۱ پوند آب به میزان ۲۹Btu افزایش می‌یابد).



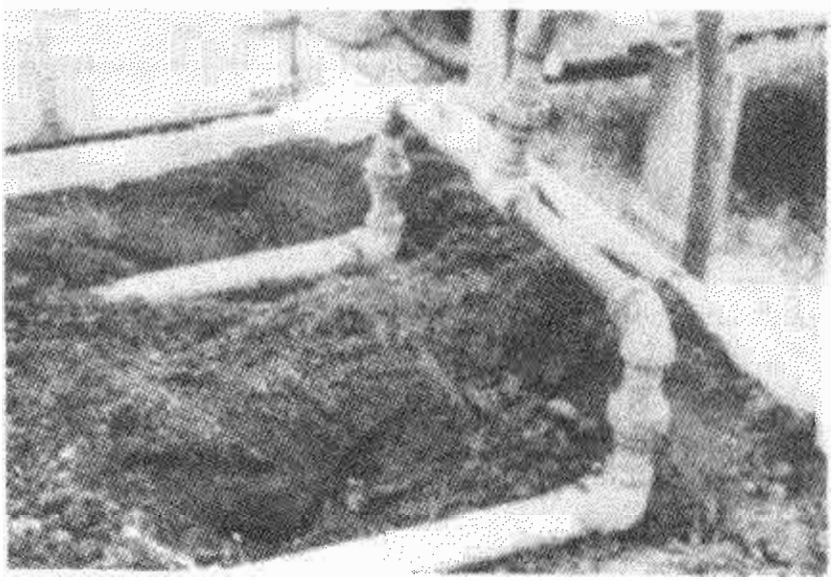
شکل ۳-۶ـ وقتی بخار، به‌وسیلهٔ یک دیگ بخار مرکزی به منظور ضدعفونی محیط کشت ایجاد می‌شود، بهترین راه این است که یک لولهٔ انتقال بخار دایمی برای تأمین بخار در هر گلخانه موجود باشد. در شکل، یک لولهٔ انتقال‌دهندهٔ بخار تحت‌السطحی با لوله‌های عمودی که به‌طور متناوب بخار تولید می‌کند نشان داده شده است. در این سیستم طول شیلنگ بخار وانرژی کار به حداقل می‌رسد.

توزیع بخار

بخار از یک ژنراتور تولید بخار دستی یا لولهٔ اصلی انتقال بخار گلخانه به درون یک شیلنگ بخار کم‌فشار به قطر حداقل ۳۲ میلیمتر (۱/۲۵ اینچ) انتقال می‌یابد. جریان بخار در تمام طول شیلنگ باید پیوسته باشد.

اگر بخار از یک دیگ بخار مرکزی تأمین می‌شود، لازم است در هر بخش از گلخانه شیر تنظیمی برای خروج بخار موجود باشد (شکل ۳-۶).

بخار از طریق لوله‌های سوراخداری که در زیر خاک کار گذاشته شده‌اند در بسترهای کاشت جدید توزیع می‌شود. برای بستری به عرض ۰/۹ متر (۳فوت) یک ردیف لوله و برای بستری به عرض ۱/۲ متر (۴ فوت) دو ردیف لوله در داخل خاک کار گذاشته می‌شود. برای این منظور، می‌توان از لوله‌های مختلف مستعمل استفاده کرد. به منظور پخش بخار، سوراخهای جفتی به قطر ۶-۳ میلیمتر ($\frac{1}{4}$-$\frac{1}{8}$ اینچ) به فواصل ۱۵ سانتیمتر



شکل ۴-۶ـ یک لولهٔ انتقال بخار منشعب با ساختمانبندی ساده. برای ضدعفونی بستری به عرض ۱/۲ متر (۴ فوت) بهتر است از دو لولهٔ انتقال بخار سوراخ شده که درون خاک کار گذاشته شده‌اند استفاده شود.

(۶ اینچ) از یکدیگر در دو سمت لوله ایجاد می‌گردد. انتهای لوله به وسیلهٔ درپوشی بسته می‌شود. برای توزیع بخار از شیلنگ ورودی به لوله‌های دیگر از یک لولهٔ منشعب استفاده می‌شود (شکل ۴-۶)

سابقاً بسیاری از بسترهای کاشت، خصوصاً بسترهای کاشت رز، به شکل V و کف آنهااز بتن ساخته می‌شد. در عمق بستر یک لولهٔ زهکش سفالی به‌طور طولی کار گذاشته می‌شد. در این‌گونه بسترها می‌توان بخار را از طریق این لوله‌ها به درون خاک انتقال داد. به‌این‌ترتیب، تجهیزات مورد نیاز برای نصب سیستمهای ضدعفونی کاهش می‌یابد. بسترهای کاشت بدون کف، مشکلات دیگری دربردارند. مثلاً ممکن است ارگانیزمهای بیماریزا و نماتدها در زیر خاک نرم شده در درون زمین موجود باشند. از آنجایی‌که بخار نمی‌تواند به سرعت به این ناحیهٔ سخت نفوذ کند، عوامل بیماریزا و موجودات زیان‌آور موجود در این فاصله می‌توانند پس از اتمام عمل ضدعفونی به سطوح بالاتر، یعنی محلی که ریشه‌ها در آنجا رشد می‌کنند راه یابند. ازاین‌رو بهتر است، لوله‌های انتقال بخار، کاملاً در زیر خاک نرم شده قرار داده شوند. به‌این‌ترتیب، بخار به بخشهای عمیق‌تر نفوذ کرده و از بالا آمدن نماتدها و سایر موجودات جلوگیری به عمل می‌آید.

محیط کشت سکوهای کاشت بلند را می‌توان هم به کمک لوله‌های انتقال بخار حفر شده در محیط کشت و هم بدون استفاده از آنها ضدعفونی کرد. در صورت استفاده از این لوله‌ها، لازم است آنها را در نصف عمق خاک قرار داد. این بهترین طریقه ضدعفونی است. برخی تولیدکنندگان، بخار را از طریق شیلنگهای پارچه‌ای به قطر ۱۳ سانتیمتر (۵ اینچ) به فضای بین خاک و پوشش روی آن تزریق می‌کنند. وقتی که پوشش روی بستر متورم می‌شود، بخار به سهولت به درون خاک نرم شده نفوذ می‌کند. نصب این سیستم آسانتر از سیستم لوله‌های بخار حفر شده است. اما برای نفوذ بخار به درون خاک زمان طولانی‌تری مورد نیاز است.

سکوهای کاشت خالی را نیز می‌توان با استفاده از شیلنگهای توزیع بخار پارچه‌ای به قطر ۱۳ سانتیمتر (۵ اینچ) ضدعفونی کرد. یک سر شیلنگ به لولهٔ انتقال بخار متصل و محکم بسته می‌شود. سپس آن را روی محیط کشت قرار می‌دهند و انتهای آن را توسط سیمی می‌بندند. پیش از ضدعفونی، لوله را خیس می‌کند تا سرعت انتشار بخار افزایش یابد.

برای ضدعفونی محیط کشت گلدانی بهتر است از واگنهای مخصوصی که در زیر آنها لوله‌های توزیع بخار سوراخ‌دار کار گذاشته شده است و یا کف آنها به منظور توزیع بخار سوراخدار است استفاده شود. شرح این واگنها در فصل ۵ آمده است. در صورت تمایل می‌توان دیواره‌های این واگنها را با شیب کمی به حالت افقی در آورد و آنها را به عنوان سکوی گلدانها مورد استفاده قرار داد.

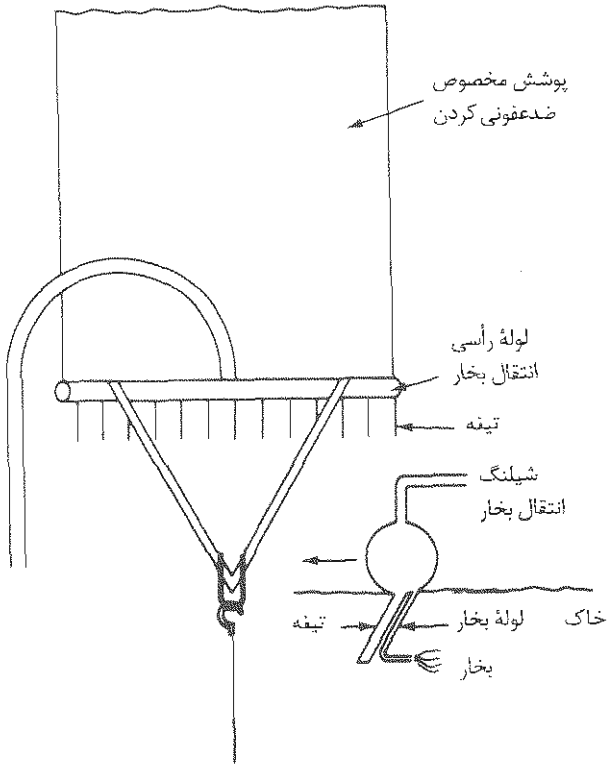
خاک مزرعه را نیز می‌توان به‌وسیلهٔ بخار ضدعفونی کرد، همانگونه که در مزارع تولید داوودی در فلوریدا و کالیفرنیا انجام می‌شود. سریعترین روش این است که به کمک تراکتور به خاک مزرعه متیل بروماید[1] اضافه شود. البته در این عمل عامل بیماری ورتیسیلیوم[2] که یک بیماری شایع و مخرب داوودی در مزارع تولید است از بین نمی‌رود. بخار عامل مؤثری در از بین بردن این بیماری است. دیگ بخار را می‌توان در یک مکان مرکزی ثابت قرار داد و یا بر روی کامیونی مستقر کرده و از مزرعه‌ای به مزرعه‌دیگر جابه‌جا کرد. بخار به‌وسیلهٔ یک شیلنگ از منبع اصلی به چنگک انتقال بخار هدایت می‌شود (شکل ۵-۶). چنگک از یک لولهٔ رأسی[3] به قطر ۱۰ سانتیمتر (۴ اینچ) و طول ۳/۶۵ متر (۱۲ فوت) تشکیل شده است و به وسیلهٔ کابلی عمود بر آن در روی زمین کشیده می‌شود. بر روی لولهٔ رأسی تیغه‌هایی به طول ۴۶-۴۰ سانتیمتر (۱۸-۱۶ اینچ) و به فاصلهٔ ۲۳ سانتیمتر (۹ اینچ) از یکدیگر، قرار دارند که با

1- methyl bromide 2- Verticillium 3- header

کشیده شدن سر چنگک به درون خاک فرو می‌روند. در پشت هر تیغه لولهٔ ظریفی به قطر ۱/۳ سانتیمتر (۰/۵ اینچی) قرار دارد که بخار را از لولهٔ اصلی به درون خاک هدایت می‌کند. چنگک با سرعت ۵۰-۲۵ سانتیمتر در دقیقه (۲۰-۱۰ اینچ در دقیقه) به وسیلهٔ ماشینی در طول مزرعه کشیده می‌شود. به وسیلهٔ چنگک می‌توان زمینی به سرعت ۰/۴ هکتار (۱ اکر) را در مدت ۴۰ تا ۷۰ ساعت کاری ضدعفونی کرد. یک پوشش پلاستیکی مخصوص به پشت لولهٔ رأسی متصل است و با حرکت ماشین در طول مزرعه روی زمین کشیده می‌شود. طول پوشش باید به اندازه‌ای باشد که هر نقطه از زمین را در مدت ۳۰ دقیقه طی کند. طول پوشش برای چنگکی که با سرعت ۵۰ سانتیمتر در دقیقه (۲۰ اینچ در دقیقه) حرکت می‌کند باید ۱۵ متر (۵۰ فوت) باشد. نقش پوشش این است که بخار را درون خاک حفظ کند تا دمای خاک به مدت ۳۰ دقیقه حدود ۷۰°C (۱۶۰°F) نگه داشته شود.

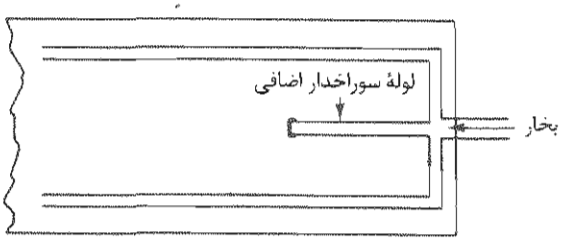
هنگام ضدعفونی محیط کشت سکوی کاشت، پایینترین دما متعلق به آخرین نقطه‌ای است که بخار به آن نفوذ می‌کند و معمولاً نزدیک دیوار خارجی است. دماسنج باید در سردترین نقطه قرار داده شود. عمل ضدعفونی کردن باید تا هنگامی که دمای سردترین نقطه به دمای مطلوب برسد و زمان لازم را سپری کند ادامه یابد. اگر دماسنج در یک نقطهٔ گرم قرار داده شود. عمل ضدعفونی پیش از کشته شدن عوامل بیماریزای موجود در نقاط سردتر، متوقف می‌شود. این نقاط، مرکز نشو و نمای عوامل بیماریزا و انتقال آنها به سایر بخشهای خاک خواهند شد. به علت عدم وجود رقابت، ارگانیزمهای بیماریزا به سرعت پخش می‌شوند. در واقع اگر ضدعفونی اینچنین ناقص انجام شود بهتر است از انجام آن خودداری کرد.

این مشکل را می‌توان با تزریق بخار بیشتر به نقطهٔ سرد سکوی کاشت برطرف کرد. در شکل ۶-۶ سیستم مخصوص این کار نشان داده شده است. در نقطهٔ ورود لولهٔ



شکل ۵-۶ـ یک چنگک توزیع بخار برای ضدعفونی کردن خاک مزرعه ـ بخار از طریق یک شیلنگ به لولهٔ رأسی که طول آن ۳/۶۵ متر (۱۲ فوت) است انتقال می‌یابد. تیغه‌هایی به فاصلهٔ ۲۳ سانتیمتر (۹ اینچ) از یکدیگر تا عمق ۴۶-۴۰ سانتیمتر (۱۸-۱۶ اینچ) درون خاک فرو می‌روند. لوله‌های کوچکی که پشت تیغه‌ها قرار دارند بخار را تا عمق تیغه‌ها درون خاک تزریق می‌کنند. یک پوشش مخصوص به پشت چنگک متصل است و دنبال آن بر روی زمین کشیده می‌شود تا دمای خاک را به مدت ۳۰ دقیقه بالا نگهدارد. این چنگک اغلب به وسیلهٔ یک کابل و ماشین در سطح مزرعه حرکت داده می‌شود.

انتقال بخار به محیط کشت، یک قطعه لولهٔ کوتاه به‌طور موازی به لولهٔ انتقال مرتبط می‌شود. این قطعه لولهٔ اضافی که تا $\frac{1}{3}$ طول بستر امتداد می‌یابد، دارای تعداد زیادی سوراخ است که به صورت جفت در دو سمت لوله وبه فاصلهٔ ۵ سانتیمتر (۲ اینچ) از یکدیگر قرار دارند.



شکل ۶-۶ـ یک لولهٔ انتقال بخار سوراخدار اضافی (در مرکز بستر) که برای تزریق بخار بیشتر به سردترین نقطهٔ انتهایی بستر به‌کار می‌رود تا از افزایش زمان عمل ضدعفونی جلوگیری شود.

انواع پوشش Covers

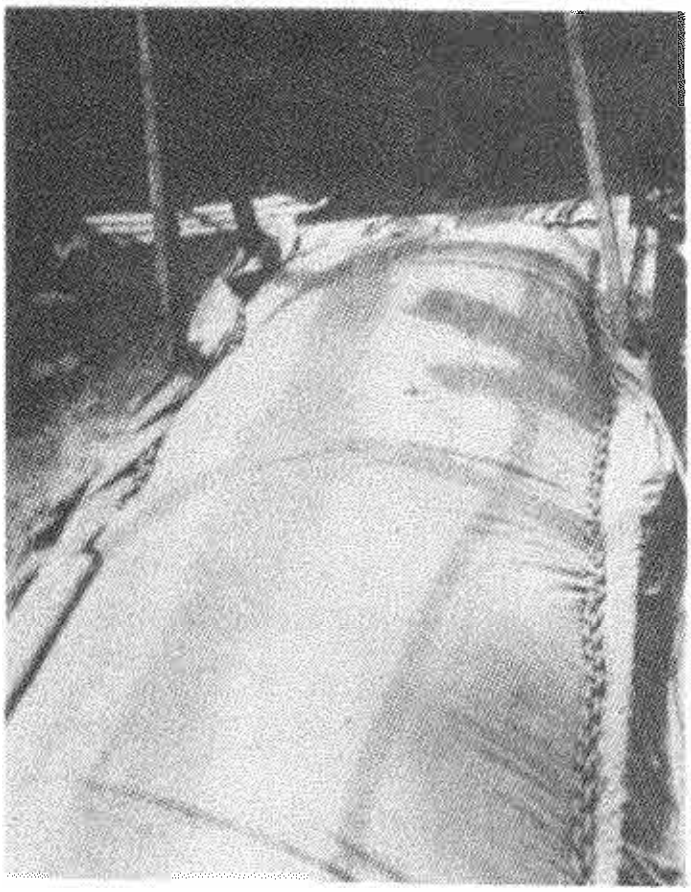
بدون وجود پوشش، بخار بسرعت صعود کرده و از سطح محیط کشت فرار می‌کند و به‌این‌ترتیب تأثیر بخار کاهش می‌یابد. در ضمن عمل ضدعفونی، یک پوشش بر روی محیط کشت کشیده می‌شود تا بخار را در سطح بستر کاشت حفظ کند و به‌علاوه درجه حرارت را افزایش دهد.

به‌طورکلی سه نوع پوشش موجود است: پلی‌اتیلن[1]، وینیل[2]، و نایلون دارای پوشش نئوپرن[3]. طول عمر متوسط پلی‌اتیلن نسبت به سایرین کوتاهتر است اما قیمت آن ارزانتر است. پلی‌اتیلن را می‌توان در یک فصل ضدعفونی چندین بار مورد استفاده قرار داد، اما نمی‌توان آن را برای فصل بعد نگاه داشت. پوششهای وینیل بسیار معمول بوده و معمولاً انواع با ضخامت ۰/۲ میلیمتر آنها بیشتر خریداری می‌شود. طبق ادعای شرکتهای تولیدکننده، می‌توان آنها را ۲۵ بار مورد استفاده قرار داد. در واقع اگر این پوششها به روش درستی به‌کار برده شوند و به‌دور از نور آفتاب نگهداری شوند، بیشتر دوام خواهند آورد. اشعهٔ ماوراء بنفش موجب تخریب پلاستیک وینیل می‌شود. بادوامترین پوششها، نایلونهای دارای پوشش نئوپرن می‌باشند که بنابر ادعای تولیدکنندگان آنها تا ۱۰۰ بار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1- Polyethylene 2- Vinyl 3- neoprenecoated nylon

اگر این نایلونها پس از هر بار استفاده خشک وبادقت نگهداری شوند تا بیش از ۲۰۰ بارنیز می‌توان ازآنها استفاده کرد.

اگر دیواره‌های خارجی سکوی کاشت صاف باشد، نیازی به بستن پوشش به آن نمی‌باشد. پوشش را از اطراف دیواره‌های سکو به اندازهٔ ۳۰ سانتیمتر (۱ فوت) یا بیشتر آویزان می‌کنند. به محض اینکه بخار با سطح داخلی پوشش تماس پیدا کرد، متراکم شده و آن را مرطوب می‌سازد. لایهٔ آبی که بین سطح رویی بستر و سطح داخلی پوشش تشکیل می‌شود موجب می‌گردد این دو سطح به یکدیگر بچسبند و هنگام تزریق بخار از بلند شدن پوشش جلوگیری می‌کند. سکوهایی که دارای پایه‌های خارجی یا بلوکهای جانبی زبر و ناهموار هستند، لازم است پوشش



شکل ۷-۶ـ اگر دیوارهٔ خارجی بستر یا سکوی کاشت ناهموار، ناصاف یا کوتاه باشد، لازم است برای جلوگیری از بلند شدن پوشش به وسیلهٔ بخار زیر آن را به بستر محکم کرد. ساده‌ترین روش، قرار دادن اشیاء سنگین از قبیل زنجیر یا لوله بر روی آن است.

بـر روی آنـها مـحکم شـود. سـاده‌ترین روش ایـن است کـه یک زنـجیر یـا هـر شـیئی سـنگین دیگـری را بـر روی پـوشش در مـقابل دیـواره‌هـای داخـلی سکـو قـرار داد (شکل ۷-۶). برای این مـنظور مـی‌توان از لوله‌هـای پـلاستیکی مـخصوصی کـه از آب پر می‌شوند نیز استفاده کـرد. بـرخـی تـولیدکنندگان بـا قـرار دادن صـفحات چـوبی بـر روی پوشش بستر و محکم نمودن آنها تـوسط گـیره، پـوشش را ثـابت نگـه مـی‌دارنـد. برخی دیگر، که از سکوهای چـوبی اسـتفاده مـی‌کنند، یک نـوار چـوبی در هـر حـاشیهٔ بسـتر بـر روی پـوشش قـرار مـی‌دهند و بـه‌وسیلهٔ مـیخ نـوار چـوبی را بـه سکـو مـحکم می‌کنند. این عمل موجب سوراخ شدن پوشش می‌شود و بنابراین توصیه نمی‌شود.

سی دقیقه پس از دسـتیابی به دمای ۷۱°C (۱۶۰°F)، بخار قطع می‌شود. در عرض چند دقیقه پوشش به سطح محیط کاشت می‌چسبد. سپس می‌توان آن را با احـتیاط جمع کرد. وقتی که دمای محیط کشت به اندازهٔ کافی پایین آمد، بذور و گیاهان جوان را می‌توان در آن کاشت. سرعت خنک شدن محیط کشت بستگی به عمق و میزان رطوبت آن داشته و حدود ۴ الی ۸ ساعت به‌طول می‌انجامد. محیط کشتی که به وسیلهٔ بـخار هوا داده شده ضدعفونی شده است را می‌توان پس از برداشتن پـوشش بـا عـبور دادن هوای خنک حاصل از دستگاه هوادهنده (aerator) به مدت ۳۰ دقـیقه، بسـیار سـریع خنک کرد.

مشکلات پس از بخاردهی

در نتیجهٔ عمل ضدعفونی بخار دو نوع مسمومیت ممکن است به‌وجود آید:

ـ مسمومیت منگنز

ـ مسمومیت آمونیوم

مسمومیت منگنز: بسیاری از خاکها، دارای مقادیر زیادی منگنز می‌باشند. خوشبختانه

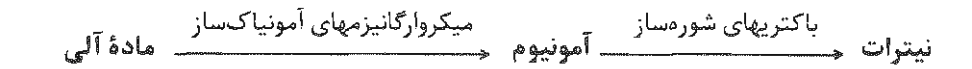
مقدار کم اما بسنده‌ای از آن برای گیاهان قابل استفاده است و قسمت بیشتر آن به شکل غیرقابل جذب می‌باشد. ضدعفونی توسط بخار موجب تبدیل منگنز غیرقابل جذب به شکل قابل جذب می‌شود. هرچه زمان بخاردهی طولانی‌تر باشد، منگنز بیشتری به صورت قابل جذب درمی‌آید و احتمال خطر مسمومیت منگنز افزایش می‌یابد. بنابراین محیط کشتهایی که از خاک مزرعه تشکیل یافته‌اند، باید در دمای توصیه شده و در زمان مورد نیاز، یعنی در مدت ۳۰ دقیقه، ضدعفونی شوند. محیط کشتهای بدون خاک چنین مشکلی را دربر ندارند زیرا در ترکیب آنها مقدار ناچیزی منگنز به‌کار رفته است. مقادیر زیاد منگنز در گیاه به خودی خود، سمی بوده و موجب سوختگی نوک برگهای مسن می‌شود. وجود منگنز زیاد در محیط کشت مانع جذب آهن به‌وسیلهٔ ریشه می‌شود. در واقع مشکل کمبود آهن عموماً ناشی از مقادیر زیاد منگنز قابل جذب در محیط است.

مسمومیت آمونیوم: محیط کشتهایی که دارای مواد آلی غنی از نیتروژن می‌باشند طی فرآیند ضدعفونی، آمونیوم تولید می‌کنند. ممکن است آزاد شدن آمونیوم به مدت چند هفته ادامه یابد. کودهای دامی، تورب کاملاً پوسیده، خاک‌برگ و کمپوستها از جملهٔ این محیط کشتها می‌باشند. میکروارگانیزمها به علت وجود کربن، نیتروژن و دیگر عناصر موجود در مواد آلی از آنها تغذیه می‌کنند. وقتی مادهٔ آلی دارای مقادیر فراوانی از نیتروژن باشد، مقدار زیادی از نیتروژن آزاد می‌شود و به مصرف گیاه می‌رسد. همانگونه که در شکل ۶.۸ نشان داده شده است، میکروارگانیزمهای آمونیاک‌ساز[1]، نیتروژن موجود در مادهٔ آلی را به نیتروژن آمونیاکی تبدیل می‌کنند. سپس باکتریهای شوره‌ساز[2] نیتروژن آمونیاکی را به نیتروژن نیتراتی تبدیل می‌کنند.

اکثر گیاهان در محیط کشتی که محتوی مخلوط آمونیوم و نیترات است به بهترین

1- Ammonifying microorganisms

2- Nitrifying bacteria



شکل ۸-۶ـ مواد آلی که غنی از نیتروژن هستند حین ضدعفونی شدن با بخار یا مواد شیمیایی، می‌توانند مسمومیت آمونیومی ایجاد کنند. نیتروژن موجود در مواد آلی در اثر فعالیت میکروارگانیزمهای آمونیاک‌ساز، از قبیل باکتریها، قارچها و آکتینومیستها، به صورت آمونیوم آزاد می‌شود. باکتریهای شوره‌ساز نیز به نوبهٔ خود آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند. در حین ضدعفونی کردن جمعیت هر دو نوع میکروارگانیزم فوق کاهش می‌یابد. ارگانیزمهای آمونیاک‌ساز، پیش از ارگانیزمهای شوره‌ساز، دوباره تعدادشان افزایش می‌یابد. در خلال این مدت، گیاهان در معرض مسمومیت آمونیوم قرار می‌گیرند.

نحوی رشد می‌کنند. بسیاری از گیاهان ممکن است در محیطهایی که فقط دارای آمونیوم هستند آسیب ببینند (مانند بنت‌القنسول و رز) و یا رشد ضعیفی داشته باشند. در شرایط عادی آمونیوم دائماً توسط باکتریهای خاک به نیترات تبدیل می‌شود و به‌این‌ترتیب همیشه مخلوطی از این دو، در خاک وجود دارد. طی فرآیند ضدعفونی کردن باکتریهای آمونیاک‌ساز و شوره‌ساز از بین می‌روند. در عرض چند هفته، جمعیت باکتریهای آمونیاک‌ساز افزایش می‌یابد. این باکتریها، مقادیر زیادی آمونیوم از مواد آلی آزاد می‌کنند. سه تا شش هفته پس از ضدعفونی، جمعیت باکتریهای شوره‌ساز به اندازه‌ای می‌رسد که می‌توانند آمونیوم تولید شده را به نیترات تبدیل کنند. در خلال این مدت، یعنی دو تا شش هفته پس از ضدعفونی، مقادیر سمی آمونیوم ممکن است افزایش یابد. بر اثر این سمیت، ریشه‌ها صدمه دیده، رشد گیاهان متوقف می‌شود و رأس آنها خمیده می‌شود. سپس، به علت آسیب دیدن ریشه‌ها، هر نوع کمبود مواد غذایی ممکن است به‌وجود آید. وقتی که جمعیت باکتریهای شوره‌ساز افزایش می‌یابد، مقادیر زیادی از آمونیوم به نیترات تبدیل می‌شود. نیترات برای گیاهان سمیت کمتری داشته و به سهولت توسط آبیاری شسته شده و از محیط ریشه دور می‌شود. از آنجایی‌که میزان آمونیوم و نیترات در این زمان کاهش می‌یابد و نیز با توجه به این واقعیت که بسیاری از

گیاهان مقادیر بالاتر نیترات را در مقایسه با آمونیوم می‌توانند تحمل کنند، مشکل مسمومیت در این مرحله به اتمام می‌رسد. علت اصلی این مسأله که در دهۀ ۱۹۵۰ با ترویج عمل ضدعفونی، کودهای حیوانی توسط پیت‌ماس جایگزین شد این است که پیت‌ماس به لحاظ دارا بودن نیتروژن کمتر و نیز سرعت تجزیۀ کم، سبب بروز مسمومیت آمونیوم نمی‌شود.

سومین مشکلی که در اثر بخاردهی بیش از حد در محیط کشت ایجاد می‌شود توجه زیادی را به خود جلب می‌کند ولی چندان زیانبار نمی‌باشد. به دنبال کاهش رقابت میکروارگانیزمها در اثر ضدعفونی بیش از حد (دمای بیش از حد بالا یا زمان طولانی)، قارچ Pezziza ostrachoderma تودۀ بزرگ مشخصی ایجاد می‌کند. این قارچ اسپورهایی بر روی سطح محیط کشت تولید می‌کند که در ابتدا سفیدرنگ بوده و سپس به زرد و قهوه‌ای تغییررنگ می‌دهند. قارچ Pyronema sp. اسپورهای صورتی‌رنگ ایجاد می‌کند. این قارچها به گیاهان حمله نمی‌کنند، اما حضور آنها در محیط کشت نشان‌دهندۀ این واقعیت است که هر ارگانیزم بیماریزایی می‌تواند، به‌آسانی در محیط کشتی که به علت ضدعفونی بیش از حد، رقابت میکروارگانیزمها در آن متوقف شده است، استقرار یابد.

ضدعفونی شیمیایی

تولیدکنندگانی که امکان استفاده از ژنراتور تولید بخار دستی را ندارند و یا نمی‌خواهند بنا به دلایلی، این سیستم را به‌کار گیرند، از مواد شیمیایی برای ضدعفونی محیط کشت خود استفاده می‌کنند. تولیدکنندگانی که در مزرعه محصول (غیر از داوودی) به عمل می‌آورند، به ارزش ضدعفونی کردن با مواد شیمیایی پی برده‌اند زیرا این روش در مقایسه با روش ضدعفونی بخار، ارزانتر و سریعتر است.

ضدعفونی با مواد شیمیایی در کنار مزایای فوق، معایبی نیز دربردارد. محیط کشتهایی که با استفاده از مواد شیمیایی ضدعفونی شده‌اند نمی‌توانند تا ۱۰ روز برای کاشت گیاهان جوان مورد استفاده قرار گیرند. برای پرورش گلهای بریده مخارج اضافی مربوط به عمل ضدعفونی کردن همواره وجود دارد. مواد شیمیایی برای انسان زیان‌آور بوده و باید با دقت و با رعایت نکات ایمنی مصرف شوند. از بخارآب و فنیل‌برومید می‌توان برای ضدعفونی محیط کشت گلخانه‌ای که محتوی گیاهان است، استفاده کرد اما امکان استفاده از کلروپیکرین (Chlorpiclin) در این گلخانه‌ها وجود ندارد. بازامید Basamid^R (و همچنین Mylone^R، Microfume^R و Crag^R) که با نام DMTT یا داسومت (dasomet) شناخته می‌شود، اگرچه در چند کشور استفاده می‌شود، اما در آمریکا به دلیل طولانی بودن فاصلهٔ زمانی بین استعمال و کاشت (سه تا چهار هفته)، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

متیل‌برومید

متیل برومید با نامهای تجاری گوناگون و در ترکیبات مختلف کلروپیکرین موجود است. متیل برومید برای انسان فوق‌العاده خطرناک است و ازاین‌رو برای جلوگیری از خطر، مقدار اندکی (معمولاً ۲ درصد) گاز اشک‌آور (کلروپیکرین) به آن اضافه می‌کنند. متیل‌برومید در قوطیهای ۴۵۴-۶۸۰ گرمی (۱ و ۱/۵ پوندی) و سیلندرهای بزرگتر مخصوص حمل بر روی تراکتور، عرضه می‌شود. این ماده در شرایط تحت فشار به صورت مایع بوده و هنگام آزاد شدن به شکل گاز پخش می‌شود. متیل‌برومید بر روی ارگانیزمهای بیماریزا، حشرات، نماتدها و بذور علفهای هرز مؤثر است.

محیط کشت در ابتدا باید کاملاً نرم شود تا قابلیت نفوذ آن افزایش یابد و رطوبت آن نیز باید در حد رطوبت لازم برای کاشت گیاهان باشد. اگر دمای محیط کشت ۴°C (۴۰°F) و یا کمتر باشد، گازدهی نباید صورت گیرد. هنگام ضدعفونی دمای محیط کشت

بهتر است ۱۰°C (۵۰°F) یا بالاتر باشد. برای ضدعفونی محیط کشت گلدانی، آن را درون ظرف یا بر روی سکو می‌ریزند. ارتفاع محیط کشت ترجیحاً نباید بیش از ۳۰ سانتیمتر (۱ فوت) باشد. سپس قوطیهای متیل‌بروماید را نزدیک توده یا سکو قرار می‌دهند. میزان استعمال متیل‌بروماید برای هر مترمکعب از محیط کشت ۶۰۰ گرم (۱ پوند برای هر یاردمکعب) است. همانطورکه در شکل ۹ـ۶ نشان داده شده است، هر قوطی در درون یک اپلیکاتور کارگذاشته می‌شود. یک لوله پلاستیکی از اپلیکاتور بر روی محیط کشت امتداد می‌یابد و سر آن در ظرف روبازی قرار داده می‌شود تا مایع خارج شده از قوطی درون آن جمع شود. مایع در این ظرف، به سرعت تبخیر می‌شود. اگر متیل‌بروماید به صورت مایع به محیط کشت راه یابد، چندین روز طول می‌کشد تا تبخیر شود و در این مدت گیاه آسیب خواهد دید. سپس با استفاده از یک پوشش پلی‌اتیلن، روی توده محیط کشت یا سکو را می‌پوشانند. با قرار دادن چندگلدان گلی مستقیماً بر روی محیط کشت می‌توان پوشش را کمی بالا نگهداشت تا گاز تمام سطح را فراگیرد. برای محکم کردن پوشش روی محیط کشت جسم سنگینی بر روی حاشیهٔ آن قرار می‌دهند.

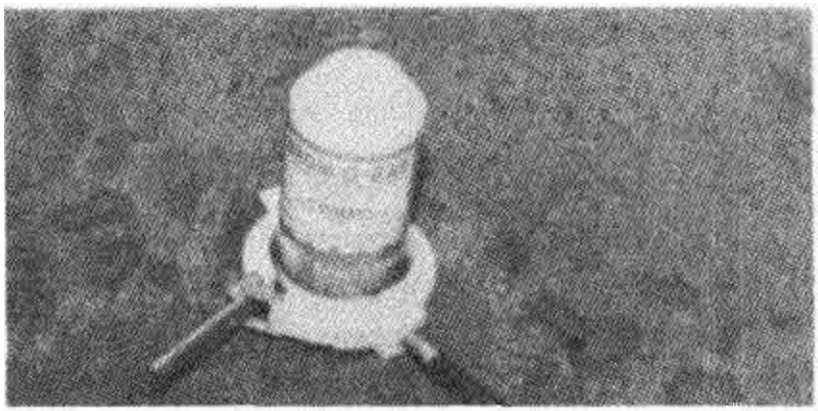
وقتی محیط کشت آماده شد، دستهٔ اپلیکاتور را می‌بندند. با انجام این کار یک میلهٔ توخالی درون قوطی فرو می‌رود، و متیل‌بروماید داخل آن آزاد شده و به فضای بین محیط کشت و پوشش پلی‌اتیلن راه می‌یابد. روش دیگر آزادسازی متیل‌بروماید، استفاده از یک سینی پلاستیکی و لوله‌های توخالی زیر آن است. قوطیها بر روی میله‌ها قرار داده می‌شوند. سپس سینی را بر روی محیط کشت قرار می‌دهند و یک پوشش پلاستیکی بر روی محیط کشت و سینی پهن می‌کنند. با فشار آوردن به قوطیها از بیرون پوشش، محتویات آنها خارج می‌شود.

در دمای ۱۵°C (۶۰°F) یا بیشتر، محیط کشت زیر پوشش لازم است حداقل به مدت ۲۴ ساعت تحت تأثیر گاز قرار گیرد. اگر دما پایینتر، یعنی حدود ۱۰°C (۵۰°F) باشد زمان لازم برای ضدعفونی به ۴۸ ساعت افزایش می‌یابد. پس از انجام این عمل پوشش

روی محیط کشت را برمی‌دارند و به مدت ۲۴ ساعت (۴۸ ساعت در دمای ۱۰°C) آن را در معرض هوا قرار می‌دهند. سپس می‌توان محیط کشت را به محل اصلی خود انتقال داد. سه روز پس از هوادهی می‌توان نسبت به کاشت بذور اقدام کرد. اما قلمه‌ها نباید زودتر از ۷ تا ۱۰ روز در محیط کاشته شوند.

از استعمال متیل‌برومید در گلخانه‌هایی که گیاه در آنها قرار دارد باید دوری کرد؛ مگر اینکه در حین عمل، تهویه کامل صورت گیرد. از آنجایی‌که انواع میخک‌ها حتی به غلظتهای‌بسیار کم این ماده حساس می‌باشند، ازاین‌رو از این ماده نباید برای ضدعفونی محیط کشت این محصول استفاده کرد. گل‌کلم، سلوی و گل میمون ممکن است در محیط کشتهایی که به‌طور کامل هوادهی نشده باشند متحمل اختلالات رشد می‌شوند.

در مزرعه، متیل‌برومید به وسیلهٔ تراکتور استعمال می‌شود. گاز تحت فشار در سیلندر، از طریق لوله‌های پلاستیکی به یک ردیف تیغه که به فاصلهٔ ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر (۶ تا ۸ اینچ) در پشت تراکتور قرار دارند انتقال می‌یابد و (شکل ۱۰-۶) از



شکل ۹-۶ـ اپلیکاتور مخصوص قوطیهای کوچک متیل‌برومید ـ قوطی در درون یک حلقه قرار داده می‌شود. با سفت کردن حلقه، یک میلهٔ توخالی قوطی را سوراخ می‌کند. متیل‌برومید تحت فشار مایع به محض خارج شدن از قوطی به صورت گاز درآمده و از طریق لولهٔ پلاستیکی به تودهٔ محیط کشت راه می‌یابد. میزان مصرف متیل‌برومید برای هر مترمکعب محیط کشت ۶۰۰ گرم است.

پایین تیغه‌ها، یعنی در عمق ۱۵-۱۰ سانتیمتری (۶-۴ اینچ)، آزاد می‌شود. یک رُل پوشش پلی‌اتیلن نیز به پشت تراکتور بسته می‌شود. در ابتدای مسیر، سر پوشش پلی‌اتیلن به وسیلهٔ دیسکی که به تراکتور متصل‌اند زیر خاک مدفون و به‌این‌ترتیب محکم می‌شود. همزمان با حرکت تراکتور در طول مزرعه، رُل باز می‌شود. دوام این قبیل پوششها تا بیش از ۱۰ سال تخمین زده می‌شود. با استفاده از یک تراکتور و سه نیروی انسانی می‌توان زمینی به وسعت ۲ هکتار (۵ اکر) را در عرض یک روز ضدعفونی کرد.

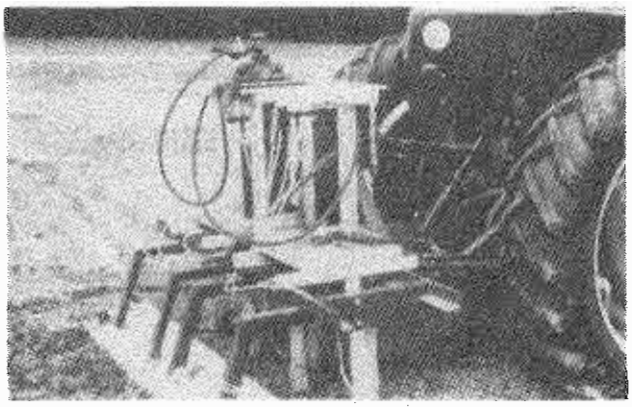
دستگاه ارزان‌قیمت‌تر دیگری موجود است که دو حاشیه جانبی ورقهٔ پلاستیکی را زیر خاک مدفون می‌کند. در اینصورت دیگر نیازی به چسب‌کاری نیست. این دستگاه در هر نوبت زمینی به طول ۲/۷۵ متر (۹ فوت) را ضدعفونی کرده و پوشش می‌دهد. پس از چند روز که گاز کاملاً در خاک اثر کرد، پوشش پلاستیکی برداشته می‌شود و عمل در قسمتهای دیگر زمین تکرار می‌شود.

سایر موارد مورد نیاز برای ضدعفونی خاک مزرعه عبارتند از ۱/۷ رُل ورقهٔ پلی‌اتیلن به ابعاد ۹۱۴m × ۳/۲m (۳۰۰۰ft × ۱۰/۵ft) و به ضخامت ۰/۰۲۵ میلیمتر (۱mil) و ۱۵۰ کیلوگرم (۳۲۵ پوند) متیل‌برومید فعال. در صورت استفاده از روش اول حدود ۲۸ لیتر چسب برای هر جریب زمین (جریب = ۴۰۴۷ مترمربع) مورد نیاز است.

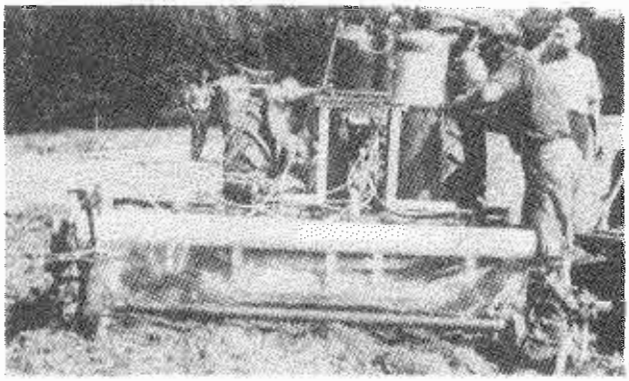
متیل‌برومید نیز جمعیت باکتریهای آمونیفیکاسیون و شوره‌ساز را کاهش می‌دهد. چنانچه محیط کشت دارای مادهٔ آلی غنی از نیتروژن با سرعت تجزیه بالا باشد، باز هم مشکل سمیت ناشی از نیتروژن آمونیاکی رخ می‌دهد.

کلروپیکرین

این مادهٔ ضدعفونی‌کننده که تحت عنوان «گاز اشک‌آور» شناخته می‌شود به‌طور معمول برای پرورش انواع میخک مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلروپیکرین را نمی‌توان



الف



ب

پ

شکل ۱۰-۶ـ در این شکل تراکتور مجهز به دستگاه تزریق گازهای شیمیایی ضدعفونی‌کننده به خاک مزرعه، نشان داده شده است. **الف**) تیغه‌ها درون خاک فرو می‌روند. در پشت هر تیغه لوله‌ای قرار دارد که از طریق آن گاز به داخل خاک انتقال می‌یابد. شیارهای ایجاد شده به وسیلهٔ تیغه‌ها، توسط چنگکی متعاقباً پوشانده می‌شود **پ**) یک رُل ورقهٔ پلی‌اتیلن به پشت دستگاه متصل است. در آغاز مسیر، سر ورقهٔ پلی‌اتیلن در زیر خاک مدفون می‌شود. همزمان با حرکت تراکتور در طول زمین، رُل باز می‌شود. **پ**) یک سر ورقه به وسیلهٔ دیسک در زیر خاک محکم شده و سر دیگر آن به ورقهٔ رُل بعدی چسبانده می‌شود. مزرعه‌ای به وسعت ۲ هکتار را می‌توان با استفاده از سه نیروی انسانی و یک تراکتور در یک روز ضدعفونی کرد.

در گلخانه در مجاورت گیاهان به‌کار برد. اشکال دیگر این ماده در محیط کشت، نفوذ ضعیف آن به بافتهای گیاهی است.

کلروپیکرین به میزان ۳۲cc ($3cc/ft^3$) برای هر مترمربع از سطح سکو یا مزرعه و ۱۴۸cc برای هر مترمعکب ($\frac{cc}{ft^3}$ ۳-۵) از توده محیط کشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در گلخانه کلروپیکرین به وسیلهٔ تزریق‌کننده‌های دستی به محیط کشت تزریق می‌شود. برای انجام این کار میله‌ای که در پایین دستگاه قرار دارد به وسیلهٔ فشار پا به داخل محیط کشت فرو می‌رود. با این عمل، ۳cc از کلروپیکرین مایع از انتهای میله خارج می‌شود. محیط کشت به توده‌های ۳۰ سانتیمتری (۱۲ اینچ) تقسیم می‌شود و دستگاه تزریق‌کننده در هر یک از توده‌ها فرو می‌رود. سپس سکو یا تودهٔ محیط کشت به وسیلهٔ پوشش پلی‌اتیلن پوشانده می‌شود. در مزرعه کلروپیکرین به وسیلهٔ تراکتورهای مجهز به دستگاه تزریق‌کننده به‌کار می‌رود و سطح مزرعهٔ ضدعفونی شده به‌وسیلهٔ پوشش پلی‌اتیلن پوشش داده می‌شود.

از مصرف کلروپیکرین در محیط کشتهایی که دمای آنها کمتر از ۱۵°C (۶۰°F) است باید خودداری کرد؛ مناسبترین دمای محیط کشت برای ضدعفونی ۲۱°C (۷۰°F) است. در این دما زمان تأثیر ماده شیمیایی یک تا سه روز است. اگر دمای محیط کشت ۱۵°C باشد مدت تأثیر ماده باید طولانی‌تر باشد. پیش از کاشت گیاهان لازم است محیط کشت به مدت ۷ تا ۱۰ روز هوادهی شود.

تست تعیین بقایای مواد شیمیایی

مواد شیمیایی ضدعفونی کننده در محیط کشتهای مرطوب، سنگین و سرد طی عمل هوادهی به کندی آزاد می‌شوند. تولیدکننده پیش از اقدام به کاشت گیاهان باید اطمینان حاصل کند که میزان مواد، باقیماندهٔ شیمیایی، پایینتر از حد زیانبار برای

گیاهان است. برای تشخیص این مسئله می‌توان از «تست کاهو» استفاده کرد. روش آزمایش به شرح ذیل است:

۱ـ در چند ظرف شیشه‌ای به اندازهٔ $\frac{۳}{۴}$ حجم آنها از محیط کشت ضدعفونی شده ریخته می‌شود. از آنجایی‌که رطوبت محیط کشت باید در حد رطوبت لازم برای کاشت گیاهان باشد، آنها را کمی مرطوب می‌سازند.

۲ـ برای هر محیط کشت یک تکه پارچهٔ نخی جاذب رطوبت به اندازهٔ ۶ سانتیمترمربع (۱ اینچ مربع) قرار می‌دهند و بر روی هر یک از این پارچه‌ها ۱۵ـ۱۰ عدد بذر کاهو را که قبلاً به مدت ۳۰ دقیقه در آب خیسانده شده‌اند می‌گذارند.

۳ـ درب شیشه‌ها را سریعاً بسته و آنها را در محلی که دمای آن هم‌اندازهٔ دمای اتاق و با روشنایی کافی است قرار می‌دهند (بعضی از بذور کاهو در تاریکی جوانه نمی‌زنند).

۴ـ در چند ظرف شیشه‌ای دیگر نمونه‌هایی از محیط کشت ضدعفونی نشده تهیه و طبق روش بالا آماده می‌شود. این ظروف به عنوان شاهد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اگر مقادیر بقایای ترکیبات شیمیایی کم و در حد مجاز باشد، پس از دو روز بذرهای موجود در ظروف شاهد و ظروف محتوی خاک ضدعفونی شده جوانه می‌زنند. اگر در ظرفهای محتوی خاک ضدعفونی شده بذرها جوانه نزدند، محیط کشت به هوادهی طولانی‌تری نیاز دارد.

تلقیح[1] دوباره

ضدعفونی محیط کشت موجب نابودی آفتهای بیولوژیک می‌شود، اما مقاومتی نسبت به آنها ایجاد نمی‌کند. تولیدکنندگان در تمام مراحل عملیات باید دقت داشته باشند که محیط کشت ضدعفونی شده دوباره آلوده نشود. گلدانها و سکوها مهمترین عوامل آلودگی می‌باشند. اگر آنها قبلاً مورد استفاده قرار گرفته باشند ممکن است محتوی محیط کشت و یا احتمالاً بافت گیاهی آلوده باشند. ازاین‌رو آنها باید پیش از مصرف دوباره تمیز شوند. گلدانها و ظروف گلی و چوبی را می‌توان به همراه محیط کشتشان به‌وسیلهٔ بخار ضدعفونی کرد. از آنجایی‌که گلدانهای پلاستیکی در دماهای بالا آسیب می‌بینند، ازاین‌رو بهتر است آنها را به‌وسیلهٔ ترکیبات شیمیایی ضدعفونی کرد.

ابزارهای کار، عامل دیگر آلودگی به‌شمار می‌روند. ابزارها باید به‌طور مرتب، خصوصاً پیش از به‌کارگیری در محیط کشتهای ضدعفونی شده، ضدعفونی شوند تا از انتقال عوامل بیماریزا به محیط جلوگیری شود. بسیاری از فروشگاههای ابزار باغبانی، مواد ضدعفونی‌کننده‌ای مشابه آنچه که در بیمارستانها به‌کار می‌روند عرضه می‌کنند. این مواد ضدعفونی‌کننده را می‌توان در سطلی ریخته و در انبار گلخانه نگهداری کرد و در مواقع لزوم ابزار کار را درون آنها ضدعفونی کرد. مواد سفیدکننده خانگی که به نسبت ۱:۹ رقیق شده‌اند را نیز می‌توان برای ضدعفونی ابزار کار به کار می‌برد، لیکن این مواد در برابر تابش آفتاب در عرض یک یا دو روز اثر خود را از دست می‌دهند. از این نوع مواد برای ضدعفونی گلدانهای پلاستیکی نیز می‌توان استفاده کرد.

یکی دیگر از منابع آلودگی کف کفشها است. در صورت تماس کف کفش با کنار بستر

1- reinoculation

کاشت، عامل بیماری انتقال می‌یابد. بازدیدکنندگان گلخانه‌ها (از آنجایی‌که ممکن است قبلاً از گلخانه یا باغ دیگری دیدن کرده باشند) احتمال دارد خاک آلوده را با خود حمل کنند. ازاین‌رو باید، مقررات استانداردی در گلخانه‌ها برای جلوگیری از تماس پا با بستر کاشت درنظر گرفته شود. برخی تولیدکنندگان در جلوی درب ورودی گلخانه، یک سینی محتوی محلول ضدعفونی‌کننده که در درون آن یک پادری کنفی قرار دارد، می‌گذارند تا افراد پیش از ورود به گلخانه با قدم گذاردن بر روی آن کف کفشهای خود را ضدعفونی کنند. این روش برای گلخانه‌های تکثیر که مسأله جلوگیری از بیماری در آنها بسیار مهم شمرده می‌شود، بسیار خردمندانه و مؤثر است.

تجهیزات آبیاری پلاستیکی چنانچه هنگام بخاردهی زیر پوشش ضدعفونی باقی بمانند، آسیب می‌بینند. ازاین‌رو هنگام ضدعفونی باید آنها را کنار گذاشت. این ابزار را باید پیش از کارگذاری دوباره در محیط کشت ضدعفونی شده، با محلول سفیدکنندهٔ خانگی که به نسبت ۱:۹ با آب رقیق شده است و یا هر مادهٔ ضدعفونی‌کنندهٔ دیگر، ضدعفونی کرد. در سطوح کوچک، این لوله‌ها را می‌توان با دستمال آغشته به محلول ضدعفونی‌کنندهٔ غلیظ تمیز کرد. لوله‌های نازک و وزنه‌هایی که در سیستمهای آبیاری گلدانی خودکار به‌کار می‌روند را با فرو بردن در ظروف دارای مواد ضدعفونی‌کننده ضدعفونی می‌کنند. سیم و قیمهایی که برای مهار گلها مورد استفاده قرار می‌گیرند باید پیش از استفاده دوباره در محیط کشت جدید، به همین طریق ضدعفونی شوند.

به منظور مؤثر واقع شدن عمل ضدعفونی، تولیدکننده باید کلیهٔ عواملی را که موجب آلودگی دوباره محیط کشت می‌شوند شناسایی و آنها را از بین ببرد و یا اصلاح کند. برای پاکیزه نگهداشتن گلخانه‌ها، وسایل گوناگونی موجود است. در نهایت بروز هرگونه نقصی در کار ناشی از کم‌توجهی و عدم آینده‌نگری مشخص است.

جنبه‌های اقتصادی

روش ضدعفونی بخار زمانی مطلوب است، که یک سیستم حرارتی برای تأمین بخار از پیش در گلخانه موجود باشد. به‌طور متوسط برای ضدعفونی کردن یک فوت مکعب از محیط کشت، ۲۸۰۰ Btu انرژی مورد نیاز است که از یک دیگ بخار با ظرفیت ۵۶۰۰ Btu تأمین می‌شود. یک گالن نفت با انرژی حرارتی ۱۳۵۰۰۰ Btu و کارآیی احتراق ۷۵٪ گرمای لازم برای ضدعفونی ۱۸ فوت مکعب محیط کشت را فراهم می‌کند. بنابراین هزینهٔ سوخت برای ضدعفونی هر فوت مکعب از محیط کشت $\frac{\text{دلار}}{\text{فوت مکعب}}$ ۰/۰۳۹ ($\frac{\text{دلار}}{\text{مترمکعب}}$ ۱/۳۸) است که بر پایهٔ هر گالن سوخت به قیمت ۰/۷۰ دلار محاسبه شده است.

قیمت هر قوطی یک پوندی متیل‌بromید ۱/۴۳ دلار است و با این مقدار متیل‌بromید می‌توان ۲۷ فوت مکعب از خاک را ضدعفونی کرد. به‌این‌ترتیب هزینهٔ واحد در اینجا ۰/۰۵۳ $\frac{\text{دلار}}{\text{فوت مکعب}}$ ($\frac{\text{دلار}}{\text{مترمکعب}}$ ۱/۵۸) است.

جنبه‌های اقتصادی دیگری نیز وجود دارد. تولیدکنندگان بزرگ که سیستم مرکزی تولید بخار ندارند می‌توانند به آسانی هزینهٔ یک ژنراتور تولید بخار را کاهش دهند و با هزینهٔ معقولی محیط کشت خود را ضدعفونی کنند. یک تولیدکنندهٔ کوچک که سالانه فقط در یک فصل عمل ضدعفونی را انجام می‌دهد، در صورت خرید ژنراتور، هزینهٔ زیادی که توجیه‌ناپذیر است بر وی تحمیل می‌شود.

به عنوان مثال، مجموعه گلخانه‌ای به وسعت ۱ اکر می‌تواند از ۲۹۰۰۰ فوت مربع سکو که حاوی ۱۶۹۰۰ فوت مکعب محیط کشت است تشکیل شده باشد. یک ژنراتور بخار به قیمت ۴۰۰۰ دلار با عمر مفید ۱۰ سال و با بهره ۱۲ درصد، با در نظر گرفتن هزینه به‌کار رفته برای سوخت و ابزارآلات که ۰/۰۸۰ دلار ($\frac{\text{دلار}}{\text{m}^3}$ ۲/۸۲) است، ۰/۰۴۱ دلار هزینه برای هر فوت مکعب از محیط کشت دربر خواهد داشت.

آخرین فاکتور اقتصادی که باید درنظر گرفت، هزینهٔ مربوط به دستمزد کارگرانی است که برای انجام هر یک از روشهای ضدعفونی مورد نیازند. آماده‌سازی محیط کشت در هر دو روش یکسان است و شامل نرم کردن و تا حدودی مرطوب ساختن آن است. در هر دو روش ضدعفونی از ورقه‌های پوشش استفاده می‌شود. تنها تفاوت بین دو روش استفاده از شیلنگها و لوله‌های انتقال بخار است که در روش ضدعفونی شیمیایی مورد نیاز نیستند. البته این اختلاف بسیار کوچک بوده و تأثیری در تصمیم‌گیری انتخاب روش ضدعفونی نمی‌گذارد.

خلاصه

۱ـ محیط کشت گلخانه باید حداقل یکبار در سال و چنانچه ضرورت داشته باشد بیش از یکبار، ضدعفونی شود تا کلیهٔ عوامل بیماریزا، نماتدها، حشرات و بذور علفهای هرز موجود در آن از بین بروند.

۲ـ در محیطهای کشت میکروارگانیزمهای متعددی رشد می‌کنند که غیربیماریزا هستند و زیان‌آور نیستند. این گروه، با ایجاد رقابت با میکروارگانیزمهای زیان‌آور می‌توانند مفید واقع شوند، چرا که در صورت نبود آنها میکروارگانزیمهای بیماریزا تمام محیط کشت را فرا می‌گیرند. ازاین‌رو، محیط کشت باید به طریق پاستوریزاسیون ضدعفونی شود نه استریلیزاسیون، تا فقط ارگانیزمهای زیان‌آور آن کشته شوند.

۳ـ محیط کشت را می‌توان به وسیلهٔ بخار ضدعفونی کرد به‌طوری‌که دمای آن به مدت ۳۰ دقیقه حدود ۷۱°C (۱۶۰°F) باقی بماند.

۴ـ برخی ترکیبات شیمیایی فرار نیز برای ضدعفونی محیط کشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. متیل‌بروماید کاربرد فراوانی داشته و کلروپیکرین نیز خصوصاً برای

محصولاتی نظیر میخک، که نسبت به بقایای متیل‌بروماید در محیطهای کشت (حتی پس از چند ماه) حساس بوده و آسیب می‌بینند به‌کار می‌رود. ضدعفونی به طریق شیمیایی نیاز تجهیزات تولید بخار را مرتفع می‌سازد و برای تولیدکنندگانی که در مزارع و گلخانه‌های کوچک فعالیت می‌کنند مزایای زیادی دربردارد.

۵ـ در هر دو روش ضدعفونی (بخار و شیمیایی) محیط کشت باید قبلاً نرم شود و رطوبت آن به میزانی باشد که برای کاشت گیاهان مورد نیاز است. هرگونه مواد اصلاحگری که لازم است به محیط کشت اضافه شوند نظیر پیت‌ماس، کود دامی و خاک‌برگ و پوست تنه باید قبل از ضدعفونی به محیط افزوده شوند تا از انتقال عوامل بیماریزا و آفات جلوگیری به عمل آید.

۶ـ در بعضی موارد، ضدعفونی سبب ایجاد سمیت آمونیوم و منگنز در محیط کشت می‌شود. اگر محیط کشت از مواد آلی غنی از نیتروژن مانند کود دامی تشکیل شده باشد ضدعفونی توسط بخار و یا مواد شیمیایی موجب تشکیل آمونیوم بیش از حد زیاد، خصوصاً دو تا شش هفته پس از عملیات، می‌شود. برای جلوگیری از این مسمومیت یا باید از افزودن این قبیل مواد به محیط کشت خودداری کرد و یا برنامهٔ آبیاری باید طوری تنظیم شود که آمونیوم اضافی شسته شود. بسیاری از خاکها محتوی مقادیر زیاد منگنز می‌باشند که اغلب آن، غیرقابل جذب است. در نتیجهٔ عمل ضدعفونی با بخار، منگنز غیرقابل جذب به شکل قابل جذب آن تبدیل می‌شود که گاهی اوقات به مقادیر سمی می‌رسد. یکی دیگر از دلایلی که باید محیط کشت در دمای پایین (۷۱°C یا ۱۶۰°F) و فقط به مدت کافی (۳۰ دقیقه) ضدعفونی شود همین مسأله است.

۷ـ ضدعفونی محیط کشت به منظور از بین بردن ارگانیزمهای زیان‌آور آن صورت می‌گیرد ولی در برابر عفونتهای بعدی مصونیت ایجاد نمی‌کند. برای جلوگیری از آلودگیهای بعدی لازم است اقدامات بهداشتی در محیط به اجرا گذاشته شود.

اقداماتی از قبیل استفاده از گیاهان و بذور سالم، استریلیزه کردن ظروف و ابزارآلات، ترتیب دادن برنامه‌های سمپاشی، ایجاد حوضچه‌های ضدعفونی کفش، پاکیزه نگهداشتن محیط کار، رعایت بهداشت محیط خارج از گلخانه و کنترل دقیق دما و رطوبت از آن جمله است.

مرجع

1. Baker, K. F., ed. 1957. The U.C. system for producing healthy container-grown plants. Univ. of California Agr. Exp. Sta. and Ext. Ser. Manual 23. Berkeley, CA.
2. Ball, V. 1975. Soil sterilizing—steam. In Ball, V., ed. *The Ball Red Book*, 13th ed., pp. 91–107. West Chicago, IL: Geo. J. Ball, Inc.
3. Bunt, A. C. 1976. *Modern Potting Composts*, pp. 229–251. University Park, PA: The Pennsylvania State Univ. Press.
4. Gray, H. E. 1960. Steam sterilization. *Florists' Review* 127 (3292):13–14, 77–79.
5. Griffin, R., R. Maire, and W. Humphrey. 1965. Sterilizing nursery soils with steam—a new method. Univ. of California Agr. Ext. Ser. Pub. AXT-177.
6. Horst, K. 1985. Chemicals for sterilizing. In Ball, V., ed. *The Ball Red Book*, 14th ed., pp. 133–145. Englewood Cliffs, NJ: Reston Publishing (a Prentice-Hall Co.).

۰۷ آبیاری

آبیاری نامناسب در گلخانه عملی است که غالباً عامل کاهش کیفیت محصول می‌شود و اگر آبیاری از جنبه اقتصادی به‌طور درستی انجام شود، بسیار ساده و تا اندازه‌ای خسته‌کننده است. به همین علت به این مهم اهمیتی داده نشده و این کار را به افراد کم‌تجربه واگذار می‌کنند. اگر این کارگران در کار دقت کافی نداشته باشند و در زمان نامناسب از مقدار نامعین آب استفاده کنند، محصولات گلخانه دچار مشکل و آسیب خواهد شد و کیفیت مطلوبی نخواهند داشت. معمولاً زمان آبیاری به عهده مسؤول گلخانه است که باید به بخشهای مختلف گلخانه نظارت دقیق داشته باشد و همه روزه مورد بازبینی قرار گیرد و اگر مورد خاصی را مشاهده کرد به هر یک از کارکنان دستورات لازم را بدهد. در واقع امروزه سیستمهایی آبیاری اتوماتیک و ارزان در سطح بسیار وسیع در اختیار است که در این سیستم برنامه‌ریزی و میزان آبیاری به عهده مسؤول گلخانه است. با داشتن یک سیستم اتوماتیک، آبیاری هر بخش از گلخانه زمان کمتری می‌برد و این فرصتی است مناسب برای مسؤول گلخانه ضمن نظارت بر آبیاری به دیگر مشکلات از قبیل آفات، بیماریها و مشکلات فیزیولوژیکی گیاه و دیگر مشکلات موجود در گلخانه رسیدگی کند کمیت کار و کارگر در موفقیت و یا شکست کار تأثیر چندانی ندارد، بلکه، در اختیار داشتن زمان مناسب برای فعالیتهای مختلف گلخانه امری بسیار مهم است. استفاده از افراد ماهر جهت بازرسی کار روزانه بسیار مهم تلقی می‌شود که نتایج و تجربیات و یافته‌های خود را در کنترل و مهار کردن مشکلات به‌کار برند.

تأثیر آبیاری بر روی گیاهان

کم‌آبی

وقتی آب به اندازه کافی برای گیاه تأمین نشود، گیاه پژمرده می‌شود. بنابراین فرآیند فتوسنتز کاهش می‌یابد و رشد گیاه نیز کم می‌شود. سلولهای جوان از رشد بازایستاده و موجب کوچکتر شدن برگها و کوتاه شدن فاصله میان گره‌ها (طول ساقه‌های بین برگی) می‌شود و در حالت کلی وضع ظاهری گیاه دِفُرمه می‌شود. و در حالت حاد، سوختگیهایی از کنار برگ شروع و به داخل پخش می‌شود و کل برگ را فرا می‌گیرد. در گونه‌های حساس به ریزش برگ، کم‌آبی باعث ریزش برگ این گونه‌ها می‌شود. قبل از به‌کار بردن مواد شیمیایی جهت کنترل ارتفاع گیاه، رسم بر این بوده تا گیاه را در فواصل بین دو آبیاری تشنه نگه می‌داشتند، امروزه این عمل کنترل‌شده و فقط محدود به گیاهان سبز شده است و به دلیل امکان آسیب به اندامهای هوایی از این روش استفاده نمی‌شود بلکه از فرآورده‌های شیمیایی استفاده می‌شود.

پرآبی

اگر میزان آب کمی بیش از حد نیاز باشد گیاه ممکن است در مرحله بعدی رشد، بلندتر و دارای ساقه‌های آبدار و نرم و شکننده باشد که این یک حالت مناسب و ایده‌آل نیست، زیرا بعضی از این گیاهان اگر در مجاورت نور و یا شرایط خشک قرار گیرند به راحتی پژمرده شده و شادابی خود را از دست می‌دهند و دیگر به حالت اولیه خود باز نمی‌گردند. اگر میزان آب در خاک بیش از حد نیاز باشد، به علت اشغال کردن منافذ هوا، میزان اکسیژن مناسب خاک کاهش یافته و در نتیجه ریشه‌های گیاه از کمبود اکسیژن صدمه دیده و قادر به جذب آب

و دیگر مواد غذایی نخواهد بود و این وضعیت باعث پژمرده شدن و توقف در رشد می‌شود و در حالت کلی گیاه از رشد باز می‌ایستد و نشانه‌های کمبود آشکار می‌شود.

روند آبیاری

دوره اول: استفاده از محیط کاشت با زهکشی مناسب

اهمیت بافت و ساختمان خاک در فصل ۵ بیان شده است. اگر محیط ریشه دارای زهکشی مناسب و هوای کافی نباشد، نمی‌توان آبیاری مناسبی انجام داد. در این شرایط شما برای تهویه بهتر خاک: یا میزان آبیاری را تغییر داده و کم کنید و یا هزینه تهویه را به عده بگیرید که در هر دو مورد گیاه دارای کیفیت مطلوبی نخواهد بود. خاک مناسب جهت استفاده گلدانها باید دارای زهکشی خوب و قدرت نگهداری بالا آب باشد. در یک کلمه محیط کاشت باید دارای خاک متناسب با رشد گیاه باشد و نه اینکه هر خاکی را مورد استفاده قرار دهیم.

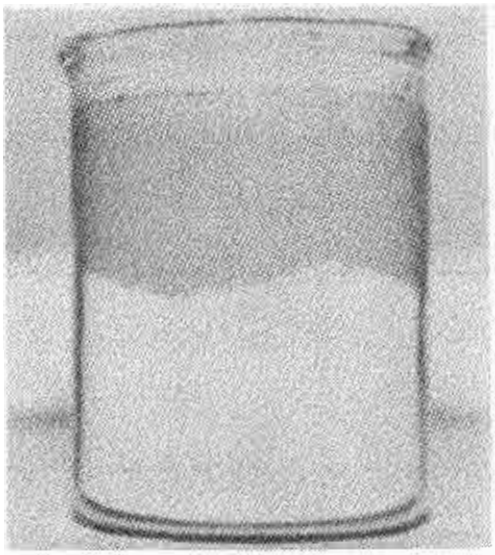
دوره دوم: آبیاری مناسب در هر زمان

چون محیط کشت را نمی‌تون به‌طور ناقص آبیاری کرد بنابراین در هر دوره آبیاری گلدانها باید به‌طور کامل آبیاری شوند (شکل شماره ۷) آب داده شده وارد محفظه‌های سطحی خاک شده و به ذرات سطحی خاک چسبیده و دیواره خلل و فرج را پر می‌کند. مقدار آب اضافی باعث ضخامت سطحی لایه ذرات خاک شده و تدریجاً ضخامت بیشتر شده و مقدارش بیش از ظرفیت نگهداری ذرات خاک می‌شود. (نیروی لازم برای نگهداری ذرات کمتر از نیروی ثقل است) و نیروی جاذبه آب اضافی را به ذرات زیرین کشیده و به‌تدریج قطر لایه آب بیشتر می‌شود. تکرار این عمل از لایه‌های بالایی به

لایه‌های دیگر از محیط کشت گیاه انجام شده تا اینکه آب اضافی از محل خروجی کاشت (گلدان و غیره) خارج می‌شود.

اگر برای آبیاری یک گلدان به مقدار ۱۸۰cc آب نیاز باشد و ما فقط از نصف آن میزان استفاده کنیم این امر باعث می‌شود که فقط نیمی از سطح بالای خاک خیس شده و نیمه دیگر خشک باقی ماند و گیاه زودتر از زمان مقرر نیازمند به آبیاری دوباره می‌شود و اگر این عمل تکرار شود، ریشه گیاه صدمه دیده و از بین می‌رود. این مهم است که هنگام آبیاری کمی بیشتر از حد نیاز گلدان و با هر محیط کشت دیگر آبیاری شود. حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد از آب داده شده باید از گلدان و با بستر خارج شود که این عمل جهت شسته شدن اضافه کودهای شیمیایی و دیگر عناصر غیرکودی است که در غیر این صورت ممکن است که تجمع این عناصر سمی در خاک باعث سوختگی برگهای گیاهان شود. بعضی از کودهای شیمیایی دارای المانهایی هستند که کمتر مورد مصرف گیاهان قرار می‌گیرند و اگر چندین‌بار کوددهی جهت تأمین دیگر عناصر مورد نیاز گیاه صورت گیرد بعضی از عناصر غیرضروری آن در خاک تجمع می‌کنند.

همچون یک قاعدهٔ کلی، برای هر $0.9m^2$ بستر به ازای هر ۲/۵۴cm عمق ۲۵۰cc باید آب داده شود. برای یک بستر معمولی به عمق ۲۰cm تا ۱۸cm خاک دربردارد ۱/۷۶L آب نیاز دارد و یا در اصطلاح عملی در هر $0.9m^2$ به ۱/۸۶L آب نیاز دارد. (در هر مترمربع بستر به عمق ۱cm به ۱/۱L آب نیاز دارد و یا در هر مترمربع به عمق ۱۸cm به ۲۰L آب نیاز دارد). یک گلدا آزالیا ۱۵cm نیاز به ۳۵۰-۳۰۰ml آب دارد. قانون به‌کار بردن محلولهای غذایی بر روی گیاهان، مانند قانون آب استفاده می‌شود. میزان آب را با توجه به نوع خاک می‌توان تنظیم کرد. زیرا قدرت نگهداری (ظرفیت زراعی) هر محیط کشت با هم متفاوت است در محیط‌های کشت بودن خاک هم می‌توان میزان زیادی و یا کمی آب را تنظیم کرد.



شکل ۱-۷ ـ فقط به اندازه نصف ظرفیت زراعی خاک به این ظرف آب داده شده است. به جای اینکه تمام ذرات خاک تا اندازه‌ای خیس شده باشند فقط خاک قسمت بالا کاملاً خیس شده که درحالی‌که قسمت پایین ظرف به‌طور کامل خشک مانده است. این نشان‌دهنده آبیاری ناقص محیط کشت است.

دوره ۳: آبیاری درست پیش از وقوع تنش رطوبتی

از دوره ۲ چنین نتیجه می‌گیریم که پرآبی مبنی بر مقدار آب داده شده (آب مصرف شده در یک دوره آبیاری نیست بلکه نشان‌دهنده تکرار استفاده بیش از حد آب است. اگرعمل بالا در طی دوره فعالیت گیاه انجام شود، ریشه گیاه در محیطی با حداقل هوا قرار گرفته و در نتیجه رشد و نمو ریشه مختل خواهد شد.

بیش از ظاهری شدن اولین علایم کمبود آب، گیاه باید آبیاری شود. علایم کمبود در گیاهان متفاوت است. در بعضی از گیاهان مانند داووی برگها بر اثر کم‌آبی تیره‌تر شده و در بعضی دیگر از گیاهان مانند بگونیا برگها بر اثر کم‌آبی به رنگ سبز خاکستری درمی‌آیند. با مشاهده گیاه، سریع می‌توان هشدار علایم کم‌آبی و تنش رطوبتی را در گیاه فهمید. و همچنین باید تنشهای رطوبتی محیط کاشت را نیز به پیش از آشکار شدن تنش دانست. برخی از گیاهان مانند آزالیا هیچ‌گونه علایمی از کمبود آب تا آسیب کلی به ریشه‌ها از خود نشان نمی‌دهند نظر به اینکه چه زمانی باید گیاه آبیاری شود بستگی به وضعیت و محیط کشت آن گیاه دارد.

کیفیت آب

این مسأله که بدانیم آب مورد استفاده گلخانه دارای چه نوع املاح و مواد شیمیایی است بسیار مهم است. شوری رایجترین مشکل گلخانه است. در نواحی ساحلی، جایی‌که ممکن است آب دریا به آبهای زیرزمینی نفوذ کرده باشد این مشکل بارها دیده شده است. زیاد بودن میزان بی‌کربنات سدیم با کلرورسدیم می‌توان برای گیاه زیان‌آور باشد و به گیاه آسیب برساند.

آنچه در جدول شماره ۱-۷ آمده، مشکلاتی است که می‌تواند در آب آبیاری اتفاق بیفتد. استفاده از آبهایی که ممکن است دارای عنصرهای نمک‌ساز باشند درست نیست. باید یا آنها را تجزیه کرده و یا به روشی این عناصر را جدا کرد و یا در برنامه‌های کوددهی از کودهای دارای چنین عناصری هستند کمتر استفاده کرد. زمانی که میزان املاح آب زیاد است محیط ریشه نباید خشک نگه داشته شود زیرا، باعث تمرکز نمک در محیط کشت می‌شود. جمع‌آوری و خارج‌سازی نمک از محیط کشت دارای هزینه زیادی است. عکس سیستم اسمزی توسط بعضی از گلخانه‌ها به‌کار گرفته شده و نتیجه مطلوبی دربر داشته است و به دلیل بالا بودن هزینه این سیستم کمتر باعث رقابت شده است.

بالا بودن میزان بُر در مناطق خشک و بعضی از نقاط ساحلی یک مشکل به‌شمار می‌رود. و می‌توان آن را به وسیله کلسیم در محیط ریشه کاهش داد. اضافه کردن میزان کلسیم و یا افزایش PH تا حد قابل قبول می‌توان خسارت حاصله از بُر را که باعث سوختگی برگها می‌شود کاهش دهد.

بی‌کربنات اثرات بدی بر روی گیاهان دارد و باعث کلروز در گیاه می‌شود و کناره برگها حالت سوختگی به خود می‌گیرد و در حالت کلی باعث کندی رشد گیاه می‌شود. علاوه بر عکس سیستم اسمز، بی‌کربنات را می‌توان با اسیدی کردن آب با اسیدهایی مانند

جدول ۱-۷ـ راهنمای کیفیت آب

انواع مشکلات	درجه مشکلات		
	بدون املاح	افزایش املاح	افزایش بیش از حد املاح
شوری			
هدایت الکتریکی [۲] (mmho/cm)	کمتر از ۰/۷۵	۰/۷۵-۳/۰	بیشتر از ۳/۰
کل املاح حل شده میلی‌گرم در لیتر [۳] (mg/l) از سوختگی بعضی از یونهای مشخص در گیاهان حساس	کمتر از ۴۸۰	۴۸۰-۱۶۲۰	بیشتر از ۱۹۲۰
مربوط به خاک			
کلر me/l (میلی اکی‌والن در لیتر)	کمتر از ۲	۲-۱۰	بیشتر از ۱۰
mg/l (میلی‌گرم در لیتر)	کمتر از ۷۰	۷۰-۳۴۵	بیشتر از ۳۴۵
بُر mg/l (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۰	۱/۰-۲/۰	۲/۰-۱۰/۰
مربوط به جذب از طریق مرگ			
(آبیاری بارانی)	کمتر از ۳	بیش از ۳	–
سدیم me/l (میلی اکی‌والان/در لیتر)	کمتر از ۷۰	۷۰	–
mg/l (میلی‌گرم در لیتر)			
کلر me/l (میلی اکی‌والانت در لیتر)	کمتر از ۳	بیش از ۳	–
mg/l (میلی‌گرم در لیتر)	کمتر از ۱۰۰	۱۰۰	–
متفرقه			
بی‌کربنات me/l (میلی اکی‌والانت درلیتر)	کمتر از ۱/۵	۱/۵-۸/۵	بیش از ۸/۵
mg/l (میلی‌گرم در لیتر)	کمتر از ۴۰	۴۰-۵۲۰	بیش از ۵۲۰

اسیدسولفوریک، اسیدنیتریک، اسیدفسفریک از خاک زدود که امروزه بیشتر از دیگر اسیدها از اسیدفسفریک که کم‌ضررتر است استفاده می‌کنند. طبق گفتهٔ (Metcim و Petersen در سال ۱۹۷۱) این اسیدها را می‌توان از طریق منابع آبی مورد استفاده قرار

داد. از آنجایی‌که بخش بیشتر بی‌کربنات PH پایین به H_2o و Co_2 تبدیل می‌شود، این PH برای رشد و نمو گیاهان مناسبتر است. برای تعیین مقدار اسیدفسفریک ۷۵ درصد جهت استفاده، باید تعداد میلی اکی‌والان (me) از سختی کربنات که از تجزیه آب گزارش شده را در عدد ۷ ضرب کرد. جواب به دست آمده مقدار اونس از اسیدفسفریک است که باید در ۱۰۰۰ گالن آب اضافه شود. (1fl oz/1000 gal = 7.8ml/1000 L) اگر سختی کربنات کلسیم بجای برای میلی اکی‌والان بر حسب PPm گزارش شود مقدار PPm را به عدد ۵۰ تقسیم می‌کنیم که برحسب میلی اکی‌والان به دست خواهد آمد. با توجه به اینکه اسیدفسفریک از منابع فسفاته است. برای به دست آوردن (p_2o_5) ۶/۶PPm باید هر اونس از اسیدفسفریک را به ۱۰۰۰ گالن آب اضافه کنیم. با توجه به اینکه اسیدفسفریک فاقد مواد فلزی سنگین است می‌تواند به عنوان غذایی مناسب برای گیاه درنظر گرفته شود.

از اسیدسولفوریک و اسیدنیتریک می‌توان به جای اسیدفسفریک استفاده کرد. اگر از اسیدسولفوریک به جای اسیدفسفریک استفاده شود. باید میلی اکی‌والان سختی کربنات آب را در ۳/۲ ضرب کرد، مقدار به دست آمده میزان اونس ۶۶° بومه (Boume - greds) یا (۹۸ درصد) اسیدسولفوریک در ۱۰۰۰ گالن آب است. برای تهیه (Boume - greds) یا ۶۷ درصد اسیدنیتریک در ۱۰۰۰ گالن با ضرب کردن میلی اکی‌والان سختی کربنات آب بر ۱۰/۵ به دست می‌آید. ۱/۷PPm نیتروژن (N) می‌توان یک اونس از مایع اسیدنیتریک را در ۱۰۰۰ گالن آب به دست آورد.

آب شهرها خالی از اشکال نمی‌باشند. معمولاً کلر زدن به آب مصرفی در گلخانه اثر بدی در گیاهان نخواهد داشت. مگر آن‌که گیاهان را به صورت هیدروپونیک (کشت در آب) کاشت، غلظت کلر به میزان ۰/۴PPm در بعضی از گیاهان باعث آسیب به ریشه‌های آن می‌شود، که می‌توان داوودی و رُز که در محلول غذایی پرروش یافته‌اند را نام برد. شهرداری‌ها ممکن است ۰/۷PPm کلر به آبها اضافه کنند. ولی بخش بیشتر آن بخار

شده و یا بخشی از آن هنگام عبور از خزانه‌های کشت به کلروزهای بی‌ضرر تبدیل می‌شود. به نظر می‌رسد که اضافه کردن کلر هیچ ضرری برای کشت گیاه در محیطهای غیرمایع (محیط سخت مثل خاک) داشته باشد.

اضافه کردن فلور ۰/۷ در آب باعث صدمه دیدن بعضی از گیاهان می‌شود. غلظت ۰/۵-۱PPm که معمولاً جهت جلوگیری از پوسیدگی دندانها به آب شهر اضافه می‌شود، برای بسیاری از گیاهان گلخانه‌ای زیان‌آور هستند. گیاهانی که نسبت به غلظت فلور بسیار حساس هستند عبارتند از:

۱ـ Cholorphytum

۲ـ Cordyline terminalis

۳ـ Dracaena deremensis

گیاهان حساس عبارتند از:

۱ـ Dracaena fragens

۲ـ Maranta euconeura Kerchoviana و Maranta leuconerua erythrnura

۳ـ اسپاتی‌فیلوم Spathiphyllum،

۴ـ استرانته Ctenanthe oppenheimiana،

۵ـ خنجری Yucca elephantipes

سیستمهای آبیاری

آبیاری با دست

امروزه آبیاری با دست از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه نیست. معمولاً پرورش‌دهندگان در گلخانه، فقط در حالت خاص از روش آبیاری دستی استفاده می‌کنند. مثلاً آبیاری سینیهای بذر و یا آبیاری بخشهایی از گلخانه که دارای گیاهان

برگزیده و یا در مناطق که سریعتر از دیگر مناطق خشک می‌شوند از این روش استفاده می‌کنند. ما پیش از این هزینه آبیاری دستی یک بستر که به اندازهٔ (۳۰×۱/۲۲ متر) باشد بررسی و آن را با هزینهٔ آبیاری اتوماتیک در همان ابعاد مقایسه کرده‌ایم. قیمت مواد لازم در هر سیستم را بر مبنای پایینترین قیمت ممکن انجام داده‌ایم؛ می‌تواند در افزایش هزینه مؤثر باشد و همچنین هزینه نصب را در هیچ یک از سیستمها درنظر نمی‌گیریم چون خیلی پایین است. برای نصب سیستم اتوماتیک یک بستر تقریباً به ۴ ساعت کار نیاز است. بنابراین هزینه نصب حدود ۴۰ دلار خواهد بود با احتساب هر ساعت کار ۸ دلار به اضافه سایر هزینه‌ها، طبق ضوابط و مقررات کاری باید به آن اضافه شود.

در هر صورت صرفه‌جویی در هزینه پرداخت دستمزد به کارگر جهت آبیاری دستی در طی یکسال میزان پول نصب و راه‌اندازی سیستم اتوماتیک آبیاری را خواهد کرد.

یک بستر کشت از گلهای تازه به سطح ۳۷ مترمربع در هر دوره آبیاری نیاز به ۷۵۰ لیتر آب دارد. دوره آبیاری در طول سال متغیر است. مثلاً در ماههای زمستان و روزهای ابری یک بار در هفته و در ماههای تابستان و روزهای گرم حداقل ۳ بار در هفته تکرار خواهد شد. متوسط حداقل آبیاری ۲ بار در هفته و در طول سال ۱۰۴ بار است. در جریان آب به میزان ۳۰ لیتر در دقیقه که برای یک لوله ۱۹ میلیمتری غیرمعمولی نیست. ۷۵۰ لیتر آب و ۲۵ دقیقه وقت لازم است که تا برای کل سال ۴۳/۳ ساعت لازم است تا یکنفر سطح ۳۷ متری را آبیاری کند. با احتساب میزان دستمزد در هر ساعت به اضافه ۲۳ درصد سود کل هزینه ۳۲۰/۸۵ دلار خواهد بود.

کاملاً مشخص است که این مقدار هزینه بسیار بالا است. در آبیاری دستی این احتمال وجود دارد که آبیاری پیش از حد باشد و یا وقفه بین دو آبیاری صورت گیرد. و به‌طورکلی آبیاری دستی به زمان بیشتری نیاز دارد و کاری بسیار خسته کننده

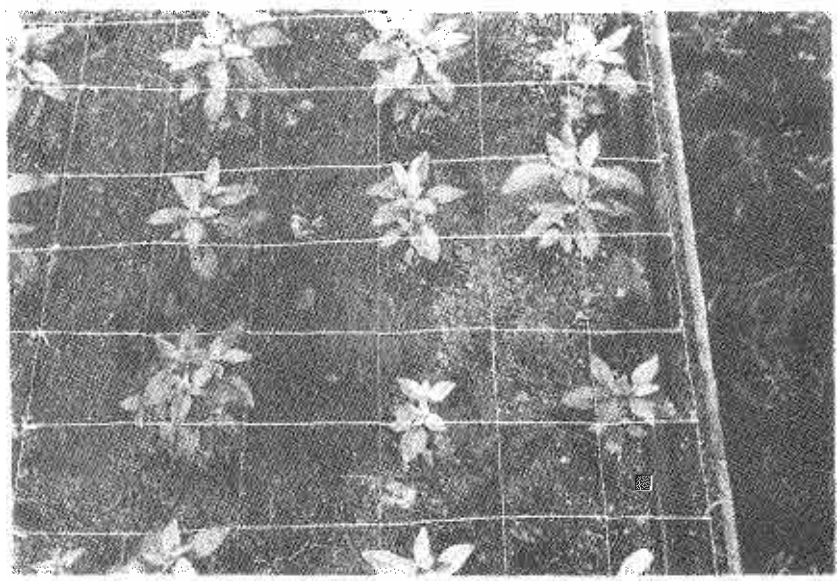
شکل ۲-۷ـ طرح انتهایی لوله یک آبشکن است. این وسیله باعث کاهش فشار آب در بستر گیاه شده و سطح بخش آب را افزایش می‌دهد. با کاهش فشار آب از فرسایش و احتمال تخریب سطح خاک جلوگیری می‌شود.

است. معمولاً در گلخانه‌هایی که از سیستم آبیاری دستی استفاده می‌کنند، آبیاری گلها را به عهده افراد غیرماهر (برای پرداخت هزینه کمتر) می‌سپارند. اما آبیاری اتوماتیک سریع، آسان و معمولاً تنظیم آن به عهده مسؤول گلخانه است که کمتر دچار اشتباه خواهد شد. در مکانهایی که از آبیاری دستی استفاده می‌شود بهتر است که آبشکن در انتهای لوله نصب شود (شکل ۲-۷). چنین تدبیری (طرحی) باعث کاهش فشار آب شده و می‌توان جریان آب را افزایش داد و مانع فرسایش خاک و احتمال تخریب سطحی خاک شد.

سیستم لوله کشی در دور محیط کشت برای گلهای تازه (Perimeter)

سیستم آبیاری: شامل لوله‌های پلاستیکی است که در اطراف خزانه با آب پخش‌کنهایی که آب را در زیر شاخ و برگ و روی محیط کاشت (خاک) پخش می‌کند (شکل ۳-۷ برای

این کار می‌توان از لوله‌های پلی‌اتیلن، یا پی‌وی‌سی (PVC) استفاده کرد. از امتیازات لوله‌های P.V.C اینست که ثابتند، درحالی‌که لوله‌های پلی‌اتیلنی ممکن است غلط بخورند و باید آنها را به کناره‌های خزانه محکم بست. این، باعث می‌شود که آب به‌طور درست بر سطح محیط ریشه ریخته شود. آب پخش‌کنها از نایلون و یا پلاستیک سخت ساخته شده و این امکان وجود دارد که آنها را با قوسهای ۱۸۰°، ۹۰°، ۴۵° تنظیم کرد. برای گلهای تازه به غیر از رُز در بسترهایی تا ۴۲ اینچ (۱۰۷ سانتیمتر عرض و برای رُز بسترهایی تا ۱۲۲ سانتیمتر عرض، آب پخش‌کنهایی با قوس ۱۸۰° استفاده شده و فاصله هر کدام از یکدیگر (۷۶ سانتیمتر) خواهد بود. برای گلهای تازه به جز رُز در بسترهایی با عرض (۱۲۲ سانتیمتر) آب پخش‌کنهایی با قوس ۱۸۰°، ۹۰°، ۴۵° درجه و به فاصله‌های ۵۱ سانتیمتر از هم قرار می‌دهند. آب پخش‌کنهای ۹۰°، ۴۵° قوس آب را بیشتر از ۱۸۰° قوس آب را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. بدون توجه به نوع و تیپ نازل



شکل ۳ـ۷

استفاده شده، آنها طوری طراحی شده‌اند که آبرا در سراسر سیستم آبدهی محیطی برای پرورش گلهای تازه در بستر یا خزانه یک لوله پلی‌اتیلنی یا P.V.C آب را به اطراف گیاهان حمل می‌کند. آب‌پخش‌کنهای نایلونی و یا پلاستیکی در اطراف لوله‌ها نصب شده و آب را از زیر اندامهای هوایی گیاه پخش می‌کند.

بسترهای کشت در جهت مخالف هم می‌باشند. سوراخی در روی لوله پلی‌اتیلن ایجاد کرده و یا توسط مته در روی لوله P.V.C منافذی تهیه کرده و سپس نازل توسط یک آچار در این سوراخها نصب و تنظیم می‌شوند.

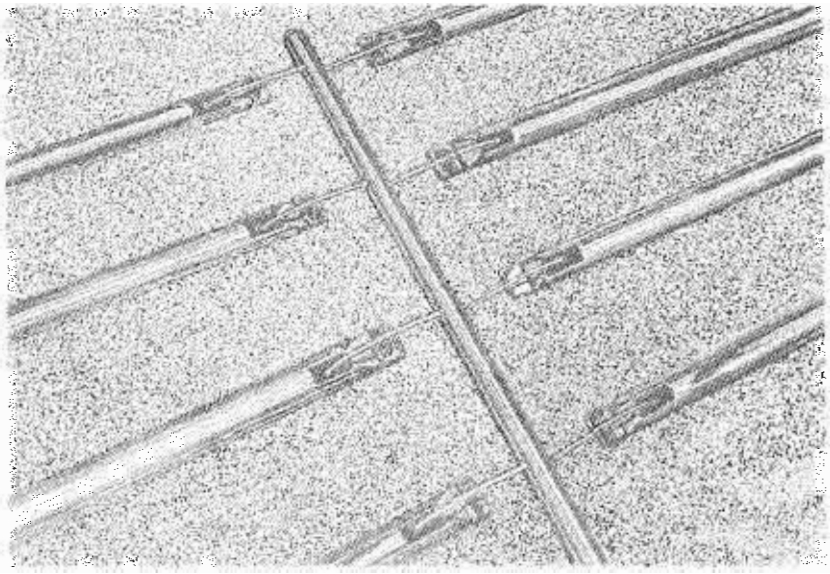
سیستم آبیاری محیطی نازل با قوس ۱۸۰ درجه نیاز به شیر آب (دریچه) برای بستری تا ۳۰ متر طول دارد. برای بسترهایی بیشتر از (۳۰ متر) ۶۱ متر شاه‌لوله باید تا نیمه‌های بستر کاشت لوله کشی کرده و از سوپاپهای $\frac{۳}{۴}$ (۱۹ میلیمتر) به هر دو طرف نصب شود، و هر کدام نصف بستر از سرویس دهد. این سیستم نیاز به $\frac{۱}{۱۰}$ gpm آب (۱/۲۵ لیتر در دقیقه در لوله) دارد. جایی که از نازل‌های ۱۸۰°، ۹۰°، ۴۵° قوس قرار گرفته‌اند. طول بستری که توسط یک شیر آب سرویس می‌شود نباید بیشتر از ۲۳ متر باشد.

هزینه نصب سیستم آبیاری محیطی برای یک بستر کاشت ۱/۲۲×۳۰ متر با نصب نازل ۱۸۰° و ۹۰° درجه قوس معادل ۷۶/۸۶ دلار خواهد بود. این، شامل لوله‌های P.V.C و دو عدد شیر آب است. کل هزینه شامل بخشهای زیر است.

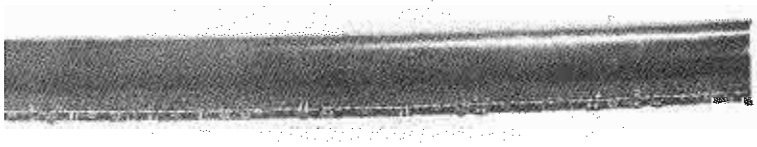
شیرآب ۱/۹cm	۲ عدد	۱۵ دلار
لوازم لوله‌ای پی.وی.سی ۱/۶cm	۱۵ عدد	۴/۹۶ دلار
لوله‌های پی.وی.سی ۱/۹cm	۲۱۰ فوت	۳۹/۹۰ دلار
نازل	۱۲۰	۱۲/۰ دلار
	جمع	۷۶/۸۶ دلار

سیستم مِه‌فشانی با لوله برای گلهای تازه

در این سیستم از لوله‌های پلی‌اتیلنی با قطرهای ۳۲ میلیمتری استفاده شده و در مسیر طولی بسترها به فواصل ۲۰ سانتیمتر از هم قرار می‌دهند. لوله‌های مِه‌فشان به لوله‌های ۱۹ میلیمتری وصل شده‌اند و در انتهای بستر به طول ۱۸ متر کشیده شده و در بسترهائی که طول آنها ۳۷ متر بیشتر است بسترها را از وسط قطع می‌کنند



الف



ب

شکل ۴-۷ـ از سیستم آبیاری اتوماتیک مه‌فشان برای آبیاری گلهای بریده استفاده می‌شود. **الف)** لولهٔ اتصال آبرسان برای سیستم مه‌پاشی یا لولهٔ دوجداره برای سیستم آبیاری تلاطمی، شیلنگها در طول سکوها به فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر قرار می‌گیرند. **ب)** آب در طول یک طرف شیلنگها از آن می‌چکد. یک چنین روشی در سیستم آبیاری قطره‌ای به چشم می‌خورد.

(شکل ۴a-۷). طول هر یک از لوله‌های مِه‌فشان نباید از ۱۸ متر تجاوز کند. یک لوله، ۹ میلیمتر می‌تواند ۱۱۱ مترمربع از سطح یک بستر را آبیاری کند.

لوله‌های مِه‌فشان از قطعات یکنواخت پلی‌اتیلنی (۰/۲ میلیمتر) که در داخل لوله‌های پلاستیکی محکم شده‌اند، ساخته می‌شوند. بر اثر فشار آب از سوراخهای موجود تراوش پیدا می‌کند (شکل (۴b-۷). فشار آب ۹-۴ Psi (۶۲-۳۸کیلو پاسکال) در داخل لوله‌های تولید می‌شود. جهت جلوگیری از بسته شدن لوله‌ها از صافی‌ها در محل تأمین آب استفاده می‌شود.

هزینه نصب سیستم لوله‌های برای یک بستر (۱/۲۲×۳۰ متری) برابر ۴۲/۲۱ دلار خواهد بود. این هزینه شامل شیر لوله و سرانداز در وسط بستر خواهد بود کل هزینه شامل بخشهای زیر است.

لوله مرطوب‌کننده	۱۸۰ متر	۲۷/۶۰ دلار
اسباب کار سرانداز	۳۰ سانتیمتر	۵/۷۵ دلار
ابزار نصب لوله‌های پلاستیکی ۱/۹cm	۱/۵ متر	۱/۳۶ دلار
شیر لوله ۱/۹ اینچ	۳۰ سانتیمتر	۷/۵۰ دلار
	جمع	۴۲/۲۱ دلار

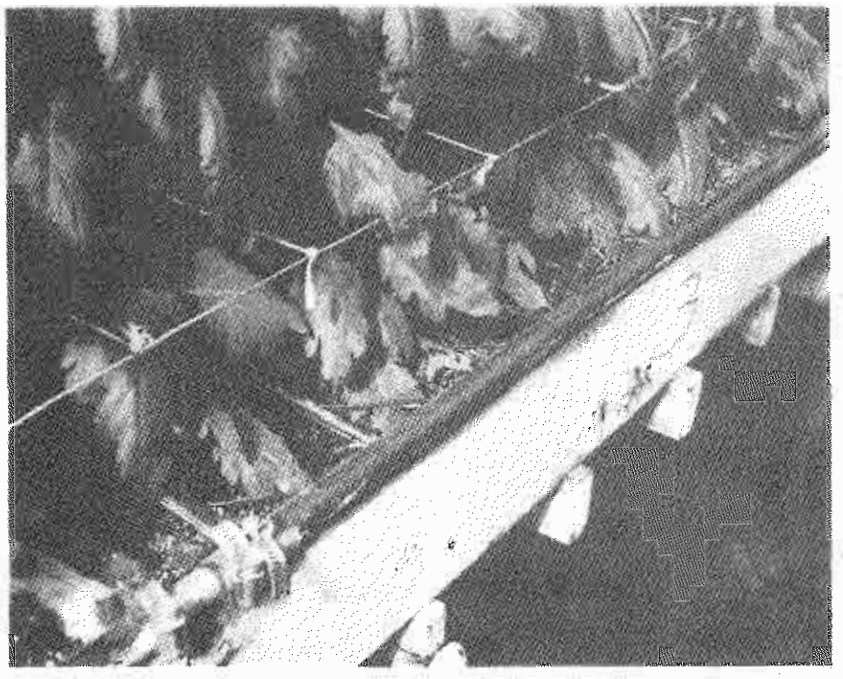
یک سیستم مِه‌فشانی جهت آبیاری بستری به ابعاد (۳۰m × ۱/۲۲m) دارای هزینه‌ای معادل ۶۹/۸۶ دلار است که این هزینه شامل شیر فلکه ۱۹mm و یک لوله پلی‌اتیلنی مِه‌فشانی ۱۳mm با یک لوله سری ۱۶mm که در فاصله‌های ۲۰cm از همدیگر در طول بستر کشت قرار دارند، است.

سیستم آبیاری قطره‌ای برای گلهای تازه (ooze - Header system)

این سیستم مشابه سیستم لوله‌های مِه‌پاش است، تنها تفاوت در این است که، در این سیستم از لوله‌هایی به قطر ۱۳ میلی‌متر که به فاصله ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر در

طول لوله اصلی قرار گرفته‌اند که از یک بخش لوله اصلی منشعب می‌شوند تشکیل شده‌اند. شکل شماره (۵-۷)

لوله‌های آبیاری قطره‌ای از نظر ساختمانی شبیه به سیستم مِه‌پاش می‌باشند با این تفاوت که در آن، لوله‌هایی با قطر ۱۶mm استفاده شده است. که این لوله‌ها 5cm کوتاهتر از عرض بسترند. که علت این امر وجود فاصله برای نصب اتصالات انتهایی است. لوله‌های آبیاری قطره‌ای از هر دو طرف بسته‌اند اما هر یک از لوله‌ها به یک لوله اتصال ۱۳mm از جنس پلی‌اتیلن که وارد سوراخ ۱۳mm موجود در لوله انتهایی می‌شوند، اتصال می‌یابند. سوراخهایی که لوله‌های سیستم قطره‌ای را به وسایل دستی و یا سوراخ‌کن انجام می‌دهند. لوله تأمین‌کننده آب سریعاً به داخل سوراخ برده می‌شود و به جهت انعطاف‌پذیری دیواره لوله‌های سربرانداز که باعث فشرده شدن لوله به طرف سوراخ می‌شود و همچنین فشار لوله تأمین‌کننده آب باعث محکم (آب‌بندی) شدن این اتصال می‌شود و در این سیستم فشار آب بر حسب ۲۸-۶۲kps (کیلوپاسکال) تأمین می‌شود. در این سیستم لوله‌های تأمین‌کننده آب به قطر ۱۹ میلیمتر، می‌توان بسترهایی به ابعاد ۱۵۰-۱۱۰ مترمربع را آبیاری کرد. در سیستم آبیاری قطره‌ای، آب به صورت قطره‌ای به کندی بر روی سطح محیط کشت (بر روی سطح خاک) آزاد می‌شود و این بستگی به حرکت جانبی آب در داخل محیط کشت به سمت سوراخهایی که به فاصله ۱۰ سانتیمتر از هر طرف روی لوله تعبیه می‌شوند. محیطهای کشتی که دارای خلل و فرج بزرگی هستند در واقع لوله‌های ممتدی را تا عمق محیط کشت تشکیل می‌دهند که مانع حرکت جانبی آب می‌شوند و همه محیط کشت به‌ویژه لایه بالایی آن می‌شوند. در این شرایط که نیاز به انتقال سریعتر آب است، می‌توان از سیستم آبیاری قطره‌ای oozer جامبو که همانند آبیاری قطره‌ای است استفاده کرد. با این تفاوت که قطر آن ۳۲ میلیمتر و به‌وسیله لوله‌های پلی‌اتیلن ۱۹mm در طول بستر کشیده شده باشد. لوله تأمین کننده آب به قطر ۱۹mm بستری را به ابعاد 55-75mm آبیاری می‌کند.



شکل ۵-۷ـ یک سیستم آبیاری اتوماتیک قطره‌ای که برای آبیاری تولیدات گلهای بریده استفاده می‌شود. قطره‌چکانها در عرض بستر به فاصلهٔ ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر واقع شده و توسط یک لولهٔ پلی‌اتیلنی نازک که به یک لولهٔ پلاستیکی ۱۳ میلی‌متر وصل می‌شود در یک طرف طول بستر تغذیه می‌شود.

۳۰m	لوله پلی‌اتیلن ۱/۲۵cm	۸ دلار
۴۵m	سرانداز تراوش‌کننده ۱۱۵cm	۵۲/۵۰
۲/۳۰cm	اتصالات پلاستیکی	۱/۸۶
	شیر فلکه ۱۹mm	۷/۵۰
	جمع	۶۹/۸۶

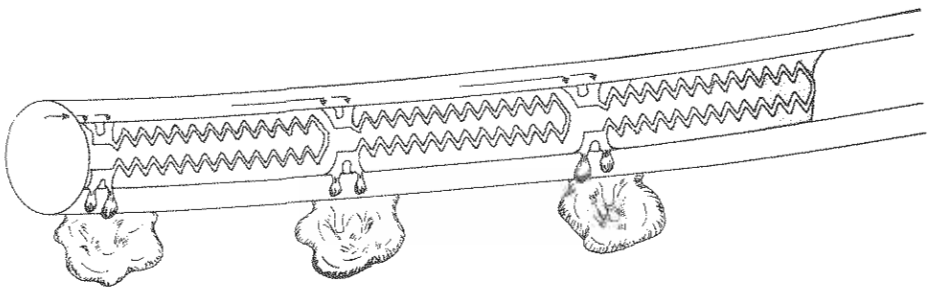
سیستم آبیاری تلاطمی برای گلهای تازه

سیستم آبیاری تلاطمی (شکل ۶-۷) درمقایسه با دیگرسیستمها (لوله‌های مِه‌پاش، قطره‌ای) بیشتر متداول است زیرا قابلیت آبیاری بسترهایی به طول ۶۱m یا بیشتر را

دارد. در این سیستم فشار آب به‌طور یکنواخت‌تر (تا ۲ درجه شب) در طول بستر جریان دارد.

شیلنگهای دولایه با ۲/۵mm قطر از پلی‌اتیلن سیاه‌رنگ با ضخامت (025-038mm) ساخته شده‌اند که شیلنگهای با ضخامت 025mm بیشتر جهت گلهای بریده مورد استفاده قرار می‌گیرند و شیلنگهای با ضخامت 038mm عمر بیشتری خواهند کرد. فواصل خروجی آب بین 5cm تا ۱۰cm از هم در امتداد لوله‌اند. میزان جریان آب در فاصله‌های ۱۰cm-5 بین ۱۰gPm تا ۱/۵ در ۱۰۰ فوت (به میزان ۴/۸ تا ۵/۸ لیتر در دقیقه در ۳۰ متر) از لوله تا به مقدار فشار توصیه شده در این سیستم ۷۰ کیلوپاسکال است.

لوله‌های دوجداره در سطح محیط کشت در امتداد طول بستر قرار می‌گیرند. و شیلنگهای انفرادی به فواصل ۲۰cm از هم بر روی این لوله کار گذارده می‌شود. که هر دو طرف شیلنگ، توسط کارخانه پلم شده و بر روی دیوار سوراخ انتهایی یک سوراخ جهت



شکل ۶-۷ـ نمایی از مقطع سیستم آبیاری تلاطمی با لوله‌های دوجداره، آب وارد لولهٔ بزرگ شده و با سرعت در طول بستر جریان می‌یابد. سپس آب به سمت سوراخهای موجود در دیوارهٔ فوقانی لولهٔ بزرگ به حرکت درآمده و پس از آن به سمت مجاری متلاطم‌کننده کوچک به جریان درمی‌آید. آب موجود در مجاری متلاطم‌کننده در طول یک مسیر ناهموار که جریان تلاطمی را موجب می‌شود به حرکت درمی‌آید. بعد از طی مسیر کوتاهی آب در طول مسیری که درست از خلاف جهت حرکت آب وارد شده است به حرکت درمی‌آید. در این نقطه آب بداخل محیط کشت می‌چکد. جریان تلاطمی به عدم بسته شدن لوله کمک می‌کند.

تأمین آب قرار داده می‌شود. یک سر لوله تأمین‌کننده آب به آن وصل می‌شود و هر سر دیگر آن به یک سرانداز ۱۹mm پلی‌اتیلن وصل شده که در طول و یا در وسط بستر کشیده شده است.

یک سیستم تلاطمی برای یک (۱/۲۲ متر در ۳۰ متر) بستر با استفاده از شیلنگ ۱۰ میلی با مخرج هر کدام (۳/۸ سانتیمتر) و یک سرانداز $\frac{۳}{۴}$ (۱۹ میلیمتر) پلی‌اتیلن و یک شیرآب به ارزش ۳۰/۹۸ دلار خواهد بود. قیمت هر کدام از مواد تشکیل‌دهنده عبارتند از:

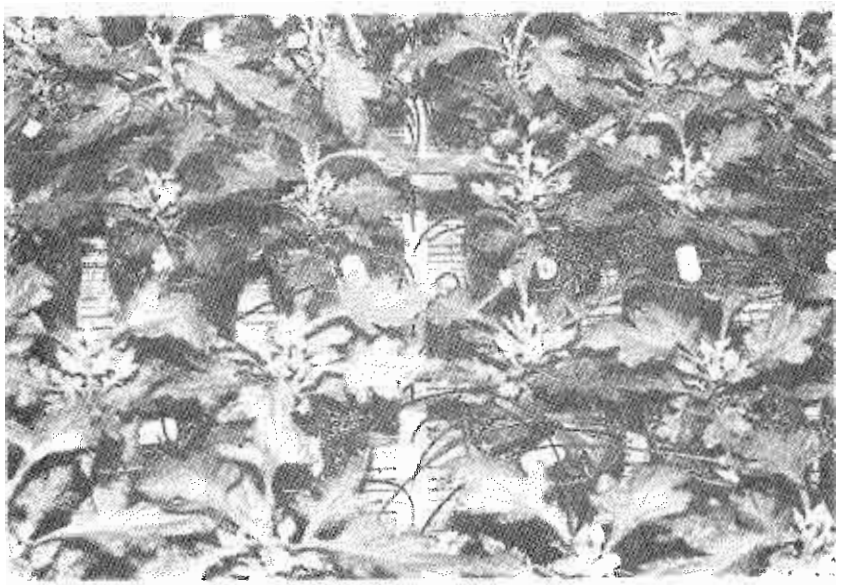
لوله دودیواره توربولانت ۱۰ میل	۲۰ متر	۱۸/۶۰ دلار
لوله‌های تأمین آب	۶	۰/۶۶ دلار
سربست‌ها	۱۲	۰/۹۶ دلار
وسایل نصب لوله پی.وی.سی ۱/۹	۵	۱/۳۲
لوله‌های پی.وی.سی ۱/۹	۳m	۱/۶۰
فلکه آب ۱/۹	۳۰cm	۷/۵۰ دلار
	جمع	۳۰/۹۸ دلار

سیستم آبیاری زیرزمینی یا لوله کشی جهت آبیاری گیاهان گلدانی

سیستم آبیاری زیرزمینی یا لوله کشی شده را جهت آبیاری اتوماتیک گیاهان گلدانی پایه گذاری کرده‌اند. در این سیستم آب از طریق لوله‌های بسیار باریک پلی‌اتیلن جهت آبیاری گلدانها حمل می‌شود که این لوله‌ها دارای قطرهای متفاوت (۱/۹-۱/۵-۱/۳-۱/۱-۰/۹mm) می‌باشند. معمولاً جهت آبیاری گلدانها از لوله‌هایی با قطر ۱۹mm استفاده می‌شود ولی اساساً مقدار آبیاری گلدانها بستگی به قطر داخلی هر لوله دارد. معمولاً لوله‌های با قطرهای مختلف (۱۰۸-۱۰۵-۱۰۳-۰/۹) را می‌توان برای آبیاری گلدانها (۶۰۰/۷۰۰/۹۰۰/۱۶۰۰) کرد.

لوله‌های باریک با قطر کمتر برای گلدانهای کوچک، یعنی جایی‌که تراکم گلدانها روی سکو زیاد و آب مورد نیاز برای هر گلدان کم است، به‌کار می‌روند که بدینوسیله هزینهٔ لوله‌کشی خطوط آبیاری بزرگتر، کمتر خواهد شد. استفاده از لوله‌های با قطر داخلی ۱/۵ میلیمتر برای گلدانهای ۱۵ سانتیمتری مرسوم است و لوله‌هایی که قطر داخلیشان ۱/۹ میلیمتر است برای آبیاری ظروف ۷/۵۱۸ لیتری که برای پرورش گیاهان از قبیل فرفیونها به‌کار می‌روند، مناسب است.

برای جلوگیری از خارج شدن لوله‌های باریک از گلدانها، زمانی که آب در لوله به جریان درمی‌آید، این لوله‌ها باید در انتها دارای یک وزنه باشند. عمل دیگری که این وزنه‌ها انجام می‌دهند کاهش نیروی آب است و با این عمل، جریان آب باعث ایجاد حفره در محیط کشت نمی‌شود. معمولاً وسیله‌ای (baffle) در داخل وزنه، در مقابل انتهای خروجی لوله‌های باریک کار گذاشته می‌شود که باعث کاهش نیروی جریان آب و چکیدن آن از هر طرف می‌شود. همچنین وزنه از ورود ذرات سبک محیط کشت به داخل لوله‌های باریک جلوگیری کرده و به طریقی راه این لوله را می‌بندد. ورود ذرات به داخل لوله‌های باریک زمانی اتفاق می‌افتد که جریان آب قطع شود که با قطع جریان، مکشی در داخل لوله رخ می‌دهد. انواع مختلفی از وزنه‌ها در بازار به فروش می‌رسند. یک نوع از این وزنه‌ها شامل یک استوانهٔ پلاستیکی است. که در داخل آن یک لوله قرار دارد که در نزدیکی جدار داخلی استوانه قرار می‌گیرد (شکل ۷-۷) چکانندهٔ موجود در وزنه‌ها مخروطی‌شکل بوده و از یک فلز ضدزنگ ساخته شده است. قطع و وصل‌کننده‌هایی نیز در اندازهٔ ۱/۹ میلیمتر روی وزنه موجودند و از فلز ضدزنگ ساخته شده‌اند. هنگامی که گلدانی از جای خود برداشته می‌شود می‌توان لولهٔ باریک را با فشار دادن قطع و وصل‌کنندهٔ موجود در وزنه، بست و با کشش سریع آن، می‌توان جریان آب را دوباره برقرار ساخت.



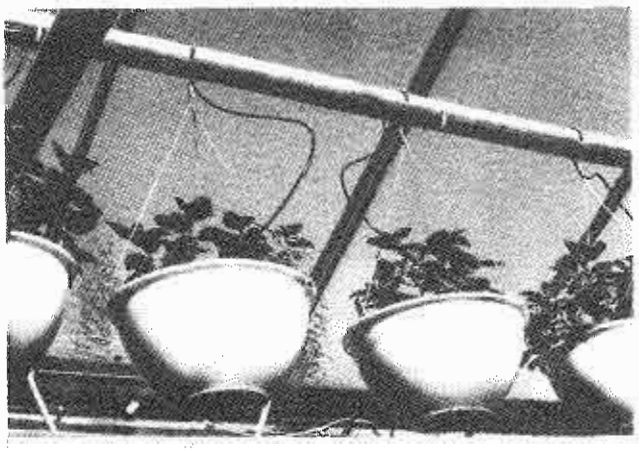
شکل ۷-۷ ـ سیستم آبیاری اتوماتیک لوله‌ای که برای آبیاری گیاهان گلدانی بکار می‌رود. آب در طول سکو توسط لولهٔ پلاستیکی که عموماً در زیر سکو قرار می‌گیرد، به حرکت درمی‌آید. هریک از گلدانها توسط یک لولهٔ پلی‌اتیلنی کوچک جداگانه، به این لولهٔ مرکزی وصل می‌شود. بـه انـتهای هریک از این لوله‌هایی که به گلدان ختم می‌شود وزنه‌ای متصل شده تا لوله را در گلدان نگه دارد و بعنوان یک فشارشکن در مقابل جریان شدید آب رسیده به محیط رشد ریشه عمل می‌کند.

معمولاً، آب در طول سکو توسط یک لوله پلی‌اتیلنی یا PVC۱۹ میلیمتری به جریان می‌افتد. که استفاده از لوله‌های PVC معمولتر است. لوله‌های باریکی که گلدانها را بـه لولهٔ اصلی ارتباط می‌دهند، ممکن است. مستقیماً در داخل سوراخهای موجود در لولهٔ اصلی که از ابتدا تا انتهای وسط سکو در ارتفاع کمی نسبت به سطح خاک قرار گـرفته است، وصل شوند. لوله‌های باریک را می‌توان مستقیماً با وارد آوردن فشار، بـه سـوراخ مرتبط کرد، یا می‌توان ابتدا یک اتصال برنجی در سوراخ پرس کرد و سپس لولهٔ باریک را به اتصال برنجی وصل کرد. اتصال برنجی باعث آسان وصل کردن و جداکردن لوله‌های باریک می‌شود. درپوشهایی نیز برای بستن سوراخهای به‌جا مانده از عمل جـداکـردن لوله‌های باریک، موجود است.

تمام لوله‌های باریک باید دارای طول یکسانی باشند زیرا میزان جریان آب در آنها بستگی به طول لوله دارد. برای کاستن از مقدار لوله به‌کار برده شده به‌ویژه سکوهایی که دارای تعداد زیادی گلدانهای کوچک هستند. اتصالات انتهایی طویل اتصالات انتهایی A شکل به‌کار برده می‌شوند. در هر یک از موارد بالا تعدادی از لوله‌های باریک از اتصال پلاستیکی انتهایی منشعب می‌شوند و اتصال انتهایی نیز توسط لوله‌ای بزرگتر به لولهٔ اصلی مرتبط می‌شود.

لوله‌های باریک را می‌توان برای آبیاری گلدانهای آویزان نیز به‌کار برد (شکل ۸-۷)، در این مورد یک خط لولهٔ آب در طول یک ردیف از گلدانها امتداد می‌یابد، هر گلدان توسط یک لولهٔ باریک به خط لولهٔ آب مرتبط می‌شود. بعضی از پرورش‌دهندگان برای انجام این امر از یک لولهٔ گالوانیزه استفاده می‌کنند و گلدانها را مستقیماً به آن آویزان کنند.

زمانی‌که از یک محیط کشت دارای بافت درشت در گلدانهای بزرگ استفاده می‌شود، مرطوب ساختن تمام بخشهای محیط کشت موجود در گلدان مشکل است. آب که به



شکل ۸-۷ ـ یک سیستم آبیاری اتوماتیک لوله‌ای برای آبیاری گلدانهای آویزان، هر یک از گلدانها توسط یک لولهٔ باریک پلی‌اتیلنی به خط لولهٔ آب که در بالای آن قرار گرفته است مربوط می‌شود.

آرامی از یک لوله جاری می‌شود منجر به ایجاد کانالی به شکل مخروط در محیط کشت می‌شود. در چنین حالتی می‌توان از یک لولهٔ اسپری‌کنندهٔ آب استفاده کرد. (شکل ۹-۷). در این روش آب با جریان شدیدتری به لوله‌های اسپری‌کننده می‌رسد و در سطح گلدان اسپری می‌شود. این عمل برای گیاهانی که در قسمت پایین دارای شاخ و برگ کوچکی هستند و گیاهان کاشته شده از گلدانهای ۱۵ سانتیمتری یا بزرگتر مناسب است.

هزینه لازم برای ساخت یک سیستم آبیاری لوله‌ای (دارای لوله‌های باریک) جهت آبیاری گیاهان گلدانی که روی سکویی به ابعاد ۱/۲۲m × ۳۰۰m قرار گرفتند، به میزان ۱۱۱/۱۰ دلار برآورد می‌شود. که این سیستم شامل شیرهای دستی، لوله‌های اصلی آبیاری ساخته شده از PVC که دارای قطری معادل ۱۹ میلیمتری بود. و در طول وسط سکو امتداد می‌یابند، و ۴۰۰ عدد لولهٔ ۶۱ سانتیمتری به همراه وزنه‌ها و اتصالات برنجی که هر یک مستقیماً به لولهٔ اصلی آبیاری متصل می‌شوند. قیمت هر یک از اجزای بالا در زیر آورده شده است.

سیستم آبیاری زیرگلدانی (موبینگی) برای گیاهان گلدانی

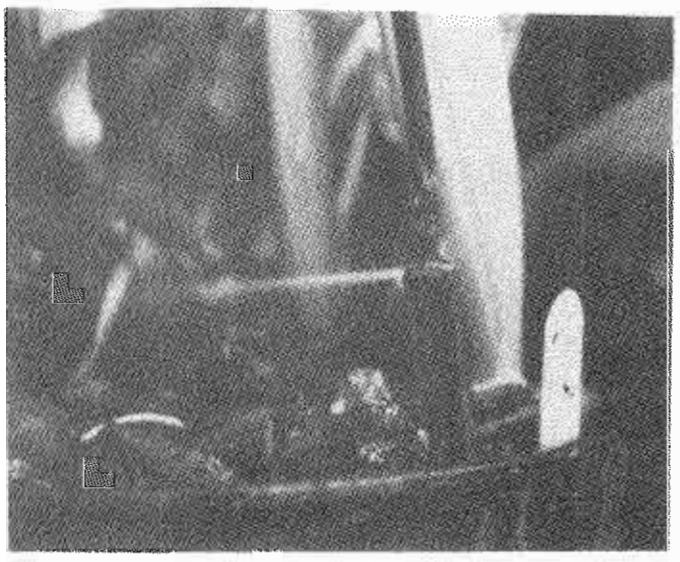
آبیاری زیرگلدانی (موبینگی) در طول سال سیستم بسیار مناسبی برای پرورش‌دهندگان گیاهان گلدانی که دارای گلدانهایی در اندازه‌های مختلف در یک

۱۹/۰۰ دلار	لولهٔ PVC به قطر ۱۹ میلیمتر	۳۰/۵ متر
۸۰/۰۰ دلار	لولهٔ باریک ۶۰ سانتیمتری ID به همراه وزنه‌ها	۴۰۰ عدد
۳/۰۰۰ دلار	اتصال برنجی	۴۰۰ عدد
۷/۵ دلار	شیرآب به قطر ۱۹ میلیمتر	۱ عدد
۱/۶ دلار	رابط لولهٔ PVC به قطر ۱۹ میلیمتر	۶ عدد
۱۱۱/۱۰ دلار	جمع	

سکوی شخصی هستند می‌باشد. (شکل ۱۰-۷). سیستم لوله‌ای نیاز به حذف و اضافه کردن تعداد ثابتی از لوله‌ها به تناسب تراکم گلدانها دارد همچنین آبیاری زیرگلدانی برای پرورش‌دهندگان گیاهان کوچک گلدانی یعنی درجایی‌که بهتر است شاخ و برگ گیاهان مرطوب نشود مفید خواهد بود.

تعداد لوله‌ها در یک چنین سیستمی ایجاد مزاحمت می‌کنند. در سیستم آبیاری زیرگلدانی از یک زیرگلدانی به ضخامت ۱۳-۵ میلیمتر که به‌طور ثابتی مرطوب نگه داشته می‌شود، استفاده می‌شود. گلدانها به هر اندازه که باشند می‌توانند، به‌طور همزمان در روی زیرگلدانی قرار بگیرند. و هیچ برنامه‌ای برای جابه‌جایی گلدانهایی که اندازه‌های مختلف دارند. به چشم نمی‌خورد.

آبیاری زیرگلدانی در حقیقت یک سیستم قدیمی بر مبنای آبیاری زیرزمینی است. سالها پیش، شن را در داخل سکوها ریخته و مرطوب می‌کردند و گلدانها روی شن قرار



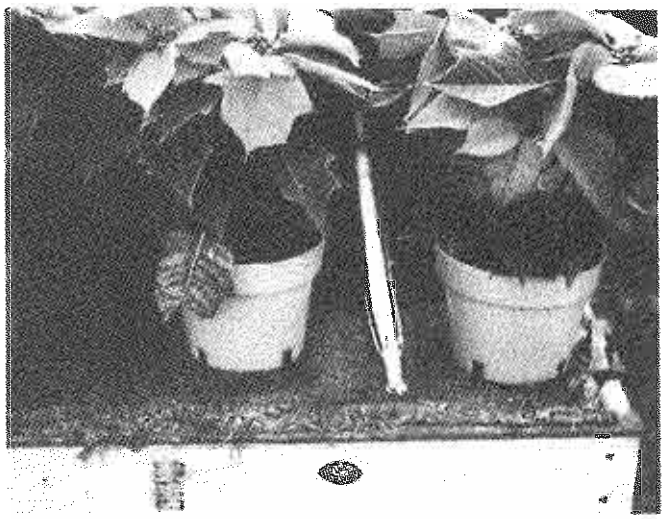
شکل ۹-۷ـ یک لولهٔ اسپری‌کنندهٔ آب. این روش توزیع آب در گلدانهای بزرگترو در محیطهای رشد ریشه‌ای که خیلی متخلخلند از (نظیر آنچه برای ارکیده لازم است) استفاده می‌شود. پخش گستردهٔ آب در بالای سطح گلدان باعث کاهش مشکل ایجاد کانال و آبراه در محیط رشد ریشه می‌شود.

گرفته و آب به‌طور مداوم توسط خاصیت شعریه (مویینگی) به داخل محیط کشت موجود در گلدان راه می‌یافت. این سیستم مقدار ثابتی از رطوبت را در داخل گلدان نگه داشته و به میزان قابل ملاحظه‌ای از نیروی کاری که برای آبیاری درنظر گرفته است، می‌کاهد. زیرگلدانیهایی وجود دارد که برای استفاده از آنها سکوها باید تراز باشند. یک صفحهٔ پلی‌اتیلنی در کف تراز شده هر سکو قرار می‌گیرد. بهتر است این صفحه تیره باشد تا نور متعاقب آن رشد جلبکها را کاهش دهد. صفحه‌ای به ضخامت ۳/۰۵ میلیمتر کافی به نظر می‌رسد زیرا نقش این صفحه فقط جلوگیری از ریزش آب است. زیرگلدانی در روی صفحهٔ پلی‌اتیلنی قرار می‌گیرد. مراقب باشید که لبه‌ها (حواشی) زیرگلدانی هم‌سطح با سایر بخشهای آن باشد. اگر لبه‌ای زیرگلدانی پایینتر قرار گیرند همانند یک فتیله عمل کرده و آب از زیرگلدانی جذب کرده و قطره‌قطره بر روی زمین می‌ریزند. زیرگلدانیها را می‌توان توسط یک قیچی برید و بیش از یک قطعه از آن را با جفت کردن لبه‌ها به یکدیگر برای پوشاندن یک سکو می‌توان به کار برد. انواع مختلفی از زیرگلدانیها برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای تهیهٔ یک نوع آن از پارچه استفاده می‌شود درحالی‌که انواع دیگر آن از الیاف خالص سنتزی ساخته می‌شوند. در این سیستم لوله های آب به انضمام لوله‌های سخت دوجداره و شیلنگهای قابل انعطاف به‌کار می‌روند که آب را به زیرگلدانی می‌رسانند. این لوله‌ها در طول سکو امتداد می‌یابند و به فاصلهٔ ۶۱ سانتیمتر از یکدیگر قرار می‌گیرند. زیرگلدانی باید همیشه مرطوب باشد کار بدین‌منظور اغلب چند بار در روز از آب استفاده می‌شود. که برای دستیابی به این امر می‌توان از یک تایمر برای به‌کار انداختن شیر سلنوئیدی آب، استفاده کرد. در این سیستم آبیاری بیش از حد، مشکلی ایجاد نمی‌کند زیرا آب اضافی به‌آسانی از لبه‌های زیرگلدانی به پایین می‌چکد.

جلبکها در این سیستم ایجاد مشکل می‌کنند که علاوه بر بدنما ساختن زیرگلدانی و

گلدانها، پناهگاه حشرات بوده و پس از خشک شدن بوی بدی از آنها متساعد می‌شود. مقدار زیادی از این جلبکها را می‌توان هر چند وقت یک‌بار توسط شستشو با فشار آب شیلنگ، زدود. نکته قابل توجه اینجاست که بعضی از زیرگلدانیها ممکن است تحمل این فشار را نداشته باشند. همچنین ممکن است از مواد ضدعفونی‌کننده از قبیل سفیدکننده‌ها برای این منظور استفاده کرد ولی باید پس از استفاده از آنها، زیرگلدانیها را با آب شست. برای محصولاتی که به بیماری مبتلا می‌شوند زیرگلدانیها را باید با موادی از قبیل سفیدکننده‌ها، ضدعفونی کرد. برای این منظور محلولی که نسبت مادهٔ سفیدکننده به آب در آن $\frac{1}{9}$ است را می‌توان روی زیرگلدانی پاشید و پس از ۱۰-۵ دقیقه آن را با آب شستشو داد. بعضی از زیرگلدانیها در مقابل بخار مقاومند که بدین‌وسیله



شکل ۱۰-۷ ـ یک سیستم آبیاری زیرگلدانی (شعریه‌ای) برای آبیاری گیاهان گلدانی، زیرگلدانی توسط لوله‌هایی نظیر لوله‌های سخت دوجداره یا شیلنگهای قابل انعطاف که ۶۱ سانتیمتر از یکدیگر فاصله دارند، مرطوب می‌شوند. آب توسط خاصیت مویینگی (شعریه)، از زیرگلدانی به سمت محیط کشت موجود در گلدان حرکت می‌کند و در تمام اوقات به میزان ثابتی محیط کشت را مرطوب نگه می‌دارد. انواع مختلفی از زیرگلدانیها موجود است.

می‌توان جلبکها را از بین برد. محلولهای مواد غذایی را می‌توان همان‌طور که کودهای جامد برای محصولات به‌کار می‌روند، به‌طور مداوم در این سیستم استفاده کرد. برای شروع می‌توان محلولی که دارای غلظتهای معادل ۲۰۰PPm نیتروژن (N) و پتاسیم (K_2O) و ۱۰۰PPm و فسفر (P_2O_5) را به‌کار برد. عموماً شکلی که در این سیستم با آن مواجه می‌شویم، افزایش نمک در محیط کشت است. به‌کار بردن آب عموماً باعث افزایش جذب آن می‌شود، بنابراین کودهاکه از لحاظ شیمیایی نمک به‌شمار می‌روند در محیط کشت تجمع می‌یابند و این امر تجمع نمک، بیشتر در بخشهای بالایی گلدان به چشم می‌خورد. این وضعیت را باید با آزمایش نمک‌های محلول (بخش ۸) هر چند وقت یک‌بار سنجید. هنگامی‌که تجمع نمک اتفاق می‌افتد، گلدانها را باید یک‌بار با آب زیاد از بالا آبیاری کرد تا محیط کشت شستشو یابد.

گسترش جلبکها در زیرگلدانیهایی که با محلولی از کودها تجهیز می‌شود از دیگر مشکلات است. برای جلوگیری از این امر ورقه‌های پلی‌اتیلنی منفذدار که دارای ۱۵۰۰۰۰ منفذ در مترمربع هستند، به‌طور مجزا یا به همراه زیرگلدانی وجود دارند. ورقه پلی‌اتیلنی روی زیرگلدانی قرار گرفته و گلدانها روی آن قرار می‌گیرند. این ورقه، رسیدن نور به زیرگلدانی را محدود کرده و متعاقباً جلوی رشد جلبکها را می‌گیرد. این ورقه به‌آسانی قابل شستشو بوده و ریشه قادر به نفوذ در آن نیست.

قیمت اجزای مورد استفاده در سیستم آبیاری زیرگلدانی از ۹۲ دلار تا ۱۶۲ دلار متغیر است. این اختلاف قیمت به‌دلیل تفاوت نوع زیرگلدانی است. مثلاً یک چنین سیستم شامل یک شیرآب دستی به قطر ۱۹ میلیمتر لولهٔ اصلی به قطر ۱۹ میلیمتر، دو قطعه لولهٔ سخت دوجداره، شیلنگ برای توزیع آب، ورقهٔ پلی‌اتیلنی سیاه به ضخامت ۷/۰۵ میلیمتر قیمت هر یک از اجزای فوق در زیر آورده شده است.

۱۳۶/۰۰-۶۶/۸۰دلار

زیرگلدانی	۳۷/۲۱ مترمربع	۶/۷۴ دلار
	لولهٔ سخت دوجداره به‌انضمام و رابطها	۶۱ متر
۱۰/۰۰۰ دلار	ورقه پلی‌اتیلنی سیاه به ضخامت ۰/۰۵ میلیمتر	۳۷/۲۱ مترمربع
۷/۵۰ دلار	شیرآب به قطر ۱۹ میلیمتر	۱ عدد
۱/۳۶ دلار	رابطهای پلاستیکی لولهٔ اصلی به ضخامت ۱۹ میلیمتر	۵ عدد

۱۶۱/۶۰-۹۲/۴۰ دلار

آبیاری بارانی برای گیاهان گلدانی

زمانی‌که شاخ و برگ اکثر محصولات، برای کنترل بیماریها خشک نگه داشته می‌شوند، تعداد معدودی از محصولات در مقابل بیماری مقاوم بوده و می‌توان شاخ و برگشان را مرطوب کرد. چنین محصولاتی را می‌توان به آسانی و با هزینهٔ بسیار کم به صورت بارانی آبیاری کرد. نشاهای موجود در بستر گلهای بریدهٔ پرورش‌یافته در خارج از گلخانه، بعضی از گیاهان سبز، انواع آزالیا، از محصولاتی هستند که می‌توان آنها را به روش بارانی، آبیاری کرد.

در این سیستم یک لوله در طول وسط بستر نصب می‌شود و لوله‌های عمودی در فواصل معین روی آن نصب می‌شوند. ارتفاع لوله‌ها باید بیشتر از ارتفاع نهایی محصول باشد. معمولاً برای نشاهای موجود در سینی‌ها ارتفاع ۰/۶ متر و برای گلهای بریده ارتفاع ۱/۸ متر کافی به نظر می‌رسد. در نوک هر یک از لوله‌ها عمودی یک نازل نصب می‌شود. انواع مختلفی از نازلها وجود دارد. بعضی از آنها آب را به‌طور همزمان در ۳۶۰ درجه پخش می‌کنند و بعضی از آنها پس از دور زدن به اندازهٔ ۳۶۰ درجه چنین زاویه‌ای را پوشش می‌دهند. نازلهایی نیز وجود دارد که آب را با زاویه ۱۸۰ درجه پخش می‌کند و این نوع نازلها برای انتهای بستر مناسب است. قطر پاشش نازلها متفاوت بوده و ممکن است ۱۱ متر یا بیشتر باشد. همچنین سیستمهایی از آبیاری بارانی که آب اصلاً از نازلها

نمی‌چکد (پاشیده می‌شود)، وجود دارد.

خطوط لولهٔ آب گلخانه

در گلخانه‌ای به مساحت ۱۸۶۰ مترمربع، لولهٔ اصلی آب باید دارای قطری معادل ۵۱ میلیمتر باشد تا بتواند جریان آبی برابر با ۱۹۰ لیتر در دقیقه را برقرار سازد. اگر مساحت گلخانه ۴۶۴۵ مترمربع باشد لولهٔ اصلی آب باید دارای قطری معادل ۷۶ میلیمتر بوده تا بتواند جریان آن برابر با ۴۷۳ لیتر در دقیقه را برقرار سازد. لوله‌های پلاستیکی (PVC) به‌طور گسترده‌تری نسبت به لوله‌های آهنی مورد استفاده قرار می‌گیرند زیرا هم ارزانترند و هم افت فشار آب در آنها به دلیل کمتر بودن مقاومت در مقابل جریان آب، کمتر است. لوله‌های اصلی را در داخل زمین یا در نزدیک سقف نصب می‌کنند. نصب لوله‌های اصلی در نزدیک سقف معمولتر است. زیرا با این عمل به میزان زیادی در هزینهٔ ساخت سیستم آبیاری صرفه‌جویی می‌شود و هم در صورت نیاز، تعمیر یا تغییر آن آسانتر انجام می‌شود.

لوله‌های اصلی آب علاوه بر انتقال آب، عمل انتقال محلول دارای کود را نیز بر عهده دارد. گاهی لازم است جریان کود مایع وارد جریان آب شود.

یک گلخانهٔ تجاری به مساحت ۱۸۶۰ مترمربع را درنظر بگیرید که در محدوده‌ای به طول ۴۴ متر و عرض ۴۲ متر (۴۲ × ۴۴) قرار گرفته است و راه عبوری از وسط، طول گلخانه را طی می‌کند و سکوهای دارای عرض ۱/۸ متر و طول ۲۱ متر (۲۱ × ۱/۸) در دو طرف این مسیر قرار گرفته‌اند. گیاهان گلدار گلدانی که در گلدانهای ۱۶/۵ سانتیمتری (azalea - type) روییده‌اند در فواصلی نسبت به یکدیگر قرار دارند که به‌طور متوسط ۱۳/۵ گلدان در هر مترمربع جای می‌گیرد و در کل ۳۲۶ گلدان روی هر سکو قرار دارد در هر مرحله از آبیاری هر یک از گلدانها به ۳۵۰ میلی‌لیتر آب نیاز دارند. سکوها به سه گروه

تقسیم می‌شوند و آب در هر یک از آنها توسط یک شیر و لولهٔ چندراهی (manifold) جریان می‌یابد آبیاری یا کوددهی (بصورت محلول) برای ۱۰۰۸ گیاه به‌طور همزمان انجام می‌شود. بهترین نحوهٔ لوله‌کشی، لوله‌کشی توسط لوله‌های اصلی با قطر ۵۱ میلیمتر است که در طول گلخانه امتداد می‌یابد و لوله‌هایی عمودی از آن تا مرکز هر سکو منشعب می‌شوند. که در مجموع به ۱۰۷ متر لوله اصلی با قطر ۵۱ میلیمتر نیاز است. لوله‌های اصلی در هر مترشان می‌توانند دارای ۱۶۸۶ میلی‌لیتر آب باشند و در مجموع حجمی معادل ۱۸۰ لیتر آب در لوله‌های اصلی جای می‌گیرد. فرض می‌کنیم در یک دور پس از آبیاری، لازم است کوددهی نیز انجام شود برای این کار یک دستگاه تنظیم‌کننده جریان کود در ابتدای لولهٔ اصلی به کار می‌افتد و در انتهای دیگر لولهٔ اصلی شیر مربوط به یک گروه از سلولها باز می‌شود. پس از اینکه کود به این محل برسد باید ۱۸۰ لیتر آب باقیمانده در لوله‌ها برای ۱۰۰۸ گلدان جریان یابد. که به این ترتیب هر گلدان ۱۴۲ میلی‌لیتر آب دریافت می‌کند. علاوه بر این مقدار ۳۰ میلی‌لیتر آب موجود در لوله‌های آبرسان (با ۱۹ میلیمترقطر که در هر متر از طول خود ۲۳۶ میلی‌لیتر آب را جای می‌دهند) واقع در روی سکو به گلدانها می‌رسد که به این ترتیب هر گلدان مجموعاً ۱۷۱ میلی‌لیتر آب دریافت می‌کند. از ۳۵۴ میلی‌لیتر مابقی که به هر گلدان می‌رسد ۱۸/۳ میلی‌لیتر آن را محلول کود تشکیل می‌دهد. پس از کوددهی این محل نوبت به محل دیگر (ایستگاه دیگر) می‌رسد که در این محل ۳۵۴ میلی‌لیتر محلول کود در هر گلدان به کار برده می‌شود.

معایب بالا در گلخانه‌هایی که دارای مساحت ۴۶۴۵ مترمربع هستند یعنی جایی‌که لوله‌های اصلی با قطر ۷۶ میلیمتر و به‌طول ۲۴۴ متر مورد استفاده قرار می‌گیرند، بیشتر به چشم می‌خورد چنین لوله‌هایی به ازای هر ۳۰/۵ سانتیمتر خود، حجم آبی معادل ۱۱۵۵ میلی‌لیتر در خود نگه می‌دارند که در مجموع این حجم که ۹۲۴ لیتر در کل سیستم می‌رسد. وقتی جریان کود مایع وارد سیستم می‌شود باعث حرکت آب باقیمانده

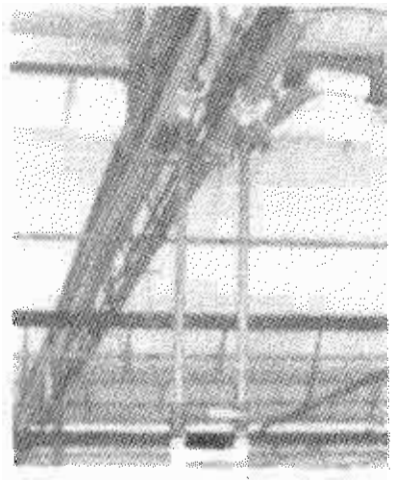
در لوله‌ها شده و به جای انجام عمل کوددهی هر گلدان ۳۵۴ میلی‌لیتر آب دریافت می‌کند. بنابراین ده درصد از گیاهان موجود در گلخانه نسبت به کود، آب بیشتری دریافت می‌کنند.

این مشکل را می‌توان با نصب لولهٔ اصلی در دو ردیف برطرف کرد. که یکی از لوله‌هابرای آبیاری است و لولهٔ مجاور آن برای کوددهی به کار می‌رود. (شکل ۱۱-۷)

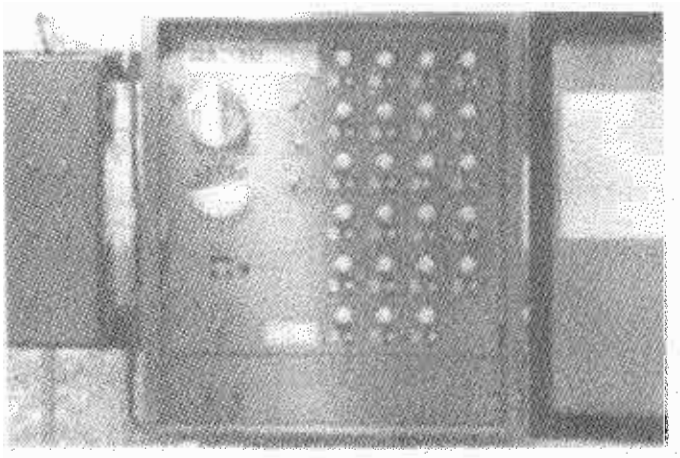
نصب نیاز به کود یا آب شیر مربوطه در هر محل باز می‌شود راه‌حل دوم نصب یک شیرآب سلنوئیدی در انتهای یک سیستم اصلی است. در این روش، برای تغییر جریان از آب به کود، یک دستگاه تنظیم‌کنندهٔ کود در ابتدای لولهٔ اصلی آب به کار می‌افتد و شهر سلنوئیدی در انتهای دیگر لوله اصلی توسط یک سوئیچ موجود در محفظهٔ کود، باز می‌شود. هنگامی که محلول کود به انتهای لولهٔ اصلی گلخانه می‌رسد، شیر سلنوئیدی بسته می‌شود. زمان مورد نیاز برای این امر از پیش تعیین شده است. تعداد سکوهایی که در هر محل آبیاری می‌شوند بستگی به اندازهٔ گیاهان از یک گونه که در یک زمان کشت شده‌اند، دارد. به‌این‌ترتیب با اطمینان می‌توان گفت که همهٔ گیاهان موجود در یک محل در یک زمان آبیاری و کوددهی می‌شوند. عموماً، از یک تا سه سکو که در بالا بحث آن گذشت، یک محل یا ایستگاه گفته می‌شود.

آب در طول سکو توسط یک سیستم تشکیل‌شده از لوله‌های باریک، توزیع می‌شود. این امر توسط لوله‌های پلاستیکی به قطر ۱۹ میلیمتر که در طول سکو امتداد دارند، **انجام می‌شود.**

در این سیستم آب به جای اینکه از سر لوله وارد شود، از بخش میانی لوله وارد سیستم شده تا افت فشار آب را در طول سکو به حداقل برساند. یک لولهٔ ۲۱ متری که دارای قطر ۱۹ میلیمتر است و آب از سر بخش میانی وارد آن شود می‌تواند بدون کاهش میزان آب تحویلی به هر گلدان، ۲۸۰ گلدان را آبیاری کند. این ارقام براساس آزمایشهای انجام شده با لوله‌های باریک که قطر داخلی آنها ۱/۵ میلیمتر و طول آنها ۶۱ سانتیمتر



الف



ب

شکل ۱۱-۷ـ تصویر الف) نشان‌دهندهٔ سیستم لوله‌های اصلی است که در نزدیکی سقف قرار گرفته و لوله‌ای عمودی از آن به طرف بخش میانی سکوها منشعب می‌شوند. یکی از لوله‌ها دارای آب و لولهٔ دیگر دارای محلول کود است. هر دو لولهٔ اصلی (لولهٔ آب و لولهٔ کود) به سیستم توزیع آب که در روی سکوها واقع شده، وصل می‌شود. و آب یا کود توسط شیرهای دستی جداگانه‌ای به این سیستم راه می‌یابند. به جای استفاده از شیرهای دستی می‌توان از شیرهای سلنوئیدی استفاده کرد و در مقابل این شیرهای سلنوئیدی توسط یک تایمر باز و بسته می‌شود. و تصویر **ب)** نشان‌دهنده یک تایمرند که قادر است آبیاری ۲۳ منطقه از گلخانه را به‌طور جداگانه کنترل کند.

است ارائه شده است. برای توضیح بیشتر به کتاب Overhead costs of greenhouse firms differentiated by size of firm and market channel. نوشته Brumfield و همکاران در سال ۱۹۸۱ رجوع کنید.

مراقبتهای لازم

افزایش طول عمر

برآورد طول عمر هر یک از سیستمهای آبیاری مشکل است و این امر باید به منظور توجه بیشتر به موارد اقتصادی در اتوماسیون آبیاری انجام شود. به‌طورکلی می‌توان فرض کرد که بخشهای ظریفتر سیستم مانند لوله‌های پلی‌اتیلنی که ضخامت آنها ۰/۲ میلیمتر است و نازلهای پلاستیکی اگر به‌خوبی از آنها نگهداری شود در مدت ۶-۵ سال دوام می‌آورند. لوله‌های بزرگتر شیرهای آب، و نازلهای فلزی مورد استفاده از آبیاری بارانی دارای طول عمر بیشتر بوده و بخصوص اگر از PVC ساخته شوند حداقل ده سال دوام می‌آورند.

مشکل از اینجا شروع می‌شود که آب چاه یا حوض که وارد سیستم آبیاری می‌شود، صاف نمی‌شود. و ذرات موجود در آنها در لوله‌های کوچکتر و نازلها جمع می‌شود. حتی اگر از آب شهر برای آبیاری استفاده می‌شود باید یک توری در اندازهٔ ۱۵۰ در تمام سیستمهای آبیاری به‌کار رود. پس از توری، در سیستم نباید از رابطهای فلزی استفاده کرد. زیرا زنگ حاصل از این قطعات فلزی نیز باعث بسته شدن لوله‌ها می‌شود هنگامی که از آب رودخانه استفاده می‌شود. پیش از این‌که آب را از یک توری در اندازه ۱۵۰ عبور دهیم باید ابتدا آن را از یک توری شنی گذراند.

در لوله‌های PVC که دارای جدار نازک و سفید، نور به اندازهٔ کافی برای رشد جلبک به داخل آن نفوذ می‌کند که موجب بسته شدن لوله‌ها و نازلها می‌شود. برای ضخامت

از ایـن امـر، مـی‌توان لوله‌هـا را رنگ کـرد. بـهترین رنگ بـرای رنگ کـردن لوله‌هـا رنگ آلومینیومی است زیرا نه تنها اجازهٔ ورود نور به داخل لوله را نمی‌دهد بلکه باعث خنک نگه داشتن لوله تمیز می‌شود. اگر در تابستان از آب موجود از لوله‌های سـیاه، بـه‌طور مداوم استفاده نشود، آب به اندازه‌ای گرم می‌شود که باعث سوختن گیاه می‌شود.

ضدعفونی (استریلیزاسیون)

اجزای پلاستیکی سیستمهای اتوماتیک آبیاری را نباید با بخار اسـتریل کـرد. ایـن عمل موجب کاهش طول عمر اجزای پلی‌اتیلنی و تغییر شکل لوله‌های PVC و نازلهای پلاستیکی می‌شود. پیش از استریل کردن سیستم با بخار، لوله‌های انعطاف‌پذیر را باید از سیستم جدا کرد و لوله‌های پلاستیکی اصلی را در بالای سکوها بـه اسکـلت بـالایی گلخانه بست. هنگامی‌که این اجزا از سیستم جدا شوند، سیستم آبیاری را باید استریل کرد. وگرنه احتمال آلوده شدن محیط کشت در سکوها با ذراتی که به سیستم آبیاری چسبیده‌اند بسیار زیاد است. یک اسفنج یا پارچه‌ای که در سطل مواد ضدعفونی‌کننده (یا مواد سفیدکننده)، فرو برده شده است را می‌توان برای تمیز کردن لوله‌های و نازلها به‌کار برد. مواد ضدعفونی‌کننده را نیز می‌توان توسط شـیلنگ در داخـل خـط لوله بـه جریان انداخت. لوله‌های قابل انعطاف را می‌توان از سیستم جـدا کـرد و در یک بشکـهٔ دارای مواد ضدعفونی‌کننده فرو برد. این عمل ساده‌تر از پاستوریزاسیون محیط کشت انـجام مـی‌شود حـتی مـی‌توان سکـوها و سـیستم آبـیاری را بـا شـیلنگی کـه مـاده ضدعفونی‌کننده در آن جریان دارد، استریل کرد.

اتوماسیون

برای پرورش‌دهندگانی که گلخانه‌های کوچکی دارند استفاده از شیرهای آب دستی در سیستم آبیاری بهتر است. با به‌کارگیری این وسیله مالک یا مدیر گلخانه هر روز به

سرکشی سکوها می‌پردازد و از صرف هزینه برای اتوماسیون بیشتر، جلوگیری می‌شود. گلخانه‌های تجاری بزرگتر که مستلزم سرمایه‌گذاری بیشتری هستند، مراقبت روزانه را به‌طور دقیقتری بر مناطق کشت شده در گلخانه اعمال می‌کنند. به‌دلیل وسعت مناطقی که باید در این گلخانه‌ها تحت عمل آبیاری قرار گیرند، شیرهای اتوماتیک باید در آن نصب شود.

آبیاری را نمی‌توان همیشه با فاصلهٔ زمانی مشخصی انجام داد در شرایطی که نور خورشید زیاد و هوا گرم است، تعداد دفعات خشک شدن محیط کشت نیز بیشتر است و بالعکس در هوای سرد و ابری تعداد دفعات خشک شدن محیط کشت کمتر می‌شود. معمولاً در اروپا و بعضی از نقاط آمریکا، توسط سطح کنترل، که به نور خورشید حساس است، زمان آبیاری تعیین می‌شود. این وسیله دارای مکانیزم (سنسور) حساس به نور جزیی است که انرژی خورشیدی را در این نقطه که سنسور نصب می‌شود، اندازه‌گیری می‌کند. این وسیله را می‌توان روی میزان انرژی مشخصی تنظیم کرد و هنگامی که انرژی به این حد تنظیم شده رسید، سیستم الکتریکی مرتبط با آن از قبیل، سوئیچ سلنوئیدی موجود در سیستم آبیاری به‌کار می‌افتد.

یک گلخانهٔ تجاری که روی اتوماسیون آبیاری سرمایه‌گذاری می‌شود، مناطق متعددی از گلخانه را باید آبیاری کرد. که هر منطقه مجهز به یک شیر سلنوئیدی است. **برای به‌کار بردن لوله‌های اصلی و پمپ کوچکتر، مناطق گلخانه در زمانهای متفاوت** آبیاری می‌شوند. وسیلهٔ کنترل دیگری که در آبیاری اتوماتیک به‌کار می‌رود، هماهنگ‌کنندهٔ آبیاری چند منطقه از گلخانه است. (شکل ۱۱-۷ b). این وسیلهٔ کنترل ممکن است با دست روشن شود و یا ممکن است توسط وسیله حساس به نور خورشید، به‌کار افتد. زمانی‌که این وسیله (کنترل‌کننده) به کار افتاد، از زمان شروع به‌کار به مدت ۱۵ ثانیه تا ۳۰ دقیقه. تعدادی از شیرهای سلنوئیدی را یکی‌یکی باز و بسته می‌کند. قیمت این وسیلهٔ کنترل‌کننده که مسؤولیت کنترل شش محل (ایستگاه) را

دارد ۱۰۰ دلار است و برحسب نوع آن و تعداد محل‌های (ایستگاه) را تحت کنترل داشته باشند.

به‌کار بردن تایمرها در گلخانه‌های بزرگ تجاری می‌تواند منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در نیروی کار شود. زمانی را که لازم است یک مدیر، شیرهای آب مربوط به ۴۰ منطقه را باز کند و منتظر اتمام آبیاری این مناطق بماند و سرانجام شیرهای آب مربوط به این مناطق را ببندد، بسیار زیاد خواهد بود. توسط یک تایمر ۴۰ منطقه را سرکشی کرده و لیستی از مناطقی که نیاز به آبیاری دارند را تهیه می‌کند. سپس برنامهٔ لازم برای آبیاری این مناطق (مناطقی که نیاز به آبیاری دارند) را به تایمر می‌دهد. از این مرحله به بعد، تایمر تمام اعمال آبیاری را به‌طور خودکار انجام می‌دهد. با به‌کار بردن تایمر به میزان قابل توجهی در تنظیم آبیاری صرفه‌جویی خواهد شد زیرا اگر این عمل توسط انسان انجام شود، شخصی که برای این کار استخدام می‌شود باید بسیار باتجربه بوده که در نتیجهٔ دستمزد بالایی نیز دارد.

درنظر گرفتن مواد اقتصادی

همان‌طوری‌که یک تولیدکنندهٔ وسایل آبیاری می‌گوید «ایجاد سیستم آبیاری اتوماتیک، به صرفه نیست» این جمله نسبت به سایر سیستمهای اتوماتیک موجود در گلخانه بیشتر در مورد آبیاری اتوماتیک سوق می‌کند. هزینهٔ آبیاری اتوماتیک با در نظر گرفتن تمام اجزا و مواد مورد نیاز برای سکویی به ابعاد ۱/۲۲m × ۳۰m به انضمام نصب آن هزینه‌ای معادل ۱۶۲-۷۷ دلار در هر سال دربر خواهد داشت درحالی‌که این هزینه در سیستم آبیاری دستی ۳۲۱ دلار خواهد بود. هزینهٔ کار در سیستمهای اتوماتیک در طول یک سال بسیار ناچیز است زیرا این کار فقط به باز یا بسته کردن شیرها یا دادن برنامه به تایمر محدود می‌شود. این عمل را نیز مدیر گلخانه در خلال سرکشی روزانه می‌تواند انجام می‌دهد. در مقیاس وسیع آبیاری، استفاده از یک تایمر می‌تواند زمان این

عمل را به حداقل برساند. با درنظر گرفتن وسایل سیستم آبیاری اتوماتیک و نیروی کار مورد نیاز آن، این سیستم نسبت به سیستم آبیاری دستی، در سال اول به‌صرفه نیست. عوامل دیگری نیز وجود دارند که درنظر گرفتن آنها باعث ضروری شناخته شدن آبیاری اتوماتیک، توسط متصدیان گلخانه می‌شود. همان‌طور که گفته شد، اولین عامل این است که با استفاده از سیستم آبیاری اتوماتیک با توجه به سهولت آبیاری، انجام این عمل (آبیاری)، آب کافی در زمان مناسب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. عامل دوم این است که آبیاری اتوماتیک وسایل را فراهم می‌آورد که بدون خیس شدن شاخ و برگ گیاهان، عمل آبیاری انجام می‌شود به این امر برای کنترل بیماریها به‌ویژه در محصولاتی از قبیل بنفشه آفریقایی، گلوکسینیا، بگونیا، پامچال، سیکلامن، و شاخ و برگ تحتانی گلهای بریده بسیار مهم است. سومین عاملی که استفاده از آبیاری اتوماتیک را ضروری جلوه می‌دهد این است که توسط این نوع آبیاری می‌توان کود مایع را به‌طور اتوماتیک به کار برد.

خلاصه

۱ـ در ظاهر، آبیاری امری خسته‌کننده و غیرمهم در عملیات گلخانه‌ای به نظر می‌رسد اما، کاهش کیفیت محصولات گلخانه‌ای که بسیار هم رایج است شاید به دلیل اهمال در این امر (آبیاری) باشد. صدمهٔ ناشی از آبیاری کم به محصولات، همانند صدمه‌ای است که از آبیاری بیش از حد، به گیاهان می‌رسد.

۲ـ هنگامی آبیاری به نحوی مناسب انجام می‌شود که سه قاعدهٔ زیر رعایت شوند.

a ـ از یک محیط کشت که دارای ساختمان خوب و زهکشی مناسبی است استفاده کنید. استفاده از چنین محیط کشتی باعث می‌شود که حتی بی‌درنگ پس از آبیاری، آب زیادی در خاک نگه داشته شود و همچنین تهویه، به‌نحو مناسبی انجام شود.

b ـ هربار که عمل آبیاری را انجام می‌دهید، تمام بخشهای محیط کشت باید مرطوب باشد. محیط کشت نباید به‌طور مختصر و جزیی مرطوب شود. در آبیاری ظروف گلخانه‌ای، حجم آب به‌کار رفته باید در اندازه‌ای باشد که آب از انتهای ظرف جاری شود. و همچون یک قاعده باید، ۱۵-۱۰ درصد حجم آب مورد نیاز را افزایش دهیم، به‌طورکلی، برای محیط کشت خاک، آب باید به میزان ۲۰ لیتر در هر مترمربع از سکو، مورد استفاده قرار گیرد یا ۳۵۰-۳۰۰ میلی‌لیتر آب در هر گلدان azalea - type استفاده شود.

c ـ آبیاری را درست پیش از اینکه گیاه دچار تنش شود، انجام دهید. تنش رطوبتی در بیشتر گیاهان توسط علایمی که در شاخ و برگ گیاه ظاهر می‌شود از قبیل تغییراتی در بافت و رنگ و کاهش تورژسانس سلولی، قابل تشخیص است. بعضی از گیاهان هرگز چنین علایمی را نشان نمی‌دهند مگر اینکه ریشه‌هایشان آسیب ببینند. رنگ، بافت و وزن محیط کشت، راهنمایی برای نحوهٔ آبیاری این گیاهان است.

۳ـ کیفیت آب آبیاری عامل بسیار مهمی است که اغلب بودن اهمیتی داده نمی‌شود. برای پرورش بهتر محصول، محتوی کل نمک موجود در آب یعنی یونهای منفردی مانند سدیم و بُر و همچنین PH آب باید تعیین شود. برای بعضی از مشکلاتی که در کیفیت آب به چشم می‌خورد روشهای اصلاحی وجود دارد ولی برای بقیه موارد روشی پیشنهاد نشده است. پیش از این‌که گلخانه ساخته شود، آب مورد استفاده برای آبیاری باید آزمایش شود. به جدول ۱ـ۷ که راهنمایی‌هایی لازم برای تعیین کیفیت آب را در اختیار شما قرار می‌دهد، نگاه کنید.

۴ـ در حال حاضر به علت گران بودن نیروی کار هزینهٔ آبیاری دستی بسیار زیاد است. تعداد زیادی از سیستمهای آبیاری اتوماتیک هم برای گلهای بریده و هم برای گیاهان گلدانی، موجود است. این سیستمها در عرض یک سال هزینه‌ای که صرف آن نشده است را جبران می‌کنند. علاوه بر مزیت اقتصادی سیستمهای اتوماتیک بر

آبیاری دستی، در آبیاری اتوماتیک به‌دلیل سهولت انجام این عمل (آبیاری)، آب کافی در زمان مناسب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه در سیستم آبیاری اتوماتیک شاخ و برگ گیاه خیس نمی‌شوند این سیستم به کنترل بهتر بیماریها کمک می‌کند. همچنین در این سیستم می‌توان عمل کوددهی را به‌طور اتوماتیک انجام داد.

مرجع

Florist supply company catalogs are available annually to greenbouse growers and are a primary source of information. Tbe manufacturers tbemselves are another good source of literature.

1. Ball, V., ed. 1985. *The Ball Red Book*, 14th ed. Reston, VA: Reston Publishing Co.
2. Brumfield, R. G., P. V. Nelson, A. J. Coutu, D. H. Willits, and R. S. Sowell. 1981. Overhead costs of greenhouse firms differentiated by size of firm and market channel. North Carolina Agr. Res. Ser. Tech. Bul. 269.
3. Farnham, D. S., R. S. Ayers, and R. F. Hasek. 1977. Water quality affects ornamental plant production. Univ. of California Div. of Agr. Sci. Leaflet 2995.
4. Matkin, O. A., and F. H. Petersen. 1971. Why and how to acidify irrigation water. *Amer. Nurseryman* 133:14, 73.
5. Waters, W. E., J. NeSmith, C. M. Geraldson, and S. S. Woltz. 1972. The interpretation of soluble-salt tests and soil analysis by different procedures. *Florida Flower Grower* 9 (4):1–10.
6. Wilcox, L. V. 1948. The quality of water for irrigation use. USDA Tech. Bul. 962.

۸. کوددهی و تغذیه گیاه

چگونگی روش استفاده از کود در گلخانه با روشهای به‌کارگیری آن در زراعتهای آزاد متفاوت است. در شرایط مناطق نیمه‌گرمسیری، گیاهان حداکثر رشد را در تمام سال دارند. در گلخانه نیز این وضع صادق است ولی حجم محدود گسترش ریشه در گلخانه کمتر از استانداردهای مزرعه است. براین اساس و به‌منظور تأمین نیاز کامل گل داودی سالیانه ۱۸۰۰ کیلوگرم ازت در هر ایکر در سال مصرف می‌شود. تولید شاخ و برگ انبوه و به‌هم خوردن تعادل مصرفی مواد غذایی در محیط ریشه، معمولاً مسایل و مشکلاتی را در روند رشد گیاه پدید می‌آورد، یکی از مهمترین عوامل به‌هم خوردن این تعادل، شستشوی مواد غذایی قابل حل در آب، به‌ویژه میکرو المنت‌ها است که این امر موجب بروز نشانه‌های کمبود برخی از عناصر می‌شود.

ـــ معمولاً نزدیک به ۹۰ درصد وزن گیاه را آب تشکیل می‌دهد. مواد جامد موجود در گیاه را بر مبنای میزان ماده خشک آن تعیین می‌کنند، و در آن ۱۷ عنصر طبق جدول (۱-۸) که از طریق ریشه گیاه از محیط خاک جذب و وارد گیاه می‌شود وجود دارد که بخشی از وزن ماده خشک را تشکیل می‌دهند. نزدیک ۹۰ درصد وزن ماده خشک گیاه را سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل می‌دهد که هرگز از طریق اجرای برنامه‌های کوددهی به گیاه داده نمی‌شوند، بلکه این مواد طی فرآیندهای مختلف دیگر، به‌وسیله گیاه تأمین و جذب می‌شوند.

جدول ۱-۸ـ عناصر ضروری گیاه، علایم اختصاری، طبقه‌بندی و مقدار معمولی هر یک از آنها را در اندامهای هوایی گیاه بر مبنای درصد وزن ماده خشک نشان می‌دهد.

نام عنصر غذایی	علایم اختصاری	طبقه‌بندی	مقدار معمول آن در گیاه (درصد وزن ماده خشک)
کربن	C	غیرکودی	
هیدروژن	H	غیرکودی	۸۹/۰
اکسیژن	O	غیرکودی	
ازت (نیتروژن)	N	عنصر ماکرو (اصلی)	۴/۰
فسفر	P	عنصر ماکرو (اصلی)	۰/۵
پتاسیم	K	عنصر ماکرو (اصلی)	۴/۰
کلسیم	Ca	عنصر ماکرو (اصلی)	۱/۰
منیزیم	Mg	عنصر ماکرو (اصلی)	۰/۵
سولفور (گوگرد)	S	عنصر ماکرو (اصلی)	۰/۵
آهن	Fe	عنصر میکرو	۰/۰۲
مگنز	Mn	عنصر میکرو	۰/۰۲
روی	Zn	عنصر میکرو	۰/۰۰۳
مس	Cu	عنصر میکرو	۰/۰۰۱
بُر	B	عنصر میکرو	۰/۰۰۶
مولیبدن	Mo	عنصر میکرو	۰/۰۰۰۲
سدیم	Na	عنصر میکرو	۰/۰۳
کلر	Cl	عنصر میکرو	۰/۱

ـــ کربن و اکسیژن از دی‌اکسیدکربن (Co_2) موجود در هوا و نیز اکسیژن و هیدروژن به‌وسیله آب وارد ساختمان گیاه می‌شود. با توجه به بسته بودن فضای گلخانه و مصرف زیاد Co_2 به‌وسیله گیاه، اغلب کمبود کربن در آنها مشهود است که در فصل ۹ در این موارد مفصلاً صحبت شده است. همچنین با مصرف مقدار کمی آب، نیازهای آبی گیاه تأمین می‌شود و در نتیجه کمبود هیدروژن و اکسیژن مشاهده نمی‌شود. معمولاً صدمات

حاصل از استرس آب (کم‌آبی) بستگی به سایر فاکتورهای رشد، از جمله کمبود فتوسنتز، به علت بسته بودن روزنه‌ها و یا خشک شدن سلولها، دارد.

ـــ مابقی ۱۰ درصد از وزن ماده خشک شامل ۱۴ عنصر ضروری است، دو عنصر سدیم و کلر از عناصر ۱۴گانه به مقدار کافی در محیط ریشه و یا همچون مواد تشکیل‌دهنده کودهای شیمیایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد بنابراین باید ۱۲ عنصر مورد نیاز با اجرای برنامه‌های درست مصرف کودهای مختلف، تأمین و در اختیار گیاه قرار گیرد. با توجه به میزان مصرف این عناصر، آنها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: (۱) عناصر پُرمصرف (ماکرو) که تعداد آنها ۶ عنصر بوده و به مقدار بیشتری در گیاهان وجود دارند. (۲) عناصر کم‌مصرف (میکرو) که تعداد آنها نیز ۶ عنصر بوده و میزان آنها در گیاهان بسیار ناچیز و کم است.

برنامه کوددهی

فصل نوین مصرف کودهای مختلف در گلخانه‌ها، از اواسط قرن اخیر آغاز شد، یعنی هنگامی که عمل ضدعفونی کردن (استرلیزه کردن) خاک نیاز به تعویض آن را از بین برد. معمولاً پیش از آن موقع، هر یک یا دو سال درمیان، خاک بسترهای کاشت گلخانه را عوض می‌کردند که این خاکها محتوی هوموس و مواد آلی بود که عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کرد. و بیشترین یا همه عناصر مواد غذایی کم‌مصرف یا میکرو را دربر داشت مابقی از طریق مصرف کودهای شیمیایی در طول سال، تأمین و در اختیار گیاه قرار می‌گرفت به این طریق که ماهی یک‌بار خاک آنها، مورد آزمایش و تجزیه قرار می‌دادند و با توجه به نتایج آزمایشها، عناصر مورد لزوم را در اختیار گیاه می‌گذاردند از کودهای آلی مورد استفاده خون خشک شده، کنجاله پنبه‌دانه، بقایای کشتارگاه و از کودهای معدنی، نیترات سدیم، سوپرفسفات، املاح پتاسیم و سولفات آمونیم بود. این روش مصرف کود کاملاً مناسب و خوب بوده، ولی در صورت تعویض نوع گیاه و خط تولید، لزوم کاهش هزینه‌های کارگری احساس می‌شد.

ـ استفاده ممتد و دایمی از خاک را زمانی باید مدنظر داشت که بتوان، خاک را ضدعفونی کرده و جنبه‌های اقتصادی آن را درنظر گرفت، همچنین با حذف کود حیوانی، سیستم دادن کودهای شیمیایی به‌طور مداوم نیز مشکلاتی به‌وجود می‌آورد. از طرفی شسته شدن مواد غذایی به‌ویژه میکرو المنت‌ها (عناصر کم‌مصرف) به علت آبیاریهای زیاد و مداوم، بر مشکلات می‌افزود هر چند آبیاری اتوماتیک استفاده از کودها را به‌طور متناوب ساده کرده بود ولی مصرف کودهای محلول را به میزان زیادی بالا می‌برد.

ـ امروزه کوشش می‌شود که از کودهای مایع با غلظت‌های بیشتر و قابلیت حل بالاتر استفاده کنند. در این صورت از محلولهای غلیظ با توجه به نوع گیاه و محصول، می‌توان

نسبتهای لازم کودی را فراهم کرده و در مسیر جریان انتقال مواد که به سیستم اتوماتیک وصل می‌شود، قرار داد و بدین‌ترتیب محلول کودی آماده شده به تک‌تک گیاهان گلدانی یا بسترهای کشت که برای گل بریده درنظر گرفته شده است منتقل و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. در این سیستم ممکن است، هفته‌ای یک‌بار و یا همراه هر مرحله آبیاری به گیاه کود داد.

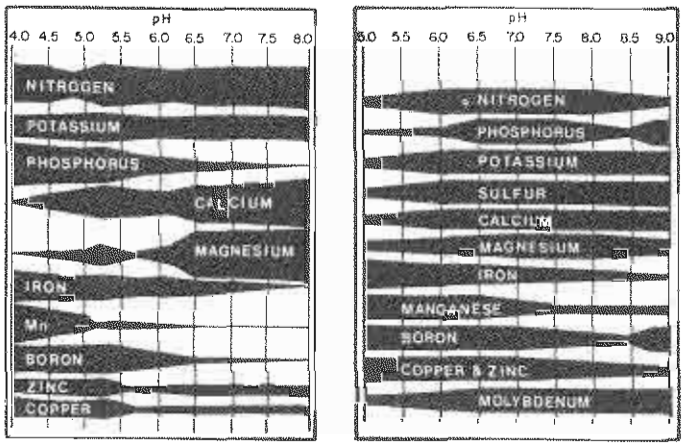
کوددهی پیش از کاشت

آماده کردن ۱۲ عنصر از مواد اصلی کود، برای مصرف مداوم گیاه کار مشکلی است. ولی خوشبختانه بسیاری از عناصر را می‌توان پیش از کاشت گیاه به خاک اضافه کرد بدون اینکه بعداً کودهای دیگری بدهیم. نتایج حاصله از تجزیه خاک، می‌تواند راهنمای خوبی برای اضافه کردن کود لازم به خاک باشد. فقط چهار عامل، نیاز به مطالعه و بررسی دارد.

سنگ آهک: معمولاً مناسبترین PH برای بسیاری از گیاهان در محیط کشت خاکی، ۶/۸-۶/۲ و در محیط کشت بدون خاک، ۶-۵/۴ است. برخی از گیاهان از جمله آزالیا و رود دندرون به PHهای پایین (محیط اسیدی) نیاز دارند. اما تعداد معدودی از گیاهان خواهان PHهای بالا (محیط قلیائی) هستند. همان‌طوری‌که در شکل ۱-۸ نشان داده شده است، قابلیت جذب عناصر به‌وسیله PH بستر محیط ریشه، تعیین و مشخص می‌شود. در PH پایین نسبت عناصر قابل جذب و محلول آهن، منگنز و آلومینیوم بیشتر بوده و در نتیجه همه آنها باعث تثبیت و غیرقابل استفاده شدن فسفر می‌شود. همچنین میزان کلسیم، منیزیم، گوگرد و مولیبدن قابل استفاده نیز در PH پایین کاهش می‌یابد. از طرفی مقدار، فسفر، آهن، منگنز، روی، مس و بُر در PH بالا محدود می‌شود. همان‌طوری‌که در شکل ۱-۸ مشخص شده است، بهترین PHکه در آن قابلیت

جذب و استفاده از عناصر بیشتر می‌شود با توجه به نوع بستر همانا ۶/۸-۶/۲ برای محیط‌های حاوی خاک و ۵/۴-۶ برای بسترهای بدون خاک است. به دو علت در محیط‌های کشت آبی (بدون خاک) PH باید پایین باشد. اولاً: در بستر کشت آبی (بدون خاک) مقدار آهن، منگنز و آلومینیوم بسیار کمتر از حدی است که بتواند در گیاه ایجاد سوختگی کرده و از طرفی نیز باعث تثبیت فسفر شود. دوم: برای افزایش PH و رساندن آن به حد (میزان) لازم در محیط‌های بدون خاک، به مقدار قابل ملاحظه‌ای کلسیم یا منیزیم نیاز داریم. ازاین‌رو باید به اندازه کافی کلسیم یا منیزیم باید در PHهای پایین به محیط اضافه کرد.

ـ بستر کشت بسیاری از گلخانه‌ها، به علت استفاده از مواد آلی چون خزه‌ها و پوست کاج دارای PH (اسیدیته) پایین یا اسیدی هستند. برای بالای بردن PH معمولاً از سنگ آهک کشاورزی استفاده می‌کنند، این سنگ آهک به نام دولومیت است که علاوه بر **کلسیم محتوی مقدار قابل ملاحظه‌ای منیزیم بوده، که یک عنصر ضروری و لازم غیر از**



ب الف

شکل ۱-۸ـ اثر میزان اسیدیتهٔ (PH) **در قابلیت** جذب عناصر مورد لزوم گیاه **الف:** خاک معدنی و ب: محیط کشت بدون خاک محتوی خزه اسفاگنوم، کمپوست، پوست کاج، ورمیکولیت، پرلیت و شن (پیترسون، ۱۹۸۲).

کلسیم است در صورتی‌که خاک مورد استفاده جهت کشت، دارای منیزیم باشد که به‌ندرت پیش می‌آید، در این صورت برای افزایش PH خاک می‌توان از سنگ آهک معمولی که فقط دارای کلسیم که یکی از عناصر مهم مورد نیاز گیاه است، استفاده کرد. میزان مصرف آهک با توجه به نوع خاک بستر کاشت متفاوت بوده و دامنه تغییرات آن در جدول ۲-۸ گفته شده است. بسته به درجه PH اولیه و درصد میزان خاک رس بستر، در نوع بستر خاکی می‌توان به میزان ۶-۰ کیلوگرم در مترمکعب و در محیط کشت بدون خاک، معمولاً ۶ کیلوگرم در مترمکعب از سنگ آهک دولومیت استفاده کرد. این مقدار سنگ آهک، کلسیم و منیزیم مورد نیاز گیاه را تا یکسال تأمین می‌کند و یا بهتر بگوییم تا زمانی‌که PH خاک از میزان مورد نظر پایین نیامده، ضمن حفظ PH نیاز گیاه را از نظر دو عنصر کلسیم و منیزیم برآورده می‌کند با تغییر PH که ممکن است زودتر از یکسال نیز صورت گیرد دوباره از سنگ آهک مربوط استفاده می‌شود.

ـ سنگ آهک پودرشده را نباید به میزان گفته شده در بالا استفاده کرد، زیرا اندازه ذرات آهک در این حالت در مقایسه با سنگ آهک مصرف شده در کشاورزی بسیار ریز هستند. اگر از سنگ آهک پودرشده به همان میزان گفته شده استفاده شود، ممکن است اسیدیته خاک (بستر کاشت) را تا ۷/۵ و یا بیشتر افزایش دهد. بنابراین در صورت استفاده از این نوع، باید مقدار مصرف کمتر باشد. متأسفانه تاکنون هیچ اندازه معین و استانداردی برای ذرات سنگ آهک مصرفی در کشاورزی وجود ندارد. هر ایالتی برای خودش اِشِل خاصی دارد، مثلاً در کارولینای شمالی، درجه‌بندی دانه‌های سنگ آهک را بدین‌ترتیب تعریف می‌کنند که: سنگ آهک کشاورزی، سنگ آهکی است که بیش از ۹۰ درصد آن از الک نمره ۲۰ (۱/۲۷ میلیمتر) و ۳۵ درصد آن از الک‌های نمره ۱۰۰ (۰/۲۵ میلی‌متر) بگذرد. ذراتی که از الک نمره ۲۰ بزرگتر هستند به آرامی حل می‌شوند، ازاین‌رو برای یک محصول گلخانه‌ای ارزش کمتری دارد. همچنین اگر اندازه ذرات کمتر از ۰/۲۵ میلیمتر باشند، خیلی سریع در آب حل شده و اسیدیته خاک را به سرعت تغییر

داده و بالا می‌برد و در نتیجه اثرات منفی ممکن است داشته باشد. مراکز تولید، باید اندازه و درصد اختلاط ذرات سنگ آهک را روی کیسه‌های بسته‌بندی به‌طور کامل جهت اطلاع مصرف‌کنندگان بنویسند.

ـ در بسترهای کاشت با درجه اسیدیته (PH) خنثی نیازی به مصرف سنگ آهک برای تغییر PH وجود ندارد ولی به منظور تأمین کلسیم مورد نیاز یکساله گیاه، مصرف ۳ کیلوگرم گچ (سولفات کلسیم) در هر مترمکعب کافی خواهد بود. از طرفی برای تعیین

جدول ۲-۸ـ منابع غذایی که معمولاً طبق فرمولهای مندرج در زیر، به محیط (بستر) ریشه داده می‌شود

منبع غذایی	میزان مواد در متر مکعب	
	بستر محتوی خاک	بستربدون خاک (هیدروپاتیک)
جهت تأمین کلسیم و منیزیم		
سنگ آهک دولومیت	۶-۰ کیلوگرم	۶ کیلوگرم
جهت تأمین فسفر و گوگرد		
سوپرفسفات (۰-۲۰-۰)	۱/۸ کیلوگرم	۲/۷ کیلوگرم
یا		
سوپرفسفات (۰-۴۵-۰)	۰/۹ کیلوگرم	۱/۳ کیلوگرم
+		
گچ (سولفات کلسیم)	۰/۹ کیلوگرم	۰/۹ کیلوگرم
جهت تأمین عناصر کم‌مصرف (میکرو): آهن، منگنز، روی، مس، بُر، مولیبدن		
F - 555 HF	۱۱۲ گرم	۱۱۲ گرم
F - 111 HF	۰/۶ کیلوگرم	۰/۶ کیلوگرم
اسمیگرام (Esmigram)	۳ کیلوگرم	۳ کیلوگرم
میکروماکس (Micromax)	۰/۹-۰/۶ کیلوگرم	۰/۹-۰/۶ کیلوگرم
جهت تأمین ازت و پتاسیم (اختیاری)		
نیترات کلسیم	۰/۶ کیلوگرم	۰/۶ کیلوگرم
نیترات پتاسیم	۰/۶ کیلوگرم	۰/۶ کیلوگرم

میزان منیزیم مورد نیاز گیاه می‌توان با تجزیه برگ، نیاز گیاه به این عنصر را مشخص کرد. و زمان مصرف آن را معین کرد، بهترین ماده و روش تأمین منیزیم، حل ۰/۳ کیلوگرم از نمک سولفات منیزیم در آب کافی و افزودن آن در هر مترمکعب از بستر کاشت است.

سوپرفسفات: دومین عامل مهم در آزمایش خاک تعیین فسفر است. میزان مصرف این کود، به جز در شرایطی که مقدار باقیمانده آن در خاک به علت مصرف زیادش در محصول قبلی بوده باشد باید ۱/۸ کیلوگرم از کود فسفاته (۰-۲۰-۰) (در هر مترمکعب) در بستر خاکی و (۲/۷ کیلوگرم در مترمکعب) در بسترهای بدون خاک از سوپرفسفات استفاده کرد. در واقع براساس فرمول جدید غذایی، بستر کاشت گیاه نیاز به استعمال فسفر دارد. میزان مصرف فسفر در بسترهای بدون خاک، به علت عدم‌تثبیت و شستشوی سهل و آسان آن نسبت به بسترهای کشت محتوی خاک بیشتر است. معمولاً مصرف یک مرحله‌ای کود فسفره برای تأمین نیاز یک گیاه کافی خواهد بود. در عین حال با توجه به اینکه ۲۰ درصد سوپرفسفات را گچ (سولفات کلسیم) تشکیل می‌دهد با مصرف سوپرفسفات علاوه بر فسفر، گوگرد و کلسیم مورد نیاز گیاه سبز تأمین می‌شود. نظر به اینکه سوپرفسفات ۲۰ درصد (۰-۲۰-۰) به علت دارا بودن گچ، مناسبتر از سوپرفسفات تریبل (۰-۴۵-۰) که همچون اصلاح‌کنندهٔ پیش از کاشت به‌کار می‌رود، است. چنانچه سوپرفسفات (۰-۲۰-۰) در اختیار و دسترس نباشد، می‌توان سوپرفسفات تریبل (۰-۴۵-۰) و گچ را به نسبت مساوی با هم مخلوط کرده و از اختلاط آنها سوپرفسفات ۰-۲۰-۰ به‌دست آورد. معمولاً سوپرفسفات ۰-۲۰-۰ به صورت پودر و سوپرفسفات تریبل به حالت سنگ معدن وجود دارد. فرمول سوپرفسفات قبلی یعنی (۰-۲۰-۰) برای گلدانها کوچک و جعبه کاشت بوته‌های کوچک مناسبتر است زیرا کود به‌طور یکنواخت به سلولهای ظریف بوته می‌رسد.

عناصر کم‌مصرف (میکرو): با مصرف دو ماده، سنگ آهک و سوپرفسفات چهار عنصر از ۱۲ عنصر مورد نیاز گیاه تأمین می‌شود. ۶ عنصر غذایی دیگر، یعنی آهن، منگنز، روی، مس، بُر و مولیبدن را می‌توان مخلوط و یکجا به گیاهان داد. تعداد زیادی از ترکیبات غذایی، به‌طور مختلف تجاری محتوی عناصر میکرو به منظور تأمین این عناصر برای گیاه موجود است. برخی از این ترکیبات، املاح ساده عناصر کم‌مصرف هستند. اِسمیگرام (Esmigram) یک مادهٔ غذایی است که محتوی عناصر میکرو بوده، که به منظور دوام بیشتر در درون گرانوله‌های حاصل از رس واقع شده، که به‌تدریج مورد استفاده در محیط ریشه قرار می‌گیرد. Flit - F - 555 HF مخلوطی از عناصر کم‌مصرف با فرمولر تجارتی (FTE - 555) که مخلوطی از فرم اکسیدی عناصری است که به‌آرامی به‌صورت قابل جذب درآمده و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. همچنین این مادهٔ غذایی به صورت مخلوط با رُس با فرمول تجارتی Frit - F - 111 HF که در آن خاک رس موجب افزایش اندازه ذرات ماده غذایی شده و از این نظر، به‌آسانی در بستر کاشت بذور قابل استفاده است. از این دو فرم، بیشتر در جهت پرورش گلها و در بخشهای گلکاری کاربرد دارند. فرمهای دیگری نیز وجود دارد که موارد مصرف گوناگون دارند برخی از ترکیبات عناصر میکرو، به همراه عناصر ماکرو از جمله سوپرفسفات، ازت و پتاسیم به صورت یک ترکیب که فقط آهک کم دارند که با مصرف آن، به جز اثر سوء افزایش اسیدیته خاک، نیاز یکساله گیاه به عناصر میکرو تأمین می‌شود. این فرمها اغلب، پیش از کاشت و به صورت خشک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ـ علاوه بر مصرف کودهای میکرو به صورت خشک پیش از کاشت، می‌توان آنها را به صورت محلول درآورده و پس از کاشت و سبز شدن گیاه و در طول دوره رشد مورد استفاده قرار داد بعضی از این ترکیبات به نحوی فرموله شده‌اند که می‌توان آنها را در موقع آبیاری، بی‌درنگ پس از کاشت مصرف کرد و همراه با آب آبیاری به گیاه داد که در

این حالت نیاز ۳ تا ۴ ماه گیاه تأمین خواهد شد. برخی دیگر را پس از رقیق کردن، همراه با کودهای پرمصرف (ماکرو) می‌توان به صورت سرک در حین رشد و نمو در اختیار گیاه قرار داد.

ـ بسیاری از کودهای کامل گلخانه‌ای محتوی (N - P - K) و عناصر میکرو هستند. آن دسته از کودهایی که در بسترهای بدون خاک به کار می‌روند معمولاً دارای عناصر میکرو به میزان بیشتری هستند، زیرا معمولاً کمبود عناصر میکرو در بسترهای بدون خاک، در مقایسه با بسترهای خاکی، به مراتب بیشتر مشاهده می‌شود. چنان‌که عناصر میکرو به‌طور مرتب در برنامه‌های کودی گیاه قرار نگیرند، برای تعیین نیاز و تنظیم برنامه کودی لازم است تجزیه کامل برگ در گیاه، صورت پذیرد تا با آگاهی کامل از نیاز گیاه اقدام به مصرف عناصری کرد که در تجزیه، کمبود آن مشخص شده است.

ـ مصرف کود میکروالمنت چه به صورت پیش و چه پس از کاشت مفید و مؤثر است. نظر به اینکه دو عنصر سدیم و کلر معمولاً در بستر کاشت گیاه و در محیط ریشه موجود می‌باشند و یا در اثر مصرف کودهای دیگر در فرمول ترکیبات کودی موجود بوده و یا هنگام آبیاری همراه آب وارد محیط ریشه می‌شوند، ازاین‌رو این دو عنصر به‌طور مستقل یا به همراه دیگر کودها به کار نمی‌روند و معمولاً آنها را از فرمول کودی حذف می‌کنند. تنها در مورد گل میخک نیاز به مصرف مستقیم و به مقدار خیلی کم سدیم وجود دارد که باید به محیط اضافه کرد.

ازت و پتاسیم: مصرف کود مرکب محتوی ازت و پتاسیم در بستر کاشت، اختیاری است با به کار بردن ۰/۶ کیلوگرم از نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم در متر معکب نیاز دو تا سه هفته گیاه تأمین می‌شود. از محسنات و فواید مهم این ترکیبها، امکان استفاده از آنها در بستر خاک، به هنگام جوانه زدن بذر است. زیرا می‌توان با مصرف آنها احتمال کودسوزی (عوارض ناشی از مصرف بیشتر کود) را در گیاه از بین برده و نیاز کودی گیاهان را تا مرحله

نشاء تأمین کرد. در بسترهایی که کود ازت و پتاسیم مورد استفاده واقع شده است. در حین انتقال نشاء می‌توان با مصرف کودهای کامل، نیاز کودی گیاه را سریعاً تأمین کرده و از مشکلات ناشی از مصرف ممتد و یکنواخت کود که ممکن است ایجاد عوارضی در گیاه بکند جلوگیری خواهد شد.

کوددهی ممتد (تداوم مصرف کود)

تمام ۱۲ عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، به‌جز ازت و پتاسیم در یک مرحله می‌تواند وارد محیط بستر گیاه شود. ولی دو عنصر بالا به مدت طولانی در محیط ریشه باقی نمی‌مانند که منحصراً بتوان استفاده از آنها را در یک مرحله تجویز کرد، مگر اینکه از کودهای دیر تجزیه شونده که به آرامی تجزیه و مورد استفاده قرار می‌گیرند مصرف شود. در غیر این صورت، این کودها معمولاً به‌طور ممتد و به صورت محلول در طول دوره رشد و نمو در اختیار گیاه گذاشته می‌شوند.

ـ روش مصرف کودها اغلب دو برنامه متداول است. اولین برنامه کودی این است که ازت و پتاسیم را در غلظتهای کم (رقیق) بین ۹۰ تا ۲۵۰ قسمت در میلیون (PPm) از هر یک در هر مرحله آبیاری مصرف می‌کنند (۱/۳-۵ گرم از کود ۲۰ درصد از ته در لیتر). معمولاً مصرف غلظت ۲۰۰PPm برای بسیاری از گیاهان مناسب خواهد بود. دومین برنامه کودی مستلزم استفاده از غلظتهای بالایی از کودهای محلول به‌طور دوره‌ای و هر ۱۵ روز یک‌بار است. در این حالت، میزان غلظت مصرفی از ۲۴۰PPm ازت و پتاس (K_2O) برای گیاهان حساسی چون گیاهان تازه روییده و بگونیای اِلاتیور تا ۷۲۰PPm از هر کدام برای گیاه بنت‌القنسول (۳/۶-۱/۲ از کود از ته ۲۰ درصد در لیتر) تغییر می‌کند.

طرز بیان غلظت و تبدیل‌ها: دستور کودی را معمولاً با قسمت در میلیون (PPm) و یا (گرم در لیتر) بیان می‌کنند. یک نفر مصرف‌کننده یا برنامه‌ریز باید بتواند یک فرم غلظت

کودی را به فرم دیگر تبدیل کند. اگر کودهای از ته و پتاسه خریداری شده، تک عنصری باشد، این تبدیل‌ها ساده خواهد بود، ولی مسأله این نیست، زیرا اغلب کودهای شیمیایی دارای دو یا چند عنصر می‌باشند، که برخی از عناصر مورد لزوم بوده و عنصر کودی گیاه به‌شمار می‌روند درحالی‌که بقیه ممکن است عنصر کودی نباشند. کودهای کامل همیشه محتوی سه عنصر اصلی یعنی، ازت، فسفر و پتاسیم هستند و با درجه‌ای ۱۰-۱۵-۱۰ به‌وسیله برچسب روی بسته‌بندی‌ها مشخص می‌شوند. شماره اول، نشان‌دهنده درصدی از عنصر ازت (N)، دومی نشانگر درصد از فرم اکسید فسفر (P_2O_5) و سومی نشان‌دهنده درصد پتاسیم بفرم اکسید (K_2O) است. درجه کودی متداول که معمولاً در گلخانه‌ها مورد مصرف واقع می‌شود، ۲۰-۱۰-۲۰ است.

ـ معمولاً دستور کودی بیان شده در اصطلاح پوند یا اونس در ۱۰۰ گالن هیچ مشکلی را فراهم نمی‌کند، چون آنها معمولاً نشان‌دهنده محتوای کودیند نه عنصر غذایی مخصوص، مثلاً ۳ پوند از درجه کودی ۲۰-۱۰-۲۰ حل شده در ۱۰۰ گالن آب یا یک پوند از نیترات پتاسیم در ۱۰۰ گالن آب.

ولی بیان کردن دستور کودی بر مبنای قسمت در میلیون (PPm) اغلب خالی از اشکال نیست، زیرا نشان‌دهنده اونس یا پوند حامل کود بر مبنای وزن در حجم آب حل شده نیست، ولی چنین دستور کودی (PPm) را می‌توان به پوند یا اونس در صد گالن تبدیل کرد.

ـ روش اول برای تعیین مقدار حاصل کود مورد نیاز با استفاده از معادله ۱-۸ به‌دست می‌آید.

$$\frac{\text{اونس کودی}}{\text{مقدار در ۱۰۰ گالن}} = \frac{\frac{\text{PPm مورد نیاز}}{۷۵}}{\text{نسبت اعشاری عنصر حاصل کودی}} \qquad (۱-۸)$$

مثال: فرض کنید می‌خواهیم ۲۰۰ قسمت در میلیون (PPm) از ازت کودی با درجه

۲۰-۱۰-۲۰ درست کنیم. با به کار بردن معادله ۱-۸، ابتدا ۲۰۰PPm را به ۷۵ تقسیم می‌کنیم که عدد ۲/۶۶ به دست می‌آید. سپس عدد حاصل را به ۰/۲۰ که کسر اعشاری نسبت ازت در فرمول کودی ۲۰-۱۰-۲۰ می‌باشد تقسیم کرده و در آخر عدد ۱۳/۳۳ به دست می‌آید که این عدد، نشان‌دهنده مقدار وزنی کود به اونس از کود ۲۰-۱۰-۲۰ در ۱۰۰ گالن آب است.

$$\frac{\frac{۲۰۰}{۷۵}}{۰/۲} = \text{اونس در ۱۰۰ گالن } ۱۳/۳۳$$

از طرفی چون این کود، علاوه بر ازت دارای ۱۰ درصد فسفر و ۲۰ درصد پتاسیم نیز است ازاین‌رو محلول نهایی آماده شده، حاصل ۲۰۰PPm ازت (N) و ۱۰۰PPm فسفر (P_2O_5) و ۲۰۰PPm پتاسیم (K_2O) خواهد بود.

ـ فرض کنید اکنون ما نیترات پتاسیم داریم و می‌خواهیم محلول ۲۰۰ قسمت در میلیون (۲۰۰PPm) پتاس داشته باشیم. این کود (نیترات پتاسیم) دارای ۱۳ درصد ازت و ۴۴ درصد پتاسیم (K_2O) است. با استفاده از معادله ۱-۸ معلوم می‌شود که، باید ۶/۱ اونس از نیترات پتاسیم را در ۱۰۰ گالن آب حل کنیم تا ۲۰۰PPm پتاس (K_2O) داشته باشیم.

$$\frac{\frac{۲۰۰}{۷۵}}{۰/۴۴} = \text{اونس در ۱۰۰ گالن آب } ۶/۱$$

از طرفی چون در این کود مقداری هم ازت وجود دارد و لازم است که مقدار آنرا تعیین کنیم. ازاین‌رو فرمول ۲-۸ اطلاعات لازم را در این زمینه برای ما فراهم می‌کند.

مقدار عنصر مورد نظر بر حسب PPm = مقدار اعشاری عنصر در کود مورد نظر × ۷۵ × مقدار کود برحسب اونس در ۱۰۰ گالن

با استفاده از فرمول ۲-۸ در مثال فوق غلظت نهایی ازت در این محلول ۵۹/۵ قسمت در میلیون (PPm) خواهد بود.

ازت PPm ۵۹/۵ = ۰/۱۳ × ۷۵ × ۶/۱

ـ به کار بردن این فرمول در مزرعه مشکل و پرزحمت است. لیکن یک روش آسان و ساده استفاده از جدول ۳-۸ است. دوباره شرایطی را که می‌خواهیم بدانیم برای تهیه محلول ۲۰۰PPm پتاس (K_2O) چقدر باید نیترات‌پتاسیم به کار ببریم را درنظر می‌گیریم. جهت استفاده از جدول ۳-۸، بدین‌ترتیب عمل می‌کنیم.

۱ـ درصد عنصر غذایی (K_2O) مورد نظر در کود را در ردیف بالایی جدول ۳-۸ درنظر می‌گیریم. در این مثال عدد بالا ۴۴ خواهد بود.

۲ـ زیر ستون ۴۴ را (از بالا به پایین) کنترل کرده تا به عدد PPm دلخواه برسید در این مثال نزدیکترین عدد به ۲۰۰ همان ۱۹۷/۶ خواهد بود.

۳ـ عدد ستون مقابل ۱۹۷/۶ را در آخرین ستون سمت چپ بخوانید که نشان‌دهندهٔ مقدار کود (نیترات پتاسیم) برحسب اونس در ۱۰۰ گالن آب است. با این مثال، عدد به‌دست آمده ۶ خواهد بود که، در فرمول ۱-۸ به‌دست آوریم.

با در نظر گرفتن اینکه نیترات پتاسیم علاوه بر پتاس دارای ازت نیز است، می‌خواهیم غلظت ازت را نیز مشخص کنیم. با استفاده از جدول ۳ـ۸ به شرح زیر عمل می‌کنیم.

۱ـ نیترات پتاسیم مورد نیاز در ۱۰۰ گالن آب را برحسب اونس در آخرین ستون سمت

جدول ۳-۸ـ جدول تبدیل کود شیمیایی به عناصر غذایی برحسب قسمت در میلیون (ppm) یا گرم در لیتر و برعکس

مقادیر کود بر حسب	درصد عناصر غذایی مورد نظر در کود													
انس در ۱۰۰ گالن	۱۲	۱۳۰	۱۴	۱۵/۵	۱۶	۲۰	۲۰/۵	۲۱	۳۳	۴۴	۴۵	۵۳	۶۰	۶۲
								ppm						
۱	۹	۹/۷	۱۰/۵	۱۱/۶	۱۲/۰	۱۵/۰	۱۵/۳	۱۵/۷	۲۴/۷	۳۲/۹	۳۳/۷	۳۹/۷	۴۹/۹	۴۶/۴
۲	۱۸	۱۹/۵	۲۱/۰	۲۳/۲	۲۴/۰	۲۹/۹	۳۰/۷	۳۱/۴	۴۹/۴	۶۵/۹	۶۷/۴	۷۹/۳	۸۹/۸	۹۲/۰
۳	۲۷	۲۹/۳	۳۱/۴	۳۵/۰	۳۵/۹	۴۴/۹	۴۶/۰	۴۷/۲	۷۴/۱	۹۸/۸	۱۰۱/۰	۱۱۷/۰	۱۳۴/۷	۱۳۹/۲
۴	۳۶	۳۸/۹	۴۱/۹	۴۶/۴	۴۷/۹	۵۹/۹	۶۱/۴	۶۲/۹	۹۸/۸	۱۳۱/۷	۱۳۴/۷	۱۵۸/۷	۱۷۹/۶	۱۸۵/۶
۶	۵۴	۵۸/۴	۶۲/۹	۷۰/۰	۷۱/۹	۸۹/۸	۹۲/۱	۹۴/۳	۱۴۸/۲	۱۹۷/۶	۲۰۲/۱	۲۳۸/۰	۲۶۹/۴	۲۷۸/۴
۸	۷۲	۷۷/۸	۸۳/۸	۹۲/۸	۹۵/۸	۱۱۹/۷	۱۲۲/۷	۱۲۵/۷	۱۹۷/۶	۲۶۳/۴	۲۶۹/۴	۳۱۷/۰	۳۵۹/۲	۳۷۱/۲
۱۶	۱۴۴	۱۵۵/۷	۱۶۷/۷	۱۸۵/۶	۱۹۱/۷	۲۳۵/۵	۲۴۵/۵	۲۵۱/۵	۳۹۵/۲	۵۲۶/۹	۵۳۸/۹	۶۳۴/۶	۷۱۸/۵	۷۴۲/۴
۲۴	۲۱۶	۲۳۳/۵	۲۵۱/۵	۲۷۸/۴	۲۸۷/۵	۳۵۹/۲	۳۶۹/۲	۳۷۷/۲	۵۹۲/۷	۷۹۰/۳	۸۰۸/۳	۹۵۲/۰	۱۰۷۷/۷	۱۱۱۳/۶
۳۲	۲۸۸	۳۱۱/۴	۳۳۵/۴	۳۷۱/۳	۳۸۳/۴	۴۷۹/۰	۴۹۰/۹	۵۰۲/۹	۷۹۰/۳	۱۰۵۳/۷	۱۰۷۷/۷	۱۲۶۹/۳	۱۴۳۶/۹	۱۴۸۴/۸
۴۰	۳۵۹	۳۸۹/۲	۴۱۹/۲	۴۶۴/۰	۴۷۹/۲	۵۹۸/۷	۶۱۳/۷	۶۲۸/۶	۹۸۷/۹	۱۳۱۷/۲	۱۳۴۷/۱	۱۵۸۶/۶	۱۷۹۶/۲	۱۸۵۶/۱
۴۸	۴۳۱	۴۶۷/۰	۵۰۳/۰	۵۵۶/۸	۵۷۵/۳	۷۱۸/۵	۷۳۶/۴	۷۵۴/۴	۱۱۸۵/۵	۱۵۸۰/۶	۱۶۱۶/۵	۱۹۰۳/۹	۲۱۵۵/۴	۲۲۲۷/۲
۵۶	۵۰۳	۵۴۴/۹	۵۸۶/۹	۶۴۹/۷	۶۷۰/۹	۸۳۸/۲	۸۵۹/۲	۸۸۰/۱	۱۳۸۳/۰	۱۸۴۴/۰	۱۸۸۶/۰	۲۲۲۱/۲	۲۵۱۴/۶	۲۵۹۸/۴
۶۴	۵۷۵	۶۲۲/۷	۶۷۰/۷	۷۴۲/۴	۷۶۶/۷	۹۵۸/۰	۹۸۱/۹	۱۰۵/۸	۱۵۸۰/۶	۲۱۰۷/۵	۲۱۵۵/۴	۲۵۳۸/۶	۲۸۷۳/۹	۲۹۶۹/۷
مقادیر کود بر حسب														
گرم در یک لیتر								ppm						
۰/۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۶	۱۶	۲۰	۲۰/۵	۲۱	۳۳	۴۴	۴۵	۵۳	۶۰	۶۲
۰/۲	۲۴	۲۶	۲۸	۳۱	۳۲	۴۰	۴۱/۰	۴۲	۶۶	۸۸	۹۰	۱۰۶	۱۲۰	۱۲۴
۰/۳	۳۶	۳۹	۴۲	۴۷	۴۸	۶۰	۶۱/۵	۶۳	۹۹	۱۳۲	۱۳۵	۱۵۹	۱۸۰	۱۸۶
۰/۴	۴۸	۵۲	۵۶	۶۲	۶۴	۸۰	۸۲/۰	۸۴	۱۳۲	۱۷۶	۱۸۰	۲۱۲	۲۴۰	۲۴۸
۰/۶	۷۲	۷۸	۸۴	۹۳	۹۶	۱۲۰	۱۲۳/۰	۱۲۶	۱۹۸	۲۶۴	۲۷۰	۳۱۸	۳۶۰	۳۷۲
۰/۸	۹۶	۱۰۴	۱۱۲	۱۲۴	۱۲۸	۱۶۰	۱۶۴/۰	۱۶۸	۲۶۴	۳۵۲	۳۶۰	۴۲۴	۴۸۰	۴۹۶
۱/۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۵	۱۶۰	۲۰۰	۲۰۵/۰	۲۱۰	۳۳۰	۴۴۰	۴۵۰	۵۳۰	۶۰۰	۶۲۰
۱/۵	۱۸۰	۱۹۵	۲۱۰	۲۳۳	۲۴۰	۳۰۰	۳۰۷/۵	۳۱۵	۴۹۵	۶۶۰	۶۷۵	۷۹۵	۹۰۰	۹۳۰
۲/۰	۲۴۰	۲۶۰	۲۸۰	۳۱۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۱۰/۰	۴۲۰	۶۶۰	۸۸۰	۹۰۰	۱۰۶۰	۱۲۰۰	۱۲۴۰
۲/۵	۳۰۰	۳۲۵	۳۵۰	۳۸۸	۴۰۰	۵۰۰	۵۱۲/۵	۵۲۵	۸۲۵	۱۱۰۰	۱۱۳۵	۱۳۲۵	۱۵۰۰	۱۵۵۰
۳/۰	۳۶۰	۳۹۰	۴۲۰	۴۶۵	۴۸۰	۶۰۰	۶۱۵/۰	۶۳۰	۹۹۰	۱۳۲۰	۱۳۵۰	۱۵۹۰	۱۸۰۰	۱۸۶۰
۳/۵	۴۲۰	۴۵۵	۴۹۰	۵۴۳	۵۶۰	۷۰۰	۷۱۷/۵	۷۳۵	۱۱۵۵	۱۵۴۰	۱۵۷۵	۱۸۵۵	۲۱۰۰	۲۱۷۰
۴/۰	۴۸۰	۵۲۰	۵۶۰	۶۲۰	۶۴۰	۸۰۰	۸۲۰/۰	۸۴۰	۱۳۲۰	۱۷۶۰	۱۸۰۰	۲۱۲۰	۲۴۰۰	۲۴۸۰

چپ جدول پیدا کنید. مقدار آن در این مثال است.

۲ـ محل تقاطع سمت راست عدد ۶ و درصد آن عنصر در کود مربوطه (۱۳ درصد) نشان‌دهندهٔ غلظت آن عنصر غذایی در محلول بالا خواهد بود، که مقدار این عدد، با توجه به اعداد گفته شده (۱۳ و ۶) ۵۸/۴ خواهد بود و تقریباً عددی است که با فرمول ۸ـ۲ به دست آمد. گاهی، ممکن است اعداد مورد نظر در جدول موجود نباشد. در این صورت باید با توجه به اعداد پس و پیش عدد مزبور، موقعیت آن را در جدول مشخص کرد.

برنامه کودی برای گیاهان مخصوص: مصرف کود شیمیایی ۲۰-۲۰-۲۰ در سالهای گذشته، در گلخانه‌ها معمول و متداول بود. ازآنجایی‌که ازت آمونیاکی موجود در این کود، برای گیاهان خاصیت سوزانندگی دارد، ازاین‌رو به جای آن، امروزه از کود ۲۰-۱۰-۲۰ استفاده می‌شود. ازاین‌رو بسیاری از کمپانیهای سازندهٔ کود ضمن رعایت این فرمول کودی، مقدار کافی از عناصر کم‌مصرف (میکرو) را نیز به آن اضافه می‌کنند. علاوه بر آن، به منظور استفاده آسان و بدون مشکل به‌وسیله لوله‌های آب، مقداری نیز مواد رنگی تجارتی به آن اضافه می‌کنند تا اثرات سوء کود را بر روی لوله‌ها خنثی یا کم کند. در صورت نیاز به مصرف کود فسفر پیش از کاشت، بهتر است از کود سوپرفسفات با فرمول ۲۰-۰-۰ استفاده شود.

ـ غلظتهای کودی مورد مصرف از گیاهی به گیاه دیگر فرق بسیار دارد. همان‌طوری‌که در جدول ۸ـ۴ مشهود است در بسیاری از گیاهان غلظت ازت ۲۰ درصد را به صورت هفتگی و یا همراه با آب آبیاری در اختیار گیاه قرار می‌دهند. مصرف هر دو حالت، رضایت‌بخش بوده و با توجه به هزینه‌ها و مسأله کارگر، می‌توان در انتخاب روش استفاده دقت و تصمیم‌گیری کرد. در گلخانه‌هایی‌که از یک فرمول کودی از ابتدا تا پایان دوره محصول

یک سکو استفاده می‌شود. معمولاً کود مورد نیاز یک دوره را در نزدیک سکوها قرار داده، و از روش هفته‌ای یک‌بار، که بهتر و مناسبتر است استفاده می‌کنند. در شرکتهای بزرگ تولیدی و در سطوح گسترده، ساده‌ترین روش، تزریق محلولهای کودی در سیستم

جدول ۴-۸ـ غلظت استاندارد لازم از کودهای شیمیایی که ۲۰ درصد ازت داشته و برای بسیاری از گیاهان گلخانه‌ای به‌کار می‌رود.

نوع گیاه	درجه غلظت	غلظت (۱)			
		هفتگی		ثابت	
		اونس در ۱۰۰ گالن	گرم در لیتر	اونس در ۱۰۰ گالن	گرم در لیتر
نرگس Daffodil	صفر	–	–	–	–
زنبق Iris	صفر	–	–	–	–
سنبل	صفر	–	–	–	–
لاله (۲)	خیلی کم	–	–	–	–
میمون	خیلی کم	۱۶	۱/۲	۶	۰/۵
گیاهان نشایی	خیلی کم	۱۶	۱/۲	۱۳/۵	۱/۰
بگونیای اِلاتور	خیلی کم	۱۷	۱/۳	۸/۵	۰/۶
آزالیا	کم	۲۰	۱/۵	–	–
گلوکسینیا	کم	۲۴	۱/۸	۱۳/۵	۱
رُز	متوسط	۳۲	۲/۴	۱۰	۰/۸
میخک	متوسط	۳۲	۲/۴	۱۳/۵	۱
شمعدانی	متوسط	۳۲	۲/۴	۱۳/۵	۱
سوسن عیدپاک	متوسط	۳۲	۲/۴	۱۳/۵	۱
گل داودی	زیاد	۴۰	۳	۱۳/۵	۱
بنت‌القنسول	زیاد	۴۸	۳/۶	۱۷	۱/۳

۱) ۱ گرم از ازت ۲۰ درصد کود در ۱ لیتر آب مساوی ۲۰۰ قسمت در میلیون (PPm) است.
۲) جهت اطمینان از عدم کمبود ازت و کلسیم، نیترات کلسیم باید به‌کار برده شود، که غلظت آن در هنگام شروع واواسط دوره رشد دراتاق کشت و نیز هنگام‌کاشت درگلخانه برابربا ۲/۴ گرم درلیتر است.

آبیاری است. در این حالت، یک‌نفر می‌تواند فرمول کودی را تنظیم یا تعویض و مهیا کرده و به آسانی خطوط انتقال را جهت استفاده آماده کند.

ـ استفاده از کودهای شیمیایی با ۲۰ درصد ازت الزامی نیست، بلکه می‌توان از فرمولهای کودی دیگری با نسبتهای ۱-۰-۱ و ۱-۱-۱ با درصدهای ۱۵-۰-۱۵ و ۱۵-۱۵-۱۵ و ۲۵-۰-۲۵ نیز استفاده کرد، منتهی باید غلظتهای کودی ۲۰ درصد حفظ شود، و برای این منظور، اگر کودی دارای ۱۵ درصد ازت باشد. باید از نظر وزنی $\frac{۱}{۳}$ بیشتر مصرف شود. چنانکه دارای ۲۵ درصد ازت باشد، در هر ۱۰۰ گالن آب، $\frac{۱}{۵}$ کمتر به کار برده می‌شود. در نتیجه عین شرایط کود ۲۰ درصد ازت را فراهم می‌کند.

ـ بسیاری از گیاهان زمانی خوب رشد می‌کنند که نسبت ازت و فسفر به‌طور مساوی بوده باشد. البته استثناءهایی نیز مانند بگونیای اِلایتو وجود دارد که در شرایطی خوب رشد می‌کند که کود مصرفی دارای دو قسمت ازت و یک قسمت پتاسیم باشد. در گیاه آزالیا نسبت کود ۳ به ۱ بوده و رشد مناسبی در آن خواهد داشت. نیاز کودی میخک کاملاً متفاوت بوده و شامل دو قسمت ازت و سه قسمت پتاس است.

ـ معمولاً به مرور زمان غلظت و تعادل ازت و پتاسیم در محیط ریشه به هم خورده و نیاز به تنظیم غلظت و ایجاد تعادل نسبی و میزان مصرف خواهد بود. برای رفع این حالت، از کودهای مختلف با درجه‌های نسبی متفاوت موجود در بازار می‌توان استفاده کرده و نسبتهای لازم را فراهم کرد تا اختلالاتی در روند رشد گیاه حاصل نشود.

فرموله کردن کودها: معمولاً کودهای کامل (آنهایی که دارای ازت، فسفر و پتاس هستند) با نسبتهایی مختلف و به صورت تجارتی در بازار وجود دارند، لیکن بسیاری از پرورش‌دهندگان گل، خودشان کود را فرموله می‌کنند، در نتیجه ضمن صرفه‌جویی در هزینه و کود، نسبتهای متفاوتی از ترکیبات کودی را مهیا می‌کنند و با توجه به نیاز گیاه

جدول ۵-۸ـ میزان منابع حاصل کود جهت تهیه نسبتهای مختلف کودی (۱)

کود شیمیایی [1]		منابع کودی [2]												
نام کود	نسبت کودی	۳۳-۰-۰	۱۳-۰-۴۴	۱۵/۵-۰-۰	۱۶-۰-۰	۲۱-۰-۰	۴۵-۰-۰	۰-۰-۶۰	۱۲-۶۲-۰	۲۱-۵۳-۰	درصد ازت از No_3	قیمت هر پوند (۴)	واکنش در خاک (۵)	
نیترات آمونیم	۳۳-۰-۰	x									۵۰	۱۲	A	
نیترات پتاسیم	۱۳-۰-۴۴		x								۱۰۰	۲۶	N	
نیترات کلسیم	۱۵/۵-۰-۰			x							۹۴	۱۰	B	
نیترات سدیم	۱۶-۰-۰				x						۱۰۰	۱۰	B	
سولفات‌آمونیم	۲۱-۰-۰					x					۰	۵	A	
اوره	۴۵-۰-۰						x				۰	۱۴	SA	
کلرورپتاسیم	۰-۰-۶۰							x			–	۸	N	
منوآمونیوم فسفات	۱۲-۶۲-۰								x		۰	۳۴	A	
فسفات دوآمونیوم (۳)	۲۱-۵۳-۰									x	۰	۱۶	SA	
گل داودی سبز	۱۸-۰-۲۲	۱	۲				۱				۵۳	۱۷	A	
عموماً تابستان	۲۰-۱۰-۲۴	۱						۱	۲	۱	۱۷	۱۲	A	
عموماً فسفات کم	۲۱-۴-۲۰	۷							۴	۱	۴۵	۱۲	A	
عموماً تابستان	۲۱-۱۷-۲۰	۱						۲	۳	۳	۱۰	۱۲	A	
عمومی (معمول)	۱۷-۶-۲۷								۴	۱	۴۳	۱۱	A	
مخلوط	۱۹-۵-۲۴		۶	۲				۲		۱	۵۱	۲۲	N	
دلخواه محقق	۲۰-۵-۳۰		۱۳						۴	۲	۴۳	۲۲	SA	
جانشین ۲۰-۲۰-۲۰	۲۰-۲۰-۲۲		۴						۱	۳	۳۳	۲۱	SA	
شروع‌گل‌دهی‌ادریس	۱۲_۴۱_۱۵		۱							۲	۳۵	۳۱	SA	
میخکی (هورتانسیا صورتی)														
شروع‌گل‌دهی‌ادریس	۱۷_۳۵_۱۶	۲						۱	۴	۱۰	۰	۱۴	SA	
میخکی (هورتانسیا صورتی)		۱	۲											
فقط ازت و پتاس	۱۶-۰-۲۴		۲			۱			۲		۶۰	۱۰	SA	
فقط ازت و پتاس	۲۰-۰-۳۰										۷۲	۲۱	SA	
گل‌ادریس‌آبی (هورتانسیاآبی)	۱۳-۰-۲۲						۲		۱		۰	۶	VA	
گل‌ادریس‌آبی (هورتانسیاآبی)	۱۵-۰-۱۵						۳		۱		۰	۶	VA	
اسید	۲۱-۹-۹	۳	۱				۷		۱	۲	۲۱	۱۰	VA	
میخک بهاره	۱۱-۰-۱۷					۵			۲		۱۰۰	۱۰	B	
نیترات زمستانه	۱۵-۰-۱۵		۱	۲							۹۵	۱۵	B	
پتاس زمستانه	۱۵-۰-۲۲		۱	۱							۹۶	۱۸	B	
جانشین سوسن	۱۶-۴-۱۲	۱	۴	۶						۱	۷۸	۱۶	N	
پتاس بالا	۱۵-۱۰-۳۰		۷	۱						۲	۷۲	۲۲	N	

۱ـ نتایج از Koths و همکاران (۱۹۸۰). ۲ـ برای اسامی منابع حاصل کودی، به ۹ اسم اولیه در ستون اسامی مراجعه شود.
۳ـ فسفات دوآمونیوم ممکن است به صورت گرانوله و یا پوشش‌دار درآید. جهت حل کردن، آنها را در آب خیلی گرم ریخته و محکم به هم بزنید. نگران رسوب آن نباشید. در صورت امکان از کریستالهای کلرورپتاسیم استفاده کنید. ۴ـ قیمت‌های گفته شده، براساس حداقل قیمت ممکن که توسط شرکتهای تهیه‌کننده وسایل گلخانه اعلام شده است. ۵ـ B = بازی (قلیائی)، N = خنثی، SA = تا اندازه‌ای اسیدی (اسیدی کم)، A = اسیدی VA = خیلی اسیدی

مورد استفاده قرار می‌دهند. برخی از فرمولهای کودی، دارای دو یا چند عنصر از ۹ عنصر کودی هستند. مثلاً یک پوند نیترات پتاسیم را با یک پوند نیترات آمونیم مخلوط کرده و در نتیجه دو پوند از کودی به نسبت ۲۲-۰-۲۳ حاصل خواهد شد.

ـ یک پرورش‌دهنده گل با استفاده از جدول شماره ۵-۸ می‌تواند به آسانی، نسبتهای متفاوتی از کود را فرموله کند. ۹ کود اصلی اولیه، کودهای حاملی هستند که هر یک از عناصر تشکیل‌دهنده آنها مشتق شده‌اند. برای مثال، یک فرمول کودی ۲۲-۰-۱۸ را می‌توان با مخلوط کردن یک پوند نیترات آمونیم و دو پوند نیترات‌پتاسیم و یک پوند سولفات‌آمونیم به دست آورد. این نسبت با قرار دادن فرمول ۲۲-۰-۱۸ در ستون نسبت کودی جدول حاصل می‌شود. سپس سه شماره ۱، ۲ و ۱ نوشته شده در ردیف بعد از فرمول، که هر یک از آنها براساس اعداد نوشته شده در بالای جدول «بالای عدد X» مشخص می‌شوند و در نهایت، نسبت کودی از روی اعداد ثبت شد در سمت چپ "X" معلوم می‌شود.

ـ اطلاعات اضافی را می‌توان، از جدول شماره ۶-۸ به‌دست آورد. در ابتدا سه ترکیب معمولی کود نوشته شده‌اند که می‌توان سه ترکیب دلخواه خود را به‌دست آورد.

ـ درصد کل ازت موجود در آمونیوم، به علاوه اوره از (NH_4) در هر یک داده شده است. مقداری که در ۱۰۰ گالن آب باید حل شود تا نسبت ۵۰ به علاوه ۶۰۰ قسمت در میلیون (PPm) از ازت و پتاس بدست آید، نیز نوشته شده است.

ـ هیچیک از فرمولهای مندرج در جدول ۵-۸ محتوی سولفات و یا فسفاتی که با کلسیم ترکیب شده باشد نیست، تا بتواند میزان غلظت محلول بالا را تأمین کند.

این فرمولهای کودی زمانی قابل توصیه و استفاده هستندکه به صورت مستقیم برای گیاه قابل استفاده و قابل مصرف بوده باشند. این روش خوب و مفید نیست. معمولاً برای مصرف به حالت اتوماتیک، از محلولهای غلیظ (با غلظتهای بالای کودی) کودهای

جدول ۶-۸ـ مقدار کود و یا حامل کودی جهت حل کردن در ۱۰۰ گالن آب، برای تهیه غلظت محلولهای ۵۰ تا ۶۰۰ قسمت دو میلیون (PPm) از ازت و پتاس (K_2O)

کود	درصد آمونیوم (NH_4) و اوره	غلظت ازت و پتاس (K_2O)						
		۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
		اونس در ۱۰۰ گالن						
*۲۰-۲۰-۲۰	۷۰	۳/۳	۶/۷	۱۳/۳	۲۰	۲۶/۷	۳۳/۴	۴۰
*۱۵-۱۵-۱۵	۵۲	۴/۵	۸/۹	۱۷/۸	۲۶/۷	۳۵/۶	۴۴/۵	۵۳/۴
*۲۰-۱۰-۲۰	۴۰	۳/۳	۶/۷	۱۳/۳	۲۰	۲۶/۷	۳۲/۴	۴۰
نیترات آمونیوم	۳۶	۱/۴	۲/۹	۵/۷	۸/۶	۱۱/۴	۱۴/۳	۱۷/۱
+ نیترات پتاسیم (۲۲-۰-۲۲)		۱/۵	۳	۶/۱	۹/۱	۱۲/۱	۱۵/۲	۱۸/۲
نیترات کلسیم	۰	۳	۶	۱۲	۱۸	۲۴	۳۰	۳۶
+ نیترات پتاسیم (۱۵-۰-۱۵)		۱/۵	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸
نیترات آمونیم	۴۰	۱/۲	۲/۵	۴/۹	۷/۴	۹/۹	۱۲/۳	۱۴/۸
+ نیترات پتاسیم		۱/۵	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸
مونوفسفات آمونیم *(۲۰-۱۰-۲۰)		۰/۵	۱/۱	۲/۲	۳/۲	۴/۳	۵/۴	۶/۵

* - این ترکیبها، همچنین دارای فسفر (P_2O_5) به اندازه مساوی یا نصف میزان غلظت ازت در آنهاست.

شیمیایی استفاده می‌کنند و در موقع مصرف آنها را رقیق کرده و از طریق شبکه‌ها و سیستم‌های آبیاری با گیاهان گلخانه‌ای تغذیه می‌کنند. بنابراین از محلولهای غلیظ به‌طور مستقیم استفاده نمی‌شود مگر اینکه این محلولها برای مصرف دوباره رقیق شده باشند.

ـ در انتخاب کودها، باید دقت شود که اسیدیته خاک (PH) در حد مطلوب بوده باشد. نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم و فسفات آمونیوم اسیدی هستند (اسیدیته خاک را پایین می‌آورند) درحالی‌که کلرورسدیم، نیترات پتاسیم قلیائی هستند (اسیدیته خاک را بالا می‌برند). کلرورپتاسیم هم خنثی است. با انتخاب درست فرمول کودی، می‌توان

تغییرات متعادلی در بستر ریشه به‌وجود آورد. در حالت کلی نسبت ازت آمونیاکی زمانی افزایش پیدا می‌کند که بخواهیم اسیدیته (PH) خاک را پایین بیاوریم و ازت نیتراتی موقعی افزایش پیدا می‌کند که بخواهیم PH خاک را بالا ببریم.

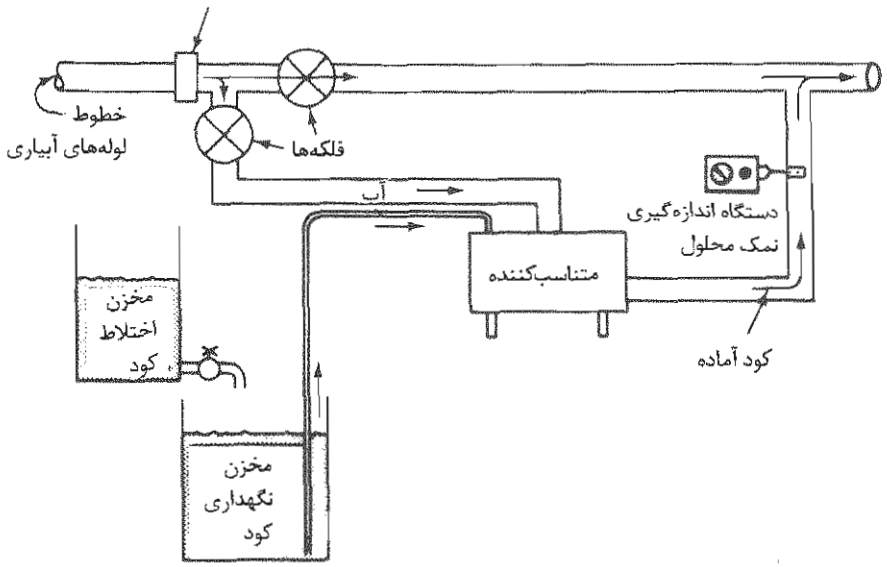
ـ معمولاً ازت به سه فرم در کودهای شیمیایی به‌کار می‌رود. نیترات (No_3^-)، آمونیوم (NH_4^-) و اوره. عکس‌العمل گیاهان، نسبت به این سه نوع کود متفاوت است ولی معمولاً عکس‌العمل گیاهان به آمونیوم و اوره تا حدودی یکسان است چون اوره پیش از اینکه مورد استفاده گیاه قرار گیرد، باید به ازت آمونیاکی تبدیل شود. گیاهانی مانند آزالیا و رودودندرون که در شرایط اسیدی بالای خاک اطراف ریشه عمل می‌آیند و با ازدیاد ازت نوع آمونیوم رشد بهتری دارند. گفتن این نکته بسیار جالب و دارای اهمیت است که وقتی گیاه مقاوم به اسیدیته پایین (خاک اسیدی) مانند آزالیا را در شرایط PH پایین کشت کنیم مصرف ازت نیتراته ترجیح دارد. بدین ترتیب کارکرد نیترات در محل مناسب خود باعث افزایش PH (اسیدیته) می‌شود. مصرف ازت به میزان بیش از ۵۰ درصد کل نیاز کود به فرم آمونیوم به اضافهٔ اوره در بسیاری از گیاهان باعث بروز اختلال و صدمه می‌شود. بهترین رشد زمانی حاصل می‌شود که ازت مورد نیاز گیاه، به صورت مخلوطی از نیترات با آمونیوم و یا نیترات با اوره باشد.

ـ کودهای شیمیایی به‌کار رفته تا سالهای اخیر در گلخانه‌ها به صورت استاندارد و به نسبت ۲۰-۲۰-۲۰ بود که در این ترکیب تقریباً ۷۰ درصد ازت به فرم آمونیوم به علاوه اوره بود. اثر سوختگی آمونیوم در نسبت ۲۰-۲۰-۲۰ مشهود نبوده، تا اینکه محیط کشت بدون خاک (بستر بدون خاک) هیدروپانیک متداول شد. بستر بدون خاک نسبت به محیط بستر خاکی سریعتر اسیدی می‌شود. PH لازم برای فعالیت باکتریهای تبدیل‌کننده ازت آمونیاکی به نیترات در خاک کمی بالاتر از ۷ است. در خاکی که PH آن ۷-۶ بوده باشد. جمعیت باکتریها به اندازه کافی زیاد خواهد بود که بتواند میزان بیشتری از آمونیوم و اوره مورد مصرف در نسبت کودی ۲۰-۲۰-۲۰ را تبدیل کرده و کاهش

دهند. در شرایطی که PH محیط پایینتر از ۶ باشد، امکان تغییر فرم کودی و افزایش رشد جمعیت باکتریها در بسترهای بدون خاک وجود نداشته و در آنها صدق نمی‌کند. بنابراین کود شیمیایی معمول، که امروزه در گلخانه‌ها مصرف می‌شود دارای نسبت ۲۰-۱۰-۲۰ بوده که محتوی ۴۰ درصد ازت آمونیاکی است.

ـ مسأله سوختگی آمونیاکی در فصول مختلف فرق می‌کند و میزان آن در زمستان به مراتب بیشتر از تابستان است. زیرا درجه حرارت محیط ریشه در زمستان سردتر بوده و در نتیجه فعالیت باکتریهای تبدیل‌کننده ازت آمونیاکی به ازت فرم نیتراتی کمتر است و افزایش و دوام ازت به فرم آمونیاکی باعث سوختگی بیشتر می‌شود. بر اثر تغییر فرمول کودی از ۲۰-۲۰-۲۰ به ۱۵-۱۵-۱۵ در سالهای پیش در فصل زمستان مقدار و شدت سوختگی کاهش یافت و اکنون مشخص شده که احتمالاً عامل اصلی کاهش سوختگی به علت کم شدن درصد ازت آمونیاکی از ۷۰ درصد در فرمول ۲۰-۲۰-۲۰ به ۵۰ درصد در فرمول ۱۵-۱۵-۱۵ بوده است.

ـ انواع کودهای شیمیایی در جدول ۵-۸ برای گلهای ادریس آبی (هورتانسیای آبی) و صورتی گفته شده است. در گل ادریس (هورتانسیا) آلومینیوم باعث تنظیم رنگ گل می‌شود. آلومینیوم در بسیاری از خاکها به مقدار کافی وجود دارد. وقتی PH خاک کمتر است. آلومینیوم موجود در خاک، به مقدار کافی و قابل جذب در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و جذب آن به وسیله گیاه افزایش یافته و گلها به رنگ آبی درمی‌آیند. وقتی PH بالاتر باشد، آلومینیوم به صورت غیرقابل جذب درآمده و در نتیجه گلهای ادریس (هورتانسیا) به رنگ صورتی خواهد بود. از طرفی افزایش میزان فسفر در خاک نیز سبب تثبیت آلومینیوم در خاک می‌شود از این جهت برای تولید گلهای آبی‌رنگ، از فرمولهای کودی که فسفر ندارند و محیط را اسیدی می‌کنند استفاده می‌شود، درحالی‌که برای تولید گلهای به رنگ صورتی از کودهای دارای فسفر بیشتر و بسترهای اسیدی ضعیف استفاده می‌کنند.



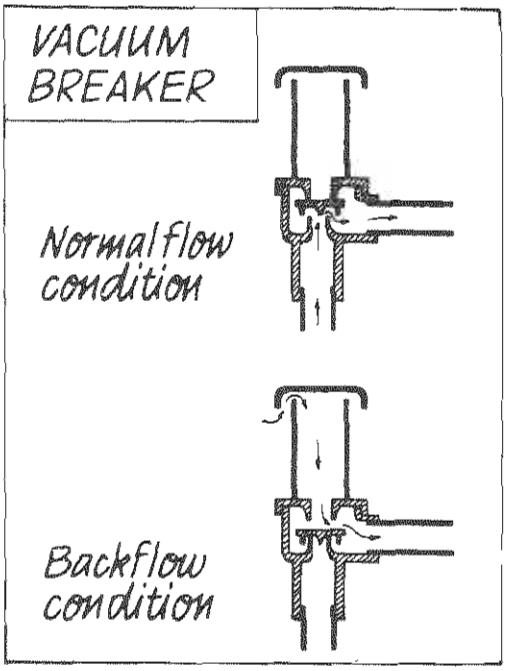
شکل ۲-۸ ـ شمای کلی روش استقرار مخزن اختلاط کودی، مخزن نگهداری، متناسب‌کننده و دستگاه اندازه‌گیری املاح در محلول، در مسیر خطوط لوله‌های آبیاری در گلخانه

مصرف کود به‌طور اتوماتیک: کاربرد کود، به‌طور اتوماتیک با استفاده از سیستم آبیاری (شبکه آبیاری) در سطوح و سیمی از گلخانه‌ها عملی می‌شود. کودها را باید به صورت محلولهای غلیظ درآورده و در مخزنهای نگهداری قرار می‌دهند که از طریق این مخزن وارد مخزن اختلاط شده و در آب حل (رقیق) می‌شوند. این عمل با استفاده از انژکتورهای، کودی صورت می‌گیرد که محلول را از مخزن اختلاط وارد سیستم آبیاری می‌کند و این روش سبب می‌شود که حجم دقیقی از کودها و محلولهای کودی داشته باشیم. با اتصال انژکتور به لوله اصلی آب که جهت آبیاری گلخانه به‌کار می‌رود، همه لوله‌ها محلولهای کودی را انتقال می‌دهند. معمولاً انژکتور در یک گذرگاه فرعی و یا در محلی قرار می‌گیرد که هم آب و هم محلولهای کودی می‌تواند از این خطوط لوله عبور کند. (شکل ۲-۸)

ـ چنانچه در شکل ۳-۸ دیده می‌شود، به منظور جلوگیری از عدم برگشت آب یا محلول

در یک سیستم آب آشامیدنی می‌توان از شیرهای یک‌طرفه یا دریچه‌های ممانعت‌کننده، استفاده کرده و در سیستم عامل نصب کرد که دارای یک خروجی است و ممکن است در زیر آب قرار گرفته باشد. این سیستم قابل توصیه بوده و در بعضی از ایالات به مورد اجرا گذاشته می‌شود. چنین دستگاهی شامل، انژکتورهای کودی و لوله‌های آبپاشی (آبیاری) جهت پر کردن آبپاش، وسایل مخزن‌ها، دریچه‌ها یا شیر اطمینان یک‌طرفه که مانع بازگشت آب آلوده در صورت ایجاد مکش و یا فشار منفی به سیستم شبکه اصلی آب می‌شود و از آلودگی آب آشامیدنی جلوگیری به عمل می‌آید. از آنجایی‌که کودهای نیتراته معمولاً برای سلامتی انسان خطرناک بوده و بچه‌ها به میزان بسیار کم غلظت نیترات حساس هستند، باید دقت کافی مبذول داشت تا هرگونه امکان آلودگی را از بین برد. به‌طورکلی براساس استاندارد بهداشت جهانی، حداکثر میزان ازت نیتراتی قابل قبول در آب آشامیدنی در اروپا ۲۳ قسمت در میلیون (P.P.M) و در ایالات متحده آمریکا ۴۵ قسمت در میلیون P.P.M است. اگر قطر لولهٔ تأمین‌کنندهٔ آب بیش از دو برابر قطر لولهٔ تأمین‌کنندهٔ آب مخزن مخلوط کننده باشد، نیاز به دستگاه ممانعت‌کننده یا شیر یک‌طرفه نخواهد بود. زیرا در این شرایط امکان برگشت آب آلوده به داخل سیستم یا شبکه آب اصلی وجود ندارد.

ـ بسیاری از کودهای شیمیایی مورد نیاز گلخانه‌ها به صورت جامد خریداری می‌شوند. سپس آنها را در مخزن اختلاط به صورت محلول در آب درمی‌آورند (شکل ۲-۸) و محلول حاصل را به مدت یک روز به همان حال نگهداشته تا مواد جامد غیرضروری و معلق ته‌نشین شوند. مواد ته‌نشین شده و در پایین مخزن جمع می‌شود. شیر مخصوص خروج محلول کودی ۲/۵ تا ۵ سانتیمتر بالاتر از ته مخزن قرار دارد تا مایع روشن و صاف را از مخزن اختلاط خارج کند و از ورود مواد ته‌نشین شده به داخل لوله‌های انتقال خودداری کنند. چون ممکن است باعث قطع جریان و حرکت محلول کودی در لوله‌های آب سیستم اتوماتیک شود. انژکتور محلول غلیظ کودی را از مخزن اختلاط به سیستم



شکل ۳-۸ـ مانع پس‌روی آب در حالت باز بودن دریچه، که جریان آب را مقدور می‌سازد (قسمت بالا) وقتی فشار آب به میزان معینی برسد، شیر تنظیم بسته شده و آب به جریان می‌افتد (قسمت پایین). در این نقطه هوا می‌تواند وارد جریان شده و از بروز فشار منفی جلوگیری کرده و مانع برگشت جریان آب به عقب شود (مانع پس‌روی جریان می‌گردد).

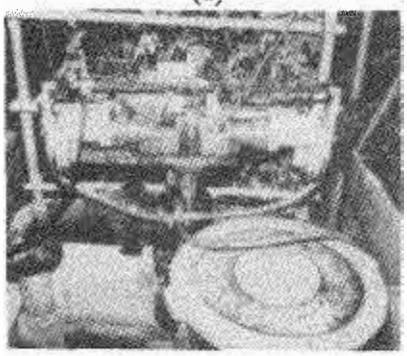
شبکه تزریق می‌کند. هدف از ته‌نشین کردن (رسوب دادن) مواد جامد، بیشتر جلوگیری از ورود مواد جامد و معلق در دستگاه انژکتور و لوله‌های شبکه آب و تغذیه است که به‌تدریج به علت رسوب می‌توانند لوله‌ها را ببندند و شبکه را از کار بیاندازد.

ـ تیپهای مختلف انژکتور و نحوه و چگونگی کاربرد آنها، بسته به نوع استفاده در شکل ۴ـ۸ دیده می‌شود. معیارهای زیادی برای انتخاب انژکتورها وجود دارد که پنج مورد آن به شرح ذیل ذکر می‌شود.

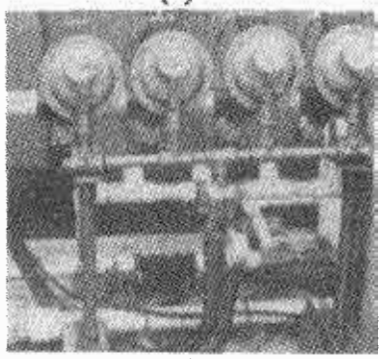
۱ـ میزان غلظت کود به آب، به اندازهٔ کافی بالا باشد که بتوان آنها را در حجم مورد نیاز برای مصرف یک دوره کامل کودی در مخزن نگهداری کرد. این نسبت برای شرکتهای کوچک ۱ به ۱۶ بوده ولی برای شرکت‌های بزرگ کافی نخواهد بود. قابلیت

(a)

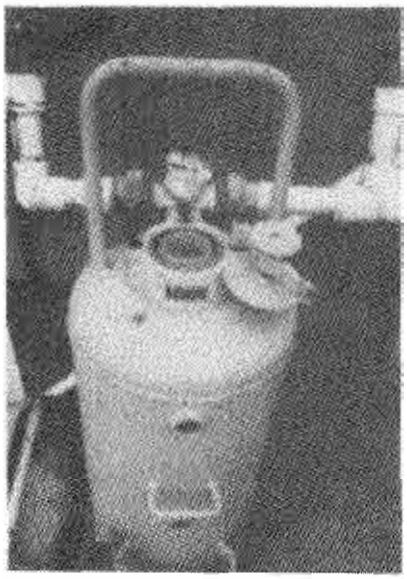
(b)



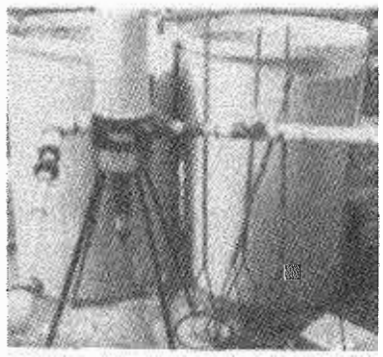
(c)



(d)



(e)



(f)

شکل ۴-۸ـ ۶ نوع از انواع انژکتورهایی که مورد استفاده قرار گیرند: a : هوزون (Hozon) - کوماندر (Commander)، b : اسمیت، (Smith)، c : اندرسن رشیوفیدر (Andorson Ratio Feeder)، d : گوا (Gewa) و e: دوساترون (Dosat ron)

حلالیت کودهای گلخانه‌ای ممکن است تا ۲۰۰ برابر افزایش یابد. نسبتهای بیشتر از ۱:۲۰۰ به‌ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ یک نسبت قابل تعدیل، شدیداً مورد توجه و مدنظر است. در این حالت، یک غلظت کودی را می‌توان در غلظتهای متفاوت تعدیل و تبدیل کرده و برای گیاهان مختلف به کار برد.

۳ـ تعیین‌کنندهٔ میزان جریان از انژکتور، سطح گل گیاهانی است که در یک زمان می‌توان به آنها کود داد. یک جریان ۸ gpm می‌تواند فقط یک لوله ۱/۸cm را تأمین کند و ازاین‌رو می‌تواند فقط یک سکو را در هر مرحله (دفعه) کود بدهد. در شرکتهای بزرگ برای اینکه عمل کوددهی در نصف روز تمام شود، باید ۵ تا ۱۰ سکو را به‌طور همزمان کود داد.

۴ـ ظرفیت مخزن تغلیظ، باید به اندازهٔ کافی باشد تا بتواند کل نیاز کودی یک‌دوره یا یک مرحله مصرف را تأمین کند. در شرکتهای بزرگ از انژکتورهایی استفاده می‌شود که مخزن تغلیظ ندارد و مخزن جداگانه به اندازه ظرفیت مورد نظر ساخته می‌شود و انژکتور به مخزن ساخته شده نصب می‌شود.

۵ـ در شرکتهای خیلی بزرگ در صورت ممکن از انژکتورهای دوسر (دوجانبه) استفاده می‌کنند این نوع انژکتورها می‌توانند به‌طور همزمان دو غلظت متفاوت کودی را با هم سیفونه کنند بدین‌ترتیب که کلسیم یا منیزیم را در یک غلظت از یک سر انژکتور و سولفات یا فسفات را در غلظت دیگر و با استفاده از رأس دیگر انژکتور به جریان بیاندازد. در چنین شرایطی این عناصر با هم قابل رقابت بوده و مخلوط نمی‌شوند،

مگر اینکه غلظت آنها کم و رقیق شده باشند.

کودهای شیمیایی به‌تدریج حل‌شونده (که به آرامی آزاد می‌شوند)

بسیاری از منابع کودی که قبلاً در گلخانه‌ها مصرف می‌شد، کودهایی بودند که به‌آرامی و به‌تدریج تجزیه و حل شده و مورد استفاده قرار می‌گرفتند. این منابع اغلب مواد آلی گیاهی و حیوانی بوده که به مرور تجزیه شده و مواد غذایی آنها دارد و خاک می‌شده است. امروزه برخی از مواد تجارتی تولیدی دارای این خاصیت هستند که به آهستگی و آرامی عناصر غذایی موجود در خود را در طول مدت سه ماه تا چند سال آزاد می‌کنند و وارد محیط خاک می‌کنند. در گلخانه‌ها کودهای سه‌ماهه آزادشونده معمول و مناسب است. پنج گروه از این کودها موجود است. بعضی از این کودها چنانکه پیش از کاشت به خاک اضافه شوند (مصرف شوند)، تمام نیازهای ازت و فسفر و پتاس را در طول دوره رشد و نمو آن تأمین خواهد کرد، بنابراین، نیازی به کوددهی در چند نوبت نخواهد بود. بعضی از کودها عناصر کم‌مصرف (میکرو) را به اندازه کودهای حیوانی در اختیار گیاه قرار می‌دهند.

پنج سیستم طبقه‌بندی به شرح زیر است:

۱ـ کودهایی که دارای پوشش پلاستیکی هستند.

۲ـ کودهایی که به‌تدریج و به‌آرامی حل می‌شوند.

۳ـ فرمالدئید اوره

۴ـ کودهایی که دارای پوشش سولفوری (گوگردی) هستند.

۵ـ کودهای میکرو (عناصر کم‌مصرف) کلاتی (شلاتی)

ـ مصرف کودهای شیمیایی به صورت نوبتی (دوره‌ای) و در چند مرحله، نیاز به نیروی

جدول ۷-۸ـ هدایت الکتریکی املاح محلول در کودهای شیمیایی مختلف برحسب میلی‌موس بر سانتیمتر

کود										
۲۱-۷-۷ طبیعی	۲۱-۷-۷ (اسید)	۱۵-۰-۱۵	۱۵-۱۵-۱۵	۱۵-۲۰-۲۵ ۱۵-۱۱-۲۹ ۱۵-۱۶-۱۷	۲۵-۵-۲۰	۲۰-۵-۳۰	۲۰-۲-۲۰	۲۰-۱۰-۲۰	۲۰-۱۹-۱۸ ۲۰-۲۰-۲۰	نیتروژن (PPm)
۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۳۶	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۲۳	۵۰
۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۷۴	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۲۴	۰/۴۴	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۴۵	۱۰۰
۰/۶۳	۰/۸۴	۱/۱۵	۰/۹۶	۱/ـ	۰/۳۶	۰/۶۹	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۶۸	۱۵۰
۰/۸۴	۱/۱۲	۱/۵۵	۱/۳۰	۱/۴۰	۰/۵۱	۰/۹۴	۱/۲۴	۱/۳۰	۰/۹۰	۲۰۰
۱/۰۵	۱/۴۰	۱/۹۰	۱/۶۵	۱/۷۲	۰/۶۲	۱/۲۰	۱/۵۵	۱/۶۳	۱/۱۳	۲۵۰
۱/۲۶	۱/۶۸	۲/۲۸	۱/۹۸	۲/۱۰	۰/۸۰	۱/۴۳	۱/۸۶	۰/۹۵	۱/۳۵	۳۰۰
۱/۴۷	۱/۹۶	۲/۶۴	۲/۳۱	۲/۴۲	۰/۹۲	۱/۶۶	۲/۱۷	۰/۲۸	۱/۵۸	۳۵۰
۱/۶۸	۲/۲۴	۳/-	۲/۶۵	۲/۸۰	۱/۰۴	۱/۹۰	۲/۴۸	۶۰	۱/۸۰	۴۰۰
۱/۸۹	۲/۵۲	۳/۳۴	۲/۹۸	۳/۱۵	۱/۱۸	۲/۱۵	۲/۷۹	۰/۹۳	۲/۰۳	۴۵۰
۲/۱۰	۲/۸۰	۳/۶۸	۳/۲۵	۳/۵۰	۱/۳۲	۲/۴۰	۳/۱۰	۲۵	۲/۲۵	۵۰۰
۲/۳۱	۳/۰۸	۴/۹۸	۳/۵۵	۳/۸۴	۱/۴۵	۲/۶۱	۳/۴۱	۵۸	۲/۴۸	۵۵۰
۲/۵۲	۳/۳۶	۴/۲۸	۳/۸۵	۴/۱۸	۱/۵۸	۲/۸۲	۳/۷۲	۹۰	۲/۷۰	۶۰۰
۲/۷۳	۳/۶۴	۴/۵۸	۴/۱۵	۴/۵۲	۱/۷۱	۳/۰۳	۴/۰۳	۲۳	۲/۹۳	۶۵۰
۲/۹۴	۳/۹۲	۴/۸۸	۴/۴۵	۴/۸۰	۱/۸۴	۳/۲۴	۴/۳۴	۵۵	۳/۱۵	۷۰۰
۳/۳۶	۴/۴۸	۵/۵۰	۵/۰۵	۵/۵۴	۲/۱۱	۳/۶۶	۴/۹۶	۰	۳/۶۰	۸۰۰
۳/۷۸	۵/۰۴	۶/۱۰	۵/۶۵	۶/۲۲	۲/۳۷	۴/۰۸	۵/۵۸	۵	۴/۰۵	۹۰۰
۴/۲۰	۵/۶۰	۶/۷۰	۶/۲۵	۶/۹۰	۲/۶۳	۴/۵۰	۶/۲۰	۰	۴/۵۰	۱۰۰۰

کار کارگری دارد. ازاین‌رو، با استفاده از کودهای شیمیایی، تجزیه شونده (آزادشونده) تدریجی که به مرور در طول دورهٔ رشد گیاه آزادشده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد می‌توان این هزینه و نیاز کارگری را برطرف کرد. این کودها، کارآیی و اثرات بیشتری نسبت به کودهای محلول در آب دارند، زیرا مقادیر بیشتری از عناصر غذایی مورد نیاز به‌وسیله کودهای شیمیایی دیر تجزیه‌شونده تأمین و جذب گیاه می‌شود از طرفی به علت آزاد شدن تدریجی عناصر در محیط ریشه، امکان شسته شدن و خروج عناصر غذایی از دسترس گیاه و انتقال آنها به آبهای زیرزمینی و زه‌آب‌ها بسیار کم و ناچیز خواهد بود. این مسأله بسیار مهم و دارای اهمیت است و امروزه مورد توجه دولت‌مردان قرار گرفته و در صدد تنظیم مقررات و ضوابط هستند که مقدار موادی را که دارد آبهای زیرزمینی می‌شوند، کنترل کنند. معمولاً از نقطه‌نظر تجاری، تأکید کمتری از نظر کیفیت و محتوای مواد موجود در گیاه از طرف مصرف‌کننده نهایی به عمل امده و به‌ندرت مورد بررسی و تحقیق قرار می‌گیرد. استفاده درست از کودهایی که به‌تدریج آزاد می‌شوند، تولیدکننده را مطمئن می‌سازد که به اندازهٔ کافی از عناصر غذایی موجود در کود ضمن مصرف کامل به وسیله گیاه، پس از برداشت محصول باقی خواهد ماند. اگرچه محصولات و گیاهان را می‌توان به‌طور گسترده با این نوع کودها تغذیه کرد، ولی بسیاری از کشتکاران (پرورش‌دهندگان) جهت جلوگیری از آثار احتمالی کمبود، معمولاً از کود به صورت مکرر استفاده می‌کنند.

کودهای با پوشش پلاستیکی

از کودهای شیمیایی با پوشش پلاستیکی که عناصر پوشش‌یافته در آنها به‌تدریج آزاد شده و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرند می‌توان کودهای تحت نام تجاری اسموکوت (Osmocote) و سیرا (Sierre) را نام برد. این کودها دارای پوشش پلاستیکی و به فرم گرد و خشک، به قطر (۳ میلی‌متر) و یا کمتر بوده و محتویات داخل این پوششها از نیترات

پتاسیم و سولفات آمونیوم است.

ـ این کودها را پیش از کاشت به محیط (بستر) ریشه اضافه می‌کنند. بخار آب موجود در محیط خاک به دیوارهٔ کپسولها (به پوششها) نفوذ می‌کند. بر اثر انقباض سطح کود به علت فشار بخار آب، دفعتاً فشار بخار آب کاهش می‌یابد. این وضعیت باعث می‌شود که رطوبت داخل کپسول در مقایسه با رطوبت محیط خارج آن کاهش یابد. در نتیجه آب از محیط خارج کپسول به داخل آن (وارد می‌شود) تا فشار داخل و خارج کپسول به حال تعادل درآید. در این حال آب به اندازه کافی جهت حل کردن کود وارد کپسولی شده و آن را به صورت محلول درمی‌آورد. از طرفی بر اثر ورود آب به داخل کپسول و ایجاد فشار از داخل کپسول بر روی دیوارها، سبب حجیم شدن و در نهایت شکاف برداشتن کپسول می‌شود و ایجاد فشار از داخل کپسول بر روی دیوارها، سبب حجیم شدن و در نهایت شکاف برداشتن کپسول می‌شود و با ایجاد شکاف، محتویات کپسول وارد محلول خاک (بستر) می‌شود که ریشه‌های گیاه می‌توانند از آنها استفاده کنند. مدت دوام این فرآیند به ضخامت پوشش کپسول و میزان و نوع محتویات آن بستگی دارد.

اسموکوت (osmocote) به نسبتهای ۱۴-۱۴-۱۴ و ۱۲-۶-۱۹ همچون کود گلخانه‌ایی است که در مدت ۴-۳ ماه آزاد می‌شود. فرم ۱۳-۱۳-۱۳ و ۱۲-۶-۱۸ برای آزاد شدن به ۹-۸ ماه زمان نیاز دارند (در شرایطی که درجه حرارت محیط ریشه حدود ۲۱ درجه سانتی‌گراد بوده باشد) فرم اولی برای گیاهان گلخانه‌ای که ۱۴-۱۲ هفته در گلخانه باقی می‌مانند بسیار مناسب است. فرم آخری نیز برای گیاهانی مانند آزالیا، میخک و موز که مدت بیشتری در گلخانه باقی می‌مانند بسیار مناسب است. باید توجه داشت که نسبت عناصر N.P.k در این دو نوع کود تقریباً برابر ۱:۱:۱ و ۳:۱:۲ می‌باشند. در جدول ۸-۸ لیست کامل کودهای تجارتی اسموکوت (osmocote) و سیرا (Sierra) و طول دوره لازم برای آزاد شدن آن و نیز نسبت‌های عناصر کودی درج شده است.

جدول ۸-۸ـ کودهای شیمیایی اسموکوت (osmocote) و سیرا (Sierra) و زمان لازم برای آزاد شدن هر یک

تجزیه (نسبت کودی)	مدت دوام (ماه)	نام محصول، نام کود
۱۴-۱۴-۱۴	۳-۴	اسموکوت
۱۹-۶-۱۲	۳-۴	اسموکوت
۱۳-۱۳-۱۳	۸-۹	اسموکوت
۱۸-۶-۱۲	۸-۹	اسموکوت
۱۷-۷-۱۲	۱۲-۱۴	اسموکوت
۱۵-۱۰-۱۲	۳-۴	سیرا
۱۵-۱۰-۱۰	۵-۶	سیرا
۱۷-۶-۱۲	۳-۴	سیرا
۱۷-۶-۱۰	۸-۹	سیرا
۱۶-۶-۱۰	۱۲-۱۴	سیرا
۱۲-۱۰-۱۷	۳	سیرا مخصوص داودی
۱۳-۱۲-۱۱	۵	سیرا مخصوص شمعدانی
۱۲-۱۲-۱۵	۳	سیرا مخصوص شمعدانی
۱۶-۸-۱۲	۸-۹	سیرا مخصوص (قرص)

محصولات سیرا (Sierra) تمام عناصر میکرو را (کم‌مصرف را) داراست، و درحالی‌که محصولات اسموکوت (osmocote) عناصر کم‌مصرف (میکرو) را ندارند.

ـ ناتریکوت (Nutricote) محصول دیگری است که از نظر مکانیسم همانند و شبیه به اسموت Osmote بوده و در بازار موجود است. این تیپ‌ها محتوی انواع کودهای جامد و یا مایع (محلول) بوده و دارای پوشش زمینی هستند. ترکیب و نوع رزین آنها متفاوت بوده و براساس نوع رزین مدت زمان لازم برای آزاد شدن کود به ترتیب ۴۰، ۱۰۰، ۱۴۰، ۱۸۰، ۲۷۰، ۳۶۰ روز خواهد بود، مشروط بر اینکه درجه حرارت بستر ۲۵ درجه سانتیگراد و نسبت کودی آن ۱۴-۱۴-۱۴، ۱۰-۱۰-۱۶ و ۱۰-۷-۲۰ بوده باشد. در جدول ۹-۸ دستورات کودی لازم گفته شده است. نکته قابل توجه و مهم این است که

هـرگز نـباید کـودهای اسـموکوت (Osmocote) و نـاتریکوت (Nutricote) را بـا بـخار ضدعفونی کرد. زیرا این عمل باعث آزاد شـدن مـقادیر زیـادی از عـناصر غـذایـی شـده و افزایش غلظت مواد غذایی نهایتاً به گیاه و مـحصول صـدمه مـی‌زند درهـرحـال فـرم ازت به صورت آمونیوم ونیترات درکودهای اسموکوت، سیرا ونـایریکوت خـوب مـعادل شده است.

کودهایی که به‌آرامی حل می‌شوند (کودهای حل‌شونده تدریجی)

گچ و سنگ آهک مثال‌هایی (نمونه‌هایی از کودهایی هستند که قابلیت حل شدن آنها محدود است و وقتی آنها را به خاک می‌دهیم درصد کـمی از آن بـه صـورت قـابل استفاده گیاه درمی‌آید. چون میزان قابل استفاده و مورد نیاز از طریق گیاه جذب شده و یا شسته می‌شوند و از دسترس گیاه خارج می‌شوند، مقدار بیشتری برای جایگزینی آنها آزاد شده و قابل مصرف می‌شود.

ـ کود mag AmP نمونه خوبی از کودهای کامل است. این کود ترکیبی است از فسفات آمونیوم منیزیم و فسفات پتاسیم منیزیم، با نسبت کودی ۶-۴۰-۷ که یک منبع مهم و مؤثر و شامل عناصر ازت، فسفر و پتاسیم، برای سه تا چهار ماه از طول دوره رشد گیاه است. این کود مستقیماً در محیط ریشه (در بستر کاشت گیاه) قابل استفاده بوده و در جدول ۱۰-۸ میزان مصرف و نوع گیاه قابل توصیه گفته شده است.

بالا بودن میزان فسفر در کود mag AmP غیرمعمول بوده در نـتیجه بـاعث کـاهش میزان جذب و مصرف عناصری چـون آهـن، مـنگنز، مس و روی مـی‌شود. ازایـن‌رو در مصرف کودهای میکرو همراه با این کود باید دقت و توجه کافی مبذول داشت. این کود، دارای ۱۲ درصد منیزیم بوده و از این نظر مقدار آن به حدی است که می‌تواند با کلسیم در جذب رقابت کند. از این جهت باید مقدار کلسیم در محیط ریشه به اندازه‌ای باشد که هیچ‌گونه کمبودی مشاهده نشود. این مسأله مخصوصاً در مناطقی که درصد کلسیم در

جدول ۹-۸ـ مقدار کود مورد مصرف ناتریکوت (Nutricote)
برحسب کیلوگرم در مترمکعب بستر ریشه (۱)

گیاهان پرتوقع (با نیاز بیشتر)(۴)	گیاهان با نیاز متوسط (۳)	گیاهان حساس (۲)	مدت لازم برای آزاد شدن کود (روز)
	۱۰ـ۱۰ـ۱۶ و ۱۴ـ۱۴ـ۱۴		
۴۰	۱/۷۵ (۱)	۳/۵ (۲)	۵ (۳)
۷۰	۲/۵ (۱/۵)	۵ (۳)	۸/۵ (۵)
۱۰۰	۳/۵ (۲)	۷/۵ (۴/۴)	۱۲ (۷/۱)
۱۴۰	۵ (۳)	۹ (۵/۳)	۱۳ (۷/۷)
۱۸۰	۷ (۴/۱)	۱۲(۷/۱)	۱۵ (۸/۹)
۲۷۰	۹ (۵/۳)	۱۴ (۸/۳)	۱۷ (۱۰/۱)
۳۶۰	۱۲ (۷/۱)	۱۷ (۱۰/۱)	۲۰ (۱۱/۹)
	۲۰ـ۷ـ۱۰		
۴۰	۱ (۰/۶)	۲/۵ (۱/۵)	۴ (۲/۴)
۷۰	۲ (۱/۲)	۴ (۲/۴)	۶ (۳/۶)
۱۰۰	۳ (۱/۸)	۶ (۳/۶)	۸ (۴/۷)
۱۴۰	۴ (۲/۴)	۷ (۴/۱)	۱۰ (۵/۹)
۱۸۰	۵ (۳)	۸ (۴/۷)	۱۱ (۶/۵)
۲۷۰	۷ (۴/۱)	۱۰ (۵/۹)	۱۳ (۷/۷)
۳۶۰	۹ (۵/۳)	۱۲ (۷/۱)	۱۵ (۸/۹)

۱ـ برای بستر ثنی و سبک با قدرت زهکشی و نفوذپذیری زیاد (با ظرفیت تبادل یونی کمتر) مقادیر بیشتری باید کود مصرف شود، برای بسترهای سنگین با خاکهای رسی (با ظرفیت تبادل یونی بیشتر) مقدار مصرف کمتر می‌شود.

۲ـ بنفشه آفریقائی، آزالیا، سرخس‌ها، ثعلب‌ها (ارکیده‌ها) و سبزیجات گلخانه‌ای.

۳ـ گیاهان زمینی، گیاهانی که گلهای آنها را می‌چینند.

۴ـ اغلب گیاهان گلدانی و گیاهانی که دارای شاخ و برگ سبز هستند.

جدول ۱۰-۸ـ مقدار و برنامه کودی در mag AmP همچون کود تجزیه‌شونده تدریجی

نوع گیاه	مقدار مصرف	درجه mag AmP
گیاهان زمینی	۵.۶ کیلو در مترمکعب	متوسط
گیاهان گلدار برای تولید گل بریده	۰/۷۵ کیلوگرم در مترمربع	متوسط
شمعدانی	۶.۷ کیلوگرم در مترمکعب	متوسط
داودی گلدانی	۹.۱۲ کیلوگرم در مترمکعب	متوسط
سوسن عید پاک، بنت‌القنسول		

آب کمتر است بیشتر مشهود می‌شود. این کود در معیار و میزان $\frac{1}{3}$ به همراه کود تکمیلی، کودی معمول و متداول در انگلستان به‌شمار می‌رود. ازت موجود در کود تکمیلی باید به‌صورت نیترات بوده تا بتواند کمبود ازت موجود در mag AmP را جبران کند، زیرا تمام ازت موجود به فرم آمونیاکی و به علاوه اوره است.

فرمالدئید اوره

این کود شیمیایی ازته‌ای که به‌آرامی آزاد می‌شود (به مرور تجزیه می‌شود) تحت نامهای تجارتی مختلف از جمله بورودنس ۳۸ (Borden's)، اوره فرم (uren form) و اورامیت (Uramite) به بازار عرضه می‌شود. این دارای ۳۶ درصد ازت بوده و به‌آرامی آزاد می‌شود. حدود $\frac{2}{3}$ آن در سال اول و بقیه آن در سالهای بعد آزاد می‌شود. کاربرد این کود، بیشتر در چمنهای خانگی و چمنهای زمین گلف است. بیشتر فرمالدئید اوره در ترکیبات زنجیره‌ای بلند باقی مانده و ریشه‌های گیاه نمی‌تواند آن را جذب کند. وقتی در داخل خاک قرار بگیرد میکروارگانیسم‌ها از زنجیرها تغذیه کرده و آن را به اجزاء کوچکتر شکسته و تبدیل می‌کنند که بخشی از آن اوره است. اوره فرمی از ازت است که به آسانی مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. تجزیه آن به اجزاء کوچکتر به زمان طویلی نیاز دارد.

ـ فرمالدئید اوره به دو دلیل به مقدار زیاد در گلخانه‌ها کاربرد ندارد، مگر اینکه به حالت

مخلوط باشد. اولاً این کود فقط دارای ازت بوده و فاقد پتاسیم است. دوم این که فرم ازت آن به صورت اوره بوده که نهایتاً در خاک یا در گیاه به آمونیوم تبدیل می‌شود. همان‌طوری‌که پیش از این گفته شده است بسیاری از گیاهان گلخانه‌ای واکنش زیادی به ازت آمونیوم در سطح وسیعی نشان نمی‌دهند. برخی از پرورش‌دهندگان آزاله، از فرمالدئید اوره به صورت بخش سطحی جهت جلوگیری از کمبود ازت استفاده می‌کنند. زیرا این گیاه به ازت بیشتری در مقایسه با پتاسیم نیاز دارد. مقدار مصرف این کود در مراحل رشد سریع گیاه، یک قاشق چایخوری (۵ گرم) در هر گلدان ۱۵ سانتی‌متری در موقع رشد زیاد در هر دو ماه یک‌بار است. علاوه بر این، یک کوددهی دوباره و مکرر نیز لازم است (به جدول ۴-۸ مراجعه کنید).

کودهای پوشش‌دار گوگردی

بعضی از کودهای شیمیایی مانند اوره، پلی‌فسفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم را با ترکیباتی از گوگرد که مثل موم (خمیر) هستند پوشش داده می‌شود. ترکیبات مختلفی از پوشش‌های گوگردی با نسبتهای متفاوت کودی به کار برده می‌شوند و درجات متفاوتی مانند ۱۳-۱۳-۱۳، ۱۲-۶-۲۱ و ۰-۳۴-۷ به‌دست می‌آید. آزاد شدن مواد غذایی کود پوشش یافته، بستگی به فعالیت میکروارگانیسمهای خاک دارد که عناصر غیرمحلول گوگردی را به عناصر محلول گوگردی تبدیل می‌کنند. هنگامی که این حالت پدید آمد (اتفاق افتاد) آب وارد کپسول گوگردی شده و محتویات کودی آن را حل می‌کند. معمولاً زمان لازم برای شروع آزادسازی کود از کپسولهای گوگردی ۳ تا ۴ ماه به طول می‌انجامد ولی در عین حال بستگی کامل به ترکیبات پوشش گوگردی دارد که برخی از این پوششها می‌توانند تا یک سال نیز دوام داشته باشد. کودهای پوشش‌دار گوگردی را برای گیاهان غیرآپارتمانی و هوای آزاد مانند فضای سبز، خزانه‌ها و چمنکاریها به‌کار می‌برند. این کود، در گلخانه‌ها

کاربرد وسیعی ندارد، زیرا محتویات ازت آنها یا آمونیوم است یا اوره، امکان عملی پوشش‌دار کردن نیترات‌ها با گوگرد و ترکیبات آن، به علت خطر انفجار مقدور نیست لذا کودهای پوشش‌دار گوگردی نمی‌توانند محتوی نیتراتها باشند.

عناصر کم‌نیاز کلاتی (شلاتی)

کلمه کلات منشأ یونانی داشته و معنی لغوی آن پنجه و چنگال است. این کود بسیار مهم و پرفایده است. زیرا دارای آهن، منگنز، روی و مس هستند. ریشه گیاهان می‌توانند با ترکیبات کلاتی، عناصر میکرو را جذب کنند، سپس عناصر میکرو در داخل گیاه از ترکیبات جذب شده آزاد می‌شود. نوع دیگری از کلاتها وجود دارد که عناصر آنها پس از آزاد شدن در خاک، به‌طور جداگانه از طریق گیاه جذب می‌شوند ولی سرعت جذب آنها در مقایسه با جذب کلات کمتر است. هنگامی که اسیدیته (PH) خاک، بالاتر از حد مناسب گیاه باشد، این خاک دارای مقادیر بیشتری از هیدروکسید و احتمالاً کربنات بوده که باعث تثبیت و ته‌نشین شدن آهن، منگنز، روی و مس می‌شود. مواد تثبیت‌شده غیرمحلول بوده و نمی‌تواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد. عناصر کم‌مصرف کلاتی از تثبیت درامان هستند. به‌هرحال عناصر کم‌نیاز (میکرو) به‌تدریج از کلات آزاد شده پیش از اینکه تثبیت شوند مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرند. ارزش و اهمیت کلات در دیرتر آزاد شدن و تدریجی بودن روند تجزیه و جذب آن است.

ـ به‌طور سنتی پرورش رزها در محیط‌های تا حدی اسیدی با اسیدیته (PH) بین ۶-۵/۵ معمول بود. ولی به مرور زمان مشخص شده است که در PH پایین مقدار زیادی آهن قابل جذب آزاد می‌شود و در چنین شرایطی میزان آهن تثبیت‌شده خیلی کمتر می‌شود. در واقع رز در اسیدیته بالا خوب رشد می‌کند، به شرطی که مقدار کافی آهن قابل استفاده (قابل جذب) در اختیار گیاه قرار گرفته باشد. امروزه آهن را به‌طور مرتب و به فرم کلات به میزان (۴/۹ گرم در مترمربع) از سطح بستر و هر سه ماه یک‌بار به محیط

ریشه (به گیاه) می‌دهند. گرچه یکی از منابع آهن، سولفات آهن است که قیمت آن در مقایسه با کلات آهن بسیار ارزان است، لیکن، در شرایط نامساعد اسیدیته بالا، سولفات آهن می‌تواند بسیار گران تمام شود. زیرا در مقایسه با کلات آهن به مقدار بیشتری از سولفات آهن نیاز است. از طرفی سولفات آهن خیلی سریع آهن مورد نیاز را در محلول خاک (بستر) آزاد می‌کند و در نتیجه مقدار زیادی از آن در محیط ریشه تثبیت و غیرقابل استفاده می‌شود. ازاین‌رو از این نوع کود آهن کمتر مصرف می‌کنند.

ـ فرم کلاتی آهن، منگنز، روی و مس فرمهای بسیار معمول و متداول کودهای شیمیایی قابل استفاده در گلخانه‌ها به‌شمار می‌روند. از طرفی به علت داشتن خاصیت حلالیت خوب، در ساخت فرمولهای کودی ترجیحاً از کلاتها استفاده می‌کنند. همچنین به منظور از بین بردن نشانه‌های کمبود عناصر میکرو مخصوصاً در شرایط PH بالا فرمهای کلاتی بر دیگر فرمها برتری دارد. در صورتی که اسیدیته خاک نرمال (طبیعی) باشد بهتر است از کودهای ارزان‌قیمت چون سولفات آهن استفاده شود. کلات‌های منگنز، روی و مس در مقایسه با کلات آهن خاصیت برتری از خود نشان نمی‌دهد، مگر اینکه PH خاک خیلی بالا بوده باشد. قیمت بالای فرم کلاتی منگنز، روی و مس معمولاً مصرف آنها را کم و محدود کرده و گاهی کاربرد آن را، به علت مقرون به صرفه نبودن غیرممکن می‌سازد. فرم سولفاتی آن‌ها مؤثر بوده و از نظر اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه است.

ـ بعضی از تعاریف به مطالعه و درک جدول ۱۱-۸ کمک خواهند کرد.

نکروزیس عبارت است از فرآیندی که در آن کلروفیل (سبزینه) گیاه از بین می‌رود. بافتهای برگ، به‌تدریج سبزروشن و بالاخره زرد می‌شود. نکروزیس؛ عبارتست از مرگ بافتهای گیاهی که در آن، بخشهایی از بافتهای برگ، به رنگ قهوه‌ای درمی‌آید. کلروزیس بین رگبرگها؛ عبارتست از کلروزیسی است که در بین رگبرگها ظاهر می‌شود. رگبرگها سبز باقی می‌مانند. بیماری پیچیدگی (جاروی جادوگر) معمولاً بر اثر کمبود بُر به‌وجود می‌آید. زیرا بُر بیشتر برای تشکیل غنچه‌های گل لازم است تا تشکیل اندامهای

هوایی و شاخ و برگ. هنگامی‌که گیاه به مرحله تولید گل می‌رسد، به علت کمبود بُر گلهای تشکیل شده سقط می‌شوند (می‌میرند) و شاخه‌های جانبی به سرعت رشد می‌کنند. این عمل ادامه یافته تا اینکه شاخه‌های تولید شده شکل جارو را به‌وجود می‌آورند. برگهای تسمه‌ای (شلاقی یا قیطانی)؛ بر اثر کمبود کلسیم بروز می‌کنند و در آن برگهای گیاه دراز، باریک و شبیه تسمه یا قیطان می‌شوند.

آزمایش خاک

در تجزیه خاک معمولاً مقدار اسیدیته (PH) خاک (بستر کاشت) و میزان و نوع نمکهای محلول در خاک تعیین و مشخص می‌شود. هیچ‌کدام از اینها در، مشاهدات علایم ظاهری و یا تجزیه شاخ و برگ به دست نمی‌آید. بخش بسیار ناچیزی از کل عناصر غذایی موجود در خاک، بی‌درنگ مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد. فرآیند آزمایش خاک باید، نسبت عناصر غذایی موجود در خاک را نشان دهد. آزمایش خاک معمولاً به هنگام رشد و نمو گیاه صورت می‌گیرد، اما ارزش آن با آزمایش پیش از کاشت همسان و برابر است. میزان اسیدیته (PH) بستر کاشت گلخانه پیش از کاشت به خوبی قابل تنظیم است زیرا در صورت نیاز با افزودن سنگ آهک و یا گوگرد می‌توان PH مورد نظر را در خاک تنظیم و فراهم کرد. با انجام آزمایش خاک نوع کود مصرفی را می‌توانیم تعیین کنیم.

ـ تجزیه خاک و انجام آزمایشهای مربوط به آن در انستیتوها و یا در آزمایشگاههای مربوط انجام می‌گیرد. پرورش‌دهندگان گیاهان در محیط‌های گلخانه‌ای می‌توانند ابزار مورد نیاز را برای انجام آزمایشهای لازم بستر کاشت خود تهیه کرده و در همانجا، نسبت به انجام آزمایشهای مربوطه اقدام کنند. با استفاده از وسایل ارزان‌قیمت و ساده، با دقت عمل متوسط، معمولاً می‌توان میزان تقریبی عناصر غذایی را مشخص کرد. با تهیه وسایل دقیقتر امکان تعیین اسیدیته خاک (PH) و میزان نمکهای محلول را

اندازه‌گیری کرد. اصولاً هر گلخانه‌دار، باید یک دستگاه اندازه‌گیری PH و یک دستگاه اندازه‌گیری نمکهای محلول داشته باشد، تا بتواند ظرف مدت ۳۰ دقیقه نسبت به تعیین PH و املاح اقدام کند.

علایم لزوم کوددهی

مشکلات کوددهی (تغذیه گیاه) حتی در بهترین برنامه‌های کوددهی بروز خواهد کرد. یک پرورش‌دهنده دقیق و آگاه برای برنامه کوددهی خود سه سیستم اخطارکننده در نظر گرفته و می‌تواند مشکلات را پیش‌بینی کرده و نسبت به رفع به موقع آنها اقدام کند. این سه سیستم عبارتند از: (۱) علایم ظاهری، (۲) آزمایش خاک (بستر) و (۳) تجزیه برگ. اجرای هر یک از این آزمایشها، اطلاعاتی را در اختیار قرار می‌دهند که سایر سیستمها و روشها به این دقت عمل نمی‌کنند.

علایم ظاهری . . . . . .

معمولاً علایم ظاهری وقتی بروز می‌کند که گیاه به حد کافی آسیب و صدمه دیده است. اغلب بخشی از آسیب قابل رؤیت و ملاحظه است. ازاین‌رو نباید مشاهده کمبود و عارضه و صدمه را معیار کوددهی در مد نظر داشت. علایم کمبود هر عنصر غذایی نسبت به هم متفاوت بوده و معمولاً هر یک از آنها در گیاهان مختلف مشخص و یکسان است. این علایم کمبود در جدول ۱۱-۸ درج شده و در اشکال ۵-۸ تا ۱۶-۸ نشان داده شده است. باید گفت که بعضی از گیاهان این علایم را بروز نداده و برخی ممکن است علایم غیر از اینها را نشان بدهند. در اینجا فقط علایم و آثار معمول و مشخص ظاهری نشان داده شده‌اند.

ـ نحوهٔ برداشت و تعداد نمونه مورد نیاز برای انجام آزمایشهای بالا که از یک بستر کاشت

تهیه می‌شود بسیار مهم و دارای اهمیت است. برای تعیین محدوده و سطح هر یک از نمونه‌ها، فرد عامل باید اطلاعات کافی از منشأ بستر و تاریخچه کودی آن داشته باشد. زیرا انواع مختلف مواد تشکیل‌دهنده بستر گلخانه تأثیرات متفاوتی در عناصر غذایی گیاه دارند. مثلاً میزان پتاسیم جذب شده و تثبیت شده در خاک رس بیشتر از سایر خاکهاست، درحالی‌که پوست درختها و بسترهای بدون خاک پیتی و خزه‌ای معمولاً با کمبود عناصر میکرو بخصوص با کمبود آهن روبرو هستند.

ـ اگر چه ممکن است در یک برنامه کودی یکسان، دو نمونه برداشت شده عناصر غذایی متفاوتی داشته باشند و این اختلاف شاید به قدری باشد که نیاز به تجزیه و آزمایش نمونه دیگری از خاک باشد. از طرفی یک بستر کاشت ممکن است تحت دو برنامه کودی تغذیه شده باشند که توسط دو گیاه مختلف حاصل شود. حتی اگر فقط یک گیاه در این نقاط کشت شود، لازم است که دو نمونه خاک برای آزمایش برداشت، زیرا ممکن است برای یک نقطه در مقایسه با نقطه دیگر کود بیشتری مثلاً فسفر داده باشیم.

ـ یک فاکتور خیلی مهم و دقیق دیگری که در آزمایش خاک، در نظر و مورد توجه قرار خواهد گرفت، میزان اطلاعات و آشنایی و تشخیص فرد عاملی است که از تغییرات حاصله در گلخانه کاملاً مطلع است. برای مثال، یک پرورش‌دهنده گل داودی، تجارب کافی از صدمات ریشه‌ای، نکروزه شدن کنار و انتهای برگها و از رشد باز ایستادن (توقف رشد) گیاهان خارج از گلخانه‌ای در بسترهای خاکی در فصول بارندگی دارد، اشکال را در عدم اجرای برنامه درست زهکشی می‌داند. از نظر علمی در این شرایط، کمی اکسیژن سبب می‌شود که مقادیر قابل ملاحظه‌ای از منگنز ذخیره شده در خاک تبدیل به فرم قابل استفاده شده و در نتیجه به علت بالا رفتن مقدار منگنز فعال باعث سوختگی در گیاه می‌شود. در این صورت، بسترها اگر خوب زهکشی شوند و تهویه خاک درست انجام شود و هوای کافی در خاک باشد، از تبدیل منگنز غیرفعال به حالت قابل استفاده و فعال جلوگیری می‌شود. ازاین‌رو جهت روشن شدن مشکل، فرد عامل و آشنا فقط

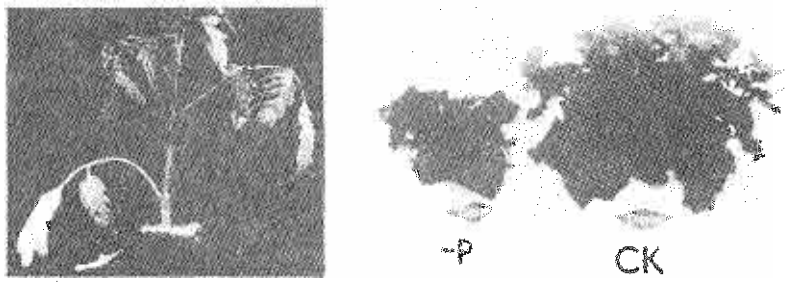
جدول ۱۱ـ۸ـ کلید شناسایی آثار و علایم کمبود عناصر غذایی

علائم کمبود	عنصر کمبود	شکل مرجع
a ـ علایم بیشتر زرد شدن شاخ و برگ		
b ـ تمام کنار و نوک برگها زرد است		
c ـ فقط برگهای پایین زرد شده و به دنبال آن نکروزه شدن و ریختن برگها	ازت	۸-۵
cc ـ تمام برگهای گیاه تحت تأثیر قرار گرفته و کم‌رنگ به نظر می‌رسند	گوگرد	۸-۱۰
bb ـ زرد شدن برگها با کلروزیس بین رگبرگها		
c ـ فقط برگهای تازه تشکیل شده و مسن‌ترها آثار کلروزیس را دارند	منیزیم	۸-۹
cc ـ فقط برگهای جوان کلروزیس نشان داده و فقط رگبرگها سبز باقی می‌مانند	آهن	۸-۱۱
b ـ علاوه بر آثار کلروزیس بین رگبرگی در برگهای جوان، نقاط نکروزهٔ خاکستری و یا خرمایی رنگ در بخشهای کلروزیس دیده می‌شود.	منگنز	۸-۱۲
dd ـ درحالی‌که برگهای جوان کلروزیس بین رگبرگی دارند، نوک و کناره برگها سبز باقی مانده و به دنبال آن کناره‌های برگ به سرعت نکروزیس نشان می‌دهند	مس	۸-۱۴
ddd ـ برگهای جوان بسیار کوچک مانده، بعضاً انتهای برگها از بین رفته، میان گره‌ها کوتاه شده و گیاه به حالت روزت دیده می‌شود.	روی	۸-۱۳
aa ـ علایم بیشتر زرد شدن شاخ و برگ نیست.		
b ـ علایم کمبود در پایین گیاه مشخص است.		
c ـ ابتدا رنگ برگها سبز تیره است و سپس رشد گیاه متوقف می‌شود رنگهای ارغوانی در برگ ظاهر می‌شود، مخصوصاً در گیاهان مسن.	فسفر	۸-۶
cc ـ کناره برگهای پیر زرد شده و سپس حالت سوخته به خود می‌گیرند، یا نقاط کوچک کلروزیس مشاهده شده و سپس آنها به نقاط نکروزه در نوک و حاشیه برگها تبدیل می‌شوند.	پتاسیم	۸-۷
bb ـ علایم کمبود در انتهای گیاه ظاهر می‌شود.		
c ـ جوانه‌های انتهایی می‌میرند، حالت جارومانند بوجود می‌آید. برگهای جوان ضخیم، چرم‌مانند و زرد می‌شوند. برگهای جوان در قاعده کوچک مانده و به‌تدریج قاعدهٔ برگ پوسیده و دستجات آوندی به رنگ سیاه درمی‌آیند.	بُر	۸-۱۵
cc ـ کناره برگهای جوان تشکیل می‌شوند و بعضاً باعث پیچ خوردن برگها می‌شوند. مراکز و نقاط رشد از توسعه و گسترش بازایستاده، رنگ سبز روشن و کلروزیس ناجوری در بافتهای جوان مشاهده می‌شود. رشد ریشه‌ها کم و ریشه‌ها کوتاه و ضخیم به نظر می‌رسند.	کلسیم	۸-۸

الف

ب

شکل ۵-۸ ـ کمبود ازت و سوختگی: علایم کمبود ازت، ابتدا از برگهای پایین (پیرتر) شروع شده و سپس به سایر بخشهای گیاه توسعه پیدا می‌کند. رنگ برگها، سبز روشن می‌شوند که به تدریج زرد و بالاخره حالت نکروزیس پدید می‌آید. در برگهایی که لایه جداکنندهٔ دمبرگ تشکیل شود، برگها می‌ریزند، کل گیاه از رشد باز می‌ایستد. الف) نشان‌دهنده یک سری از گیاهان بگونیا (Rieger begonia) است که از چپ به راست از حالت کمبود و اضافه کردن ازت تا ایجاد حالت سوزانندگی بر اثر افزایش میزان ازت دیده می‌شوند، گیاهانی که کمبود ازت دارند از رشد بازایستاده‌اند و شاخه‌های جانبی ضعیفی دارند و در برگهای آنها کلروزیس مشاهده می‌شود. گیاهانی که از زیادی ازت آسیب دیده‌اند (سوخته‌اند) نیز از رشد بازایستاده، شاخه‌های جانبی رشد کمی دارند و رنگ آنها سبز تیره است. گذشته از این علایم، سوختگی ازت، دارای علایم و خسارات ناشی از املاح محلول نیز هستند، مانند پژمرده شدن آنها در روزهای روشن، برگهای نکروزه شده و ریشه‌های مرده (مرگ ریشه‌ها) ب) کمبود ازت در گیاه میخک، باعث به‌وجود آمدن حالت ویژه‌ای می‌شود که به آن حالت پیچیدگی انتهایی گفته می‌شود. انتهای برگها جفت شده و به مرور که گیاه رشد می‌کند برگها حالت پیچیدگی به خود می‌گیرند. همچنین، کمبود ازت در میخک باعث تشکیل برگهای باریک وتُرد وشکننده می‌شود.

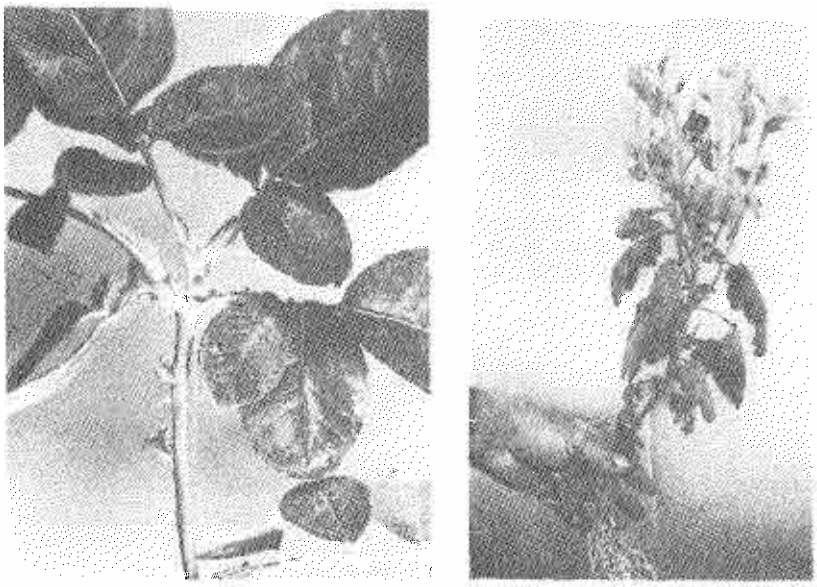


ب الف

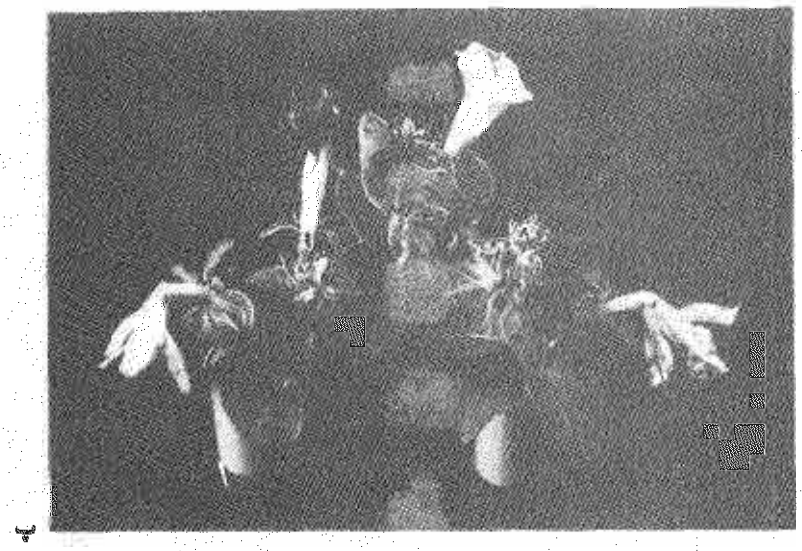
شکل ۶-۸ ـ کمبود فسفر: الف) برگها ظاهراً سالم به نظر می‌رسند، اما رنگ آنها نسبت به برگهای نرمال (طبیعی) سبزتیره به نظر می‌رسند. گیاهی که در حالت کمبود است ظاهر خوبی دارد اما معمولاً کوچکتر از گیاهان طبیعی هستند. به‌طوری‌که این واقعیت با مقایسه گیاه بگونیای سالم سمت راست کاملاً مشخص است. **ب)** برگها در نهایت به حالت کلروزیس درآمده و چنانکه در گیاه گوجه‌فرنگی دیده می‌شود، حالت نکروزیس در برگها پدیدار شده و در بعضی از گیاهان رنگهای ارغوانی ظاهر می‌شود.

ب الف

شکل ۷-۸ ـ کمبود پتاس: علایم کمبود ابتداء در برگهای پیر به صورت کلروزیس (زرد شدن) ظاهر شده و سپس به سرعت به نکروزیس تبدیل می‌شوند. علایم کمبود و در بعضی از گیاهان مانند بگونیا ممکن است از حاشیه برگها شروع شده و یا ممکن است در بعضی از گیاهان مانند میخک از وسط برگها شروع شود. **الف)** نقاط نکروزه بیشتر شده و در نهایت کل برگ را از بین می‌برد. چنانکه در برگهای گوجه‌فرنگی می‌بینید. **ب)** در کل گیاه از بخش پایین تا بالا، آثار و علایم کمبود و خسارت مشخص است.



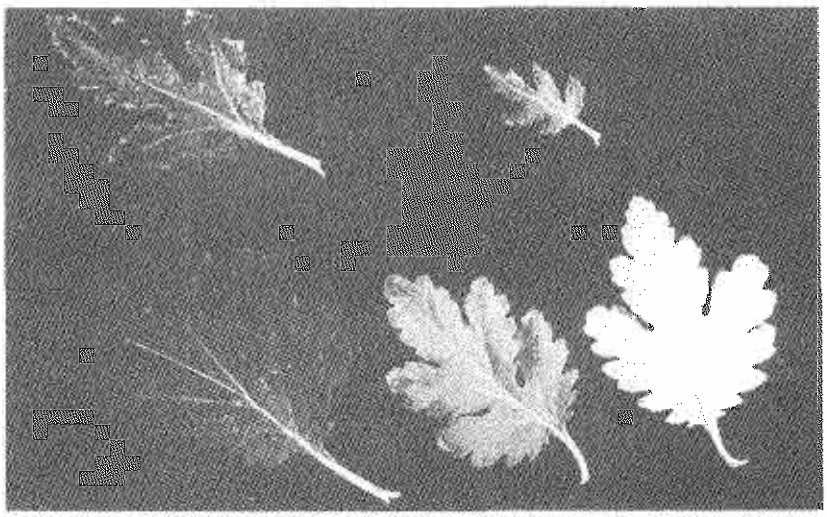
ب الف



پ

شکل ۸-۸ ـ کمبود کلسیم: علایم کمبود این عنصر، معمولاً در بخشهای بالای گیاه، به صورت کلروزیس نسبتاً غیرمنظم در برگها و تشکیل بافتهای غیرتکامل یافته ظاهر می‌شود. **الف)** برگهای گل داودی‌گیاه پرورش‌یافته درگلدان، به‌طور کامل تکمیل نشده‌اند وبرگها به‌صورت باریک، دراز و شلاقی هستند. **ب)** معمولاً مریستمهای انتهایی (نقاط رشد) از نمو بازایستاده و سست و ضعیف به نظر می‌رسد، چنانکه در گیاه رز مشاهده می‌شود، در طرف چپ ساقه بخش پایین برگهای تکامل نیافته و رشد نکرده دیده می‌شود. **پ)** به‌طوری که درگیاه اطلسی مشاهده می‌شود، بافتهای گل نیز، به‌طورکامل تشکیل‌نشده‌ونهایتاًبافتهای‌انتهای‌گلبرگهاو لوله جام به علت عدم‌تکامل خراب شده است.

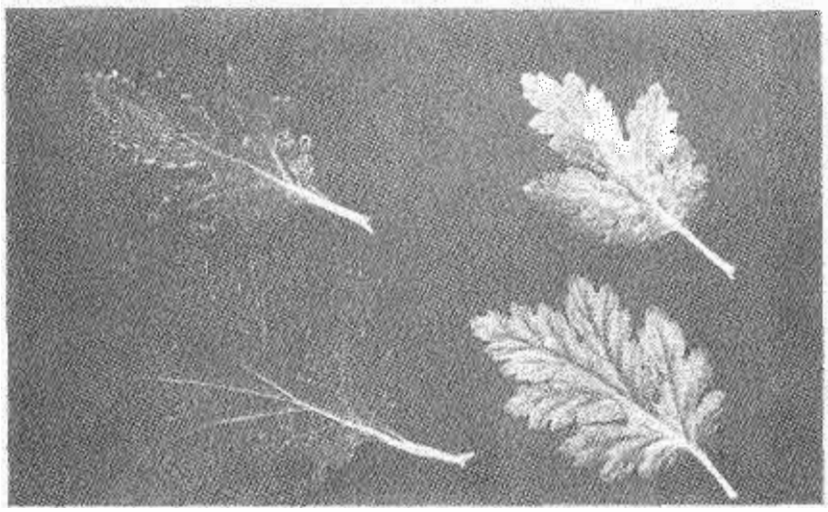
شکل ۹-۸ـ کمبود منیزیم: علایم کمبود منیزیم مثل علایم کمبود ازت و پتاسیم از برگهای پایین گیاه شروع شده و به طرف بالا پیشرفت می‌کند. چنانکه در گیاه اطلسی دیده می‌شود، زرد شدن بین رگبرگها از علایم مشخصه کمبود این عنصر غذایی است.



شکل ۱۰-۸ـ کمبود گوگرد: کل گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. رنگ برگهای گیاه به‌طور یکنواخت سبز روشن می‌شوند. دراین شکل شدت کمبود گوگرد را ازچپ به راست دربرگهای گل داودی نشان می‌دهد.

ب الف

شکل ۱۱-۸ ـ کمبود آهن: علایم کمبود آهن همانند علایم کمبود منیزیم است که در آن کلروزیس بین رگبرگها از علایم خاصه و مشخصه آن بوده منتهی فرقی که با کمبود آهن دارد در این است که علایم کمبود آهن از برگهای انتهایی (جوان) شروع می‌شود. **الف)** پایان کلروزیس بین رگبرگی در برگهای جوان بگونیا را نشان می‌دهد. **ب)** کمبود آهن در گیاه اطلسی.



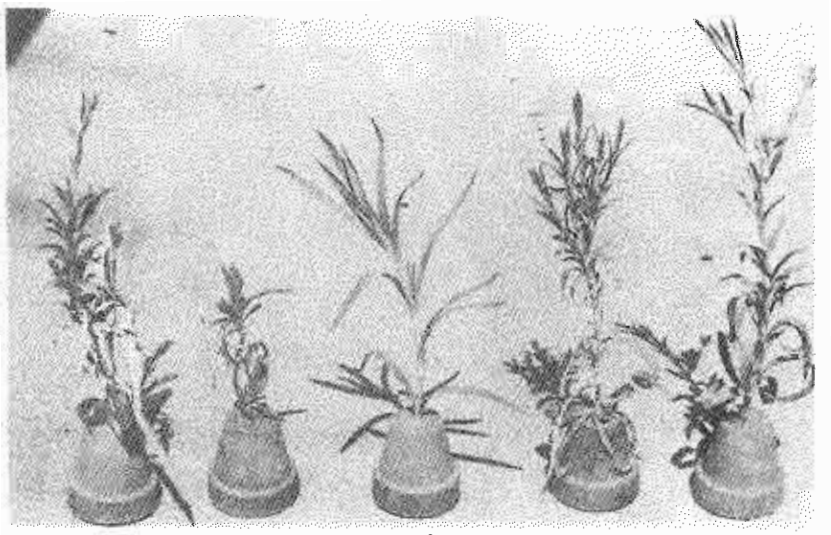
شکل ۱۲-۸ ـ کمبود منگنز: علایم کمبود منگنز مثل علایم کمبود آهن با زرد شدن بین رگبرگها در برگهای جوان شروع می‌شود. در مراحل بعدی از کمبود منگنز، نقاط خرمایی‌رنگ مایل به خاکستری در بخشهای کلروزیس پدید می‌آید، به‌طوری‌که در برگهای گل داودی دیده می‌شود.

از مناطقی که دارای عارضه و اشکال است نمونه‌برداری می‌کند و مشکل را بررسی و رفع می‌کند.

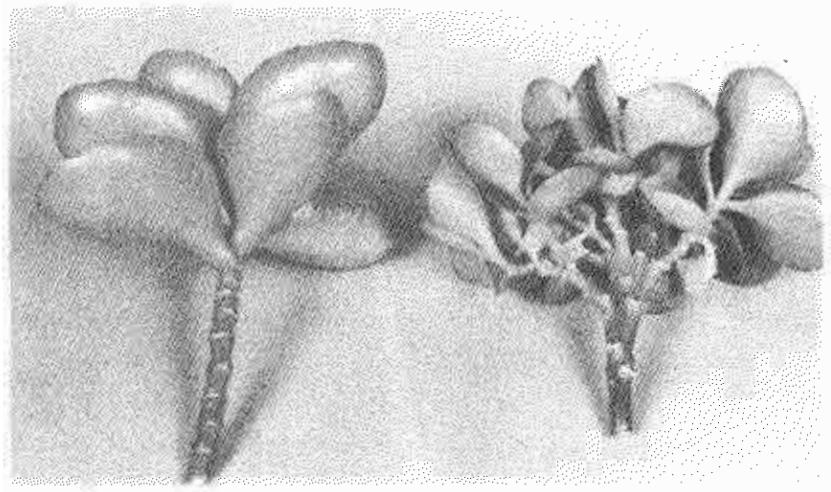
ـ آزمایشگاههای خاکشناسی ایالتی، در بسیاری از ایالتها آزمایشهای لازم را به‌طور رایگان انجام می‌دهند. علاوه بر آن، گروهی از آزمایشگاههای خصوصی نیز نسبت به تجزیه خاک، تجزیه برگ و انجام و ارائهٔ خدمات مشاوره‌ای را انجام می‌دهند. مقدار یا اندازه نمونه گرفته شده به‌طور متداول (۵۰۰ سانتیمتر مکعب) بوده و نمونه انتخاب شده بسیار مهم و دارای اهمیت است، به‌طور دقیق و درست و براساس اصول فنی صورت گیرد، زیرا این نمونه، نماینده (نشان‌دهنده) شرایط خاک چند هزار فوت مربع از گلخانه به‌شمار می‌رود. دستگاه نمونه‌برداری خاک، مطابق شکل ۱۷-۸ به‌کار گرفته می‌شود. نحوه عمل بدین قرار است که ۱ سانتیمتر از خاک سطحی را کنار زده، سپس لوله نمونه‌برداری را به داخل خاک گلدان یا سکو فرو برده، به نحوی که با بخش ته گلدان یا سکو تماس پیدا کند. در این حالت از کل منطقه نفوذ ریشه نمونه‌برداری می‌شود. معمولاً برای تهیه هر نمونه آزمایشی، حداقل از ده قسمت نمونه‌برداری کرده و نمونه‌ها را با هم، به‌طور کامل مخلوط کرده و از مجموع حاصل، یک نمونه ۵۰۰ سانتیمتر مکعبی را برای آزمایش آماده می‌کنیم. در موقع نمونه‌برداری باید دقت کرد، که نمونه‌ها از بخشهای کنار و وسط بستر و بخشهای مختلف که تمام قسمتهای بستر را پوشش دهد، تهیه نمود.

* علت کنار زدن خاک سطح به عمق ۱ سانتیمتر، به دلیل تجمع املاح بر اثر تبخیر و عدم فعالیت ریشه در این منطقه به جهت خشک سطح خاک است.

ـ نمونه خاک، باید بدون تأخیر به آزمایشگاه تجزیه خاک ارسال شود. اگر نمونه خاک بیش از حد معمول مرطوب باشد و امکان خیس شدن و از بین رفتن پاکت (بسته) وجود داشته باشد، باید نمونه را قبلاً جلو آفتاب و یا در روی سطح گرمی خشک و سپس اقدام به ارسال آن به آزمایشگاه کنند. نمونه‌ها را باید پس از آزمایش، همراه اطلاعات خواسته شده، برگشت داده و با توجه به نتایج آزمایشها، مشکلات و راه‌حلها و دستورهای کودی مربوطه را، برای اجرا به همراه نتایج اعلام می‌کنند.

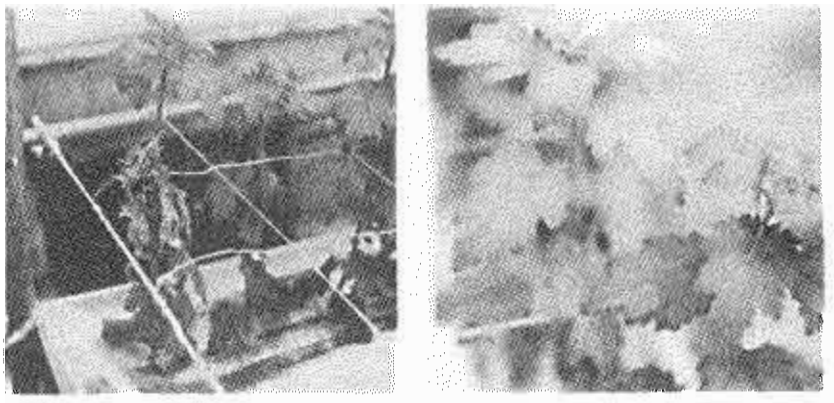


الف

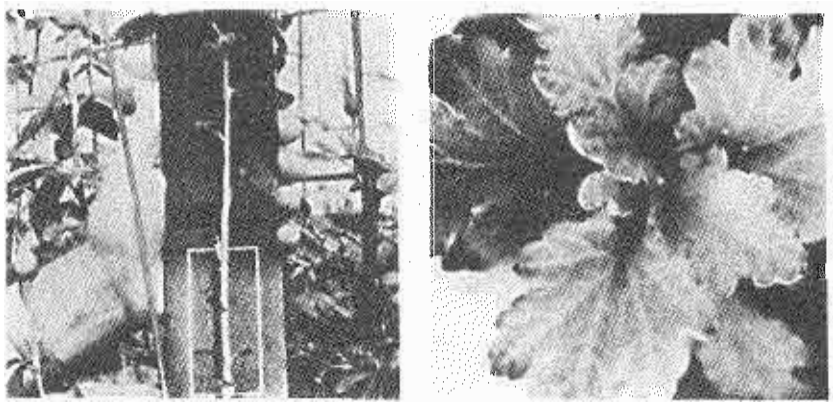


ب

شکل ۱۳-۸ـ کمبود روی: یکی از علایم مشخصه کمبود روی، کاهش اندازه برگها است. در واقع کمبود روی در گیاهان زراعی به نام بیماری کوچک برگ مشهود است. کم شدن فاصلهٔ میان گره‌ها و کلروزیس نامنظم در برگهای جوان نیز همچنین مشهود است. الف) کمبود روی در میخک و اثر آن در طول شاخه‌ها (ساقه‌های دو طرف طبیعی هستند) مشخصات خاصه کمبود کوچکی برگها و کوتاهی میان گره‌ها است. ب) گل مرجان (kalanchoe) در مقایسه با سایر گیاهان گلخانه‌ای به مراتب بیشتر در معرض کمبود روی قرار می‌گیرد. وجود شاخه‌های زیاد از ساقه پهن و ضعیف از علائم مهم کمبود روی در مرجان است. این وضع را حالت متراکم و به هم فشرده می‌نامند. ساقه سمت چپ طبیعی و ساقه سمت راست حالت کمبود را در گیاه نشان می‌دهد.



الف ب

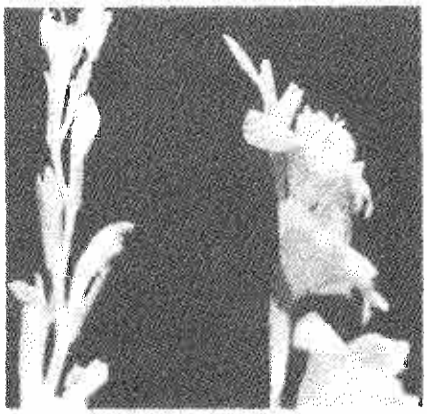


پ ت

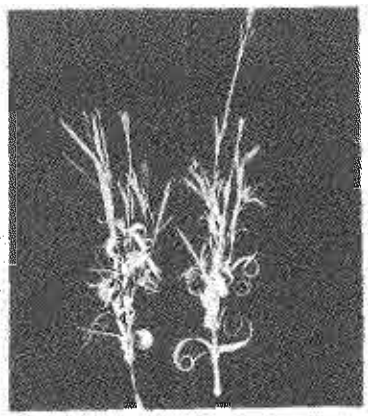
شکل ۱۴-۸ ـ کمبود مس: اولین علایم کمبود زرد شدن (کلروزیس) بین رگبرگی در برگهای جوان است. این حالت با آنچه که در کمبود آهن گفته شد، تفاوت می‌کند، زیرا نوک و انتهای کناره برگها نسبت به بخشهای وسط برگها سبزتیره هستند. به‌طوری‌که در گل داودی مشهود است. **الف)** وقتی کمبود مس در گل داودی پیشرفت کند. برگهایی که اول تولید شده‌اند ناگهان نکروزه می‌شوند. **ب)** درحالی‌که برگهای بالایی تا اندازه‌ای به رنگ سبز باقی می‌مانند به مرور زمان، بخشهای کلروزیس انتهایی گیاه تشدید شده و دوباره نکروزیس حاصل می‌شود. در بعضی از گیاهان کلروزیس بین رگبرگی در مراحل نهایی کمبود مس مشاهده می‌شود، به‌طوری‌که در گل‌های داودی در بخش. **پ)** مشاهده می‌کنید. کمبود مس در رُز. **ت)** به صورت کلروزیس نامنظم بین رگبرگها در گیاهان جوان دیده می‌شود. وقتی برگها تشکیل می‌شوند. نکروزیس در کناره برگها ظاهر می‌شود که نتیجه آن تشکیل برگهای کوچک است.

ب

الف

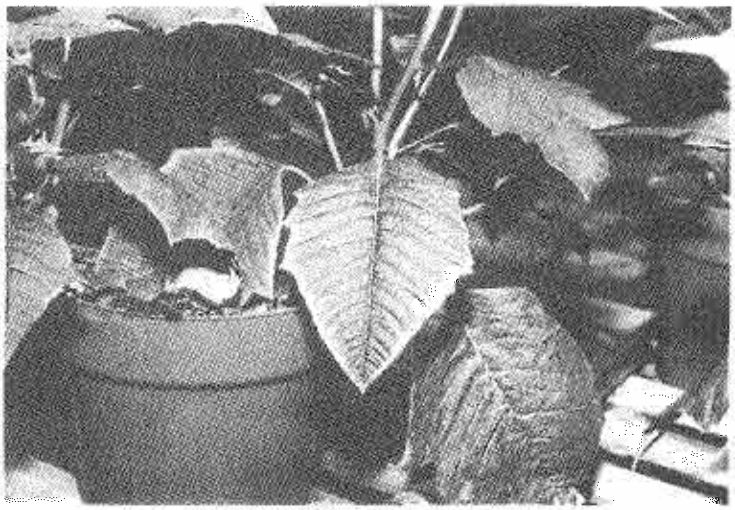


ت

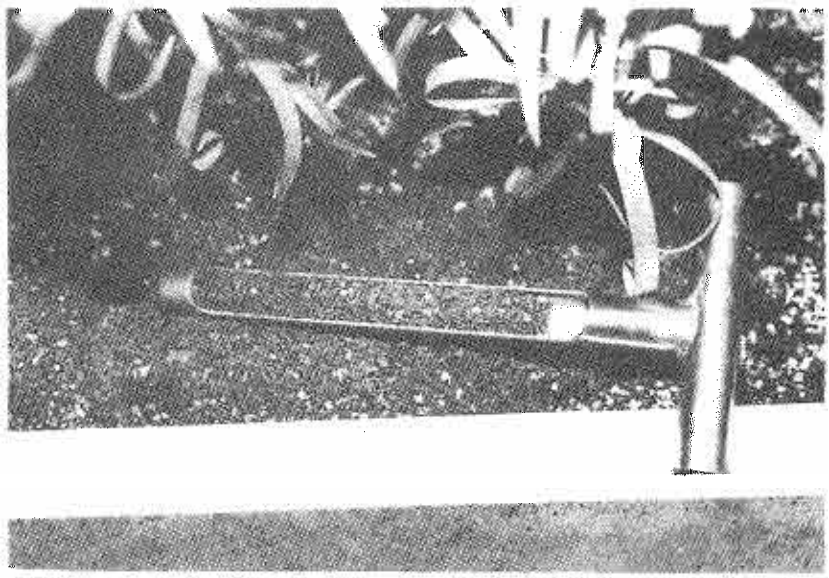


پ

شکل ۱۵-۸ـ کمبود بُر: در کمبود بُر، در بعضی از گونه‌های گیاهی برگها ضخیم و چرم‌مانند می‌شوند. در اطلسی کلروزیس نامنظم در برگها توسعه پیدا می‌کند **الف)** در بعضی از گونه‌های گیاهی برگهای پیچیده با کلروزیس نامنظم در برگهای جوان مانند گیاه بگونیا دیده می‌شود **ب)** مقطع بافتهای بسیاری از گیاهانی که کمبود بُر دارند رنگ تیره داشته و بافتهای آنها شکننده خواهد شد. نیاز به بُر گیاهان در بخش گل به مراتب بیشتر از سایر بخشها (شاخ و برگ) است. بنابراین، اغلب کمبود بُر باعث سقط گلهایی خواهد شد که در شرف تکوین هستند. شاخه‌های جانبی توسعه یافته و ریزش گلها (سقط گلها) ادامه می‌یابد و حالتی به‌وجود می‌آید که تعداد زیادی شاخه‌های جانبی ایجاد شود و در نتیجه حالت «جاروی جادوگر» در ساقه‌های میخک حاصل می‌شود. **پ)** اگر گلها تشکیل شوند، اغلب آنها ناقص خواهند بود. گلهای میخک در این شرایط اغلب با پارگی کاسه گل همراه بوده و گلبرگها ناقص می‌مانند که نتیجه کمبود بُر است.



شکل ۱۶-۸ ـ کمبود مولیبدن: کمبود مولیبدن به جز در گیاه بنت‌القنسول که به‌طور معمول اتفاق می‌افتد، در گیاهان گلخانه‌ای کمتر و به‌ندرت مشاهده می‌شود. چنانکه گفته شد، ابتدا کناره‌های برگهای بنت‌القنسول کلروزیس نشان داده، سپس زرد می‌شوند و در نهایت نکروزه می‌شوند. این وضعیت از کناره برگ به طرف وسط گسترش یافته و نهایتاً تکامل برگ از بین می‌رود (می‌میرد).

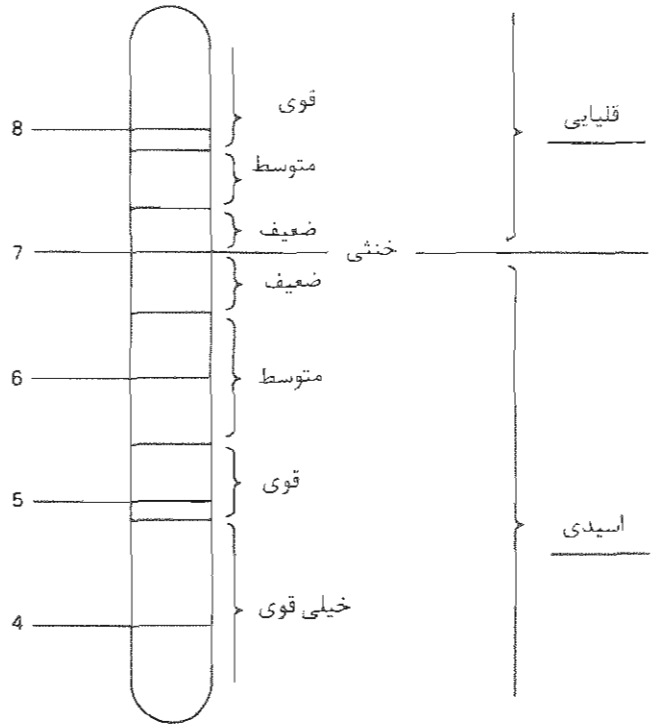


شکل ۱۷-۸ ـ دستگاه نمونه‌بردار خاک، که نمونه‌ها را جهت آزمایش از گلدانها و سکوها برمی‌دارند. یک سمت لوله نمونه‌برداری جهت برداشتن نمونه‌ها بریده شده است.

اسیدیته (PH): آزمایشگاههای تجزیه کننده خاک، همراه نتایج آنرا تفسیر و بررسی کرده و سفارشات و توصیه‌های لازم را انجام می‌دهد به‌هرحال برای خود تولیدکننده گیاه این مهم است که نتایج را در اختیار داشته و در مورد آن، تفسیر و بررسی لازم را بکنند. دامنه تغییرات PH خاک وسیع است. خاکی که طبیعی و خنثی است PH آن ۷ است اگر بیشتر از آن باشد، قلیائی و اگر کمتر از آن باشد، اسیدی است (شکل ۱۸-۸) چنانکه در جدول ۱-۸ مشاهده شد، میزان PH خاک عامل کنترل‌کننده درجه قابلیت استفاده بودن عناصر به گیاه است بیشترین میزان قابلیت استفاده بودن عناصر به گیاه در بستر خاکی در PH ۶/۸-۶/۲ و در بستر بدون خاک در PH ۶/۰-۵/۴ است. البته امکان دارد که بتوان بعضی از گیاهان را در PHهای خیلی بالا و یا خیلی پایین پرورش داد، ولی در حالت کلی اگر از حد معینی افزایش و یا کاهش پیدا کند، موفقیت‌آمیز نخواهد بود.

ـ در بسیاری از گلخانه‌ها، بسترهای کاشت به PH کمی بالا نیاز دارند ازاین‌رو می‌توان هنگام تهیه کردن بستر با افزودن مقداری سنگ آهک دولومیت به PH مورد نظر دست یافت. میزان سنگ آهک با توجه به نوع بستر متغیر بوده (با خاک رس ـ پیت‌ماس ـ و پوست کاج بالاترین میزان آهک یعنی ۱/۷۵ کیلوگرم در مترمکعب لازم است). در بسترهای خاکی باعث بالا رفتن PH خاک به مقدار ۰/۵-۰/۳ خواهد شد. نتایج آزمایش خاک، اطلاعات دقیقتری از خاک در اختیار ما خواهد گذاشت.

ـ سنگ آهک خُرد شده، خیلی کند حل می‌شود. بنابراین بسیار مهم و دارای اهمیت است که آن را با مواد بستر کاملاً مخلوط کرد. تا پروسه‌های آزادسازی افزایش یابد. اگر سنگ آهک را پس از کاشت گیاه بدهیم، انحلال و تجزیه خیلی دیر صورت می‌گیرد. برای افزایش اسیدیته خاک پس از کاشت گیاه می‌توان از دو طریق برحسب مورد استفاده کرد. اگر نیاز به افزایش جزیی PH یعنی (۰/۵PH یا کمتر) با مصرف کودهای قلیایی محلول یا مایع، و در چند نوبت می‌توان به این تغییر دست یافت. جدول ۱۲-۸



شکل ۱۸-۸ ـ طبقه‌بندی اسیدیته خاک (PH) با توجه به واکنش گیاه نسبت به آن.

نشان‌دهنده خاصیت قلیایی و اسیدی بودن تعداد زیادی از کودهای معمولی است. برای تنظیم افزایش میزان PH می‌توان از نیترات سدیم، پتاسیم و کلسیم استفاده کرد. یک فرمول مناسب و خوب برای اتمام مراحل رشد گیاهی به ۲/۴ گرم در لیتر نیترات کلسیم در ترکیب با ۱/۲ گرم در لیتر، نیترات پتاسیم در ۱۰۰ گالن آب در هر هفته نیاز دارد. اگر قضیه را از نظر آماری و ریاضی محاسبه کنیم. متوجه خواهیم شد که این برنامه کودی معادل مصرف ۱۲۵ گرم از سنگ آهک خرد شده در هر مترمکعب در هر هفته در محیط ریشه است. این مقدار، ظاهراً جزیی است، اما همین مقدار، خود در زمان معینی مؤثر خواهد بود. تنظیم اسیدیته خاک به وسیله کودهای شیمیایی برای پرورش‌دهندگان این امکان را می‌دهد که تغییرات PH را پیش از این‌که به مرحله آسیب برسد مطالعه و

تنظیم کرد. پرورش‌دهنده‌ای که اجازه می‌دهد میزان PH خاک در موقع کشت خیلی پایین بیاید. باید بسیار دقیق آن را اندازه‌گیری و تنظیم کند که باعث تثبیت بعضی عناصر نبوده باشد. ممکن است استفاده از هیدروکسید کلسیم ضرورت پیدا کند. این ماده می‌تواند برای بافتهای سبز زیان‌آور بوده و در صورت مصرف بیشتر، به ریشه‌ها خسارت وارد شود. میزان هیدروکسید مصرفی ۷۵ گرم در مترمکعب توصیه شده که می‌توان، آن را در سطح خاک خشک پاشیده و بی‌رنگ آبیاری کرد تا ضمن حل شدن هیدروکسید کلسیم در آب، آهک آن وارد خاک شود. علاوه بر آن هیدروکسید کلسیم را می‌توان بصورت محلول در آب به میزان ۲۴ گرم در یک لیتر آب در آورده و در ۱۰ لیتر در مترمربع به کار برد (مصرف کرد). هیدروکسید کلسیم در مقایسه با سنگ آهک خرد شده از حلالیت بیشتری برخوردار است اما کاملاً محلول در آب نیست. تأثیر آن سریعتر از سنگ آهک بوده ولی دوام آن در بستر کاشت و محیط ریشه کمتر است. چنانچه مصرف یک‌بار، برآورد نیاز را نکند پس از چند هفته دوباره می‌توان از آن استفاده کرد.

اسیدیته بالای هیدورکسید کلسیم باعث می‌شود که نیترات به گاز آمونیاک تبدیل می‌شود. این گاز بر ریشه و شاخ و برگ صدمه می‌زند. زمانی‌که کود شیمیایی آمونیوم که به آرامی آزاد می‌شود از جمله Mag Amp و Osmceote در محیط و بستر موجود باشد و یا زمانی که میزان آمونیوم خیلی بالا است (بیش از ۵۰ درصد)، در فرمول کودی نباید از هیدروکسید کلسیم استفاده کرد.

ـ ممکن است ضرورت ایجاب کند که اسیدیته (PH) خاک محیط ریشه را پایین بیاوریم. ازاین‌رو می‌توان با مصرف گوگرد، سولفات آلومینیوم و یا سولفات آهن، چه در بستر بدون گیاه و چه در بستر پس از کاشت گیاه به این ضرورت رسید. زیرا همهٔ این منابع بر خاک اثر کرده و در نهایت تولید اسیدسولفوریک می‌کنند. میزان مصرف در جدول ۱۳-۸ نوشته شده است. این توصیه‌ها به منظور کاهش PH خاک به سطح ۵ برای تولید گل ادریسی آبی‌رنگ است. در سایر موارد تغییرات PH نیز جدول بسیار مفید خواهد بود.

جدول ۱۲-۸ـ اثر کودهای شیمیایی، مختلف در میزان اسیدیته PH محیط ریشه

نوع کود	قلیایی (یک پوند از سنگ‌آهک معادل ۱۰ پوند از کود شیمیایی)	اسیدی (یک پوند سنگ‌آهک نیاز است تا ۱۰ پوند کود را خنثی نماید)
نیترات سدیم	۲/۹	ـ
نیترات پتاسیم	۲/۶	ـ
نیترات کلسیم	۲/ـ	ـ
سولفات آمونیوم	ـ	۱۱
اوره	ـ	۸/۴
فسفات دی‌آمونیوم	ـ	۷/۴
فسفات آمونیوم	ـ	۶/۵
نیترات آمونیوم	ـ	۵/۹
سوپرفسفات	خنثی	
کلرورپتاسیم	خنثی	
سولفات پتاسیم	خنثی	

برای کاهش میزان PH از ۶/۵ به ۶ باید ۰/۵ پوند سولفور در یاردمکعب (تفاوت بین ارقام ۲ و ۱/۵ پوند درج شده در ستون ۲) یا ۱/۵ پوند سولفات آلومینیوم (تفاوت بین ارقام ۵/۲۵ و ۳/۷۵ پوند درج شده در ستون ۴) مورد استفاده قرار داد.

ـ میزان سولفات آهن مورد نیاز برابر با مقدار سولفات آلومینیومی که گفته شد. هر سه مواد را می‌توان با خاک خشک مخلوط کرد یا آنها را به صورت محلول در آب درآورده و بر روی خاک هنگامی که دارای گیاه باشد و یا روی گیاه پاشید. سولفات آهن و آلومینیوم در آب محلولند، درحالی‌که گوگرد غیرمحلول است. ازاین‌رو گوگرد را باید به صورت سوسپانسیون مصرف کرد. سولفاتها خیلی سریع تأثیر می‌کنند، درحالی‌که سولفور (گوگرد) باید به وسیله میکروبهای موجود در خاک اکسیده شده و سپس قابل استفاده

جدول ۱۳ـ۸ـ مقدار گوگرد و یا سولفات آلومینیوم لازم جهت کاهش اسیدیته PH بستر ریشه گیاهان گلخانه‌ها از مقادیر مختلف به سطح ۵.

تغییر (کاهش) اسیدیته (PH)	گوگرد	سولفات آلومینیوم
	کیلوگرم در مترمکعب	کیلوگرم در مترمکعب
۸ به ۵	۲/۱	۵/۲
۷/۵ به ۵	۱/۹	۴/۶
۷ به ۵	۱/۵	۳/۹
۶/۵ به ۵	۱/۲	۳/۱
۶ به ۵	۰/۹	۲/۲
۵/۵ به ۵	۰/۵	۱/۲

شود از این جهت، در صورتی که بستر ضدعفونی شده باشد آغاز این فرآیند به چند هفته زمان نیاز خواهد داشت.

نمکهای محلول در یک آزمایش مهم و باارزش دیگر از آزمایشهای مربوط به خاک اندازه‌گیری میزان نمک‌های محلول است. میزان غلظت املاح موجود در محلول خاک و سلولهای ریشه، تعیین‌کننده انتقال مواد از محلول خاک به داخل گیاه است. جریان آب در جهت غلظت بیشتر املاح بوده که معمولاً میزان آن در سلولهای ریشه بیشتر از محیط خاک (بستر) بوده ازاین‌رو جهت جریان مواد از محیط ریشه به داخل سلولهای گیاه می‌باشد. گاهی نیز بنا به دلایلی میزان غلظت نمک در محلول خاک بیشتر از گیاه بوده در نتیجه جذبی توسط گیاه صورت نمی‌گیرد و به دنبال انجام عمل تعرق، آب موجود در گیاه از برگها خارج شده و سلولها آب خود را از دست داده و شروع به پلاسیده شدن و سپس خشک شدن می‌کنند.

ـ هنگامی که در یک روز روشن و آفتابی، گیاه به علت از دست دادن آب پژمرده می‌شود، مشاهده شده است که در ریشه‌های گیاه مقداری املاح جمع شده، اگر چه ریشه‌ها

مرطوب بوده باشند. رشد عمومی گیاه کم شده و ریشه‌ها از بخش انتهایی، مخصوصاً از خشک‌ترین منطقه محیط ریشه (بستر) می‌میرند. برگها از بخش حاشیه و یا به صورت نقاط مدور در طول کناره برگ نکروزه می‌شوند، در نهایت آثار کمبود بسیاری از عناصر غذایی مشاهده می‌شود که دلیل عمده آن صدمات وارده به سیستم ریشه و عدم امکان جذب کافی از طریق ریشه است.

ـ نمکهای محلول از منابع مختلفی به‌وجود می‌آیند. کودهای شیمیایی محلول جزو نمکهای محلول هستند. کودهایی که ابتدا غیرمحلول بوده و نیز کودهایی که به‌تدریج حل می‌شوند به مرور زمان عناصر خود را در بستر محیط ریشه آزاد کرده و جزء نمکهای محلول می‌شوند. بنابراین برخی از نمکهای محلول باید وجود داشته باشند تا نیاز گیاه را برآورده کنند. اما میزان آن نباید خیلی بالا باشد. دیگر منابع نمکهای محلول ممکن است نامناسب باشند. گاهی یک چاه زده می‌شود که کیفیت آب آن پایین است (ناخالصی فراوانی در آب وجود دارد)، پایین بودن کیفیت بستگی به عوامل و شرایط مختلفی دارد. وجود سولفات در مناطق معادن قدیمی زغال‌سنگ، کلرورسدیم (سفره‌های نمک) و یا بی‌کربنات سدیم در سواحل، بی‌کربنات کلسیم در مناطقی که دارای سنگ آهک ته‌نشین شده هستند، و وجود سدیم در نواحی قلیایی و مناطق خشک دنیا که به‌وسیله چاههای حفره شده به نحوی وارد آب می‌شوند جزء ناخالصی‌ها و عوامل کاهش کیفیت آب به‌شمار می‌روند.

ـ مواد آلی که دارای مقادیر قابل توجهی ازت بوده و به سرعت تجزیه می‌شوند، یک منبع دیگری از نمک‌های محلول است. کودهای حیوانی و گیاهی و پیت‌هایی که سریعاً تجزیه می‌شوند ممکن است به میزان قابل توجهی ازت داشته که در بستر محیط ریشه به ازت آمونیاکی (فرم آمونیاکی) تبدیل می‌شوند. میزان ازت آمونیاکی تولید شده در محیط بستر ممکن است از آستانه قابل تحمل گیاه بالا رفته و باعث سوختگی گیاه شود، بروز این حالت به‌دلیل بار الکتریکی مثبتی است که ازت آمونیاکی بار منفی را در بستر

ریشه حفظ کرده و آن را به مواد بستر می‌چسباند.

ـ میزان تأثیر املاح محلول کودها نسبت به هم متفاوت هستند. جدول ۱۴-۸ اثرات نسبی املاح را در انواع کودهای شیمیایی نشان می‌دهد. نیترات سدیم همچون ۱۰۰ درنظر گرفته شده است. کلرور پتاسیم ۱۶ درصد بیشتر از نیترات سدیم باعث افزایش میزان املاح محلول در بستر محیط ریشه می‌شود و اما اوره فقط $\frac{۳}{۴}$ نیترات سدیم مؤثر است. ارزش غذایی این کودهای شیمیایی باید همچون شاخص نمک درنظر گرفته شوند. وقتی کود شیمیایی به وسیله گیاه مصرف می‌شود، میزان تأثیر نمک محلول کاهش پیدا می‌کند. نیترات آمونیوم دارای شاخص نمک بیشتری یعنی ۱۰۵ بوده که فقط شامل ازت آمونیاکی و ازت نیتراته موجود در کود است. ترکیبات مختلف این عناصر به آسانی به وسیله گیاه مصرف می‌شود و در نتیجه دامنه و سطح تأثیر نمک این کود به سرعت به سطح غیرمعنی‌دار کاهش می‌یابد. گرچه نیترات سدیم دارای شاخص نمکی کمتر یعنی ۱۰۰ که شامل سدیم و ازت نیتراتی است. اما ازت نیتراته آن به آسانی مصرف شده ولی سدیم آن مصرف نمی‌شود. اگر مصرف این کود به دفعات صورت پذیرد، مقدار سدیم خاک افزایش یافته و در نهایت میزان نمک محلول آن بالا می‌رود. اثر کلرور نیز همانند تأثیر سدیم است. بنابراین کودهای شیمیایی کلردار و سدیم‌دار را در گلخانه‌ها مصرف نمی‌کنند.

وجود مقادیر زیاد از نمکهای محلول در اراضی محصولات زراعی کمتر تولید اشکال می‌کند. لیکن افزایش غیرمعمول میزان کودهای شیمیایی در گلخانه‌ها خالی از اشکال نیست.

ـ آزمایشگاههای تجزیه از نظر نحوه انجام آزمایش با یکدیگر فرق می‌کنند. مقدار آب لازم جهت از میان بردن نمکهای بستر محیط ریشه در آزمایش املاح متفاوت بوده و به‌طور کلی شامل سه آزمون است.

۱ـ آزمون خروج املاح به وسیله اشباع کردن با آب، که در آن هدف فقط اضافه کردن آب

به محیط بستر ریشه تا حد اشباع است که معمولاً به اندازه آب آبیاری کامل است.

۲ـ آزمون رقّت ۱:۲ که در آن به یک حجم از بستر خشک، دو حجم آب اضافه می‌شود.

۳ـ آزمون رقّت ۱:۵ که در آن یک حجم از بستر خشک، ۵ حجم آب اضافه می‌شود. در هر کدام از دو آزمون آخری، آب به مدت ۳۰ دقیقه در محیط باقی می‌ماند تا نمکها را

جدول ۱۴-۸ـ شاخص نسبی نمک برای تعداد زیادی از کودهای شیمیایی

کود شیمیایی	شاخص نمک
نیترات سدیم (نیترات قلیایی)	۱۰۰
کلرور پتاسیم (۶۰ درصد K_2O)	۱۱۶
نیترات آمونیوم	۱۰۵
اوره	۷۵
نیترات پتاسیم	۷۶
سولفات آمونیوم	۶۹
نیترات کلسیم	۵۳
سولفات پتاسیم	۴۶
سولفات منگنز	۴۴
فسفات دی‌آمونیوم	۳۴
فسفات مونوآمونیوم	۳۰
سوپرفسفات غلیظ	۱۰
سوپرفسفات ۴۸ درصد	۱۰
سوپرفسفات ۲۰ درصد	۸
گچ	۸
سنگ آهک	۵

در خود حل کند. سپس هدایت الکتریکی محلول را با گذاشتن دو الکترود در آب اندازه‌گیری کرده و میزان آن را مشخص می‌کنند. هر چه درصد املاح محلول در آب بیشتر باشد، هدایت الکتریکی آن نیز بیشتر خواهد بود. هدایت الکتریکی (EC) را بر حسب مو بر سانتیمتر (Mho/cm) که برخلاف اهم، مقاومت الکتریکی است).

چون هدایت الکتریکی بسیار کمتر است آنرا با اجزایی از Mho یکهزارم مو (mho×10^{-3}/cm) یا میلی‌مو و صدهزارم مو (mho×10^{-5}/cm) برای دو آزمون دیگر مورد استفاده قرار می‌دهند. این اصطلاح تا اندازه‌ای برای پرورش‌دهندگان قابل توجه خواهد بود. هر آزمایشگاه، فقط یک آزمون انجام داده و توسط چارتهایی آن را بررسی و تفسیر خواهد کرد. چارتهای تفسیر درجدول شماره ۱۵ـ۸ برای هر سه آزمایش درج شده است.

ـ نشاءهای جوان در مقایسه با گیاهان رشد یافته در محل کاشت، نسبت به میزان نمکهای محلول حساستر می‌باشند. میزان مقاومت گیاهان نسبت به مقدار نمکهای محلول بسیار متفاوت است. بنفشه آفریقایی و آزالیا تا اندازه‌ای حساس بوده و نباید در بستری که در آزمون رقت ۱:۲ بیش از ۸۰ بوده باشد، کشت شود. گل میمون به‌طور متوسط حساس بوده و باید در آزمون رقت ۱:۲ در سطح کمتر از ۱۲۵ کشت شود. بسیاری از گیاهان خانگی نیز حساس می‌باشند. تحقیقات کمتری در مورد همه گیاهان بالا انجام شده و تفسیر نمکهای محلول برای بسیاری از آنها وجود ندارد. سطح واقعی که در آن خسارت شروع می‌شود. بستگی زیادی به نحوه عملیات آبیاری دارد. اگر بستر محیط ریشه خشک نشده باشد. مقدار بیشتری از نمک قابل تحمل خواهد بود.

وقتی بستر خاک خشک می‌شود نمکها بیشتر از آنچه که آزمایش نشان داده، تجمع حاصل می‌کنند و در این حال ممکن است خسارت صورت گیرد. ظاهراً خیس نگه داشتن بیش از حد بستر محیط ریشه عاقلانه به نظر نمی‌رسد، ولی با توجه به اهمیت موضوع، باید تا اصلاح بستر و حل مشکل این کار را انجام داد.

جدول ۱۵-۸ـ تفسیر میزان نمکهای محلول

رقت[1]			خروج بر اثر	
۱:۲		۱:۵	اشباع[2] بستر خاک	
خاک	بدون خاک	خاک	بدون خاک	تفسیر
۰-?	۰-۲۵	۰-۱۰	۰-۰/۰۷۵	عناصر غذایی ناکافی
?-۱۰۰	۲۶-۵۰	۱۱-۲۵	۰/۰۷۵-۲	از نظر حاصلخیزی فقیر، مگر اینکه در هر آبیاری تأمین شود
-	۱۰۰	۵۰	-	حداکثر برای کشت نشاء و قلمه ریشه
۱۰۰-۱۷۵	۵۱-۱۲۵	۲۶-۶۰	۲-۴	حداکثر برای کشت نشاء و قلمه ریشه
۱۷۶-۲۲۵	۱۲۶-۱۷۵	۶۱-۸۰	-	مناسب برای گیاهان تثبیت شده (رشد یافته در محل کاشت)
۲۲۵-۳۵۰	۱۷۶-۲۰۰	۸۱-۱۰۰	۴-۸	سطح خطر (منطقه خطر)
بیش از ۳۵۰	بیش از ۲۰۰	بیش از ۱۰۰	بیش از ۸	معمولاً خطرناک معمولاً آسیب‌پذیر

۱ = $mho \times 10^{-5}/cm$

۲ = $mho \times 10^{-3}/cm$

ـ خوشبختانه بسیاری از نمکهایی که گفته شد محلول در آب بوده و به آسانی از محیط ریشه خارج می‌شوند. مقدار استاندارد آب مصرفی (۴۰ لیتر در مترمربع) از محیط ریشه در گیاهان سکویی (۲۰۰ لیتر در مترمکعب) از بستر ریشه برای گیاهان گلدانی بوده، که پس از هر یک تا دو ساعت، دوباره مقدار دو لیتر آب در هر مترمربع از سطح بستر خاک اضافه می‌کنند.

ـ اغلب محیط بستر ریشه در بسترهای خاکی با مصرف دومین مرحله آب برای آبیاری

تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در نتیجه ساختمان خاک خراب شده، تا جایی که بستر خاک یک، دو و یا پنج سال بدون اصلاح، دست نخورده باقی می‌ماند. این شرایط بیشتر در بسترهای میخک و رُز اتفاق می‌افتد. محققین دانشگاه Connecticut روشهای دیگری را برای شستشوی نمکها پیشنهاد کرده‌اند. در این حالت ترجیحاً از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده می‌شود که در آن تا ۲۰۰ لیتر آب برای هر مترمربع از بستر محیط ریشه و در یک نوبت استفاده می‌کنند، این روش آب بیشتری مصرف می‌کند اما به آبیاری دوم نیازی نبوده تا باعث به‌هم خوردن ساختمان خاک و خرابی آن شود و انجام این تخریب جلوگیری می‌شود.

ـ تجزیه خاک کاملاً توجیح‌کننده خوبی از فواید حاصل از تعیین PH و نمکهای محلول است، ولی بیشترین اهمیت تجزیه خاک مربوط به تعیین کردن میزان عناصر غذایی قابل استفاده، مانند ازت نیتراته، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، منیزیم و گاه ازت آمونیاکی، آهن، مس و روی است. این نکته دارای اهمیت است که در موقع تجزیه خاک، معمولاً دقت آزمایش بر روی مقدار عناصر هر یک از مواد غذایی باشد تا بر روی کل عناصر موجود در بستر کاشت.

ـ این نکته با مثال زدن آهن بهتر مشخص می‌شود. قشر زمین دارای ۴ درصد آهن است که در سطح یک ایکر، به عمق ۶ اینچ از قشر زمین مقدار آن به ۸۰۰۰۰ پوند (۹۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) بالغ و کمبود آهن (Fe) اغلب در آن زمینها مشاهده می‌شود. که در صورت بروز کمبود آهن، می‌توان با مصرف مقدار ۵ پوند (۵/۵ کیلوگرم در هکتار) آهن آن را برطرف کرد. به نظر می‌رسد که مصرف این مقدار آهن (افزودن آهن به بستر) معنی‌دار نباشد. ولی با توجه به میزان آهن قابل استفاده گیاه از مزرعه (بستر کاشت)، مصرف ۵ پوند آهن بسیار زیاد خواهد بود. زیرا از کل آهن افزوده شده، کمی کمتر از ۰/۱ درصد قابل استفاده گیاه است.

ـ در آزمایش خاک، باید عصارهٔ محلول خاک مورد آزمایش قرار گیرد که نشان‌دهنده

میزان املاح محلول قابل استفاده (قابل جذب) ریشه گیاه است. در صورتی که خاک مورد آزمایش قرار گیرد نشان‌دهنده کل عنصر در خاک خواهد بود. با توجه به اینکه قدرت و قابلیت نگهداری عناصر غذایی خاکها و توان جذب ریشه‌ها متفاوت است. ازاین‌رو مطالعه و بررسی در محلول غذایی، جداسازی عناصر به محلول خاک هر چند غیرممکن نیست بلکه بسیار مشکل خواهد بود. آنچه که امروزه کاربرد اساسی دارد نتیجه مطالعات و تحقیقات سالهای گذشته است. ولی هیچ یک از آنها کامل نبوده و هر کدام ارزش ویژه‌ای دارد. در هر یک از سیستمها میزان بیشتری از عناصر غذایی منحصربه‌فرد در آن محیط بستگی به واکنش گیاه دارد، مثلاً در یک آزمایش میزان فسفر ۵۰ نشان‌دهنده مقدار لازم و کافی برای رشد گیاه است، درحالی‌که در گیاه دیگر فقط میزان ۶ فسفر رشد آن را کفایت می‌کند. در هر یک از دو مورد بالا که پرورش‌دهنده به کار می‌برد. استانداردهایی از طرف آزمایشگاههای تجزیه خاک تعیین شده است.

ـ در آمریکا ۵ آزمایش برای خاکهای گلخانه‌ای به کار می‌رود. اما آنچه که در سطوح وسیع کاربرد دارد آزمایش اسپوروی (Spurway) است. برای این آزمایش جداول تفسیری تهیه شده است. جدول ۱۶-۸ میزان و انواع عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان که در گلخانه‌ها به‌طور عمومی مصرف می‌شود تعیین و توصیه می‌کند. آزمایش دیگری نیز وجود دارد. برای مثال آزمایش دایل‌اسید (double - acid) که جداول تفسیری از آن برای زمینهای گلکاری ارائه نشده است، پرورش‌دهندگانی که این آزمایش را به‌کار می‌برند هیچ استانداردی که بتواند عکس‌العمل گیاهان را در برابر مقدار کود تعیین شده، نشان دهد وجود ندارد و این فرآیند، فقط نشان می‌دهد برای اینکه حداکثر رشد را داشته باشیم میزان هر یک از عناصر چقدر باید باشد. بدون توجه به اینکه آیا جداول تفسیری وجود دارند یا خیر، تولیدکننده باید به‌طور ماهانه از خاک خود نمونه‌برداری کرده، به گزارشهای عکس‌العمل گیاه آزمونهای خاک، نتایج تجزیه برگ، تاریخهای آبیاری، کود، حشره‌کشها و سایر فاکتورهایی که در رشد مؤثر هستند، به‌طور کامل توجه کند و

توصیه‌های لازم را به کار بندد. اغلب ممکن است در جداول تفسیری نکاتی را که برای شرایط منحصربه‌فرد لازم و ضروری است مدنظر قرار داد که این عمل را باید هنگام تنظیم جدول رعایت کرد.

ـ پس از تنظیم جدول تفسیری منحصربه‌فرد، نمونه‌برداری ماهانه خاک باید ادامه یابد. این عمل، نشان می‌دهد که کدام یک از نمونه‌ها دارای اشتباه بوده و علت وجودی اشتباه در عدم دقت در هنگام برداشتن نمونه و یا به علت خطای آزمایش ممکن است باشد. در شکل ۱۹-۸ در نمونه A به مقدار درج شده در ماه مارس توجه کنید، مشاهده می‌شود که به‌طور غیرطبیعی بالا رفته است. این میزان نشانگر برداشت اشتباه نمونه و نیز نشان‌دهنده میزان تغییرات عناصر غذایی در بستر محیط ریشه است. در شکل ۱۹-۸ دقت کنید متوجه خواهید شد که میزان پتاسیم در بستر یا محیط ریشه در نمونه A و B در ماه «می» مساوی است اگر این نسبت مفید باشد و فقط در ماه می نمونه‌برداری شده باشد مقدار پتاسیم مناسب رشد گیاه بوده و هیچ واکنشی نشان داده نمی‌شود. ولی از نتایج آزمایشهای پی‌درپی می‌توان دریافت که در یک بستر میزان استعمال پتاسیم در این زمان کاهش می‌یابد درحالی‌که در دیگری بر این میزان باید افزوده شود تا در ماه بعد، یک حالت غیرعادی و نامتعادل به‌وجود نیاید. با توجه به مطالب گفته شده چنین نتیجه می‌گیریم که برای آشکار ساختن این مسایل و اشکالات می‌توان فقط از نمونه‌برداریهای مرتب استفاده کرد و از آن کمک گرفت.

تجزیه برگ

تجزیه برگ سومین روشی است که جهت تعیین میزان عناصر لازم برای گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آزمایش مانند آزمایش خاک باارزش بوده و می‌توان آن را پیش از وقوع خسارات به‌کار برد. تجزیه برگ نشان‌دهنده میزان مواد لازم و پتانسیل صدمات عناصر غیرضروری موجود در برگهای گیاه است که از زمین جذب شده است.

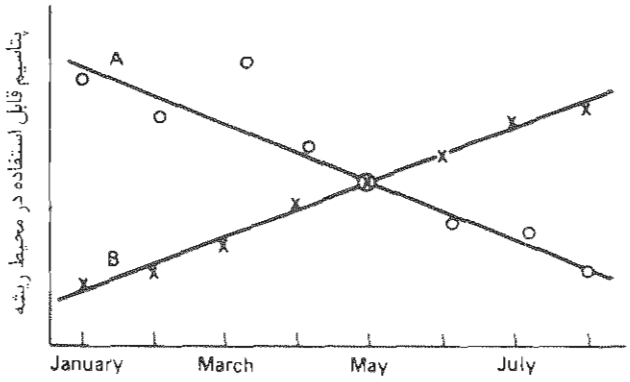
جدول ۱۶-۸ـ معیار تفسیری برای آزمونهای اسپوروی (Spurway) و اشباع محیط (Saturated - faste)

	اسپوروی (Spurway)				
عنصر غذایی	کم	متوسط	بالا	خیلی بالا	حالت سوختگی
آمونیوم (N)	کمتر از ۲	۲	۵	۱۰	بیش از ۱۵
نیترات (N)	کمتر از ۵	۱۰-۲۰	۲۵-۵۰	۵	بیش از ۶۰
فسفر	کمتر از ۱۲	۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	بیش از ۱۵
پتاسیم	کمتر از ۱۰	ـ	۳۰-۵۰	۵۰	بیش از ۶۰
کلسیم	کمتر از ۴۰	۶۰-۱۲۰	۱۵۰	بیش از ۲۰۰	ـ

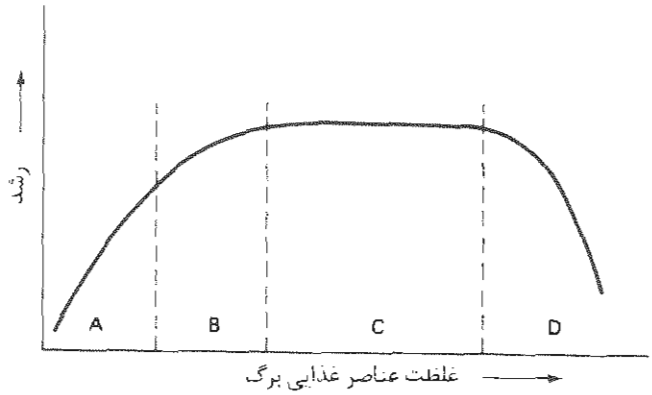
	خروج بر اثر اشباع محیط				
عنصر غذایی	کم	قابل قبول	مناسب	بالا	خیلی بالا
نیترات N	۰-۳۹	۴۰-۹۹	۱۰۰-۱۹۹	۲۰۰-۲۹۹	۳۰۰*
فسفر	۰-۲	۳-۵	۶-۹	۱۱-۱۸	۱۹*
پتاسیم	۰-۵۹	۶۰-۱۴۹	۱۵۰-۲۴۹	۲۵۰-۳۴۹	۳۵۰*
کلسیم	۰-۷۹	۸۰-۱۹۹	۲۰۰*	ـ	ـ
منیزیم	۰-۲۹	۳۰-۶۹	۷۰*	ـ	ـ

بررسی نتایج تجزیه آزمایشگاهی در نقاط مختلف دنیا باعث به‌وجود آمدن نتایج و استانداردهایی شده است که می‌تواند همچون الگو مورد استفاده پرورش‌دهندگان گل و گیاه قرار بگیرد.

ـ تجزیه برگ روش خوبی بوده و می‌تواند بسیار باارزش باشد، زیرا همان‌طوری‌که در منحنی نمودار ۲۰-۸ نشان داده شده است رابطه‌ای بین ترکیبات برگ و واکنش گیاه وجود دارد. به جز در منطقه مصرف بیش از حد، جایی‌که تغییر در ترکیب برگ هیچ تغییری در روند رشد ندارد. محتوا عناصر غذایی موجود در برگ را می‌توان جهت تخمین رشدگیاه‌به کار برد. جای‌خوشبختی‌است‌که‌نقطه‌مصرف‌بیش‌از حد برای این منظور به کار می‌رودکه‌جلو احتمال بروز خسارت از به کار بردن کود بیشتر گرفته شده و کاهش می‌یابد.



شکل ۱۹-۸ ـ نمایش اهمیت نمونه‌برداری ماهیانه در مقایسه با یک مورد نمونه‌برداری. نمونه‌های A و B برداشته شده در ماه «می» سطح یکسانی از عنصر غذایی را نشان می‌دهد. این نتیجه اشتباه است. زیرا میزان پتاس در بستر ریشه نمونه A به‌تدریج کاهش پیدا می‌کند، درحالی‌که در نمونه B میزان پتاس افزایش پیدا می‌کند. اشتباه بودن این مسأله زمانی روشن می‌شود که به‌طور مرتب و مکرر نمونه‌برداری کنیم و نتایج را روی منحنی نمودار ببریم.



شکل ۲۰-۸ ـ وقتی سایر فاکتورهای رشد کافی باشد، وجود عناصر غذایی کافی در رشد گیاه بسیار مؤثر واقع می‌شود. وقتی مقدار عناصر غذایی کم باشد رشد ناچیزی صورت می‌گیرد، اما اگر عنصری در کمبود باشد، با اضافه کردن آن به مقدار جزیی، رشد به شدت افزایش پیدا می‌کند (منطقه A). وقتی میزان رشد به حد مناسب (اپتیمم نرمال) برسد، افزایش عنصر غذایی که در کمبود قرار داشت با افزایش تدریجی رشد همراه است (منطقه B)، و سپس به حدی می‌رسد که با افزایش عنصر غذایی، افزایش رشدی صورت نمی‌گیرد (منطقه C) که این منطقه را منطقه مصرف حداکثر می‌گویند در نهایت افزایش عناصر غذایی در برگ به مرحله سوختگی می‌رسد که نتیجه آن کاهش رشد و بالاخره مرگ گیاه است (منطقه D).

به جز در ناحیه مصرف لوکس "Luxury consumption" که تغییر ترکیبات برگ تاثیری در رشد گیاه ندارد، می‌توان وضعیت رشد گیاه را با استفاده از محتوای ماده غذایی برگ، پیشگویی کرد. وجود ناحیهٔ مصرف لوکس در گیاه عامل مهمی در جلوگیری از بروز ضایعات مربوط به مصرف زیاده از حد کود است.

عمل تجزیه برگ نمی‌تواند جایگزین آزمایش خاک باشد. اگرچه هر دو روش برای ارزیابی وضعیت مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی هر یک دربرگیرندهٔ اطلاعات خاصی می‌باشند. در هر دو روش در واقع یک فاکتور بررسی و ارزیابی می‌شود اما از آنجایی‌که روشهای ارزیابی مختلف است، نتایج هر آزمایش، دیگری را تقویت می‌کند. عمل تجزیه برگ، PH محیط کشت و یا مقادیر نمکهای محلول محیط کشت را مشخص نمی‌کند اما آنالیزی از تمام مواد غذایی ضروری گیاه ارائه می‌کند که آزمایش خاک قادر به انجام آن نیست. از طریق آزمایشهای خاک، مقادیر مواد غذایی قابل جذب تعیین می‌شود و به این ترتیب اطلاعاتی در زمینه وضعیت فعلی و آیندهٔ گیاه به دست می‌آید. تجزیه برگ مقادیر مواد غذایی از قبل جمع شده در گیاه را مشخص می‌کند و بنابراین گویای وضعیت گذشته و حال گیاه است. بنابراین وضعیت تغذیه‌ای آتی محصولات را نمی‌توان بر مبنای یکی از روشهای ارزیابی تعیین کرد.

مسأله تقویت آزمایش خاک به‌وسیلهٔ تجزیه برگ در جریان خاصی که در چند سال گذشته در مزارع تولید میخک نیویورک به‌وقوع پیوست مشاهده شد. محصولات رشد کمی داشته و علایم کمبود پتاسیم در آنها ملاحظه می‌شد. علیرغم این مشاهدات، آزمایش خاک دال بر مقادیر بالای نیتروژن و پتاسیم بود. اما تجزیه برگی نشاندهندهٔ کمبود شدید پتاسیم و سطوح متوسط تا بالای نیتروژن بود. با تلفیق اطلاعات حاصل از هر دو آزمایش این نتیجهٔ کلی به‌دست آمد که عمل جذب پتاسیم به علت سطوح بالای نیتروژن خاک بلوکه شده است. در واقع این

ارتباط از نوع آنتاگونیسم[1] (= ضدیت) است که غالباً مشاهده می‌شود. صحت این نتایج چهار هفته پس از استعمال کود ۲۰-۲۰-۲۰ که میزان مصرف آن به $\frac{1}{3}$ میزان مصرف قبل کاهش یافته بود، مورد تایید قرار گرفت در نتیجه این کوددهی مقدار پتاسیم برگ به دو برابر افزایش یافت و علایم کمبود پتاسیم برطرف شد.

نمونه‌های تجزیه برگی لازم است هر ۴ تا ۶ هفته یکبار تهیه و نتایج آزمایش یادداشت شوند. از آنجایی‌که سطح اپتیمم مواد غذایی در برگ هر محصول متفاوت است، بنابراین باید برای هر محصول نمونهٔ خاص آن تهیه شود. چنانچه یک نوع محصول در دو محیط کشت مختلف رویانده شده است و یا کوددهی به دو طریق مختلف صورت می‌گیرد، لازم است دو نمونه از آن تهیه شود نمونه‌ها، باید از برگهای کامل تهیه شوند، چرا که میزان مادهٔ غذایی در اندازه‌های مختلف برگ متفاوت است. سن محصول نیز در نمونه گیری دارای اهمیت است زیرا مقدار مواد غذایی در هر برگ با گذشت زمان تغییر می‌کند. آزمایشگاههایی که عهده‌دار انجام آزمایشهای تجزیهٔ برگی هستند، پاکتهای مخصوص نمونه‌های برگی را به همراه دستورالعمل جمع‌آوری درست نمونه‌ها برای منازل ارسال می‌کنند.

در گیاهان خانوادهٔ رز (Rose) بالاترین دو برگ پنج برگچه‌ای که بر روی ساقه‌ای که غنچهٔ آن نیمه‌باز بوده و کاسبرگها کمی از یکدیگر فاصله گرفته‌اند، قرار دارند، همچون نمونه انتخاب و جدا می‌شوند. سی عدد برگ واحد دمبرگ با خصوصیات مذبور لازم است جمع‌آوری شوند.

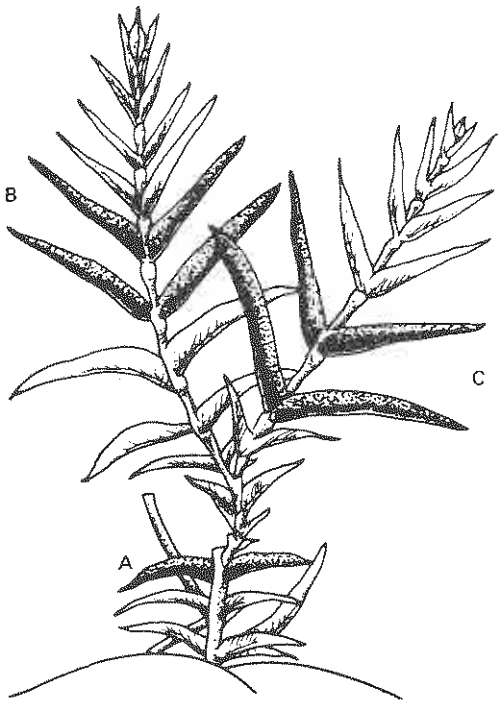
در میخکهایی که جوانهٔ رأسی آنها حذف نشده است، چهارمین و پنجمین جفت برگی که بالاتر از پایهٔ ساقه قرار گرفته‌اند (ناحیهٔ A در شکل ۲۱-۸) به عنوان نمونه جدا

1- antagonism

می‌شوند. پس از حذف جوانهٔ رأسی، نمونه گیری در ناحیهٔ A ادامه می یابد تا هنگامی که بر روی شاخه‌های جانبی هفت جفت برگ تشکیل شود. سپس پنجمین یا ششمین جفت برگی که بر روی این شاخه‌های جدید تشکیل شده‌اند (ناحیهٔ B) جدا می‌شوند (جفت برگ اولی که طول آنها نصف طول برگهای دیگر است همچون اولین جفت برگ در نظر گرفته می‌شوند). نمونه‌برداری در ناحیهٔ B ادامه می یابد تا وقتی که یک جوانهٔ گل بر روی این شاخه ظاهر شود. سپس نمونه گیری در شاخه‌های جانبی ثانویه انجام می‌شود. بار دیگر جفت برگی که نسبت به رأس انتهای شاخه در موقعیت پنجم یا ششم قرار گرفته‌اند جمع‌آوری می‌شوند (ناحیهٔ C). هنگامی که بر روی شاخه‌های جانبی ثانویه غنچه‌های گل تشکیل شد، نمونه‌برداری در شاخه‌های جانبی سوم و به همین ترتیب الی آخر انجام می‌شود.

شکل ۲۱-۸ ـ نحوهٔ تهیه نمونه‌های برگی لازم برای آزمایشات تجزیهٔ برگ محصولات گلدار در دانشگاه ایالتی کارولنایی شمالی.

A ـ ناحیهٔ اولین نمونه گیری
B ـ ناحیهٔ دومین نمونه گیری
C ـ ناحیهٔ سومین نمونه گیری



ثبت اطلاعات تغذیه‌ای

آدرس پستی: آزمایشگاه تجزیه گیاهی ـ بخش علوم باغبانی، دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی، رالی ـ کارولینای شمالی ـ ۲۷۶۰۷

مخصوص آزمایشگاه	اطلاعات مربوط به نمونه برای محصولات گلدار	
نام پرورش‌دهنده	شهرستان	تاریخ دریافت نمونه
خیابان ـ جاده	تاریخ نمونه‌گیری	وضعیت نمونه
شهر ـ ایالت ـ کدپستی	شماره نمونه	پرورش‌دهنده
شماره تلفن	نام محصول	کشور
مشخصات مزرعه‌ای که از	توصیف حل کاشت نمونه	تاریخ دریافت تجزیه
آنجا نمونه‌گیری شده است.	(کدام مزرعه)	

اطلاعات مربوط به نمونه

نام محصول ..... واریته ..... تاریخ کاشت .....

تاریخ جوانه‌گیری (اگر قابل اجرا باشد) .....

در نمونه این خصوصیات مشاهده می‌شود: یک وضعیت متوسط ..... یک ناحیهٔ عارضه .....

ظاهر لکه‌دار یا لکه‌های پراکنده .....

ظاهر یا وضعیت گیاه و/ یا برگها .....

.....

محل استقرار نمونه بر روی گیاه .....

.....

محصول قبلی ..... برنامهٔ کوددهی شما برای محصولی که از آن نمونه تهیه شده است چگونه است؟ (نام کودهای مصرفی، مقادیر و دفعات استفاده از آنها را بنویسید)

.....

.....

برای تهیهٔ مخلوط خاکی که این محصول را در آن پرورش داده‌اند از چه مواد اصلاحگری استفاده کرده‌اید؟ (در صورت استفاده از این مواد آنها را نام ببرید و مقادیر مصرف آنها را بنوسید: آهک دولومیتی، سوپرفسفات، عناصر میکرو).

.....

.....

ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه ایالتی کارولینای شمالی

و سرویس توسعه کشاورزی کارولینای شمالی

نسخهٔ مربوط به کشاورز یا پرورش‌دهنده

شکل ۲۲-۸ـ یک نمونه فرم اطلاعاتی که توسط پرورش‌دهنده تکمیل و به آزمایشگاه تجزیهٔ برگی ارسال می‌شود تا به کمک آن نتایج تفسیر شوند.

در انواع داوودی، نمونه‌ها از جوانترین برگهایی که کاملاً باز شده‌اند تهیه می‌شود. این برگها به فاصلهٔ یک سوم طول ساقه پایینتر از رأس قرار گرفته‌اند. در مورد محصولات تک‌ساقه‌ای داوودی، نمونه‌ها پنج تا شش هفته پس از کاشت و در بته‌های جوانه‌گیری شده، پنج تا شش هفته پس از عمل حذف جوانهٔ رأسی، تهیه می‌شوند.

از ضروریات آزمایش تجزیهٔ برگی تهیهٔ یک فرم اطلاعاتی است مشابه آنچه که در شکل ۲۲-۸ نشان داده شده است. این فرم اطلاعات لازم را در اختیار پرسنل آزمایشگاه قرار می‌دهم تا بتوانند به نتایج درست دست یابند و توصیه‌های تغذیه‌ای لازم را ارائه دهند. برگها پس از جمع‌آوری در پاکتهای پستی قرار داده می‌شوند و سریعاً به

جدول ۱۷-۸ـ حداقل مقادیر بحرانی مواد غذایی برای گیاهان گلدار در کل و تعدادی از گونه‌های خاص.

ماده غذایی	گیاهان درکل	رز	میخک	داوودی	بنت‌القنسول	شمعدانی	بگونیای رایگر
نیتروژن ٪	–	۳/۰	۳/۰	۴/۵	۳/۵	۲/۴	۴/۷
فسفر ٪	۰/۳	۰/۲	۰/۴۵	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۲
پتاسیم ٪	–	۱/۸	۳/۰	۳/۵	۱/۰	۰/۶	۰/۹۵
کلسیم ٪	–	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۵	۰/۸	۰/۵
منیزیم ٪	۰/۳	۰/۲۵	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۱۴	۰/۲۵
آهن PPm	۵۰-۶۰	–	–	–	–	–	–
منگنز PPm	۳۰	–	–	–	–	–	–
روی PPm	۲۰	–	–	–	–	–	–
مس PPm	۵	–	–	V	–	–	–
بُر PPm	۲۵	–	–	–	–	–	۱۴

غلظتهای بالاتر از مقادیر بالا کافی می‌باشند، اما در غلظتهای پایینتر گیاهان با کمبود مواجه می‌شوند. مقادیر استاندارد مواد غذایی ماکرو برای هر یک از گیاهان، خاص خود آنها است. تعداد معدودی از مقادیر استاندارد مربوط به مواد غذایی میکرو به گیاهانی خاص اختصاص دارند و خوشبختانه این استانداردها در بین گیاهان مختلف چندان تفاوتی نمی‌کنند.

جدول ۱۹-۸ـ منابع کودی و میزان تصحیح کمبودها

کمبودهای غذایی	منابع کودی	میزان استعمال گرم / L
P	تغییر برنامه کوددهی به یک کود کامل دارای N-P-K	2.4
	در برنامه آتی و یا استعمال یک دوره از کود	
	diammonium phosphate و یا Monopotassium phosphate	
Ca	تغییر قسمتی و یا تمام منابع N به	
	celcium Nitare برای چند هفته	
S	Magnesium sulfate و با تغییر	2.4
	N با K به سولفات آمونیوم و یا	
	پتاسیم برای چند هفته	
Fe	کلات آهن (300)	300
	یا سولفات دوفر (Sferrous sulfate) و یا به صورت محلول‌پاشی	300
	سولفات سوفروبر روی برگها یا محلول‌پاشی کلات آهن	
Mn	سولفات منگنز و یا به صورت محلول‌پاشی از سولفات منگنز	150
	و یا کلات منگنز استفاده می‌شود.	600
Zn	سولفات روی و یا کلات روی و یا تغییر به قارچ‌کش	150
	زینب و یا محلول‌پاشی که ماهانه به میزان توصیه شده.	0075
Cu	سولفات مس و یا کلات مس و محلول‌پاشی	0150
B	(برگی سولفان مس (Bora(۳ بر	0038
	Solubor	0019
Mo	برای محیطهای کشتی خاکی باید با سدیم	002
	و یا مولیبدوم زهکشی شده باشد	
	برای محیطهای کشتی بدون خاک، به‌وسیله سدیم و یا مولیبدوم	0002
	زهکشی شده باشد	
	و با محلول‌پاشی برگی به‌وسیله سدیم یا مولیبدوم با وسیله مخصوص.	0150

به‌دلیل آنکه جداسازی مواد غذایی میکرو از محیط کشت مشکل و گاهی غیرممکن است. کمبود آهن در گیاهان gloxina از هورتانسیا، و آزالیا بسیار شایع است. و در محیطهای کشت بدون خاک نباید آهن در ابتدای امر به محیط اضافه شود نیز این کمبود به آسانی مشاهده می‌شود. علائم کمبود منگنز همانند کمبود آهن است. و خوشبختانه کمبود منگنز به‌ندرت در گلخانه مشاهده می‌شود و همچنین کمبود روی در محصولات گلخانه بجز در kalanchoe خیلی کم اتفاق می‌افتد.

کمبود مس معمولاً در بعضی از خاکها در طول جغرافیایی اتفاق می‌افتد و خاکهای مناطق جنوب شرقی آمریکا در مورد کمبود مس بسیار مستعد می‌باشند. که جزء استثناعات نیز هستند. بعضی از کولتیوارها مانند Golden wave، white Butterfly و Mary به این مسأله بسیار حساسند. و کولیتوار به این مسأله کمبود کلی حساسند. و می‌توان گفت که کمبود مس بیشتر در بسترهای رز با رطوبت بالا مشاهده می‌شود.

یکی از مشکلات گل میخک و میمون، کمبود بر است که میزان بُر توصیه شده برای این محصولات همانند دیگر محصولات است. اما به دلیل اینکه قابلیت جذب برگی در گیاهان پایین است. و بعضی از گیاهان مانند داوودی بُر را به آسانی جذب می‌کنند می‌توانیم در کاشت مختلط میمون، میخک و داوودی این کمبود را به آسانی مشاهده کنیم و لازم به گفتن است که مستعدترین واریته در این کمبود، میخک صورتی است.

غالباً کمبود مولیبدن را می‌توان در بنت‌القنسول مشاهده کرد ولی این کمبود در دیگر محصولات گلخانه‌ای قابل مشاهده نیست. علایم کمبود در بنت‌القنسول بی‌رنگ شدن لبه برگها به طرف داخل می‌باشد. که این کم‌رنگی همراه با از بین رفتن بافتهای برگی نیز می‌باشد که این علایم در دیگر برگها مشاهده خواهد شد.

پیش از اینکه ما به کمبود مواد غذایی توجهی داشته باشیم باید به آن دسته موادی که کمبود آنها و این کمبود مشکل‌آفرین خواهد شد، توجه کنیم.

به پیش از اینکه ما به کمبودهای مواد غذایی بپردازیم، باید شناخت نسبت به آن دسته از موادی که مشکل‌ساز هستند پیدا کنیم مثلاً اثر کمبود پتاسیم در میخک مشاهده شده که باعث این مسأله زیادی نیتروژن خاک است ولی اولین چیزی که به نظر می‌رسد برای رفع این مشکل اضافه کردن پتاسیم خاک است و این مشکل ما را حل نمی‌کند و ممکن است که برای ما مشکلات جدیدترین از قبیل افزایش نمکهای محلول در خاک شود ما باید این مهم را در نظر داشته باشیم که کمبود پتاسیم در خاک، بالا بودن میزان نیتروژن خاک است و فقط با تنظیم کردن نیتروژن خاک است ما می‌توان این مشکل را حل کنیم. یک همچنین رابطه‌ای را حرکت متناوب با Antagoism می‌نامند و زمانی که ما نسبت به Antagonismهای پایه شناخت پیدا کرده و ما می‌توان به راحتی آنها را در خاک و تجزیه برگها شناسایی کنیم.

در جدول شماره ۲۰-۸ متداولترین Antagonism لیست شده است. زمانی که کمبود یکی از مواد غذایی که ستون راست جدول ۲۰-۸ مشخص شود باید بالا بودن غیرعادی مواد غذایی را در ستون چپ جدول ۲۰-۸ را چک کرد. اگر چنین باشد با کاهش یا تنظیم میزان مواد غذایی در ستون چپ جدول ۲۰-۸ می‌توان این مشکل را حل کرد. در بعضی از مواقع نه در همه موردها باید این را در نظر داشت که Antagonism مواد غذایی دارای حرکت متناوب است برای مثال بالا بودن میزان آهن باعث کاهش جذب منگنز می‌شود و برعکس بالا بودن میزان منگنز باعث کاهش جذب آهن شود.

آب مقطر یا یونیزه نشده، ارجحیت دارد اما اگر موجود نباشد، آب تمیز شیر نیز قابل استفاده است. هزینه تجزیه برگ خیلی بیشتر از آزمایش (تست) خاک است. که این اختلاف هزینه با توجه به کل سرمایه گذاری انجام شده تخمینی است.

تحقیقات گسترده‌ای جهت تعیین مقادیر اپتیمم مواد غذایی در برگها صورت گرفته است. استانداردهای دقیقی برای بسیاری از گیاهان گلدار تهیه شده است و برای سایر

گیاهان نیز مقادیری تخمینی طی سالها مشاهده به دست آمده است جدول ۱۷-۸ حداقل مقادیر بحرانی مواد غذایی را برخی از گیاهان اصلی ارائه می‌دهد. غلظتهای پایینتر از این مقادیر با کمبودهایی در گیاهان همراه است. استانداردهای مربوط به مواد غذایی ماکرو برای هر گیاه در مقایسه با سایر گیاهان بسیار متفاوت است، درحالی‌که استانداردهای مربوط به مواد غذایی میکرو در اغلب گیاهان مقدار ثابتی می‌باشند. برای استانداردهای مربوط به مواد غذایی میکرو در کل گیاهان که در جدول ۱۷-۸ ارائه شده است تنوع گیاهی معدودی مشاهده می‌شود.

روشهای اصلاح

توصیه‌ها:

در بخشهای پیشین این فصل، سیستمهای کوددهی توصیه شدند. این سیستمها تحت شرایط ایده‌آل بسیار خوب کار می‌کنند اما شرایط همیشه ایده‌آل نیست. مقدار اپتیمم مصرف کود با مقدار رشد گیاه ارتباط دارد و عواملی مانند بدی هوا، محیط کشت فقیر که زهکش خوبی ندارد، آبیاری کم و یا بیش از حد، پوشش کثیف گلخانه، محبوس شدن مواد غذایی به وسیله اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت (خاک)، آنتاگونیسم* با سایر مواد غذایی، و بسیاری از عوامل دیگر نیز، خود تأثیر منفی بر روی رشد گیاه دارند. برخی مواد غذایی بیش از سایرین تحت تأثیر قرار می‌گیرند بنابراین نه تنها مقدار کوددهی، بلکه نسبت مواد غذایی موجود در کود را نیز باید تغییر دهیم. گاهی یک ماده غذایی به مقدار خیلی زیاد از حد تعادل خارج می‌شود در آن صورت باید، از همان ماده به تنهایی استفاده کرد. نسبت نیتروژن و پتاسیم را می‌توان با تناوب در استفاده از

* - متضاد، ناهماهنگ و ناجور با سایر مواد غذائی

جدول ۲۳-۸

نمونه‌ای از یک گزارش تجزیه و تحلیل برگ که پرورش‌دهنده دریافت می‌کند. گزارش تجزیه و تحلیل گیاه

نام پرورش‌دهنده: پاول نلسون				استان یا شهرستان. ویک							تاریخ دریافت نمونه: ۸۵-۱۹-۳	
خیابان: ۲۹ اصلی				تاریخ نمونه‌برداری: ۸۵-۱۷-۳							وضعیت نمونه: خوب	
شهر، ایالت: رالای، ال. سی. ۲۷۶۰۷				نمونه پرورش‌دهنده # ، ۲							پرورش‌دهنده # ، ۲۷	
تلفن: ۷۳۷-۳۱۳۲				نام گیاه: داوودی شاخه بریده							استان یا شهرستان # ، ۱۳	
											نمونه آزمایشگاه # ، ۱۹۷۱	
شاخص مزرعه مورد نظر: III				توضیحی در مورد محل نمونه (در مزرعه)							تاریخ دریافت تجزیه: ۸۵-۲۶-۳	
شماره ایالت	شماره زارع یا	نیتروژن ٪	فسفر ٪	پتاسیم ٪	سدیم ٪	کلسیم ٪	منیزیم ٪	منگنز PPm	آهن PPm	بُر PPm	مس PPm	مولیبدن PPm	روی PPm	آلومینیوم PPm
نمونه تهیه‌شده	پرورش‌دهنده نمونه													
طیف تغییرات														
کمبود			×											
کم									×					
کفایت	×			×	×	×	×	×		×	×	×		
بالا		×												
خیلی بالا														

تذاکرات و توصیه‌ها:

۱ـ مقدار پتاسیم کم است. در طی دو هفته آینده از نیترات پتاسیم (۴۴-۰-۱۳) به مقدار گالن ۱۰۰/ 2lbs استفاده کنید.

۲ـ مقدار فسفر خیلی بالا است. پس از حل مشکل پتاسیم، به جای استفاده از کود ۱-۱-۱ از کود ۱-۰-۱ استفاده کنید.

۳ـ مقدار بُر نزدیک به سطح کمبود است. یک‌بار از یک اُنس بوراکس[1] در هر ۱۰۰ فوت مربع از سطح سکوهای کاشت استفاده کنید.

آدرس پستی: آزمایشگاه تجزیه و تحلیل گیاهان، بخش علوم کشاورزی، دانشگاه ایالتی ان.سی.رالای.ان.سی ۲۷۶۰۷

رونوشت: پرورش‌دهنده کشاورز

۱ـ $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$

کودهای با فرمولهای گفته شده در جدول ۵-۸ تنظیم کرد. روش اصلاح برای کمبود ۱۰ نوع ماده غذایی دیگر در جدول ۱۹-۸ آمده است.

کمبود فسفر چندان شایع نیست، اما روی‌هم‌رفته غیرممکن هم نیست. وقوع آن نشان می‌دهد که قبل از کاشت گیاهان مقدار کافی فسفر به محیط کشت اضافه نشده است و به آسانی می‌توان با استفاده از یک کود دارای فسفر مثل ۲۰-۱۰-۲۰ در برنامه پیوسته کوددهی خود این مشکل را اصلاح کنیم. در محلهایی که اسیدیته (PH) محیط کشت (خاک) با استفاده از سنگهای آهکی دولومیتی به خوبی تنظیم شده است کمبود کلسیم و منیزیم به وقوع نمی‌پیوندد. در قدیم و حتی امروزه نیز در برخی موارد بنت‌القنسول را برای جلوگیری از رشد و نمو موجودات زنده عامل پوسیدگی ریشه در خاکهای اسیدی پرورش می‌دادند و می‌دهند. اما تحت این شرایط کمبود کلسیم و منیزیم مشاهده می‌شود. واریته‌های جدید بنت‌القنسول حتی در شرایطی که اسیدیته خاک (PH) در محدوده توصیه شده تنظیم می‌شود نسبت به کمبود منیزیم مستعد می‌باشند گونه‌ای سوسن نسبت به کمبود کلسیم بسیار حساس است. با استفاده از نیترات کلسیم به عنوان منبع نیتروژن در کودهای کامل می‌توان این گونه مشکلات مربوط به کلسیم را حل کرد. برای حل مشکل مربوط به کمبود منیزیم یا گوگرد می‌توان از ۲ پوند اِسپوم[1] (سولفات منیزیم) در ۱۰۰ گالن (۲/۴g/l) استفاده کرد. در سالهای اخیر کمبود گوگرد در محیطهای کشت بدون خاک که گیپسوم[2] و سوپرفسفات منفرد ندارد، شایعتر شده است.

مواقعی که نشانه‌های کمبود یک ماده غذایی مشاهده می‌شود، و شواهدی نیز در دست است که مقدار سایر مواد غذایی میکرو بالا نیست عموماً، صلاح آن است که از یک مخلوط مواد غذایی میکرو استفاده کنیم. اگر اطلاعات بالا در دست نباشد، تمام مواد

1- Epsom solts 2- gypsoun

غذایی میکرویی موجود در برگها را باید با استفاده از روش تجزیه و تحلیل تعیین کرد اگر تعداد مواد غذایی میکرویی موجود در حد متوسط یا پایین باشد، می‌توان از یک مخلوط مواد غذایی میکرو استفاده کرد. در غیر این صورت، باید فقط از ماده غذایی یا مواد غذایی که کمبود آنها مشاهده شده است، استفاده کرد. در مواردی که امکان تجزیه برگ وجود ندارد، قطعاتی را می‌توان از نظر ماده غذایی مشکوک به کمبود، تجزیه کرد و سپس از ماده غذایی که کمبود آن محرز شد، باید استفاده کرد. ازدیاد مواد غذایی میکرو ممکن است بسیار مشکل‌زاتر از کمبود آنها باشد زیرا حذف آنها از محیط کشت بسیار مشکل و گاهی غیرممکن است.

خلاصه

۱ـ مصحلت آن است که کلیه مواد غذایی لازم برای گیاه را به جز نیتروژن و پتاسیم، به مقدار کافی برای دوره زندگی آن، به هنگام تهیه محیط کشت فراهم کنیم. تنظیم PH با استفاده از سنگ آهک دولومیتی، کلسیم و منیزیم را تأمین می‌کند. استفاده از سوپرفسفات ۲۰٪ فسفر، گوگرد و کلسیم بیشتری را تأمین می‌کند. شش ماده غذایی میکرو را می‌توان به صورت جامد با محیط کشت مخلوط کرد و یا بی‌درنگ پس از کاشت به صورت مخلوط مایع به محیط اضافه کرد.

۲ـ معمولاً نیتروژن و پتاسیم در هر بار آبیاری یا هفته‌ای یک‌بار به صورت محلول به محیط اضافه می‌شود، مقدار و نسبت این دو ماده غذایی متناسب با گیاه تغییر می‌کند.

۳ـ نیتروژن و پتاسیم را به صورت مخلوط تهیه می‌کنند که فضای کمتری اشغال کنند و

زحمت مخلوط کردن آنها مطرح نباشد. سپس آنها را رقیق می‌کنند و با مقیاس خاص به درون لوله‌های آب می‌فرستند. با استفاده از سیستمهای خودکار آبیاری وارد سکوهای کاشت و گلدانها می‌شوند.

۴ـ نیتروژن و پتاسیم را می‌توان جداگانه و به صورت یکدرمیان و به شکل کودهای خشک کند آزادشونده، متناسب با فرمول آنها، مورد استفاده قرار داد که به مدت ۱۴-۳ ماه نیتروژن ـ فسفر ـ پتاسیم را تأمین می‌کنند. انواع کودهای کند آزادشونده و با ترکیب شیمیایی مختلف وجود دارند. که می‌توانند کلیه نیازهای برنامه‌های منظم کوددهی گیاهان را مرتفع سازند.

۵ـ شناسایی اختلالات ناشی از مواد غذایی به اندازه خود برنامه کوددهی آنها اهمیت دارد. نشانه‌های ظاهری اختلالات می‌توانند کمک مؤثری باشند اما این امر متأسفانه وابسته به حضور آسیبهایی است که گاه، غیرقابل ترمیم می‌باشند.

۶ـ آزمایش خاک وسیله تشخیص و شناسایی باارزشی است که مقدار اسیدیته (PH) و سطح نمکهای محلول خاک را در اختیار ما قرار می‌دهد و همچنین سطوح بسیاری از مواد غذایی قابل دسترس را تعیین می‌کند. این روش ارزان است.

۷ـ تجزیه برگ وسیله ایده‌آلی است که می‌توان به همراه آزمایش خاک از آن استفاده کرد. این روش نگرش دیگری در مورد وضعیت مواد غذایی خاک در اختیار ما قرار می‌دهد که برخی از آنها در آزمایش خاک به دست نمی‌آید.

مرجع

1. Anon. 1980. Dictionary of plant foods. In *Farm Chemicals Handbook*. Willoughby, OH: Meister Publishing Co.
2. Bartok, J. W., Jr. 1973. Preventing backflow from your fertilizer injector. Univ. of Connecticut. Coop. Ext. Ser. *Connecticut Greenhouse Newsletter* No. 52. pp. 1–3.
3. Bould, C., E. J. Hewitt, and P. Needham. 1984. *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*. Vol. 1. *Principles*. New York: Chemical Publishing.
4. Bunt, A. C. 1976. *Modern Potting Composts*. University Park, PA; and London: The Pennsylvania State Univ. Press.
5. Chapman, H. D., ed. 1966. *Diagnostic Criteria for Plants and Soils*. H. D. Chapman, 830 S. Univ. Dr., Riverside, CA 92507.
6. Criley, R. A., and W. H. Carlson. 1970. Tissue analysis standards for various floricultural crops. *Florists' Review* 146:19–20, 70–73.
7. Farnham, D. S., R. S. Ayers, and R. F. Hasek. 1977. Water quality affects ornamental plant production. Univ. of California Div. of Agr. Sci. Leaflet 2995.
8. Jones, J. B., Jr. 1974. Plant analysis handbook for Georgia. Georgia Coop. Ext. Ser. Bul. 735.
9. Koths, J. S., R. W. Judd, Jr., J. J. Maisano, G. F. Griffin, J. W. Bartok, Jr., and R. A. Ashley. 1980. Nutrition of greenhouse crops. Coop. Ext. Ser. of the Northeast States. NE 220.
10. Peterson, J. C. 1982. Effects of pH upon nutrient availability in a commercial soilless root medium utilized for floral crop production. Ohio Agr. Res. and Devel. Center Res. Cir. 268, pp. 16–19.
11. ———. 1982. Monitoring and managing fertility—part I: Monitoring the fertilizer content of irrigation water. *Ohio Florists' Assoc. Bul.* 629:4–7.
12. Poole, R. T., C. A. Connover, and J. N. Joiner. 1976. Chemical composition of quality tropical foliage plants. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 89:307–308.
13. Rader, L. F., Jr., L. M. White, and C. W. Whittaker. 1943. A measure of the effect of fertilizers on the concentration of the soil solution. *Soil Sci.* 55:201–208.
14. Robinson, J. B. D., ed. 1984. *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*. Vol. 1. *Principles*. New York: Chemical Publishing.
15. Roorda van Eysinga, J. P. N. L., and K. W. Smilde. 1980. *Nutritional Disorders in Chrysanthemum*. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
16. Scaife, A., and M. Turner. 1984. *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*. Vol. 2. *Vegetables*. New York: Chemical Publishing.
17. Smilde, K. W., and J. P. N. L. Roorda van Eysinga. 1968. *Nutritional Diseases in Glass House Tomatoes*. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
18. Sprague, H. B. 1964. *Hunger Signs in Crops*, 3d ed. New York: David McKay Co.
19. Tayama, H. K. 1966. Extension slants—production pointers. *Ohio Florists' Assoc. Bul.* 442:9.

20. Truog, E. 1948. Lime in relation to availability of plant nutrients. *Soil Sci.* 65:1–7.

21. Walsh, L. M., and J. D. Beaton. 1973. *Soil Testing and Plant Analysis*, rev. ed. Madison, WI: Soil Sci. Soc. of Amer.

22. Warncke, D. D., and D. M. Krauskopf. 1983. Greenhouse growth media: Testing and nutrition guidelines. Michigan State Univ. Agr. Ext. Bul. E–1736.

23. Waters, W. E., J. NeSmith, C. M. Geraldson, and S. S. Woltz. 1972. The interpretation of soluble-salt tests and soil analysis by different procedures. *Florida Flower Grower* 9 (4):1–10.

24. White, J. W. 1976. Fertilization. In Mastalerz, J. W., ed. *Bedding Plants*, 2d ed., pp. 146–165. Pennsylvania Flower Growers' Assoc., 103 Tyson Bldg., University Park, PA 16802.