



راهنمای تغذیه گیاهی در خیار مزرعه‌ای و گلخانه‌ای (به منظور کاهش باقیمانده نیتрат در محصول) تامین سلامت جامعه با تولید محصول سالم



نگارندگان

حمید ملاحسینی^۱ و مجید بصیرت^۲

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

۲- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

نشریه شماره : ۵۳۹

این نشریه تحت شماره ۴۸۷۰۵ تاریخ ۹۴/۱۰/۱۷ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسید.

خیار مزرعه‌ای و گلخانه‌ای ۱/

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	مقدمه.....
۳	۱- منابع مواد غذایی.....
۵	۲- خصوصیات کودها.....
۵	۱-۲- کودهای محلول در آب.....
۵	۲-۲- کودهای با حلالیت کم.....
۶	۳- برچسب‌های کود.....
۶	۱-۳- آنالیز عناصر غذایی.....
۶	۲-۳- فرم نیتروژن.....
۷	۳-۳- پتانسیل اسیدی یا بازی کود (pH).....
۷	۴- توصیه کودی در کشت خیار مزرعه‌ای و گلخانه‌ای.....
۷	۱-۴- مصرف بهینه کود در کشت خیار مزرعه‌ای.....
۷	۱-۴-۱- نمونه‌گیری از خاک.....
۹	۱-۴-۲- تأمین عناصر غذایی پر مصرف.....
۱۴	۱-۴-۳- مراحل مختلف مصرف کود در محصولات سبزی و صیفی.....
۱۵	۱-۴-۴- تامین عناصر کم مصرف.....
۱۷	۲-۴- مصرف بهینه کود در کشت خیار مزرعه‌ای.....
۱۷	۲-۴-۱- کشت خیار در بستر خاک.....
۲۵	۳-۴- تشخیص اختلالات تغذیه‌ای.....
۲۵	۳-۴-۱- تشخیص ظاهری.....
۲۶	۳-۴-۲- تجزیه برگ.....
۲۸	۳-۴-۳- کمبود عناصر پر مصرف.....
۳۶	۳-۴-۴- کمبود عناصر غذایی کم مصرف.....
۴۱	۳-۴-۵- سمیت عناصر تغذیه‌ای.....

خیار مزرعه‌ای و گلخانه‌ای ۳/

منابع مورد استفاده ۴۷

مقدمه

رعایت اصول تغذیه گیاه و بهترین عملیات کوددهی کلید سلامت محصول و دستیابی به عملکرد مطلوب می باشد. بعضی از علائم اختلالات تغذیه ای توسط عوامل بهاری‌زا و آفات نیز ایجاد می شوند، لذا در این حالت باید علاوه بر علائم، سلامت گیاه، عملکرد و کیفیت میوه در نظر گرفته شود. جهت کشت خیار، انتخاب رقم مناسب از نظر دوره رشد، تراکم، عملکرد و کیفیت محصول و همچنین آزمون خاک قبل از کشت از نظر حاصلخیزی خاک ضروری می باشد و کاربرد کود باید براساس آزمون های منظم خاک، تجزیه گیاه و ظهور علائم کمبود باشد.

آنچه در این روزها در زراعت خیار و سایر سبزی‌ها مشاهده می‌شود موضوع پرمصرفی و مصرف نامتعادل کودها می‌باشد. موارد کمبود عناصر غذایی در گلخانه‌ها بیشتر به واسطه استفاده بیش از حد لازم برخی عناصر است که موجب کمبود عنصر دیگر می‌شود مانند مصرف زیاد فسفر که موجب کمبود روی و آهن می‌شود. در گلخانه‌های خیار مصرف زیاد کودها معمولاً موجب شوری زیادی خاک می‌شود که در بسیاری موارد آبشویی کمک‌چندانی نمی‌کند بنابراین رعایت به‌اندازه و متعادل کودها در گلخانه‌های خیار بسیار مهم است در این مجموعه، اطلاعات جامعی از علم تغذیه و نقش عناصر پر مصرف و کم مصرف در ارتقاء کمی و کیفی محصول خیار بیان گردیده است. امیدواریم این نوشتار توانسته باشد قسمت اعظم اطلاعات مورد نیاز تولیدکنندگان را تأمین کند.

حمید ملاحسینی

Molahoseini_h@yahoo.com

مجید بصیرت

Majid_Basirat@yahoo.com

۱- منابع مواد غذایی

موادی که به عنوان مواد غذایی برای تغذیه گیاهان استفاده می‌شوند باید از نظر چندین ویژگی زیر بررسی شوند :

- حداقل هزینه هر واحد ماده غذایی همراه با حداکثر اثربخشی
- قابلیت حل شدن در آب
- حداکثر غلظت از آن عنصر یا عناصر را در خود داشته باشد.
- توانایی تأمین حداقل بیش از یک ماده غذایی
- عاری بودن از آلاینده‌ها

جدول یک رایج‌ترین کودهای مورد استفاده برای تغذیه گیاهان زراعی و گلخانه‌ای را ارائه می‌نماید این مواد اغلب برای فرموله کردن محلول غذایی استفاده می‌شوند. مثال‌هایی از محاسبات فرموله کردن این محلول‌ها در ادامه همین فصل عنوان شده است.

جدول ۱- منابع مواد غذایی مورد استفاده در فرموله کردن محلول‌های غذایی

مقدار عنصر در منبع (%)	منبع عنصر	عنصر	ردیف
۳۳/۵	نیتрат آمونیوم (Ammonium nitrate)	نیتروژن (N)	۱
۱۵/۵	نیترات کلسیم (Calcium nitrate)		۲
۷	نیترات کلسیم ^۱ (Calcium nitrate)		۳
۱۳	نیترات پتاسیم (Potassium nitrate)		۴
متغیر	اسید نیتریک (Nitric acid)		۵
۱۳	نیترات پتاسیم (Potassium nitrate)	فسفر (P)	
۶۱	منو آمونیم فسفات (Mono Ammonium phosphate)		۶
متغیر	اسید فسفریک (phosphoric acid)		۷
۵۲	منوپتاسیم فسفات (Monopotassiumphosphate)		۸

ادامه جدول ۱ -

مقدار عنصر در منبع (%)	منبع عنصر	عنصر	ردیف
۱۸/۳	سولفات منیزیم پتاسیم (Potassium magnesium sulfate)	پتاسیم	۹
۳۴	مونوپتاسیم فسفات (Monopotassiumphosphate)		۱۰
۵۱-۲	سولفات پتاسیم (Potassium sulfate)		۱۱
۱۹	نیتрат کلسیم (Calcium nitrate)	کلسیم (Ca)	۱۲
۳۶	کلراید کلسیم (Calcium chloride)		۱۳
۱۱	نیترات کلسیم ^۱ (Calcium nitrate)		۱۴
۱۰	سولفات منیزیم (Magnesium sulfate)	منیزیم (Mg)	۱۵
متغیر	سولفات منیزیم پتاسیم (Potassium magnesium sulfate)		۱۶
۱۴	سولفات منیزیم (Magnesium sulfate)	سولفور (S)	۱۷
۲۲	سولفات منیزیم پتاسیم (Potassium magnesium sulfate)		۱۸
مختلف	اسید سولفوریک (Sulfuric acid)		۱۹
۱۸	سولفات پتاسیم (Potassium sulfate)		۲۰
۲۰	بورات سدیم (Sodium borate)	بر (B)	۲۱
۱۷	اسید بوریک (Boric acid)		۲۲
۲۵	سولفات مس (Copper sulfate)	مس	۲۳
۱۷	نیترات مس ^۱ (Copper nitrate)		۲۴
۳۶	سولفات روی (Zinc sulfate)	روی (Zn)	۲۵
۱۷	نیترات روی ^۱ (Zinc nitrate)		۲۶
۵-۱۲	کلات آهن (Chelated iron)	آهن (Fe)	۲۷
۴۴	کلراید منگنز (Manganese chloride)	منگنز (Mn)	۲۸
۲۸	سولفات منگنز (Manganese sulfate)		۲۹
۱۵	نیترات منگنز ^۱ (Manganese nitrate)		۳۰
۵۴	مولیبdat آمونیوم (Ammonium molybdate)	مولیبیدن	۳۱
۳۹	مولیبdat سدیم (Sodium molybdate)	(Mo)	۳۲

۱- فرم کود مایع

جدول ۲- تبدیل واحدهای مورد استفاده در محاسبات کودی

یک پوند = ۴۵۴ گرم
۲/۲ پوند = یک کلوگرم
یک گرم = ۱۰۰۰ میلی‌گرم
یک گالن = ۳/۸۷ لیتر
یک میلی‌گرم در لیتر = یک پی پی ام
یک پوند = ۱۶ انس مایع
یک گالن آب = ۸/۳ پوند
یک کوارت = ۰/۹۵ لیتر
یک گالن = ۱۲۸ انس مایع
یک گالن = ۳۷۸۰ میلی‌لیتر
پتاسیم عنصری (K) = ۰/۸۳ اکسید پتاسیم (K ₂ O)
فسفر عنصری (P) = ۰/۴۳ فسفات (P ₂ O ₅)

۲- خصوصیات کودها

۲-۱- کودهای محلول در آب

اغلب برنامه‌های کودی گلخانه بر پایه کودهای محلول در آب می‌باشد تا اغلب عناصر مورد نیاز گیاه تأمین شود. برنامه کوددهی بر پایه مقدار عناصر در آب آبیاری، بستری و دوره رشد گیاه تنظیم می‌شود. معمولاً کودهای محلول در آب قابلیت محلول‌پاشی نیز داشته و در گلخانه نیز محلول‌پاشی مرسوم است.

۲-۲- کودهای با حلالیت کم

کودهای کندرها معمولاً در کشت گیاهان در هوای آزاد استفاده می‌شوند این کودها به دلیل آلودگی کمتر زیست‌محیطی مفید می‌باشند کودهای کندرها براساس زمان

رها شدن عرضه می‌گردند البته زمان رهاسازی واقعی کود ممکن است نسبت به زمان مشخص شده روی کود بر حسب میزان درجه حرارت و ظرفیت آب خاک یا بستر تغییر کند. کودهای کندرها به بستر اولیه کشت یا بعد از کشت در روی بستر اضافه می‌شوند و اغلب در کشت‌های باغی مصرف می‌شوند.

۳- برچسب‌های کود

اطلاعات برچسب‌های کود در توسعه و تکمیل برنامه تغذیه گیاه گلخانه‌ای مفید است و برای تویح‌کنندگان دارای اطلاعات خیلی مهمی به شرح زیر به‌شینه:

۳-۱- آنالیز عناصر غذایی

آنالیز کود درصد وزنی عناصر تغذیه کود را نشان می‌دهد. آنالیز کود به‌طور مشخص به درصد نیتروژن (N)، فسفات (P_2O_5) و پتاسیم (K_2O) مربوط می‌شود کودهای مخلوط مقادیر نسبی عناصر مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کنند. معمولاً در گلخانه کودهای با نسبت فرمولی فسفر بالا در اوایل فصل برای ریشه دهی بهتر بوته خیار و در زمانی که لازم باشد در گیاه گلدهی القا گردد استفاده می‌شود. کودهای با درصد نیتروژن بالا برای رشد بوته کودهای با درصد پتاسیم بالا در زمان اوج رشد رویشی و در زمان پر شدن و درشت شدن میوه خیار بسیار مورد نیاز است.

۳-۲- فرم نیتروژن

نیتروژن در سه فرم نترات (NO_3)، آمونیوم (NH_4^+) و اوره از طریق کودها تأمین می‌شود فرم نیتروژن رشد گیاه و اسیدیته محلول بستر را م تأثر می‌کند نیتروژن آمونیومی کمک به رشد شاداب تر گیاه و تولید برگ‌های توسعه یافته، ساقه‌های طویل و بلند می‌کند در حالی که نیتروژن نترات گیاه را به حالت زایشی می‌برد. در شرایط ابری و سرد خاک مصرف نیتروژن به شکل آمونیوم برای گیاه ممکن تر است چرا که حساسیت

ریشه در دمای پایین به غلظت آمونیم کمتر است حال آنکه در درجه حرارت بالا استفاده از ترکیباتی با درصد آمونیم بالا نظیر کودهای مرغی تازه ممکن است باعث ریشه سوزی گیاه شود. خوشبختانه در درجه حرارت مناسب آمونیوم توسط باکتری‌ها به نیترات تبدیل می‌شود اما در کشت‌های بدون خاک به دلایل عدم واکنش نیتریفیکاسیون غلظت بالای آمونیوم موجب سوختگی گیاه می‌شود. در خیار این مسئله مهم است.

مثال : در کودی با برچسب ۱۵-۵-۱۵ داریم:

درصد کل نیتروژن ۱۵- درصد

درصد فسفر برحسب P_2O_5 معادل ۵ درصد

درصد پتاسیم برحسب K_2O معادل ۱۵ درصد

۳-۳- پتانسیل اسیدی یا بازی کود (pH)

پتاسیل اسیدی یا بازی کود تأثیر آن را روی اسیدیته بستر نشان می‌دهد. کودها با آمونیوم بالا سبب کاهش اسیدیته (اسیدی شدن)، در حالیکه کودها با نیترات بالا سبب افزایش اسیدیته (قلیایی یا بازی شدن) می‌شوند. کودهای حاوی مقادیر بالای آمونیوم دارای مقادیر خیلی کم یا بدون کلسیم و منیزیم هستند درحالی‌که کودهای با آمونیوم کم دارای سطوح بالای کلسیم و منیزیم و اثر باقیمانده قلیایی هستند.

۴- توصیه کودی در کشت خیار مزرعه‌ای و گلخانه‌ای

۴-۱- مصرف بهینه کود در کشت خیار مزرعه‌ای

۴-۱-۱- نمونه‌گیری از خاک

نمونه‌های گرفته شده از مزرعه باید بیانگر وضعیت کل خاک مزرعه باشد. در غی این صورت نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی مفید نخواهد بود. در ضمن برای محصولات جالیزی نمونه‌گیری از خاک باید هر سال تجدید شود. هر نمونه خاک که برای تجزیه

آزمایشگاهی انتخاب می‌شود بایستی حداکثر از یک مساحت یکنواخت یک هکتاری از نظر بافت، رنگ، شیب، میزان فرسایش، تاریخچه کشت، تناوب، نوع محصول و غیره تهیه شود. قبل از نمونه برداری باید کاملاً اطمینان حاصل نمود که سطح خاک آغشته به کودهای حیوانی و یا شیمیایی و یا بقایای گیاهی نباشد. باید توجه داشت که کوچک ترین ذره کودی که در نمونه باشد نتیجه را کاملاً برهم خواهد زد. از زمینی که قبلاً کود داده شده بایستی به طور جداگانه نمونه برداری نمود. بهترین موقع نمونه برداری وقتی است که زمین گاورو باشد. نمونه خاک بایستی از محل فعالیت ریشه تهیه شود. به طور کلی برای محصولات سبزی و صیفی بایستی عمق نمونه برداری بین ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر باشد. معمولاً بعد از کشت روی خاک شوره زیادی تشکیل می‌شود (شکل ۱) که نمونه برداری از آن صحیح نمی‌باشد و ارقام اشتباهی را ایجاد می‌کند. بهترین زمان برای نمونه برداری برای آزمون خاک بعد از شخم و زیر و رو کردن خاک و آبیاری خاک می‌باشد تا نمک‌های اضافی سطح خاک شستشو گردیده و در نیمرخ خاک کاملاً به طور یکنواخت مخلوط گردد.



شکل ۱- تجمع نمک‌ها در سطح خاک

۴-۱-۲- تأمین عناصر غذایی پر مصرف

✓ نیتروژن

نیاز خانواده کدویان (خیار) به نیتروژن حدود ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که در صورت استفاده از کود دامی و یا کودهای سبز خانواده لگومینوز این مقدار کاهش می‌یابد. پخش ۶۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (N) به همراه کل مقدار مورد نیاز فسفر و پتاسیم قبل از کشت توصیه می‌شود. مازاد نیتروژن باید پای بوته (خاک‌دهی بوته خیار) قبل از شروع رشد پیچک مصرف شود. هدف از کاربرد پای بوته تأمین مواد غذایی مناسب در طی رشد محصول می‌باشد. عموماً عنصر نیتروژن بعد از اینکه گیاه به دوره معینی از رشد و نمو رسید تأمین می‌شود. در محصولاتی که میوه تولید می‌کنند مصرف زیادی نیتروژن باعث افزایش دوره رویشی و در نتیجه تولید گل‌های ناقص می‌شود که مقرون به صرفه نیست. لذا، توصیه می‌شود نیتروژن قابل جذب خاک را در زمان جوانه زنی یا نشاء کاری این محصولات در حد متوسط تأمین نمایند. بعد از اینکه در این گیاهان میوه تشکیل شد، افزایش رشد رویشی مضر نبوده و نیتروژن اضافی می‌تواند استفاده شود. نترات آمونیوم، فسفات آمونیوم و سولفات آمونیوم از نظر اثرات سوء مشابه هم می‌باشد و سالم‌تر از آمونیاک، آمونیوم آبدار یا اوره هستند. اثر سوء بیشتر در خاک‌های شنی، خصوصاً برای بذور حساس مطرح است، زمانی که نیترات آمونیوم یا مونوآمونیوم فسفات مصرف شده باشد. آمونیوم آبدار کودهایی با اثر سوء شدید روی جوانه زنی می‌باشند، بنابراین نباید نزدیک بذور قرار داده شوند. اوره وقتی که به صورت نواری در نزدیک بذور مصرف می‌شود، سمی می‌باشد. اما وقتی که در سطح زمین پخش شود مشکل سمیت را ندارد. کودهای نیتروژن‌دار در آب خاک حل شده و به راحتی در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرند یک بوته خیار با ۱۰ تن عملکرد مژه‌تر تقریباً ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برداشت می‌کند. محصول خیار در اوج تولید خود در هفته ۲۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۵ کیلوگرم فسفر و ۴۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم نیاز دارد.

مصرف زیاد نیتروژن علاوه بر افزایش تجمع نیترات، مقدار ویتامین C را نیز در انواع محصولات سبزی و صیفی تا حد ۲۶ درصد کاهش می دهد ولی با رعایت اصول مصرف بهینه کود به ویژه مصرف کودهای پتاسیمی و روی، علاوه بر بهبود کیفیت و خوش خوراکی این محصولات، مقدار ویتامین C تا حد ۲۰ درصد و حتی بیشتر هم افزایش می یابد (Welsh, ۲۰۰۳ و ملکوتی و سماوات، ۱۳۸۲). زارعی (۱۳۷۴) در تحقیقات خود در مورد اثر کودهای نیتروژنی در تجمع نیترات در برگ های کاهو به این نتیجه رسید اولاً کاهو جزو سبزی های نیترات دوست بوده ولی مقدار تجمع نیترات بستگی به نوع رقم، طول مدت روز، درجه حرارت و شدت تابش نور خورشید دارد. ثانیاً با افزایش مصرف کودهای نیتروژنی تا حد ۱۵۰۰ مطلق گرم در هکتار اوره، حتی به صورت سه بار تقسیط، مقدار نیترات جمعی تا حد ۶۰۰ مطلق گرم در ۱۰۰ کیلوگرم وزن تازه کاهو افزایش یافت. هنگامی که برداشت کاهو به جای صبح، عصر هنگام انجام گرفت، از غلظت نیترات جمعی تا حد ۴۰ درصد کاسته شد.

بهتاش (۱۳۷۴) نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسید که با افزایش منطقی اوره (حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد و مقدار ویتامین C در کلم پیچ افزایش یافت. ولی با مصرف اوره بیشتر، علی رغم افزایش جزئی در عملکرد، مقدار ویتامین C کاهش یافت. بدین معنی که با مصرف تقسیط ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن غلظت ویتامین C که در تیمار شاهد (بدون کود) ۴۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود تا حد ۴۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم کلم پیچ افزایش یافت، ولی با مصرف بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم کود نیتروژنی مقدار ویتامین C تا حد ۴۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم کاهش یافت. در این مطالعه با افزایش کودهای نیتروژنی، غلظت نیترات هنگامی که برداشت کلم پیچ صبح هنگام انجام گرفت، تجمع نیترات افزایش می یافت. ولی همین سبزی وقتی که عصر هنگام برداشت گردید، مقدار قابل ملاحظه ای از میزان نیترات آن کاسته شد.

✓ فسفر

مصرف فسفر در خاک‌هایی که بیش از ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر قابل جذب دارند برای اکثر محصولات سبزی و صیفی خصوصاً خیار نتیجه‌ای را باعث نمی‌شود به دلیل مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته در گذشته، اکثر خاک‌های زراعی کشور غنی از فسفر هستند و نیازی به مصرف فسفر ندارند (ملکوئی، ۱۳۷۸). در هر حال در خاکهایی با فسفر قابل جذب کمتر از ۵، ۱۰-۵، ۱۵-۱۰ و بیش از ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مقدار فسفر مورد نیاز (P_2O_5) به ترتیب ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰ و صفر کیلوگرم فسفر (P_2O_5) می‌باشد. البته برای خیار گلخانه‌ای میزان حد بحرانی فسفر در منابع حدود ۲۵ گزارش شده است که بسته به رقم، عملکرد و مدیریت زراعی ممکن است متغیر باشد.

✓ پتاسیم

در تحقیقاتی که یک دهه گذشته بر روی نقش مصرف بهینه کود به ویژه پتاسیم در مزارع بدست آمده نشان می‌دهد که مصرف پتاسیم در بالانس نیترات در گیاه و تبدیل آن به ترکیبات دیگر موثر بوده از این رو مصرف پتاسیم به شکل متعادل کیفیت محصول اثر دارد. مثلاً در سیب‌زمینی، نتایج نشان داده که با مصرف پتاسیم توام با روی علاوه بر افزایش عملکرد هکتاری سیب‌زمینی، از غلظت نیترات غده‌ها نیز کاسته می‌گردد. اگر مقدار نیترات در غده‌های سیب‌زمینی از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تازه و یا معادل حدود ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بر مبنای وزن خشک تجاوز نماید، برای سلامتی انسان زیان‌آور خواهد بود (ملکوئی و همکاران، ۱۳۸۲).

با تغذیه متعادل پیاز از طریق پتاسیم و دیگر عناصر غذایی، از تجمع بیش از حد نیترات در غده جلوگیری به عمل می‌آید و خاصیت انبارداری پیاز افزایش و در ضمن خوش‌خوراک‌تر می‌گردد (ملکوئی و همکاران، ۱۳۸۳). کود دهی با پتاسیم به طور

معنی داری خسارت سرم را کاهش و عملکرد غده را افزایش می دهد (نورقلی پور و همکاران، ۱۳۷۹).

در آزمایشی در آذربایجان شرقی تأثیر مقادیر و منابع کود پتاسیمی بر عملکرد گوجه فرنگی معنی دار گردید. بیشترین عملکرد (۶۲ تن در هکتار) از کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم که به صورت سرک مصرف شده بود، به دست آمد. کاربرد کود کلرور پتاسیم باعث افزایش عملکرد حدود ۲۵ درصد نسبت به شاهد گردید. محققین روی منابع مختلف پتاسیم بر گوجه فرنگی، بادمجان و فلفل کار کرده و گزارش دادند. افزودن پتاسیم سبب بهبود خصوصیات بیولوژیکی و بیوشیمیایی در سلول گردیده و نه ایستا باعث کاهش حساسیت گیاهان به سرما می گردد (نورقلی پور و ملکوتی، ۱۳۷۹).

یک بوته خیار با ۱۰ تن عملکرد میوه تر تقریباً ۳۶ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (K_2O) برداشت می کند مصرف پتاسیم در خاک هایی که بیش از ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل جذب دارند برای اکثر محصولات سبزی و صیفی خصوصاً خیار نتیجه ای را باعث نمی شود (در مورد خیار گلخانه ای بر اساس منابع حد بحرانی پتاسیم تا ۴۵۰ میلی گرم در کیلوگرم در خاک نیز گزارش شده است). در هر حال در خاکهایی با پتاسیم قابل جذب کمتر از ۱۰۰، ۱۵۰-۱۰۰، ۲۰۰-۱۵۰، ۲۵۰-۲۰۰ و ۳۰۰-۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم مقدار پتاسیم (K_2O) مورد نیاز به ترتیب ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰ و صفر کیلوگرم فسفر پتاسیم (K_2O) می باشد.

✓ منیزیم

خیار یکی از محصولات دوتی است که منیزیم دوست می باشد به خصوص خیار گلخانه ای که معمولاً در شرایطی که گیاه در اوج رشد و باردهی است مصرف منیزیم برای توصیه می شود. مصرف منیزیم در هر یک از دو صورت ذیل توصیه می شود:

۱- زمانی که پتاسیم تبادلی بیشتر از منیزیم تبادلی باشد (بر حسب درصد از کل ظرفیت بازی).

۲- زمانی که درصد منیزیم تبادلی کمتر از ۳ درصد باشد. هر کدام از این دو حالت در خاک وجود داشته باشد، کمبود منیزیم وجود خواهد داشت. از دیگر سو، کمبود منیزیم ممکن است به دلیل زیادی مصرف پتاسیم اتفاق افتد. در خاک‌های غیراسیدی، مصرف ۷۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز به صورت پخش سطحی یا ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار به صورت نواری توصیه می‌شود. سولفات منیزیم، سولفات پتاسیم منیزیم و اکسید منیزیم منابع منیزیم هستند. منیزیم همچنین به صورت محلول پاشی نیز قابل استفاده است

✓ کلسیم

کمبود کلسیم در محصولات سبزی و صیفی‌عموما شایع است. سوختگی گلگاه در فلفل و گوجه فرنگی، سیاه شدن ساقه در کرفس و سوختگی نوک برگ در کلم و کاهو از مثال‌های بارز آن است. در برخی موارد علایم کمبود در خاک‌هایی رخ می‌دهد که دارای مقدار بالایی کلسیم هستند. در اکثر موارد کمبود کلسیم مربوط به عوامل اقلیمی است تا کمبود واقعی این عنصر در خاک می‌باشد. از دیگر سو ظهور علایم کمبود کلسیم در اکثر موارد با استرس‌های خشکی همراه است. از طرف دیگر بالا نگهداشتن میزان قابل جذب پتاسیم خاک نیز از علل بروز این عارضه در گیاه است. اساسا خیار محصولی است که به کمبود کلسیم بسیار حساس است به خصوص خیار گلخانه‌ای و کمبود آن موجب کاهش ماندگاری میوه، پلاسیدگی و نرم شدن بافت میوه می‌شود.

✓ گوگرد

گوگرد از عناصر مهم تغذیه‌ای است که در محصولات سبزی و صیفی نقش مهمی ایفا می‌نماید. گوگرد در مقادیر مشابه فسفر و در برخی گیاهان در مقادیر بیشتر از فسفر در

گیاه یافت می شود. کمبود گوگرد در زراعت هایی که زمین پشت سر هم کشت می شود، نمایان می شود.

۴-۱-۳- مراحل مختلف مصرف کود در محصولات سبزی و صیفی

نیازهای کودی محصولات سبزی و صیفی بر اساس آزمون خاک و دوره رشد گیاه به طور خلاصه در سه مرحله به شرح زیر تأمین می شود.

✓ قبل از کشت

در این مرحله به منظور جبران عناصر غذایی از دست رفته خاک، بر اساس آزمون خاک کودهای پایه قبل از کشت مصرف می شوند بطوری که نیمی از کودهای توصیه شده همراه با شخم عمیق و مابقی با دیسک یا شخم سبک به خاک اضافه می شوند.

✓ بعد از انتقال نشاء

در این مرحله به منظور استقرار گیاه همزمان با آبیاری نشاء، از کودهای محلول در آب خصوصاً کودهای فسفرقرکبیی با سایر کودهای ماکرو با توجه به آزمون خاک استفاهشوهی

✓ زمان گل دهی

بیشترین نیاز محصولات سبزی و صیفی به نیتروژن در زمان گلدهی می باشد و استفاده زیاد از این عنصر قبل از دوره گلدهی باعث تأخیر در رسیدن، کاهش گلدهی و عملکرد گیاه می شود. پروتئین اصلی گیاهان در دوره رویشی از طریق دو منبع نیتروژن شامل نیتروژن حاصل از تجزیه مواد آلی و افزایش سالیانه کودهای پایه نیتروژن دار تأمین می شود. در زمان گلدهی به علت افزایش نیاز گیاه به نیتروژن، از طریق مصرف سرک این نیاز در پای بوته تأمین می شود. محصولات سبزی و صیفی در مقدار و زمان مصرف نیتروژن پای بوته اختلاف زیادی دارند.

۴-۱-۴- تامین عناصر کم‌مصرف

مصرف عناصر کم‌مصرف بر اساس آزمون خاک، pH خاک و عکس‌العمل گیاه می‌باشد. تجزیه گیاه با توجه به حد بحرانی این عناصر در خاک، معمولاً برای تشخیص کمبود این عناصر بهتر می‌باشد. تجزیه گیاه مقدار عناصر غذایی را در بافت گیاه نشان می‌دهد. البته تجزیه گیاه دارای محدودیت‌هایی می‌باشند. بطوریکه نتایج تجزیه اغلب نیاز به تفسیر دارند و نمی‌تواند علت کمبود یا مقدار مورد نیاز کود را مشخص نماید. عناصر کم‌مصرف نباید با حشره کش‌ها، قارچ کش‌ها و علف کش‌ها ترکیب شود، مگر اینکه کارخانه‌های سازنده ترکیب آنها با عناصر کم‌مصرف را توصیه نمایند. عناصر کم‌مصرف فقط باید به مقدار نیاز گیاه استفاده شوند. این عناصر به صورت برگ‌پاشی و یا خاکی می‌توانند استفاده شوند. کاربرد خاکی معمولاً در زمان آماده‌سازی خاک و کاربرد برگ‌پاشی در طی فصل رشد می‌باشد.

✓ منگنز

کمبود منگنز شایع‌ترین کمبود ریزمغذی‌ها در محصولات سبزی و صیفی می‌باشد. کاهو، پیاز، سیب‌زمینی، تربچه، اسفناج و چغندر قند به کمبود منگنز خیلی حساس هستند و علامت کمبود را سریع نشان می‌دهند. منابع رایج منگنز سولفات منگنز، ترکیبات کلاته و نترات منگنز می‌باشند. پخش سطحی کودهای حاوی منگنز اصلاً توصیه نمی‌شود چرا که سریعاً توسط خاک تثبیت می‌شود. مصرف منگنز به صورت محلول‌پاشی نیز توصیه می‌شود.

✓ بور

مصرف بور بر اساس عکس‌العمل گیاه و pH خاک استوار است. مصرف ۳ تا ۴ کیلوگرم بور (B) در هکتار برای محصولات پرنیاز مثل بروکلی، گل‌کلم، کرفس و کلم توصیه می‌شود. سبزیهایی که نسبت به کمبود بور حساسیت متوسط دارند با مصرف ۱ تا ۲ کیلوگرم بور در هکتار عکس‌العمل خوبی نشان می‌دهند. از آنجایی که بور در خاک سریع حرکت می‌کند و به آسانی شسته می‌شود، مصرف سالانه بور ضروری است. کمبود بور در

خاک‌های شنی و آلی اتفاق می‌افتد. در خاک‌های ریزبافت، بور به راحتی شسته نمی‌شود بنابراین مقادیر کمتری به بور نیاز است. زمانی که pH خاک بالا می‌رود قابلیت جذب بور در خاک کاهش می‌یابد. بنابراین در خاک‌هایی pH بالا توصیه بور بیشتر است.

✓ روی

خيار از محصولاتی است که شدیداً نسبت به روی واکنش نشان می‌دهند. آزمون خاک همراه با pH خاک، شاخص‌هایی هستند که قابلیت جذب روی را در خاک برای گیاه نشان می‌دهند. قابلیت جذب روی با افزایش pH کاهش می‌یابد. مصرف نواری روی مؤثرتر از پخش سطحی است، ولی برای پخش سطحی به مقادیر بیشتری روی نیاز است. برخلاف منگنز روی در خاک به صورت قابل جذب باقی می‌ماند. بنابراین مصرف هر ساله آن ضرورت ندارد. خاک‌هایی که pH بالاتر از ۷ دارند مقادیر کمی روی قابل جذب دارند. کمبود روی معمولاً در خاک‌هایی آهکی یا خاک‌هایی که فسفر قابل جذب بالایی دارند اتفاق می‌افتد. سولفات روی، نترات روی و کلات‌ها و کمپلکس‌های روی از منابع تامین روی برای مصرف خاکی و محلولپاشی هستند اما نمک‌های معدنی روی کارایی کافی برای تامین روی گیاه را چه به صورت خاکی و چه به صورت محلولپاشی دارند.

✓ مس

خيار، پیاز، اسفناج و چغندر سالادی از سبزیهایی هستند که به مس واکنش نشان می‌دهد. اصولاً کمبود مس در خاک‌های آلی اتفاق می‌افتد. کمبود مس دارای دامنه وسیعی نیست و ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم مس برای سبزیهای با نیاز کم تا متوسط و ۴۰ کیلوگرم در هکتار برای سبزیهای با نیاز بالا توصیه می‌شود. سولفات مس از منابع رایج مس هستند.

✓ مولیبدن

کمبود مولیبدن معمولاً در گل کلم، کاهو، اسفناج، کلم و پیاز بیشتر روی می‌دهد. اما در کشت هیدروپونیک و یا گلخانه‌ای خيار توصیه به مصرف مولیبدن می‌شود. کمبود مولیبدن معمولاً در خاک‌هایی که pH پایین‌تر از ۵/۵ دارند رخ می‌دهد. آهن قابل جذب بالا

در خاک نیز به کمبود مولیبدن می‌انجامد. محلول‌پاشی مؤثرترین راه جلوگیری از کمبود مولیبدن در گیاه است. در مورد گیاهان حساس به کمبود، محلول‌پاشی هر دو هفته یکبار توصیه می‌شود. منابع مولیبدن مانند آمونیم مولیبدات یا سدیم مولیبدات از نمک‌های متعارف می‌باشد.

۲-۴- مصرف بهینه کود در کشت خیار مزرعه‌ای

۱-۲-۴- کشت خیار در بستر خاک

خیار به لحاظ تغذیه‌ای، گیاهی پرتوقع محسوب می‌گردد و در خاک‌هایی با درصد مواد آلی بالا (بیش از ۲ درصد) و بافت نرم (ترجیحا لوم) رشد خوبی از خود نشان می‌دهد. برنامه‌های کودی و آماده کردن خاک برای کشت خیار گلخانه‌ای به مقدار زیاد تحت تاثیر حاصلخیزی، میزان مواد آلی و سابقه کشت در خاک می‌باشد.

جدول ۳- میزان عناصر غذایی برای انواع کشت خیار بسته به میزان عملکرد پیش‌بینی شده

سیستم تولید	عملکرد قابل انتظار	نیترژن N	فسفر P ₂ O ₅	پتاسیم K ₂ O	منیزیم MgO	کلسیم Cao
	در هکتار	کیلوگرم در هکتار				
گلخانه‌ای مجهز	۳۰۰	۴۰۰-۵۰۰	۲۰۰-۲۵۰	۸۰۰-۱۰۰۰	۱۳۰	۳۰۰
کشت مزرعه‌ای	۸۰	۱۷۰	۱۳۰	۲۷۰		
کشت مزرعه‌ای	۳۰-۴۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰		
کشت مزرعه‌ای	۳۰	۵۰	۴۰	۸۰		
کشت مزرعه‌ای	۱۵	۴۷	۱۳	۶۵		

✓ آماده کردن خاک

آماده کردن خاک برای کشت خیار گلخانه‌ای باید از یک ماه قبل از کشت شروع شود. برای کشت پائیزه، تهیه زمین مانند دیسک زدن، ضد عفونی کردن خاک و کنترل علف هرز باید در تابستان انجام شود تا خیار گلخانه‌ای عکس‌العمل خوبی به میزان

مواد آلی خاک از خود نشان دهد. به دلیل فقر ماده آلی در اکثر خاکها، استفاده از کود دامی پوسیده شده به میزان ۵ تا ۷ تن به ازاء هر ۱۰۰۰ مترمربع خاک گلخانه و یا مصرف مطابق آزمون خاک تا سقف ۲ درصد ماده آلی برای کشت خیار گلخانه‌ای مناسب و توصیه می‌شود. همچنین استفاده از ماسه نرم جهت اصلاح بافت و افزایش نفوذپذیری خاک بستر کشت ضروری می‌باشد. خیار توانایی رشد در گستره وسیعی از اسیدیته خاکها را دارا می‌باشد، اما مناسبترین اسیدیته بین ۶/۵-۷ بیان شده است و اگر اسیدیته خاک پائین تر از ۶ باشد، باید حداقل ۶ ماه قبل از کشت آهک و در صورت کمبود دمنیزیم در خاک، از دولومیت استفاده شود.

✓ کودهای قبل از کشت

نوع و مقدار کودهای شیمیایی قبل از کشت، باید بر اساس آزمون خاک استفاده گردد. در صورت عدم دسترسی به آزمایشگاه و کمبود وقت، جدول ۳ شامل مقادیر کودی که قبل از شخم نهایی توصیه می‌گردد.

جدول ۴- راهنمای کلی مصرف کودهای پایه در کشت خاکی خیار مزرعه‌ای

برنامه کودی	میزان عنصر فراهم در خاک	کیلوگرم در ۱۰۰۰ متر مربع
اوره	نیترات کمتر از ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم	۵
سوپر فسفات	فسفر فراهم کمتر از ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم	۲۰-۳۰
سولفات پتاسیم	پتاسیم فراهم کمتر از ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم	۴۰-۵۰

از نکات قابل توجه در کاربرد کودهای پایه میتوان به استفاده از کودهای کندرها به

خاطر آزادسازی پیوسته عناصر و کاهش خطر سوختگی کودی و همچنین استفاده از کود سولفات پتاسیم برای تامین پتاسیم و تامین نیمی از نیتروژن مورد نیاز به شکل نیترات و نیمی دیگر به شکل آمونیوم اشاره نمود. استفاده نادرست از کودها، خصوصاً سولفات آمونیوم یا کود مرغی کمپوست نشده میتواند باعث آسیب به ریشه‌ها و کاهش رشد بوته خیار شود

✓ کود های مکمل

اگر زمین به خوبی آماده و کودهای قبل از کشت به مقدار کافی استفاده شده باشند، نیاز به کودهای مکمل از زمان گلدهی شروع می شود. کوددهی بیش از حد به خاک در این مرحله باعث افزایش شوری خاک بستر، کاهش جذب آب و برخی از عناصر غذایی در مراحل پر نیاز گیاه خواهد شد.

✓ کاربرد کود های مکمل در کنار گیاه داخل خاک

در کشت خاکی و آبیاری جوی و پشته مطابق با دوره رشد گیاه، کودهای مورد نیاز به صورت خشک در یک طرف بوته‌ها مصرف می‌شوند. جدول ۴ توصیه کودهای مورد نیاز خاک در کشت بهاره و پاییزه خیار به جز در سیستم آبیاری قطره‌ای را نشان می‌دهد.

جدول ۵- توصیه کودی برای خیار مزرعه‌ای یا فضای باز برای ۳۵ تا ۴۵ عم‌لکرد در هکتار

سطح پتاسیم خاک (میلیگرم در کیلوگرم)				سطح فسفر خاک (میلیگرم در کیلوگرم)				نیترژن Kg/ha	زمان کودی
۴۰۰-۳۰۰	۳۰۰-۲۰۰	۲۰۰-۱۰۰	۱۰۰-۰	۲۵-۱۵	۱۵-۱۰	۱۰-۵	۵-۰		
۲۰	۱۲۰	۱۷۰	۲۳۰	۳۰	۶۰	۱۲۰	۱۷۰	۱۲۰-۱۴۰	جمع کل
۰	۶۰	۱۲۰	۱۷۰	۰	۳۰	۶۰	۱۲۰	۶۰	قبل از کشت ^۱
۱۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱۵	۱۵	۴۵	۴۵	۳۰	سرک ^۲ اول
۱۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۳۰	سرک دوم

۱- در صورتی که مقادیر آزمون خاک بیشتر از مقادیر جدول ۴ باشد نیازی به کود دهی قبل از کشت نیست

۲- سرک اول معمولاً می تواند بصورت جایگذاری در هنگام خاک دادن پای بوته باشد و یا بصورت کود آبیاری از طریق آب آبیاری از منابع محلول در آب فسفر نظیر مونو آمونیوم فسفات، اسید فسفریک، مونو پتاسیم فسفات و منابع پتاسیم محلول نظیر نترات پتاسیم و سولفات پتاسیم استفاده کرد.

تذکره: کودهای ریزمغذی در کشت خاکی می‌تواند از منابع سولفات های آهن، سولفات روی، سولفات منگنز، سولفات مس و اسید بوریک همراه با ماده آلی قبل از کشت استفاده نمود و یا بصورت محلولپاشی آن را استفاده کرد. میزان مصرف بستگی به میزان آنها در خاک داشته و به دلیل پایین بودن کارایی آهن در خاکهای آهنکی پیشنهاد می‌شود برای کشت خیار در خاک در مزرعه بین ۵ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار کلات آهن EDDHA مصرف گردد. همراه با کودهای پیشنهادی در جدول فوق، مصرف ۱۰ کیلوگرم کود مخلوط کلات عناصر کم مصرف حاوی ۵۰ درصد آن کلات آهن، ۲۰ درصد کلات منگنز (EDTA)، ۳۰٪ کلات روی (EDTA)، ۵٪ کلات (EDTA) مس و ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید بوریک در هکتار به شرطی که غلظت این عناصر در خاک در حد کفایت نباشد در خاک یا آب آبیاری مصرف شود. البته به جای کلات روی، منگنز و مس می‌توان به ترتیب از سولفات روی ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات منگنز ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات مس ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار در صورتی که میزان روی، منگنز و مس خاک پایین‌تر از حد بحرانی باشد، می‌توان استفاده نمود.

✓ کاربرد کودهای مکمل از طریق آبیاری قطره‌ای

یک راه مؤثرتر برای کاربرد کودهای مکمل، استفاده از کودهای قابل حل در آب برای سیستم آبیاری قطره‌ای می‌باشد. با استفاده از سرپستمانژکتور، کود با غلظت مناسب با آب آبیاری مخلوط و در کنار گیاهان استفاده می‌شود. در این روش کودها باید کاملاً در آب محلول و مقدار کربنات آب (آب سخت) بالا نباشد، در غیر اینصورت کودهای حاوی فسفات و سولفات با کلسیم رسوب و قطره چکان‌ها مسدود می‌شوند. کودهای محلول در آب بهتر است بعد از استقرار گیاهان و به فاصله ۲ تا ۴ هفته بسته به نیاز محصول و شرایط فصلی استفاده شوند. از تجزیه کامل برگ یا تجزیه عصاره خاک می‌توان برای توجیه مقادیر کودی و زمان مصرف استفاده نمود.

جدول ۶- غلظت‌های عناصر غذایی ماکرو در خيار مزرعه (Ankerman & Large, 1992)

عناصر	کمبود شدید	پایین	مطلوب	بالا	مسمومیت
درصد					
نیتروژن	کمتر از ۱/۸	۱/۸-۲/۵	۲/۴-۴/۵	۴/۵-۶ ^۱	بیشتر از ۶
فسفر	کمتر از ۰/۲	۰/۲-۰/۳	۰/۳-۰/۷	۰/۷-۰/۱	بیشتر از ۱
پتاسیم	کمتر از ۲	۲-۳	۳-۴	۴-۵	ندارد
کلسیم	کمتر از ۱	۱-۲/۵	۲/۵-۵	-	-
منیزیم	کمتر از ۰/۱۵	۰/۱۵-۰/۳	۰/۳-۱/۵	۱/۵-۲/۵	بیشتر از ۲/۵

۱ - بالا بودن غلظت نیتروژن می‌تواند حاکی از احتمال تجمع نترات در میوه نیز باشد.

جدول ۷- غلظت‌های عناصر غذایی میکرو در خيار مزرعه (Ankerman & Large, 1992)

عناصر	کمبود شدید	پایین	مطلوب	بالا	مسمومیت
میلی گرم در کیلوگرم					
آهن	-	کمتر از ۵۰	۵۰-۳۰۰	۰	-
منگنز	کمتر از ۱۵	۱۵-۶۰	۶۰-۴۰۰	۴۰۰-۵۰۰	بیشتر از ۵۰۰
روی	کمتر از ۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۱۰۰	۱۰۰-۳۰۰	بیشتر از ۳۰۰
بور	کمتر از ۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۷۰	۷۰-۱۰۰	بیشتر از ۱۰۰
مس	کمتر از ۳	۳-۷	۸-۲۰	۲۰-۳۰	بیشتر از ۳۰
مولیبدن	کمتر از ۰/۲	۰/۲-۰/۵	۰/۵-۲	-	-

جدول میزان غلظت عناصر غذایی مطلوب برای خيار گلخانه ای در برگ گیاه نشان دهنده مقدار مطلوب و سمیت عناصر در گیاه خيار می باشد. این غلظت کمک می کند تا وضعیت تغذیه ای را تعیین نمود و شاخص و معیار مناسبی برای کوددهی و ایجاد تعادل عناصر غذایی در برنامه غذایی محصول می باشد. معمولا در طول دوره نیاز است دو تا سه بار

اقدام به نمونه گیری برگ و تعیین غلظت عناصر نموده به خصوص برای نیتروژن که افزایش آن موجب تجمع نترات در میوه خیار می شود.

جدول ۸ توصیه های کودی مورد نیاز کشت خاکی خیار گلخانه ای تحت آبیاری قطره ای در کشت بهاره و پائیزه را نشان می دهد که همراه با کودهای پیشنهادی ، مصرف ۱۰ گرم کود مخلوط کلات عناصر کم مصرف حاوی % آهن، ۲٪ منگنز، ۱/۳٪ بور، ۰/۴٪ روی، ۰/۱٪ مس و ۰/۰۶٪ مولیبدن در ۱۰۰۰ لیتر آب آبیاری ضروری می باشد (مصرف نمک های سولفات روی ، منگنز و مس نیز مانند آنچه قبلا اشاره شده کارایی لازم را دارد) همچنین جهت تنظیم اسیدیته آب آبیاری و خاک اطراف ریشه گیاه در محدوده ۶/۵-۷، متناسب با آنیون های کربنات و بی کربنات می توان از اسیدهای سولفوریک، نیتریک و یا فسفریک نیز استفاده نمود

جدول ۷- غلظت های عناصر غذایی در برگ خیار گلخانه ای (de Kreif, et al., 1992)

عناصر	کمبود شدید	مطلوب	زیاد
درصد			
نیتروژن	کمتر از ۱/۸	۴/۲-۵/۶	-
فسفر	کمتر از ۰/۴۷	۰/۶-۰/۹	-
پتاسیم	کمتر از ۲/۳۵	۳/۲-۴/۵	-
کلسیم	کمتر از ۱/۲	۲/۲-۲/۴	۰/۴-۰/۷
منیزیم	کمتر از ۰/۳۷	۰/۱۵-۰/۳	۰/۳-۱/۵
میلی گرم در کیلوگرم			
آهن	۱۵	۸۵-۳۰۰	-
منگنز	کمتر از ۱۵	۵۵-۳۰۰	۵۵۰
روی	کمتر از ۲۶	۵۰-۱۴۰	۳۰۰
بور	کمتر از ۴۳	۵۰-۷۶	۱۰۸
مس	کمتر از ۵	۵-۱۷	-
مولیبدن	کمتر از ۰/۲۹	۱-۲	-

جدول ۸ توصیه کودهای مورد نیاز کشت خاکی خيار گلخانه‌ای تحت آبیاری قطره‌ای
در کشت بهاره

شوری آب آبیاری پس از افزایش کود (میلی موس بر سانتی متر)	نیاز آبی هر بوته (لیتر در روز)	*محلول ۲ (گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آبیاری)			*محلول ۱ (گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آبیاری)			هفته بعد از کاشت
		نیتрат منیزیم	سولفات منیزیم	منوپتاسیم فسفات	نیترات آمونیوم	نیترات پتاسیم	نیترات کلسیم	
کشت بهاره								
۱/۳	۰/۴	۰	۲۵۰	۱۰۰۰	۰	۰	۵۰۰	۱
۱/۴	۰/۶	۰	۲۵۰	۱۵۰	۰	۳۵۰	۵۰۰	۲
		۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰۰	۳۵۰	۳
۱/۶۵	۱	۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۵۰۰	۳۵۰	۴
۱/۷	۱/۲	۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۵۵۰	۳۵۰	۵
۱/۷۵	۱/۶	۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۶۰۰	۳۵۰	۶
۱/۸	۲	۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۶۵۰	۳۵۰	۷
۱/۸۵	۲/۲	۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۷۰۰	۳۵۰	۸
۱/۸۵	۲/۴	۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۷۰۰	۳۵۰	۹
۱/۸۵	۲/۶	۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۷۰۰	۳۵۰	۱۰
۱/۸۵	۲/۸	۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۷۰۰	۳۵۰	۱۱
۱/۶۵	۴	۳۵۰	۰	۱۵۰	۱۵۰	۶۰۰	۳۵۰	۱۲-۱۷
۱/۶	۵	۳۵۰	۰	۱۵۰	۱۵۰	۵۵۰	۳۵۰	۱۸-۲۲
۱/۵۵	۴	۳۵۰	۰	۱۵۰	۱۵۰	۵۰۰	۳۵۰	۲۳ تا پایان دوره

تذکره: در صورت بالا بودن شوری آب آبیاری از غلظت های پایین تر محلول کود آبیاری استفاده شود چرا که موجب تنش شوری به گیاه می شود به خصوص در هوای گرم و خشک و پایین بودن رطوبت نسبی در محیط گلخانه . افزایش شوری محلول آب و کود در فصول ابری و کم نور یکی از راههای افزایش کیفیت و تولید در فصول سرد سال می باشد به شرطی که تنش شوری به گیاه وارد نشود . معمولا خيار در شوری های بالاتر از ۲/۵ دسی زیمنس بر متر دچار تنش می گردد.

جدول ۹ توصیه کودهای مورد نیاز کشت خاکی خیار گلخانه‌ای تحت آبیاری قطره‌ای در کشت پائیزه

شوری آب آبیاری پس از افزایش کود (میلی موس بر سانتی‌متر)	نیاز آبی هر بوته (لیتر در روز)	*محلول ۲ (گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آبیاری)			*محلول ۱ (گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب آبیاری)			هفته بعد از کاشت
		نیتрат منیزیم	سولفات منیزیم	منوپتاسیم فسفات	نیترات آمونیم	نیترات پتاسیم	نیترات کلسیم	
کشت پاییز								
۱/۳	۰/۴	۵۰۰	۲۵۰	۱۰۰۰	۰	۰	۵۰۰	۱
۱/۴	۰/۸	۵۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۰	۳۵۰	۵۰۰	۲
۱/۵	۱	۵۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۰۰	۵۰۰	۳۵۰	۳
۱/۶۵	۱/۲	۵۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۵۰۰	۳۵۰	۴
۱/۶۵	۳	۳۵۰	۰	۱۵۰	۱۵۰	۵۵۰	۳۵۰	۵-۱۲
۱/۶	۴	۳۵۰	۰	۱۵۰	۱۵۰	۵۵۰	۳۵۰	۱۳ تا پایان دوره

* غلظتهای پیشنهادی محلولهای یک و دو، در طول هفته و بصورت مجزا مصرف شوند

** همراه با محلول های پیشنهادی بالا در هر هفته، مصرف ۱۰ گرم کود مخلوط کلات عناصر کم مصرف حاوی ۷ درصد آهن، ۲ درصد نگنز، ۱/۳ درصد بور، ۰/۴ درصد روی، ۰/۱ درصد مس و ۰/۰۶ درصد مولیبدن در ۱۰۰۰ لیتر آبیاری ضروری می باشد

جدول ۸ و ۹ یک نمونه از فرمول تهیه محلول غذایی خیار در محلول غذایی نهایی نشان می دهند

جدول ۱۰- فرمول غذایی برای خیاور کشت بدون خاک (جونز ۱۹۸۳ و پادو پلوس ۲۰۰۰)

کود	A (گرم در ۱۰۰ لیتر)		B (گرم در ۱۰۰ لیتر)								
	جوانه زنی تامیوه دهی		میوه دهی تا انتها								
سولفات منیزیم	۵۰		۵۰								
منو فسفات پتاسیم	۲۷		۲۷								
نیترات پتاسیم	۲۰		۲۰								
نیترات کلسیم	۶۸		۱۳۶								
کلات آهن (EDDHA)	۲/۵		۲/۵								
Micronutrient stock ¹	۱۵ میلی لیتر		۱۵ میلی لیتر								
حداکثر غلظت نهایی عناصر (میلی گرم در لیتر- میلی گرم بر کیلوگرم)											
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Cu	Mn	Zn	Mo
۱۷۸	۵۰	۲۸۰	۱۳۰	۳۸	۷۰	۱/۲	۱/۱	۰/۰۸	۰/۴	۰/۹	۰/۰۳
۱- فرمول عناصر غذایی میکرو ها											
۲- اعداد داخل پرانتز مربوط به محلول ذخیره B می باشد.											

جدول ۸- فرمول تهیه محلول ذخیره عناصر میکرو

کود	گرم در ۵۰۰ میلی لیتر آب
اسید بوریک	۷/۵
MnSO ₄ . 4H ₂ O سولفات منگنز ^۱	۴/۹
Cu SO ₄ . 2H ₂ O سولفات مس ^۲	۰/۸
MoO ₃ تری اکسید مولیبدن	۰/۱۵
ZnSO ₄ . 7H ₂ O سولفات روی	۴/۵

۱ و ۲- به جای نمک سولفات مس و یا منگنزوی میتوان از کلات لیزتفاده کرد

۳-۴- تشخیص اختلالات تغذیه‌ای

برگپاشی ریزمغذیها یکی از راهای مهمی است که می‌تواند گیاهان را در مقابل کمبود

این عناصر بیمه کند در مورد گیاهان که به کمبود منگنز و مولیبدن حساس هستند، روش برگپاشی از روش مصرف خاکی مؤثرتر است. منابع مختلف ریزمغذیها برای محلول پاشی می‌توان استفاده کرد. ترکیبات کلاته از ترکیبات مؤثر هستند، امادبلی غلظت محلولپاشی توجه کافی مبذول نمود، چرا که غلظت بیش از حد توصیه شده باعث خسارت و صدمه دیدن برگ می‌شود. برخی از قارچکشها دارای مقدار کافی روی، منگنز و مس هستند که تماماً یا قسمتی از نیاز گیاه را تأمین نمایند چنانچه کوددهی خوب صورت گرفته باشد، محلول پاشی نیتروژن، فسفر و پتاس تأثیری در رشد و کیفیت محصول نخواهد داشت. محلولپاشی بانیتروژن به مقدار ۴ یا ۵ کیلوگرم در هکتار در مورد گیاهانی که با استهلاک خشکی یا غرقابی مواجه هستند مفید است. چون تحت شرایط مذکور فعالیت ریشه و جذب مواد غذایی محدود شود.

۱-۳-۴- تشخیص ظاهری

علائم برگ‌گی سریعترین روش در تشخیص اختلالات تغذیه‌ای گیاه می‌باشد گیاهان

با نمایش علائم خاص برای هر مشکل به شدت و ضعف هر مشکل پاسخ می‌دهند لذا با

تشخیص به موقع و صحیح این علائم کنترل اختلالات تغذیه‌ای امکان پذیر می باشد جدول ۹ راه‌نمای سریعی برای تشخیص عمومی ترین اختلالات تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای است.

جدول ۹: راهنمای تشخیص عمومی ترین اختلالات تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای

اولین علائم قابل مشاهده روی برگهای مسن تر - تغییر رنگ یکنواخت برگ	
کمبود نیتروژن	توقف رشد گیاه همراه با ظهور رنگ سبز رنگ پریده تا زرد در برگهای مسن تر
کمبود فسفر	رشد ضعیف گیاه همراه با برگهایی غیر شاداب‌رنگ سبز خاکستری متمایل به ارغوانی
سمیت کلر	پژمردگی و غیر شادابی برگها همراه باحالت چرمی سیاه رنگ و حاشیه‌های زرد رنگ
اولین علائم قابل مشاهده روی برگهای مسن تر - تغییر رنگ یکنواخت برگ و ظهور اشکال مختلف	
کمبود پتاسیم	حاشیه زرد رنگ همراه با سوختگی بین رگ‌برگهای اصلی و حاشیه برگها
سمیت منگنز	نقاط قرمز رنگ مابین رگ برگها و روی دمیرگ
کمبود منیزیم	زرد شدن مابین رگ برگها، توسعه به سمت پهنک و نهایتاً ظهور لکه‌های سوخته قهوه‌ای روشن
سمیت بر	ظهور نوار عریض زرد اطراف حاشیه برگ و در حالت شدید ظهور زردی و بد شکلی در برگهای جوان
اولین علائم قابل مشاهده روی برگهای جوان - تغییر رنگ یکنواخت برگ و ظهور اشکال مختلف	
کمبود آهن	ظهور شبکه ضعیف رگ برگها در روی برگ و شفافیت مابین رگ برگها،
سمیت روی	ظهور رنگ زرد متمایل به سبز در برگهای جوان و نقاط قهوه‌ای روشن مابین رگ برگها
اولین علائم قابل مشاهده روی برگهای بالغ و جوان - تغییر رنگ یکنواخت برگ و ظهور اشکال مختلف	
کمبود کلسیم	ریزش میوه همراه با از بین رفتن نقاط رشد
کمبود بر	ظهور رگه زرد خالدار و چوب پنبه‌ای در میوه، بدشکلی برگهای جدید و از بین رفتن نقاط رشد

۴-۳-۲- تجزیه برگ

تشخیص ظاهری اختلالات تغذیه‌ای ممکن است با علائم ناشی از فاکتورهای غیر تغذیه‌ای نظیر بیماریها، آفات و ترکیبات شیمیایی اشتباه شود لذا جهت تأیید تشخیص ظاهری باید از آنالیز برگ استفاده می شود، در آنالیز برگی غلظت عناصر مورد نظر در برگ اندازه‌گیری و بر اساس جداول استاندارد تفسیر می شوند و در صورت نیاز مدیریت تغذیه و کودهی اصلاح می شود. مشکل این روش کند بودن آن می باشد زیرا اغلب

آزمایشگاه‌ها حداقل یک هفته برای اندازگی و گزارش نتایج نیاز دارند. تجربه برگ بر پایه نمونه‌گیری از جوان‌ترین برگ‌های بالغ (با دم‌برگ) در مراحل گل‌دهی می‌باشد جدول ۱۰ لیست استانداردهای مورد استفاده در تفسیر نتایج تجزیه برگ را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰ استانداردهای مورد استفاده در تفسیر نتایج برگ خیار گلخانه‌ای

(نمونه‌گیری از جوان‌ترین برگ بالغ گیاه همراه با دم‌برگ در مراحل گل‌دهی)

عنصر	واحد	کمبود	کم ⁺	نرمال	بالا ⁺	زیاد
نیترژن (N)	%	<۱/۸	۱/۸-۲/۵	۲/۵-۴/۵	۴/۵-۶	>۶
فسفر (P)	%	<۰/۲	۰/۲-۰/۳	۰/۳-۰/۷	۰/۷-۱	>۱
پتاسیم (K)	%	<۲	۲-۲/۵	۲/۵-۴	۴-۵	>۵
کلسیم (Ca)	%	<۱	۱-۲/۵	۲/۵-۵	-	-
منیزیم (Mg)	%	<۰/۱۵	۰/۱۵-۰/۳	۰/۳-۱/۵	۱/۵-۲/۵	>۲/۵
سولفور (S)	%	-	<۰/۳	۰/۳-۱	-	-
سدیم (Na)	%	-	-	۰-۰/۳۵	>۰/۳۵	-
کلر (Cl)	%	-	-	۰-۱/۵	۱/۵-۲	>۲
مس ⁺⁺ (Cu)	mg/kg	<۳	۳-۸	۸-۲۰	۲۰-۳۰	>۳۰
روی ⁺⁺ (Zn)	mg/kg	<۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۱۰۰	۱۰۰-۳۰۰	>۳۰۰
منگنز ⁺⁺ (Mn)	mg/kg	<۱۵	۱۵-۶۰	۶۰-۴۰۰	۴۰۰-۵۰۰	>۵۰۰
آهن (Zn)	mg/kg	+++	<۵۰	۵۰-۳۰۰	-	-
بر (B)	mg/kg	<۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۷۰	۷۰-۱۰۰	>۱۰۰
مولیبدن (Mo)	mg/kg	<۰/۲	۰/۲-۰/۵	۰/۵-۲	-	-

++ ستونهای بیانگر مقادیر کم و بالا علمی فرضی و مقادیر سایر ستونها برآورد شده اند

+++ مقادیر م، س، روی و منگنز برگهایی که با قارچ کش و یا محلولهای غذایی اسپری شده اند راهنمای خوبی برای وضعیت این

عناصر در گیاه نیستند

+++ بدلیل احتمال آلوده بودن سطح برگ به خاک، عدم تحرک آهن در داخل گیاه و یا حضور آهن غیر فعال فیزیولوژیکی در

داخل گیاه آنالیز برگی راهنمای خوبی برای تشخیص کمبود آهن نیست.

۴-۳-۳- کمبود عناصر پر مصرف

✓ کمبود نیتروژن

گیاهان نیاز به مقدار زیادی نیتروژن دارند و این عنصر در ساخت کلروفیل (رنگدانه سبز برگها) یا تبدیل کننده نور خورشید به انرژی مورد نیاز گیاه نقش دارد. کمبود نیتروژن باعث کاهش عمل فتوسنتز و تحت تاثیر قرار دادن رشد رویشی و تولید میوه می شود ، بطوریکه گیاه ظاهری رنگ پریده و دوکی شکل پیدا میکند. برگهای جوان کوچک و سبز رنگ ولی برگهای مسن زرد رنگ و سپس میپرنند در صورت تداوم کمبود زردی به برگهای جوان نیز توسعه میابد، عملکرد کاهش، میوهها رنگ پریده، کوتاه و ضخیم میشوند. علائم شاخص کمبود نیتروژن در گیاه خیار درختی شامل کوتاهی و رنگ پریدگی گیاه (شکل سمت چپ) نسبت به گیاه سالم (شکل وسط)، همچنین رنگ پریدگی یکنواخت برگهای مسن تر به سبز روشن تا زرد و گسترش این وضعیت تا برگهای جوان در قسمت راس گیاه (شکل سمت راست).



شکل ۲- کمبود نیتروژن در برگ خیار گلخانه‌ای

✓ رفع کمبود

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، مصرف زمینی ۲۰ تا ۵۰ کیلو گرم نیتروژن در هکتار در کنار گیاه ان دچار کمبود و یا برگپاشی محلول ۲ درصد اوره در حجم زیاد هر دو هفته یکبار، به منظور جلوگیری از سوختگی احتمالی ناشی از شوری عملیات برگ‌پاشی در ساعات پایانی عصر و یا در هوای ابری انجام شود. برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک، کاربرد محلول غذایی با غلظت ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر نیتروژن کافی می‌باشد.

✓ کمبود فسفر

گیاهان در تمام مراحل رشد به فسفر نیاز دارند ولی بیشترین نیاز آنها در زمان استقرار و اوایل رشد رویشی می‌باشد. اگر تامین فسفر با مشکل روبرو شود این عنصر از قسمتهای مسن تر به قسمتهای جوان تر حرکت می‌کند در محصولاتی مثل خیار که بطور متوالی رویشی و تولید میوه دارند تامین منظم فسفر و سایر عناصر ضروریست تا گیاه قادر به تولید میوه با کیفیت خوب و در مدت طولانی باشد. گیاهان دچار کمبود فسفر دارای ریشه‌های ضعیف، کوتاه و ناکارآمد، برگهایی کوچک، غیر شاداب، به رنگ سبز متمایل به خاکستری همراه با ظهور لکه‌های قهوه‌ای مابین رگ برگ برگهای بالغ می‌باشند و با تداوم کمبود لکه‌های قهوه‌ای تبدیل به لکه‌های سوخته مانند و پس از توسعه باعث مرگ برگ می‌شوند در این حالت عملکرد میوه کاهش و کیفیت آنها نامطلوب می‌باشد.

علائم شاخص کمبود فسفر در گیاه خیار درختی شامل:

- کوتاهی گیاه همراه با برگهای کوچک با رنگ سبز تیره و رشد بطئی برگها (شکل سمت چپ) نسبت به گیاه سالم (شکل سمت راست).



شکل ۳- کور شدن و سقط میوه‌های جوان خیار در اثر کمبود فسفر



شکل ۴- زرد شدن مسن‌ترین برگ گیاه در مقابل رنگ سبز تیره برگ‌های بالایی



شکل ۵- علائم کمبود فسفر در بوته خیار گلخانه‌ای

✓ رفع کمبود

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، مقدار فسفر مورد نیاز باید قبل از کشت و براساس آزمون خاک تعیین و به خاک اضافه شود، لذا در این محصولات کمبود فسفر با مصرف زمینی در کنار گیاهان دچار کمبود و یا برگپاشی آن بطور سریع جبران نمی‌شود در هر حال مصرف فرم محلول فسفی همچون منوپتاسیم فسفات از طریق سیستم آبیاری (کود آبیاری) باعث بهبود وضعیت فسفر در گیاهان دچار کمبود می‌شود ولی این روش و روش برگپاشی در مدت زمان طولانی خیلی موثر نیستند.

برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک کاربرد محلول غذایی با غلظت ۲۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر فسفر کافی می‌باشد.

✓ کمبود پتاس

پتاس تنظیم آب گیاه را از طریق تورم سلولی و باز و بسته نمودن روزنه‌ها کنترل می‌کند بطوریکه محصولات دچار کمبود پتاس متمایل به پژمردگی هستند پتاس در گیاه متحرک می‌باشد و هنگام کمبود از برگهای مسن تر به طرف برگهای جوان تر حرکت می‌کند. اگرچه رشد گیاهان دچار کمبود ممکن است مختل نشود ولی عملکرد و کیفیت میوه آنها کاهش می‌یابد، کمبود پتاس سبب زردی و سوختگی برگهای مسن تر می‌شود. این علائم از حاشیه برگها شروع و به سمت مرکز برگ مابین رگ برگها توسعه می‌یابد. نواحی بزرگی از بافت اطراف رگ برگ اصلی در کمبود شدید پتاس نیز سبز باقی می‌ماند. در کمبود شدید سوختگی‌های قهوه‌ای رنگ حاشیه به سمت نواحی زرد توسعه یافته و باعث خشکی و کاغذی شدن برگ می‌شود. این علائم در آب و هوای گرم بطور سریع توسعه می‌یابند. در گیاه دچار کمبود اگرچه انتهای میوه‌ها متورم به نظر می‌رسند ولی ممکن است کامل نشوند، علامتی که در استرس آب نیز مشاهده می‌شود. علائم شاخص کمبود پتاس در گیاه خیار درختی شامل:

- کوتاهی گیاه همراه با زردی و سوختگی برگهای مسن تر و تمایل به خشکیدگی و کاغذی شدن آنها (شکل سمت چپ) نسبت به گیاه سالم (شکل سمت راست).
- بدشکلی و تورم انتهای میوه‌ها



شکل ۶- بدشکلی میوه خیار در اثر کمبود پتاسیم

- زردی و سوختگی لبه برگهای مسن تر (شکل سمت چپ و وسط) و توسعه به سمت مرکز برگ مابین رگ برگهای اصلی (شکل سمت راست).



شکل ۷- زرد شدن حاشیه برگ در اثر کمبود پتاسیم در خیار

۷ رفع کمبود

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، با کاربرد پتاس در کنار گیاهان دچار کمبود در خاکهای شنی، پتاس از سطح خاک به سمب ریشه‌ها حرکت و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد ولی در سایر خاکها بهترین حالت مصرف کودهای پتاس، مصرف قبل از کشت آنها مطابق آزمون خاک می‌باشد. در گیاهان دچار کمبود، کود آبیاری پتاس روش مناسبی می‌باشد ولی برگ‌پاشی آن مناسب نبوده و باعث سوختگی احتمالی برگها می‌شود. برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک کاربرد محلول غذایی با غلظت ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پتاس کافی می‌باشد.

۷ کمبود کلسیم

کلسیم در عمل غشاء سلولی و استحکام دیواره سلولی مهم می‌باشد. اغلب اختلالات تغذیه‌ای کلسیم در گیاهان مربوط به نامناسب بودن شرایط رشد و تغذیه کلسیم به ریشه‌ها می‌باشد. کمبود کلسیم در محصولات سریع رشد در شرایط آب و هوای گرم و همچنین در گیاه خیار با رشد سریع در شرایط مرطوب نیز گسترش می‌یابد. دیگر فاکتورهای موثر در کمبود کلسیم شامل آب ماندگی، شوری خاک، مقدار زیاد پتاس یا آمونیوم و بیماری‌های ریشه‌ای می‌باشد.

کلسیم در برگهای مسن تر رسوب می‌کند و کمبود آن در جوان ترین برگها و نقاط رشد قابل مشاهده می‌باشد برگها ظاهری پیچ خورده و سوخته دارند و ممکن است به شکل فنجان رو به پایین ظاهر شوند. برگهای مسن تر و بالغ معمولا متاثر نمی‌شوند. در کمبود شدید، گلها عقیم و نقاط رشد می‌میرند. میوه‌ها در گیاهان دچار کمبود کوچکتر و بیمزه هستند و رشد انتهایی آنها عقیم می‌ماند. علائم شاخ ص کمبود کلسیم در گیاه خیار درختی شامل:

- فنجانی شدن جوان ترین برگها به سمت پایین و سوختگی لبه آنها (شکل زیر)



شکل ۸- علائم کمبود کلسیم در برگ میوه خیار



شکل ۹- بدشکلی انتهایی میوه ناشی از کمبود کلسیم و شوری خاک
(ناحیه برآمده در میوه بر عکس علائم کمبود پتاسیم است)

۷ رفع کمبود

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاک کهنه ناشی از کمبود کلسیم با برشگیها منظم نیترات کلسیم با غلظت ۵۰ گرم نیترات کلسیم در ۱۰ لیتر آب، کاهش استفاده از کودهایی با پایه‌های آمونیومی و پتاسی و همچنین کاربرد آهک در خاکهای اسیدی می‌شود
برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک، کاربرد محلول غذایی با غلظت ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کلسیم کمبود را کنترل می‌کند. همچنین حفظ هدایت الکتریکی محلول در کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر کمبود کلسیم را کاهش می‌دهد.

✓ کمبود منیزیم

منیزیم جز اصلی کلروفیل می‌باشد و کمبود آن غالباً در خاک‌های لفت درشت مناطق مرطوب، خصوصاً مناطق پر باران در خاکهای اسیدی رنگ روشن شنی مشاهده می‌شود و کاربرد زیاد کودهای پتاسه باعث ایجاد کمبود منیزیم می‌شود. با کاهش فعالیت ریشه‌ها در فصول سرد و یا در خاکهای سنگین مرطوب علائم کمبود منیزیم ظاهر می‌شود. کمبود منیزیم باعث زرد شدن برگهای مسن گیاه می‌شود. این علائم از بین رگ برگهای اصلی شروع و پس از توسعه فقط حاشیه باریک سبز رنگ باقی می‌ماند. کمبود شدید رنگ قهوه‌ای سوخته در نواحی زرد رنگ ظاهر می‌شود و عملکرد محصول کاهش می‌یابد. علائم شاخص کمبود منیزیم در گیاه خیار درختی شامل:

- زردی و قهوه‌ای برنزه روشن روی برگهای مسن تر (شکل سمت چپ) نسبت به گیاه سالم (شکل سمت راست).

- زردی مابین رگ برگهای اصلی برگهای مسن تر (شکل سمت چپ) و تبدیل آنها به سوخته‌های کاغذی برنزه روشن (شکل سمت راست) و تاثیر کمتر برگهای جوان تر (شکل بالا).



شکل ۱۰- علائم کمبود منیزیم در برگ خیار گلخانه‌ای

✓ رفع کمبود

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، مصرف ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم قبل از کشت در خاکهای دچار کمبود باعث جبران کمبود می‌شود.

محلول پاشی بپگی سولفات منیزیم با غلظت ۲ کیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر در حجم زیاد (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ لیتر در هکتار) هر دو هفته یکبار کمبود منیزیم را در خیار گلخانه‌ای و مزرعه‌ای کنترل می‌کند. برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک، کاربرد محلول غذایی با غلظت ۳۰ میلی‌گرم در لیتر منیزیم کمبود را کنترل می‌کند.

۴-۳-۴- کمبود عناصر غذایی کم مصرف

✓ کمبود منگنز

عمل منگنز در گیاه به مقدار زیادی به عمل آهن، مس، روی و آنزیم‌های کاتالیزوری مربوط می‌شود. منگنز برای فتوسنتز، تنفس و جذب نیترات نیاز می‌باشد. کمبود منگنز بیشتر در خاکهای قلیایی و آهکی وجود دارد و در خاکهای اسیدی قابلیت استفاده آن زیاد می‌باشد. در برگهای دچار کمبود منگنز رگ برگهای وسط و بالایی برگها سبز تیره و در مقابل نقاط سبز متمایل به زرد در پهنه برگ ظاهر می‌شوند. علائم شاخص کمبود منگنز در گیاه خیار گلخانه‌ای شامل:

سبز ماندن رگ برگها از وسط به سمت قسمت های خارجی برگ و توسعه یکنواخت رنگ سبز رنگ پریده تا زرد در سایر قسمت‌های برگ (شکل زیر).



شکل ۱۱- کمبود منگنز در خیار گلخانه‌ای

۷ رفع کمبود

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، محلول‌پاشی برگ‌گی سولفات منگنز با غلظت ۱۰۰ گرم در ۱۰۰ لیتر کمبود منگنز را کنترل می‌کند. برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک، کاربرد محلول غذایی با غلظت ۰.۳ میلی‌گرم در لیتر منگنز کمبود را کنترل می‌کند.

۷ کمبود آهن

آهن برای تولید کلروفیل و فعال‌سازی چند آنزیم موثر در فتوسنتز و تنفس گیاه نیاز می‌باشد. کمبود آهن بیشتر در خاک‌های قلیایی و آهن‌کم مشاهده می‌شود و در شرایط آهنک زیاد، زهکشی فقیر و غلظت بالای یونهای فلزی در خاک یا محلول غذایی کمبود آهن تشدید می‌شود. آهن قابل استفاده در اسیدیته بالای ۷ کاهش می‌یابد، همچنین سمیت منگنز کمبود آهن را تشدید می‌کند و باعث توسعه یکنواخت رنگ پریدگی و ایجاد سبز متمایل به زرد در جوان‌ترین برگ‌ها می‌شود، و سایر برگ‌ها سبز تیره باقی می‌مانند. در ابتدا رنگ برگ‌ها سبز و ایجاد یک فرم شبکه مانند می‌نمایند، اگر کمبود تشدید شود رنگ برگ‌های فرعی کم رنگ شده و خصوصاً اگر برگ‌ها در معرض نور خورشید باشند سرانجام می‌میرند. علائم شاخص کمبود آهن در گیاه خیار گلخانه‌ای شامل:

- ظهور اولیه رنگ سبز روشن در برگ‌های جوان همراه با ظهور شبکه گسترده سبز رنگ برگ‌ها (شکل زیر)

- جوان‌ترین برگ‌ها دارای رنگ سبز روشن تا زرد (شکل سمت چپ و وسط) و در شرایط کمبود شدید

رنگ برگ‌های فرعی ناپدید و زرد روشن تا سفیدی برگ‌های جوان (شکل وسط)

نسبت به برگ سالم (شکل سمت راست). رفع کمبود آهن از طریق محلول‌پاشی ترکیبات معدنی آهن نظیر سولفات آهن ممکن است دوام مطلوبی نداشته باشد برای همین منظور

معمولا توصیه میشود از کلات آهن EDDHA که پایداری بیشتری دارد اس تفاده شود .
مصرف زیاد کلات آهن موجب بروز کمبود منگنز در گلخانه ها می شود.



شکل ۱۲- علائم کمبود آهن در برگ خیار گلخانه ای

✓ رفع کمبود

زهکشی و هوا دهی خوب خاک برای قابل استفاده شدن آهن مناسب است برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی محلول پاشی برگی سولفات آهن با غلظت ۱۵۰ گرم در لیتر کمبود آهن را کنترل می کند، اما اگر محلول پاشی تداوم نیابد علائم کمبود باقی میماند. اما اصلاح مشکلات فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر طولانی مدت در کنترل کمبود دارد برای کنترل زردبرگی ناشی از غیر فعال شدن آهن می بایست pH را با مصرف اسید در آب آبیاری به طوری موقت کاهش داد یا از کلات آهن EDDHA به میزان ۴ تا ۵ کیلوگرم در هکتار استفاده نمود.

✓ کمبود روی

کمبود روی موجب کاهش رشد ریشه و گلدهی در بوته خیار شده و کمبود آن مریستم انتهایی گیاه را مختل می کند و موجب رخ کوری می شود. علائم در روی گیاه مانند رزت شدن و مثلثی شدن برگ های خیار می شود. کمبود روی با محلولپاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار به راحتی برطرف می شود.



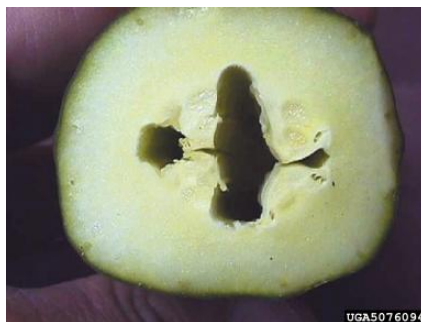
شکل ۱۳- کمبود روی در بوته خيار گلخانه‌ای

✓ کمبود بور

تامین بور مورد نیاز گیاهان نیازمند به توجه بیشتری می باشد زیرا محدوده بین کمبود و سمیت آن کم می باشد. برای مثال، در خیارهای کوچک غلظت مطلوب بور در برگ ۳۰ تا ۷۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک می باشد، اما علائم کمبود در کمتر از ۲۰ میکروگرم بر گرم و علائم سمیت در بیشتر از ۱۰۰ میکروگرم بر گرم ظاهر می شوند. بور نمی تواند از برگهای مسن به طرف بافتهای جوان حرکت کند، از اینرو برای رشد نرمال گیاه جذب ریشه ای نیاز می باشد. بور در تنظیم توسعه سلولها و کرده افشانی مهم می باشد. کمبود بور تشکیل دانه و توسعه میوه را متاثر می کند.

کمبود بور باعث ایجاد علائم کمبود در برگ و میوه می شود. علائم اصلی برگگی کمبود بور شامل کج شدگی برگهای جدیدتر (در کمبود شدید نقاط رشد می میرند) و ظهور زردی گسترده حاشیه ای در کناره های مسن ترین برگها می باشد. میوه های جوان نارس مانده و یا می میرند که معمولا نسبت نارسها بیشتر می باشد. علائم کمبود بور روی میوه های رسیده مشخص بوده و شامل کوچک ماندن میوه و ظهور رگه های منقوط زرد رنگ در طول میوه ها می باشد و نیز باعث توسعه علائم چوب پنبه ای (شوره مانند یا سفید رنگ) در سطح پوست می شوند، این علائم در شدید ترین حالت نزدیک انتهای میوه می باشند . توسعه و

تکامل میوه‌های دچار کمبود باعث ایجاد میوه‌های مخروطی قوس شکل می‌شود. همچنین در میوه‌های دچار کمبود سهم گوشت میوه به دانه بیشتر می‌باشد.
تذکره: علائم شوره مانند و کج‌شدگی شدید میوه ناشی از تریپس با علائم کمبود بور اشتباه نشود.
علائم شاخص کمبود بور در گیاه خیار درختی شامل:
- توسعه رنگ زرد در حاشیه برگ‌های مسن تر (شکل برگ سمت چپ و بالا) و کج‌شدگی و خالدار شدن برگ‌های جوان (شکل سمت راست)
- میوه نارس (شکل بالا)، پیچ خورده و دارای خراشیدگی (شکل وسط و پایین)



شکل ۱۳- پوک شدن در اثر کمبود بور در میوه خیار گلخانه‌ای

- نسبت زیاد گوشت به دانه و ظهور پوست چوب پنبه‌ای در میوه دچار کمبود (شکل پایین)
نسبت به میوه سالم (شکل بالا)



شکل ۱۴- کمبود بور در روی پوست میوه خیار گلخانه‌ای

- رگه‌های زرد خالدار (شکل سمت چپ و وسط) و توسعه ظاهر چوب پنبه‌ای و شوره مانند روی پوست (شکل سمت راست) در جهت طول میوه

✓ رفع کمبود

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، هنگام کنترل کمبود بور باید دقت ویژه‌ای به غلظت مصرف کودهای بور نمود، زیرا بور در غلظت های پایین نیز در اغلب گیاهان سمیت ایجاد می کند در هر حال محلول بلشی برگگی قابل توصیه می باشد و در صورت استفاده خاکی بطور کامل پخش نمائید.

در خاکهای دچار کمبود بور کاربرد ۱۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار قبل از کشت کمبود بور را کنترل می کند و یا در صورت محلول پاشی برگگی کاربرد محلول اسید بوریک با غلظت ۱/۵ در هزار کمبود بور را کنترل می کند.

۴-۳-۵- سمیت عناصر تغذیه ای

✓ کوددهی زیاد (شوری زیاد)

گیاه خیار به کوددهی زیاد حساس می باشد، زیرا کوددهی زیاد باعث افزایش شوری خاک و سمیت خصوصا ناشی از نیتروژن می شود. رشد گیاهان در خاک یا محیط کشت شور (هدایت الکتریکی بالا) متوقف و ظاهر برگهای آنها سبز تیره، غیر شاداب، چرمی شکل و پژمرده مانند می شوند همچنین یک نوار باریک زرد رنگ در حاشیه برگها ظاهر می شود. تحت شرایط شور رشد برگها متاثر و به شکل فنجان رو به پایین نمایان می - شوند. بعد از یک تنش آبی شدید، برگهای مسن تر بطور یکنواخت به صورت سبز رنگ پریده متمایل به زرد ظاهر و بافتهای کوچک مرده به سمت داخل برگ توسعه می یابند. اگر منبع آب آبیاری اصلاح شود فقط یک نوار سبز رنگ پریده در حاشیه برگها نمایان می شود، علائم شاخص سمیت کوددهی زیاد در گیاه خیار درختی شامل:

- پژمردگی برگها، ظهور رنگ سبز تیره و فنجانی شدن برگها به سمت پایین (شکل زیر)



شکل ۱۵- علائم شوری در روی برگ خیار گلخانه‌ای در کشت هیدروپونیک

-چرمی شدن برگها همراه با ظهور نوار زرد رنگ در حاشیه برگها (شکل زیر)



شکل ۱۶- علائم برگ سوزی در اثر شوری خاک در برگ خیار

✓ رفع سمیت

جهت تخلیه نمک‌های اضافی خاک و یا محیط‌های کشت، باید ابتدا با آب شیرین آنها را آبخویی و سپس برنامه کوددهی را مطابق با نیاز گیاه اصلاح نمود.

✓ زیادبود نیتروژن

مصرف زیادی نیتروژن باعث توقف رشد، کوتاه شدن فاصله میان گره‌ها، سخت و ضخیم شدن ساقه‌ها، ایجاد توده‌ای از پیچک‌ها، کوتاه شدن ساقه‌های جانبی، کاهش گلدهی و کوچک شدن میوه‌های گیاهان می‌شود، همچنین باعث فنجان‌ی شدن برگ‌های میان سال و

مسن تر به سمت پایین و پژمرده شدن آنها در شرایط گرم می شود. در این شرایط سوختگی برگها عادی می باشد. نقاط شفاف بین رگ برگها یا در حاشیه برگها سپس تبدیل به رنگ زرد و در نهایت قهوه ای می شوند. علائم شاخص سمیت مصرف زیادی نیتروژن در گیاه خیار درختی شامل :

پژمردگی و فنجانی شدن برگهای مسن تر به سمت پایین و وجود سطوح زرد و قهوه ای سوخته در برگهای پایین تر (شکل زیر).



شکل ۱۷- تخلیه برگ در اثر عدم جذب مواد در اثر شوری

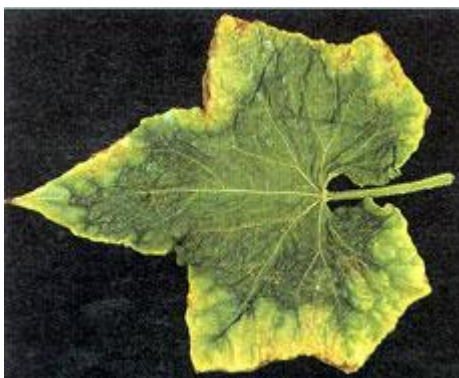
✓ رفع سمیت

جهت تخلیه نیتروژن اضافی خاک و یا محیطهای کشت، باید ابتدا با آب شیرین آنها را آبیاری و سپس برنامه کوددهی را مطابق با نیاز گیاه اصلاح نمود.

✓ سمیت کلر

گیاه خیار حساسیت متوسطی به کلر دارد. نمکهای کلر عموماً در خاک یا آب زیر زمینی وجود دارند، همچنین کلر در کودها نظیر کلرید پتاسیم وجود دارد لذا در شرایط شور

نباید از این کودها استفاده نمود سمیت کلر باعث کاهش توان گیله سبب زردی و سوختگی حاشیه برگها و ریزش آنها قبل از بلوغ میشود. لذا تعیین مقدار سدیم و کلر موجود در آب و خاک تحت کشت خیار قبل از کشت خیار ضروری است علائم شاخص سمیت کلر در گیاه خیار درختی شامل نواری از لبفت سبز رنگ پریده در اطراف و حاشیه برگها همراه با سوختگی حاشیه برگ ناشی از وجود ۳ درصد کلر در بافت برگ آلود (شکل زیر).



شکل ۱۸- علائم مسمومیت کلر در برگ خیار

✓ رفع سمیت

جهت تخلیه کلر خاک و یا محیطهای کشت، باید ابتدا آب شیرین آبیاری نمود. شناسایی منابع کلر و مصرف پلکانی آن بر تظرف شدن مشکل ادامه یابد همچنین باید بطور منظم کیفیت آب و شوری خاک آزمایش شوند با شوری متوسط می تواند برای آبیاری محصولات کشت شده در خاک استفاده شود به شرط اینکه آبیاری در شب انجام شود و آبیاری حجم زیادی آب مصرف شود البته جهت کاهش شوری باید آبیاری منظم با آب شیرین انجام شود

✓ سمیت بور

گیاه خیار به مقدار اضافی بور خیلی حساس می باشد عموماً ترکیبات بور در علف کشها استفاده می شوند سمیت بور باعث زرد شدن بین رگ برگها و مسن تر می شود و این

بطور سریع به صورت نقاط کوچک مرده قهوه‌ای رنگ توسعه می‌یابد و سرانجام با پیوستن آنها به یکدیگر نواحی بزرگ با بافت مرده را تشکیل می‌دهند. همزمان، برگهای جوان تر زرد رنگ شده و به شکل پیچ خورده نمایان می‌شوند. شاخص سمیت بور در گیاه خیار درختی شامل ظهور زردی مابین رگ برگها و در ادامه تبدیل به نکروز (شکل سمت چپ) و توجه به نقاط کوچک نکروزه قهوه‌ای (شکل وسط) و سطوح بزرگ بافت مرده (شکل سمت راست).



شکل ۱۹- علائم سمیت بور در برگ خیار گلخانه‌ای

✓ رفع سمیت

کنترل مسمومیت بور سخت تر از کمبود آن می‌باشد. مشکل سمیت بور در کشت خاکی محصولات معمولاً با کاربرد بدون ملاحظه آن ایجاد می‌شود. زمانیکه این مشکل ایجاد شد، شستشوی خاک با آب شیرین تحت فشار باعث خروج مقادیر بور اضافی خاک می‌شود اگر از بور اکس در سطح خاک استفاده می‌شود، مطمئن شوید که تمام کلوخه‌های کود خرد و کاملاً پخش شده باشد در غیر این صورت توزیع نامناسب باعث افزایش غلظت آن در کنار ریشه گیاه می‌شود. همچنین هنگام استفاده از کودهای حاوی بور دستور مصرف کارخانه تولید کننده به دقت مطالعه شود.

✓ سمیت منگنز

گیاه خیار به زیادی منگنز حساس نیست و علائم سمیت زمانی که غلظت منگنز در بافت بالا باشد ظاهر می شود. سمیت منگنز در مسن ترین برگها با ظهور نقاط کوچک قهوه ای قرمز رنگ بیشمار مابین رگ برگها و روی دمبرگ تشخیص داده می شود در این حالت بافت اطراف این نقاط زرد و در برگهای مسن تر رنگ پریده و دچار پیری زودرس می شوند. سمیت منگنز کمبود آهن را تشدید می کند. علائم شاخص سمیت منگنز در گیاه خیار درختی شامل: ظهور نقاط قهوه ای قرمز رنگ بیشمار مابین رگ برگها و دمبرگ (شکل زیر).



شکل ۲۰- علائم مسمومیت منگنز در برگ خیار

✓ رفع سمیت

مشکل سمیت منگنز در کشت خاکی محصولات مربوط به شرایط اسیدی و یا آب ماندگی می باشد، لذا استفاده از آهک، اصلاح سیستم زهکشی و آبیاری منظم باعث اصلاح زیادی منگنز می شود.

✓ سمیت روی

سمیت روی باعث ظهور سبز متمایل به زرد رنگ پریده در برگهای جوان تر می شود. در سمیت شدید، ظهور نقاط قهوه ای روشن بسیار کوچک بین رگ برگها در برگهای جوان تر، پژمرده شدن برگهای منس تر و ظهور سبز روشن در همه برگها امکان پذیر می باشد

علائم شاخص سمیت روی در گیاه خیاردرختی شامل پیچیدگی برگهای مسن تر (شکل سمت چپ) و ظهور رنگ سبز رنگ پریده و نقاط ریزقهوه ای روشن مابین رگ برگها در برگهای جوان (شکل سمت راست).



شکل ۲۱- علائم سمیت روی در برگ خیار گلخانه‌ای

✓ رفع سمیت

در محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک، سمیت روی ناشی از آلودگی آب مصرفی می‌باشد. تماس پیوسته محلولهای غذایی با لوله‌ها و لوازم گالوانیزه باعث ایجاد سمیت روی در گیاهان حساس تحت کشت می‌شود. ظرفهای کشت و سیمهای گالوانیزه منابع دیگر احتمال ایجاد سمیت روی می‌باشند.

● منابع مورد استفاده

- ۱ - بای‌بوردی، ا. م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. اثربخشی منابع و مقادیر فراتر از حد بحرانی کودهای پتاسیم در بهبود عملکرد پیاز، گوجه فرنگی و پنبه در آذربایجان شرقی، نشریه ترویجی . انتشارات فنی معاونت ترویج. وزارت جهاد کشاورزی. تهران.
- ۲ - سالاردینی، ع. ۱۳۶۵. حاصلخیزی خاک، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- ۳ - سیلسپور، م و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۴. مصرف عناصر کم‌نیاز (ریزمغذی‌ها) در محصولات سبزی و صیفی گامی مؤثر در افزایش عملکرد و ارتقاء سلامت جامعه مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

- ۴ - ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با مصرف بهینه کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج. ایران.
- ۵ - ملکوتی، م. ج.، ا. بایوردی و ج. طباطبایی. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود، گامی مؤثر در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت و کاهش آلاینده‌ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقاء سلامت جامعه. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
- ۶ - نورقلی‌پور، ف و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. نقش پتاسیم در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات فنی معاونت ترویج. وزارت جهاد کشاورزی. تهران.
- 7- Benton Jones, J. Jr. (1998) *Plant Nutrition Manual*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 149 p. Approximately 50.
- 8- Bergman, W. (1992) *Nutritional Disorders of Plants*. Gustav Fischer Verlag Jena, New York. p.386.
- 9- Brady, N.C. (1984) *The Nature and Properties of Soils*. 9th Edition. Macmillan Publishing Company. New York. 750 p.
- 10- Cresswell, G. and L. James. (2004) *Nutrient disorders of greenhouse Lebanese cucumbers*. Agfact H8.3.3
- 11- Faust, J.E and Will, E. (1999) *Plant nutrition and fertilizer for Greenhouse Production*. Ornamental Horticulture and landscape Design.
- 12- Fertilizer Guidelines (EB104). Single copy is free.
- 13- Foth, H.D. and B.G. Ellis. 1997. *Soil Fertility*. 2nd Ed. CRC Press. Boca Raton, Florida. 29۰ p.
- 14- Gerber, J. M. (1985) *Plant growth and nutrient formulas*. p 58. In: A. J. Savage (ed.). *Hydroponics Worldwide: State of the art in soilless crop production*. Int'l Ctr. for Special Studies, Honolulu, Hawaii.
- 15- Havlin, J.L. et al. (1999) *Soil Fertility and Fertilizers*, 6th Edition Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 499 p. Approximately \$100.
- 16- Hochmuth, G. 1994. *Plant petiole sap-testing guide for vegetable crops*. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 1144.
- 17- Hochmuth, G. J., and A. G. Smajstrla. 1997. *Fertilizer application and management for micro (or drip) irrigated vegetables in Florida*. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 1181.
- 18- Hochmuth, G. J., and E. A. Hanlon. 1995. *IFAS standardized fertilization recommendations for vegetable crops*. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ. 1152. Hochmuth, G. 1996. *Commercial vegetable fertilization guide*. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 225D.
- 19- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. *A summary of N, P, and K research with celery in Florida*. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-751 (11 pp.).
- 20- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. *A summary of N, P, and K research with muskmelon in Florida*. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-754 (11 pp.).
- 21- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. *A summary of N, P, and K research with pepper in Florida*. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-753 (16 pp.).

- 22- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with lettuce in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-756 (22 pp.).
- 23- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with caret in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-757 (15 pp.).
- 24- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with cabbage in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-750 (9 pp.).
- 25- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with cucumber in Florida. Fla. Coop. Ext. Fact Sheet HS-752 (18 pp.).
- 26- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with sweet corn in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-758 (14 pp.).
- 27- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with a tomato in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-759 (21 pp.).
- 28- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with watermelon in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-755 (19 pp.).
- 29- Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with radish in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-755 (19 pp.).
- 30- Hoefl R.G., E.D. Nafziger, R.R. Johnson, and S.R. Aldrich. (2000) *Modern Corn and Soybean Production*. MCSP Publications. Champaign, IL. 353p.
- 31- <http://landresources.montana.edu/28> Fertilizer Facts summarizing fertilizer findings and recommendations based on field research conducted in Montana by Montana State University personnel.
- 32- <http://www.ag.ohio-state.edu/~ohioline/b472/fertile.html> *Information on macronutrients and micronutrients*. Has plant analysis and soil testing information. Source: Ohio State University.
- 33- <http://www.agr.state.nc.us/cyber/kidswrld/plant/nutrient.htm> a nice concise summary of each of the essential elements. Source: North Carolina Department of Agriculture.
- 34- Huchmuth, G and K. Cordasco. 2001. A summery of N and K researh with muskmelon in Florida.University of FLORIDA. Cooperative Extantion service. Institute of Food and Agriculture Science.
- 35- Jakse, M and R. Mihelic. 1997. The influence of organic and mineral fertilization on vegetables growth and N availability in soil. International workshop on Ecological Aspects of Vegetables Fertilization in Integrated crop Production. Cayro. Egypt.
- 36- Kamprath, E. 2000. Relevance of soil testing to agriculture and environment. Council for Agriculture Science and Tecnology, No: 15.
- 37- Lorbeer, S.L. J. Jacobsen, P. Bruckner, D. Wichman, and J. Berg. (2000) *Capturing the genetic protein potential in winter wheat*. Fertilizer Fact Number 23. July 2000. Montana State University Extension Service and Agricultural Experiment Station.
- 38- Marschner, H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Ed. Academic Press. London. 889 p
- 39- MSU Extension Publications (add \$1 for shipping) from: P.O. Box 172040 Bozeman, MT 59717-2040
- 40- MSU weekly Agronomy notes by Dr. Jim. *Management and over 300 Agronomy Notes total answering real life questions from producers, extension agents, and consultants.*

- 41- Papadopoulos.,A.P. (1991) *Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media*. Agriculture and Agri-Food Canada Publication 1902/E
- 42- Scaife, A. and Turner, M. (1983). *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants. Vol. 2. Vegetables*. (Robinson, J.B.D., Ed), HMSO, London. pp96.
- 43- Sparks, D.L. (1995) *Environmental Soil Chemistry*. Academic Press. San Diego. 267p.
- 44- Tamson, B and K. Parswell. 2003. Symptoms of potassium deficiency in vegetables crops. Fertilization Knowledge. No: 3.
- 45- Western Fertilizer Handbook. 8th Edition. (1995) *Soil Improvement Committee. California Fertilizer Association*. Thomson Publications. 351 p. (westernfertilizerhb.htm) \$35. including shipping