

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب

مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در خیار گلخانه ای

نویسندگان

مجید بصیرت، استادیار بخش تحقیقات، شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه
سید علی غفاری نژاد استادیار بخش تحقیقات، شیمی، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه
محسن سلسیپور عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران
حمید ملا حسینی عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

نام کتاب :مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه خیار گلخانه ای
نویسندگان : مجید بصیرت، سید علی غفاری نژاد ، محسن سلسیپور ، حمید ملا حسینی

ویراستار علمی :فرهاد مشیری

ناشر :موسسه تحقیقات خاک و آب

صفحه آرایي : شیرین اسدزاده

طرح روی جلد :

چاپ اول :سال 1395

شمارگان -- :نسخه

قیمت -- :

شابک..... :

نشانی :کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بلوار امام خمینی(ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب،
026، نمابر 31785-36203502-36210121 ،:، تلفن - 5 :کدپستی 3177993545 ،:، صندوقپستی 311 :

web Add: <http://www.swri.ir> Email: info@swri.ir

پیشگفتار

توسعه گلخانه ها و کشت متراکم یکی از راهبرد های بخش کشاورزی در مواجهه با کمبود منابع آب و افزایش بهره وری و سلامت محصول می باشد، از اینرو تولید سبزی های گلخانه ای مانند خیار، گوجه فرنگی، فلفل و میوه هائی نظیر توت فرنگی و نشاء سبزیجات رو به فزونی است، حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه به عنوان بستر اصلی تولید از اهمیت ویژه ای برخوردار است چراکه این محصولات عمدتاً نیاز غذایی بالایی داشته و محصول زیادی در واحد سطح تولید می نمایند، نیاز غذایی بالا موجب کاهش سرعت به تعادل رسیدن عناصر غذایی در گیاه و ظهور علائم کمبود و یا بیش بود خواهد بود. از طرف دیگر مصرف بیش از اندازه و نامتعادل کود یکی از دلایل اصلی کمبود عناصر غذایی و بروز نارسایی های تغذیه ای در گلخانه های کشور است. عدم تعادل در کوددهی بیشتر در گلخانه های کشت خاکی مشاهده می شود اما در گلخانه های مجهز به کشت بدون خاک یا هیدروپونیک نیز شایع است. از طرفی به دلیل کاهش کیفیت آب آبیاری و مصرف موضعی و زیاد کودها در گلخانه های سبزی، شوری ناشی از تجمع نمک های کودی و املاح محلول در آب آبیاری مشکلات زیادی ایجاد نموده و موجب کاهش پتانسیل تولید را در گلخانه ها می گردد. بنابراین انتخاب رقم مناسب، عمل به آزمون خاک قبل از کشت ضروری بوده و کوددهی بایستی براساس آزمون های منظم خاک، تجزیه گیاه و مشاهده علائم ظاهری گیاه تحت نظارت متخصص صورت پذیرد.

بدین منظور معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی تدوین برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه محصولات مهم گلخانه ای و راهنماهای لازم برای هر محصول را به موسسه تحقیقات خاک و آب سپرد. در این راستا موسسه تحقیقات خاک و آب با برگزاری هم اندیشی با متخصصان این حوزه و با بهره گیری از نتایج تحقیقات گذشته و دانش به روز جهانی مجموعه ای کاربردی تهیه نموده است. در این مجموعه سعی شده است، اطلاعات نسبتاً کاملی از علم تغذیه و نقش عناصر پرنیاز و کم نیاز در ارتقاء کمی و کیفی محصول گلخانه ای بیان گردد. علاوه بر این در این مجموعه به عوامل متعدد تاثیر گذار در جذب و انتقال عناصر غذایی بحث شده تا تولید کنندگان بتوانند با بهینه سازی نهاده کود، کارایی مصرف کودها را افزایش داده و عوارضی نظیر شوری و مسمومیت خاک و بستر را رفع نموده و میزان آلاینده ها را در محصول مصرفی که از نگرانی های اصلی مصرف کنندگان در کشور می باشد، کاهش دهند.

امید است با اتکا به عزم ملی کلیه دست اندرکاران در اجرای توصیه های مندرج در این مجموعه گردآوری شده که همانا ارتقاء کمی و کیفی تولید، حفظ حاصلخیزی خاک، مصرف بهینه کود، حفظ سلامت جامعه و محیط زیست می باشد، بیش از پیش تحقق یابد.

کامبیز بازرگان

رئیس موسسه تحقیقات خاک و آب

1-1-1	مقدمه	1
1-1-1	معرفی محصول	1
2-1-1	مراحل رشد و نمو	3
3-1-1	شرایط اقلیمی	4
4-1-1	شرایط خاک و آب	4
5-1-1	نیاز آبی و آبیاری	5
1-5-1	کیفیت آب آبیاری	6
2-5-1	آلاینده ها و عناصر سمی	8
3-5-1	اسیدی کردن آب آبیاری	8
4-5-1	PH و قلیایی شدن	8
5-5-1	اسیدی کردن آب آبیاری راهی مناسب برای از بین بردن اثر منفی بیکربنات	9
6-1-1	حساسیت خیار گلخانه ای به شرایط محیطی و عناصر غذایی	10
1-6-1	شوری و علائم و اثرات آن بر ساختار رویشی و زایشی گیاه	11
2-1-1	آماده کردن خاک	13
1-2-1	بستر کشت هیدروپونیک	13
1-1-1-2	بسترهای کشت مصرفی	14
1-1-1-2	بسترهای طبیعی کشت	14
2-1-1-2	بسترهای کشت آلی	14
2-1-2	خصوصیات بستر کشت	15
1-2-1-2	خصوصیات فیزیکی بسترهای بدون خاک	15
2-2-1-2	خصوصیات شیمیایی بسترهای بدون خاک	15
3-2-1-2	عناصر غذایی تشکیل دهنده بسترهای بدون خاک	16
4-2-1-2	ظرفیت تبادل کاتیونی بسترهای کشت	16
5-2-1-2	PH	18
2-2-1	انواع سیستمهای کشت بدون خاک	19
3-1-1	نیاز غذایی در کشت خیار گلخانه ای	21

21	1-3- قبل از کشت
21	2-3- بعد از انتقال نشاء
21	3-3- زمان گل‌دهی
25	4- آزمون خاک
25	1-4- نمونه‌برداری از خاک
26	2-4- تجزیه برگ
27	5- منابع مواد غذایی
27	1-5- انواع کودهای آلی و میزان مورد نیاز در کشت خیار گلخانه ای
28	2-5- انواع کودهای شیمیایی مورد استفاده در خیار گلخانه ای
29	1-2-5- کودهای فسفاته مورد استفاده در کود آبیاری
30	2-2-5- کودهای پتاسیمی مورد استفاده در کود آبیاری
30	3-2-5- کودهای کلسیمی و منیزیمی مورد استفاده در کود آبیاری
31	4-2-5- کودهای محلول در آب
32	5-2-5- کودهای با حلالیت کم
32	6-2-5- برچسب‌های کود
32	1-6-2-5- آنالیز عناصر غذایی
33	2-6-2-5- شکل نیتروژن
34	3-6-2-5- پتانسیل اسیدی یا بازی کود (PH)
34	3-5- کود های بیولوژیک
34	1-3-5- مایه تلقیح ازتوباکتر
34	2-3-5- باکتریهای حل کننده فسفات (PSM) و باکتریهای محرک رشد (PGPR)
35	6- روش های مناسب مصرف کود در کشت خیار گلخانه‌ای
35	1-6- کود آبیاری
35	2-6- تغذیه برگ (برگپاشی)
35	7- توصیه های منطقه ای و خاص
35	1-7- استان تهران

36.....	1-1-7- شوری آب آبیاری.....
36.....	2-1-7- قلیائیت آب آبیاری.....
36.....	3-1-7- بیش بود فسفر.....
37.....	4-1-7- کمبود عناصر کم نیاز در برگ.....
37.....	2-7- منطقه جیرفت و کهنوج.....
37.....	8- نسبت کودی خیار گلخانه های بر اساس مراحل فنولوژیکی رشد.....
37.....	9-تشخیص اختلالات تغذیه‌ای.....
38.....	1-9-تشخیص علایم ظاهری.....
39.....	2-9- کمبود عناصر پر نیاز.....
39.....	1-2-9- کمبود نیتروژن.....
40.....	2-2-9- رفع کمبودنیتروژن.....
40.....	3-2-9- کمبود فسفر.....
42.....	4-2-9- رفع کمبود فسفر.....
42.....	5-2-9- کمبود پتاسیم.....
44.....	6-2-9- رفع کمبودپتاسیم.....
44.....	7-2-9- کمبود کلسیم.....
46.....	8-2-9- رفع کمبود کلسیم.....
46.....	9-2-9- کمبود منیزیم.....
47.....	10-2-9- رفع کمبود منیزیم.....
48.....	3-9- کمبود عناصر غذایی کم نیاز.....
48.....	1-3-9- کمبود منگنز.....
48.....	2-3-9- رفع کمبود منگنز.....
48.....	3-3-9- کمبود آهن.....
49.....	4-3-9- رفع کمبود آهن.....
50.....	5-3-9- کمبود روی.....
50.....	6-3-9- کمبود بور.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
52	9-3-7- رفع کمبود بور
53	9-3-8- کمبود مس
53	9-4-4- سمیت عناصر غذایی
53	9-4-1- سمیت نیتروژن
54	9-4-2- رفع سمیت نیتروژن
55	9-4-3- سمیت فسفر
55	9-4-4- سمیت کلر
56	9-4-5- رفع سمیت کلر
56	9-4-6- سمیت بور
57	9-4-7- رفع سمیت بور
58	9-4-8- سمیت منگنز
58	9-4-9- رفع سمیت منگنز
58	9-4-10- سمیت روی
59	9-4-11- رفع سمیت روی
59	9-5- سمیت فلزات سنگین
60	10- منابع مورد استفاده

فهرست جداول

عنوان

صفحه

جدول 1- تاثیر PH محیط کشت بر جذب مواد غذایی در گیاهان.....	9
جدول 2- کاهش میزان قلیائیت تا حد تقریباً $PH=5/8$	10
جدول 3- نسبت C/N در مواد بستری مختلف.....	16
جدول 4- ظرفیت تبادل کاتیونی در بسترهای مختلف کشت.....	17
جدول 5- PH بسترهای کشت مختلف.....	19
جدول 6- مقایسه نتایج تجزیه برگی تیمارهای مختلف بستر کاشت (بصیرت، 1393).....	21
جدول 7- میزان عناصر غذایی برای انواع کشت خیار بسته به میزان عملکرد پیش بینی شده.....	22
جدول 8- توصیه کودهای مورد نیاز کشت خاکی خیار گلخانه‌ای تحت آبیاری قطره‌ای در کشت بهاره.....	23
جدول 9- توصیه کودهای مورد نیاز کشت خاکی خیار گلخانه‌ای تحت آبیاری قطره‌ای.....	24
جدول 10- فرمول غذایی برای خیار در کشت بدون خاک.....	24
جدول 11- استانداردهای مورد استفاده در تفسیر نتایج برگ خیار گلخانه‌ای.....	26
جدول 12- خصوصیات کودهای فسفاته در کود آبیاری.....	29
جدول 13- راهنمای تشخیص عمومی‌ترین اختلالات تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای.....	39

- شکل 1- سطح برگ نشان دهنده شرایط محیطی، تغذیه و آبیاری مناسب می باشد، شوری و مسمومیت خاک یکی از دلایل مهم نمو سطح برگ می باشد..... 2
- شکل 2 - حذف میوههای جوان برای تقویت بوته (راست)..... 3
- شکل 3- انتقال نشاء خیار در محل اصلی (کشت در بستر بدون خاک خیار)..... 4
- شکل 4- آبیاری با حجم و عمق مناسب در محل ریشه موجب توسعه ریشه شده و شوری را از محل ریشه به عقب میراند..... 10
- شکل 5- علایم شوری و خسارت آن بر روی خیار گلخانه ای..... 11
- شکل 6- آثار شوری در لبه (راست) و پهنک(چپ) برگ خیار گلخانه ای..... 12
- شکل 7- مواد آلی هوموسی شده..... 14
- شکل 8- مخلوط کوکوپیت و پرلیت..... 14
- شکل 9- کشت در کیسه های دو رنگ (گرو بک) خیار محتوی بستر کوکوپیت و پرلیت..... 20
- شکل 10- بستر کوکوپیت و پرلیت برای کشت خیار گلخانه ای (بصیرت، 1391)..... 20
- شکل 11- مقایسه بستر کشت کوکوپیت با کمپوست پوست چوب و ضایعات سرشاخه خرما..... 20
- شکل 12- تولید خیار گلخانه ای در بستر کمپوست پوست چوب در ظرف کارتن پلاست..... 20
- شکل 13- تجمع نمکها (کودها) در سطح خاک موجب تفسیر غلط نتایج تجزیه خاک می شود..... 25
- شکل 14- استفاده از کود دامی کمپوست نشده خطر شیوع بیماری ها را افزایش داده و اثر چندانی در حاصلخیزی خاک در گلخانه ندارد، کمپوست کردن خواص بیولوژیک کود را افزایش داده و شوری آنرا کاهش می دهد..... 28
- شکل 15- مقایسه اثر اوره فسفات با مونو آمونیم فسفات در زود رسی و گلدهی خیار..... 28
- شکل 16- نحوه اختلاط کودها در تانک های کود..... 31
- شکل 17- تنظیم EC و PH قبل و بعد از کودآبیاری به منظور جلوگیری از خسارت نمک و گرفتگی قطره چکانها و فراهمی بهتر کودها در محیط خاک صورت میگیرد..... 32
- شکل 18- ضعف تغذیه و سقط میوه در خیار گلخانه ای..... 38
- شکل 19- کمبود نیتروژن در میوه خیار گلخانه ای..... 40
- شکل 20- کور شدن و سقط میوههای جوان خیار در اثر کمبود فسفر..... 41

شکل 21- پرگل شدن بوته در اثر مصرف زودهنگام و زیاد فسفر.....	41
شکل 22- علایم کمبود فسفر در بوته خیار گلخانه‌ای.....	42
شکل 23- بدشکلی میوه خیار در اثر کمبود پتاسیم.....	43
شکل 24- زرد شدن حاشیه برگ در اثر کمبود پتاسیم در خیار.....	43
شکل 25- علایم کمبود کلسیم در برگ خیار.....	45
شکل 26- بدشکلی انتهایی میوه ناشی از کمبود کلسیم و شوری خاک.....	46
شکل 27- علایم کمبود منیزیم در برگ خیار گلخانه‌ای.....	47
شکل 28- کمبود منگنز در خیار گلخانه‌ای.....	48
شکل 29- علایم کمبود آهن در برگ خیار گلخانه‌ای.....	49
شکل 30- کمبود روی در بوته و برگ خیار گلخانه‌ای.....	50
شکل 31- پوک شدن در اثر کمبود بور در میوه خیار گلخانه‌ای.....	51
شکل 32- کمبود بور در روی پوست میوه خیار گلخانه‌ای.....	52
شکل 33- کمبود مس در برگ و بوته خیار گلخانه‌ای.....	53
شکل 34- تخلیه برگ در اثر عدم جذب مواد در اثر شوری.....	54
شکل 35- سمیت نیتروژن در برگ خیار.....	55
شکل 36- علایم مسمومیت کلر در برگ خیار.....	56
شکل 37- علایم سمیت بور در برگ خیار گلخانه‌ای.....	57

1- مقدمه

کشت خیار گلخانه‌ای در سالیان گذشته توسعه زیادی پیدا کرده است. شاید عمده‌ترین محصول گلخانه‌ای کشور در حال حاضر خیار گلخانه‌ای باشد. از 8000 هکتار سطح زیرکشت تقریبی گلخانه‌های کشور بخش عمده آن به کشت خیار اختصاص یافته است. کشت خیار در ایران عمدتاً به شکل خاکی می‌باشد و از کشت هیدروپونیک آن استقبال نشده است. دلایل این امر یکی هزینه‌بر بودن و دیگری مدیریت تغذیه آن می‌باشد. در عین حال عملکرد در کشت خوب خاکی و هیدروپونیک، زیاد متفاوت نیست. اما در سالهای گذشته به دلیل کمبود آب، استفاده از آب تصفیه شده در گلخانه‌ها، شور شدن و مسمومیت خاکها و آلوده شدن بستر گلخانه‌ها به پاتوژن‌هایی نظیر نماتد، باعث شده برخی تولید کنندگان به فکر تولید خیار به روش هیدروپونیک باشند. حسن روش هیدروپونیک کنترل بیشتر می‌باشد اما دقت و مهارت بیشتری نیاز دارد. در عین حال می‌توان عوارضی مانند نماتد و گل جالیز را براحتی کنترل کرد.

1-1- معرفی محصول

خیار (*Cucumis sativus*) به خانواده Cucurbitaceae (کدوئیان) تعلق دارد که بومی آسیا و آفریقا بوده و حدود 3000 سال است که در این مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرد. این خانواده یکی از خانواده‌های مهم گیاهی است که شامل 90 جنس و 750 گونه می‌باشد. جنس *Cucumis* شامل تقریباً 40 گونه است که دو گونه مهم آن خیار و طالبی هستند. سایر گیاهان خانواده کدوئیان شامل هندوانه، کدو و کدو تنبل می‌باشند. خیار گیاهی است تک پایه که گل‌های نر و ماده روی یک گیاه قرار دارند. ارقام خیار گلخانه‌ای از نوع بکر بارور و ماده گل هستند. بوته‌های خیار گلخانه‌ای تولید گل‌های ماده می‌نمایند و این ارقام به نام گل ماده معروف می‌باشند. به دلیل ماده بودن گل در این ارقام راندمان در آنها بسیار بالاست. خیار گیاهی یک ساله و علفی و دارای ساقه خزنده و پوشیده از خارهای نازک و خشن است. ساقه خیار رونده است. برگ خیار ساده و بزرگ (20-40 سانتیمتر) و دارای زاویه و دندانه‌دار می‌باشد و دم‌برگ 20-7 سانتیمتری دارد که شامل پنج بخش است که بخش مرکزی بزرگ‌ترین آنهاست. در هر گره یک برگ وجود دارد. برگ‌های خیار در واقع مهمترین اندام در نشان دادن عوارض تغذیه‌ای هستند (شکل 1). هر نوع تغییر رنگ، عدم رشد کافی، نازک شدن یا خشبی شدن بافت برگ

نشان از سوء تغذیه و مشکلات این چنینی است. به طور مثال با افزایش ضریب هدایت الکتریکی محیط ریشه، میزان خشبی شدن برگها افزایش می‌یابد و بالعکس با افزایش رطوبت نسبی و کاهش شوری محیط ریشه بافت برگ نرم‌تر و لطیف‌تر خواهد شد.



شکل 1- سطح برگ نشان دهنده شرایط محیطی، تغذیه و آبیاری مناسب می باشد.
شوری و مسمومیت خاک یکی از دلایل مهم نمو سطح برگ می باشد

از هر گره (غیر از سه گره اول) یک پیچک (Tendrill) از پایه دم‌برگ ظاهر می‌شود که وظیفه این پیچک‌ها کمک به صعود گیاه است گل‌ها و میوه‌ها در گره‌ها ظاهر می‌شوند. یکی از نشانه‌های رشد بی‌عیب بوته خیار، پیچک‌ها هستند. هر چه تعداد و رشد پیچک‌ها مناسب‌تر باشد، نشان از سلامت غذایی و ایده‌آل بودن شرایط محیطی نظیر رطوبت نسبی است. بسته به نوع رقم و شرایط محیطی، گل‌ها ممکن است از گره‌های ابتدایی شروع به ظهور کنند. ارقام خیار گلخانه‌ای پارتنوکارب هستند و میوه‌های بدون بذر تولید می‌کنند. گل‌های آن زرد رنگ است. شکل میوه بسته به نوع و نژاد ممکن است کوچک یا دراز باشد. اندازه، شکل و رنگ میوه خیار بسته به رقم متفاوت است. میوه خیار گلخانه‌ای معمولاً بلند و باریک است و پتانسیل عملکرد بالایی دارد. میوه خیار مثل سایر گیاهان خانواده کدوئیان حاوی مقدار زیادی آب است به طوریکه در حدود 95% وزن تر آن را آب تشکیل می‌دهد. عمق ریشه اصلی ممکن است تا یک متر برسد اما در کشت‌های گلخانه‌ای معمولاً بیشترین تراکم ریشه در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری و در اطراف تاج بوته می‌باشد. در مجموع سیستم ریشه‌ای آن فشرده و باریک است. ریشه‌های فرعی افقی

به طور وسیع توسعه می‌یابد و تولید شبکه‌ای از ریشه‌های فرعی می‌کند که در 30 سانتیمتری سطح خاک تجمع پیدا می‌کند. بعضی ریشه‌های فرعی به سمت پایین رشد کرده و سیستم ریشه‌ای عمیق‌تری را بوجود می‌آورد که همراه با افزایش سن گیاه وظیفه ریشه اصلی را انجام می‌دهند.

1-2- مراحل رشد و نمو

رشد رویشی خیار شامل دو مرحله است. در مرحله اول ابتدا رشد مستقیم صورت می‌گیرد که با ظهور اولین برگ‌های واقعی آغاز می‌شود و با ظهور گره پنجم و یا ششم خاتمه می‌یابد. مرحله دوم رشد رونده است که از گره ششم به بعد شروع می‌شود. بعد از آن شاخه‌های جانبی از محور اصلی ظاهر می‌شود و ساقه اصلی به رشد خود ادامه می‌دهد.



شکل 2 - حذف میوه‌های جوان برای تقویت بوته (راست)
و ضعف تغذیه و سقط میوه در خیار گلخانه‌ای (چپ)

معمولا خیار گلخانه‌ای در مواجهه با تنش خشکی زود به گل رفته و گل‌های زیادی تولید می‌کند. در ارقام پرگل این مسئله قدری مشکل آفرین است چرا که در زمانی که عمداً به بوته تنش داده می‌شود تا سیستم ریشه آن توسعه کافی یابد، مشاهده می‌گردد که پس از آبیاری، بوته به گل می‌نشیند. این مسئله در زمانی که سطح برگ کافی برای بوته خیار ایجاد نشده موجب تولید خیارهای جوان زیاد شده و در نهایت موجب سقط میوه شده و باعث ضعف گیاه جوان می‌شود (شکل 2). بنابراین ارقام پر گل نایبستی چندان دچار تنش خشکی شوند.



شکل 3- انتقال نشاء خیار در محل اصلی (کشت در بستر بدون خاک خیار)

3-1- شرایط اقلیمی

این گیاه برای رشد، به رطوبت نسبی 85%-80 نیاز دارد. رطوبت نسبی مورد نیاز و ایده آل برای خیار بویژه در زمان تولید، 70% می باشد. خیار در مقابل سرما حساس است و عاداتی شبیه گیاهان نیمه گرمسیری دارد. حداقل دما برای جوانه زدن بذر خیار 12 درجه سانتیگراد و برای رشد و نمو بالای 10 درجه سانتیگراد می باشد. جوانه زدن خیار در دمای بالاتر از 12 درجه سانتیگراد شروع می شود ولی جوانه زدن در دمای 20 الی 25 درجه سانتیگراد با سرعت بیشتر و طی مدت کوتاه تری انجام می شود. مناسب ترین دما برای خیار 20-25 درجه سانتیگراد است که تا 30-32 هم مناسب رشد طبیعی خیار است. کاهش دما به زیر 18 درجه سانتیگراد رشد خیار را کند می کند به طوریکه در پایین تر از 10 درجه سانتیگراد رشد سریعاً کند شده و در دمای نزدیک به صفر درجه سانتیگراد فعالیت بوته ها به کلی متوقف شده و در صورت ادامه به خاطر سرمازدگی، بوته ها از بین می روند. خیار به شدت نور زیادی نیاز ندارد.

4-1- شرایط خاک و آب

مناسب ترین خاک برای خیار گلخانه ای از نظر بافت، خاک های با بافت سبک بویژه بافت لوم شنی و شنی و شوری کمتر از 4 دسی زیمنس بر متر، ESP کمتر از 6 و pH کمتر از 8/5 می باشد. همچنین شوری آب آبیاری باید کمتر از 1400 میکروزیمنس بر متر، SAR آن کمتر از 6 تا 7 و pH کمتر از 8 باشد. اگر چه خیار در شوری های بالاتر از این رشد و نمو می کند اما به حداکثر توان تولید نخواهد رسید.

1-5- نیاز آبی و آبیاری

حداکثر عملکرد خیار با آبیاری کافی و در زمان مناسب بدست می‌آید. هر بوته خیار می‌تواند تا سه لیتر آب در روز مصرف کند. خیار ریشه‌های باریکی دارد و در تمام مراحل رشد به رطوبت زیاد خاک نیاز دارد. در زمان تشکیل میوه و رشد میوه‌ها، تامین رطوبت کافی الزامی است. هدف از آبیاری فراهم کردن آب کافی برای ریشه تا حدی است که مانع رسیدن اکسیژن به ریشه‌ها نشود. برای آبیاری نباید منتظر پژمرده شدن گیاه بود. بسته به نوع خاک و شرایط رشد حدودا 25 تا 50 میلی‌لیتر آب در هفته برای رسیدن به بهترین کیفیت خیار نیاز است. میزان نیاز آبی خیار گلخانه‌ای در حدود 5000 متر مکعب در هکتار است. دور آبیاری به محیط رشد، شرایط آب و هوایی و سن گیاه بستگی دارد. در شروع مرحله رشد، آبیاری سبک یک تا دو بار در روز کافی است اما در مرحله گل‌دهی و تشکیل میوه میزان نیاز به آب به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. آبیاری غیر منظم بویژه طی مرحله گل‌دهی و رسیدن میوه‌ها کیفیت میوه را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. pH آب آبیاری نیز مهم است. pH نهایی محلول غذایی فراهم شده برای گیاه باید بین 5/5 تا شش باشد. اگر pH بالای هفت باشد از اسید نیتریک، سولفوریک یا فسفریک برای تنظیم آن استفاده می‌شود. اگر منبع آب به دلیل وجود بی‌کربنات قلیایی باشد باید قبل از اضافه کردن کودهای شیمیایی pH آن تنظیم شود تا مانع رسوب املاح شود. سیستم آبیاری قطره‌ای از سایر سیستم‌های آبیاری مناسب‌تر است، زیرا می‌تواند رشد گیاه را با تنظیم فراهمی آب و مواد غذایی کنترل کند. سیستم آبیاری قطره‌ای سبب کاهش رطوبت نسبی در گلخانه می‌شود، زیرا تمام سطح خاک آبیاری نمی‌شود. در مناطقی که آب آبیاری با کیفیت مناسب کم است این سیستم آبیاری منجر به کارایی مصرف آب زیادتر می‌شود که در نتیجه سبب صرفه جویی در مصرف آب می‌شود. در اغلب موارد از قطره چکان‌های روی خط استفاده می‌شود که دبی دو لیتر در ساعت دارند و برای هر گیاه یک قطره چکان در نظر گرفته می‌شود. اما در مورد خیار به دلیل باریکی و فشردگی سیستم ریشه ای از قطره چکان چهار لیتر در ساعت استفاده می‌شود که منجر به حرکت بیشتر آب می‌شود که معمولا باعث هدر رفت آب، شیوع پوسیدگی ریشه و هدر رفت کودها می‌شود. حتی بهتر است که از دو قطره چکان دو لیتر در ساعت برای هر بوته استفاده شود. قطره چکان‌های کوچک در طول ردیف گیاه نیز استفاده شده‌اند که منجر به رشد مناسب ریشه، اندام هوایی و تولید گیاه شده است. استفاده از قطره چکان‌ها یا نوارهای آبیاری با دبی 1/6 لیتر

در ساعت نیز مناسب است و فقط زمان آبیاری را طولانی می‌کند اما بهره‌وری بهتری دارد. اما اگر این سیستم به طور صحیح مدیریت نشود می‌تواند منجر به آبیاری بیش از حد و بروز بیماری‌ها در اثر رطوبت زیاد و خیس بودن ساقه گیاه شود. راه دیگر استفاده از نوارهای تیپ پلی‌اتیلنی است که سوراخ‌های ریز با فاصله 10 سانتیمتر دارند. این سیستم سطح بیشتری از خاک نسبت به سیستم قطره‌ای را آبیاری می‌کند، اما رطوبت نسبی را همانند قطره چکان‌های کوچک بالا نمی‌برد. اگر چه این نوارها خیلی گران قیمت نیستند اما طول عمر کوتاهی دارند و برای گلخانه‌های خیلی بزرگ انتخاب خوبی به حساب نمی‌آیند و نمی‌توان بیش از یکبار از آنها استفاده نمود. طول نوار تیپ‌ها نباید از 35 متر بیشتر باشد و در صورتی که خطوط کاشت دارای طولی بیشتر از مقدار فوق باشد باید لوله تغذیه کننده آب در اواسط قرار گیرد و نوار تیپ‌ها از دو طرف آن منشعب گردد یا سیستم آبیاری از طول تقسیم‌بندی شود تا تمام قسمت‌های سالن با فشار مناسب آبیاری شوند. بهتر است در خاک‌های با بافت شنی از دو نوار تیپ استفاده گردد.

1-5-1- کیفیت آب آبیاری

در مناطق خشک مثل شرایط کشور ما، آب‌های آبیاری معمولاً کیفیت نامطلوبی دارند. منظور از کیفیت آب، مطلوب بودن آن برای مصرف است. آب در مواردی از جمله کشاورزی، باغبانی، آشامیدن و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد، در باغبانی چنانچه آب برای پرورش درختان و گیاهان زینتی مناسب باشد، دارای کیفیت مناسبی است. معیارهای ارزیابی کیفیت آب شامل شوری یا مقدار املاح، میزان نسبی سدیم، غلظت کربنات و بی‌کربنات و عناصر سمی می‌باشد.

1- شوری یا مقدار املاح: مقدار شوری و املاحی که در آب آبیاری وجود دارد اگر از یک حد مشخصی تجاوز کند اصطلاحاً آب را شور می‌گویند. آب شور، باعث شور شدن خاک نیز می‌شود.

2- میزان نسبی سدیم: میزان نسبی سدیم آب، نسبت سدیم (Na) به کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) می‌باشد. چنانچه این نسبت بالا باشد آب را سدیمی می‌گویند. آب سدیمی موجب سدیمی شدن خاک نیز می‌شود. SAR یا نسبت جذب سدیمی مهمترین شاخص نشان دهنده بالا بودن نسبت جذب سدیمی است. اثرات قلیائیت خاک از SAR معادل 13 به بالا مشاهده می‌شود اما اثرات مسمومیت سدیم و بروز کمبود کلسیم در ریشه‌ها که معمولاً با

بروز علایم پوسیدگی ریشه است از نسبت 6 یا 7 به بالا بر روی گیاه با کاهش رشد بوته ، ابتلا به بوته میری و بیماری های خاکزاد و سستی سیستم ریشه هویدا می شود. خیار حساسیت ویژه ای به شوری سدیمی آب آبیاری دارد و یکی از موارد بررسی در کیفیت آب آبیاری بررسی این شاخص برای تولید خیار گلخانه ای می باشد.

آب ها از نظر شوری به چهار گروه: C1, C2, C3, C4 طبقه بندی می شوند. کلاس C1، آب هایی هستند که شوری آن ها کمتر از 250 میکروموس بر سانتیمتر باشد. کلاس C4 شامل آن دسته از آب هایی است که بیش از 2250 میکروموس بر سانتیمتر شور هستند که برای کشت خیار گلخانه ای نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد.

از نظر سدیمی بودن آب ها به چهار گروه: S1, S2, S3, S4 طبقه بندی می شوند. گروه S1 آب هایی هستند که نسبت جذب سدیم آنها کمتر از 10 است. هر گروه از این آب ها، محدودیت های خاص داشته و نیازمند به مدیریت خاصی برای آبیاری می باشند. پس شوری و سدیمی بودن دو معیار برای ارزیابی کیفیت آب ها است. برای خیار نسبت جذب سدیمی بایستی به مراتب پایین تر از 10 باشد که دلایل آن در بالا توضیح داده شد.

3- غلظت کربنات و بی کربنات: معیار سوم، غلظت کربنات و بی کربنات آب های آبیاری است. غلظت زیاد کربنات و بی کربنات باعث می شود که این دسته از آب ها برای آبیاری نامناسب شوند و مشکلاتی را ایجاد کنند.

بی کربنات زیاد در آب به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم در تغذیه گیاه اثر دارد. بی کربنات زیاد آب، باعث تسریع سدیمی شدن خاک می شود و در نتیجه مشکلات خاک های سدیمی در تغذیه گیاه را نیز به همراه دارد. در تغذیه گیاه، اثر مستقیم بی کربنات زیاد در آب مهم تر است. بی کربنات زیاد در آب باعث ایجاد اشکال در جذب آهن و روی توسط گیاه می شود. یعنی آب های دارای بی کربنات زیاد موجب تشدید کمبود عناصری مثل آهن و روی در گیاه می شوند. گیاهان زینتی به کمبود آهن حساس هستند و چنانچه بی کربنات آب زیاد باشد کمبود آهن تشدید می شود. کمبود آهن باعث تغییر رنگ برگ ها از سبز به زرد می شود. در برخی از گیاهان ممکن است رنگ برگ کاملاً سفید شده یا رگبرگ ها سبز و بقیه برگ حالت زردی داشته باشد. باید در مصرف آب هایی که بیش از 200 میلی گرم در لیتر بی کربنات دارند احتیاط کرد.

1-5-2- آلاینده ها و عناصر سمی

عامل مهم دیگر در ارزیابی کیفیت آب، عناصر سمی است. در آب‌های مناطق خشک، ممکن است عناصری مثل کالر، سدیم و بور به مقدار زیاد وجود داشته و باعث مسمومیت گیاه شوند. علاوه بر آن، آب‌های آلوده مانند پس‌آب‌های صنعتی دارای عناصر سمی مانند کادمیوم، سرب و نیکل می‌باشند، به نحوی که غلظت این عناصر در آب فراوان است و برای گیاه ایجاد مسمومیت می‌کند. حد مجاز عناصری مانند آلومینیوم، بریلیوم، سلنیوم و نیکل در آب بسیار کم است و اگر از این حد مجاز بیشتر شوند برای گیاه ایجاد مسمومیت می‌کنند.

1-5-3- اسیدی کردن آب آبیاری

آب یک ماده حیاتی در تولید گیاهان می‌باشد و بر اهمیت تجزیه منابع آبی قبل از انجام آبیاری تأکید شده است، ولی در مورد قلیائیت و pH آب آبیاری به بحث بیشتری نیاز است. pH محیط رشد (محلول آبی موجود در خلل و فرج محیط رشد) میزان نسبی مواد غذایی قابل دسترس به ویژه عناصر کم‌مصرف را در گیاهان کنترل می‌کند (جدول 1). pH و قلیائیت آب آبیاری عوامل عمده‌ای هستند که pH محلول غذایی را تغییر می‌دهد. کنترل pH محیط کشت که برای داشتن میزان محصول زیاد لازم است، شاید متضمن تغییراتی در pH و قلیائیت آب آبیاری باشد.

1-5-4- pH و قلیایی شدن

pH محیط کشت در محصولات گلخانه‌ای می‌تواند یک عامل محدود کننده باشد. قابلیت جذب مواد غذایی و به دنبال آن رشد گیاه می‌تواند تحت تأثیر pH محیط کشت و آب آبیاری قرار گیرد. از آنجایی که کیفیت آب آبیاری اثر زیادی روی pH محلول محیط کشت دارد، دانستن مقدار قلیائیت آب و pH آن برای متعادل کردن pH آب لازم است. pH عبارت است از اندازه‌گیری غلظت یون هیدروژن موجود در محلول (این که محلول چقدر اسیدی یا بازی است) که به صورت لگاریتم منفی غلظت یون هیدروژن بیان شده و

واحد آن مول بر لیتر است. دامنه تغییرات pH محلول از صفر (برای اسیدهای قوی و بیشترین غلظت $[H^+]$ تا 14 (برای بازهای قوی و غلظت کم $[H^+]$) می‌باشد. اگر چه pH=7 خنثی است (نه اسیدی نه بازی) ولی مقدار مناسبی برای آب آبیاری یا محلول کشت نمی‌باشد.

اغلب محصولات بهترین رشد را زمانی دارند که pH محیط کشت کمی اسیدی باشد. مثلاً pH=6/2-6/8 برای محیط کشت‌هایی که شامل مقدار کمی خاک معدنی باشد و pH=5/6 برای محیط‌های بدون خاک مناسب می‌باشد.

جدول 1- تاثیر pH محیط کشت بر جذب مواد غذایی در گیاهان

pH بالا	pH پایین
افزایش جذب	افزایش جذب
مولیبدن	آهن
کاهش جذب	منگنز
آهن	روی
منگنز	مس
روی	کاهش جذب
مس	مولیبدن
بور	کلسیم
	منیزیم

1-5-5- اسیدی کردن آب آبیاری راهی مناسب برای از بین بردن اثر منفی بی‌کربنات
تزریق اسید سولفوریک، اسید فسفریک و یا اسید نیتریک به داخل آب آبیاری که pH و قلیائیت بالایی دارد، با کاستن از مقدار بی‌کربنات و کربنات کیفیت آن را بهبود می‌بخشد تا به این ترتیب از افزایش pH محیط در طول زمان جلوگیری شود. برای تعیین دقیق مقدار اسید لازم برای اسیدی کردن آب تا حد رسیدن به pH مطلوب، باید pH و قلیائیت آب آبیاری را بدانیم. جدول 2 مقدار اولیه اسید را که برای تزریق در 1000 لیتر آب لازم است، مشخص کرده است تا به این ترتیب pH تقریباً به 5/8 برسد.

جدول 2- کاهش میزان قلیائیت تا حد تقریباً pH=5/8

اسیدهای مورد استفاده	مقدار اسیدی که به 1000 لیتر آب اضافه می شود تا قلیائیت یک میلی اکی والان در لیتر کاهش یابد	غلظت عناصری که توسط 100 گرم اسید به هر 1000 لیتر آب اضافه می شود
اسید نیتریک (67%)	43/8ml	0/9mg/kg N
اسید فسفریک (75%)	52/7ml	1/7mg/kg P
اسید سولفوریک (35%)	72/5ml	0/66mg/kg S

اسید سولفوریک توصیه شده، را می توان از اغلب فروشگاه های مواد آزمایشگاهی خریداری کرد. برای مثال اگر قلیائیت آب 4 میلی اکی والان در لیتر بوده و pH مورد نظر 5/8 باشد، نیاز است 1/2 لیتر اسید سولفوریک 35% به هر 4546 لیتر آب آبیاری افزوده شود. توصیه می شود به جای اسید نیتریک و اسید فسفریک از اسید سولفوریک استفاده شود، زیرا دارای کاربرد نسبتاً آسان بوده و مطمئن، کم هزینه و در دسترس می باشد.



شکل 4- آبیاری با حجم و عمق مناسب در محل ریشه موجب توسعه ریشه شده و شوری را از محل ریشه به عقب می راند

6-1- حساسیت خیار گلخانه ای به شرایط محیطی و عناصر غذایی

خیار حساسیت ویژه ای به شرایط محیطی دارد که سبب کاهش عملکرد و کیفیت آن می شود. از میان این عوامل می توان به شوری خاک و آب، حساسیت به یون های ویژه مثل کلسیم، منیزیم، سدیم، کلر، پرکلرات، نور، دما، رطوبت و علف کش گلای فوسیت اشاره

کرد. تغییر عمده در هر کدام از این عوامل رشد سبب کاهش عملکرد و کیفیت میوه می‌شود.

1-6-1- شوری و علایم و اثرات آن بر ساختار رویشی و زایشی گیاه

خسارت شوری در اثر هدایت الکتریکی زیاد آب آبیاری، خاک یا محیط رشد و مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی مشاهده می‌شود. خیار به کوددهی زیاد حساس می‌باشد، زیرا کوددهی زیاد باعث افزایش شوری خاک و سمیت عناصر غذایی، بویژه نیتروژن می‌شود. رشد گیاه در خاک یا محیط کشت شور (هدایت الکتریکی زیاد) متوقف و ظاهر برگهای آنها سبز تیره، غیر شاداب، چرمی شکل و پژمرده مانند می‌شود و همچنین یک نوار باریک زرد رنگ در حاشیه برگها ظاهر می‌شود (شکل‌های 5 و 6). تحت شرایط شور رشد برگها متاثر و به شکل فنجان رو به پایین نمایان می‌شوند. بعد از یک تنش آبی شدید، برگهای مسن‌تر بطور یکنواخت به صورت سبز رنگ پریده متمایل به زرد ظاهر و بافت‌های کوچک مرده به سمت داخل برگ توسعه می‌یابند. اگر منبع آب آبیاری اصلاح شود فقط یک نوار سبز رنگ پریده در حاشیه برگها نمایان می‌شود.



شکل 5- علایم شوری و خسارت آن بر روی خیار گلخانه‌ای

عامل اصلی شوری بالای خاک گلخانه‌ها، افزودن مقادیر بسیار زیاد کودهای شیمیایی و آلی به خاک است. این کودها قبل از کاشت به طور مستقیم به خاک افزوده و در مراحل بعدی، از طریق آب آبیاری (کود آبیاری) مورد استفاده قرار می‌گیرند. هر چند که در بعضی از گلخانه‌ها شوری بالای آب آبیاری نیز در شور شدن خاک تأثیر زیادی داشته است. یک نکته مهم در مورد نتایج تجزیه خاک که کمتر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و تأثیر مهمی در شوری خاک دارد، غلظت بالای برخی عناصر غذایی است که به طور مرتب از طریق آب آبیاری به خاک اضافه می‌شود و نهایتاً باعث افزایش شوری در

محل ریشه می‌گردد. نتایج یک مطالعه در استان قم نشان داد که قابلیت هدایت الکتریکی خاک در بیش از نیمی از گلخانه‌ها بسیار بالاتر از آستانه تحمل به شوری (4 دسی‌زیمنس بر متر) بود. جهت تخلیه نمک‌های اضافی خاک و یا محیط‌های کشت، باید ابتدا با آب با شوری کمتر از 2 دسی‌زیمنس آنها را آبشویی و سپس برنامه کوددهی را مطابق با نیاز گیاه اصلاح نمود. برای مقابله با شوری می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد. در مناطقی که آب با شوری پایین در دسترس نیست تناوب کشت گوجه فرنگی بعد از خیار اثر مطلوبی در کاهش شوری خاک و متعادل کردن عناصر خاک دارد به شرطی این که در کوددهی آن نیز دقت به خرج رود در این صورت بخش قابل توجهی از عناصر تجمع یافته به خصوص فسفر و پتاسیم در خاک توسط محصول برداشت می‌شود و برای کشت آبی برای خیار متناسب می‌گردد. آبشویی با آب با کیفیت مناسب برای خروج املاح و نمک‌های اضافی (شکل 4).

تنظیم برنامه کودی به نحوی که بیش از نیاز گیاه کود مصرف نشود.

استفاده از ارقامی که به شوری مقاوم هستند

استفاده از مقادیر توصیه شده کود حاوی پتاسیم (به جز کلرید پتاسیم) با توجه به اینکه پتاسیم توانایی گیاه را در مقابل تنش شوری افزایش می‌دهد.

در صورتی که شوری از نوع سدیمی باشد، کودهای کلسیمی می‌تواند نسبت کلسیم به سدیم را متعادل نماید. معمولاً کلسیم نقش بهتری نسبت به کلسیم در افزایش مقاومت به شوری در خیار ایجاد می‌کند. مناسبترین منبع نیتрат کلسیم برای این منظور می‌باشد.



شکل 6- آثار شوری در لبه (راست) و پهنک (چپ) برگ خیار گلخانه‌ای

2- 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 عکس العمل خوبی به مواد آلی خاک از خود نشان دهد. به دلیل فقر ماده آلی در اکثر خاکها، استفاده از کود دامی پوسیده شده به میزان یک تا دو تن به ازاء هر 1000 مترمربع خاک گلخانه و یا مصرف مطابق آزمون خاک تا سقف 2 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.

اگر خاک محل احداث گلخانه مناسب نباشد می‌توان لایه‌ای از خاک مناسب را بر روی بستر اصلی قرار داد. در منطقه جیرفت و کهنوج استفاده از شن شسته بستر رودخانه مرسوم است اما این شن نیز باید از نظر شوری مورد آزمایش قرار گیرد. همچنین باید دقت شود که خاک اصلی دارای نفوذپذیری قابل قبولی بوده و تسطیح و هموار کردن بستر گلخانه باید به بهترین وجه انجام شود. لوله اصلی تغذیه کننده آب بایستی تقریباً تراز و با شیب ملایمی به طرف انتهای لوله باشد. بستر کاشت در بافت‌های سنگین تر از شنی بین 10 تا 20 سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرار گیرد. بستر کاشت تقریباً تراز و با شیب ملایم به طرف انتهای خط کاشت باشد و سطح رویی بستر کاشت به صورت جوی در آورده شود. در گلخانه‌هایی که چند سال از احداث آنها می‌گذرد، قبل از شروع فصل کاشت باید اقدام به تهیه نمونه خاک و آزمایش آن از لحاظ شوری نمود تا اگر شوری در اثر مصرف بی‌رویه کود بالاست، اقدام به آبشویی خاک شود. جهت انجام آبشویی، بستر گلخانه را کرت بندی کرده و آب به ارتفاع حدوداً 30 سانتی‌متر را درون کرتها وارد می‌کنیم. میزان آب مصرفی بسته به میزان شوری و بافت خاک بستر دارد.

آبیاری باید تا رسیدن شوری خاک به کمتر از 4 دسی‌زیمنس بر متر ادامه یابد. بعد از پایان مرحله آبشویی باید خاک از لحاظ عناصر غذایی مورد آزمایش قرار گیرد. جهت کاهش شوری بستر همچنین می‌توان بستر کاشت را در تابستان زیر کشت گیاهی مثل لوبیا برد.

2-1- بستر کشت هیدروپونیک

منظور از کشت هیدروپونیک، رشد گیاه در گراول، شن یا محیط‌های مصنوعی بدون خاک است. کشت‌های بدون خاک در مقایسه با کشت خاکی نیاز بیشتری داشته و حساسیت بیشتری به تنش عناصر غذایی دارد و تعادل بین عناصر غذایی در این کشت‌ها

بسیار مهم است، این کشت‌ها در جایی که خاک مناسب کشت محصول وجود نداشته باشد و یا وقتی بیماری یا سایر عوامل کشت خاکی را غیر ممکن می‌کند، استفاده می‌شود. بسترهای غیر خاکی مثل کوکوپیت، پرلیت، پشم سنگ، ورمیکولایت، شن، خاک اره و پیت نتایج خوبی در پرورش خیار داده‌اند. مخلوط‌های حاوی ماده آلی زیاد نیز می‌توانند در این مورد استفاده شوند.

2-1-1-1- بسترهای کشت مصرفی

2-1-1-1-1- بسترهای طبیعی کشت:

بدست آمده از ترکیبات معدنی یا خاک معدنی بدون انجام تیماری خاص یا با انجام عملیات فیزیکی مثل سرند یا غربال کردن مانند شن، گراول و پوکه معدنی بسترهای تیمار شده یا تغییر شکل داده فیزیکی یا شیمیایی؛ مانند رس‌های متورم، پرلیت که از ترکیبات سیلیسی در دمای 1000 درجه سانتیگراد بدست می‌آید یا ورمی‌کولیت که سیلیکات آمونیوم منیزی می‌آید است، پشم سنگ که مخلوطی از ترکیبات بازالتی، سنگ آهک و زغال حرارت داده شده در دمای 1600 درجه سانتیگراد می‌باشد. بقایای کشاورزی و صنعتی؛ مانند خرده‌های سفال، انواع زغال و لئوناردایت و بیوچار



شکل 8- مخلوط کوکوپیت و پرلیت



شکل 7- مواد آلی هوموسی

2-1-1-2- بسترهای کشت آلی

منابع طبیعی آلی؛ مانند انواع پیت، خزه اسفاگونوم، خزه، جگن، سوزن کاج و خاک برگ (شکل 7)

ترکیبات مصنوعی آلی: مانند پلیمرهای آلی تجزیه ناپذیر که از مکانیسم‌های پلیمریراسیون تولید می‌شوند مانند پلی‌استرن، اوره فرمالدئید و فوم‌های پلی‌اورتان، بقایا و محصولات فرعی تولیدات صنعتی و کشاورزی آلی، بایستی قبل از مصرف حتماً کمپوست شوند. مانند بقایای چوبی و سلولزی درختان، ضایعات فرآوری شده چوب خرما، پوست چوب فرآوری شده، پوست برنج کربونیزه شده، کود حیوانی، خاک اره، فیبرهای نارگیل، زباله شهری و لجن فاضلاب.

2-1-2- خصوصیات بستر کشت

2-1-2-1- خصوصیات فیزیکی بسترهای بدون خاک

- قدرت نگهداری مناسب آب به طوری که گیاه بتواند از آن به راحتی استفاده نماید.
- ظرفیت نگهداری بالای هوا در شرایط تنش غرقابی
- توزیع مناسب اندازه ذرات تشکیل دهنده به طوری که دو مورد بالاتر را به خوبی تامین نماید.
- وزن مخصوص پائین و سبک
- تخلخل بالا برای تامین تهویه مناسب
- ضریب هدایت هیدرولیکی بالا (نفوذپذیری آب مناسب) برای زهکشی سریع
- از لحاظ فیزیکی طوری باشد که بتواند گیاه را نگه‌دارد (بدون قیم)
- حجم ثابتی داشته باشد یعنی به مرور زمان دچار پوسیدگی، تجزیه سریع و یا متراکم نشود.

2-2-1-2- خصوصیات شیمیایی بسترهای بدون خاک

- ظرفیت تبادل کاتیونی بالا
- داشتن حداقل سطحی از عناصر غذایی و توانایی تامین آن برای گیاه
- ظرفیت بافری و تأمین و حفظ pH مناسب برای هر گیاه
- شوری پائین (حداقل مقدار نمک)
- بسترهای آلی بایستی نسبت C/N پائینی داشته و در مقابل فعالیت میکروبها مقاومت خوبی داشته باشند.

برخی از این خصوصیات برای تمام بسترها وجود ندارد، اما امکان این وجود دارد که با آبیاری و کوددهی مناسب برخی از نقص‌های آنها را جبران نمود. گیاهان می‌توانند در بسترهای حاوی ترکیب آلی تشکیل دهنده، رشد و نمو کنند اما معمولاً بسترهای تجاری

از مخلوط دو یا چند ترکیب بستری تولید می‌شوند تا به یک شرایط مناسب از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برسند که در این صورت در هزینه‌های کود و آب صرفه جویی بعمل می‌آید (شکل 8).

2-2-3- عناصر غذایی تشکیل دهنده بسترهای بدون خاک

نسبت C/N و غلظت نیتروژن

مواد آلی تازه مانند کود حیوانی، تجزیه پذیر توسط ریزجانداران هستند. ریز-جانداران برای عمل تجزیه نیاز به نیتروژن دارند. نسبت C/N در ریزجانداران بین 5 تا 30 است (Chen و Inbar, 1985). وقتی نسبت C/N در محیط یا بستر کشت در این محدوده قرار داشته باشد خودبخود عمل تجزیه میکروبی متوقف می‌شود (جدول 3). تجزیه میکروبی در نسبت C/N بالا موجب تثبیت نیتروژن محیط توسط ریزجانداران می‌شود، بنابراین ممکن است کمبود نیتروژن برای گیاه اتفاق افتد.

جدول 3- نسبت C/N در مواد بستری مختلف (Verdonck, 1983) و بصیرت (1393)

نسبت C/N	مواد بستری
75-110	پوست تازه چرب
30-40	کمپوست پوست چوب سخت
30-40	کمپوست پوست چوب نرم
± 50	انواع پیت
± 25	اشغال کاج
50-80	لجن فاضلاب
72	کوکوپیت
22	کمپوست پوست چوب
14	کمپوست ضایعات سر شاخه خرما

2-2-4- ظرفیت تبادل کاتیونی بسترهای کشت

ظرفیت تبادل کاتیونی عبارتست از مقدار کل کاتیونهای قابل تبادل که مواد یا خاک می‌توانند در یک pH مشخص آنها را جذب کنند. این خصوصیت نقش مهمی را در فراهمی عناصر غذایی در محیط ریشه بازی می‌کند. در این صورت یونهای جذب شده روی سطوح منفی باردار می‌توانند از شستشو حفظ شوند و در زمان نیاز جذب گیاه شوند. ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب میلی‌اکی‌والان در واحد وزن بیان می‌شود. ظرفیت تبادل

کاتیونی بسترهای آلی بسته به pH بسیار متفاوت است (جدول 4). مثلاً ظرفیت تبادل کاتیونی مواد هیومیکی در بسترهای آلی مانند پیت با افزایش pH به ازای هر واحد می تواند تا 0/3 میلی اکی والان در هر گرم افزایش یابد. در مقایسه، ظرفیت تبادل کاتیونی رس تنها با pH حدود 0/044 میلی اکی والان در گرم تغییر می کند (Helling و همکاران، 1964).

Abad و همکاران (2002) مقدار بهینه CEC را برای بسترهای کشت بسته به تواتر کود آبیاری تعریف کردند. در شرایط کود آبیاری متواتر¹ یعنی یک یا چند بار در روز، ظرفیت تبادل کاتیونی بستر کشت تاثیر معنی داری ندارد. بنابراین مواد بستری خنثی یا بدون ظرفیت تبادل کاتیونی می تواند استفاده شود. اما در کود آبیاری غیر متواتر و بدون زمانبندی مشخص بهتر است که از بستر کشت با CEC بالا یا متوسط یعنی بالاتر از 0/2 میلی اکی والان در گرم استفاده شود.

جدول 4- ظرفیت تبادل کاتیونی در بسترهای مختلف کشت (Verdonck, 1983).

ظرفیت تبادل کاتیونی (میلی اکی والان در 100 گرم ماده خشک)	بستر کشت
140	پیت - اسفاگونوم (fusum)
110	پیت - اسفاگونوم (papillosum)
90	پیت - اسفاگونوم (Cuspidatum)
110	پیت - اسفاگونوم (Sedge)
130	پیت - اسفاگونوم
80	پیت - خزه
160	پیت سیاه
150	ورمی کمپوست
100	مونت موریلوینت
40-50	پوست درخت (چوب تازه)
70-80	کمپوست چوب
120-140	ضایعات پیت کاج
70-80	ضایعات نارگیل
107	تازه
120	3-4 ماهه
150	3-4 ساله

1- pulse

pH - 5-2-1-2

گیاهان حتی در محیط‌های کشت بدون خاک در محدوده وسیعی از pH از 4 تا 8 می‌توانند رشد کنند، اما به‌هرحال در محیط‌های خیلی اسیدی و خیلی بازی دچار مشکلاتی شده و با عوارض زیادی مواجه می‌شوند. pH محیط بر روی فراهمی عناصر غذایی تاثیر بسزایی دارد، هم‌چنین روی ظرفیت تبدلی کاتیونی و فعالیت بیولوژیک بستر نیز تاثیر دارد. گیاهان کشت شده در بسترهای بدون خاک نیاز به یک مدیریت ویژه دارند. این مدیریت برتر بایستی pH را نیز تحت کنترل داشته باشد تا بیشترین بهره‌وری بدست آید. در pH های بالا (یعنی بیشتر از 7/5 تا 8)، فراهمی آهن، فسفر، منگنز، بور، روی و مس برای گیاهان کاهش می‌یابد و در مقابل در pH های پائین‌تر از 5 کمبود نیتروژن، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در گیاه بروز می‌کند. در این حالت افزایش حلالیت عناصر فلزی نظیر منگنز موجب مسمومیت‌های گیاهی شدید می‌شود (Roy و همکاران، 2006). مقادیر pH مختلف برای بسترهای تجاری در جدول 5 اشاره شده است.

رعایت برخی نکات در رابطه با مدیریت pH بستر ضروری است. pH پشم سنگ استفاده نشده ممکن است حدود 7-8 باشد که این pH بایستی قبل از استفاده اصلاح شود. این مورد برای پرلیت‌های صنعتی و برخی شن و ماسه‌های کربناته نیز صدق می‌کند. برای اصلاح می‌توان از اسیدی کردن یا اسیدشویی (آب با pH حدود 5 تا 5/5) استفاده کرد. پرلیت‌ها معمولاً آلودگی به ترکیبات فلوراید دارند که برای کشت خیار مسمومیت زیادی ندارد، اما برای گیاهان زینتی نظیر لیلیوم مشکلات زیادی ایجاد می‌کند. اگر غلظت کلسیم و منیزیم در آب آبیاری مورد استفاده زیاد نباشد، بهترین جایگزین برای شوری-زدایی بسترهای مسئله‌دار مثل کوکوپیت، نمک‌های محلول کلسیمی و یا منیزیمی است (Benton Jones، 2005). pH پایین و خنثی در بستر کشت خنثی می‌تواند توسط اسیدی کردن آب یا محلول غذایی بدست آید. میزان اسید تزریقی به محلول غذایی، بستگی به کیفیت آب یا میزان کربنات و بی‌کربنات آب آبیاری دارد.

جدول 5- pH بسترهای کشت مختلف (Verdonck, 1983 و 1981).

pH	بستر کشت
3/9-5/5	1- ضایعات کاج
6-6/8	2- پوست چوب
6/5-7/2	3- پرلیت
± 7/00	4- پشم سنگ
± 7/00	5- ورمیکولیت
5/5	6- پوست چوب تازه
6/5	7- کمپوست پوست چوب سخت
6/7	7- کمپوست پوست چوب نرم
4/0-5/0	9- پیت
7/3-7/6	10- ضایعات میوه نارگیل
5/8	تازه
6/0	3 تا 4 ماهه
6/0	3 تا 4 ساله

2-2- انواع سیستم‌های کشت بدون خاک

در سالیان اخیر کشت بدون خاک از اقبال زیادی برخوردار شده است. آلودگی خاک گلخانه‌ها به انواع بیماری، به‌خصوص نماتد، افزایش مسمومیت عناصر غذایی در خاک گلخانه‌ها به‌ویژه فسفر و پتاسیم و دمای خاک در فصول سرد از مهمترین علل گرایش به کشت بدون خاک خیار گلخانه‌ای است. در این میان انواع سیستم‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. از سیستم گلدانی گرفته تا کارتن پلاست (شکل 12) و استفاده از کیسه‌های پر از مواد بستری به نام گروپگ که معمولا حاوی مخلوطی از کوکوپیت و پرلیت است (شکل‌های 9 و 10). اما از لحاظ اقتصادی سیستم کارتن پلاست به دلیل سادگی، کم‌هزینه بودن و استفاده بیشتر از مواد بستری در ایران موفق‌تر بوده است. کارتن پلاست-ها می‌بایست حاوی مواد مقاوم به نور ماوراء بنفش (UV) باشد. بسترهای مورد استفاده می‌تواند انواع مواد بستری سبک باشد اما مخلوط کوکوپیت، کمپوست چوب، کمپوست ضایعات نخل و سایر مواد سبک نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (شکل‌های 11 و 12). ویژگی‌های این بسترها می‌بایست برای خیار گلخانه‌ای متناسب گردد. به طور مثال این مواد بستری خنثی نبوده و دارای مقادیر متناهی املاح هستند که قبل از استفاده می-

بایست توسط شرکت تامین کننده مورد آنالیز و تیمار مناسب قرار گیرد و گرنه کشت را دچار مشکل می‌نماید.



شکل 10- بستر کوکوپیت و پرلیت برای کشت خیار گلخانه ای (بصیرت، 1391)



شکل 9- کشت خیار در کیسه های دو رنگ (گرو بک) محتوی بستر کوکوپیت و پرلیت (بصیرت، 1388) منطقه ورامین



شکل 12- تولید خیار گلخانه ای در بستر کمپوست پوست چوب در ظرف کارتن پلاست (بصیرت، 1393)



شکل 11- مقایسه بستر کشت کوکوپیت با کمپوست پوست چوب و ضایعات سرشاخه خرما (بصیرت و دهقانی، 1393)

جدول 6- مقایسه نتایج تجزیه برگ‌ی تیمارهای مختلف بستر کاشت (بصیرت، 1393)

مشخصات	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm	B ppm
کوکوپیت - پرلیت	5/16	0/643	4/16	1/25	0/508	78/85	122/3	42/6	14/8	49
ضایعات خرما	5/69	0/727	4/49	1/89	0/491	89/75	80/5	48/6	16/7	52
ضایعات چوب	5/48	0/784	4/28	1/23	0/393	73/55	92/4	30/0	18/8	47

آزمایش مقایسه سه بستر کوکوپیت، کمپوست ضایعات چوب و کمپوست ضایعات سرشاخه خرما بر روی خیار گلخانه‌ای در کشت هیدروپونیک (بصیرت و دهقانی 1393) نشان داد که در شرایط مشابه جذب عناصر غذایی در بستر ضایعات خرما و ضایعات چوب بالاتر از کوکوپیت است، زیرا این دو بستر ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتری نسبت به کوکوپیت دارند. همچنین تفاوت معنی‌داری از نظر انباشت نیترات در میوه خیار در این بسترها مشاهده نشد (جدول 6).

3- نیاز غذایی در کشت خیار گلخانه‌ای

نیازهای کودی خیار گلخانه‌ای بر اساس آزمون خاک و دوره رشد گیاه به طور خلاصه در سه مرحله به شرح زیر تأمین می‌شود (جدول 7).

3-1- قبل از کشت

برای رشد خیار در بستر خاکی و به منظور جبران عناصر غذایی از دست رفته خاک، بر اساس آزمون خاک کودهای پایه قبل از کشت مصرف می‌شوند. یعنی همه فسفر و پتاسیم مورد نیاز و مقدار کمی از نیتروژن، قبل از کشت استفاده می‌شود.

3-2- بعد از انتقال نشاء

در این مرحله به منظور استقرار گیاه همزمان با آبیاری نشاء، از کودهای محلول در آب با توجه به آزمون خاک استفاده می‌شود.

3-3- زمان گل‌دهی

طی فصل رشد، مهمترین عنصر مورد نیاز خیار گلخانه‌ای نیتروژن است. بیشترین نیاز خیار گلخانه‌ای به نیتروژن در زمان گلدهی می‌باشد. این عنصر باید توسط آب آبیاری

در هر آبیاری از مواد کودی محلول تامین شود. کاراترین روش فراهم کردن آب و نیتروژن در کشت خاکی و غیر خاکی از طریق آبیاری قطره‌ای است. استفاده زیاد از این عنصر قبل از دوره گلدهی باعث تأخیر در رسیدن، کاهش گلدهی و عملکرد گیاه می‌شود. پروتئین اصلی گیاهان در دوره رویشی از طریق دو منبع نیتروژن شامل نیتروژن حاصل از تجزیه مواد آلی و کودهای نیتروژن‌دار تأمین می‌شود. در محیط‌های کشت بدون خاک گیاه باید با عناصر غذایی موجود در محلول تغذیه شود.

جدول 7- میزان عناصر غذایی برای انواع کشت خیار بسته به میزان عملکرد پیش بینی شده

سیستم تولید	عملکرد قابل انتظار	نیتروژن N	فسفر P_2O_5	پتاسیم K_2O	منیزیم MgO	کلسیم Cao
در هکتار				کیلوگرم در هکتار		
گلخانه ای مجهز	300	400-500	200-250	800-1000	130	300
کشت مزرعه ای	80	170	130	270		
کشت مزرعه ای	30-40	100	100	200		
کشت مزرعه ای	30	50	40	80		
کشت مزرعه ای	15	47	13	65		

در جدول 11 غلظت مطلوب عناصر غذایی در برگ خیار گلخانه‌ای آورده شده است که نشان دهنده مقدار مطلوب و سمیت این عناصر در خیار می‌باشد. این غلظت کمک می‌کند تا وضعیت تغذیه‌ای را تعیین نموده و شاخص و معیار مناسبی برای کوددهی و ایجاد تعادل عناصر غذایی در برنامه غذایی محصول می‌باشد. معمولاً در طول دوره باید دو تا سه بار اقدام به نمونه‌گیری برگ و تعیین غلظت عناصر نمود (به خصوص برای نیتروژن که افزایش آن موجب تجمع نترات در میوه خیار می‌شود).

جداول 8 و 9 توصیه‌های کودی مورد نیاز کشت خاکی خیار گلخانه‌ای تحت آبیاری قطره‌ای در کشت بهاره و پائیزه را نشان می‌دهد. همراه با کودهای پیشنهادی، مصرف 10 گرم مخلوط کلات عناصر کم مصرف حاوی 7% آهن، 2% منگنز، 1/3% بور، 0/4% روی، 0/1% مس و 0/06% مولیبدن در 1000 لیتر آب آبیاری ضروری می‌باشد (مصرف نمک‌های سولفات روی، منگنز و مس نیز کارایی لازم را دارد). همچنین جهت تنظیم اسیدیته آب آبیاری و خاک اطراف ریشه گیاه در محدوده 5-7/6، متناسب با آنیون‌های کربنات و بی‌کربنات می‌توان از اسیدهای سولفوریک، نیتریک و یا فسفریک نیز استفاده نمود.

قطعا برای توصیه کودی، به آزمون خاک نیاز است. از آنجا که کشاورزان نیاز به راهنمایی برای مصرف کود دارند، جداولی بر اساس نیاز غذایی خیار و با در نظر گرفتن این که کشت در خاک سبک انجام شود در نظر گرفته شده است (جدولهای 8 و 9). این برنامه بدون توجه به غلظت عناصر در خاک در نظر گرفته شده است و فرض بر این است که این عناصر در زیر حد بحرانی (کمبود) در خاک می باشند. بنابراین اگر خاکی غنی از یک یا چند عنصر است بسته به غلظت آن عنصر می بایست از برنامه کم و یا حذف شود. نکته مهم دیگر فصل کشت و شوری آب آبیاری است که اگر کیفیت آب آبیاری پایین باشد نمی توان کود کافی در آن وارد کرد چرا که منجر به شور شدن محیط ریشه می شود. یکی از ضعف های آبیاری قطره ای موضعی بودن آن و امکان تجمع نمک ها در محل ریشه است. بنابراین شوری یا ضریب هدایت الکتریکی خاک در منطقه ریشه می بایست مدام در گلخانه پایش شود. در خیار گلخانه ای این شوری نباید بیش از 3 دسی زیمنس بر متر شود چرا که رفته رفته موجب کاهش عملکرد و در نهایت محدود شدن کیفیت و کمیت محصول می شود.

جدول 8- توصیه کودهای مورد نیاز کشت خاکی خیار گلخانه ای تحت آبیاری قطره ای در کشت بهاره *

شوری آب آبیاری پس از افزایش کود (میلی موس بر سانتی متر)	نیاز آبی هر بوته (لیتر در روز)	*محلول 2 (گرم در 1000 لیتر آب آبیاری)			*محلول 1 (گرم در 1000 لیتر آب آبیاری)			هفته بعد از کاشت
		نیترات	سولفات	منوپتاسیم	نیترات	نیترات	نیترات	
		منیزیم	منیزیم	فسفات	آمونیم	پتاسیم	کلسیم	
کشت بهاره								
1/3	0/4	0	250	1000	0	0	500	1
1/4	0/6	0	250	150	0	350	500	2
		0	250	150	100	500	350	3
1/65	1	0	250	150	150	500	350	4
1/7	1/2	0	250	150	150	550	350	5
1/75	1/6	0	250	150	150	600	350	6
1/8	2	0	250	150	150	650	350	7
1/85	2/2	0	250	150	150	700	350	8
1/85	2/4	0	250	150	150	700	350	9
1/85	2/6	0	250	150	150	700	350	10
1/85	2/8	0	250	150	150	700	350	11
1/65	4	350	0	150	150	600	350	12-17
1/6	5	350	0	150	150	550	350	18-22
1/55	4	350	0	150	150	500	350	23 تا پایان دوره

* اگر مقادیر عناصر توصیه شده بالاتر از حد کفایت باشد مصرف آنها توصیه نمی شود. مقادیر فوق در شرایطی توصیه می گردد که کمبود این عناصر در خاک وجود داشته باشد.

تذکر: 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 راه های افزایش کیفیت و تولید در فصول سرد سال می باشد به شرطی که تنش شوری به گیاه وارد نشود. معمولاً خیار در شوری های بالاتر از 4 دسی زیمنس بر متر دچار تنش می گردد.

جدول 9- توصیه کودهای مورد نیاز کشت خاکی خیار گلخانه ای تحت آبیاری قطره ای

در کشت پائیزه

هفته بعد از کاشت	*محلول 1			*محلول 2			نیاز آبی هر بوته (لیتر در روز)	شوری آب آبیاری پس از افزایش کود (میلی موس بر سانتی متر)
	(گرم در 1000 لیتر آب آبیاری)			(گرم در 1000 لیتر آب آبیاری)				
	نیترات	نیترات	نیترات	سولفات	منوپتاسیم	نیترات		
	کلسیم	پتاسیم	آمونیم	فسفات <td>منیزیم<td>منیزیم<td></td><td></td></td></td>	منیزیم <td>منیزیم<td></td><td></td></td>	منیزیم <td></td> <td></td>		
کشت پاییز								
1	500	0	0	1000	250	500	0/4	1/3
2	500	350	0	150	250	500	0/8	1/4
3	350	500	100	150	250	500	1	1/5
4	350	500	150	150	250	500	1/2	1/65
5-12	350	550	150	150	0	350	3	1/65
13 تا پایان دوره	350	550	150	150	0	350	4	1/6

* غلظت های پیشنهادی محلول های یک و دو، در طول هفته و بصورت مجزا مصرف شوند. از مصرف کود های فوق در خاک هایی که به مقدار کافی از عناصر دارند خودداری گردد.

** همراه با محلول های پیشنهادی بالا در هر هفته، مصرف 10 گرم کود مخلوط کلات عناصر کم نیاز حاوی 7 درصد آهن، 2 درصد منگنز، 1/3 درصد بور، 0/4 درصد روی، 0/1 درصد مس و 0/06 درصد مولیبدن در 1000 لیتر آب آبیاری ضروری می باشد

جدول شماره 10 یک نمونه از فرمول تهیه محلول غذایی در کشت بدون خاک خیار را نشان می دهد.

جدول 10- فرمول غذایی برای خیار در کشت بدون خاک

(1983 Jones و Papadopolous, 2000)

حد اکثر غلظت نهایی عناصر (میلی گرم در لیتر - میلی گرم بر کیلوگرم)											
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Cu	Mn	Zn	Mo
178	50	280	170	38	70	1/2	1/1	0/08	0/4	0/9	0/03
1- غلظت های پیشنهادی نسبی بوده و بسته به کیفیت آب، رقم محصول، فصل و سیستم کشت تا حدی تغییرات دارد.											

4- آزمون خاک

4-1- نمونه برداری از خاک

نمونه‌های خاک گرفته شده از گلخانه باید بیانگر وضعیت کل خاک آن باشد. در غیر اینصورت نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی مفید نخواهد بود. در مورد خیار گلخانه‌ای 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. بهترین موقع نمونه‌برداری وقتی است که زمین گاوری باشد. نمونه خاک بایستی از محل فعالیت ریشه تهیه شود. به‌طور کلی برای محصولات سبزی و صیفی بایستی عمق نمونه‌برداری بین 20 تا 30 سانتی‌متر باشد. معمولاً بعد از کشت روی خاک شوره زیادی تشکیل می‌شود (شکل 13) که نمونه‌برداری از آن صحیح نمی‌باشد و ارقام اشتباهی را ایجاد می‌کند. بهترین زمان برای نمونه‌برداری 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 13- تجمع نمک‌ها (کودها) در سطح خاک موجب تفسیر غلط نتایج تجزیه خاک می شود

2-4 - 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 شود، در آنالیز برگی غلظت عناصر مورد نظر در برگ اندازه‌گیری و بر اساس جداول استاندارد تفسیر می‌شوند و در صورت نیاز مدیریت تغذیه و کوددهی اصلاح می‌شود. مشکل این روش کند بودن آن می‌باشد زیرا اغلب آزمایشگاهها حداقل یک هفته برای اندازه‌گیری و گزارش نتایج نیاز دارند. تجزیه برگ بر پایه نمونه‌گیری از جوان‌ترین برگهای بالغ (با دم‌برگ) در مراحل اولیه گل‌دهی می‌باشد جدول 11 لیست استانداردهای مورد استفاده در تفسیر نتایج تجزیه برگ را نشان می‌دهد.

جدول 11 - استانداردهای مورد استفاده در تفسیر نتایج برگ خیارگلخانه ای (نمونه‌گیری از جوان‌ترین برگ بالغ گیاه همراه با دم‌برگ در مراحل گل دهی)

عناصر	واحد	کمبود	کم ⁺	نرمال	بالا ⁺	زیاد
نیتروژن (N)	%	<1/8	1/8-2/5	2/5-4/5	4/5-6	>6
فسفر (P)	%	<0/2	0/2-0/3	0/3-0/7	0/7-1	>1
پتاسیم (K)	%	<2	2-2/5	2/5-4	4-5	>5
کلسیم (Ca)	%	<1	1-2/5	2/5-5	-	-
منیزیم (Mg)	%	<0/15	0/15-0/3	0/3-1/5	1/5-2/5	>2/5
سولفور (S)	%	-	<0/3	0/3-1	-	-
سدیم (Na)	%	-	-	0-0/35	>0/35	-
کلر (Cl)	%	-	-	0-1/5	1/5-2	>2
مس ⁺⁺ (Cu)	mg/kg	<3	3-8	8-20	20-30	>30
روی ⁺⁺ (Zn)	mg/kg	<15	15-20	20-100	100-300	>300
منگنز ⁺⁺ (Mn)	mg/kg	<15	15-60	60-400	400-500	>500
آهن (Zn)	mg/kg	+++	<50	50-300	-	-
بر (B)	mg/kg	<20	20-30	30-70	70-100	>100
مولیبدن (Mo)	mg/kg	<0/2	0/2-0/5	0/5-2	-	-

⁺نمونه‌های بیابانگر مقادیر کم و بالا علمی و مقادیر سایر ستونها برآورد شده اند

⁺⁺مقادیر مس، 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.

5- منابع مواد غذایی

5-1- انواع کودهای آلی و میزان مورد نیاز در کشت خیار گلخانه ای

مهمترین مسئله در استفاده از کودهای حیوانی و گیاهی عاری بودن آنها از پاتوژنهای بیماری‌زا است. کودهای حیوانی، مرغی و یا گیاهی که درست کمپوست نشده- اند موجب اشاعه آلودگی در گلخانه می‌شوند و خواص مناسبی ندارند. تجزیه سریع کود دامی تازه و یا پوسیده که به طور صحیح کمپوست نشده باشد، در شرایط مرطوب و گرم گلخانه‌ها شدت تهویه خاک را کاهش داده و تخلخل را پایین می‌آورد. در چنین شرایطی ریشه خیار که به کمبود اکسیژن حساس می‌باشد، دچار مشکل شده و پوسیدگی افزایش می‌یابد. بهترین گزینه استفاده از کمپوست بقایای گیاهی است که موجب پایداری بیشتر خاکدانه‌ها و ایجاد شرایط تهویه‌ای مناسب تر در طول دوره می‌شود (شکل 14).

کودهای آلی به موادی اطلاق می‌شود که از لاشه و بقایای حیوانی، گیاهی آنها بوجود آمده باشد. این کودها سه خاصیت مهم در خاک دارند که عبارتند از تغذیه‌ای و شیمیایی، بهبود خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک. منابع مهم این کودها شامل کود گوسفندی، مرغی، گاوی، اسبی، کمپوست، کود سبز، خاک‌برگ و ... می‌باشد.

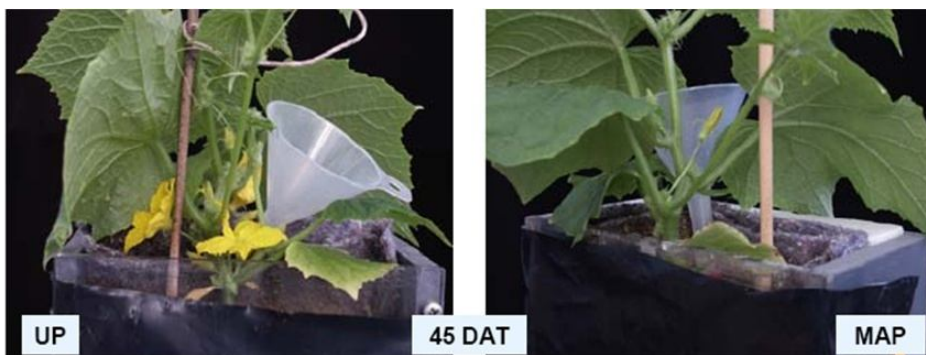
کودهای حیوانی که به عنوان کود قبل از کشت استفاده می‌شوند قسمتی از عناصر غذایی مورد نیاز خیار گلخانه‌ای را فراهم می‌کنند، اما تنها حدود یک سوم نیتروژن و فسفر آنها برای رشد خیار قابل استفاده است. استفاده بیش از حد کودهای حیوانی سبب افزایش شوری خاک شده و مانع رشد گیاه می‌شود. مهمترین منابع کودی مورد استفاده در کشت این محصول کودهای گاوی و مرغی است. میزان مصرف بسته به میزان ماده آلی خاک و سابقه استفاده از این کودها بین 10 تا 20 تن در هکتار می‌باشد (غفاری نژاد 1382). منبع کود آلی در مناطق مختلف بسته به فصل رشد متفاوت است. به عنوان مثال در منطقه جیرفت و کهنوج کود مرغی بر سایر منابع کود آلی ارجحیت دارد.



شکل 14- استفاده از کود دامی کمپوست نشده خطر شیوع بیماری ها را افزایش داده و اثر چندانی در حاصلخیزی خاک در گلخانه ندارد، کمپوست کردن خواص بیولوژیک کود را افزایش داده و شوری آنرا کاهش می دهد.

2-5- انواع کودهای شیمیایی مورد استفاده در خیار گلخانه ای

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



IPI International Symposium on Fertigation; Optimizing the utilization of water and nutrients; Beijing, September 20-24, 2005

شکل 15- مقایسه اثر اوره فسفات با مونو آمونیم فسفات در زود رسی و گلدهی خیار (Romheld و همکاران 2005)

- 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

5-2-1- کودهای فسفاته مورد استفاده در کود آبیاری

کودهای فسفاته بایستی کاملاً محلول باشد. نمکهای پتاسه و آمونیومی، اسید فسفریک از انواع آنها است. اوره فسفات، اسید فسفریک صنعتی و ترکیبات محلول پلی-فسفات نیز جزو این گروه هستند. در جدول 12 خصوصیات کودهای فسفاته در کود آبیاری آورده شده است.

جدول 12- خصوصیات کودهای فسفاته در کود آبیاری

نام	اسید فسفریک	اوره فسفات	مونو پتاسیم فسفات MKP	مونو پتاسیم فسفات اسیدی MKP	مونو آمونیوم فسفات MAP
فرمول	H_3PO_4	$(NH_2)_2CO.H_3PO_4$	KH_2PO_4	$KH_2PO_4.H_3PO_4$	$NH_4H_2PO_4$
pH محلول 1%	0	1/8	4/5	2/2	4/3 - 4/5
$P_2O_5\%$	52-60	44	51/5	60	61
$K_2O\%$	0	0	34	20	0
$N-NH_4\%$	0	17/5	0	0	12

کودهای فسفاته در خیار موجب افزایش سطح ریشه، گلدهی زود هنگام و در صورت مصرف زیاد موجب گلدهی بیش از اندازه بوته خیار می شود، که بعداً موجب ریزش شدید میوه می گردد. تناسب بین سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تنظیم رشد رویشی و زایشی بوته خیار بسیار مهم است. پتاسیم موجب رشد رویشی، افزایش سطح برگ، و درشت شدن میوه می گردد. افزایش بیش از اندازه آن در خاک موجب کمبود کلسیم و منیزیم می شود. به خصوص در کشت هیدروپونیک نسبت بین کلسیم و پتاسیم بسیار مهم است. شکل 15 مقایسه اثر اوره فسفات با مونو آمونیوم فسفات در زود رسی و گلدهی خیار را نشان می دهد.

5-2-2- کودهای پتاسیمی مورد استفاده در کود آبیاری

چهار نوع کود پتاسیمی وجود دارد که در کود آبیاری مصرف عمده دارند. کلرید پتاسیم (KCl) یا موریات پتاسیم (MOP)، سولفات پتاسیم (SOP)، مونو پتاسیم فسفات (MKP) و نیترات پتاسیم (NOP)، اهمیت این کودها علاوه بر میزان پتاسیم و میزان حلالیت آنها مربوط به نوع آنیونی است که همراه آنها می باشد.

کلرور پتاسیم یکی از فراوانترین منابع پتاسیم می باشد. بسیار محلول است و با سایر کودهای نیتروژنه به راحتی مخلوط می شود. به دلیل همراه داشتن کلر در آن محدودیت مصرف در اراضی شور را دارد. همچنین برای برخی محصولات گلخانه ای توصیه نمی شود (Xue و همکاران، 2000).

سولفات پتاسیم (K_2SO_4)، در شرایط شور بسیار مورد استفاده قرار می گیرد. به دلیل حضور آنیون SO_4^{2-} در آن در آبهایی که میزان کلسیم آن بالاست، در کود آبیاری توصیه نمی شود. زیرا سبب تولید گچ ($CaSO_4$) شده و موجب گرفتگی ناز لها می شود. بنابراین در آب های با کیفیت مناسب و درصد پائین کلسیم کاربرد بهتری دارد. مونو پتاسیم فسفات بعنوان یکی از منابع پتاسیم و فسفر است و بیشتر بعنوان کود فسفره شناخته شده است تا کود پتاسه. میزان فسفر مورد نیاز گیاه 0/1 میزان پتاسیم مورد نیاز آن می باشد.

نیترات پتاسیم نیز کود کاملاً محلولی است که حاوی دو عنصر مغذی نیتروژن و پتاسیم است و در دمای بالای $20^{\circ}C$ آب کاملاً محلول است. در هوای سرد شب این کود در مخزن رسوب می کند. بنابراین بایستی توجه داشت که نگهداری این کود در مخازن کود که در محیط با درجه حرارت پائین هستند موجب رسوب آن در کف مخزن می شود.

5-2-3- کودهای کلسیمی و منیزیمی مورد استفاده در کود آبیاری

کود محلول در آب کلسیمی، نیترات کلسیم می باشد که به وفور مورد استفاده قرار می گیرد. برای تامین منیزیم از سولفات منیزیم و بعضاً از نیترات منیزیم نیز استفاده می شود. اگر چه آب آبیاری و خاک دارای مقادیر قابل توجهی از کلسیم و منیزیم می باشند اما به دلیل نیاز بالا، خیار گلخانه ای به کوددهی کلسیم و منیزیم احتیاج دارد. خیار جزو گیاهان منیزیم دوست می باشد.

5-2-4- 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، بستر و دوره رشد گیاه تنظیم می‌شود. معمولاً کودهای محلول در آب قابلیت محلول‌پاشی نیز داشته و در گلخانه نیز محلول‌پاشی مرسوم است.



شکل 16- نحوه اختلاط کودها در تانک های کود

شکل 16 نحوه اختلاط کودها در تانک کود را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تانک A فقط شامل نیترات کلسیم، نیترات پتاسیم و کلات آهن EDDHA می‌باشد. در کشت خاکی و بدون خاک خیار عمده آهن مصرفی به فرم کلات می‌باشد زیرا تنها فرمی که کارایی بالایی دارد و زرد برگ‌ری را برطرف می‌کند همین نوع آهن می‌باشد و سایر منابع آهن نظیر سولفات و نیترات آهن و کلات های EDTA، و کمپلکس های آلی دیگر کارایی چندانی نداشته و زردبرگی زود هنگام مشاهده می‌شود.

برای تأمین روی، منگنز و مس می‌توان از منابع سولفات در کشت خاکی و هیدروپونیک با تنظیم pH استفاده نمود (شکل 17). برای تأمین بور از اسید بوریک و برای تأمین مولیبدن از مولیبدات سدیم و یا مولیبدات آمونیوم می‌توان استفاده نمود.



شکل 17- تنظیم EC و pH قبل و بعد از کود آبیاری به منظور جلوگیری از خسارت نمک و گرفتگی قطره چکان‌ها و فراهمی بهتر کودها در محیط خاک صورت می‌گیرد (عکس از بصیرت، 1387)

5-2-5- 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 که 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 کاربرد دارند.

5-2-6- برچسب‌های کود

اطلاعات برچسب‌های کود در توسعه و تکمیل برنامه تغذیه‌ای گیاهان گلخانه‌ای مفید است و برای تولیدکنندگان دارای اطلاعات خیلی مهمی به شرح زیر می‌باشند:

5-2-6-1- آنالیز عناصر غذایی

آنالیز کود درصد وزنی عناصر تغذیه‌ای 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 ریشه‌دهی بهتر بوته خیار و در زمانی که لازم باشد در گیاه گلدهی القا گردد استفاده می‌شود. کودهای با درصد نیتروژن بالا برای رشد بوته و کودهای با درصد پتاسیم بالا در زمان اوج رشد رویشی و در زمان پر شدن و درشت شدن میوه خیار بسیار مورد نیاز است.

مثال: در کودی با برچسب 15-5-15 داریم:

درصد کل نیتروژن 15 درصد

درصد فسفر برحسب P_2O_5 معادل 5 درصد

درصد پتاسیم برحسب K_2O معادل 15 درصد

5-2-6-2- شکل نیتروژن

نیتروژن در سه شکل نیترات (NO_3^-)، آمونیوم (NH_4^+) و اوره از طریق کودها تأمین می‌شود. شکل نیتروژن، رشد گیاه و اسیدیته محلول بستر را متأثر می‌کند. نیتروژن آمونیومی کمک به رشد شاداب‌تر گیاه و تولید برگ‌های توسعه یافته، ساقه‌های طویل و بلند می‌کند، در حالی که نیتروژن نیتراتی گیاه را به حالت زایشی می‌برد. در شرایط ابری و سرد خاک مصرف نیتروژن به شکل آمونیوم برای گیاه راحت‌تر است چرا که حساسیت ریشه در دمای پایین به غلظت آمونیوم کمتر است. حال آنکه در درجه حرارت بالا استفاده از ترکیباتی با درصد آمونیوم 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 دلیل عدم واکنش نیتریفیکاسیون، غلظت بالای آمونیوم موجب سوختگی گیاه می‌شود. در خیار این مسئله مهم است. شکل نیتروژن در رابطه با فرم سایر عناصر غذایی استفاده شده اهمیت زیادی دارد. در کشت‌های هیدروپونیک تغذیه با نیترات منجر به رشد بیشتر خیار در مقایسه با آمونیوم یا اوره می‌شود. جذب پتاسیم در گیاهچه‌های خیار تغذیه شده با آمونیوم در مقایسه با نیترات کاهش می‌یابد. همچنین آمونیوم سبب جذب بیشتر یون کلر در مقایسه با نیترات می‌شود. نسبت نیترات به آمونیوم، غلظت پتاسیم در شیره خیار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هر چه این نسبت بیشتر باشد غلظت پتاسیم در شیره آوند چوبی افزایش نشان می‌دهد. وقتی نیتروژن به شکل آمونیوم استفاده می‌شود وزن زنده ریشه و اندام هوایی، عملکرد و میزان پتاسیم

کاهش نشان می‌دهد که احتمالاً به دلیل تأثیر آمونیوم در تغییر مورفولوژی ریشه‌ها و در نتیجه اختلال در جذب عناصر غذایی است.

3-6-2-5- پتانسیل اسیدی یا بازی کود (pH)

پتانسیل اسیدی یا بازی کود تأثیر آن را روی اسیدیته بستر نشان می‌دهد. کودها با آمونیوم بالا سبب کاهش اسیدیته (اسیدی شدن)، می‌شوند در حالی که کودهای با نیترات بالا سبب افزایش اسیدیته (قلیایی یا بازی شدن) بستر می‌شوند. کودهای حاوی مقادیر زیاد 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.

3-5- کود های بیولوژیک:

1-3-5- مایه تلقیح ازتوباکتر

مایه تلقیح ازتوباکتر حاوی تعدادی از باکتری‌های مفید و بسیار کارآ از جنس *Azotobacter* و *Azospirillum* می‌باشد.

این باکتری‌های مفید که از مشهورترین انواع باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند؛ با استفاده از مکانیسم‌های مختلفی چون تثبیت بیولوژیک ازت، تولید هورمون اکسین و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، قادر به افزایش عملکرد می‌باشند.

2-3-5- باکتری‌های حل کننده فسفات (PSM) و باکتری‌های محرک رشد (PGPR)

این باکتری‌ها قادرند در شرایط مناسب از نظر رطوبت و درجه حرارت، با ترشح اسیدهای آلی pH خاک را کاهش داده در نتیجه، افزایش قابلیت جذب فسفر را باعث شوند. باکتری‌های حل کننده فسفات از گروه باکتری‌های محرک رشد از جنس *باسیلوس* -ها و *سودوموناس* ها می‌باشند که مواد محرک رشد ریشه تولید می‌کنند، بنابراین استفاده از آنها می‌تواند نقش دوگانه داشته باشد. گروه‌های زیادی از باکتری‌های محرک رشد به بازار معرفی شده‌اند که اثر بخشی آنها در شرایط گلخانه‌ای ایران باید مجدداً ارزیابی گردد. اما معمولاً به دلیل خاصیت محرک رشدی مشترک در همه آنها استفاده از آنها به شرط رعایت شدن استانداردهای تولید و بسته‌بندی می‌تواند در عملکرد موثر باشد. استفاده از کودهای بیولوژیک در سیستم های هیدروپونیک بیشتر به منظور محرک رشد است. اثرات

این محرک‌ها در کنترل بیماریهای خاکزاد و توسعه سیستم ریشه بیشتر است و گرنه خواص حل‌کنندگی فسفات این نوع فراورده‌های زیستی به دلیل نبود خاک در هیدروپونیک چندان قابلیت ندارد.

6- روش های مناسب مصرف کود در کشت خیار گلخانه‌ای

6-1- کود آبیاری

این روش عناصر غذایی را از طریق آب آبیاری در اختیار گیاه قرار می‌دهد و سبب فراهم کردن عناصر در منطقه‌ای می‌شود که فعالیت ریشه حداکثر است. در این روش برای تامین عناصر غذایی باید از منابع کودی محلول استفاده شود. این روش اصلی‌ترین روش تامین عناصر غذایی در کشت خیار گلخانه‌ای است.

6-2- تغذیه برگي (برگپاشي)

تغذیه برگي (برگپاشي) عناصر غذایی یکی از راه‌های مهمی است که می‌تواند گیاهان را در مقابل کمبود این عناصر بیمه کند. این روش باعث فراهمی سریع عناصر غذایی (بوژه عناصر کم نیاز) برای اطمینان از عملکرد و کیفیت بالای محصول می‌شود. تحت شرایطی که جذب عناصر غذایی از خاک برای رفع نیاز گیاه کافی نیست، می‌توان از این روش کمک گرفت. اگر کمبود عناصر کم‌نیاز طی دوره رشد مشاهده شود باید با محلول‌پاشی آن را برطرف کرد. در این حالت محلولی با غلظت دو تا پنج در هزار از یک منبع محلول عنصر استفاده می‌شود. محلول‌پاشی باید صبح زود یا عصر انجام شود. برای اطمینان از برطرف شدن کمبود می‌توان در دوره زمانی ده روز تا دو هفته محلول‌پاشی را تکرار کرد. باید به غلظت محلول مورد استفاده در محلول‌پاشی توجه نمود، چرا که غلظت بیش از حد توصیه شده باعث خسارت و صدمه دیدن برگ می‌شود.

7- توصیه های منطقه ای و خاص

7-1- استان تهران

شهرستان های ورامین، پیشوا و پاکدشت قطب تولید خیار گلخانه‌ای در استان تهران می‌باشند. مهمترین مشکلات این مناطق به شرح ذیل می‌باشد.

7-1-1- شوری آب آبیاری

متاسفانه بسیاری از گلخانه‌های منطقه آب با کیفیت برای تولید در دسترس ندارند. بنابراین از آب‌های موجود که عموماً لب شور و بی‌کربناته می‌باشد استفاده می‌شود. به دلیل شوری آب و مدیریت نامناسب آب آبیاری، پس از چند سال خاک گلخانه به شدت شور می‌شود و امکان کشت خیار در آن وجود نخواهد داشت. بنا براین استفاده از شیوه‌های مدرن آبیاری و لحاظ کردن نیاز آبخوئی در مدیریت آبیاری ضمن استفاده از آب با کیفیت توصیه می‌شود.

7-1-2- قلیائیت آب آبیاری

با توجه به استفاده از منابع آب زیرزمینی در منطقه که عموماً بی‌کربناته هستند و pH آنها بالای 7 می‌باشد، ضروری است تا نسبت به کاهش pH و حذف بی‌کربنات از آب به مقدار کافی اقدام گردد. استفاده از اسید سولفوریک به صورت تزریق در آب آبیاری در این خصوص رهگشا می‌باشد.

بی‌کربنات زیاد در آب به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم در تغذیه گیاه اثر دارد. تاثیر غیرمستقیم بی‌کربنات زیاد در آب باعث تسریع در سدیمی شدن خاک می‌شود و در نتیجه مشکلات خاک‌های سدیمی در تغذیه گیاه را نیز به همراه دارد. در تغذیه گیاه، اثر مستقیم بی‌کربنات زیاد در آب مهم‌تر است. بی‌کربنات زیاد در آب باعث ایجاد اشکال در جذب آهن و روی توسط گیاه می‌شود. یعنی آب‌های دارای بی‌کربنات زیاد موجب تشدید کمبود عناصری مثل آهن و روی، بر روی گیاه می‌شود. باید در مصرف آب‌هایی که بیش از 200 میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات دارند احتیاط بعمل آورد.

7-1-3- بیش بود فسفر

در اثر استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی فسفره و کودهای دامی، یکی از مشکلات و موانع تولید در گلخانه‌های منطقه بیش بود فسفر در خاک می‌باشد که سبب غیر قابل جذب شدن عناصر کم نیاز مثل آهن و روی می‌گردد. رعایت تعادل مصرف عناصر کودی و استفاده از برنامه آزمون خاک قبل از کشت در این خصوص ضروری می‌باشد. شایع‌ترین علایم مسمومیت فسفر در خاک گلخانه‌ها زردبرگی ناشی از کمبود آهن و روی در خیار است.

7-1-4- کمبود عناصر کم نیاز در برگ

مهمترین کمبود عناصر کم نیاز، کمبود آهن و روی می‌باشد که عموماً به دلیل مسمومیت فسفوری خاک، بی کربناته بودن آب آبیاری و عدم تعادل در مصرف عناصر غذایی می‌باشد. استفاده منطقی از منابع فسفاته، اسیدی کردن آب آبیاری و استفاده از منابع مناسب آهن و روی و اصلاح روش های استفاده از این عناصر در این خصوص از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

7-2- منطقه جیرفت و کهنوج

مشکل عمده در گلخانه‌های منطقه مصرف بیش از حد کودهای مرغی و شیمیایی بوپتزه کودهای حاوی پتاسیم است که منجر به سمیت پتاسیم، کمبود کلسیم و منیزیم و شوری ثانویه خاک می‌گردد. توصیه می‌شود مصرف این کودها بر اساس توصیه های انجام شده در متن این نشریه انجام شود. همچنین سمیت بور در این منطقه مشکل ساز است که با مدیریت صحیح آبیاری و اجتناب از مصرف کودهای حاوی بور می‌توان از آن جلوگیری کرد.

8- نسبت کودی خیار گلخانه‌های بر اساس مراحل فنولوژیکی رشد

مرحله رشد	درصد نیتروژن مورد نیاز از کل نیاز کودی	درصد فسفر مورد نیاز از کل نیاز کودی	درصد پتاسیم مورد نیاز از کل نیاز کودی	درصد منیزیم مورد نیاز از کل نیاز کودی
قبل از کشت	17	13	12	10
رشد رویشی	29	29	28	40
گل دهی و تشکیل میوه	33	29	40	30
برداشت میوه و بلوغ گیاه	21	29	20	20

9- تشخیص اختلالات تغذیه‌ای

برای رشد خیار گلخانه‌ای همانند هر گیاه دیگر 16 عنصر غذایی مورد نیاز است. این عناصر شامل کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم،

منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس، بور، مولیبدن و کلر می‌باشند. سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن توسط آب و هوا و بقیه عناصر عمدتاً از طریق ریشه در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. هر گونه کمبود یا زیادی این عناصر منجر به اختلالات تغذیه‌ای می‌شود که روش‌های تشخیص آنها در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد (شکل 18).



شکل 18- ضعف تغذیه و سقط میوه در خیار گلخانه‌ای

9-1- تشخیص علائم ظاهری

علائم برگ‌های سریع‌ترین رشد 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 امکان‌پذیر می‌باشد. جدول 13 راهنمای سریعی برای تشخیص عمومی‌ترین اختلالات تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای است.

جدول 13- راهنمای تشخیص عمومی ترین اختلالات تغذیه‌ای خیار گلخانه‌ای

اولین علائم قابل مشاهده روی برگهای مسن تر – تغییر رنگ یکنواخت برگ	
کمبود نیتروژن	برگهای مسن رنگ پریده، دمبرگ‌ها ضعیف، رنگ میوه خیار سبز روشن، سطح برگ کوچک
کمبود فسفر	رنگ برگها سبز تیره، برگها کوچک و توسعه نیافته، گل ها بسیار کم، رشد پیچک کم، ساقه نازک
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 برگهای اصلی و حاشیه برگها این علائم از حاشیه برگها شروع و به سمت مرکز برگ مابین رگبرگها توسعه می‌یابد. میوه ها بدشکل و دم میوه در محل گلگاه بزرگ می شود
کمبود منیزیم	زرد شدن مابین رگبرگها ، توسعه به سمت پهنک و نهایتاً ظهور لکه‌های سوخته قهوه‌ای روشن در کمبود شدید
سمیت بور	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	زردبرگی بین رگبرگها در بین برگهای اولیه و جوان، در صورت شدت موجب بی رنگی و سفید شدن برگ می‌شود
کمبود روی	کوتاه شده فاصله میان‌گره‌ها، نوک تیز شدن و ریز شدن برگهای اولیه و زرد شدن عمومی برگهای جوان.
اولین علائم قابل مشاهده روی برگهای بالغ و جوان – تغییر رنگ یکنواخت برگ و ظهور اشکال مختلف	
کمبود کلسیم	از بین رفتن نقاط رشد، فنجانی شدن جوانترین برگها به سمت پایین و سوختگی لبه آنها. بزرگ شدن انتهای دم میوه (برعکس کمبود پتاسیم). زرد شدن مرستم انتهایی.
کمبود بور	عدم تشکیل پوست میوه، ایجاد لکه های ترک مانند بر روی پوست میوه، چوب پنبه‌ای شدن میوه، از بین رفتن نقاط رشد و کور شدن مرستم اولیه انتهایی. سقط میوه و میوه کوری. رشد میوه‌های دچار کمبود سبب ایجاد میوه های مخروطی و قوسی شکل می‌شود.

2-9- کمبود عناصر پر نیاز

9-2-1- 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 می‌میرند در صورت تداوم کمبود زردی به برگهای جوان نیز توسعه می‌یابد، عملکرد کاهش، میوه‌ها رنگ پریده، کوتاه و ضخیم می- شوند.

علائم شاخص کمبود نیتروژن در خیار درختی شامل کوتاهی و رنگ پریدگی گیاه نسبت به گیاه سالم، همچنین رنگ پریدگی یکنواخت برگهای مسن تر به سبز روشن تا زرد و گسترش این وضعیت تا برگهای جوان در قسمت راس گیاه، در کمبود نیتروژن رنگ میوه روشن و میوه نوک تیز و ترد می شود و در اثر مصرف زیاد نیتروژن میوه نرم، تیره رنگ و درشت می شود، شکل 19 علایم کمبود نیتروژن را در میوه خیار نشان می دهد.



شکل 19- کمبود نیتروژن در میوه خیار گلخانه ای

9-2-2- رفع کمبود نیتروژن

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، مصرف زمینی 20 تا 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کنار گیاهان دچار کمبود و یا برگپاشی محلول 2 درصد اوره در حجم زیاد هر دو هفته یکبار توصیه می شود، به منظور جلوگیری از سوختگی احتمالی ناشی از شوری، عملیات برگ پاشی در ساعات پایانی عصر و یا در هوای ابری انجام شود. برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک، کاربرد محلول غذایی با غلظت 150 تا 200 میلی گرم در لیتر نیتروژن کافی می باشد.

9-2-3- کمبود فسفر

گیاهان در تمام مراحل رشد به فسفر نیاز دارند ولی بیشترین نیاز آنها در زمان استقرار و اوایل رشد رویشی می باشد. اگر تامین فسفر با مشکل روبرو شود، این عنصر از قسمتهای مسن تر به قسمتهای جوان تر حرکت می کند، در محصولاتی مثل خیار که به طور متوالی رشد 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 (شکل‌های 20 و 22).

علائم شاخص کمبود فسفر در گیاه خیار درختی شامل:

- کوتاهی گیاه همراه با برگ‌های کوچک با رنگ سبز تیره و رشد بطئی برگ‌ها نسبت به گیاه سالم (شکل 22)

مصرف بیش از حد فسفر سبب پرگل و میوه شدن خیار گلخانه‌ای می‌شود (شکل 21).



شکل 20- کور شدن و سقط میوه‌های جوان خیار در اثر کمبود فسفر



شکل 21- پرگل شدن بوته در اثر مصرف زود هنگام و زیاد فسفر



شکل 22- علایم کمبود فسفر در بوته خیار گلخانه‌ای

9-2-4- رفع کمبود فسفر

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 به‌طور سریع جبران نمی‌شود. در هر حال مصرف فرم محلول فسفر مانند 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 25 تا 50 میلی گرم در لیتر فسفر کافی می‌باشد.

9-2-5- کمبود پتاسیم

پتاسیم تنظیم آب گیاه را از طریق تورم سلولی و باز و بسته نمودن روزنه‌ها کنترل می‌کند، بطوری که محصولات دچار کمبود پتاسیم متمایل به پژمردگی هستند پتاسیم در گیاه متحرک می‌باشد و هنگام کمبود از برگ‌های مسن‌تر به طرف برگ‌های جوان‌تر حرکت می‌کند. اگرچه رشد گیاهان دچار کمبود ممکن است مختل نشود ولی عملکرد و کیفیت میوه آنها کاهش می‌یابد. کمبود پتاسیم سبب زردی و سوختگی برگ‌های مسن‌تر می‌شود. این علائم از حاشیه برگ‌ها شروع و به سمت مرکز برگ مابین رگبرگ‌ها

توسعه می‌یابد، نواحی بزرگی از بافت اطراف رگبرگ اصلی در کمبود شدید پتاسیم 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 پتاسیم در خیار درختی شامل:

- کوتاهی گیاه همراه با زردی و سوختگی برگهای مسن‌تر و تمایل به خشکیدگی و کاغذی شدن آنها نسبت به گیاه سالم (شکل 24).
- بدشکلی و تورم انتهای میوه‌ها (شکل 23)



شکل 23- بدشکلی میوه خیار در اثر کمبود پتاسیم

- زردی و سوختگی لبه برگهای مسن‌تر و توسعه به سمت مرکز برگ مابین رگبرگ‌های اصلی (شکل 24).



شکل 24- زرد شدن حاشیه برگ در اثر کمبود پتاسیم در خیار

9-2-6- رفع کمبود پتاسیم

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، با کاربرد پتاسیم در کنار گیاهان دچار کمبود در خاکهای شنی، پتاسیم از سطح خاک به سمت ریشه‌ها حرکت و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد. ولی در سایر خاکها بهترین حالت مصرف کودهای پتاسیم، مصرف قبل از کشت آنها مطابق آزمون خاک می‌باشد. در گیاهان دچار کمبود، کود آبیاری پتاسیم 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 150 تا 200 میلی گرم در لیتر پتاسیم کافی می‌باشد.

9-2-7- کمبود کلسیم

کلسیم در استحکام غشاء و دیواره سلولی نقش دارد. اغلب، اختلالات تغذیه‌ای مربوط به کلسیم در گیاهان مربوط به نامناسب بودن شرایط رشد و دسترسی ریشه‌ها به کلسیم می‌باشد. کمبود کلسیم در محصولات با رشد سریع در شرایط آب و هوای گرم مشاهده می‌شود اما در خیار گلخانه‌ای که رشد سریع دارد در شرایط مرطوب نیز بوجود می‌آید. مهم‌ترین عامل کمبود این عنصر در میوه را می‌توان به عدم تنظیم شرایط محیطی گلخانه به‌ویژه عوامل مؤثر بر تعرق گیاه (مخصوصاً دمای محیط) نسبت داد، زیرا نتایج تحقیقات متعدد به رابطه مثبت و نزدیک بین توزیع کلسیم و شدت تعرق اندام‌های گیاهی اشاره کرده‌اند. در واقع، کاهش تعرق سبب کاهش غلظت کلسیم در میوه‌ها می‌شود. از دیگر علل بروز کمبود کلسیم در گیاه، افزایش غلظت پتاسیم و یون آمونیوم می‌باشد که با یون کلسیم در جذب رقابت می‌کنند. بنابراین رعایت تعادل تغذیه در این خصوص حایز اهمیت می‌باشد. نتایج یک تحقیق در استان قم نشان داد که حدود 50 درصد نمونه‌های مورد مطالعه، با کمبود کلسیم مواجه بوده‌اند. مطالعات در استان اصفهان نیز نشان داده‌است که حدود 67 درصد از نمونه‌های خیار برداشت نوبت اول و 86 درصد از نمونه‌های

برداشت نوبت دوم دچار کمبود کلسیم می‌باشند، با توجه به بالابودن غلظت کلسیم در خاک گلخانه‌های مورد مطالعه، مهم‌ترین عامل کمبود این عنصر در میوه را می‌توان به عدم تنظیم شرایط محیطی گلخانه، به ویژه عوامل مؤثر بر تعرق گیاه (مثل دما)، نسبت داد. کمبود کلسیم میوه علاوه بر کاهش کیفیت تغذیه‌ای، باعث تأثیر منفی بر کیفیت ظاهری و ماندگاری میوه می‌شود.

کلسیم در برگ‌های مسن‌تر رسوب می‌کند و کمبود آن در جوان‌ترین 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 مسن‌تر و بالغ معمولاً 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 شاخص کمبود کلسیم در خیاردرختی شامل:

- فنجانی شدن جوان‌ترین برگ‌ها به سمت پایین و سوختگی لبه آنها (شکل‌های

25 و 26).



شکل 25 - علائم کمبود کلسیم در برگ خیار



شکل 26 - بدشکلی انتهایی میوه ناشی از کمبود کلسیم و شوری خاک (ناحیه برآمده در میوه بر عکس علایم کمبود پتاسیم است)

9-2-8 - رفع کمبود کلسیم

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، آسیب ناشی از کمبود کلسیم با برگپاشی منظم نیترات کلسیم با غلظت 500 گرم نیترات کلسیم در 100 لیتر آب، کاهش استفاده از کودهایی با پایه‌های آمونیومی و پتاسیمی و همچنین کاربرد آهک در خاک‌های اسیدی کنترل می‌شود.

برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک، کاربرد محلول غذایی با غلظت 150 تا 200 میلی گرم در لیتر کلسیم کمبود را کنترل می‌کند، همچنین حفظ هدایت الکتریکی محلول در کمتر از 2 دسی‌زیمنس بر متر کمبود کلسیم را کاهش می‌دهد.

9-2-9 - کمبود منیزیم

به طور کلی منیزیم در گیاه دارای نقش‌های فیزیولوژیکی و مولکولی مهم مانند شرکت در ساختار کلروفیل است. تحقیقات نشان داده که بین 15 تا 30 درصد کل منیزیم گیاه در ساختار کلروفیل وجود دارد. بنابراین منیزیم یک عنصر مهم در فتوسنتز و ساخت قندها می‌باشد. طی یک پژوهش در استان قم، هم بستگی مثبت و بالایی بین غلظت منیزیم میوه با میزان کل مواد جامد محلول (درصد قندها) دیده شده است. منیزیم جز

اصلی کلروفیل می‌باشد و کمبود آن غالباً در خاک‌های بافت درشت مناطق مرطوب، خصوصاً مناطق پر باران در خاکهای اسیدی رنگ روشن شنی مشاهده می‌شود و کاربرد زیاد کودهای پتاسه و کودهای آمونیومی 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. در کمبود شدید رنگ قهوه‌ای سوخته در نواحی زرد رنگ ظاهر می‌شود و عملکرد محصول کاهش می‌یابد. علائم شاخص کمبود منیزیم در خیار درختی شامل:

- زردی، قهوه‌ای و برنزه شدن روی برگهای مسن‌تر (شکل 27) نسبت به گیاه سالم (شکل سمت راست).

- زردی بین رگبرگ‌های اصلی برگهای مسن‌تر و تبدیل آنها به لکه‌های سوخته کاغذی برنزه روشن و تاثیر کمتر بر برگهای جوان‌تر (شکل 27).



شکل 27- علائم کمبود منیزیم در برگ خیار گلخانه‌ای

9-2-10- رفع کمبود منیزیم

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، مصرف 30 تا 40 کیلوگرم در هکتار سولفات منیزیم قبل از کشت در خاکهای دچار کمبود باعث جبران کمبود می‌شود. محلول‌پاشی برگی سولفات منیزیم با غلظت 2 کیلوگرم در 1000 لیتر در حجم زیاد (500 تا 1000 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 30 میلی‌گرم در لیتر منیزیم کمبود را کنترل می‌کند.

9-3-3- کمبود عناصر غذایی کم نیاز

9-3-3-1- کمبود منگنز

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

سبز ماندن رگبرگ‌ها و توسعه یکنواخت رنگ سبز رنگ پریده تا زرد در سایر قسمت‌های برگ (شکل 28).



شکل 28- کمبود منگنز در خیار گلخانه‌ای

9-3-2- رفع کمبود منگنز

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، محلول پاشی سولفات منگنز با غلظت 100 گرم در 100 لیتر کمبود منگنز را کنترل می‌کند. برای محصولات کشت شده در بسترهای بدون خاک، کاربرد محلول غذایی با غلظت 3/1 میلی گرم در لیتر منگنز کمبود را کنترل می‌کند.

9-3-3- کمبود آهن

آهن برای تولید کلروفیل و فعال سازی چند آنزیم موثر در فتوسنتز و تنفس گیاه نیاز می‌باشد. کمبود آهن بیشتر در خاکهای قلیایی و آهکی مشاهده می‌شود و در شرایط آهک زیاد، زهکشی فقیر و غلظت بالای یونهای فلزی در خاک یا محلول غذایی کمبود

آهن تشدید می‌شود. آهن قابل استفاده در اسیدیته بالای 7 کاهش می‌یابد، همچنین سمیت منگنز کمبود آهن را تشدید می‌کند و باعث توسعه یکنواخت رنگ پریدگی و ایجاد رنگ سبز متمایل به زرد در جوان ترین برگها می‌شود و سایر برگها سبز تیره باقی می‌مانند. در ابتدا رگبرگ‌ها سبز و ایجاد یک فرم شبکه مانند می‌نمایند. اگر کمبود تشدید شود رگبرگ‌های فرعی کم رنگ شده و خصوصا اگر برگها در معرض نور خورشید باشند سرانجام می‌میرند. علائم شاخص کمبود آهن در خیار گلخانه‌ای شامل:

- ظهور اولیه رنگ سبز روشن در برگهای جوان همراه با ظهور شبکه گسترده سبز رنگ رگبرگ‌ها (شکل 29)

- جوان ترین برگها دارای رنگ سبز روشن تا زرد و در شرایط کمبود تشدید رگبرگ‌های فرعی ناپدید و زرد روشن تا سفیدی برگهای جوان نسبت به برگ سالم (شکل 29). 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 استفاده شود. مصرف زیاد کلات آهن موجب بروز کمبود منگنز در گلخانه‌ها می‌شود. کمبود آهن در بیشتر مواقع در گلخانه ناشی از فسفر بالای خاک می‌باشد که حل این مشکل آسان نیست.



شکل 29- علایم کمبود آهن در برگ خیار گلخانه‌ای

9-3-4- رفع کمبود آهن

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 150

گرم در 100 لیتر کمبود آهن را کنترل می‌کند، اما اگر محلول پاشی تداوم نیابد علائم کمبود باقی می‌ماند. اصلاح مشکلات فیزیکی و شیمیایی خاک تاثیر طولانی مدت در کنترل کمبود دارد. برای کنترل زردبرگی ناشی از غیر فعال شدن آهن می‌بایست pH را با مصرف اسید در آب آبیاری به طور موقتی کاهش داد، یا از کلات آهن EDDHA به میزان 4 تا 5 کیلوگرم در هکتار استفاده نمود.

9-3-5- کمبود روی

کمبود روی موجب کاهش رشد ریشه و گلدهی در بوته خیار شده و کمبود آن مریستم انتهایی گیاه را مختل می‌کند و موجب رخ کوری می‌شود. کمبود روی در گیاه سبب رزت شدن و مثلثی شدن برگ‌های خیار می‌شود. کمبود روی با محلولپاشی سولفات روی با غلظت 3 در هزار به راحتی برطرف می‌شود (شکل 30). کمبود روی در اثر مصرف زیاد فسفر نیز ایجاد می‌شود.



شکل 30- کمبود روی در بوته و برگ خیار گلخانه‌ای

9-3-6- کمبود بور

تامین بور مورد نیاز گیاهان نیازمند به توجه بیشتری می‌باشد زیرا محدوده بین کمبود و سمیت آن کم می‌باشد. برای مثال، در خیارهای کوچک غلظت مطلوب بور در برگ 30 تا 70 میکروگرم بر گرم وزن خشک می‌باشد، اما علائم کمبود در کمتر از 20

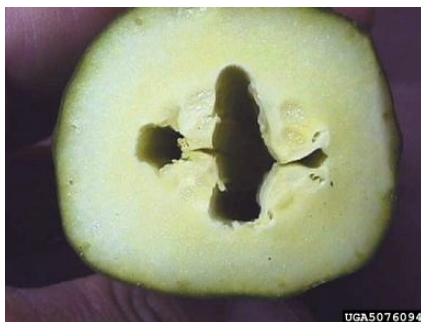
میکروگرم برگرم و علائم سمیت در بیشتر از 100 میکرو گرم بر گرم ظاهر می‌شوند. بور نمی‌تواند از برگهای مسن به طرف بافتهای جوان حرکت کند، از این رو برای رشد طبیعی گیاه جذب ریشه‌ای بور نیاز می‌باشد. بور در تنظیم توسعه سلولها و گرده افشانی مهم می‌باشد. کمبود بور تشکیل دانه و توسعه میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

کمبود بور باعث ایجاد علائم کمبود در برگ و میوه می‌شود. علائم اصلی برگ‌گی کمبود بور شامل کج‌شدگی برگهای جدیدتر (در کمبود شدید نقاط رشدی می‌میرند) و ظهور زردی گسترده حاشیه‌ای در کناره‌های مسن‌ترین برگها می‌باشد. میوه‌های جوان نارس مانده و یا می‌میرند که معمولا نسبت نارسها بیشتر می‌باشد. علائم کمبود بور روی میوه‌های رسیده مشخص بوده و شامل کوچک ماندن میوه و ظهور رگه‌های منقوط زرد رنگ در طول میوه‌ها می‌باشد و نیز باعث توسعه علائم چوب پنبه‌ای (شوره مانند یا سفید رنگ) در سطح پوست می‌شوند که این علائم در شدیدترین حالت نزدیک انتهای میوه می‌باشند. توسعه و تکامل میوه‌های دچار کمبود باعث ایجاد میوه‌های مخروطی قوسی شکل می‌شود. همچنین در میوه‌های دچار کمبود سهم گوشت میوه به دانه بیشتر می‌باشد. تذکر: علائم شوره مانند و کج‌شدگی شدید میوه ناشی از تریپس با علائم کمبود بور اشتباه نشود.

علائم شاخص کمبود بور در خیار درختی شامل:

- توسعه رنگ زرد در حاشیه برگهای مسن‌تر و کج‌شدگی و خالدار شدن برگهای جوان

- میوه نارس، پیچ خورده و دارای خراشیدگی (شکل 32)



شکل 31- 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 31) نسبت به میوه سالم. خیار گلخانه‌ای به بور نیاز داشته و معمولا هم بایستی به صورت

خاکی و هم محلولپاشی آنرا برای خیار تامین کرد. حرکت بور در گیاه کند بوده و محلولپاشی دوره ای آن به خصوص در فصل سرد و زوبت زیاد توصیه می گردد.



شکل 32- کمبود بور در روی پوست میوه خیار گلخانه‌ای

- رگه‌های زرد خالدار و توسعه ظاهر چوب پنبه‌ای و شوره مانند روی پوست (شکل 32) در جهت طول میوه

9-3-7- رفع کمبود بور

برای محصولات کشت شده در بسترهای خاکی، هنگام کنترل کمبود بور باید دقت ویژه‌ای به میزان مصرف کودهای حاوی بور نمود، زیرا بور در غلظت‌های پایین نیز در اغلب گیاهان سمیت ایجاد می‌کند. در هر حال محلول‌پاشی برگ‌ی قابل توصیه می‌باشد و در صورت استفاده خاکی باید به‌طور کامل پخش شوند.

در خاکهای دچار کمبود بور کاربرد 10 کیلوگرم اسید بوریک در هکتار قبل از کشت کمبود بور را کنترل می‌کند و یا در صورت محلول‌پاشی برگ‌ی کاربرد محلول اسید بوریک با غلظت 1/5 در هزار کمبود بور را کنترل می‌کند.



شکل 33- کمبود مس در برگ و بوته خیار گلخانه‌ای

9-3-8- کمبود مس

کمبود مس به ندرت در گلخانه در کشت خاکی مشاهده می‌شود. قارچکش‌ها دارای ترکیبات مسی هستند که در تامین مس مورد نیاز کفایت می‌کنند، مانند اکسی کلرور مس که برای مبارزه با بیماری‌های خاکزاد استفاده می‌شود. اما در کشت هیدروپونیک خیار احتمال بروز کمبود مس بیشتر است چرا که معمولاً به هم خوردن تعادل کاتیونهای فلزی نظیر آهن و منگنز می‌تواند منجر به کمبود مس شود. علائم کمبود مس، زرد برگ‌گی خفیف همراه با پژمردگی برگ می‌باشد (شکل 33).

9-4- سمیت عناصر غذایی

9-4-1- سمیت نیتروژن

مصرف زیاد 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 میوه‌ها می‌شود، همچنین باعث فنجانی شدن برگ‌های میان سال و مسن‌تر به سمت پایین و پژمرده شدن آنها در شرایط گرم می‌شود. در این شرایط سوختگی برگ‌ها عادی می‌باشد. نقاط شفاف بین رگبرگ‌ها یا در حاشیه برگ‌ها تبدیل به رنگ زرد و در نهایت قهوه‌ای می‌شوند. علائم شاخص سمیت مصرف زیادی نیتروژن در خیار درختی شامل:

پژمردگی و فنجانی شدن برگ‌های مسن‌تر به سمت پایین و وجود سطوح زرد و قهوه‌ای سوخته در برگ‌های پایین‌تر (شکل‌های 34 و 35).



شکل 34- تخلیه برگ در اثر عدم جذب مواد در اثر شوری

اگر چه عملکرد میوه عاملی مهم و کلیدی در تولید تجاری محصولات گلخانه‌ای است، ولی امروزه شاخص‌های کیفی نظیر طعم و مزه، اسیدیته، غلظت قندها، ویتامین‌ها و عناصر معدنی نیز نقش مهمی در کیفیت میوه دارند. یکی از ترکیبات مضر که نقش منفی در کیفیت خیار ایفا می‌کند، نیترات است. نیترات یکی از ترکیبات معمول در رژیم غذایی افراد است. خطری که نیترات برای سلامت افراد ایجاد می‌کند به خاطر تبدیل آن به نیتريت است. معده شرایط مناسبی را برای فعالیت با کتری‌های تبدیل‌کننده نیترات به نیتريت فراهم کرده، به ویژه زمانی که pH محیط معده به اندازه کافی بالا باشد (بالا تر از 5) که به طور معمول این وضعیت در کودکان وجود دارد. از طرف دیگر نیتريت در معده می‌تواند با پروتئین‌ها واکنش دهد و تبدیل به نیتروزآمین که یک ترکیب سرطان‌زا برای انسان است گردد. بنابراین نیترات می‌تواند تأثیر بسیار زیادی بر کیفیت تغذیه‌ای سبزیجات داشته باشد. نتایج یک تحقیق در استان قم نشان داد که میانگین غلظت نیترات در خیار گلخانه‌ای استان 40 میلی‌گرم در 100 گرم وزن تازه بوده است که این میزان 2/6 برابر بیشتر از استاندارد تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی (15 میلی‌گرم در 100 گرم از وزن تر میوه) است. مهم‌ترین دلیل بالا بودن غلظت نیترات، مدیریت تغذیه‌ای نامناسب گلخانه‌داران و استفاده زیاد از کودهای شیمیایی اوره و نیترا ته و همچنین کودهای دامی می‌باشد.

9-4-2- رفع سمیت نیتروژن

جهت تخلیه نیتروژن 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.



شکل 35- سمیت نیتروژن در برگ خیار

3-4-9- سمیت فسفر

متاسفانه در سال‌های اخیر بیش بود فسفر در خاک به عنوان یک مشکل اساسی در گلخانه‌های خاکی خیار درختی مطرح شده است. استفاده غیر اصولی از منابع شیمیایی و آلی فسفر، خصوصا در ابتدای کشت و حتی قبل از کشت در خاک به بهانه افزایش ریشه زایی باعث انباشت فسفر در خاک و بروز سمیت فسفر برای گیاه شده است. این موضوع به وضوح در خاک گلخانه‌های خیار در منطقه ورامین قابل مشاهده است. نتایج یک تحقیق در استان قم نشان داد که در گلخانه‌های خیار درختی استان، میانگین فسفر قابل جذب خاک 117 میلی گرم در کیلوگرم بوده است که در مقایسه با حد بحرانی 25 میلی گرم در کیلو گرم بسیار فراتر است. این موضع یعنی غلظت بالای فسفر در خاک از جذب عناصر کم نیاز در خاک به ویژه روی ممانعت به عمل می‌آورد. مدیریت تغذیه‌ای نامناسب و کاربرد زیاد کودهای فسفاته مهم‌ترین دلیل کمبود این عناصر درمیوه است. این مسأله مشخص شده است که فسفر به همراه آهن و روی در خاک ایجاد کمپلکس‌های نامحلول می‌کند و نیز باعث کاهش غلظت قابل دسترس این عناصر در خاک می‌شود.

4-4-9- 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 گیاه، 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 خیار درختی شامل نواری از بافت سبز رنگ پریده در اطراف و حاشیه برگها همراه با سوختگی حاشیه برگ است (شکل 36).



شکل 36- علائم مسمومیت کلر در برگ خیار

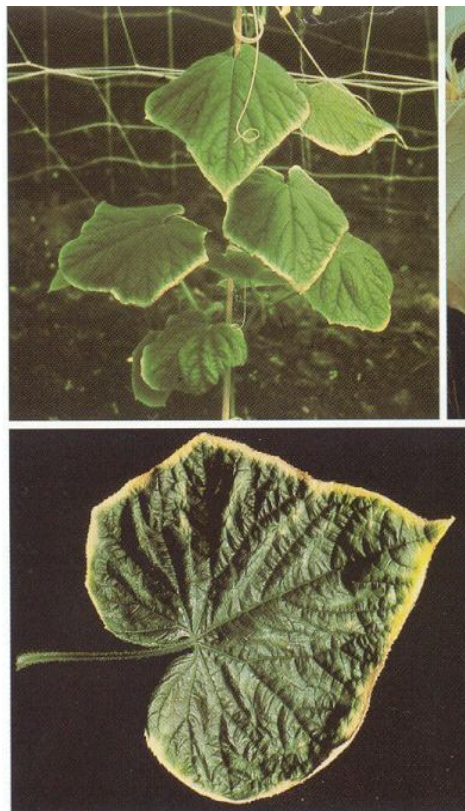
9-4-5- رفع سمیت کلر

جهت تخلیه کلر خاک و یا محیط‌های کشت باید ابتدا آنها را با آب شیرین آبشویی نمود، همچنین باید بطور منظم کیفیت آب و شوری خاک آزمایش شوند. آب باشوری متوسط می‌تواند برای آبیاری محصولات کشت شده در خاک استفاده شود به شرط اینکه آبیاری در شب انجام شود و در هر آبیاری حجم زیادی آب مصرف شود، البته جهت کاهش شوری باید آبیاری منظم با آب شیرین انجام شود.

9-4-6- سمیت بور

گیاه خیار به مقدار اضافی بور خیلی حساس می‌باشد، عموماً ترکیبات بور در علف کشها استفاده می‌شوند، سمیت بور با عث زرد شدن بین رگبرگ‌ها در برگهای مسن‌تر می‌شود، این حالت به‌طور 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 جوان‌تر زرد رنگ شده و به شکل پیچ خورده نمایان می‌شوند، علائم شاخص سمیت بور در گیاه خیار درختی شامل:

ظهور زردی مابین رگبرگ‌ها و در ادامه تبدیل به نکروز و نقاط کوچک نکروزه قهوه‌ای و سطوح بزرگ بافت مرده (شکل 37)



شکل 37- علائم سمیت بور در برگ خیار گلخانه‌ای

9-4-7- رفع سمیت بور

کنترل مسمومیت بور سخت‌تر از کمبود آن می‌باشد. مشکل سمیت بور در کشت خاکی محصولات معمولاً با کاربرد بدون ملاحظه آن ایجاد می‌شود. زمانی که این مشکل ایجاد شد، شستشوی خاک با آب شیرین باعث خروج مقادیر بور اضافی خاک می‌شود. اگر از بوراکس 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. در منطقه جیرفت که آبها مبتلا به غلظت بالای بور

هستند بهترین کار استفاده از مصرف کودهای کلسیمی می‌باشد. نیترات کلسیم بهترین منبع تامین کلسیم است و یون نیترات آن از جذب زیاد آنیون بورات ممانعت می‌کند. راه بهتر کنترل شرایط محیطی به خصوص رطوبت نسبی است. پایین بودن رطوبت نسبی خسارت مسمومیت بور را دو چندان می‌کند.

8-4-9- سمیت منگنز

گیاه خیار به زیادی منگنز حساس نیست و علائم سمیت زمانی که غلظت منگنز در بافت بالا باشد ظاهر می‌شود. سمیت منگنز در مسن‌ترین برگ‌ها با ظهور نقاط کوچک قهوه‌ای قرمز رنگ بی‌شمار مابین رگبرگ‌ها و روی دمبرگ تشخیص داده می‌شود. در این حالت بافت اطراف این نقاط زرد و در برگ‌های مسن‌تر رنگ پریده و دچار پیری زودرس می‌شوند. سمیت منگنز کمبود آهن را تشدید می‌کند. علائم شاخص سمیت منگنز در خیار درختی شامل: ظهور نقاط قهوه‌ای قرمز رنگ بی‌شمار مابین رگبرگ‌ها و دمبرگ.

9-4-9- رفع سمیت منگنز

مشکل سمیت منگنز در کشت خاکی محصولات مربوط به شرایط اسیدی و یا آب ماندگی می‌باشد، لذا استفاده از آهک، اصلاح سیستم زهکشی و آبیاری منظم باعث اصلاح زیادی منگنز می‌شود. سمیت منگنز در کشت‌های هیدروپونیک هم به ندرت در شرایط ایران اتفاق می‌افتد. به این دلیل که آب‌ها قلیائیت داشته و معمولاً pH بستر و محلول غذایی در بستر و محیط ریشه بالاست به طوری که حتی در شرایط تولید در ایران نیاز است از شکل‌های کلات عناصری نظیر آهن (EDDHA) استفاده شود و بنیان‌های دیگر نظیر EDTA یا DTPA آهن به سختی پایداری نشان می‌دهند. از اینرو مسمومیت حتی در کشت‌های هیدروپونیک نیز کمتر بروز می‌کند. مسمومیت منگنز می‌تواند به شکل کمبود آهن و روی علائم خود را نشان دهد.

9-4-10- سمیت روی

سمیت روی باعث ظهور رنگ سبز متمایل به زرد رنگ پریده در برگ‌های جوان‌تر می‌شود. در سمیت شدید، ظهور نقاط قهوه‌ای روشن بسیار کوچک بین رگبرگ‌ها در برگ‌های جوان‌تر، پژمرده شدن برگ‌های مسن‌تر و ظهور رنگ سبز روشن در همه برگ‌ها امکان پذیر می‌باشد.

علائم شاخص سمیت روی در خیاردرختی شامل پیچیدگی برگهای مسن‌تر و ظهور رنگ سبز رنگ پریده و نقاط ریز قهوه‌ای روشن ما بین رگبرگ‌ها در برگهای جوان است. علایم سمیت روی نیز به ندرت شایع است. البته مصرف بیش از حد روی در خاک گلخانه‌ها مشاهده شده است. اما به دلیل بالا بودن فسفر خاک احتمال مشاهده علایم مسمومیت روی کم می‌باشد. به دلیل رقابتی که این کاتیون با سایر عناصر نظیر آهن و منگنز دارد ممکن است علایم مسمومیت به شکل کمبود آهن و منگنز بروز نماید.

9-4-11- رفع سمیت روی

سمیت روی با استفاده از مصرف کودهای فسفره کاهش می‌یابد. افزایش غلظت روی محلول در خاک یا بستر کشت می‌تواند منجر به کمبود آهن و منگنز شود که با مصرف متعادل آهن و منگنز می‌توان از خسارت سمیت روی کم کرد.

9-5- سمیت فلزات سنگین

در سال‌های اخیر، توجه مصرف کنندگان محصولات کشاورزی در بیشتر کشورهای دنیا به کیفیت سبزی‌ها و میوه‌ها افزایش یافته است. کیفیت از دو جنبه کیفیت خارجی و کیفیت داخلی قابل بررسی می‌باشد. کیفیت خارجی در بازارپسندی محصولات کشاورزی نقش بسیار زیادی داشته و شامل ویژگی‌های ظاهری از قبیل شکل، رنگ، اندازه، شادابی و طراوت میوه و نداشتن خسارت فیزیولوژیک می‌شود. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت داخلی، وضعیت تغذیه‌ای و سلامت محصولات می‌باشد. کیفیت، سلامت محصول و تغذیه از دو جنبه حضور ترکیبات مطلوب از قبیل ویتامین‌ها، مواد معدنی، کربوهیدرات‌ها، فیبر و مواد فعال کننده واکنش‌های ضروری بدن و ترکیبات نامطلوب و مضر (نظیر فلزات سنگین، نیتрат، باقیمانده سموم و آلودگیهای زیستی) قابل بررسی است.

فلزات سنگین فلزاتی هستند که جرم ویژه آنها بیش از 5 گرم در سانتی‌متر مکعب است. برخی فلزات سنگین مانند روی، نیکل و مس چون بخشی از ترکیبات مهم موجود در رنگیزه‌ها و آنزیم‌ها را تشکیل می‌دهند، جزو عناصر ضروری محسوب می‌شوند و فقط در غلظت‌های بالاتر از نیاز فیزیولوژیک گیاهان آثار سمی دارند، ولی برخی دیگر از فلزات سنگین مانند کادمیوم که جزو فلزات غیر ضروری محسوب می‌شوند، حتی در غلظت‌های پائین نیز آثار سمی روی گیاهان دارند. به همین علت فلزات سنگین به عنوان

عوامل تنش‌زا برای گیاهان محسوب می‌شوند. در بین فلزات سنگین، کادمیوم یکی از فلزات سنگین غیر ضروری و آلاینده محیط زیست است و به علت تحرک بالا و غلظت کم، به راحتی وارد زنجیره غذایی می‌شود. بنابراین یکی از خطرناکترین فلزات سنگین محسوب می‌گردد. یکی از راه‌های ورود فلزات سنگین مخصوصاً کادمیوم به خاک و محصول، کودهای فسفره می‌باشد، که در صورت مصرف بی‌رویه می‌تواند باعث آلودگی خاک گلخانه به کادمیوم شود. نتایج یک مطالعه در استان قم در گلخانه‌های خیار درختی نشان داد که میانگین غلظت سرب در بخش خور اکری خیار 0/34 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن مرطوب میوه بود. حد مجاز غلظت سرب در بخش خور اکری میوه‌ها و سبزی‌ها 0/50 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن مرطوب میوه است. میانگین غلظت کادمیوم در نمونه‌های برگ 0/27 و در بخش خور اکری خیار زیر حد تشخیص دستگاه بود. به طور معمول در محیط‌های گلخانه‌ای آلودگی‌های اتمسفری و محیطی به حداقل غلظت ممکن می‌رسد، بنابراین انتظار می‌رود که غلظت آلاینده‌ها در این محصولات بسیار ناچیز باشد، ولی مصرف بالای سموم آفت‌کش و قارچ‌کش و همچنین ناخالص بودن مخلوط کودهای حاوی عناصر کم‌نیاز و آلوده بودن آنها به این عناصر، باعث بالا رفتن آلودگی این فلزات در محصولات گلخانه‌ای شده است. بنابراین، توجه ویژه به کیفیت کودهای مصرفی و عاری بودن آنها از فلزات سنگین در تولید محصول و حفظ سلامت محصولات گلخانه‌ای برای مصرف‌کنندگان ضروری است.

10- منابع مورد استفاده

- 1- اسفندیاری، ص. 1387. تعیین آب مصرفی خیار گلخانه‌ای در روش‌های آبیاری میکرو (قطره‌ای، تیپ سطحی و زیر سطحی) با استفاده از تشتک تبخیر و تطبیق با روش پنمن مانتیس. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب کرمان.
- 2- بای‌بوردی، ا. و م. ج. ملکوتی. 1379. اثربخشی منابع و مقادیر فراتر از حد بحرانی کودهای پتاسیم در بهبود عملکرد پیاز، گوجه‌فرنگی و پنبه در آذربایجان شرقی، نشریه ترویجی، انتشارات فنی معاونت ترویج، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.
- 3- بصیرت، م.، م. س. درودی و م. ج. ملکوتی. 1379. تغذیه گیاهان گلخانه‌ای (هیدروپونیک). نشریه شماره 168. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
- 4- بصیرت، م.، م. س. درودی و م. ج. ملکوتی. 1380. ضرورت محلول پاشی کلرور کلسیم و دستورالعمل کاربرد آن. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره 174.

- 5- بصیرت، م.، ا. موسوی، و م. ع. ملبوبی، 1392. پاسخ های مورفولوژیک گیاه گوجه فرنگی به سطوح مختلف تغذیه با فسفات در کشت هیدروپونیک گوجه فرنگی، سیزدهمین کنگره علوم خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
- 6- بصیرت، م. 1393. بررسی امکان تولید بستر کشت هیدروپونیک از منابع داخلی کشور برای چند محصول گلخانه ای. گزارش نهایی طرح پژوهشی به شماره 45665. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.
- 7- بصیرت، م.، ف. دهقانی، 1393. بررسی اثر بسترهای کاشت مختلف در تجمع نیترات خیار گلخانه ای استان یزد. سومین کنگره ملی هیدروپونیک، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ایران.
- 8- سالاردینی، ع. 1365. حاصلخیزی خاک، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- 9- سیلِسپور، م و م. ج. ملکوتی، 1384. مصرف عناصر کم نیاز (ریزمغذی ها) در محصولات سبزی و صیفی گامی مؤثر در افزایش عملکرد و ارتقاء سلامت جامعه، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
- 10- غفاری نژاد، س. ع. 1392. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی در برگ خیار گلخانه ای منطقه جیرفت. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب کرمان.
- 11- غفاری نژاد، س. ع. 1392. تأثیر سطوح و منابع کودهای آلی بر عملکرد خیار گلخانه ای در منطقه جیرفت. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی جنوب کرمان.
- 12- ملاحسینی، ح. 1388. استفاده بهینه از عناصر غذایی در خیار گلخانه ای. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.
- 13- ملکوتی، م. ج. 1378. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با مصرف بهینه کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج، ایران.
- 14- ملکوتی، م. ج.، م. س. درودی و م. بصیرت، 1379. تغذیه گیاهان گلخانه ای (کشت خاکی)، نشریه شماره 167. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
- 15- ملکوتی، م. ج. و م. بصیرت، 1382. کود آبیاری روش مؤثر در افزایش عملکرد و ارتقاء کارایی مصرف آب و کود. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور باغبانی.

- 16- ملکوتی، م. ج.، ا. بای‌بوردی و ج. طباطبایی. 1383. 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.
- 17- ملکوتی، م. ج.، ا. نوری، س. سماوات و م. بصیرت. 1384. علل تجمع نیترات در سبزیهای میوه ای (خیار، گوجه فرنگی و ...) و روش های کنترل آن. موسسه تحقیقات خاک و آب نشریه فنی شماره 414.
- 18- نورقلی‌پور، ف و م. ج. ملکوتی. 1379. نقش پتاسیم در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی. انتشارات فنی معاونت ترویج. وزارت جهاد کشاورزی. تهران.
- 19- Abad, M., P. Noguera, R. Puchades, A. Maquieira, and V. Noguera. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. *Bioresource Technology* 82(3):241-245.
- 20- Alomran, A. M., I. I. Louki, A. A. Aly, and M. E. Nadeem. 2013. Impact of deficit irrigation on soil salinity and cucumber yield under greenhouse condition in an arid environment. *J. Agr. Sci. Tech.* 2013. 15:1247-1259.
- 21- Benton Jones. 1998. *Plant Nutrition Manual*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 149 p. Approximately 50.
- 22- Bergman, W. 1992. *Nutritional disorders of plants*. Gustav Fischer Verlag Jena, New York. p.386.
- 23- Brady, N.C. 1984. *The Nature and Properties of Soils*. 9th Edition. Macmillan Publishing Company. New York. 750 p.
- 24- Cresswell, G. and L. James. 2004. Nutrient disorders of greenhouse Lebanese cucumbers. *Agfact* H8.3.3
- 25- Faust, J.E and Will, E. 1999. *Plant nutrition and fertilizer for greenhouse ornamental horticulture and landscape design and production*.
- 26- 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.
- 27- Haifa group. Nutritional recommendations for cucumber. Available at: [www. Haifa-group.com](http://www.Haifa-group.com)
- 28- Havlin, J.L. et al. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers*, 6th Edition Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 499 p.
- 29- Helling, C. S., G. Chesters, and R. Corey. 1964. Contribution of organic matter and clay to soil cation-exchange capacity as affected by the pH of the saturating solution. *Soil Science Society of America Journal* 28(4):517-520.
- 30- Hochmuth, G. 1994. *Plant petiole sap-testing guide for vegetable crops*. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 1144.

- 31- 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.).
- 32- 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.
- 33- Hochmuth, G. J., and E. A. Hanlon. 1995. IFAS standardized fertilization recommendations for vegetable crops. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ. 1152.
- 34- Hochmuth, G. 1996. Commercial vegetable fertilization guide. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 225D.
- 35- 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.
- 36- Inbar,Y. and Y. Chen.1990. Humic substances formed during the composting of organic matter. Soil Science Society of America Journal, vol. 54, pp. 1316-1323.
- 37- 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.
- 38- Kamprath, E. 2000. Relevance of soil testing to agriculture and envronment. Council for Agriculture Science and Tecnology, No: 15.
- 39- Marschner, H. (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. Academic Press. London. 889 p
- 40- Papadopoulos.,A.P. 1991. Growing greenhouse seedless cucumbers in soiland in soilless media. Agriculture and Agri-Food Canada Publication 1902/E
- 41- Rommheld, V. S.Jimenez Becker, G. Neumann, J.P. Gweyi-onyango. L. Puelschen, W.Speer and F. Bangerth. 2005. IPI symposium on fertigation. Beijing, sep, 2005. 20-24.
- 42- Scaife, A. and M. Turner. 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- Van Eysinga, J. P., N. L. Roorda, and K. W. Smilde. 1981. Nutritional disorders in glasshouse tomatoes, cucumbers, and lettuce. Center for Agric. Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands. 130 pp.
- 46- Verdonch, O., D. de Vleeschauwer., L. Penninck.1983. Cocofiber, a new growing media for plants in the tropics. ActaHort., 133:215-220.

47- Verdonch, O., and R.Gabreils. 1992. Reference methos for determination of physical and chemical properties of plant substrate. *ActaHort.* 302:169-179.