



بررسی اثر کمبود عناصر پرمصرف و کم مصرف بر روی گیاه گوجه فرنگی در محیط هیدروپونیک

مریم ابدال*^۱، مریم امانی تیرانی^۲

*^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشگاه صنعتی اصفهان

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشگاه صنعتی اصفهان

*نویسنده مسئول: m.abdal72@gmail.com

چکیده

سیستم‌های کشت هیدروپونیک با توجه به مزایای متعدد نظیر افزایش عملکرد، تولید محصول سالم و یکنواخت و کاهش نیاز به کارگر، در حال گسترش است. یکی از نکات مهم برای موفقیت آمیز بودن تولید در این سیستم‌ها، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بسته به نوع بستر کشت، در طی دوره رشد گیاه است. به منظور مطالعه اثر کمبود عناصر پرمصرف و کم مصرف بر گیاه گوجه فرنگی در محیط کشت آبکشت، آزمایشی با ۱۴ تیمار و در سه تکرار به صورت فاکتوریل با طرح پایه کامل تصادفی به صورت هیدروپونیک در گلخانه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. در این آزمایش بذر گوجه فرنگی رقم فلات انتخاب گردید و اثر کمبود عناصر ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، روی، منگنز، کلر، مولیبدن، بر و مس بر ویژگی ظاهری گیاه گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. کمبود ازت کاهش رشد و رو خمشگی برگ، کمبود پتاس ساقه‌های ضعیف و لبه برگ‌ها زرد و خشک، کمبود کلسیم پیچیدگی برگ، کمبود فسفر رنگ ارغوانی در سطح زیرین برگ‌ها، کمبود گوگرد رگه‌های کمرنگ بر روی پهنک و حالت کلروزه شدن برگ‌های بالایی بوته، حذف منگنز رو خمشگی برگ، حذف کلر میانگره‌های طویل، ارتفاع متوسط و برگ‌ها پیچیده و قدری زرد رنگ، حذف بر، پیچیدگی برگ‌ها، مس، برگ‌های سبز تیره و زردی در نواحی بین رگبرگ‌ها در حذف آهن مشاهده شد. این آزمایش به منظور آشنایی با علائم کمبود در گیاه گوجه فرنگی انجام گرفت.

کلمات کلیدی: عناصر، کمبود، گوجه فرنگی، هیدروپونیک

مقدمه

گیاه گوجه فرنگی با نام علمی *lycopersicon esculentum* متعلق به تیره بادمجانیان است (قشم و کافی ۱۳۷۸). با توجه به اهمیت زیاد گوجه فرنگی و نیاز کشور به تولید آن، باید تحقیقات بیشتری در خصوص بالابردن عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی انجام گیرد. با توجه به این که تعادل عناصر غذایی در محیط کشت از فاکتورهای مؤثر در تولید محصولات زراعی و باغی به شمار می‌آید، تعیین سطوح بهینه عناصر غذایی در محلول غذایی در سیستم‌های آبکشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تغذیه بهینه گیاه شرط اصلی بهبود کمی و کیفی محصولات است. در تغذیه گیاه و درخت نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس آن قرار گیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت تناسب میان همه عناصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است. عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند. عناصر غذایی مضرعناصری هستند که برای رشد و نمو گیاهان زیان‌آور هستند. حتی در برخی موارد غلظت‌هایی کم این عناصر می‌تواند موجب کاهش قابل توجهی در عملکرد و رشد گیاه گردد. اکثریت گیاهان به خصوص گیاهان زراعی معمولاً به ۱۶ عنصر برای کامل کردن سیکل زندگی خود نیاز دارند. این عناصر به نام عناصر اصلی یا به نام عناصر ضروری معروف اند (خوش گفتار منش ۱۳۸۶). عناصر غذایی لازم یا ضروری سه معیار برای ضروری بودن وجود دارد که عبارتند از: گیاه بدون آن عنصر قادر به تکمیل چرخه حیات خود نباشد، وظیفه آن عنصر توسط عنصر دیگری قابل انجام و جایگزینی نباشد، عنصر مستقیماً در متابولیسم و تغذیه گیاه نقش داشته باشد. عناصر لازم یا ضروری به دو دسته پرمصرف، عناصر غذایی کم مصرف تقسیم می‌شوند.



شوند. عناصر پرمصرف شامل کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد بوده که به مقدار زیاد مورد نیاز گیاه می باشند. عناصر کم مصرف شامل آهن، منگنز، روی، مس، بر، کلرو مولیبدن هستند که به مقدار کم مورد نیاز گیاه می باشند. هرگاه میزان عناصر اصلی جذب شده به وسیله گیاه کمتر از میزان مورد نیاز آن باشد گیاه ابتدا با کاهش رشد همراه بوده و با ادامه ی کمبود علائمی در گیاه ظاهر می گردد که این علائم بسته به نوع عنصر متفاوت می باشد و در شرایط کمبود شدید اغلب مرگ گیاه حتمی است. برای بررسی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه معمولاً از محلول های غذایی گیاهی استفاده می شود زیرا ترکیب و غلظت عناصر اصلی مختلف در این محلول ها (برخلاف خاک) قابل کنترل است (خوش گفتار منش، ۱۳۸۶). هدف از انجام این آزمایش بررسی علائم کمبود عناصر پرمصرف و کم مصرف در گیاه گوجه فرنگی در محیط کشت هیدرو پونیک بوده است.

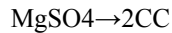
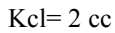
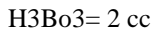
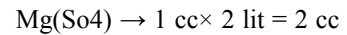
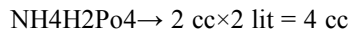
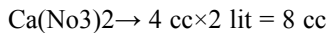
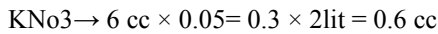
مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر کمبود عناصر پرمصرف و کم مصرف بر روی نشاء های گوجه فرنگی و همچنین پی بردن به ویژگی علائم کمبود هر عنصر در مجموعه گلخانه های آموزشی دانشگاه صنعتی اصفهان در شرایط کشت هیدروپونیک آزمایشی طرح ریزی شد، مقایسه ها مربوط به هر تیمار کمبود نسبت به تیمار شاهد با تغذیه محلول جانشون صورت پذیرفت. آزمایش با ۱۴ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. ابتدا بذر گوجه فرنگی در بستر مخلوط ماده آلی کشت شد و با آب مقطر آبیاری صورت گرفت. به طوریکه همواره سطح ماسه مرطوب بود. پس از اینکه نهال های جوان به مرحله ی دو برگ رسیده به محلول غذایی انتقال یافت. برای تهیه محلول غذایی از محلول غذایی هوگلند و جانشون استفاده شد. جهت تهیه محلول غذای استوک از عناصر ماکرو الیتر، عنصر میکرو ۲۵۰ سی سی و برای آهن و سایر عناصر ۰/۵ لیتر، برای عناصر جبرانی از هر کدام ۱۰۰ سی سی ساخته شد. ظروف مورد استفاده کاملاً ضد عفونی شد تا هیچ نمکی به آنها چسبیده نباشد و آزمایش دچار خطا نشود. ترتیب ضد عفونی کردن وسایل شامل آب ریکا، آب شیر، محلول اسید نیتریک ۰/۱ نرمال، آب شیر و آب مقطر بود. ظروف مورد استفاده شامل ارلن، بالن ژوژه، دبه ها، بشرکه با مواد شوینده ذکر شده شست و شو شدند. ابتدا عناصر ماکرو را درون یک ظرف پلاستیکی وزن کرده و بعد داخل بشر ریخته شد. محلول در بشر ریخته شد و روی هیتر گذاشته شد. (ابتدا سرعت تنظیم شد تا محلول بیرون نریزد). برای عناصر میکرو المنت این نکته خیلی مهم است که از وسایلی استفاده شود که عاری از آلودگی باشد مانند قاشقک. محلول آهن در ارلن تیره ریخته شد چون به نور حساس است. نیترات پتاسیم، $MgSO_4$ ، اسیدمولیبدیک و K_2SO_4 به راحتی حل نمی شود. محلول های غذایی مورد نظر داخل ظرف های تیره ریخته شده چون محیط کشت ریشه باید تاریک باشد. درب ظرف دارای دو سوراخ کوچک برای ورود اکسیژن و دیگری برای ورود پیست آب جهت اضافه کردن آب به محلول بوده و سوراخ بزرگتر برای استقرار گیاه می باشد. عناصر پرمصرف به دلیل نیاز شدید گیاه آنها نمی توان حذف کامل کرد زیرا بدون آنها رشد گیاه امکان پذیر نمی باشد.

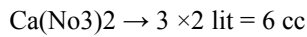
۱۴ تیمار بررسی شده شامل:

تیمار	شاهد	کلسیم	فسفر	گوگرد	پتاسیم	ازت	منیزیم	منگنز	کلر	مولیدن	روی	آهن	مس	بر
کمبود جانشون کامل	۳٪	۵٪	۵٪	۵٪	۵٪	۵٪	۵٪	حذف کامل	حذف کامل	حذف کامل	حذف کامل	حذف کامل	حذف کامل	حذف کامل

روش ساخت تیمار کمبود ۵٪ پتاسیم (برای نمونه): تیمار مورد نظر بررسی کمبود ۵٪ پتاسیم می باشد. در جدول حجم برای یک لیتر بوده و در این آزمایش دو لیتر لازم است (حجم هر دبه دو لیتر است). برای ساخت تیمار کمبود ۵٪ پتاسیم محاسبات زیر انجام شد:



در مورد عناصر کم مصرف نیازی به کم کردن نیست زیرا میزان آنها خیلی کم می باشند. زمانی که ۵% KNO_3 ساخته می شود کمبود N هم به وجود می آید بنابراین جهت برگرداندن N به محلول از رابطه زیر استفاده می شود. (از جدول جبرانی).



جهت نصب محیط های هیدروپونیک از لوله های هوا برای تهویه استفاده می شود که وسط آنها ترمینالهای برنجی وجود دارد وظیفه این ترمینالها تقسیم کردن هوا بین محیط های کشت است. هوا از داخل رابط برنجی وارد ترمینالها شده و از آنجا وارد لوله های اسپاگتی شده و هر لوله به سمت یک دبه می رود. انتهای لوله اصلی به سر کمپرسور وصل شد. کمپرسور دو خروجی دارد که خروجی اول هوا را از ابتدای لوله وارد کرده و یک خروجی هوا را از طرف دیگر وارد کرده که این مکانیسم باعث می شود که شدت جریان هوا در همه نقاط یکسان و هوای یکسان به تمام دبه ها برسد. درب هر دبه دارای سه سوراخ است که سوراخ بزرگتر محل استقرار گیاه و دو سوراخ های کوچکتر یکی برای ورود لوله اسپاگتی (لوله اسپاگتی از نصف ظرف کمی پایین تر باشد) و یکی برای ورود لوله پیست جهت اضافه کردن آب به محلول غذایی بود. گیاه گوجه فرنگی رقم فلات داخل سینی های کاشت در بستر مخلوط ماده آلی بصورت نشاء آماده شد. پس از آماده کردن دبه ها و محلول غذایی نشاء ها را از سینی کاشت خارج کرده و ریشه های نشاء ها شسته شده سپس فوم سفید جهت نگهداشت گیاه داخل سوراخ بزرگ دبه به اندازه سه تا گیاهچه تهیه شد. درون هر دبه یک نشاء قرار گرفت و سپس کمپرسور روشن شد. یک تایمر قطع و وصل جریان برق نصب شد که در ساعت های ۴:۱۵-۴ و پس از آن ۸:۱۵-۸ روشن می شد. پس از آن هر روز نشاء ها بررسی شدند و در پایان آزمایش علائم کمبود به صورت ظاهری روی ریشه ها و برگ ها بررسی شده و گزارش شدند.



طریقه نصب سیستم هیدروپونیک

نتایج و بحث

علائم مشاهده شده: تیمار ازت ۵٪ وحذف آهن برگ های زرد در آنها ظاهر شد و به مرور این علائم در همه تیمارها بجز شاهد ظاهر شدند. کمبود ازت ۵٪ کاهش رشد و رو خمشگی برگ و زرد شدن برگ دیده شد. کمبود ۵٪ پتاسیم ساقه های ضعیف شد و لبه برگ ها زرد و خشک شد و ریشه ها کم رشد تر و باریک تر از گیاه شاهد (بدون کمبود) شد. کمبود کلسیم ۳٪ پیچیدگی تا حدودی در برگ مریستمی و زردی برگ ها به میزان کم مشاهده شد و ریشه ها پر حجم و کوتاه گردید، کمبود منیزیم ۵٪ زرد شدن برگچه ها و طویل و کم حجم شدن ریشه ها، کمبود فسفر ۵٪ ایجاد رنگ ارغوانی در سطح زیرین برگها و ریشه های باریک تر از شاهد، کمبود گوگرد ۵٪ رگه های کمرنگ بر روی پهنک و حالت کلروزه شدن برگهای

بالایی بوته و کم حجم و کوتاه شدن ریشه ها، حذف منگنز رو خمشی برگ و رشد مناسب ریشه ها، حذف کلر میانگره های طویل، ارتفاع متوسط و برگ ها پیچیده و قدری زرد رنگ در حذف بر، پیچیدگی برگ ها در مس، برگ های سبز تیره و زردی در نواحی بین رگبرگ ها و کم حجم و طویل شدن ریشه ها در حذف آهن، حالت پف کرده در برگ ها در حذف مولیبدن مشاهده شد.

علائم ذکر شده در منابع، در اثر کمبود پتاسیم، رشد آهسته و رنگ گیاه سبز مایل به آبی تیره شده، محصول کاهش می یابد. در کمبود آهن اولین علائم کمبود در برگ های جوان که عبارت از زردی در نواحی بین رگبرگ هاست دیده می شود. در کمبود شدید تمام سطح برگ زرد روشن شده به تدریج به رنگ تقریباً سفید در می آید و سپس کمی خشک و سوخته می شود. در اثر کمبود بر برگ ها پیچیده و شکننده و قدری زرد رنگ می شوند و سطح برگ توسعه نمی یابد. در حالت شدید ساقه ها ضخیم و مرگ نقاط رویشی پیش می آید. اولین علائم کمبود روی به صورت ایجاد لکه های در نواحی رگبرگ هاست. سپس برگچه ها حالت فنجان برگشته را پیدا می کنند. شکل، علائم کمبود شدید در قسمت بالایی بوته گوجه فرنگی را نشان می دهد. کمبود مولیبدن در گوجه فرنگی باعث پیچیدن و ایجاد لکه های موج دار در برگ های مسن و روشن تر شدن رنگ برگ ها شده و نواحی کلروتیک ظاهر پف کرده پیدا می کنند. باید توجه کرد این علائم با علائم کمبود آهن اشتباه نشود. در کمبود کلسیم سوختگی نوک برگ، صدمه دیدن نقاط رویشی و کوچک شدن میوه می شود. کمبود مس موجب تاخیر در رشد گیاه، پیچیده شدن برگچه ها و منحنی شدن دمبرگها می شود. کمبود منیزیم موجب زرد شدن برگچه ها می شود که از لبه برگ شروع و بعد تمام برگ را در بر می گیرد. کمبود منگنز موجب زرد شدن میان رگبرگی می شود در حالی که کناره رگبرگ هاسبز باقی می ماند. اولین علامت کمبود فسفر در گوجه فرنگی ایجاد رنگ ارغوانی در سطح زیرین برگها می باشد. بعد از آن شاخه ها باریک و فیبری شده، دمبرگها کوچک و میوه دهی به تاخیر می افتد. کمبود ازت این عنصر در گوجه فرنگی باعث به تأخیر افتادن رشد، تغییر رنگ طبیعی گیاه، کوچک و نازک باقی ماندن برگها و تغییر رنگ آنها از سبز مایل به زرد به ارغوانی، سفت و فیبری شدن شاخه ها، زرد شدن جوانه های گل و ریختن آنها، کوچک ماندن میوه و کاهش شدید محصول می شود (وصال، ۱۳۹۴). علائم عمومی کمبود عناصر غذایی بدین شرح است: محل ظهور علائم کمبود عناصر غذایی در گیاهان به میزان انتقال عناصر غذایی از برگ های پیر به قسمت های جوان گیاه بستگی دارد. عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم به راحتی از برگ های مسن به قسمت های جوان گیاه جابجا می شوند. از این رو علائم کمبود این عناصر ابتدا در برگ های پیرتر گیاه دیده می شود. در مقابل، عناصر غذایی مانند کلسیم و منگنز تحت هیچ شرایطی از برگ های پیر به قسمت های جوان منتقل نمی شوند. در نتیجه علائم کمبود این عناصر در قسمت های جوان گیاه دیده می شوند. کمبود شدید عناصر غذایی در گیاه به صورت علائم مختلفی قابل تشخیص است. تغییر رنگ برگ ها، سوختگی، توقف رشد جوانه های انتهایی، تغییر شکل میوه ها، تفاوت در عملکرد، زودرسی، دیر رسی، کوچک شدن میوه ها، نارسایی در رشد، کاهش گسترش ریشه و افت خاصیت انبار داری میوه ها از نشانه های کمبود عناصر غذایی است. این نشانه ها گاه به گونه ای مشخص و زمانی به صورت مشابه در گیاهان ظاهر شده و به وسیله برخی کارشناسان با تجربه به عنوان ابزاری در تشخیص کمبودها به کار گرفته می شوند. لازم به ذکر است که این علائم در تمام گیاهان به صورت یکسان نمایان نمی شوند. از مزایای این روش می توان به سریع بودن، و عدم نیاز به وسایل تخصصی اشاره کرد و از اشکالات این روش می توان به موارد زیر اشاره کرد. علائم کمبود در گیاهان مختلف متفاوت است. احتمال شباهت علائم کمبود یک عنصر با عنصر دیگر وجود دارد. در صورت وجود کمبود بیش از یک عنصر در گیاه علائم کمبود آنها با هم مخلوط می شود. اثر عوامل جوی، مثل سرما و گرمایی بی موقع، کم آبی و آب زیاد ممکن است سبب بروز علائمی گردد که با علائم کمبود اشتباه گرفته می شوند. زیادی یک عنصر در گیاه و درخت باعث مسمومیت می شود که علائم آن شبیه علائم کمبود آن عنصر می باشد. آفات و امراض علائمی شبیه به کمبود عناصر غذایی ایجاد می کنند. معمولاً علائم کمبود وقتی ظاهر می شوند که تاثیر خود را بر روی رشد و عملکرد به جا گذاشته باشند. در



برخی محصولات امکان گرسنگی پنهان وجود دارد. گیاه دچار کمبود یک عنصر می باشد ولی علائم ظاهری ایجاد نمی کند (خوشگفتار منش، ۱۳۸۶).



کمبود مس

کمبود منگنز



کمبود مولیبدن

کمبود منیزیم



کمبود گوگرد

کمبود فسفر



کمبود روی

کمبود کلسیم



کمبود پتاسیم

کمبود بر



کمبود آهن

کمبود ازت



کمبود کلر

شاهد(محلول کامل)

منابع

- قشم، ر. و م. کافی. ۱۳۷۸. گوجهفرنگی صنعتی از کاشت تا برداشت. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. خوش گفتارمنش، ا.، ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاه، انتشارات جهاد دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خوش گفتار منش، ا. ۱۳۸۶. هیدروپونیک (کشت بدون خاک)، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- وصال، س.ر.، ۱۳۹۴. هیدروپونیک، راهنمای کامل و عملی کشت بدون خاک، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.



Effect of deficiency of macro elements and micro elements on tomato plant in hydroponic system

Maryam Abdal^{1*}, Maryam Amani Tirani²

^{1*} Master science, Department of Horticulture Science, Isfahan University of Technology

² Master science, Department of Horticulture Science, Isfahan University of Technology

Corresponding Author: m.abdal72@gmail.com

Abstract

There has been increasing interest in the use of hydroponic or soilless techniques for producing greenhouse horticultural crops. One of the important points for the success of production in these systems is the supply of nutrients to the plant, depending on the culture medium, during the plant growth period. In order to study the effect of deficiency of macro elements and micro elements on tomato plants in aquatic environment, an experiment was conducted with 14 treatments and three replications in a randomized complete block design with hydroponics in greenhouses of Agriculture department, Isfahan University of Technology. The effects of deficiency of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, iron, zinc, manganese, chlorine, molybdenum, and copper on the apparent properties of tomato plants were studied. Deficiency Symptoms elements: N: decrease growth, K: Bronzing and dying of leaf margin and weak stems, Ca: Cupping of mature leaves, P: Red or purplish color (anthocyanin pigment) in leaves, especially undersides, S: General yellowing of the whole plant, starting with the younger leaves, Mn: epinasty, Cl: long internodes and leaf twists, B: leaf twists, Cu: young leaves often become dark green and twisted and Fe: Pronounced interveinal chlorosis similar to that caused by magnesium deficiency but on the younger leaves. This experiment was conducted to find out the symptoms of deficiency in tomato plants.

Keywords: Elements, Deficiency, Tomato, Hydronic

