

اثر شاخص نیتروژن محلول های غذایی در تغذیه معدنی ارقام گوجه فرنگی گلخانه ای در کشت هیدروپونیک

مجتبی دلشاد، مصباح بابالار و عبدالکریم کاشی

بترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران - کرج

تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۱/۳۱

خلاصه

در این تحقیق، ۳ رقم گوجه فرنگی گلخانه ای به نامهای C₁:NIKITA و C₂:HAMRA, C₃:ELENA بصورت هیدروپونیک مورد کشت قرار گرفتند و اثر ۵ محلول غذایی مختلف بر روی آنها مورد مطالعه قرار گرفت. تفاوت عمده محلولهای غذایی مختلف که بصورت S₁, S₂, S₃, S₄ و S₅ نشان داده شده است، در نوع نیتروژن موجود در فرمول آنها بود، به نحوی که در محلول S₁ تمام نیتروژن موجود در فرمول ساخت آن از نوع نیتراتی بود و بتدریج از محلول S₂ تا S₅ مقداری نیتروژن آمونیومی به ترکیب محلول ها، اضافه گردید. در این تحقیق دو آزمایش در فصول مختلف انجام گرفت و بر روی نتایج حاصل از دو آزمایش تجزیه مرکب پذیرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که تغییر منبع نیتروژن می تواند بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام گوجه فرنگی گلخانه ای تاثیر بگذارد. در این تحقیق نتیجه گیری گردید که گیاهان گوجه فرنگی گلخانه ای، فرم نیتراتی نیتروژن (N-NO₃) را به فرم آمونیومی آن (N-NH₄) ترجیح می دهند. افزایش آمونیوم محلول های غذایی، سبب کاهش عملکرد میوه، مقدار ویتامین C میوه، درصد ماده خشک برگ و میوه، درصد اسیدپتیک قابل تیتراسیون، مواد جامد قابل حل میوه و میزان نیترات میوه گردید. منبع نیتروژن محلول های غذایی، بر ترکیب عناصر برگ نیز تاثیر گذاشت. افزایش آمونیوم در محلول غذایی سبب کاهش کلسیم و پتاسیم برگ و افزایش نیتروژن و سدیم برگ گردید. در بین ارقام مورد استفاده در این تحقیق نیز تفاوتهایی مشاهده گردید. بیشترین عملکرد در رقم C₂ یعنی رقم HAMRA بدست آمد.

واژه های کلیدی: محلول غذایی، نیترات، آمونیوم، گوجه فرنگی گلخانه ای

مقدمه

افزایش تولید در واحد سطح فراهم آورده اند. کشت سبزیهای گلخانه ای نیز به دو منظور، افزایش تولید در واحد سطح و تولید محصول خارج فصل، در بسیاری کشورها و در کشور ما انجام می شود و روز به روز در حال گسترش است. در میان سبزیهای گلخانه ای، کشت گوجه فرنگی گلخانه ای به منظور مصرف تازه خوری، مهمترین کشت گلخانه ای بسیاری از کشورهای اروپایی است (۲۷) و مصرف سرانه آن در برخی کشورها به ۴۰ کیلوگرم در سال می رسد (۲). تلفیق کشت های گلخانه ای با تکنیکهای جدید نظیر کشت

افزایش روز افزون جمعیت انسان و محدودتر شدن تدریجی منابع طبیعی در اثر گسترش شهرها و مشکلات موجود در زمینه افزایش تولید محصولات کشاورزی از طریق افزایش سطح زیر کشت، مساعی دانشمندان و متخصصین علوم کشاورزی را به افزایش تولید از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح معطوف داشته است. گلخانه ها با داشتن قابلیت هایی نظیر امکان کنترل بهتر عوامل موثر در تولید و امکان استفاده از ارتفاع به جای سطح، شرایط مناسبی را برای

آمونیم متابولیسم نشده می باشد (۲۳). کنترل دائمی pH محیط ریشه و ثابت نگه داشتن آن سبب تخفیف در عکس العمل گیاه نسبت به نوع نیتروژن گشته و در این شرایط محلول حاوی ۱mm نترات یا ۱mm آمونیوم، تفاوتی در تولید ماده خشک، نیتروژن کل و میزان فتوسنتز خالص گوجه فرنگی ندارند و هم نترات و هم آمونیوم به صورت مطلوبی مورد استفاده گیاه قرار می گیرند (۲۳).

غلظت ۱۱۲ پی پی ام، نیتروژن آمونیومی سبب بروز علائم مسمومیت در بوته های گوجه فرنگی می گردد (۱۶) و این اثر تا حد زیادی به نوع بستر کشت بستگی دارد. مقادیر بالای NH_4^+ در سیستمهای هیدروپونیک اثر سمیت بیشتری نسبت به خاک نشان می دهد. در بسترهایی نظیر خاک یا مخلوط خاک با سایر بسترها که قدرت تامپونی و ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتری نسبت به بسترهای سیستم هیدروپونیک دارند، رشد بهتر گیاهان با تغذیه آمونیومی گزارش شده است. در این سیستمها دو نوع نیتروژن (NO_3^- و NH_4^+) و ۴ نوع بستر کشت اثرات مختلفی بر کفایت، پیت و کشت در محلول این موضوع را نام می کند. در این سیستمها می دهد که رشد گیاهان در بسترهای شن، ورمی کولت و کشت در سبزه چال، با نیتروژن نیتراتی، بهتر از تغذیه با نیتروژن آمونیومی می باشد. در سبزه چال، رشد گیاهان تغذیه شده با NH_4^+ با رشد گیاهان تغذیه شده با NO_3^- تفاوتی نشان نمی دهد (۱۶). بین تاثیر نوع نیتروژن به رشد رویشی و تاثیر آن به رشد زایشی می بایست تفاوت فائق شد چون در برخی مطالعات مشخص شده است که وجود ۲۵٪ نیتروژن آمونیومی در محلول غذایی سبب افزایش رشد رویشی می شود اما کاهش معنی دار وزن میوه را به دنبال دارد (۸). تغذیه آمونیومی گوجه فرنگی سبب افزایش اتیلن و بروز اپیناستی^۴ می گردد (۸). تغذیه آمونیومی گیاهان سبب کاهش اسکوربیک اسید می گردد این اثر آمونیوم به نوع گیاه مورد مطالعه و احتمالاً^۵ به یون همراه آمونیوم در نمک مورد استفاده بستگی دارد. اثر کاهندگی برخی نمکهای آمونیومی نظیر آمونیوم سولفات بر میزان ویتامین C گیاهان، ناشی از اثر نمک بر سنتز ویتامین C است نه به خاطر تشدید کاتابولیسم (تجزیه) آن در بافتهای گیاه (۲۱). آمینو اسیدهای موجود در گیاه نیز تحت تاثیر نوع نیتروژن قرار می گیرند. در گوجه فرنگی غلظت اسیدهای آلی با

بدون خاک^۱ یا هیدروپونیک^۲ امکان کنترل هرچه بهتر تغذیه گیاهان را فراهم آورده و تحول شگرفی را در عرصه تولید محصولات گلخانه ای ایجاد کرده اند. بعنوان مثال، در این زمینه می توان به افزایش ۶۹ درصدی تولید گوجه فرنگی گلخانه ای کشور بلژیک بین سالهای ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۳ اشاره نمود. این افزایش تولید در حالی انجام گرفته است که سطح زیر کشت این محصول در مدت مذکور فقط ۱۱ درصد رشد داشته است (۲۷). در کشور ما نیز در سالهای اخیر، کشت سبزیهای گلخانه ای رایج شده است. بستر کاشت بسیاری از آنها خاک می باشد و واحدهای معدودی نیز مبادرت به استفاده از سیستمهای هیدروپونیک نموده اند. شرایط اقلیمی مناسب و وجود برخی مزایای نسبی تولید، زمینه گسترش اینگونه کشته را در کشور فراهم آورده است و انجام تحقیقات در این زمینه را ضروری می سازد. تغذیه مناسب بوته های گوجه فرنگی گلخانه ای بطور اعم و یافتن محلول غذایی مناسب مختص واحدهای هیدروپونیک، برای بدست آوردن حداکثر محصول و بهره وری مناسب، از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

در تغذیه بوته های گوجه فرنگی، دادن نیتروژن بهینه بسیار حائز اهمیت می باشد. دادن نیتروژن زیاد سبب رشد رویشی و تاخیر گلدهی خواهد شد (۱۷). بر اساس برخی مطالعات مقدار نیتروژن نیتراتی دمبرگ گوجه فرنگی شاخص مناسب و بهتری نسبت به شاخص نیتروژن کل برای کنترل تغذیه نیتروژنی گیاه می باشد (۱۹). نوع نیتروژن نیز بر جنبه های مختلف فعالیت بوته های گوجه فرنگی تاثیر می گذارد. مشخص گردیده است که هم نترات و هم آمونیوم تاثیر واضحی بر جذب سایر یون ها در مراحل مختلف چرخه زندگی گوجه فرنگی به جای می گذارند (۳۰). افزایش غلظت NH_4^+ محلول غذایی از ۱۴ تا ۱۱۲ پی پی ام، در سیستم هیدروپونیک با بستر شن^۳، سبب کاهش غلظت Ca, K و Mg در بافت گیاه و افزایش غلظت آمونیوم بافتها می گردد (۲۹ و ۱۶). هنگامی که بوته های گوجه فرنگی با آمونیوم تغذیه می شوند نسبت به حالتی که با همان مقدار نترات تغذیه شوند رشد مناسبی ندارند (۲۳). محدودیت رشد حاصل احتمالاً ناشی از اسیدی شدن محیط رشد جریان بیش از حد کاتیون ها نسبت به آنیون ها و یا سمیت

1. Soiless culture

2. Hydroponic

3. Sand culture

4. Epinasty

شد. در آزمایش اول بذور گوجه فرنگی در تاریخ ۷۷/۷/۱۴ در بستر پرلیت که برای همه تیمارها یکسان در نظر گرفته شده بود کاشته شدند و از زمان کشت بذر تا زمان سبز شدن رطوبت مورد نیاز برای جوانه زدن از طریق آبیاری با آب معمولی تامین شد. پس از سبز شدن عمل محلول دهی به مدت یک هفته با محلول های نیم غلظت و پس از آن با محلول کامل انجام شد. این آزمایش در تاریخ ۷۷/۱۲/۲۶ از ۷۷/۱۲/۱۹ به پایان رسید. در آزمایش دوم، کشت بذر در تاریخ ۷۷/۱۲/۱۹ انجام گرفت. آبیاری و محلول دهی همانند آزمایش اول انجام شد و این آزمایش در تاریخ ۷۸/۵/۹ به اتمام رسید.

در این تحقیق ۳ رقم گوجه فرنگی گلخانه ای مورد استفاده قرار گرفتند. از خصوصیات اصلی ارقام گلخانه ای این است که رشد آنها نامحدود است و تا زمانیکه شرایط مساعد فراهم باشد رشد رویشی و زایشی بطور توأم وجود خواهد داشت و ارتفاع بوته ها به چندین متر نیز خواهد رسید. ارقام مورد استفاده عبارت بودند از:

C₁: NIKITA (GC 786) S&G

C₂: HAMRA P.S

C₃: ELENA (F224) S&G

ب - عملیات کاشت و داشت

در این تحقیق ۵ محلول غذایی و ۳ رقم گوجه فرنگی گلخانه ای مورد استفاده قرار گرفتند. تیمارها در ۴ تکرار و با دو گلدان برای هر واحد آزمایشی مورد مطالعه قرار گرفتند. بنابراین تعداد گلدان ها $2 \times 4 \times 3 \times 5 = 120$ عدد بود. بستر کاشت مورد استفاده پرلیت بود و جهت حصول اطمینان از باقی ماندن حداقل یک بوته در هر گلدان، هنگام بذر کاری، چند بذر در هر گلدان کاشته شد و با انجام عملیات تنک، سرانجام یک بوته در هر گلدان باقی ماند. پس از اینکه بوته ها به اندازه کافی رشد کردند بوسیله نخهای کفنی که بعنوان قیم مورد استفاده قرار گرفته بودند بطرف سیمهای فلزی تعبیه شده در قسمت فوقانی هدایت شدند. سیستم هرس و تربیت بوته بصورت « تک ساقه » اتخاذ گردید و تمام شاخه های جانبی به محض ظهور حذف می شدند.

دمای گلخانه با استفاده از سیستم شوفاژ در ماههای زمستان و استفاده از رنگ و حصیر و دو دستگاه کولر آبی در ماههای گرم بهار و تابستان در حد مناسب حفظ شد. میانگین دمای شبانه آزمایش اول

زنجیره کوتاه، در تغذیه نیتراتی نسبت به تغذیه توأم نیتراتی و آمونیومی (NO_3^- و NH_4^+) ۲ تا ۳ برابر افزایش نشان می دهد (۱۸). همچنین تغذیه آمونیومی بوته های گوجه فرنگی سبب کاهش مقدار کلسیم میوه و در نتیجه تشدید عارضه سوختگی گلگاه^۱، در مقایسه با حالتی که گیاهان با نترات تغذیه می شوند خواهد شد (۴). در منابع علمی، دلایل دیگری نظیر کمبود کلسیم محلول غذایی، جذب ضعیف کلسیم، انتقال نامناسب کلسیم به میوه و انتقال ضعیف کلسیم به طرف بافتهای انتهایی میوه (۶)، نوسانات رطوبتی (۹ و ۳)، افزایش نسبت K/Ca (۵) و افزایش شوری (۶، ۱ و ۱۳) نیز بعنوان عوامل تشدید کننده این عارضه ذکر می شوند.

پاسخ به نوع منبع نیتروژن به گونه گیاه بستگی دارد. گیاهان طالبی تغذیه شده با محلول غذایی حاوی ۱۴ پی پی ام نیتروژن آمونیومی و ۹۸ پی پی ام نیتروژن نیتراتی، بهتر از گیاهانی که فقط با نیتروژن نیتراتی تغذیه شده بودند، رشد کرده اند (۲۲). با کاهش نسبت $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ از ۳:۱ به ۱:۱ میزان رشد، مصرف آب، عملکرد میوه، مواد جامد قابل حل میوه و جذب یون های Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، K^+ ، NH_4^+ ، NO_3^- در هندوانه رقم Sugar Baby کاهش می یابد (۲۶). در کرفس کمترین نسبت $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ سبب افزایش ماده خشک شاخه می گردد و کرفس فرم آمونیومی نیتروژن را بیشتر ترجیح می دهد (۲۸). مقادیر جزئی NH_4^+ در محلول غذایی بطور قابل توجهی محصول و کیفیت دانه را در گندم افزایش نمی دهد. بهترین عکس العمل با نسبت $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ برابر ۲:۵ (برحسب میلیگرم بر لیتر) بدست می آید و با افزایش بیشتر NH_4^+ تولید ماده خشک کاهش می یابد (۲۴).

هدف از این تحقیق یافتن مناسبترین نسبت آمونیوم و نترات برای رشد محصول با کیفیت بالای ارقام گوجه فرنگی گلخانه ای می باشد زیرا مقدار و اثر نسبی این دو یون بر جذب همه کاتیون ها و آنیون ها موثر بوده و یکی از عوامل مهم برای تولید محصول با کیفیت خوب است.

مواد و روشها

الف - زمان کشت و ارقام مورد استفاده

در این تحقیق دو آزمایش جداگانه و در داخل گلخانه انجام

در جداول محلول های غذایی اعداد مربوط به عناصر پر مصرف بر حسب میلی اکسی والان گرم در لیتر و اعداد مربوط به جدول عناصر کم مصرف بر حسب میلی گرم بر لیتر می باشند جدول های ۶-۱.

ت - اندازه گیری صفات مورد بررسی

۱ - عملکرد - میوه های رسیده کامل و قرمز هر بوته بطور جداگانه چیده شده و مورد توزین قرار گرفتند. از مجموع توزین ها عملکرد میوه هر بوته بر حسب گرم بر بوته بدست آمد.

۲ - درصد ماده خشک برگ و میوه - از هر بوته چند برگ و میوه بطور تصادفی انتخاب شده و پس از توزین برگها در انکوباتور با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد و میوه ها در دمای ۸۰ درجه قرار گرفتند و تا زمان رسیدن به وزن ثابت در این دما حفظ شدند از تفاضل وزن تر و خشک، درصد ماده خشک برگ میوه محاسبه گردید.

۳ - اندازه گیری ویتامین C - برای اندازه گیری ویتامین C میوه از هر بوته ۱۰ عدد میوه رسیده انتخاب شده و پس از شستشو و بریدن، بوسیله دستگاه مخلوط کن بصورت نمونه یکنواخت درآمدند. از این مخلوط دو نمونه ۳۰ گرمی انتخاب شده و مراحل اندازه گیری با استفاده از روش استاندارد «معرف اندیفنل» انجام شد و مقدار ویتامین C بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده تازه محاسبه شد (۱۴).

۴ - اسیدیته قابل تیتراسیون میوه - عصاره تهیه شده از میوه ها به نسبت ۵۰ میلی لیتر عصاره و ۵۰ میلی لیتر آب مقطر رقیق گردید و درصد اسید نمونه (بر حسب استیک اسید) با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال محاسبه گردید (۱۴).

۴ - مواد جامد قابل حل میوه - چند قطره از عصاره بدست آمده از میوه بر روی منشور دستگاه رفراکتومتر دستی مدل ATAGO (Brix=۰-۳۲٪) چکانده شد و درصد مواد جامد قابل حل قرائت گردید.

۵ - نیترات میوه - اندازه گیری نیترات به روش هومفری (۱۵) بوده است نیترات ها با فنل دی سولفونیک اسید تولید رنگ زرد می کنند که رنگ حاصل از طریق کلریمتری با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۰۸ نانومتر قرائت می گردد و میزان نیترات میوه محاسبه می شود.

۶ - اندازه گیری عناصر - اندازه گیری نیتروژن با روش کجالدال^۱ و اندازه گیری عناصر کلسیم پتاسیم و سدیم با روش خاکستر خشک^۲ و

۱۶±۲ و میانگین روزانه آن ۲±۲۷ درجه سانتی گراد بود. در آزمایش دوم میانگین شبانه ۲±۱۷ و میانگین روزانه ۲±۳۱ درجه سانتی گراد بود.

رطوبت گلخانه با استفاده از آبیاری کف گلخانه و باز کردن دریچه های جانبی و سقف گلخانه، تا حد امکان تنظیم شد رطوبت گلخانه بین ۶۰ تا ۸۰ درصد نوسان داشت.

محلول های غذایی در ظروف پلاستیکی ۱۵۰ لیتری آماده شدند و توسط پمپ الکتریکی و سیستم آبیاری قطره ای در اختیار گیاهان قرار داده می شدند. مقدار محلول غذایی مورد استفاده با توجه به دمای گلخانه و سن گیاه متغیر بود اما بهر حال سعی شد همواره بستر پرلیت مرطوب نگاه داشته شده و از خشک شدن آن جلوگیری شود امکان اتوماسیون سیستم نیز با استفاده از تایمرهای خاص وجود داشت که در ۲ ماه انتهایی دوره رشد، از این تایمرها استفاده گردید. جهت مبارزه با آفات از سم مالاتیون و برای کنترل و پیشگیری از بروز بیماریهای قارچی از سم بنومیل استفاده گردید. برای تسهیل و اطمینان از انجام گرده افشانی، سیمهای نگهدارنده قیمها پس از شروع گلدهی گیاهان روزانه چندین نوبت لرزانده می شدند.

برای جلوگیری از تجمع نمک در بستر کاشت، در هر آزمایش ۳-۴ بار عملیات شستشوی بستر با آب خالص انجام شد.

پ - تهیه محلول های غذایی

برای تهیه محلول های غذایی طبق جدولهای ۱-۵ ابتدا محلول پایه در آزمایشگاه تهیه گردید. غلظت هریک از این محلولهای پایه ۱۰۰۰ برابر غلیظ تر از حد نرمال بود و هنگام تهیه محلول مورد استفاده گیاه، ۱۰۰۰ بار رقیق می شدند. pH محلول ها، با استفاده از نیتریک اسید در حد ۰/۲±۰/۸ تنظیم گردید. مقدار عناصر کم مصرف در محلول های مختلف یکسان بود تفاوت اساسی محلول غذایی در نوع نیتروژن آنها بود به نحوی که نسبت نیتروژن آمونیومی به نیتروژن کل (NH₄⁺ / NH₄⁺ NO₃⁻) در محلول های ا تا ۵ به شرح زیر بود:

$$S_1 = \frac{0}{12} = 0 \quad S_4 = \frac{1/5}{13/5} = 0/111$$

$$S_2 = \frac{0/5}{12/5} = 0/04 \quad S_5 = \frac{2}{14} = 0/141$$

$$S_3 = \frac{1}{13} = 0/077$$

S₆ = محلول شاهد: محلول نوتریل کوئیک ولسن (۷).

جدول ۳ - محلول غذایی S₃ با نسبت آمونیوم به نیتروژن کل

$$\frac{NH_4}{NH_4+NO_3} = \frac{1}{1+12} = \frac{1}{13} = 0.077$$

	NO ₃	PO ₄	SO ₄	Cl	Total
K	۳/۸	۰/۹ ۰/۴			۵/۱
Na				۰/۲	۰/۲
Ca	۵/۲ ۲				۷/۲
Mg			۱/۵		۱/۵
NH ₄	۱				۱
H		۱/۸ ۰/۲			۲
Total	۱۲	۳/۳	۱/۵	۰/۲	۱۷

جدول ۱ - محلول غذایی S₁ با نسبت آمونیوم به نیتروژن کل

$$\frac{NH_4}{NH_4+NO_3} = \frac{0}{12} = 0$$

	NO ₃	PO ₄	SO ₄	Cl	Total
K	۳/۸	۱/۱ ۰/۲			۵/۱
Na				۰/۲	۰/۲
Ca	۵/۷۵ ۲				۷/۷۵
Mg	۰/۴۵		۱/۱		۱/۵۵
NH ₄					
H		۲/۲ ۰/۱			۲/۳
Total	۱۲	۳/۶	۱/۱	۰/۲	۱۶/۹

جدول ۴ - محلول غذایی S₄ با نسبت آمونیوم به نیتروژن کل

$$\frac{NH_4}{NH_4+NO_3} = \frac{1/5}{1/5+12} = \frac{1/5}{13/5} = 0.111$$

	NO ₃	PO ₄	SO ₄	Cl	Total
K	۳/۷۵	۰/۸ ۰/۶			۵/۱۵
Na				۰/۲	۰/۲
Ca	۵/۷۵ ۱				۶/۷۵
Mg			۱/۷		۱/۷
NH ₄	۱/۵				۱/۵
H		۱/۶ ۰/۳			۱/۹
Total	۱۲	۳/۳	۱/۷	۰/۲	۱۷/۲

جدول ۲ - محلول غذایی S₂ با نسبت آمونیوم به نیتروژن کل

$$\frac{NH_4}{NH_4+NO_3} = \frac{0/5}{0/5+12} = \frac{0/5}{12/5} = 0.04$$

	NO ₃	PO ₄	SO ₄	Cl	Total
K	۳/۸	۱ ۰/۳			۵/۱
Na				۰/۲	۰/۲
Ca	۶/۲ ۱/۵				۷/۷
Mg			۱/۴		۱/۴
NH ₄	۰/۵				۰/۵
H		۲ ۰/۱۵			۲/۱۵
Total	۱۲	۳/۴۵	۱/۴	۰/۲	۱۷/۰۵

نتایج و بحث

۱- اثرنسبتهای مختلف نیتروژن آمونیومی به نیتروژن کل بر عملکرد میوه
نتایج حاصل از تجزیه مرکب در آزمایش نشان داد که بین
محلولهای غذایی مختلف از نظر تولید میوه اختلاف معنی داری
وجود دارد. بیشترین تولید میوه در بوته های تغذیه شده با محلول S₁
(که تمام نیتروژن آن از نوع نیتراتی بود) بدست آمد و بتدریج از
محلول S₁ تا S₅ با افزایش نسبت آمونیوم موجود در محلول غذایی از
عملکرد محصول کاسته شد (شکل ۱) این نتایج با نتایج هارت من و
همکاران و پیت که اعلام کرده بودند وجود NH_4^+ سبب کاهش
وزن میوه ها می گردد انطباق دارد (۱۲ و ۲۳).

از آنجائیکه در این آزمایش، سیستم هیدروپونیک و بستر
پرلیت مورد استفاده قرار گرفته است و با توجه به اینکه قدرت تبادل
کاتیونی پرلیت، نسبت به خاک کمتر است عواقب سوء ناشی از
استفاده از آمونیوم به وضوح قابل تشخیص است. از عوامل دیگر که
می تواند در عکس العمل بوته های گوجه فرنگی به نوع نیتروژن
موثر باشد کنترل دائمی pH ناحیه ریشه است. چراکه در برخی از
آزمایش ها مشخص شده است در صورتیکه pH محیط ریشه
بصورت دائم کنترل شود، واکنش گیاه در برابر نوع نیتروژن تخفیف
یافته و تفاوت کمتری مشاهده می شود (۲۳). در این آزمایش امکان
کنترل دائمی pH منطقه ریشه وجود نداشت و فقط هنگام تهیه و
آماده سازی محلولها، pH آنها تنظیم می شد بنابراین تفاوت رشد و
تولید گیاهان در اثر استفاده از منابع مختلف نیتروژن، بصورت بارزی
مشخص گردیده است. اثر مشابهی توسط سایر محققین و بررسی
سایر گیاهان نیز مشاهده شده است. چنین نتایجی توسط سیمون و
همکاران، بر روی هندوانه و الیو و همکاران، بر روی گیاه
Cynara scolymus گزارش شده است (۱۰ و ۲۶).

۲- تاثیر منابع مختلف نیتروژن بر درصد ماده خشک و برگ و میوه:

نتایج آزمایشها نشان داد که افزایش آمونیوم محلولهای غذایی
سبب کاهش درصد ماده خشک برگ و میوه می گردد. بیشترین
درصد ماده خشک برگ و میوه در بوته های تغذیه شده با محلول S₁
که همه نیتروژن آن از نوع نیتراتی بود) و کمترین مقادیر آن در
محلول S₅ (۲ میلی اکی والان در لیتر نیتروژن آمونیومی) مشاهده
شد (شکل ۲ و ۸). از آنجائیکه تغذیه آمونیومی سبب تحریک رشد

جدول ۵- محلول غذایی S₅ با نسبت آمونیوم به نیتروژن کل

$$\frac{NH_4}{NH_4+NO_3} = \frac{2}{2+12} = \frac{1}{7} = 0.143$$

	NO ₃	PO ₄	SO ₄	Cl	Total
K	۳/۸	۰/۸ ۰/۶			۵/۲
Na				۰/۲	۰/۲
Ca	۶/۲ ۲				۶/۲
Mg			۱/۵		۱/۵
NH ₄	۲				۲
H		۱/۶ ۰/۳			۱/۹
Total	۱۲	۳/۳	۱/۵	۰/۲	۱۷

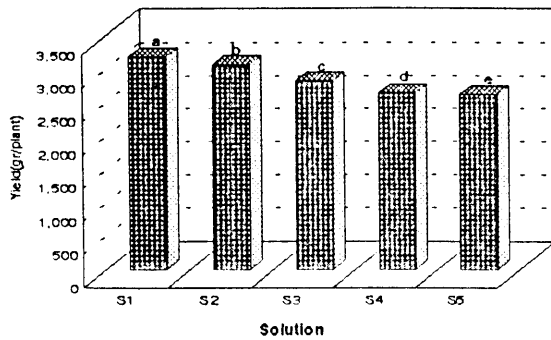
جدول ۶- مقادیر مصرف عناصر غذایی کم مصرف در محلول های غذایی

ماده مصرفی	mg/L
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ , 4H ₂ O	۰/۰۵
H ₃ BO ₃	۱/۵
MnSO ₄ , 4 H ₂ O	۱
CuSO ₄ , 5H ₂ O	۰/۲۵
ZnSO ₄ , 7H ₂ O	۱
Sequesteren Fe 138	۱۰

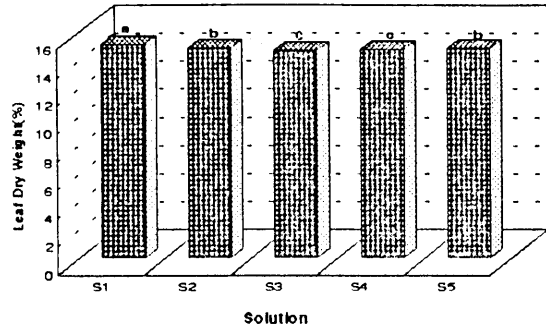
دستگاه فلیم فتومتر^۱ انجام شد، به این منظور یک گرم از پودر
خشک برگ مورد استفاده قرار گرفت (۲۰).

۷- تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار کامپیوتری Mstat-C
و بصورت تجزیه مرکب در آزمایش انجام شده و میانگین های بدست
آمده از هر دو آزمایش برای رسم شکلها توسط نرم افزار
Harward Graph مورد استفاده قرار گرفتند.

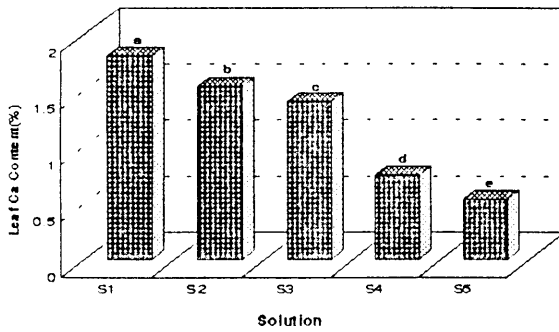
1. Flame Photometer



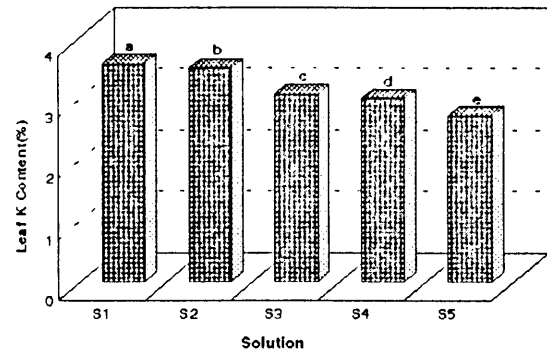
نمودار ۱- اثر محلول های غذایی بر عملکرد میوه با افزایش مقدار آمونیم محلول غذایی کاهش عملکرد مشاهده می شود



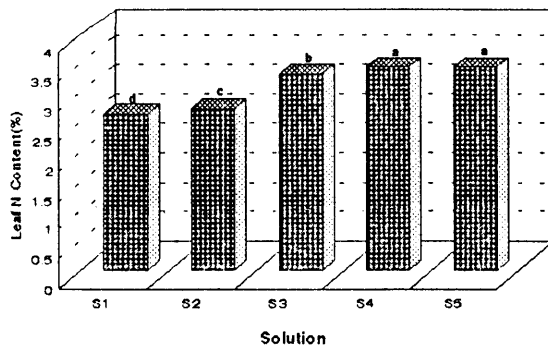
نمودار ۲- اثر محلول های غذایی به درصد ماده خشک برگ افزایش مقدار آمونیم محلول های غذایی کاهش درصد ماده خشک را بدنبال داشته است



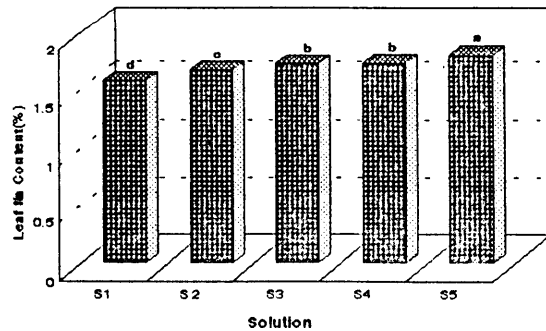
نمودار ۳- اثر محلول های غذایی بر مقدار کلسیم برگ با افزایش مقدار آمونیم محلول های غذایی مقدار کلسیم برگ بسرعت کاهش یافته است.



نمودار ۴- اثر محلول های غذایی به مقدار پتاسیم برگ ورود آمونیم به محلول های غذایی سبب کاهش پتاسیم برگ شده است



نمودار ۵- اثر محلول های غذایی به مقدار نیتروژن برگ با افزایش آمونیم محلول های غذایی مقدار نیتروژن برگ افزایش یافته است



نمودار ۶- اثر محلول های غذایی به مقدار سدیم برگ افزایش آمونیم محلول های غذایی سبب افزایش سدیم برگ شده است

میوه کاهش یافت و به نحوی که از مقدار ۵۵۸/۰ درصد در محلول S₁ به مقدار ۴۸۸/۰ درصد محلول S₅ رسید (شکل ۹).

این نتایج با نتایج ماریتزر (۱۸) مطابقت دارد. تغذیه آمونیومی بوته های گوجه فرنگی سبب کاهش اسیدهای آلی میوه گوجه فرنگی می گردد (۱۸). اسید آلی غالب در گوجه فرنگی سیتریک اسید است. احتمالاً کاهش این اسید و کاهش اسکوربیک اسید، عامل کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون بوده است.

۵- اثر تغذیه با منابع مختلف نیتروژن به مواد جامد قابل حل میوه مقدار مواد جامد قابل حل میوه از محلول S₁ تا S₅ کاهش یافت و از مقدار ۳/۶۸۱ درصد در محلول S₁ به میزان ۳/۳۱۵ در محلول S₅ رسید (شکل ۱۰). این نتایج با نتایج بدست آمده توسط فوستینو، در گوجه فرنگی و نتایج بدست آمده توسط سیمون و همکاران، بر روی هندوانه رقم Sugar Baby مطابقت دارد (۱۱) و (۲۶).

بیشتر مقدار مواد جامد قابل حل میوه را قندهایی نظیر ساکارز، فروکتوز و گلوکز تشکیل می دهند. این مواد از دو جهت اهمیت دارند اول اینکه یکی از دو جزء تعیین کننده طعم میوه هستند و دوم اینکه مستقیماً در درجه غلظت فراورده های گوجه فرنگی اثر می گذارند. نسبت قند به اسید بعنوان شاخص طعم و مزه در نظر گرفته میشود. افزایش این نسبت سبب شیرین تر شدن و کاهش آن سبب ترش مزه شدن میوه می گردد.

۶- اثر نسبتهای مختلف نیترات و آمونیوم محلول های غذایی بر میزان نیترات میوه

افزایش آمونیوم در ترکیب محلول های غذایی سبب کاهش مقدار نیترات میوه گردید. در محلول S₁ که تمام نیتروژن آن از نوع نیتراتی بود بیشترین مقدار نیترات در میوه مشاهده گردید و بتدریج با

رویشی و در نتیجه افزایش درصد آب اندامها می گردد (۸) کاهش درصد ماده خشک را می توان به این مسئله نسبت داد. چنین نتیجه ای بر روی گیاه آندیو نیز مشاهده شده است (۲۵).

از طرفی باید دقت داشت که این عکس العمل به نوع گیاه بستگی دارد و بعنوان مثال در کرفس کمترین نسبت NO₃/NH₄ سبب افزایش درصد ماده خشک شاخ و برگ گردیده است بعبارت دیگر کرفس فرم آمونیومی نیتروژن را بیشتر ترجیح می دهد (۲۸).

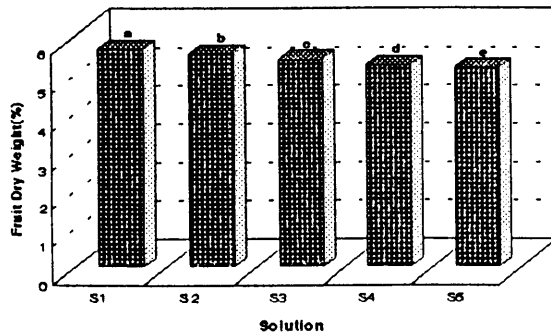
۳- تاثیر منابع مختلف نیتروژن بر مقدار ویتامین C میوه در بین محلولهای غذایی مختلف از نظر تأثیر بر میزان ویتامین C میوه تفاوت معنی داری مشاهده گردید. بیشترین مقدار ویتامین C میوه با محلول غذایی S₁ بدست آمد که برابر ۱۴/۰۲ میلی گرم درصد گرم ماده تازه بود. افزایش آمونیوم محلول های غذایی، کاهش ویتامین C میوه را بدنبال داشت (شکل ۸). این نتیجه با گزارشهای قبلی از جمله نتایج مظفر، یکسان است (۲۱). تغذیه آمونیومی و تغذیه با ترکیبی از دو نوع نیتروژن نیتراتی و آمونیومی، اسکوربیک اسید میوه گوجه فرنگی را نسبت به حالتیکه فقط با نیترات تغذیه شوند کاهش می دهد که بنظر می رسد این موضوع بیشتر تحت تاثیر یون همراه آمونیوم در نمک مورد استفاده باشد (نقل از منبع ۲۱)، اگرچه بخشی از این اثر نیز می تواند ناشی از خود یون آمونیوم باشد.

۴- اثر تغذیه با منابع مختلف نیتروژن بر درصد اسیدیته قابل تیتراسیون میوه بر اساس نتایج تجزیه مرکب دو آزمایش مشخص گردید که بین محلول های غذایی مختلف از نظر تأثیر بر درصد اسیدیته قابل تیتراسیون تفاوت معنی داری وجود دارد. بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون میوه با محلول غذایی S₁ بدست آمد و با افزایش آمونیوم محلول های غذایی از محلول S₁ تا S₅ درصد اسیدیته قابل تیتراسیون

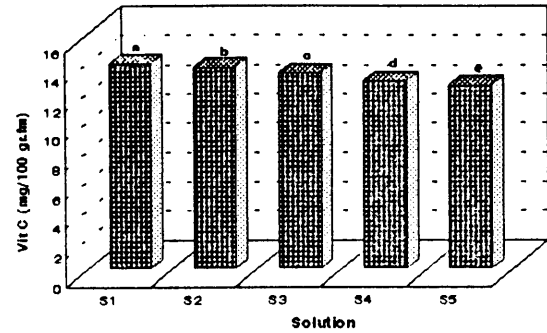
جدول ۷ - مقدار غلظت عناصر برگ گوجه فرنگی گلخانه ای در دو مرحله از رشد گیاه

(اقتباس از منبع شماره ۷)

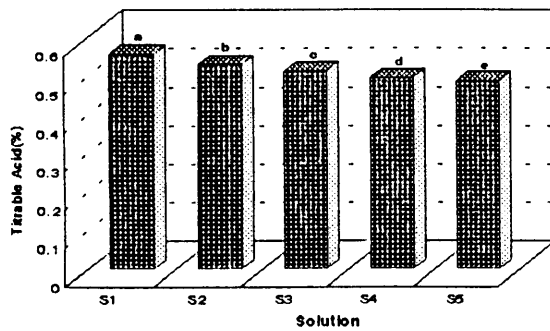
	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	B(mg/Kg)
مرحله اولین میوه بالغ	۴-۶	۰/۸-۱	۳-۵	۱/۴-۱/۸	۰/۴-۰/۶	-
مرحله اواخر برداشت	۲/۵-۴	۰/۳-۰/۶	۳-۴	۰/۵-۲	۰/۶-۱	۳۰-۱۰۰



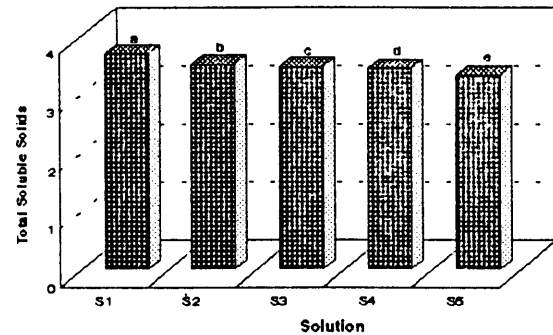
نمودار ۷- اثر محلول های غذایی بر درصد ماده خشک میوه
افزایش آمونیم محلول های غذایی سب کاهش درصد ماده
خشک میوه شده است



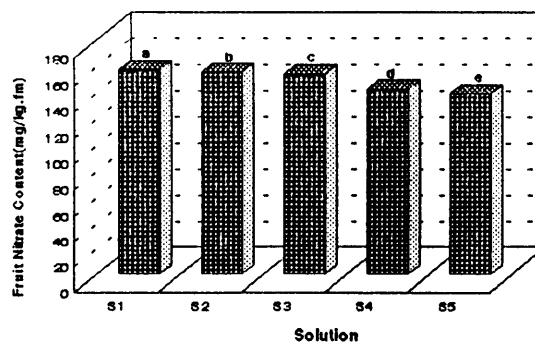
نمودار ۸- اثر محلول های غذایی بر مقدار ویتامین C میوه
افزایش آمونیم محلول های غذایی کاهش ویتامین C را
بدنبال داشته است



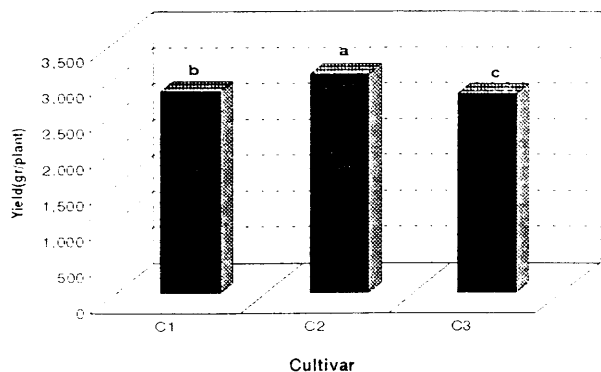
نمودار ۹- اثر محلول های غذایی بر اسیدیته قابل تیتراسیون میوه
با افزایش آمونیم محلول های غذایی، کاهش اسیدیته
مشاهده می گردد



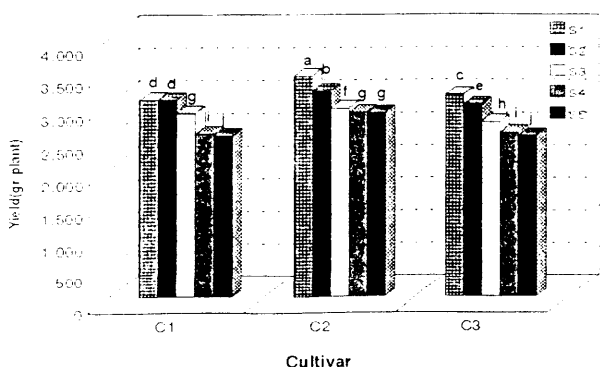
نمودار ۱۰- اثر محلول های غذایی بر مواد جامد قابل حل میوه
افزایش آمونیم در محلول های غذایی سب کاهش مواد جامد
قابل حل میوه شده است



نمودار ۱۱- اثر محلول های غذایی بر مقدار نیترات میوه
افزایش آمونیم محلول های غذایی سب کاهش میزان
نیترات میوه گردیده است



شکل ۱۲ - مقایسه ارقام از نظر عملکرد (C3:ELENA, C2:HAMRA, C1:NIKIT)



شکل ۱۳ - اثر متقابل رقم × محلول بر عملکرد میوه

افزایش سدیم برگ در اثر افزایش آمونیم محلول های غذایی مشاهده می شود. شاید این موضوع ناشی از آنتاگونیسم بین سدیم و پتاسیم و به منظور ایجاد تعادل یونی و پتانسیل الکتریکی رخ داده باشد.

۸ - عملکرد ارقام

در بین ارقام گوجه فرنگی مورد استفاده

(C₁:NIKITA GC 786, C₂: HAMRA P.S,

C₃:ELENA f224 S&G)

نیز تولید میوه در مدت آزمایش، تفاوت معنی داری داشته است. بیشترین تولید مربوط به رقم C₂ و بعد از آن به ترتیب C₁ و C₃ بود. میانگین تولید در رقم C₂ برابر با ۳۰۵۲/۰۵، رقم C₁ برابر با ۲۸۰۵/۳۲ و در رقم C₃ برابر ۲۷۷۱/۸۲ گرم بر بوته به دست آمد (شکل ۱۲). اثر متقابل رقم × محلول غذایی نیز در هر دو سطح ۱ و ۵ درصد بر تولید میوه معنی دار بوده است (شکل ۱۳). بیشترین میزان تولید در تیمار C₂ × S₁ با میانگین برابر ۳۴۱۹/۷۵ گرم بر بوته به دست آمد.

ورود آمونیم به ترکیب فرمول غذایی محلول ها از محلول S₂ تا S₅ میزان نترات میوه کاهش یافت (شکل ۱۱).

این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط هارت من و همکاران، سازگاری دارد (۱۲).

۷ - اثر تغذیه با منابع مختلف نیتروژن بر ترکیب عناصر برگ

محلول های غذایی مختلف بر ترکیب عناصر برگ اثر گذاشتند، مقدار عناصر پتاسیم و کلسیم از محلول S₁ تا S₅ کاهش یافت (شکل ۳ و ۴). مقدار نیتروژن برگ، در اثر تغذیه آمونومی افزایش یافت (شکل ۵). در مورد سدیم هم چنین وضعیتی مشاهده گردید یعنی با افزایش آمونیم محلول های غذایی مقدار این عنصر در برگ افزایش یافت (شکل ۶). حفظ غلظت برگ در حد مناسب، جهت بدست آوردن محصول مناسب ضروری است. مقادیر مناسب عناصر برگ در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه متفاوت است، و برای مراحل مختلف محدوده خاصی تعیین می گردد (۸). در جدول زیر محدوده مناسب عناصر برگ در دو مرحله زمانی مختلف چرخه زندگی گیاه گوجه فرنگی گلخانه ای نمایش داده شده است.

در ارتباط با عناصر غذایی برگ باید گفت که غلظت عناصر اندازه گیری شده اغلب در محدوده طبیعی قرار داشت بجز در مورد کلسیم که در تغذیه با محلول S₅ در چند مورد غلظت آن کمی پایین تر از محدوده طبیعی (۲-۵/۰) بود. این موضوع با وقوع عارضه سوختگی گلگاه در ارتباط است. بعبارت دیگر با افزایش آمونیم محلول های غذایی، به خصوص در محلول S₅ (با ۲ meq/L نیتروژن آمونومی) مقدار کلسیم بافت گیاه کم شده است. قابل ذکر است که در همین تیمار (محلول S₅) مواردی از عارضه سوختگی گلگاه مشاهده گردید (مورد محاسبه قرار نگرفت). کاهش پتاسیم و کلسیم برگ در اثر تغذیه آمونومی، توسط سایر محققین نظیر جوز و همکاران، ویلکوکس، هارت من و هو و همکاران، نیز گزارش شده است (۱۶، ۲۹، ۱۲ و ۱۳). کاهش پتاسیم و کلسیم برگ در اثر تغذیه آمونومی می تواند حاکی از وجود آنتاگونیسم بین یون آمونیم و این دو یون باشد.

افزایش نیتروژن برگ در اثر تغذیه آمونومی نیز توسط هارت من و همکاران و جوز و همکاران، گزارش شده است (۱۲ و ۱۶). شاید این موضوع با تحریک رشد رویشی توسط تغذیه آمونومی (۸) در ارتباط باشد.

مختلف نشان داده است .

نتیجه گیری نهایی اینکه تغذیه گیاهان با نسبتهای مختلف نترات و آمونیوم به جنبه های مختلف فیزیولوژی آنها اعم از شاخص های کمی و کیفی تاثیر می گذارد و یافتن نسبت مناسب نیتروژن آمونیومی و نتراتی در تغذیه گیاهان مختلف ضروری است، نتایج این تحقیق نشان داد که بوته های گوجه فرنگی گلخانه ای نوع نتراتی نیتروژن را به نوع آمونیومی آن ترجیح می دهند. بعبارت دیگر محلول S₁ این آزمایش ، بهترین نتیجه را در بین سایر محلول های

سپاسگزاری

این تحقیق یکی از طرحهای مصوب شورای پژوهشی دانشگاه است و با اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه تهران به اجرا درآمده است که بدینوسیله از معاونین پژوهشی دانشگاه و دانشکده قدردانی می گردد.

REFERENCES

1. Adams, P. and L. C. Ho 1992. The suceptibility of modern tomato cultivars to blossom-end rot in relation to salinity . J. Hort. Sci. 67(6): 827-839.
2. Atherton, J. G. and J. Rudich 1986. The tomato crop. Chapman and Hall Ltd. London.
3. Banuels, G. S., G. P. Offermann and E. G. Sein 1985. High relative humidity promotes blossom -end rot on growing tomato fruit. HortScience. 20 (5): 894-895.
4. Barker Allen V. and M. R. kathleen,. 1994. Ethylen evolution by tomatoes stressed by ammonium nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119 (4): 706-710.
5. Bar-tal, A. and E. Pressman . 1996. Root restriction and potassium and calcium solution concentration affect dry matter production, cation uptake and Blossom-end rot in greenhouse tomato . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4):549-555.
6. Beld, R. M., and L. C. Ho. 1993. Salinity effects on the network of vascular bundles during tomato fruit development. J. Hort. Sci. 88(4):556-564.
7. Coic, Yet, C. Lesaint. 1976. Influence de la modalité de deficiencie en phosphore sur l'équilibre photosynthese protidosynthese. Academic d'agriculture de France pp 1251-1256.
8. Coltman, R. R., 1988. Yield of greenhouse tomatoes managed to maintain specific petiol sap nitrate levels. HortScience. 223(1):148-151.
9. De Kreij, C. 1996. Intractive effects of air humidity, calcium and phosphatic on blossom-end rot, leaf deformation, production and nutrient contents of tomato. J. Plant . Nutr. 19(2):361-377.
10. Elia, A., P. Santamaria and F. Serio 1996. Ammonium and nitrate influence on artichoke growth rate and uptake of inorganic ions. J. Plant . Nutr. 19(7): 1029-1044.
11. Faustino, F. C. and M. L. Agtarap. 1996. Preliminary results on the amelioration of salt effects by nitrogen management in tomatoes. Philippine Journal of crop science. 21 (1):72.
12. Hartman, Paul L., A. M. Harry, and J. Benton Jones 1986. The influence of nitrate: ammonium ratios on growth , fruit development are element concentration in "floradel" tomato plant . J. Amer. Soc. Sci. III(4):487-490.
13. Ho, L. C., P. Adans, X. Z. Li., H. Shen, J. Andrews and Z.H. Xu. 1995. Response of Ca-efficient and Ca-inefficient tomato cultivars to salinity in plant growth calcium accumulation and blossom-end rot. J. Hort. Sci. 70(6): 909-918.

14. Horwits, W., P. Chichilo and H. Reynolds 1970. Official methods of analysis of the Association of official analytical chemists . Eleventh Edition, P. O. Box. 540. Benjamin Franklin Station. Washington DC 20044.
15. Humphries E. C. 1956. Mineral components and analysis in "Modern methods" of plant analysis . Vol. 1, 468-502, peach K. and Tracy M. V. eds Springer. Verlag. Berlin.
16. Jose, R. M. and G. E. Wilcox 1984. Growth , Free amino acids , and mineral composition of tomato plant in relation to nitrogen form and growing media. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(3): 406-411.
17. Marique, L.A. 1993. Greenhouse crops. Journal of Plant Nutrition . 16(12):2411-2477.
18. Martienz, U. and J. M. Nanez . 1994. Changes in amino acids and organic acid composition in tomato and cucumber plants in relation to salinity and nitrogen nutrition. J. Plant. Nutr. 17(8): 1359-1368.
19. Mason, S. C. and B. E. Wilcox. 1982. Nitrogen status evaluation of tomato plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:483-486.
20. Ministere de L'Agriculture 1977. (3 November) Journal officiel de la Republique Francaise, P. 7222-7227.
21. Mozafar , A. 1993. Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants. J. Plant . Nutr. 16(12): 2479-2506.
22. Osman, M. E., and G. E. Wilcox 1986. Nitrogen form ratio influence on muskmelon growth, composition, and manganese toxicity . J. Amer. Soc. Hort. Sci. III(3):320-322.
23. Peet, M. M., 1985. Tomato Responses to ammonium and nitrate nutrition under controlled root-zone pH. Journal of Plant Nutrition, 8(9): 787-798.
24. Sandival, V., M. G. Alcantar-Gonzalez and J. L. Tirado Torres. 1995. Use of ammonium in nutrient solutions. J. Plant. Nutr. 18(7):1949-1457.
25. Santamario. P. and A. Elia. 1997. Effect of nitrogen form on growth, yield and ion composition of endive. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(1):140-145.
26. Simone, E. H., H. A. Mills and D. A. Smitte. 1992. Ammonium reduces growth, fruit yield and fruit quality of watermelon. J. Plant .Nutr. 15(12): 2727-2741.
27. Targola, N. and D. V. Lierde, 1998. Competitive strategies in the sector of greenhouse tomato production in Belgium . Acta. Hort, proceeding ISHS, Brussels, 2-7.
28. Tremblay, N. and A. Gosselin , 1989. Growth and nutrient status of celery seedling in response to nitrogen Fertilization and $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ ratio. HortScience, 24 (2): 284-288.
29. Wilcox, G. E., J. R. Magalheas and F. L. I. M. Silve , 1985. Ammonium and Nitrate concentrations as factors in tomato growth and nutrient uptake. J. Plant. Nutr, 8(11): 989- 998.
30. Zornoza P., O. Carpena, and J. Munoz, 1985. Incidence of relation on NO_3/NH_4 on the absorption of ions in controlled medium and light intensity Agrochimica, 29(5-6): 383-391.

Effect of $\text{NH}_4/\text{NH}_4+\text{NO}_3$ Ratio of Nutrient Solutions on Greenhouse Tomato Cultivars in Hydroponic Systems

M. DELSHAD, M. BABALAR AND A. K. KASHI

Former Graduate Student, Associate Professor and Professor, Faculty of Agriculture Univesity of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted, April 19, 2000

SUMMARY

In this research three greenhouse tomato cultivars (C1:NIKITA, C2:HAMARA, C3:ELENA) were cultured in a hydroponic system using five nutrient solutions. The main difference between nutrient solutions (S1...S5) was the form of of Nitrogen used in their formula. In S1 solution all Nitrogen was in the form of Nitrate and the amount of N- NH_4 increased from S2 to S5 and S5 solution had 12 meq/L nitrate and 2 meq/L ammonium. In This research two experiment in two different seasons (winter and spring) were conducted. Results of two experiments showed that form of nitrogen can affect quantitative and qualitative charactristics of greenhouse tomato. Increasing the proportion of N- NH_4 in nutrient solutions reduced fruit yield,fruit vitamin-C, leaf and fruit dry weight, fruit titrable acidity fruit T.S.S. and fruit nitrate content. Form of nitrogen affeced the elemental composition of leaves. Increasing the proportion of N- NH_4 reduced leaf Ca and K and increased leaf Na and N. There were some significant differences between cultivars used in this research.

Key words: Nutrient solution, Nitrate, Ammonium, Greenhouse tomato