تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم مکمل محلول غذایی بر عملکرد و غلظت نیتروژن و پتاسیم برگ گوجه‌فرنگی

نسرین فرزانه [۱*]، احمد گلچین [۲] و کاظم هاشمی مجد [۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۷/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۲/۱۵)

چکیده

اثر سطوح مختلف نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و پتاسیم (۱۲۵، ۲۵۰ و ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و غلظت نیتروژن و پتاسیم برگ گوجه‌فرنگی در محیط کشت پرلیت به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شد. بیشترین عملکرد میوه از مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به‌دست آمد. سطوح بالاتر نیتروژن باعث کاهش عملکرد گردید. با افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی، غلظت نیتروژن برگ به‌طور معنی‌داری افزایش، ولی غلظت پتاسیم برگ کاهش یافت. سطوح مختلف پتاسیم بر عملکرد تأثیر معنی‌داری نداشت. افزایش سطوح پتاسیم باعث کاهش غلظت نیتروژن و افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم برگ شد. بیشترین و کمترین عملکرد گوجه‌فرنگی به ترتیب از تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد. بالاترین و پائین‌ترین غلظت نیتروژن برگ نیز به ترتیب در تیمارهای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم مشاهده شد. تیمارهای ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به ترتیب باعث ایجاد بیشترین و کمترین غلظت پتاسیم در برگ گردیدند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، گوجه‌فرنگی، نیتروژن، پتاسیم، پرلیت

مقدمه

افزایش روزافزون 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 و یا واحد آب مصرفی معطوف داشته است. تولید محصولات در گلخانه‌ها با داشتن قابلیت‌هایی نظیر کنترل بهتر عوامل مؤثر در تولید و امکان استفاده از ارتفاع به جای سطح، شرایط مناسبی را برای افزایش تولید در واحد سطح فراهم آورده است. کشت سبزی‌های گلخانه‌ای نیز به دو منظور، افزایش تولید در واحد سطح و تولید محصول خارج از فصل، در بسیاری از کشورها انجام می‌شود و روز به روز در حال گسترش است. در میان سبزی‌های گلخانه‌ای، کشت گوجه‌فرنگی به منظور مصرف

۱. عضو باشگاه پژوهشگران جوان استان اردبیل

۲. استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۳. استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: nasrin61_farzaneh@yahoo.com

تازه‌خوری، مهمترین کشت گلخانه‌ای بسیاری از کشورهای اروپایی است (۳). گوجه‌فرنگی یکی از محصولاتی است که در بین سبزی‌ها، بیشترین مصرف را به خود اختصاص داده است. با توجه به اهمیت بالای این گیاه و نیاز کشور به تولید آن، باید تحقیقات بیشتری در خصوص بالا بردن عملکرد و کیفیت میوه انجام گیرد.

در رشد بوته‌های گوجه‌فرنگی، تغذیه بهینه نیتروژن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. کاربرد زیاد نیتروژن سبب رشد رویشی و تأخیر گل‌دهی خواهد شد (۱۲). بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر گاه میزان کربن به نیتروژن محیط کاشت نامتعادل باشد، تلقیح گوجه‌فرنگی به‌خوبی صورت نگرفته و با بهم خوردن تعادل رشد، بوته گوجه‌فرنگی فقط شاخ و برگ تولید کرده و کمتر گل و میوه می‌دهد (۴). فرهمند و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر گوجه‌فرنگی گزارش نمودند که تیمارهای نیتروژن بر عملکرد تأثیر معنی‌دار داشته و بیشترین عملکرد از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد و در سطوح بالاتر عملکرد کاهش یافت (۶).

از سوی دیگر، پتاسیم نیز برای رشد بهینه گیاه و کیفیت مرغوب میوه ضروری است. این عنصر با بار مثبت خود، نقش عمده‌ای در خنثی سازی بارهای منفی اسیدهای آلی تولید شده در سلول و آنیون‌هایی مثل سولفات‌ها، کلریدها و نیترات‌ها بر عهده دارد. گوجه‌فرنگی از جمله گیاهان پر نیاز به پتاسیم بوده و کاربرد همزمان نیتروژن و پتاسیم در محیط کاشت سبب افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی می‌شود (۱۱). کات پانگ و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی اثرات سطوح نیتروژن و پتاسیم روی رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی در کشت هیدروپونیک به این نتیجه رسیدند که حداکثر عملکرد و رشد از مصرف همزمان ۱۶۲ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن و ۲۹۹ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم مشاهده شد (۱۰).

با توجه به نقش و اهمیت نیتروژن و پتاسیم در عملکرد محصول گوجه‌فرنگی، تحقیق حاضر در راستای مصرف متعادل کودهای نیتروژنی و پتاسیمی در محیط کاشت گوجه‌فرنگی صورت پذیرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از ابتدای بهار تا اوایل پاییز سال۱۳۸۶ به مدت ۶ ماه در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۱۲ تیمار شامل چهار سطح نیتروژن به شکل نیترات آمونیوم (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و سه سطح پتاسیم به شکل سولفات پتاسیم (۱۲۵، ۲۵۰ و ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر)، در سه تکرار اجرا شد.

در این آزمایش، بذر گوجه‌فرنگی رقم RioGrandeUg (سازگار با آب و هوای زنجان) انتخاب گردید. برای انجام آزمایش، نشاهای گوجه‌فرنگی از محیط خاک به گلدان‌های حاوی مقدار مشخصی از پرلیت منتقل شده و با محلول غذایی اپستین آبیاری شدند.

برای تهیه محلول غذایی اپستین (۱۹۷۲) طبق جدول ۱ ابتدا محلول‌های A، B و C به‌طور جداگانه به‌عنوان محلول ذخیره تهیه شدند. محلول‌های A شامل چهار محلول مجزا، محلول B شامل یک محلول مرکب از شش نمک مختلف و محلول C شامل یک محلول مجزا بود که بعد از تهیه این محلول‌ها، از هر کدام از آنها به اندازه ذکر شده در جدول ۱ برداشته و با هم مخلوط گردید و در نهایت حجم به یک لیتر رسانده شد.

بعد از اطمینان از استقرار و سازگاری گیاه با محیط کشت جدید، تیمارهای آزمایشی با افزودن مقادیر مختلف نیترات آمونیوم و سولفات پتاسیم به محلول غذایی اپستین بر گیاه اعمال شدند.

در پایان فصل رشد، میوه‌های رسیده کامل و قرمز در هر بوته به‌طور جداگانه چیده شده و وزن شدند. از مجموع توزین‌ها عملکرد میوه هر بوته بر حسب گرم در بوته به‌دست آمد.

شصت روز پس از انتقال نشاها به گلدان‌ها، زمانی که همه گیاهان گل داشتند، از برگ‌های جوان و تکامل یافته نمونه‌برداری شد. نمونه‌های برگ ابتدا با آب معمولی و سپس با آب مقطر شسته شدند و سپس در دمای ۶۵-۵۵ درجه سیلسیوس خشک و وزن آنها یادداشت گردید. نمونه‌های خشک

جدول ۱. ترکیب محلول غذایی (اپستین، ۱۹۷۲)

ترکیب	غلظت محلول ذخیره (گرم در لیتر)	نوع محلول	حجم محلول ذخیره در هر لیتر محلول نهایی (میلی لیتر)
KNO_3	۱۰۱/۱۰	A	۶/۰
$Ca(NO_3)_2 4H_2O$	۲۳۶/۱۶		۴/۰
NH_4H_2PO4	۱۱۵/۰۸		۲/۰
$MgSO_4 7H_2O$	۲۴۶/۴۹		۱/۰
KCl	۳/۷۲۸	B	۱/۰
H_3BO_3	۱/۵۴۶		
$MnSO_4.H_2O$	۰/۳۳۸		
$ZnSO_4. 7H_2O$	۰/۵۷۵		
$CuSO_4. 5H_2O$	۰/۱۲۵		
H_2MoO_4 (85% MoO_4)	۰/۰۸۱		
Fe-EDTA	۰/۹۲۲	C	۱/۰

شده کاملاً پودر و از الک ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شدند و سپس در ظروف دربدار تمیز ریخته و شماره زده شدند. برای اندازه‌گیری عناصر نیتروژن و پتاسیم، روش هضم‌تر استفاده شد. در روش هضم‌تر، مواد گیاهی خشک و الک شده در مجاورت با اسید سولفوریک آب خود را از دست می‌دهند و بیشترین قسمت مواد آلی در حرارت نسبتاً بالا اکسیده می‌شود. عمل هضم با وجود آب اکسیژنه در حرارت بالا کامل می‌شود. در نهایت عصاره به‌دست آمده با این روش آماده اندازه‌گیری عناصر نیتروژن و پتاسیم می‌باشد. نیتروژن با روش کجلدال اندازه‌گیری شد.

پتاسیم برگ با دستگاه شعله‌سنج اندازگیری شد. ابتدا از استاندارد ۵۰ پی‌پی‌ام پتاسیم، استانداردهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ پی‌پی‌ام درست شده و دستگاه توسط استانداردها واسنجی شد. مقدار ۵ میلی‌لیتر از عصاره آماده شده در بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و به حجم رسانده شد. مقدار پتاسیم به‌وسیله شعله‌سنج قرائت گردید. سپس گراف مربوطه رسم گردید. بعد از اعمال ضرایب و محاسبات لازم، غلظت پتاسیم بر حسب درصد گزارش شد (۱).

محاسبات آماری و همچنین مقایسه میانگین آنها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با کمک نرم افزار MSTATC انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که اثر سطوح نیتروژن محلول غذایی بر عملکرد میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد به میزان ۱۱۲۹ گرم در بوته از مصرف ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به‌دست آمد و بین تیمار ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در سطوح بالاتر نیتروژن، عملکرد گوجه‌فرنگی کاهش یافت و کمترین عملکرد به میزان ۴۰۵ گرم در بوته از کاربرد ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۲). سطوح پتاسیم کاربردی بر عملکرد میوه تأثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین عملکرد به میزان ۸۲۰ گرم در بوته مربوط به تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم بود که با تیمارهای ۱۲۵ و ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

برهمکنش نیتروژن و پتاسیم کاربردی در محلول غذایی بر عملکرد گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود و

جدول ۲. اثر سطوح مختلف نیتروژن محلول غذایی (به شکل نیترات آمونیم) بر عملکرد، سطح برگ، شدت فتوسنتز و غلظت نیتروژن و پتاسیم برگ

سطوح نیتروژن (میلی گرم در لیتر)	عملکرد (g)	سطح برگ (cm^2)	فتوسنتز ($\mu m\ CO_2/m^2.s$)	نیتروژن (٪)	پتاسیم (٪)
۱۰۰	۱۱۰۶ a	۱۲۲ c	۱۰/۴ c	۴/۱۱ d	۴/۹۷ a
۲۰۰	۱۱۲۹a	۱۳۸ b	۱۰/۵ c	۴/۶۲c	۴/۷۳ a
۳۰۰	۶۰۸ b	۱۶۵ a	۱۲/۵ a	۵/۳۸ b	۴/۲۹ b
۴۰۰	۴۰۵c	۱۶۲ a	۱۲/۰ b	۵/۸۶a	۳/۹۹ c

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۳. اثر سطوح مختلف پتاسیم (به شکل سولفات پتاسیم) بر عملکرد، سطح برگ، فتوسنتز و غلظت نیتروژن و پتاسیم برگ

سطوح پتاسیم (میلی گرم در لیتر)	عملکرد بوته (g)	سطح برگ (cm^2)	فتوسنتز ($\mu m\ CO_2/m^2.s$)	نیتروژن (٪)	پتاسیم (٪)
۱۲۵	۸۱۱a	۱۴۷ a	۱۱/۳ a	۵/۲۹a	۳/۸۴c
۲۵۰	۸۲۰a	۱۴۸ a	۱۱/۴ a	۵/۰۵a	۴/۴۶b
۳۷۵	۸۰۵a	۱۴۶ a	۱۱/۳ a	۴/۶۴b	۵/۱۸a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

حداکثر عملکرد به ترتیب از تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد که این سه تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. حداقل عملکرد به ترتیب از تیمارهای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم، ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد. بین این تیمارها تفاوت معنی‌داری یافت نشد. در واقع کمترین عملکرد از مصرف ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن با مقادیر مختلف پتاسیم (۱۲۵، ۲۵۰ و ۳۷۵) به‌دست آمد (جدول ۴).

نتایج نشان داد که اثر سطوح نیتروژن بر سطح برگ و میزان فتوسنتز برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. با افزایش سطوح نیتروژن از ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر سطح برگ و فتوسنتز برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین سطح برگ ($۱۶۵\ cm^۲$) از مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به‌دست آمد که با تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن در یک گروه آماری قرار گرفت و همچنین بیشترین میزان فتوسنتز ($۱۲/۵\ \mu m\ \ CO_2/m^2.s$) از مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۲). سطوح پتاسیم کاربردی بر سطح برگ و میزان فتوسنتز برگ تأثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین سطح برگ و فتوسنتز برگ به میزان $۱۴۸\ cm^۲$ و $۱۱/۴\ \mu m\ \ CO_2/m^2.s$ مربوط به تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم بود که با تیمارهای ۱۲۵ و ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

برهمکنش نیتروژن و پتاسیم مکمل در محلول غذایی بر سطح برگ و فتوسنتز برگ در سطح ۵٪ معنی‌دار بود.

جدول۴. برهمکنش کاربرد نیتروژن و پتاسیم مکمل در محلول غذایی بر عملکرد، سطح برگ، شدت فتوسنتز و غلظت نیتروژن و پتاسیم برگ

مکمل محلول غذایی (میلی گرم در لیتر)		عملکرد بوته (g)	سطح برگ (cm^2)	فتوسنتز ($\mu m\ CO_2/m^2.s$)	نیتروژن (٪)	پتاسیم (٪)
نیتروژن	پتاسیم					
	۱۲۵	۱۱۱۴^{abc}	۱۲۳ ^{d}	۱۰/۴ ^{de}	۴/۳۲^{cd}	۴/۶۴^{bc}
۱۰۰	۲۵۰	۱۱۰۸^{bc}	۱۲۳ ^{d}	۱۰/۳ ^{de}	۳/۷۹ ^{d}	۴/۴۸ ^{bcde}
	۳۷۵	۱۰۹۴^{c}	۱۲۰ ^{d}	۱۰/۲ ^{e}	۴/۷۸^{d}	۵/۷۹^{a}
	۱۲۵	۱۱۰۰^{c}	۱۳۹ ^{c}	۱۰/۶ ^{d}	۴/۵۸^{cd}	۳/۹۸^{def}
۲۰۰	۲۵۰	۱۱۴۶^{a}	۱۳۸ ^{c}	۱۰/۵ ^{de}	۵/۰۴^{bc}	۵/۰۸^{bc}
	۳۷۵	۱۱۴۱^{ab}	۱۳۵ ^{c}	۱۰/۴ ^{de}	۴/۷۳^{d}	۵/۱۸^{ab}
	۱۲۵	۶۱۹^{d}	۱۶۱ ^{b}	۱۲/۰ ^{c}	۶/۰۱^{a}	۳/۷۶^{f}
۳۰۰	۲۵۰	۶۱۴^{d}	۱۶۷ ^{a}	۱۲/۹ ^{a}	۵/۶۷ ^{ab}	۴/۴۴^{cde}
	۳۷۵	۵۹۱ ^{d}	۱۶۷ ^{a}	۱۲/۵ ^{b}	۴/۴۹ ^{cd}	۵/۱۶^{ab}
	۱۲۵	۴۱۱^{e}	۱۶۴ ^{ab}	۱۲/۱ ^{bc}	۶/۷۷ ^{a}	۳/۵۴^{f}
۴۰۰	۲۵۰	۴۱۱^{e}	۱۶۳ ^{ab}	۱۲/۰ ^{c}	۵/۷۱ ^{ab}	۳/۸۳ ^{ef}
	۳۷۵	۳۹۴^{e}	۱۶۱ ^{b}	۱۲/۰ ^{c}	۵/۶۰^{ab}	۴/۵۹^{bcd}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

بیشترین سطح برگ ($۱۶۷cm^۲$) از تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن+ ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد و کمترین سطح برگ از تیمارهای ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم، تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد که بین این تیمارها تفاوت معنی‌داری یافت نشد (جدول۴). همچنین بیشترین و کمترین میزان فتوسنتز (به ترتیب ۱۲/۹ و ۱۰/۲ $\mu m\ CO_2/m^2.s$) از تیمارهای ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۲۵۰میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد (جدول۴).

نتایج نشان داد که اثر سطوح نیتروژن بر غلظت نیتروژن برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. با افزایش سطوح نیتروژن در محلول غذایی، غلظت نیتروژن برگ افزایش یافت و بالاترین درصد نیتروژن برگ از تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۲). همچنین اثر سطوح پتاسیم محلول غذایی بر غلظت نیتروژن برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. با افزایش سطوح پتاسیم غلظت نیتروژن برگ کاهش یافت. بیشترین غلظت نیتروژن برگ مربوط به مصرف ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم بود که با تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). برهمکنش نیتروژن و پتاسیم مکمل در محلول غذایی بر غلظت نیتروژن برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و بیشترین غلظت

نیتروژن برگ از تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم ۱۰۰ نیتروژن در لیتر+ ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد (جدول ۴).

همچنین بیشترین و کمترین فتوسنتز برگ به ترتیب از تیمارهای ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد (جدول ۴).

اثر سطوح نیتروژن بر غلظت پتاسیم برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. با افزایش سطوح نیتروژن در محلول غذایی، غلظت پتاسیم برگ کاهش یافت. به‌طوری‌که کمترین غلظت پتاسیم معادل ۳/۹۹ درصد مربوط به تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن بود (جدول ۲). همچنین اثر سطوح پتاسیم بر غلظت پتاسیم برگ در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. بالاترین غلظت پتاسیم از مصرف ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به‌دست آمد (جدول ۳). برهمکنش نیتروژن و پتاسیم بر غلظت پتاسیم برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. حداکثر و حداقل غلظت پتاسیم برگ به ترتیب از تیمارهای ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۳۷۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن + ۱۲۵ میلی‌گرم پتاسیم در لیتر به‌دست آمد (جدول ۴).

بحث

از علل افزایش عملکرد با کاربرد نیتروژن، توسعه مناسب اندام‌های هوایی طی دورهٔ رشد و استفاده مفید از نور خورشید و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می‌باشد. با افزایش سطح برگ تا حد مطلوب، میزان تولید بالا می‌رود، در حالی‌که مصرف زیاد نیتروژن، با تحریک رشد رویشی اندام‌های هوایی گیاه، باعث تأخیر در آغاز فرایند ذخیره‌سازی و یا کاهش میزان ذخیره‌سازی مواد ساخته شده در فتوسنتز در اندام‌های ذخیره‌ای شده، در نتیجه تشکیل میوه را به تأخیر می‌اندازد و باعث دیررسی محصول شده، که در نهایت افت عملکرد را به دنبال دارد (۲).

اردال و همکاران (۹) و رحمان و همکاران (۱۴) با بررسی اثرات سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد گوجه‌فرنگی گزارش نمودند که در سطوح بالای نیتروژن عملکرد کاهش یافت.

عدم پاسخ گوجه‌فرنگی به سطوح مختلف پتاسیم را می‌توان به کافی بودن پائین‌ترین سطح پتاسیم به‌کار رفته نسبت داد.

بالیو و آیبرو (۸) با بررسی تأثیر سطوح مختلف پتاسیم (۳۷۶، ۷۵۲ و ۱۵۰۴ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم) بر گوجه‌فرنگی نشان دادند که پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گوجه‌فرنگی ندارد.

اردال و همکاران (۹) و علیزاده و همکاران (۵) در تحقیقات خود نشان دادند که بین میزان کاربرد نیتروژن و میزان جذب آن توسط گیاه گوجه‌فرنگی رابطهٔ مستقیمی وجود دارد.

نتایج تحقیقات می و همکاران (۱۳) کاهش غلظت نیتروژن برگ گوجه‌فرنگی را در سطوح بالای پتاسیم نشان داد که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد. رقابت یونی بین آمونیوم و پتاسیم می‌تواند دلیلی بر کاهش غلظت نیتروژن در سطوح بالای پتاسیم باشد.

از دلایل کاهش غلظت پتاسیم برگ با افزایش سطوح نیتروژن می‌توان به اثر رقت اشاره کرد. با افزایش سطوح نیتروژن، رشد گیاه زیاد، و عناصر غذایی رقیق شده و در نتیجه غلظت پتاسیم کاهش می‌یابد (۷).

منابع مورد استفاده

۱. احیایی، م. ع. و ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیهٔ خاک. چاپ اول، نشریه فنی مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران.

۲. خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۲. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۳. دلشاد، م.، م. بابالار و ع. کاشی. ۱۳۷۹. اثر شاخص نیتروژن محلول‌های غذایی در تغذیه معدنی ارقام گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در کشت هیدروپونیک. مجله علوم کشاورزی، ۲۱(۳): ۶۱۳-۶۲۵.

۴. طباطبائی، م. ۱۳۶۵. گیاه‌شناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۵. علیزاده، غ.، ع. چراتی آرایی، غ. میرزایی و ع. رمضانعلی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات کاربرد مقادیر مختلف ازت و پتاسیم بر عملکرد

گوجه‌فرنگی. نهمین کنگره علوم خاک، تهران.

۶. فرهمند، ع.، ح. فرداد، ع. لیاقت، و ع. کاشی.۱۳۸۵. بررسی تأثیر میزان آب آبیاری و کود ازت بر عملکرد و بازده مصرف آب در گوجه فرنگی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲(۳۷): ۲۷۳-۲۷۹.

۷. فکری، م. ۱۳۷۸. اثرات ازت، پتاسیم و بور روی غلظت عناصر غذایی برگ، عملکرد، کیفیت و ریزش جوانه‌های درختان پسته. رساله دکتری دانشگاه تهران.

8. Balliu, A. and V. Ibro. 2002. Influence of different levels of potassium fertilizers on growth, yield and ascorbic acid content of tomato fruit growth in non-heated greenhouse. International Society for Horticultural Science. 579: 385-388.
9. Erdal, I., A. Ertek, U. Senyigit and H. I. Yilmaz. 2006. Effects of different irrigation programs and nitrogen levels on nitrogen concentration, uptake and utilization in processing tomatoes. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46(12): 1653-1660.
10. Kotepong, P., T. Thongket, A. Kamlung and J. Verasan. 2003. Effect of nitrogen and potassium on growth and yield of cherry tomato cv. CH154 in hydroponics. Proceedings of 41st Kasetsart University Annual Conference, Plants and Agricultural Extension and Communication, pp. 197-203.
11. Liu, Z. H., L. H. Jiangi, R. Härdter, W. J. Zhang, Y. L. Zhang and D. F. Zheng. 2008. Effect of N and K fertilizers on yield and quality of greenhouse vegetable crops. Pedosphere 18(4): 496–502.
12. Marique, L. A. 1993. Greenhouse crops: A review. Journal of Plant Nutrition 16(12): 2411-2477.
13. Mei, S. H., L. T. Lai and X. Hui. 2001. Effects of potassium fertilizer on nutrient absorption and growth of tomato in the greenhouse. Institute of Vegetables and Flowers, Beijing, China 4: 14-16.
14. Rahman, M. J., A. T. Mondol, M. A. I. Rahman, M. N. Bgume, and M. K. Alam, 2007. Effect of irrigation and nitrogen on tomato yield in the grey terraces soil of Bangladesh. Journal of Soil Nutr. 1(3): 1-4.