تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر رشد، غلظت عناصر غذایی و کیفیت گل رز

شهرام کیانی،[۱*] محمد جعفر ملکوتی، سید جلال طباطبایی و محسن کافی

دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس؛ **shkiani2002@yahoo.com**

استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس؛ **mjmalakouti@hotmail.com**

دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه تبریز؛ **tabatabaei@tabrizu.ac.ir**

استادیار گروه مهندسی فضای سبز دانشگاه تهران؛ **mkafi@ut.ac.ir**

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر رشد، غلظت عناصر غذایی و کیفیت گل رز (Rosa hybrida L.) در شرایط آبکشت، این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو عامل نسبت آمونیوم به نیترات و کلسیم در محلول غذایی با چهار تکرار بر روی بوته‌های گل رز رقم Vendetta از سال ۱۳۸۵ به مدت یک سال اجرا شد. سطوح عامل نسبت آمونیوم به نیترات شامل سه سطح ۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ و سطوح عامل کلسیم شامل دو سطح ۱/۶ و ۴/۸ میلی‌مولار بود. نتایج نشان داد به غیر از شاخص میزان کلروفیل برگ هیچ یک از شاخصهای رشد رویشی تحت تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم کاربردی قرار نگرفتند. با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی غلظت نیتروژن، فسفر و عناصر کم مصرف در قسمتهای مختلف گل رز افزایش و کلسیم و منیزیم کاهش یافتند. در حالی که افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی تأثیری بر غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، مس و بور در قسمتهای مختلف گل رز نداشت اما منجر به افزایش معنی‌دار غلظت کلسیم و همچنین کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم، منیزیم، منگنز و روی در قسمت‌های مختلف گل رز شد. در هر دو نوبت برداشت، افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد گل رز شد اگرچه تفاوت معنی‌داری بین نسبت‌های ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ آمونیوم به نیترات دیده نشد. مطالعه شاخصهای کیفی گل در دوره پس از برداشت نشان داد با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی تا نسبت ۵۰:۵۰، وزن تر ساقه گل‌دهنده در پایان ماندگاری، قطر نهایی گل و همچنین ماندگاری دچار کاهش معنی‌دار شدند. در حالی که افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی به ۴/۸ میلی مولار منجر به افزایش تمامی شاخصهای فوق در مقایسه با سطح ۱/۶ میلی مولار شد. بر اساس نتایج این تحقیق از نقطه نظر تولید اقتصادی و شاخصهای کیفی گل رز در مرحله پس از برداشت کاربرد ۲۵ درصد کل نیتروژن مصرفی به شکل آمونیوم و همچنین ۴/۸ میلی مولار کلسیم برای تولید گل رز در شرایط آبکشت توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: گل رز (*Rosa hybrida* L.)، نسبت آمونیوم به نیترات، کلسیم، رشد، عناصر غذایی، عملکرد، کیفیت

مقدمه

استفاده از محیط‌های کشت بدون خاک (آبکشت) در پرورش گل رز (*Rosa hybrida* L.) نیازمند ارائه توصیه‌های جدید برای مدیریت تغذیه‌ای آن است. از میان عناصر غذایی پرمصرف، نیتروژن و کلسیم دارای اهمیت زیادی در تغذیه گل رز بوده و اکثر تحقیقات انجام شده بر روی این دو عنصر متمرکز شده است (Cabrera، ۲۰۰۱؛ Mortensen و همکاران، ۲۰۰۱؛ Torre و همکاران، ۲۰۰۱).

۱- نویسنده مسئول، آدرس: دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی، صندوق پستی ۱۱۱- ۱۴۱۱۵

* دریافت:۸۶/۷/۷ و پذیرش: ۸۷/۱۰/۴

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیقات انجام شده درباره نقش کلسیم در گل رز حاکی از تأثیر بسیار مهم آن در افزایش عمر پس از برداشت و بهبود خصوصیات کیفی آن می‌باشد (Michalczuk و همکاران، ۱۹۸۹؛ Starkey و Pedersen، ۱۹۹۷؛ Nielsen و Starkey، ۱۹۹۹؛ Halevy و همکاران، ۲۰۰۱؛ Mortensen و همکاران، ۲۰۰۱؛ Torre و همکاران، ۲۰۰۱). بر اساس آزمایشهای انجام شده تیمارهای کلسیم به طور معنی‌داری ماندگاری گلهای بریده رز را افزایش می‌دهند. کاربرد کلسیم همچنین منجر به افزایش وزن تر و قطر گلها و تأخیر در کاهش وزن آنها در طی دوره پس از برداشت گردید (Torre و همکاران، ۱۹۹۹). اما جذب کلسیم به وسیله ریشه غیر فعال بوده (Kirkby, ۱۹۷۹) و انتقال این عنصر منحصراً از طریق آوندهای چوبی (Demarty و همکاران، ۱۹۸۴) صورت می‌گیرد. بنابراین غلظت آن در اندامهایی با میزان تعرق پایین چون گلها کم‌تر است. از طرف دیگر میزان رشد بالای این اندامها خطر کاهش غلظت کلسیم بافتی را به کمتر از حد بحرانی افزایش می‌دهد (Marschner, ۱۹۹۵). این امر به خصوص در گلخانه‌های مدرن که به دلیل غنی سازی دی اکسید کربن با مشکل افزایش میزان رطوبت نسبی محیط و متعاقباً کاهش میزان تعرق گیاه مواجه هستند از اهمیت به مراتب بالاتری برخوردار است. بنابراین افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی می‌تواند به عنوان راهکاری برای افزایش غلظت این عنصر در اندامهایی نظیر گل باشد (Mortensen و همکاران، ۲۰۰۱). اما جذب کلسیم از محلول غذایی توسط گل رز تحت تأثیر غلظت آمونیوم در محلول غذایی قرار دارد (Woodson و Boodley، ۱۹۸۲؛ Starkey و Pedersen، ۱۹۹۷؛ Nielsen و Starkey، ۱۹۹۹؛Rothstein و Cregg، ۲۰۰۵).

در گلخانه‌های تولید گل رز دنیا، نیتروژن در آب آبیاری با غلظتهای ۲۵۰-۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف می‌شود که اکثر این مقدار به شکل نیترات است. به طور سنتی، آمونیوم به مقدار کم و با رعایت احتیاط به دلیل سمیتهای گزارش شده و کاهش عملکرد ناشی از آن بکار برده می‌شود (White، ۱۹۸۷). این در حالی است که آمونیوم بر خلاف نیترات، برای شرکت در پروتئین سازی نیازی به کاهش که مستلزم صرف انرژی توسط گیاه است، ندارد (Marschner, ۱۹۹۵). براساس نتایج تحقیقات انجام شده کوددهی با آمونیوم منجر به کاهش وزن تر و طول ساقه‌های گل‌دهنده رز به دلیل کاهش pH در ناحیه ریشه در مقایسه با نیترات شده است (Woodsonو Boodley، ۱۹۸۲). با این حال گزارش شده که در مقایسه با نیترات یا آمونیوم به تنهایی، آمیخته‌ای از نیترات و آمونیوم به طور معنی‌داری عملکرد را در بسیاری از محصولات گلخانه‌ای نظیر رز افزایش داده است. به طوری که بالاترین عملکرد در گل رز با نسبت آمونیوم به نیترات برابر با ۲۵:۷۵ تولید شده است. افزایش بیشتر آمونیوم منجر به کاهش عملکرد گل رز گردیده که این مسئله به اسیدی شدن ناخواسته محیط ریشه و افزایش جذب آمونیوم نسبت داده شده است (Feigin و همکاران ۱۹۸۶). اسیدی شدن محیط ریشه به خصوص pH کمتر از پنج منجر به توقف رشد ریشه در اکثر گیاهان می‌شود (Marschner, ۱۹۹۵). بر اساس مطالعات انجام شده تحت شرایط کنترل شده pH، شکل نیتروژن تأثیری بر عملکرد گیاه نداشته و رشد ضعیف و نشانه‌های سمیت ظاهر شده در تغذیه آمونیومی عمدتاً در نتیجه pH پایین در اثر جذب آمونیوم توسط گیاه است (Peet و همکاران، ۱۹۸۵؛ Findenegg، ۱۹۸۷). به طوری که وقتی pH محلول غذایی روی شش تنظیم شود، شکل نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر میزان جذب کل نیتروژن گیاه و تجمع ماده خشک در بافتهای رز (Cabrera, ۲۰۰۱)، گوجه فرنگی (Peet و همکاران، ۱۹۸۵) و تنباکو (Henry و Raper، ۱۹۸۹) نداشته است. مطالعات انجام شده در مورد سمیت آمونیوم تحت شرایط کنترل شده pH نشان داد که اکثر گونه‌های گیاهی در pH برابر با شش از رشد مطلوبی برخوردار بودند (Findenegg, ۱۹۸۷).

تأثیر تغذیه آمونیوم بر ترکیب شیمیایی گیاه از نیترات متفاوت است (Hohjo و همکاران، ۱۹۹۵؛ Lorenzo و همکاران، ۲۰۰۰؛ Kotsiras و همکاران، ۲۰۰۲؛ Rothstein و Gregg، ۲۰۰۵). با کاربرد آمونیوم، جذب آنیونها نسبت به کاتیونها افزایش یافته و بنابراین پروتون از ریشه برای موازنه بار آزاد می‌شود. در حالی که با کاربرد نیترات جذب کاتیونها بر آنیونها برتری یافته و بنابراین OH^- و یا HCO_3^- از ریشه آزاد می‌شود (Marschner, ۱۹۹۵). کاهش میزان پتاسیم، کلسیم و منیزیم گیاه در نتیجه افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی در گوجه فرنگی (Magalhase و Wilcox، ۱۹۸۳؛ Hartman و همکاران،۱۹۸۶؛ Hohjo و همکاران، ۱۹۹۵)، هویج، هندوانه و ذرت (Errebhi و Wilcox، ۱۹۹۰)، خیار (Kotsiras و همکاران ۲۰۰۲) و کاج (Rothstein و Cregg، ۲۰۰۵) نیز گزارش شده است. بنابراین کاهش جذب کاتیونها به خصوص کلسیم در نتیجه کاربرد آمونیوم در محلولهایی غذایی از مهمترین نکات منفی کاربرد این شکل نیتروژن است. با توجه به اثرات مثبت کاربرد آمونیوم به همراه نیترات بر رشد و توسعه گیاه و از طرف دیگر اثرات بازدارنده آن بر جذب کاتیونها به خصوص کلسیم که نقش بسزایی در بهبود کیفیت محصولات باغبانی دارد، این تحقیق به منظور بررسی نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر

Archive of SID

www.SID.ir

رشد، غلظت عناصر غذایی و کیفیت گل رز در دوره پس از برداشت در شرایط آبکشت اجرا گردید.

مواد و روشها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو عامل نسبت آمونیوم به نیترات و کلسیم در محلول غذایی با چهار تکرار در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در گلخانه آبکشت مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد بر روی گل رز رقم Vendetta اجرا گردید. سطوح عامل نسبت آمونیوم به نیترات شامل سه سطح ۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ و سطوح عامل کلسیم شامل دو سطح ۱/۶ و ۴/۸ میلی‌مولار بود. غلظت نیتروژن کاربردی در تمامی تیمارهای آزمایشی ثابت و برابر ۱۰ میلی‌مولار بود که از منابع مختلف نیتروژن شامل نیترات پتاسیم (KNO3)، نیترات منیزیم (Mg(NO3)2.6H2O)، نیترات کلسیم (Ca(NO3)2.4H2O)، نیترات آمونیوم (NH4NO3) و سولفات آمونیوم ((NH4)2SO4) تأمین شد. همچنین سطوح کلسیم مورد نیاز از دو منبع نیترات کلسیم و سولفات کلسیم (CaSO4.2H2O) تأمین شد. غلظت سایر عناصر غذایی مورد استفاده بر اساس محلول هوگلند و آرنون تغییر یافته (Hoagland و Arnon، ۱۹۵۰) بدین شرح بود: یک میلی مولار فسفر از منبع اسید فسفریک (H3PO4)، ۷/۴ میلی مولار پتاسیم از منابع نیترات پتاسیم و سولفات پتاسیم (K2SO4)، دو میلی مولار منیزیم از منابع نیترات منیزیم و سولفات منیزیم (MgSO4.7H2O)، ۰/۳۲ میکرو مولار مس از منبع سولفات مس (CuSO4.5H2O)، ۴۶ میکرو مولار بور از منبع اسید بوریک (H3BO3)، ۹۰ میکرو مولار آهن از منبع سکوسترین آهن (Fe-EDDHA)، ۰/۱۱ میکرو مولار مولیبدن از منبع مولیبدات سدیم (Na2MoO4. 2H2O)، ۹/۱۴ میکرو مولار منگنز از منبع سولفات منگنز (MnSO4.H2O) و ۳/۰ میکرو مولار روی از منبع سولفات روی (ZnSO4.7H2O). برای تهیه محلولهای غذایی از آب شهری استفاده شد که خصوصیات شیمیایی آن در جدول ۱ نشان داده شده است. بدین منظور غلظت یونهای غذایی قابل توجه در آب شهری شامل کلسیم، منیزیم، سولفات و نیترات در محاسبات انجام شده برای حصول غلظتهای مد نظر در تیمارهای آزمایشی منظور شدند. در تمامی محلولهای غذایی مورد استفاده pH با استفاده از اسید سولفوریک یک مولار روی ۶/۰±۰/۲ تنظیم گردید. برای جلوگیری از تبدیل آمونیوم به نیترات از بازدارنده نیتریفیکاسیون دی‌سیانودی‌آمید با غلظت یک میلی‌گرم در لیتر و برای جلوگیری از کاهش pH محلول غذایی در اثر جذب آمونیوم توسط ریشه از بافر بیولوژیکی MES (2-(N-morpholino) ethanesulfonic acid) با غلظت سه میلی مولار استفاده شد.

به منظور اجرای آزمایش در آبانماه ۱۳۸۵ تعداد ۱۴۴ بوته رز پس از هرس یکنواخت به گلدانهای ۱۲ لیتری حاوی پرلیت با دو سایز ۲-۰/۵ و ۵-۲ میلی متر با نسبت حجمی مساوی انتقال یافتند. هر گلدان حاوی یک بوته بوده و برای هر ترکیب آزمایشی شش گلدان در نظر گرفته شد. گلدانهای حاوی گل در یک گلخانه با دمای روز ۳±۲۳ و دمای شب ۳±۱۵ درجه سانتیگراد با تراکم هشت گلدان در متر مربع بر روی سکو چیده شدند. سامانه آبکشت مورد استفاده در این تحقیق از نوع باز بود که از طریق یک سامانه آبیاری قطره‌ای عملیات آبیاری و کوددهی به طور خودکار انجام می‌گردید. دور آبیاری چهار تا ده بار در روز بوده و کسر آبشویی ۲۵-۲۰ درصد درنظر گرفته شد. عملیات داشت در طول دوره رشد انجام گردید. در اوایل دوره گلدهی از هر ترکیب آزمایشی شش شاخه گل برداشت گردید. شاخه‌های برداشت شده به قسمتهای مختلف گلبرگ، برگ و ساقه تفکیک شدند و وزن تر هر یک از قسمتها بدست آمد. همچنین در این مرحله از ریشه نیز نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها پس از شستشو، در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و دوباره توزین شدند. سپس درصد ماده خشک در هر یک از قسمتهای گلبرگ، برگ و ساقه محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری سطح برگ در اوایل دوره گلدهی تعداد پنج برگ از قسمتهای میانی هر بوته نمونه‌برداری و سطح آنها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (ADC BioScientific Ltd, AM 200) مشخص شد. همچنین در این مرحله شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (Opti-Sciences, CCM-200) در برگهای بالغ اندازه‌گیری گردید. غلظت عناصر غذایی در نمونه‌های ریشه، ساقه، برگ و گلبرگ پس از آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). در طول دو دوره گلدهی (بهمن ۸۵ و فروردین ۸۶) با ظاهر شدن غنچه‌ها به هنگام مرحله برداشت اقتصادی (آغاز باز شدن کاسبرگها) گلها برداشت و پس از ثبت عملکرد برای اندازه‌گیری شاخصهای کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند. به دنبال آن نسبت به اندازه‌گیری وزن تر ساقه‌های گل‌دهنده با استفاده از ترازوی دیجیتالی اقدام شد. به منظور اندازه‌گیری طول عمر پس از برداشت (ماندگاری)، تعداد شش تا هشت شاخه گل از هر ترکیب آزمایشی به طور تصادفی انتخاب شد. سپس طول ساقه‌های گل به ۴۰ سانتیمتر کاهش داده شده و همه برگها به جز دو برگ بالایی حذف شدند. در این مرحله وزن تر ساقه گل‌دهنده

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری شد. بدنبال آن هر شاخه گل داخل یک گلدان ۴۰۰ میلی‌لیتری حاوی آب مقطر قرار داده شده و به یک محیط کنترل شده با دمای ۱±۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد تحت نور فلورسنت با شدت پنج میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه به مدت ۱۲ ساعت در روز منتقل گردیدند. عمر پس از برداشت گلها بر حسب تعداد روزهای پس از برداشت تا زمانی که گلها دچار عارضه آبی شدن (Bluing) شدند، محاسبه گردید. همچنین با تمام شدن عمر پس از برداشت، وزن تر گلها مجددا اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله با نرم افزار SAS Version 8.02 (SAS Institute, ۲۰۰۱) تجزیه و تحلیل و برای مقایسه و کلاسه‌بندی میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر شاخصهای رشد رویشی

در طول دوره رشد هیچ گونه نشانه‌ای مبنی بر کمبود کلسیم و یا سمیت آمونیوم به صورت کلروز و نکروز برگی مشاهده نشد. افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلولهای غذایی تأثیری بر وزن تر و خشک ساقه، برگ و گلبرگ و همچنین درصد ماده خشک آنها نداشت (نتایج ارائه نشده است). در اکثر مطالعاتی که در مورد تأثیر شکل نیتروژن بر رشد گیاهان انجام شده، کاربرد آمونیوم به همراه نیترات (عمدتاً نسبت آمونیوم به نیترات برابر با ۲۵:۷۵) نسبت به کاربرد مجزای هر یک از آنها منجر به افزایش رشد گیاه شده است (Hartman و همکاران، ۱۹۸۶؛ Feigin و همکاران، ۱۹۸۶؛ Hohjo و همکاران، ۱۹۹۵). اما با افزایش سهم آمونیوم در نیتروژن مصرفی به دلیل کاهش pH محلول غذایی در ناحیه ریشه ناشی از جذب آمونیوم، رشد ریشه کاهش و نهایتا رشد رویشی گیاه نیز متأثر گردیده است (Magalhaes و Wilcox، ۱۹۸۳؛ Errebhi و Wilcox، ۱۹۹۰). بنابراین در صورت کنترل pH محلول غذایی می‌توان این اثر را به نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش داد (Findenegg، ۱۹۸۷؛ Cabrera، ۲۰۰۱).

در این تحقیق به منظور حذف تأثیر آمونیوم بر کاهش pH محیط ریشه از بافر بیولوژیکی MES (2-(N-morpholino) ethanesulfonic acid) استفاده شد. بنابراین افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی تأثیری بر وزن تر و خشک و درصد ماده خشک قسمتهای مختلف گل رز نداشت. تأیید این مسئله نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH زه‌آبهای خروجی از گلدانها بود. به طوری که pH زه‌آب خروجی گلدانها برای نسبتهای ۰:۱۰۰ ، ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ آمونیوم به نیترات به ترتیب ۸/۳، ۷/۷ و ۶/۰ بود. از آنجایی که محدوده pH مناسب برای رشد ریشه اکثر گیاهان ۸- ۶ گزارش شده است (Marschner,۱۹۹۵)، بنابراین به نظر نمی‌رسد افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی منجر به کاهش رشد ریشه شده باشد. تحت تأثیر قرار نگرفتن سطح برگ در اثر افزایش نسبت آمونیوم به نیترات دلیل دیگری برای اثبات عدم کاهش رشد ریشه در اثر کاربرد آمونیوم بود (نتایج ارائه نشده است). در این میان تنها شاخص میزان کلروفیل برگ با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی به طور معنی‌داری در سطح یک درصد آماری افزایش یافت. میزان این شاخص برای نسبتهای ۰:۱۰۰ ، ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ آمونیوم به نیترات به ترتیب برابر با ۷۸/۳۵، ۸۷/۰۹ و ۸۹/۷۹ بود. افزایش میزان نیتروژن برگ (جدول ۲) و مالا میزان کلروفیل برگ به دلیل جذب و ساخت سریع آمونیوم در مقایسه با نیترات (Lorenzo و همکاران، ۲۰۰۰؛ Rothstein و Cregg، ۲۰۰۵) می‌تواند دلیلی برای این افزایش معنی‌دار باشد که با نتایج تحقیقات انجام شده در این زمینه مطابقت داشت (Norisada و Kojima، ۲۰۰۵).

در این میان افزایش میزان کلسیم در محلول غذایی تأثیری بر هیچ یک از شاخصهای رشدی بررسی شده از قبیل وزن تر و خشک ساقه، برگ و گلبرگ و همچنین درصد ماده خشک آنها، سطح برگ و شاخص میزان کلروفیل برگ نداشت (نتایج ارائه نشده است). این مسئله عمدتاً به این دلیل است که عوارض رشدی ناشی از کمبود کلسیم در غلظتهای زیر یک میلی مولار و یا حتی ۰/۵ میلی مولار (Bar-Tal و همکاران ۲۰۰۱) این عنصر بروز می‌کند که در شرایط این تحقیق غلظت کلسیم در هیچ یک از محلولهای غذایی پایین‌تر از ۱/۶ میلی مولار نبود. لازم به ذکر است که برهمکنش بین نسبت آمونیوم به نیترات و کلسیم برای تمامی شاخصهای رشدی فوق الذکر معنی دار نگردید.

تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات بر غلظت عناصر غذایی قسمتهای مختلف گل رز

تأثیر کاربرد نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات بر غلظت عناصر غذایی در قسمتهای مختلف گل رز در جدول ۲ نشان داده شده است. افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی منجر به افزایش معنی‌دار نیتروژن کل ساقه و برگ شد. این مسئله به دلیل جذب و ساخت سریع یونهای آمونیوم در مقایسه با نیترات به دلیل مصرف کمتر انرژی توسط گیاه است که در تحقیقات قبلی نیز به اثبات رسیده است (Lorenzo و همکاران، ۲۰۰۰؛ Britto و Kronzucker، ۲۰۰۲؛ Rothstein و Cregg، ۲۰۰۵). بهبود وضعیت تغذیه نیتروژنه گل رز تحت شرایط کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

آمونیوم به همراه نیترات نشان دهنده اثر همسازی بین آمونیوم و نیترات بر جذب نیتروژن توسط گل رز است که با تحقیقات Mengel و Kirkby (۲۰۰۱) نیز همخوانی دارد. فسفر ساقه و برگ در نتیجه افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی دچار افزایش معنی‌دار شدند که این مسئله به دلیل اثر همسازی کاربرد آمونیوم بر جذب آنیونها است. افزایش معنی‌دار فسفر گیاه در نتیجه کاربرد آمونیوم در تحقیقات Hartman و همکاران (۱۹۸۶)، Errebhi و Wilcox (۱۹۹۰) و Lorenzo و همکاران (۲۰۰۰) نیز گزارش شده است. اگرچه در اکثر تحقیقات انجام شده کاربرد آمونیوم منجر به کاهش غلظت پتاسیم گیاه شده است (Pill و Lambeth، ۱۹۷۷؛ Fageria، ۲۰۰۱؛ Rothstein و ,Cregg، ۲۰۰۵) اما در این تحقیق به دلیل افزایش غلظت پتاسیم در تمامی محلول‌های غذایی مورد استفاده (۷/۴ میلی‌مولار) به منظور حذف اثر بازدارنده آمونیوم بر جذب پتاسیم غلظت این عنصر در قسمتهای مختلف گل رز (جدول ۲) تحت تأثیر نسبتهای مختلف آمونیوم به نیترات قرار نگرفت که این امر با تحقیقات انجام شده مطابقت دارد (Reddy و Menart، ۱۹۸۹). با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات غلظت کلسیم در ریشه، برگ و گلبرگ دچار کاهش معنی‌دار شد (جدول ۲). کاهش غلظت کلسیم در ریشه نشان دهنده آن است که ناهمسازی بین آمونیوم و کلسیم در محل جذب آنها یعنی در ریشه ظاهر شده که بدنبال آن سایر قسمت‌های گیاه هم از این مسئله متأثر خواهند شد. اثر بازدارنده آمونیوم به عنوان منبع نیتروژن در مقایسه با نیترات بر جذب کلسیم در تحقیقات قبلی نیز اثبات شده است (Woodson و Boodley، ۱۹۸۲؛ Nielsen و Starkey، ۱۹۹۹؛ Rothstein و Cregg، ۲۰۰۵). به طور مشابه افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی منجر به کاهش غلظت منیزیم در ریشه شد اما غلظت این عنصر در سایر قسمتهای گیاه تحت تأثیر قرار نگرفت (جدول ۲).

اگرچه عناصر کم مصرفی همچون آهن، منگنز، روی و مس به صورت کاتیون جذب ریشه گیاه می‌شوند اما تأثیر آمونیوم بر جذب این عناصر به گونه‌ای متفاوت از کاتیونهایی همچون پتاسیم، کلسیم و منیزیم است. برهمکنش بین عناصر کم مصرف و شکل نیتروژن به دلیل ایجاد تغییر در pH محلول غذایی به طور مکرر گزارش شده است. با کاربرد آمونیوم pH محیط ریشه کاهش یافته و بالعکس با کاربرد نیترات pH محیط ریشه افزایش می‌یابد (Mengel و همکاران، ۱۹۹۴). کاربرد آمونیوم در محلول غذایی منجر به افزایش غلظت عناصر کم مصرف کاتیونی در گیاه می‌شود (Savvas و همکاران، ۲۰۰۳؛ Assimakopoulou، ۲۰۰۶). در این تحقیق افزایش نسبت آمونیوم به نیترات منجر به افزایش غلظت آهن در ریشه و برگ شد. این تأثیر مثبت به عنوان یکی از استراتژیهای کاربردی برای غلبه بر مشکل کلروز آهن در بسیاری از محصولات گلخانه‌ای است (Raven، ۱۹۸۸). بر عکس، کاربرد نیترات به تنهایی (نسبت آمونیوم به نیترات برابر با ۰:۱۰۰) منجر به کاهش معنی‌دار آهن در ریشه و برگ گل رز شد. این مسئله در شرایطی اتفاق افتاد که غلظت آهن در ریشه نیز بالا بود (جدول ۲). تغذیه نیتراته به دلیل جلوگیری از جذب و انتقال آهن از ریشه به ساقه در نتیجه pH بالای سطح ریشه (pH زه‌آب برابر با ۸/۳) منجر به کاهش غلظت آهن در برگ گل رز شد که این امر با نتایج تحقیقات Nikolic و Romheld (۲۰۰۳) مطابقت دارد. لازم به ذکر است با وجود این کاهش غلظت آهن برگ در حد مطلوب بود (De Kreij و همکاران، ۱۹۹۲). غلظت منگنز، روی و مس نیز در قسمتهای مختلف گل رز الگویی مشابه با آهن داشت. افزایش نسبت آمونیوم به نیترات منجر به افزایش معنی‌دار بور در ریشه، ساقه و برگ گل رز شد (جدول ۲). این افزایش معنی‌دار متفاوت از سایر عناصر کم مصرف بوده و آن را می‌توان به اثرات همسازی کاربرد آمونیوم بر جذب آنیونهایی همچون فسفات و بورات نسبت داد (Marschner, ۱۹۹۵).

تأثیر سطوح کلسیم بر غلظت عناصر غذایی قسمتهای مختلف گل رز

افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی تأثیری بر غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، مس و بور در قسمتهای مختلف گل رز نداشت، اما منجر به کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم در ساقه، برگ و گلبرگ و همچنین منیزیم برگ شد (جدول ۳). اثرات بازدارنده کلسیم بر جذب پتاسیم و منیزیم به طور وسیعی در تحقیقات انجام شده مورد تأیید قرار گرفته (Hohjo و همکاران، ۱۹۹۵؛ Kotsiras و همکاران ۲۰۰۲؛ Rothstein و Cregg، ۲۰۰۵) که با نتایج این تحقیق نیز همخوانی دارد. با افزایش میزان کلسیم در محلول غذایی غلظت این عنصر در ریشه، برگ و گلبرگ افزایش یافت که این امر با تحقیقات انجام شده در گل رز (Starkey و Pedersen، ۱۹۹۷؛ Nielsen و Starkey، ۱۹۹۹؛Mortensen و همکاران ۲۰۰۱) مطابقت دارد. اما به استثنای برگ این افزایش فقط در نسبتهای ۰:۱۰۰ و ۲۵:۷۵ آمونیوم به نیترات رخ داد و در نسبت ۵۰:۵۰ آمونیوم به نیترات افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی تأثیری بر غلظت کلسیم در قسمت‌های ریشه و گلبرگ نداشت (شکل ۱). به طوری که غلظت کلسیم ریشه و گلبرگ تحت تأثیر معنی‌دار (در سطح

Archive of SID

www.SID.ir

آماری یک درصد) برهمکنش نسبتهای آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم قرار گرفت. این مطلب موید آنست که هر گونه افزایش در غلظت کلسیم محلول غذایی الزاماً منجر به افزایش غلظت این عنصر در قسمتهای مختلف گل نشده و کاتیونهای تأثیر گذار بر جذب این عنصر منجمله آمونیوم از اهمیت خاصی برخوردار هستند. همبستگی منفی بین غلظت آمونیوم در محلول غذایی و غلظت کلسیم در قسمت‌های مختلف گل رز گلدانی در تحقیقات Nielsen و Starkey (۱۹۹۹) نیز مشاهده شده است. با افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی غلظت منگنز در تمامی قسمتهای گل رز و غلظت روی در ساقه و برگ دچار کاهش معنی‌دار شد (جدول ۳). شاید این مسئله به دلیل اثرات بازدارنده کلسیم بر جذب این دو عنصر باشد. بهرحال این کاهش چندان مهم نیست زیرا در این شرایط نیز غلظت منگنز و روی در محدوده حد کفایت این دو عنصر برای گل رز قرار گرفته است (De Kreij و همکاران، ۱۹۹۲). لازم به ذکر است به استثنای غلظت کلسیم ریشه و گلبرگ (شکل ۱)، غلظت سایر عناصر غذایی در هیچ یک از قسمتهای مختلف گل رز تحت تأثیر برهمکنش نسبتهای آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم قرار نگرفتند.

تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر عملکرد گل رز

در هر دو نوبت برداشت، افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد گل رز شد (جدول ۴). در حالی که افزایش غلظت کلسیم و همچنین برهمکنش بین نسبت آمونیوم به نیترات و کلسیم تأثیری بر عملکرد نداشت. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده کاربرد آمونیوم به همراه نیترات (۲۵ درصد آمونیوم و ۷۵ درصد نیترات) منجر به افزایش عملکرد گل رز شده است (Feigin و همکاران ، ۱۹۸۶). این مسئله به دلیل صرف انرژی کمتر توسط گیاه برای جذب و ساخت آمونیوم در مقایسه با نیترات است (Marschner, ۱۹۹۵). این ذخیره انرژی تا ۱۷ درصد کل ذخایر کربوهیدرات گیاه را شامل شده (Gutschick, ۱۹۸۱) و بنابراین منجر به افزایش عملکرد گیاه می‌گردد. افزایش بیشتر سهم آمونیوم در محلول غذایی به دلیل اسیدی کردن pH محیط ریشه (کمتر از پنج) منجر به کاهش رشد ریشه و نهایتاً عملکرد گیاه شده است.

در این تحقیق استفاده از بافر MES برای جلوگیری از اسیدی شدن محیط ریشه و بازدارنده نیتریفیکاسیون دی‌سیانودی‌آمید برای جلوگیری از اکسایش زیست‌شناختی آمونیوم به نیترات از اسیدی شدن محیط ریشه جلوگیری کرده و بنابراین تفاوتی از نظر عملکرد بین نسبتهای ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ آمونیوم به نیترات مشاهده نشد که این امر با تحقیقات Cabrera (۲۰۰۱) در رز مطابقت دارد. اگرچه کاهش عملکرد در برداشت دوم با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات از ۲۵:۷۵ به ۵۰:۵۰ معنی‌دار نیست اما این کاهش را می‌توان به اثرات مضر آمونیوم جذب و ساخت نشده در بافتهای گیاهی نسبت داد. موقعی که جذب آمونیوم از میزان جذب و ساخت آن تجاوز کند، تجمع آمونیوم آزاد در بافت گیاهی رخ می‌دهد. تجمع آمونیوم غیر جذب و ساخت شده و انتقال آن به برگها می‌تواند بسیاری از فرایندهای متابولیکی از قبیل فتوسنتز را مختل کرده (Givan، ۱۹۷۹) و نهایتاً منجر به کاهش عملکرد شود. در این میان وزن تر ساقه گل‌دهنده در هر دو نوبت برداشت تحت تأثیر نسبتهای آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم مصرفی قرار نگرفت (نتایج ارائه نشده است). با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی وزن تر تجمعی ساقه‌های گل دهنده در طول نوبت برداشت اول افزایش یافت اگرچه در برداشت دوم با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات از ۲۵:۷۵ به ۵۰:۵۰ این شاخص دچار کاهش معنی‌دار شد که این کاهش را احتمالاً می‌توان به اثرات سمی تجمع آمونیوم غیر جذب و ساخت شده در بافتهای گل رز نسبت داد. لازم به ذکر است افزایش وزن تر تجمعی ساقه‌های گل دهنده به دلیل افزایش عملکرد بوده چون وزن تر ساقه گل‌دهنده در هر دو نوبت برداشت تحت تأثیر نسبتهای آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم کاربردی قرار نگرفت.

تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر کیفیت گل رز

در جدول ۵ نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخصهای کیفی گل رز در طی دوره پس از برداشت نشان داده شده است. وزن تر اولیه گلها (پس از کاهش طول آنها به ۴۰ سانتیمتر و حذف تمامی برگها به جزء دو برگ بالایی) تحت تأثیر معنی‌دار نسبتهای مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم در محلول غذایی قرار نگرفت (نتایج ارائه نشده است). اما وزن تر نهایی گلها در پایان عمر پس از برداشت به طور معنی‌داری در سطح یک درصد آماری تحت تأثیر کاربرد نسبتهای مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم در محلول غذایی قرار گرفت. افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی تا نسبت ۲۵:۷۵ تأثیری بر وزن تر نهایی گلها نداشت اما با افزایش آن به نسبت ۵۰:۵۰، وزن تر نهایی به طور معنی‌داری کاهش یافت. دلیل کاهش معنی‌دار وزن تر نهایی با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات را می‌توان به اثرات بازدارنده آمونیوم بر جذب کلسیم و همچنین متابولیسم گیاهی نسبت داد. کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌دار غلظت کلسیم برگ و مخصوصا گلبرگ در اثر افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی (جدول ۲) منجر به ایجاد اختلال در اعمال سلولی کلسیم شده که ماحصل این امر تسریع فرایند پیری در گلهای بریده رز و از دست دادن میزان آب بیشتر در طی دوره پس از برداشت بوده است.

به طور کلی کلسیم منجر به تعویق پیری در بافتهای گیاهی به طور عام (Ferguson و Drobak، ۱۹۸۸) و در گلبرگهای گل رز به طور خاص (Michalczuk و همکاران، ۱۹۸۹) می‌شود. نشانه عمومی و قابل رویت پیری در گلبرگهای گل رز از بین رفتن تورژسانس سلولی است که منجر به پژمردگی و مرگ گلبرگ می‌شود. تحقیقات اخیر نشان داده با افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی به طور معنی‌داری پیری گل در رزهای گلدانی به تعویق افتاده است (Starkey و Pedersen، ۱۹۹۷؛ Nilsen و Starkey، ۱۹۹۹). بر اساس نتایج تحقیقات Torre و همکاران (۱۹۹۹) فرایند پیری در گلهای رز بوسیله پروتئین‌ها و فسفولیپیدهای غشای سلولی، اتیلن و فعالیت پمپهای ATPase کنترل می‌شود که تمامی اینها تحت تأثیر کلسیم قرار دارند. نمود دلایل فوق مبنی بر تعویق پیری در نتیجه افزایش میزان کلسیم در محلول غذایی و بالطبع افزایش غلظت آن در برگ و گلبرگ گل رز، افزایش وزن تر نهایی گلها با افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی از ۱/۶ به ۴/۸ میلی مولار است که شاهدی متقن بر دلایل بالاست (جدول ۵).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری حداکثر قطر گلهای بریده رز در طی دوره پس از برداشت (جدول ۵) نشان داد افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی تا سطح ۵۰:۵۰ منجر به کاهش معنی‌دار قطر گل گردید اما این قضیه در مورد کلسیم متفاوت بوده و با افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی حداکثر قطر گل در طی دوره پس از برداشت افزایش یافت که این امر با تحقیقات Michalczuk و همکاران (۱۹۸۹) مبنی بر تأثیر کلسیم بر بهبود فرایند باز شدن غنچه‌های گل در طی دوره پس از برداشت مطابقت دارد.

عمر پس از برداشت یا ماندگاری مهمترین شاخصی است که در بررسی خصوصیات کیفی پس از برداشت به آن توجه می‌شود. به طور مشابه با سایر شاخصهای کیفی، افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی منجر به کاهش معنی‌دار ماندگاری گلهای بریده رز به میزان ۲/۸ روز در نسبت ۵۰:۵۰ آن در مقایسه با نسبت ۰:۱۰۰ شد. در حالی که افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی تأثیر عکس داشته و ماندگاری گلهای بریده رز را به میزان ۲/۲ روز افزایش داده است (جدول ۵). بر اساس تحقیقات انجام شده کاربرد کلسیم منجر به افزایش عمر پس از برداشت گلهای بریده رز شده (Michalczuk و همکاران، ۱۹۸۹) و پیری گلبرگها را کند کرده است (Torre و همکاران، ۱۹۹۹).

بر اساس نتایج این پژوهش در صورت بافر نمودن pH محلول غذایی با استفاده از بافر بیولوژیکی MES و همچنین بازدارنده نیتریفیکاسیون دی‌سیانودی‌آمید به منظور جلوگیری از اسیدی شدن محیط ریشه براحتی می‌توان تا ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی را از منبع آمونیوم تأمین کرد بدون این که کاهشی در شاخصهای رشد رویشی و عملکرد صورت گیرد. اما از آنجایی که افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی از ۲۵:۷۵ به بالاتر منجر به کاهش معنی‌دار شاخصهای کیفی گل رز در مرحله پس از برداشت به دلیل کاهش غلظت کلسیم در اندامهای هوایی نظیر برگ و گلبرگ گردید بنابراین استفاده از نسبتهای بالاتر از ۲۵:۷۵ آمونیوم به نیترات در محلول غذایی برای تولید گل رز قابل توصیه نمی‌باشد. همچنین اگر چه کاربرد کلسیم در محلولهای غذایی با غلظت ۴/۸ میلی مولار در مقایسه با غلظت ۱/۶ میلی مولار تأثیری بر شاخصهای رشدی و عملکرد نداشت اما به دلیل نقش آن در بهبود شاخصهای کیفی گل رز در دوره پس از برداشت افزایش غلظت آن در محلول غذایی به میزان ۴/۸ میلی-مولار توصیه می‌گردد.

جدول ۱- نتایج تجزیه آب شهری مورد استفاده برای تهیه محلولهای غذایی

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	پ‌هاش	سدیم	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	کربنات	بی کربنات	نیترات	سولفات	کلر
		(میلی اکی والان در لیتر)								
۰/۵۳	۷/۳	۱/۷	۰/۰۳	۳/۲	۱/۶	۰	۳/۵	۰/۲	۱/۶	۱/۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تأثیر نسبتهای مختلف آمونیوم به نیترات بر غلظت عناصر غذایی قسمتهای مختلف گل رز

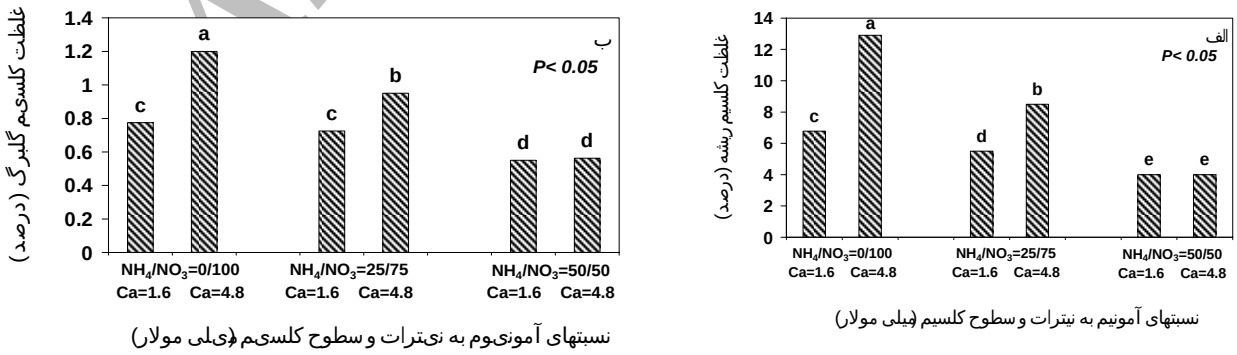
قسمت گیاه	نسبت آمونیوم به نیترات	بر حسب درصد در ماده خشک گیاهی					بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاهی				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	۰:۱۰۰	۲/۳۵a	۰/۵۰a	۱/۲۸a	۰/۹۸a	۰/۵۳a	۶۱۲/۵۰b	۳۳/۷۵c	۱۱۱/۸۷c	۱۱/۷۵a	۲۵/۰۰c
ریشه	۲۵:۷۵	۲/۵۵a	۰/۴۶a	۱/۴۱a	۰/۷۰b	۰/۴۳ab	۶۶۲/۵۰b	۵۵/۰۰b	۱۷۲/۵۰b	۱۱/۱۳a	۳۳/۵۰b
	۵۰:۵۰	۲/۴۹a	۰/۴۸a	۱/۲۳a	۰/۴۰c	۰/۳۹b	۸۶۲/۵۰a	۱۱۲/۵۰a	۳۷۰/۵۰a	۱۰/۳۸a	۴۴/۱۲a
	۰:۱۰۰	۱/۶۲b	۰/۱۹b	۱/۶۸a	۰/۵۴a	۰/۲۳a	۳۹/۳۸a	۱۵/۶۳b	۳۵/۱۹c	۴/۱۹b	۱۵/۱۸b
ساقه	۲۵:۷۵	۱/۷۳b	۰/۲۵a	۱/۶۳a	۰/۴۸a	۰/۲۷a	۴۳/۱۳a	۳۳/۱۳a	۵۲/۶۳b	۴/۳۱b	۱۸/۷۵a
	۵۰:۵۰	۱/۸۵a	۰/۲۶a	۱/۶۵a	۰/۴۷a	۰/۲۷a	۳۸/۷۵a	۳۱/۸۸a	۶۰/۹۴a	۵/۱۹a	۱۷/۱۲a
	۰:۱۰۰	۳/۵۷b	۰/۲۴b	۲/۱۷a	۰/۸۵a	۰/۴۱a	۶۵/۰۰b	۴۱/۲۵b	۲۲/۹۴b	۳/۴۴b	۴۵/۹۳b
برگ	۲۵:۷۵	۳/۸۰a	۰/۴۱a	۲/۲۰a	۰/۷۶b	۰/۳۷a	۷۴/۳۸a	۸۸/۷۵a	۵۴/۵۰a	۴/۳۸a	۵۷/۶۲a
	۵۰:۵۰	۳/۸۶a	۰/۴۱a	۲/۱۸a	۰/۵۹c	۰/۳۸a	۷۶/۲۵a	۷۴/۳۸a	۵۵/۳۱a	۴/۸۸a	۵۸/۶۲a
	۰:۱۰۰	۱/۸۸a	۰/۲۰a	۱/۶۹a	۰/۱۰a	۰/۱۸a	۳۳/۱۲a	۱۲/۵۰b	۲۱/۷۵a	۲/۸۸a	۱۲/۱۸a
گلبرگ	۲۵:۷۵	۱/۹۳a	۰/۲۲a	۱/۷۳a	۰/۰۸b	۰/۱۹a	۳۳/۱۲a	۱۸/۷۵a	۲۲/۵۰a	۳/۲۵a	۱۲/۰۰a
	۵۰:۵۰	۲/۰۰a	۰/۲۳a	۱/۸۰a	۰/۰۶c	۰/۲۰a	۳۱/۲۵a	۱۸/۱۳a	۲۲/۰۶a	۳/۴۴a	۱۱/۵۶a

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون و در هر قسمت گیاهی فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (آزمون LSD)

جدول ۳- تأثیر سطوح کلسیم بر غلظت عناصر غذایی قسمتهای مختلف گل رز

قسمت گیاه	غلظت کلسیم (mmol l $^{-1}$)	بر حسب درصد در ماده خشک گیاهی			بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاهی	
		K	Ca	Mg	Mn	Zn
ریشه	۱/۶	۱/۳۰a	۰/۵۴b	۰/۴۲a	۷۰/۸۳a	۲۱۶/۰۸a
	۴/۸	۱/۳۲a	۰/۸۵a	۰/۴۸a	۶۳/۳۳b	۲۲۰/۱۷a
ساقه	۱/۶	۱/۷۸a	۰/۴۸a	۰/۲۶a	۳۰/۰۰a	۵۳/۲۹a
	۴/۸	۱/۵۳b	۰/۵۲a	۰/۲۵a	۲۳/۷۵b	۴۵/۸۶b
برگ	۱/۶	۲/۳۴a	۰/۶۵b	۰/۴۱a	۷۴/۱۷a	۴۷/۵۴a
	۴/۸	۱/۹۹b	۰/۸۱a	۰/۳۶b	۶۲/۰۸b	۴۰/۹۶b
گلبرگ	۱/۶	۱/۸۶a	۰/۰۷b	۰/۱۹a	۱۷/۹۲a	۲۱/۵۴a
	۴/۸	۱/۶۲b	۰/۰۹a	۰/۱۹a	۱۵/۰۰b	۲۲/۶۷a

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون و در هر قسمت گیاهی فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (آزمون LSD)



شکل ۱- برهمکنش نسبتهای مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر غلظت کلسیم ریشه (الف) و گلبرگ (ب)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تأثیر نسبتهای مختلف آمونیوم به نیترات بر عملکرد و جمع وزن تر ساقه‌های گل‌دهنده رز

نسبت آمونیوم به نیترات	عملکرد (تعداد ساقه در متر مربع)		جمع وزن تر ساقه‌های گل دهنده (گرم در متر مربع)	
	نوبت برداشت			
	اول	دوم	اول	دوم
۰:۱۰۰	۱۱/۷ b	۱۳/۳ b	۱۲۶۰/۰b	۲۲۸۱/۶c
۲۵:۷۵	۱۷/۰ a	۱۹/۷ a	۲۲۸۸/۸a	۳۹۳۳/۶a
۵۰:۵۰	۱۶/۵ a	۱۷/۰ a	۲۱۲۴/۸a	۳۱۱۶/۸b
سطح معنی‌دار بر اساس آزمون F				
نسبت آمونیوم به نیترات	*	**	**	**

* و ** به ترتیب نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد آزمون F می‌باشند

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون و در هر نوبت برداشت فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (آزمون LSD)

جدول ۵- تأثیر نسبتهای مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر شاخصهای کیفی گل رز در دوره پس از برداشت

نسبت آمونیوم به نیترات	وزن تر نهایی (گرم)	قطر گل (میلی متر)	عمر پس از برداشت (روز)
۰:۱۰۰	۲۱/۲۸ A	۹۷/۶ a	۱۲/۳ a
۲۵:۷۵	۲۱/۲۶ a	۹۴/۰ a	۱۱/۵ a
۵۰:۵۰	۱۷/۶۴ b	۸۸/۴ b	۹/۵ b
غلظت کلسیم ($mmol\ l^{-1}$)			
۱/۶	۱۷/۲۵ b	۸۷/۱ b	۹/۹ b
۴/۸	۲۱/۸۷ a	۹۸/۱ a	۱۲/۱ a
سطح معنی‌دار بر اساس آزمون F			
نسبت آمونیوم به نیترات	**	*	*
غلظت کلسیم	**	*	*
نسبت آمونیوم به نیترات × کلسیم	ns	ns	ns

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد آزمون F می‌باشند

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (آزمون LSD)

فهرست منابع:

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ۲۰۲ص.

2. Assimakopoulou, A. 2006. Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reducing activity of spinach in nutrient solution culture. Sci. Hort., 110: 21–29.
3. Bar-Tal, A., R. Baas, R. Ganmore-Neumann, A. Dik, N. Marissen, A. Silber, S. Davidov, A. Hazan, B. Kirshner, and Y. Elad. 2001. Rose flower production and quality as affected by Ca concentration in the petal. Agronomie, 21: 393-402.
4. Britto, D. T., and H. J. Kronzucker. 2002. $NH4^+$ toxicity in higher plants: A critical review. J. Plant Physiol., 159: 567–584.
5. Cabrera, R. I. 2001. Effects of NaCl salinity and nitrogen fertilizer formulation on yield and nutrient status of roses. Acta Hort., 547: 255-260.

Archive of SID

www.SID.ir

6. De Kreij, C., C. Sonneveld, M. G. Warmenhoven, and N. A. Straver. 1992. Guide values for nutrient element contents of vegetables and flowers under glass. Research Station for Floriculture and Greenhouse Vegetables Report, No. 15.
7. Demarty, M., C. Morvan, and M. Thellier. 1984. Calcium and the cell wall. Plant Cell Environ., 7: 441-448.
8. Errebhi, M., and G. E. Wilcox. 1990. Plant species response to ammonium-nitrate concentration ratios. J. Plant Nutr., 13: 1017-1029.
9. Fageria, V. D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. J. Plant Nutr., 24: 1269–1290.
10. Feigin, A., C. Ginzburg, S. Gilead, and A. Ackerman. 1986. Effect of NH_4/NO_3 ratio in the nutrient solution on growth and yield of greenhouse roses. Acta Hort., 189: 127-135.
11. Ferguson, I. B., and B. K. Drobak. 1988. Calcium and regulation of plant growth and senescence. HortScience, 23: 262-266.
12. Findenegg, G. R. 1987. A comparative study of ammonium toxicity at different constant pH of the nutrient solution. Plant Soil, 103: 239-243.
13. Givan, C. V. 1979. Metabolic detoxification of ammonia in tissues of higher plants. Phytochemistry, 18: 375-382.
14. Gutschick, V. P. 1981. Evolved strategies in nitrogen acquisition by plants. Amer. Naturalist, 118: 607-637.
15. Halevy, A. H., S. Torre, A. Borochov, R. Porat, S. Philosoph-Hadas, S. Meir, and H. Friedman. 2001. Calcium in regulation of postharvest life of flowers. Acta Hort., 543: 345-351.
16. Hartman, P. L., H. A. Mills, and J. B. Jones. 1986. The influence of nitrate-ammonium ratios on growth, fruit development, and element concentration in Floradel tomato plants. J. Am. Soc. Hort. Sci., 111: 487-490.
17. Henry, L. T., and C. D. Raper. 1989. Effects of root-zone acidity on utilization of nitrate and ammonium in tobacco plants. J. Plant Nutr., 12: 811-826.
18. Hoagland, D. R., and D. I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Circular 347, University of California, U.S.A.
19. Hohjo, M., C. Kuwata, K. Yoshikawa, and T. Ito. 1995. Effects of nitrogen form, nutrient concentration and Ca concentration on the growth, yield and fruit quality in NFT-tomato plants. Acta Hort., 396: 145-152.
20. Kirkby, E. A. 1979. Maximizing calcium uptake by plants. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 10: 89-113.
21. Kotsiras, A., C. M. Olympios, J. Drosopoulos, and H. C. Passam. 2002. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. Sci. Hort., 95: 175–183.
22. Lorenzo, H., M. C. Cid, J. M. Siverio, and M. Caballero. 2000. Influence of additional ammonium supply on some nutritional aspects in hydroponic rose plants. J. Agric. Sci., 134: 421-425.
23. Magalhaes, J. R., and G. E. Wilcox. 1983. Tomato growth and nutrient uptake patterns as influenced by nitrogen form and light intensity. J. Plant Nutr., 6: 941-956.
24. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. San Diego: Academic Press, U. S. A.
25. Mengel, K., and E. A. Kirkby. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, U. S. A.
26. Mengel, K., R. Planker, and B. Hoffman. 1994. Relationship between leaf apoplast pH and Fe chlorosis of sunflowers (*Helianthus annuus* L.). J. Plant Nutr., 17: 1053–1064.
27. Michalczuk, B., D. M. Goszczynska, R. M. Rudnicki, and A. H. Halevy. 1989. Calcium promotes longevity and bud opening in cut rose flowers. Isr. J. Bot., 38: 209-215.

Archive of SID

www.SID.ir

28. Mortensen, L. M., C. O. Ottosen, and H. R. Gislerod. 2001. Effects of air humidity and K:Ca ratio on growth, morphology, flowering and keeping quality of pot roses. Sci. Hort., 90: 131-141.
29. Nielsen, B., and K. R. Starkey. 1999. Influence of production factors on postharvest life of potted roses. Postharvest Biol. Technol., 16: 157-167.
30. Nikolic, M., and V. Romheld. 2003. Nitrate does not result in Fe inactivation in the apoplast of sunflower leaves. Plant Physiol., 132: 1303–1314.
31. Norisada, M., and K. Kojima. 2005. Nitrogen form preference of six dipterocarp species. Forest Ecol. Manage., 216: 175–186.
32. Peet, M. M., C. D. Raper, J. L. C. Tolley, and W. P. Robarge. 1985. Tomato responses to ammonium and nitrate nutrition under controlled root zone pH. J. Plant Nutr., 8: 787-798.
33. Pill, W. G., and V. N. Lambeth. 1977. Effects of NH_4 and NO_3 nutrition with and without pH adjustment on tomato growth, ion composition, and water relation. J. Am. Soc. Hort. Sci., 102: 78-81.
34. Raven, J. A. 1988. The iron and molybdenum use efficiencies of plant growth with different carbon and nitrogen sources. New Phytol., 109: 279-287.
35. Reddy, K. S., and R. C. Menart. 1989. Vegetative growth, flowering and leaf nutrient concentration of boronia as affected by nitrogen level and form. Sci. Hort., 40: 335-344.
36. Rothstein, D., and B. M. Cregg. 2005. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (*Abies fraseri*). Forest Ecol. Manage., 219: 69–80.
37. SAS Institute. 2001. SAS User's Guide, version 8.02. SAS Institute Inc, Cary, NC.
38. Savvas, D., V. Karagianni, A. Kotsiras, V. Demopoulos, I. Karkamisi, and P. Pakou. 2003. Interactions between ammonium and pH of the nutrient solution supplied to gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in pumice. Plant Soil, 254: 393–402.
39. Starkey, R. K., and A. R. Pedersen. 1997. Increased levels of calcium in the nutrient solution improve the post-harvest life of potted rose. J. Am. Soc. Hort. Sci., 122: 863-868.
40. Torre, S., A. Borochov, and A. H. Halevy. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. Physiol. Plant., 107: 214-219.
41. Torre, S., T. Fjeld, and H. R. Gislerod. 2001. Effects of air humidity and K/Ca ratio in the nutrient supply on growth and postharvest characteristics of cut roses. Sci. Hort., 90: 291-304.
42. White, J. W. 1987. Fertilization. In: Roses, ed. Langhans, R. W., pp. 87-135. Roses Incorporation, U.S.A.
43. Woodson, W. R., and J. W. Boodley. 1982. Effects of nitrogen form and potassium concentration on growth, flowering and nitrogen utilization of greenhouse roses. J. Am. Soc. Hort. Sci., 107: 275-278.

Archive of SID

www.SID.ir