نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و چهارم، شماره اول، ۱۳۹٦
http://jopp.gau.ac.ir

تعیین محلول‌های غذایی مناسب برای گلدهی آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. Lentini Red) در کشت بدون خاک

سمانه فتح‌اللهی[1]، *معظم حسن‌پور اصیل[2]، هدایت زکی‌زاده[3] و جمالعلی الفتی[3]

[1]دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت،
[2]استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت،
[3]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۲/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱٦

چکیده

سابقه و هدف: آنتوریوم (*Anthurium andreanum*) به‌عنوان یکی از زیباترین و گران‌ترین گل‌های تولید شده در دنیا، با داشتن عملکرد و کیفیت بالا از نظر گلدهی، یکی از بهترین محصولات جهت سرمایه‌گذاری است. طول دوره رشد رویشی و زایشی در گیاه آنتوریوم، به‌شدت تحت‌تأثیر تغذیه قرار می‌گیرد، اما مطالعات کمی برای تعیین نسبت‌های دقیق عناصر صورت گرفته است. بدین‌منظور پژوهش حاضر جهت مقایسه اثر محلول‌های مختلف غذایی بر گلدهی گیاه آنتوریوم گلدانی در شرایط کشت بدون خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش از آبان‌ماه سال ۱۳۹۳ تا تیرماه سال ۱۳۹٤، در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ نوع محلول غذایی به‌عنوان تیمار و ٤ تکرار که هر تکرار شامل ۵ گلدان بود، انجام شد. تفاوت محلول‌ها در میزان نمک نیترات پتاسیم و کلسیم مورد استفاده و وجود یا عدم وجود منبع آمونیومی بود. محلول غذایی اول (حاوی آمونیوم و کلسیم کم) شامل نسبت نیترات: نیتروژن کل، ٤: ٤/۵ و آمونیوم: نیتروژن کل، ۰/۵: ٤/۵، دارای ۲ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و ۲/۹ میلی‌اکی‌والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری بود. محلول غذایی دوم (حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد) شامل نسبت نیترات: نیتروژن کل، ۷/۲: ۷/۲، دارای ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و ٤/٦ میلی‌اکی‌والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری و محلول غذایی سوم (حاوی نیترات و کلسیم زیاد) شامل نسبت نیترات: نیتروژن کل، ۷/۲: ۷/۲، دارای ٤/٦ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و ٤ میلی‌اکی‌والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری بود و محلول غذایی چهارم (حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد) شامل نسبت نیترات: نیتروژن کل، ۷/۲: ۷/۸ و آمونیوم: نیتروژن کل، ۰/٦: ۷/۸، دارای ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و ٤ میلی‌اکی‌والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری بود. محلول‌دهی براساس نیاز آبی گیاه انجام گرفت.

* مسئول مکاتبه: hassanpurm@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین ٤ تیمار مختلف، از نظر ارتفاع گیاه، تعداد برگ و گل، طول و قطر دمگل، طول و عرض اسپات گل، وزن تر و خشک ریشه، غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم، منیزیم و کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از نظر میزان آنتوسیانین اسپات گل در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، اما از نظر میزان ماندگاری گل، وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه، غلظت عناصر فسفر و آهن برگ، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیش‌ترین تعداد برگ در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم و بیش‌ترین تعداد گل در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد بود. ارتفاع گیاه، طول و قطر دمگل، همچنین طول و عرض اسپات گل، میزان وزن تر و خشک ریشه در گیاهان حاصل از محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد، بیش‌تر از گیاهان دیگر بود، میزان رنگیزه آنتوسیانین در اسپات و غلظت نیتروژن موجود در برگ گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد، بیش‌تر از گیاهان دیگر بود. غلظت پتاسیم و منیزیم در برگ گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد، بیش‌تر از گیاهان دیگر بود. همچنین غلظت کلسیم موجود در برگ گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم، کم‌تر از گیاهان تغذیه شده با محلول‌های غذایی دیگر بود.

نتیجه‌گیری: با کاربرد محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد، در مرحله رشد زایشی، ویژگی‌های کمی و کیفی گل در گیاه آنتوریم گلدانی، نسبت به دیگر محلول‌های غذایی بهتر بود.

واژه‌های کلیدی: اسپات، آنتوریوم، رشد زایشی، عناصر معدنی، گلدهی

مقدمه

آنتوریوم (*Anthurium*) از خانواده شیپوری‌سانان (Araceae) به‌عنوان یکی از زیباترین و گران‌ترین گل‌های تولید شده در دنیاست که از نظر اقتصادی در میان گل‌های گرمسیری، مقام دوم را پس از گل ارکیده به خود اختصاص داده است (۲۸). این گل زینتی با داشتن عملکرد و کیفیت بالا از نظر گلدهی، یکی از بهترین محصولات جهت سرمایه‌گذاری است (۱۵). در دوره رشد گیاه آنتوریوم، یک رشد مونوپودیال متناظر با مرحله جوانی وجود دارد که پس از آن مرحله سیمپودیال با تولید یک گل به‌ازای هر برگ رخ می‌دهد. تفاوت دو مرحله در قاعده دمبرگ دیده می‌شود، قاعده برگ گیاه نونهال غلاف دارد اما قاعده برگ گیاه بالغ گوشوارک دارد (۷). گیاه در مرحله مونوپودیال فقط رشد رویشی دارد و طولانی بودن این مرحله منجر به صرف هزینه بیش‌تر برای تولیدکننده خواهد بود. بررسی‌های زیادی توسط پژوهشگران برای کاهش مرحله مونوپودیال با تغییر در عوامل محیطی مانند نور، دما و شرایط تغذیه‌ای گیاه انجام شده است (۷، ۸ و ١٦). طول دوره رشد رویشی و زایشی در گیاه آنتوریوم، به‌شدت تحت‌تأثیر تغذیه قرار می‌گیرد. در صورت کمبود کود نیتروژن و پتاسیم، برگ‌های کم‌تر و کوچک‌تر با وزن خشک کم‌تر تولید می‌شود که نیاز به زمان بیش‌تری برای توسعه و گلدهی دارد. همچنین با افزایش نسبت

آمونیوم به نیترات، مرحله جوانی کوتاه‌تر و اندازه برگ‌ها بزرگ‌تر می‌شود و در پی آن، گلدهی در آنتوریوم سریع‌تر رخ می‌دهد (۸). مقدار و نوع کودهای مصرفی بر رشد، عملکرد و کیفیت گل‌های آنتوریوم تأثیرگذار هستند (۷). تاکنون کودهای مختلف با اشکال متنوع برای ارقام مختلف گل آنتوریوم مورد آزمایش قرار گرفته و منجر به بهبود گلدهی از نظر کیفی و کمی شده‌اند (۲۱). شرایط محیطی، آبیاری، نوع کود مصرفی و روش‌های کاربرد کود بر جذب عناصر غذایی مؤثر هستند (٦). به‌دلیل فرآیند نیتریفیکاسیون، غالباً آمونیوم کم‌تری در خاک‌های خشک، مشاهده می‌شود و عکس این حالت در خاک‌های مرطوب صادق است (۲۰). همچنین جذب آمونیوم توسط گیاه، نسبت به نیترات با مصرف انرژی کم‌تری صورت می‌گیرد (۱۳). در تغذیه بسیاری از گیاهان، چنان‌چه ترکیبی از این دو شکل نیتروژن معدنی (آمونیوم و نیترات) به‌کار رود، نتیجه تغذیه بهتر از کاربرد هر یک از آن‌ها به‌طور جداگانه است. این در حالی است که نسبت‌های بهینه میزان نیترات به آمونیوم تحت‌تأثیر عواملی مثل گونه گیاهی، مرحله نموی، شرایط محیطی و مقدار نیتروژن فراهم شده می‌باشد (۳۰). در آزمایش ونگ (۲۰۰۸) نشان داده شد که با استفاده از نسبت‌های متفاوت نیترات به آمونیوم در محلول غذایی گیاهچه‌های ارکید فالانوپسیس (*Phalaenopsis blume*)، با نسبت ۵۰ درصد یا بیش‌تر نیترات به آمونیوم در بستر بدون خاک، دوره رشد رویشی گیاه کوتاه‌تر شده و طول و عرض پهنک برگ و سطح برگ زیاد شد. در پژوهش کونراپ و بریکس (۲۰۱۰) تغذیه گیاه اختر (*Canna indica*) با آمونیوم یا ترکیب آن با نیترات، نسبت به تغذیه نیترات به تنهایی، نیتروژن بیش‌تری در برگ گیاهان انباشته شد. همچنین غلظت کاتیون‌های معدنی برگ کاهش یافت. بنی‌جمال و بیات (۲۰۱۳) گزارش نمودند که استفاده از آمونیوم همراه با غلظت بیش‌تر کلسیم در محلول غذایی، منجر به افزایش تعداد شاخه گل، طول و قطر دمگل و غلظت نیتروژن و کلسیم برگ رز بریدنی (*Rosa hybrida* L.) می‌شود. پژوهش‌های مختلفی برای بررسی اثر الگوهای متفاوت تغذیه‌ای بر رشد و نمو گل آنتوریوم شاخه بریدنی، انجام شده است، اما در تولید گل آنتوریوم گلدانی در شرایط کشت بدون خاک، الگوهای اندکی مورد بررسی قرار گرفته است و پژوهشگران توصیه کرده‌اند که آزمایش‌هایی با عناصر غذایی متفاوت در نسبت‌های مختلف، برای افزایش عملکرد و کیفیت گل‌های مذکور و کاهش میزان کودهای مصرفی با افزایش کارآیی مصرف، انجام شود (۷ و ۸). بنابراین پژوهش حاضر، با هدف مطالعه اثر ٤ محلول غذایی مختلف از نظر شکل کود نیتروژنی و مقدار کلسیم و پتاسیم، بر گلدهی گیاه آنتوریوم گلدانی در کشت بدون خاک انجام شد تا بهترین نوع تغذیه این گل با ارزش در مرحله رشد زایشی، در بین این ٤ نوع محلول غذایی تعیین شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ١٦ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و سه دقیقه شرقی از آبان‌ماه سال ۱۳۹۳ تا تیرماه سال ۱۳۹٤ انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ نوع محلول غذایی به‌عنوان تیمار و ٤ تکرار که هر تکرار شامل ۵ گلدان بود، انجام شد. طراحی محلول‌های غذایی بر اساس

محلول غذایی کوئیک و بررسی منابع مربوط به تغذیه آنتوریوم (۷ و ۸) انجام شد. تفاوت محلول‌ها در میزان نمک نیترات پتاسیم و کلسیم مورد استفاده و وجود یا عدم وجود منبع آمونیومی بود. محلول غذایی اول (حاوی آمونیوم و کلسیم کم) شامل نسبت نیترات: نیتروژن کل، ٤: ٤/٥ و آمونیوم: نیتروژن کل، ۰/٥: ٤/٥، دارای ۲ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و ۲/۹ میلی‌اکی‌والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری بود. محلول غذایی دوم (حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد) شامل نسبت نیترات: نیتروژن کل، ۷/۲: ۷/۲، دارای ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و ٤/٦ میلی‌اکی‌والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری و محلول غذایی سوم (حاوی نیترات و کلسیم زیاد) شامل نسبت نیترات: نیتروژن کل، ۷/۲: ۷/۲، دارای ٤/٦ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و ٤ میلی‌اکی‌والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری بود و محلول غذایی چهارم (حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد) شامل نسبت نیترات: نیتروژن کل، ۷/۲: ۷/۸ و آمونیوم: نیتروژن کل، ۰/٦: ۷/۸، دارای ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و ٤ میلی‌اکی‌والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری بود. با توجه به این‌که آنتوریوم گیاهی نیترات دوست است و نمی‌توان از محلول غذایی حاوی ۱۰۰ درصد آمونیوم برای تغذیه آن استفاده کرد، اما برای مقایسه اثر نیترات و آمونیوم از محلول حاوی ۱۰۰ درصد نیترات (محلول‌های غذایی دوم و سوم) استفاده شد. تهیه محلول‌های غذایی با استفاده از آب دیونیزه و نمک‌های ساخت شرکت Merck با خلوص ۱۰۰ درصد انجام شد. میزان مجموع نمک‌های نیتروژنی محلول‌های غذایی نیز به‌ترتیب ٤/٥، ۷/۲، ۷/۲ و ۷/۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر محلول آبیاری بود (جدول ۱). در مرحله رشد رویشی تا ابتدای رشد زایشی، همه گیاهان با محلول غذایی توصیه شده برای رشد رویشی آنتوریوم (۱۱) تغذیه شدند و پس از ۵ ماه زمانی که گیاهان وارد مرحله رشد زایشی شدند، پیش از ایجاد گوشوارک در قاعده برگ گیاه (۷)، تعدادی از گلدان‌ها با همان محلول غذایی مرحله رشد رویشی و باقی گیاهان با سه نوع محلول غذایی دیگر تغذیه شدند.

گیاهچه‌های آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. Lentini Red) در اندازه ۸ تا ۱۰سانتی‌متری، دارای سه تا چهار برگ از گلخانه تجاری تهیه و به گلخانه تحقیقاتی منتقل شدند. گیاهچه‌های یکنواخت و عاری از هر گونه بیماری در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱٦ سانتی‌متر کشت شدند. قبل از پر کردن گلدان‌ها، ابتدا گلدان خالی وزن شد و تمامی گلدان‌ها با مقدار برابری از بستر (کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی مساوی) پر شدند. قبل از کاشت گیاهچه‌ها از بستر کشت، نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های آن تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۱- غلظت عناصر غذایی در چهار نوع محلول غذایی.

Table 1. Mineral concentration in four kinds of nutritional solutions.

EC (dS/m)	pH	آمونیوم / نیتروژن کل Ammonium: total nitrogen	نیترات / نیتروژن کل Nitrate: total nitrogen	نیترات پتاسیم Potassium nitrate	نیترات کلسیم Calcium nitrate	فسفات دی‌هیدروژن پتاسیم Potassium dihydrogen phosphate	فسفات هیدروژن دی‌پتاسیم Di potassium hydrogen phosphate	سولفات منیزیم Magnesium Sulfate	کلرید سدیم Sodium chloride	نیترات آمونیوم Ammonium nitrate	نمک Salt (meq/l)
0.76	5.69	0.5 / 4.5	4 / 4.5	1.5	2	2.4	0.9	1.5	0.1	0.5	محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم (Nutritional solution with ammonium and less calcium)
1.19	5.71	0 / 7.2	7.2 / 7.2	3.2	4	2.4	0.9	1.5	0.2	0	محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد (Nutritional solution with nitrate, high potassium and calcium)
1.09	5.74	0 / 7.2	7.2 / 7.2	2.6	4.6	2.4	0.9	1.5	0.2	0	محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد (Nutritional solution with nitrate and high calcium)
1.32	5.72	0.6 / 7.8	7.2 / 7.8	2.6	4	2.4	0.9	1.5	0.2	0.6	محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (Nutritional solution with ammonium and high calcium)

جدول ۲- ویژگی‌های بستر کوکوپیت و پرلیت (۵۰:۵۰) برای کشت آنتوریوم گلدانی.

Table 2. Characteristics of cocopeat and perlite (50:50) media for pot Anthurium.

ویژگی‌ها Characteristics	pH	Ec(dS/m)	CEC (meq/100g)	وزن مخصوص حقیقی Particle density (g/cm^3)	وزن مخصوص ظاهری Bulk density (g/cm^3)
بستر Media	6.25	2.84	26	1.2	0.9

پس از کاشت گیاهچه‌ها و استقرار آن‌ها در بستر، تغذیه گیاهان با محلول‌های غذایی انجام شد. در طول دوره پرورش گیاهان در گلخانه، برای حفظ دما در دامنه ۲۲ تا ۲۵ درجه سلسیوس، از شوفاژ در هوای سرد و اسپلیت در هوای گرم استفاده شد و برای حفظ رطوبت نسبی در دامنه ۷۰ تا ۸۰ درصد از دستگاه تهویه در شرایط رطوبت نسبی بالا و آبپاشی کف سالن در شرایط رطوبت نسبی پائین، استفاده شد. محلول‌دهی براساس نیاز آبی گیاه و به‌صورت دستی انجام گرفت. برای تهیه محلول‌های غذایی، ابتدا محلول‌های پایه تهیه شدند و سپس در زمان مصرف براساس محلول غذایی مورد نیاز، رقیق شدند. میزان عناصر کم مصرف برای همه محلول‌های غذایی شامل مولیبدات آمونیوم ($(NH_4)6MO_7O_{24}/4H_2O$) ۰/۰۵، اسید بوریک (H_3BO_3) ۱/۵، سولفات منگنز ($MnSO_4/4H_2O$) ۲، سولفات مس ($CuSO_4/5H_2O$) ۰/۲۵، سولفات روی ($ZnSO_4/7H_2O$) ۱ (همه عناصر کم‌مصرف ساخت شرکت Merck) و آهن سکوئسترن (حاوی ٦ درصد آهن به شکل کلات‌شده با EDDHA) ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر محلول غذایی مطابق منابع مربوط به تغذیه گیاه آنتوریوم بود (۷ و ۸). پس از استقرار گیاهچه‌ها، محلول‌دهی در هفته اول با یک سوم غلظت، هفته دوم با نصف غلظت به‌منظور عادت‌دهی گیاهان به محلول غذایی انجام شد و از هفته سوم تغذیه با محلول کامل صورت گرفت. برای جلوگیری از تجمع نمک‌ها هفته‌ای یک تا دو بار اقدام به شستشوی بستر با آب معمولی شد (۱). در پایان آزمایش، صفاتی مانند طول بلندترین دمبرگ (ارتفاع گیاه)، طول و قطر دمگل، طول و عرض اسپات گل، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول دمبرگ از محل اتصال پهنک به دمبرگ تا ابتدای دمبرگ، برای اندازه‌گیری طول دمگل از محل اتصال اسپات به دمگل تا ابتدای دمگل و جهت اندازه‌گیری طول اسپات گل از ابتدا تا انتهای آن و برای عرض اسپات گل، عریض‌ترین بخش اسپات مورد سنجش قرار گرفت. تمام صفات اشاره شده توسط خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری قطر دمگل، کولیس دیجیتالی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین تعداد کل برگ و گل‌های رشد یافته تا پایان دوره کشت شمارش و ثبت گردید. برای سنجش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه از ترازو با دقت یک‌صدم گرم استفاده شد. زمان کشت تا ظهور جوانه گل، به‌عنوان زمان گلدهی مدنظر گرفت. برای تعیین میزان ماندگاری گل در گلدان، تعداد روز پس از باز شدن گل تا زمان پژمردگی اسپات گل یعنی زمانی که گل‌ها ارزش ظاهری خود را از دست دادند، در نظر گرفته شد. سنجش میزان آنتوسیانین اسپات مطابق روش گیوستی و رولستد (۲۰۰۱) انجام گردید. تعیین غلظت عناصر برگ در آزمایشگاه خاک، آب و گیاه بابل انجام شد و نمونه‌گیری از همه برگ‌های گیاه صورت گرفت. تعیین غلظت عناصر کلسیم، منیزیم و آهن برگ با

استفاده از دستگاه جذب اتمی انجام شد. همچنین میزان نیتروژن پس از هضم در اسید سولفوریک غلیظ و با روش کجلدال مورد سنجش قرار گرفت و برای تعیین مقدار فسفر و پتاسیم پس از قرار دادن نمونه‌ها داخل کوره با دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۵ ساعت و سپس هضم در اسید نیتریک، فسفر با روش رنگ‌سنجی عناصر وانادیوم و مولیبدن و پتاسیم با استفاده از روش فلیم‌فتومتری سنجیده شد (۹).

برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 و برای مقایسه میانگین از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد کمی و کیفی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که در بین ٤ تیمار مختلف، از نظر ارتفاع گیاه، تعداد برگ و گل، طول و قطر دمگل، طول و عرض اسپات گل، وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین، از نظر میزان آنتوسیانین اسپات گل در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، اما از نظر میزان ماندگاری گل، وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس محلول غذایی بر عملکرد کمی و کیفی گل آنتوریوم گلدانی.

Table 3. Results of analysis of variance for nutritional solution on quality and quantity of flowers yield in potted Anthurium.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Height of plant	تعداد برگ Number of leaves	تعداد گل Number of flowers	طول دمگل Peduncle length	قطر دمگل Pedicle diameter	طول اسپات Length of spath	عرض اسپات Width of spath	میزان آنتوسیانین اسپات Spath's anthocyanin content	وزن تر ریشه Root's fresh weight	وزن خشک ریشه Root's dry weight
		میانگین مربعات (Mean squares)									
محلول‌های غذایی Nutrient solutions	3	41.77**	45.56**	2.72**	11.63**	0.01**	1.24**	1.09**	1075.13*	46.19**	0.55**
وجود یا عدم وجود آمونیوم Presence or absence of ammonium	1	4.73^{ns}	85.56**	5.06**	0.68^{ns}	0.01^{ns}	0.01^{ns}	0.02^{ns}	57.87^{ns}	6.89^{ns}	0.06^{ns}
خطا Error	12	1.94	2.81	0.31	0.72	0.002	0.08	0.11	232.02	2.87	0.05
CV%	-	8.63	10.36	21.8	6.77	8.49	8.31	10.12	13.87	9.55	8.18

**، * و ^{ns} به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

**, * and ^{ns} Respectively significant at 1% and 5% probability levels and not significant.

همچنین تجزیه واریانس مقایسه گروهی تیمارهای محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (محلول‌های غذایی دارای آمونیوم) با تیمارهای محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد (محلول‌های غذایی فاقد آمونیوم) نشان داد که از نظر صفات تعداد برگ و گل در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری بین دو گروه تیماری وجود داشت و از نظر دیگر صفات کمی و کیفی گل آنتوریوم گلدانی بین دو گروه تیماری مورد مقایسه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در واقع در صفات مذکور نوع منبع نیتروژنی تأثیرگذار نبوده و می‌توان نتیجه گرفت که مجموع میزان نیتروژن مصرفی در تغذیه گیاهان مؤثر بوده است. ارتفاع گیاه در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (به‌ترتیب دارای ٤/٦ و ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری و محلول محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد حاوی ۰/٦ میلی‌اکی‌والان آمونیوم در لیتر محلول آبیاری) بیش‌تر از گیاهان دیگر بود (جدول ٤). همچنین نتایج نشان می‌دهد که تعداد برگ در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم (دارای ۰/۵ میلی‌اکی‌والان آمونیوم و ۲ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری) و تعداد گل در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (به‌ترتیب دارای ۰/۵ و ۰/٦ میلی‌اکی‌والان آمونیوم در لیتر محلول آبیاری) بیش‌تر از گیاهان مربوط به تیمارهای دیگر بود. طول و قطر دمگل، همچنین طول و عرض اسپات گل در گیاهان حاصل از محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد بیش‌تر از گیاهان دیگر بود و کم‌ترین میزان از صفات مذکور در گیاهان حاصل از تغذیه با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم ثبت شد. میزان رنگیزه آنتوسیانین در اسپات گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (حاوی ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گیاهان دیگر تیمارها بود. مشاهده شد که میزان وزن تر و خشک ریشه در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد بیش‌تر از گیاهان دیگر بود.

در تغذیه گیاهانی که تنها نیترات به‌عنوان منبع نیتروژن برای تغذیه مورد استفاده قرار گرفت، تعداد برگ و گل گیاهان کم‌تر از گیاهانی بود که با نسبتی از آمونیوم تغذیه شده بودند، این نتایج موافق با یافته‌های سواس و گیاز (۲۰۰۲) است که گزارش کردند استفاده از نیترات به تنهایی در تغذیه گل ژربرا منجر به رشد کم‌تر گیاه و ایجاد گل کم‌تری شده است. در گزارش‌های پیشین، کاربرد توأم آمونیوم و نیترات در تغذیه گیاه به‌ویژه با نسبت‌های مناسب، منجر به افزایش رشد برخی گیاهان گلخانه‌ای شده است (۱). گزارش شده است که با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات، تعداد برگ و میزان ماده خشک بیش‌تری تولید می‌گردد که می‌تواند بر سرعت رشد و تعداد گل در گیاه تأثیرگذار باشد (۸)، در حقیقت با افزودن آمونیوم به محلول غذایی، جذب و تجمع نیتروژن در بافت‌های گیاهی افزایش می‌یابد و بین میزان نیتروژن بافت و وزن خشک، ارتباط مستقیمی وجود دارد (۵). نتایج این پژوهش، همچنین موافق با یافته‌های فیگین و همکاران (۱۹۸٦) است که در رز بریدنی در شرایط تغذیه توأم آمونیوم و نیترات (با نسبت ٤:۱)، تعداد گل بیش‌تری را گزارش کردند. گیاه آمونیوم را با صرف انرژی کم‌تر، نسبت به نیترات جذب می‌کند و مورد استفاده قرار می‌دهد که این ذخیره می‌تواند تا ۱۷ درصد از کل ذخائر کربوهیدرات را شامل شود

(۱۳). گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (به‌ترتیب دارای ٤/٦ و ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری) دارای بیش‌ترین طول و قطر دمگل، همچنین طول و عرض اسپات گل و میزان وزن تر و خشک ریشه بودند که این نتایج موافق با یافته‌های توری و همکاران (۲۰۰۱) مبنی بر اثر مثبت کلسیم بر افزایش قطر گل رز و دیگر ویژگی‌های کیفی آن می‌باشد. در پژوهش حاضر، محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد که دارای بیش‌ترین میزان پتاسیم نسبت به سایر محلول‌ها بود، از نظر صفات کمی و کیفی گلدهی چندان مؤثر نبود، در واقع با افزایش غلظت پتاسیم در محلول‌های غذایی، تأثیر خاصی بر عوامل رشدی گیاه آنتوریوم گلدانی مشاهده نشد، این نتیجه با یافته‌های کیانی و همکاران (۲۰۱۲) همسو است که عنوان کردند که شاخص‌های رشد رویشی گل رز بریدنی، در صورت تغذیه با محلول غذایی دارای غلظت بالاتر پتاسیم تحت‌تأثیر قرار نمی‌گیرند و علت آن را تحرک زیاد پتاسیم در آوند آبکش، همچنین نداشتن نقش مهم ساختمانی عنصر مذکور در بافت‌های گیاهی بیان کردند. همچنین در پژوهش حاضر، غلظت کل نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم، از سایر محلول‌های غذایی کم‌تر بود و کم‌ترین میزان از صفات کمی و کیفی گل آنتوریوم در گیاهان تغذیه شده با آن ثبت شده است، این نتایج موافق با یافته‌های دوفور و گوئرین (۲۰۰۵) است که نشان دادند با استفاده از محلول‌های غذایی با مقدار کم‌تر عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم، اندازه برگ و گل در گیاهان آنتوریوم کوچک‌تر شده و با آهسته‌تر شدن سرعت رشد گیاه، زمان بیش‌تری برای توسعه گیاه لازم است. اما با توجه به وجود آمونیوم در محلول غذایی یک و نقش آن در تسریع رشد و گلدهی، تعداد برگ و گل بیش‌تری در گیاهان تغذیه شده با این محلول‌های غذایی ظاهر شد ولی به دلیل کم‌تر بودن میزان عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در محلول غذایی، کیفیت گل‌ها کم‌تر از گل‌های سایر تیمارها بود.

غلظت عناصر غذایی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) نشان داد، که از نظر غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم، منیزیم و کلسیم برگ در سطح احتمال یک درصد، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت. از طرف دیگر، از نظر غلظت عناصر فسفر و آهن برگ، بین تیمارهای متفاوت، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تجزیه واریانس مقایسه گروهی تیمارهای محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (محلول‌های غذایی دارای آمونیوم) با تیمارهای محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد (محلول‌های غذایی فاقد آمونیوم) نشان داد که از نظر غلظت پتاسیم، منیزیم و کلسیم در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری بین دو گروه تیماری وجود داشت و از نظر غلظت نیتروژن، فسفر و آهن بین دو گروه تیماری مورد مقایسه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد درواقع نوع منبع نیتروژنی بر غلظت سه عنصر أخیر مؤثر نبوده، بنابراین مجموع میزان نیتروژن مصرفی در تغذیه گیاهان مؤثر بوده است. با افزودن آمونیوم به محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد، غلظت پتاسیم، منیزیم و کلسیم موجود در برگ گیاهان آنتوریوم، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌گونه‌ای که در برگ گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم (حاوی نسبت آمونیوم: نیترات ۸:۱) کم‌ترین مقدار از کاتیون‌های مذکور مشاهده شد.

جدول ٤- اثر محلول غذایی بر عملکرد کمی و کیفی گل آنتوریوم گلدانی.

Table 4. The effect of nutritional solution on quality and quantity of flowers yield in potted Anthurium.

تیمار Treatment	ارتفاع گیاه Height of plant (cm)	تعداد برگ Number of leaves	تعداد گل Number of flowers	طول دمگل Peduncle length (cm)	قطر دمگل Pedicle diameter (cm)	طول اسپات Length of spath (cm)	عرض اسپات Width of spath (cm)	میزان آنتوسیانین اسپات Spath's anthocyanin content (µg/g FW)	وزن تر ریشه Root's fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root's dry weight (g)
محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم (Nutritional solution with ammonium and less calcium)	13.17^{c}	21.00^{a}	2.50^{ab}	10.55^{c}	0.47^{b}	2.80^{c}	2.77^{b}	93.30^{b}	15.55^{bc}	2.28^{b}
محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد (Nutritional solution with nitrate, high potassium and calcium)	14.02^{bc}	13.50^{b}	2.00^{b}	11.85^{bc}	0.51^{ab}	3.10^{bc}	3.07^{ab}	125.23^{a}	14.20^{c}	2.66^{ab}
محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد (Nutritional solution with nitrate and high calcium)	17.22^{ab}	14.25^{b}	2.01^{b}	13.75^{ab}	0.54^{ab}	3.65^{ab}	3.72^{a}	98.21^{b}	19.97^{ab}	2.99^{a}
محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (Nutritional solution with ammonium and high calcium)	20.25^{a}	16.00^{b}	3.75^{a}	14.22^{a}	0.62^{a}	4.05^{a}	3.87^{a}	122.53^{a}	21.25^{a}	3.11^{a}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Means with the same letters in each column are not statistically significant at the 5% probability levels.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس محلول غذایی بر غلظت عناصر غذایی برگ آنتوریوم گلدانی.

Table 5. Results of analysis of variance for nutritional solution on mineral concentration of potted Anthurium leaf.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات (Mean squares) نیتروژن Nitrogen	پتاسیم Potassium	منیزیم Magnesium	کلسیم Calcium
محلول‌های غذایی Nutrient solutions	3	3.97**	1.13**	0.05**	0.09**
وجود یا عدم وجود آمونیوم Presence or absence of ammonium	1	0.02^{ns}	3.37**	0.15**	0.27**
خطا Error	12	0.48	0.02	0.005	0.004
CV%		18.25	10.19	14.92	8.87

**، * و ^{ns} به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

**, * and ^{ns} Respectively significant at 1% and 5% probability levels and not significant.

همان‌طور که در جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ٦) مشاهده می‌شود، غلظت نیتروژن موجود در برگ گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گیاهان تغذیه‌شده با محلول‌های غذایی دیگر بود. میزان پتاسیم و منیزیم در برگ گیاهان تغذیه‌شده با دو محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد (فاقد آمونیوم) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از گیاهان دیگر بود. همچنین غلظت کلسیم موجود در برگ گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم، از گیاهان تغذیه‌شده با محلول‌های غذایی دیگر، کم‌تر بود.

جدول ٦- اثر محلول غذایی بر غلظت عناصر غذایی برگ آنتوریوم گلدانی.

Table 6. The effect of nutritional solution on mineral concentration of potted Anthurium leaf.

تیمار Treatment	نیتروژن Nitrogen (%)	پتاسیم Potassium (%)	منیزیم Magnesium (%)	کلسیم Calcium (%)
محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم (Nutritional solution with ammonium and less calcium)	2.91^{b}	1.10^{b}	0.37^{b}	0.54^{b}
محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد (Nutritional solution with nitrate, high potassium and calcium)	4.56^{a}	2.0^{a}	0.60^{a}	0.82^{a}
محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد (Nutritional solution with nitrate and high calcium)	2.96^{b}	2.10^{a}	0.58^{a}	0.88^{a}
محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (Nutritional solution with ammonium and high calcium)	4.76^{a}	1.16^{b}	0.41^{b}	0.73^{a}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Means with the same letters in each column are not statistically significant at the 5% probability levels.

در پژوهش حاضر، افزایش غلظت پتاسیم محلول غذایی (محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد)، منجر به افزایش غلظت نیتروژن در برگ گیاهان شد، این نتیجه مغایر با یافته‌های کیانی و همکاران (۲۰۱۲) است که نشان دادند غلظت بیش‌تر پتاسیم در محلول غذایی گل رز بریدنی، اثری بر غلظت نیتروژن برگ نداشته است. همچنین موافق با یافته‌های ودسان و بودلی (۱۹۸۲) است که گزارش کردند با افزایش غلظت پتاسیم محلول غذایی، غلظت نیتروژن در برگ و ریشه گیاهان رز افزایش یافت و دلیل آن را اثر هم افزایی بین پتاسیم و نیتروژن بیان کردند، بدین‌ترتیب که افزایش تغذیه پتاسیمی منجر به جذب بیش‌تر نیتروژن و تجمع بیش‌تر آن در برگ گیاه می‌شود. افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی منجر به کاهش غلظت پتاسیم برگ شد. این نتیجه مطابق نتایج پژوهش‌های گذشته است (۱۹ و ۲۷). همچنین در پژوهش‌های گوناگون، اثر بازدارنده آمونیوم بر جذب پتاسیم توسط گیاهان مختلف گزارش شده است (۱، ۱۰ و ۲۲). کاربرد آمونیوم به‌عنوان منبع نیتروژن در تغذیه گیاه، منجر به کاهش معنی‌دار غلظت کاتیون‌های معدنی کلسیم و منیزیم موجود در برگ شد، که نتایج حاضر موافق با یافته‌های کونراپ و همکاران (۲۰۰۹) است، این پژوهشگران نشان دادند، غلظت کاتیون‌های مذکور در برگ گیاهان اختر (*Canna indica*) که با آمونیوم تغذیه شده بودند، از گیاهان تغذیه شده با نیترات، کم‌تر بود. همچنین این نتایج موافق با یافته‌های بنی‌جمال و بیات (۲۰۱۳) است که گزارش کردند با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی، جذب کاتیون‌ها توسط برگ رز کاهش یافت و دلیل این کاهش را به اختلال جذب کاتیون‌ها که ناشی از افزایش نسبت آمونیوم به نیترات است، ارتباط دادند. چنان‌چه آمونیوم در محیط ریشه وجود داشته باشد، به‌دلیل آزاد شدن یون H^+ حاصل از فرآیند نیتریفیکاسیون، به‌خصوص اکسیداسیون آمونیوم به نیتریت توسط باکتری نیتروزوموناس، pH محیط ریشه کاهش می‌یابد (٤). با توجه به نیاز فرآیند نیتریفیکاسیون به اکسیژن، با زیاد بودن میزان آمونیوم در محیط ریشه، احتمالاً نیتریفیکاسیون داخلی انجام شود و با کاهش اکسیژن، کاهش در رشد ریشه و در نهایت کاهش در تنفس ریشه‌ای رخ می‌دهد. با این وجود، می‌توان با تأمین کردن بخشی از نیتروژن کل به شکل آمونیوم برای گیاه، باعث تحریک و بهبود رشد و عملکرد گیاه شد (۲٤). یک رویکرد مهم برای ایجاد تعادل در نسبت جذب کاتیون‌ها به آنیون‌ها و در نهایت نگهداری pH محیط ریشه در دامنه مطلوب، اختصاص دادن نیتروژن به شکل‌های آنیونی (NO_3^-) و کاتیونی (NH_4^+) می‌باشد. بنابراین با تأمین بخشی از نیتروژن به شکل آمونیوم که برای گونه‌های مختلف، نسبت‌های بهینه متفاوتی وجود دارد، می‌توان نسبت به تنظیم pH محیط کشت ریشه، به‌ویژه در کشت بدون خاک اقدام نمود (۲ و ۲٤). با کاربرد غلظت بالاتر کلسیم در محلول غذایی حاوی نیترات، پتاسیم و کلسیم زیاد، محلول غذایی حاوی نیترات و کلسیم زیاد و محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد (به‌ترتیب شامل ٤، ٤/٦ و ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری)، غلظت کلسیم برگ گیاهان تغذیه شده با آن‌ها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از برگ گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم کم (دارای ۲ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری) بود و این نتایج موافق با یافته‌های بنی‌جمال و بیات (۲۰۱۳) است که گزارش کردند با افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی رز بریدنی، غلظت این عنصر در برگ گیاهان تغذیه شده با آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. مطابق پژوهش‌های پیشین، افزایش کلسیم محلول غذایی، منجر به افزایش غلظت کلسیم بافتی و در

نهایت بهبود شاخص‌های کمی و کیفی گل‌ها می‌شود (۳) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر مشاهده شد که با کاربرد توأم آمونیوم و نیترات همراه با غلظت ٤ میلی‌اکی‌والان کلسیم در لیتر محلول آبیاری (محلول غذایی حاوی آمونیوم و کلسیم زیاد) در مرحله رشد زایشی، ویژگی‌های رشدی و گلدهی گیاه آنتوریم گلدانی نسبت به دیگر محلول‌های غذایی بهتر می‌باشد و گل‌های بیش‌تری در گیاه تولید می‌شود، البته نیاز است پژوهش‌های بیش‌تری برای یافتن نسبت مناسب عناصر غذایی برای این گیاه ارزشمند انجام گیرد.

منابع

1.Banijamal, S.L. and Bayat, H. 2013. The effect of different amounts of ammonium and calcium nutritional status of nutrient solution on yield and quality of roses (*Rosa hybrida* L.) in hydroponic system. Sci. Tech. Greenhouse Cult. 13: 29-37. (In Persian)

2.Bar-Tal, A., Aloni, B., Karni, L. and Rosenberg, R. 2001. Nitrogen nutrition of greenhouse pepper. II. Effects of nitrogen concentration and NO_3: NH_4 ratio on growth, transpiration and nutrient uptake. Hort. Sci. 36: 1252-1259.

3.Bar-Tal, A., Baas, R., Ganmore-Neumann, R., Dik, A., Marissen, N., Silber, A., Davidov, S., Hazan, A., Kirshner, B. and Elad, Y. 2001. Rose flower production and quality as affected by Ca concentration in the petal. Agro. J. 21: 393-402.

4.Bolan, N.S., Hedley, M.J. and White, R.E. 1991. Plant Soil Interactions at Low pH. In: R.J. Wright., V.C. Baligar and R.P. Murrmann (Ed), Processes of soil acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pastures. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, Pp: 169-179.

5.Chang, J., Liu, D., Cao, H., Chang, S.X., Wang, X., Huang, C. and Ge, Y. 2010. NO_3^-/NH_4^+ ratios affect the growth and N removal ability of *Acorus calamus* and *Iris pseudacorus* in a hydroponic system. Aquatic Bot. 93: 216-220.

6.Dufour, L. and Clairon, M. 1997. Advances in fertilization of anthurium hybrid in Guadeloupe. Acta Hort. 450: 433-437.

7.Dufour, L. and Guerin, V. 2003. Growth, development features and flower production of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical conditions. Sci. Hort. 98: 25-35.

8.Dufour, L. and Guerin, V. 2005. Nutrient solution effects on the development and yield of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical soilless conditions. Sci. Hort. 105: 269-282.

9.Emami, A. 1996. Plant analysis methods. Publication of Soil and Water Research Institute. Technical publication, Pp: 982-985. (In Persian)

10.Fageria, V.D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. J. Plant Nutr. 24: 1269-1290.

11.Fathollahi, S., Hassanpour Asil, M., Zakizadeh, H. and Olfati, J.A. 2016. Growth, flowering, biochemical characters and the amount of mineral elements of potted Anthurium (*Anthurium andreanum* cv. Lentini Red) in soilless culture with different nutritional solutions. Iran. J. Hort. Sci. In Press. (In Persian)

12.Feigin, A., Ginzburg, C., Gilead, S. and Ackerman, A. 1986. Effect of NH_4/NO_3 ratio in the nutrient solution on growth and yield of greenhouse roses. Acta Hort. 189: 127-135.

13.Gerendás, J., Zhu, Z., Bendixen, R., Ratcliffe, R.G. and Sattelmacher, B. 1997. Physiological and biochemical processes related to ammonium toxicity in higher plants. J. Plant Nutr. Soil Sci. 160: 239-251.

14.Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2001. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. In: R.E. Wrolstad (Ed.), Anthocyanins. Characterization and measurement with UVvisible spectroscopy, New York: Wiley, Pp: 11-13.

15. Hassanpour Asil, M., Karimi, M. and Moghaddas, M. 2010. Anthurium. NehzatPuya Publication. (In Persian)
16. Higaki, T., Imamura, J.S. and Paull, R.E. 1992. N, P and K rates and leaf tissue standards for optimum *Anthurium andraeanum* flower production. Hort. Sci. 27: 909-912.
17. Kiani, Sh., Malakuti, M.J. and Mirzashahi, K. 2012. The effect of different levels of potassium and calcium on growth, nutrient concentration and performance rose cut (*Rosa hybrida* L.). Plant Prod. 34: 15-25. (In Persian)
18. Konnerup, D. and Brix, H. 2010. Nitrogen nutrition of *Canna indica*: Effects of ammonium versus nitrate on growth, biomass allocation, photosynthesis, nitrate reductase activity and N uptake rates. Aquatic Bot. 92: 142-148.
19. Konnerup, D., Koottatep, T. and Brix, H. 2009. Treatment of domestic waste water in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with Canna and Heliconia. Ecol. Eng. J. 35: 248-257.
20. Kronzucker, H.J., Siddiqi, M.Y. and Glass, A.D.M. 1997. Conifer root discrimination against soil nitrate and the ecology of forest succession. Nature. 385: 59-61.
21. Li, Y. and Zhang, M. 2002. Effect of urea and nitric acid on water and medium quality and on response of anthurium. Hort. Tech. 12: 131-135.
22. Rothstein, D. and Cregg, B.M. 2005. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (*Abies fraseri*). Forest Eco. Man. 219: 69-80.
23. Savvas, D. and Gizas, G. 2002. Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios. Sci. Hort. 96: 267-280.
24. Sonneveld, C. 2002. Hydroponic Production of vegetables and ornamentals. In: D. Savvas & H.C.Passam (Ed), Composition of nutrient solutions. Embryo Publications, Athens, Greece, Pp: 179-210.
25. Torre, S., Fjeld, T. and Gislerod, H.R. 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.
26. Wang, Y.T. 2008. High NO_3^-N to NH_4^-N ratios promote growth and flowering of a hybrid phalaenopsis grown in two root substrates. Hort. Sci. 43: 350-353.
27. Wang, G., Li, C. and Zhang, F. 2003. Effects of different nitrogen forms and combination with foliar spraying with 6-benzylaminopurine on growth, transpiration, water and potassium uptake and flowin tobacco. Plant Soil. 256: 169-178.
28. Winston, E. and Pathmanathan, U. 2008. Morphophysiological characteristics associated with vase life of cut flowers of anthurium. Hort. Sci. 43: 825-831.
29. Woodson, W.R. and Boodley, J.W. 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.
30. Zou, C.Q., Wang, X.F., Wang, Z.Y. and Zhang, F.S. 2005. Potassium and nitrogen distribution pattern and growth of fluecured tobacco seedlings influenced by nitrogen form and calcium carbonate in hydroponic culture. J. Plant Nutr. 28: 2145-2157.