

## بررسی تأثیر محلول‌های غذایی بر آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. LentiniRed) در کشت بدون خاک

سمانه فتح‌اللهی<sup>۱</sup>، معظم حسن پور اصیل<sup>۲\*</sup>، هدایت زکی زاده<sup>۳</sup> و جمال‌علی الفتی<sup>۳</sup>  
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق دکتری، استاد و استادیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۲)

### چکیده

تأثیر محلول‌های مختلف غذایی بر رشد و گلدهی گیاه زینتی آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. Lentini Red) در کشت بدون خاک از آبان سال ۹۳ تا تیر سال ۹۴، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه گیلان، در قالب طرح کامل تصادفی با چهار نوع محلول غذایی (تیمار) و چهار تکرار (هر تکرار شامل پنج گلدان)، مقایسه شد. محلول‌های غذایی یک (نیترات: نیتروژن کل، ۳/۵: ۳/۵)، و دو (نیترات: نیتروژن کل، ۳: ۳) بدون آمونیوم و محلول‌های غذایی سه (نیترات: نیتروژن کل، ۴: ۴/۵ و آمونیوم به نیتروژن کل، ۰/۵: ۴/۵) و چهار (نیترات: نیتروژن کل، ۳/۵: ۴ و آمونیوم به نیتروژن کل، ۰/۵: ۴)، حاوی آمونیوم بودند. محلول‌های غذایی یک و سه حاوی ۲/۹ و محلول‌های غذایی دو و چهار حاوی ۲/۴ میلی‌اکی والان پتاسیم در لیتر محلول بود. نتایج نشان داد، از نظر شمار برگ، شمار گل، زمان گلدهی، میزان آنتوسیانین‌های برگواره‌های بزرگ و رنگی به نام چمچه (Spathes)، سبزینه (کلروفیل)های a و b، کاروتنوئیدها، غلظت عنصرهای نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آهن برگ اختلاف معنی‌داری وجود داشت و از نظر ارتفاع بوته، طول و عرض چمچه گل، طول، عرض و سطح برگ و غلظت فسفر برگ اختلاف معنی‌دار نبود. بیشترین شمار برگ و گل، مربوط به گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی سه بود. گلدهی در گیاهان تیمارهای سه و چهار به‌طور معنی‌داری سریع‌تر رخ داد. بیشترین میزان آنتوسیانین‌ها در چمچه گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی دو و بیشترین میزان سبزینه‌های a و کاروتنوئیدها، مربوط به تیمارهای یک و سه بود. کاربرد آمونیوم به‌عنوان منبع نیتروژن، منجر به کاهش غلظت کاتیون‌ها و افزایش غلظت آهن برگ شد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، آمونیوم، چمچه، عنصرهای کانی، نیترات.

## Nutrient solutions on potted *Anthurium* (*Anthurium andreanum* cv. LentiniRed) in soilless culture

Samaneh Fathollahi<sup>1</sup>, Moazzam Hassanpour Asil<sup>2\*</sup>, Hedayat Zakizadeh<sup>3</sup> and Jamal-Ali Olfati<sup>3</sup>

1, 2, 3. Former Ph.D. Student, Professor and Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran  
(Received: Dec. 14, 2015 - Accepted: Mar. 12, 2016)

### ABSTRACT

The effect of different nutritional solutions on growth and flowering of potted anthurium (*Anthurium andreanum* cv. LentiniRed) was compared in soilless culture in a completely randomized design with four nutrient solutions (treatments) and four replications (each replication five pots), in a research green house in University of Guilan from November 2014 to July 2015. The first (nitrate/total nitrogen, 3.5/3.5) and second (nitrate/total nitrogen, 3/3) nutritional solutions were without ammonium and the third (nitrate/total nitrogen, 4/4.5 and ammonium/total nitrogen, 0.5/4.5) and fourth (nitrate/total nitrogen, 3.5/4 and ammonium/total nitrogen, 0.5/4) ones included it. The first and third nutritional solutions included 2.9 and the second and fourth ones included 2.4 meqK/l solution. The results showed significant differences among different treatments regarding the number of leaf, flower, flowering time, and the amount of spath's anthocyanins, leaf chlorophylls a, b and carotenoids, the concentrations of nitrogen, potassium, magnesium, calcium and iron in leaf. There were no significant difference for plant height, length and width of spath, length, width and area of the leaves and leaf phosphorus concentration. The most number of the leaves and flowers was found in the third nutrient solution. Flowering in third and fourth treatments were faster than others. The most concentration of spath's anthocyanin was seen in plants related to the second treatment and the most chlorophyll a and carotenoid concentrations were observed in the first and third treatments. Ammonium as a nitrogen source led to a significant decrease in the cations's concentration and an increase in iron concentration in leaf.

**Keywords:** Ammonium, anthocyanin, mineral elements, nitrate, spath.

\* Corresponding author E-mail: hassanpurm@yahoo.com

### مقدمه

آنتوریوم گیاهی گلدار، از جنس *Anthurium* و خانواده شیپوری (Araceae) بوده که بومی مناطق گرمسیر آمریکای مرکزی و جنوبی است (Hassanpour Asil *et al.*, 2010). این گیاه با داشتن برگواره (براکته)های بزرگ و رنگی به نام چمچه (Spathe)، با دمگل طولی، ماندگاری زیاد و طولانی بودن دوران گلدهی جایگاه ویژه‌ای در بین گیاهان گلدار پیدا کرده و از نظر اقتصادی در میان گل‌های گرمسیری، مقام دوم را پس از گل ارکیده به خود اختصاص داده است (Winston & Pathmanthan, 2008). کمیت و کیفیت کودهای مصرفی از عامل‌های کلیدی مؤثر بر رشد، عملکرد و کیفیت گل‌های آنتوریوم هستند (Dufour & Guerin, 2003). انواع کودهای مایع، دانه‌ای (گرانوله)، آلی، کانی و کند رهاشونده بر رقم‌های مختلف آنتوریوم آزمایش شده‌اند و نتایج رضایت‌بخشی از نظر کیفیت و کمیت گلدهی داشته‌اند و باعث بهبود گلدهی شده‌اند (Li & Zhang, 2002). جذب عنصرهای غذایی تحت تأثیر عامل‌های مختلفی مانند شرایط محیطی، آبیاری، نوع کود مصرفی و روش‌های کاربرد کود قرار می‌گیرد (Dufour & Clairon, 1997). در خاک‌های خشک، به دلیل فرآیند نیتراته شدن (نیتریفیکاسیون)، آمونیوم کمتر یافت می‌شود که عکس این پدیده در خاک‌های مرطوب صادق است (Kronzucker *et al.*, 1997). از سوی دیگر گیاه با مصرف انرژی کمتری نسبت به نیترات، آمونیوم جذب می‌کند (Gerendas *et al.*, 1997). برای اغلب گیاهان، تغذیه با مخلوطی از این دو شکل نیتروژن کانی بهتر از کاربرد جداگانه آن‌هاست، اما نسبت‌های بهینه میزان نیترات به آمونیوم بستگی به گونه گیاهی، شرایط محیطی، مرحله نمو و میزان نیتروژن فراهم شده دارد (Zou *et al.*, 2005). طول دوره رشد رویشی در گیاه آنتوریوم، به شدت تحت تأثیر کوددهی قرار می‌گیرد. با تأمین میزان کم 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، زمان جوانی کوتاه‌تر و اندازه برگ‌ها بزرگ‌تر می‌شود و در پی آن گلدهی در آنتوریوم

سریع‌تر رخ می‌دهد. امروزه بررسی‌های کمی برای تعیین نسبت‌های دقیق عنصرها صورت گرفته است (Dufour & Guerin, 2005). در گزارش Chang *et al.* (2010) با استفاده از دو نوع کود شیمیایی آزادشونده به صورت کنترل‌شده (CRF)<sup>۱</sup> و محلول غذایی شیمیایی (CNS)<sup>۲</sup> ضمن مقایسه با دو کود آلی (ارگانیک) در تولید گل آنتوریوم (*Anthurium andreanum*) نشان داده شد که بیشترین شمار برگ، سطح برگ و وزن خشک کل بوته مربوط به تغذیه با محلول غذایی شیمیایی بود. همچنین از نظر میزان عنصرهای مختلف انباشته‌شده در بخش‌های متفاوت گیاهی، بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. Wang (2008) در آزمایشی با کاربرد نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در محلول‌های غذایی گیاهچه‌های ارکیده فالانوپسیس (*Phalaenopsis blume*)، در بستر بدون خاک نشان داد که چنانچه نسبت نیترات به آمونیوم ۵۰ درصد یا بیشتر باشد، دوره رشد رویشی این گیاه کوتاه‌تر می‌شود و همچنین طول و عرض پهنک‌برگ و سطح برگ افزایش می‌یابد. در تحقیقی Konnerup *et al.* (2009) با کاربرد منابع مختلف نیتروژن کانی در تغذیه گیاه اختر (*Canna indica*) نشان دادند، تغذیه گیاهان با آمونیوم یا ترکیب آن با نیترات، منجر به تولید بیشتر سبزینه (کلروفیل)های برگ و انباشته شدن میزان‌های بیشتر نیتروژن، همچنین کاهش میزان کاتیون‌های کانی موجود در برگ نسبت به تغذیه با نیترات به‌تنهایی شد. برای بررسی تأثیر الگوهای مختلف تغذیه‌ای بر رشد و گلدهی آنتوریوم شاخه بریدنی، بررسی‌هایی انجام شده است، اما الگوهای اندکی در مورد تولید گل آنتوریوم گلدانی در شرایط کشت بدون خاک، آزمایش شده است و محققان توصیه کرده‌اند که عنصرهای غذایی مختلف با نسبت‌های متفاوت برای افزایش عملکرد و کیفیت گیاه یادشده و کاهش میزان کودهای مصرفی با افزایش کارایی مصرف، آزمایش شود (Dufour & Guerin, 2003; Dufour & Guerin, 2005). بنابراین این

1. Controlled release fertilizer  
2. Chemical nutrient solution

نیتروژن کل، ۳/۵: ۴ و آمونیوم به نیتروژن کل، ۵/۰: ۴، حاوی آمونیوم بودند. همچنین محلول‌های غذایی یک و سه حاوی ۲/۹ و محلول‌های غذایی دو و چهار حاوی ۲/۴ میلی‌اکی والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری بود. آنتوریوم گیاهی نیترات دوست است و نمی‌توان از محلول غذایی حاوی ۱۰۰ درصد آمونیوم برای تغذیه آن استفاده کرد، اما برای مقایسه تأثیر نیترات و آمونیوم از محلول حاوی ۱۰۰ درصد نیترات (محلول‌های غذایی یک و دو) 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 به ترتیب ۳/۵، ۳، ۴/۵ و ۴ میلی‌اکیوالان در لیتر محلول آبیاری بود (جدول ۱).

گیاهچه‌های آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. *LentiniRed*) در اندازه ۸ تا ۱۰ سانتی‌متری، دارای سه تا چهار برگ از گلخانه تجاری تهیه و به گلخانه تحقیقاتی منتقل شدند. گیاهچه‌های یکنواخت و بدون هرگونه بیماری، در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۶ سانتی‌متر کاشته شدند. پیش از پر کردن گلدان‌ها، در آغاز گلدان خالی وزن شد و همه گلدان‌ها با میزان برابری از بستر (کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی مساوی) پر شدند. پیش از کاشت گیاهچه‌ها از بستر کشت، نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های آن تعیین شد (جدول ۲).

تحقیق، باهدف بررسی تأثیر چهار محلول مختلف غذایی بر رشد و گلدهی گیاه آنتوریوم گلدانی در کشت بدون خاک انجام شد تا بهترین شرایط تغذیه این گل بارزش از نظر میزان و نوع منبع نیتروژنی در بین این چهار 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 ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و سه دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ) از آبان ماه سال ۱۳۹۳ تا تیرماه سال ۱۳۹۴ انجام شد. آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با چهار نوع محلول غذایی به‌عنوان تیمار، و چهار تکرار که هر تکرار شامل پنج گلدان بود، انجام شد. طراحی محلول‌های غذایی بر پایه محلول غذایی کوئیک و بررسی منابع مربوط به تغذیه آنتوریوم (Dufour & Guerin, 2003; Dufour & Guerin, 2005) انجام شد. تفاوت محلول‌ها در میزان نمک نیترات پتاسیم مورد استفاده و وجود یا نبود منبع آمونیومی بود به طوری که محلول‌های غذایی یک (نیترات: نیتروژن کل، ۳/۵: ۳/۵)، و دو (نیترات: نیتروژن کل، ۳: ۳) بدون منبع آمونیومی و محلول‌های غذایی سه (نیترات: نیتروژن کل، ۴: ۴/۵) و آمونیوم به نیتروژن کل، ۵/۰: ۴/۵) و چهار (نیترات:

جدول ۱. غلظت عنصرهای غذایی در چهار نوع محلول غذایی

Table 1. Mineral concentrations in four kinds of nutritional solutions

Salt (meq/l)	Ammonium nitrate	Sodium chloride	Magnesium Sulfate	Di potassium hydrogen phosphate	Potassium dihydrogen phosphate	Calciumnitrate	Potassiumnitrate	Nitrate: total nitrogen	Ammonium: total nitrogen	pH	EC (dS/m)
Nutritional solution 1	0	0.1	1.5	0.9	2.4	2	1.5	3.5/3.5	0/3.5	5.80	.72
Nutritional solution 2	0	0.1	1.5	0.9	2.4	2	1	3/3	0/3	5.73	.82
Nutritional solution 3	0.5	0.1	1.5	0.9	2.4	2	1.5	4/4.5	0.5/4.5	5.69	.76
Nutritional solution 4	0.5	0.1	1.5	0.9	2.4	2	1	3.5/4	0.5/4	5.81	.82

جدول ۲. ویژگی‌های بستر کوکوپیت و پرلیت (۵۰:۵۰) برای کشت آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. *Lentini Red*)

Table 2. Characteristics of cocopeat and perlite (50:50) media for pot Anthurium (*Anthurium andreanum* cv. *Lentini Red*)

Characteristics	pH	EC (dS/m)	CEC (meq/100g)	Particle density (g/cm <sup>3</sup> )	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )
Media	6.25	2.84	26	1.2	0.9

عرض پهنک  $\times$  طول پهنک  $\times 0.92 =$  سطح برگ  
 زمان کشت تا ظهور جوانه گل، به‌عنوان زمان گلدهی  
 در نظر گرفته شد. استخراج سبزینه‌های a و b و  
 کاروتنوئیدهای برگ، با متانول اسیدی و سنجش آن‌ها با  
 استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری یا اسپکتروفتومتر  
 Lichtenthaler (JENWAY 6105 U.V/V) به روش  
 (1987) انجام شد. میزان آنتوسیانین چمچه به روش  
 Giusti & Wrolstad (2001) سنجیده شد.

#### تعیین عنصرهای برگ

تعیین غلظت عنصرهای برگ، در آزمایشگاه خاک، آب  
 و گیاه بابل انجام شد. تعیین غلظت‌های کلسیم،  
 منیزیم و آهن‌برگ، با استفاده از دستگاه جذب اتمی  
 انجام شد. همچنین میزان نیتروژن پس از هضم در  
 سولفوریک اسید غلیظ و با روش کجلدال سنجیده شد  
 و برای تعیین میزان فسفر و پتاسیم پس از قرار دادن  
 نمونه‌ها در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس کوره به مدت  
 ۵ ساعت و پس از آن هضم در نیتریک اسید، فسفر با  
 روش رنگ سنجی عنصرهای وانادیوم و مولیبدن و  
 پتاسیم با استفاده از روش شعله‌سنج نوری (فلیم  
 فتومتری) سنجیده شد (Emami, 1996).

تجزیه واریانس داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS  
 نسخه 9.1 و مقایسه میانگین با روش توکی و در سطح  
 احتمال ۵ درصد انجام شد. برای عادی‌سازی داده‌های  
 صفت‌های شمار گل، میزان سبزینه b و فسفر برگ از  
 روش تبدیل داده ریشه دوم استفاده شد.

#### نتایج و بحث

در این تحقیق نتایج و بحث در سه گروه دسته‌بندی  
 شده است.

تأثیر محلول‌های مختلف غذایی بر ویژگی‌های رشد و  
 گلدهی آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum*  
 cv. LentiniRed)

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳)  
 نشان داد که در بین چهار تیمار مختلف، از نظر شمار  
 برگ و زمان گلدهی در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر  
 شمار گل در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری

پس از کاشت گیاهچه‌ها و استقرار آن‌ها در بستر،  
 تغذیه گیاهان با محلول‌های غذایی مختلف 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 کولر 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 آبیاری کف سالن در شرایط  
 رطوبت نسبی پائین، استفاده شد. محلول‌دهی بر پایه نیاز  
 آبی گیاه و به‌صورت دستی انجام گرفت. برای تهیه  
 محلول‌های غذایی، در آغاز محلول‌های پایه تهیه شدند و  
 سپس در زمان مصرف بر پایه محلول غذایی مورد نیاز،  
 رقیق شدند. میزان عنصرهای کم‌مصرف برای همه  
 محلول‌های غذایی شامل مولیبدات آمونیوم  
 $(\text{H}_3\text{BO}_3)$ ، بوریکاسید  $(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24}/4\text{H}_2\text{O}$ ، ۰/۰۵،  
 سولفات منگنز  $(\text{MnSO}_4/4\text{H}_2\text{O})$ ، ۲، سولفات مس  
 $(\text{CuSO}_4/5\text{H}_2\text{O})$ ، ۰/۲۵، سولفات روی  
 $(\text{ZnSO}_4/7\text{H}_2\text{O})$ ، ۱ (همه عنصرهای ریزمغذی ساخت شرکت Merck)  
 و آهن سکوتستر (EDDHA) حاوی ۶ درصد آهن به  
 صورت کلات‌شده) ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر محلول غذایی بنا  
 بر منابع مربوط به تغذیه گیاه آنتوریوم بود (Dufour &  
 Guerin, 2003; Dufour & Guerin, 2005). پس از  
 مستقر شدن گیاهچه‌ها، محلول‌دهی در هفته اول با  
 یک‌سوم 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. در پایان آزمایش، صفات طول  
 بلندترین دمبرگ (ارتفاع بوته)، طول و عرض پهنک‌برگ،  
 سطح برگ، طول و عرض چمچه گل، اندازه‌گیری شد.  
 برای اندازه‌گیری طول دمبرگ از محل اتصال پهنک به  
 دمبرگ تا ابتدای دمبرگ، برای اندازه‌گیری طول پهنک  
 از نوک پهنک تا محل اتصال پهنک به دمبرگ و برای  
 اندازه‌گیری عرض پهنک از عریض‌ترین بخش پهنک  
 استفاده شد. همه صفات اشاره‌شده توسط خط‌کش و بر  
 حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین شمار کل  
 برگ و گل‌های رشدیافته تا پایان دوره کشت شمارش و  
 ثبت شد. سطح برگ با رابطه زیر برآورد شد (Dufour &  
 Guerin, 2003):

بود. نوع و میزان نمک‌های نیتروژنی منجر به نتایج متفاوتی از نظر ویژگی‌های رشد آنتوریوم گلدانی شد. با کاربرد نسبت ۱:۸ آمونیوم به نیترات (تیمار سه)، شمار برگ و گل بیشتری در بوته تولید شد (جدول ۴).

در نمونه‌هایی که تنها نیترات به‌عنوان منبع نیتروژن برای تغذیه استفاده شد، رشد و عملکرد گیاهان ضعیف‌تر از نمونه‌هایی بود که با نسبتی از آمونیوم تغذیه‌شده بودند، این نتایج همخوان با یافته‌های Savvas & Gizas (2002) است که نشان دادند هنگامی که تنها از نیترات برای تغذیه گل ژربرا استفاده شد، میزان رشد گیاه کمتر بود و شمار گل کمتری تولید شد. همچنین کاربرد توأم آمونیوم و نیترات در تغذیه گیاه به‌ویژه با نسبت‌های مناسب، منجر به افزایش رشد برخی گیاهان گلخانه‌ای شده است (Banijamal & Bayat, 2013). تحقیقات گذشته نشان داد که با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات، شمار برگ و میزان ماده خشک بیشتری تولید شد (Dufour & Guerin, 2005) که بر سرعت رشد و شمار گل در گیاه می‌تواند مؤثر باشد، در واقعاً کاربرد آمونیوم در محلول غذایی، جذب و تجمع بیشتر نیتروژن در بافت‌های گیاهی رخ می‌دهد، رابطه مستقیمی بین میزان نیتروژن بافت و وزن خشک وجود دارد (Chang et al., 2010). نتایج این پژوهش همخوان با یافته‌های Feigin et al. (1986) است که نشان دادند با کاربرد توأم آمونیوم و نیترات (با نسبت ۱:۴) شمار گل بیشتری در گیاه رز تولید شد. همچنین نتایج همخوان با یافته‌های Wang (2008) است که نشان داد با تغذیه توأم آمونیوم و نیترات، دوره رشد رویشی گیاه فالانوپسیس کوتاه‌تر می‌شود. محققان پیشین نشان داده‌اند که با استفاده از نسبت مناسبی از آمونیوم به نیترات محلول غذایی در تغذیه گیاه آنتوریوم، گیاه سریع‌تر به مرحله زایشی وارد شد (Dufour & Guerin, 2005). در این تحقیق نیز، در گیاهانی که با دو محلول غذایی دارای آمونیوم (تیمار سه و چهار) تغذیه شدند، گلدهی سریع‌تر مشاهده شد. تأثیر مثبت ناشی از کاربرد آمونیوم با نسبت مناسب، می‌تواند ناشی از صرف انرژی کمتر توسط گیاه برای جذب و استفاده از آن در مقایسه با نیترات باشد که این ذخیره می‌تواند تا ۱۷ درصد از کل ذخایر کربوهیدرات را شامل شود (Gerendas et

وجود داشت ولی از نظر ارتفاع بوته، طول، عرض و سطح پهنک‌برگ و طول و عرض چمچه گل، بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تجزیه واریانس مقایسه گروهی تیمارهای یک و دو (محلول‌های غذایی بدون آمونیوم) با تیمارهای سه و چهار (محلول‌های غذایی دارای آمونیوم) نشان داد، از نظر شمار برگ و گل بین دو گروه تیماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت و شمار برگ و گل در گیاهان تغذیه‌شده با محلول‌های غذایی دارای آمونیوم بیشتر از گیاهان تغذیه‌شده با محلول‌های غذایی بدون آمونیوم بود. همچنین از نظر زمان گلدهی، بین دو گروه تیماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف‌های معنی‌داری مشاهده شد و زمان گلدهی در گروه دوم تیماری (دارای آمونیوم) ۱۷/۲۵ روز زودتر از گروه اول تیماری (بدون آمونیوم) رخ داد. از نظر صفات طول، عرض و سطح پهنک‌برگ، طول و عرض چمچه گل بین دو گروه تیماری مورد مقایسه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در واقع در صفات یادشده نوع منبع نیتروژنی تأثیرگذار نبوده و می‌توان گفت مجموع میزان نیتروژن مصرفی در تغذیه گیاهان مؤثر بوده است. همچنین تجزیه واریانس مقایسه گروهی تیمارهای یک و سه (محلول‌های غذایی دارای ۲/۹ میلی‌اکی والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری) با تیمارهای دو و چهار (محلول‌های غذایی دارای ۲/۴ میلی‌اکی والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری) نشان داد که از نظر صفات ریخت‌شناختی (مرفولوژیک) بین دو گروه تیماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و سطوح مختلف پتاسیم محلول‌های غذایی بر ویژگی‌های رشد رویشی، مؤثر نبود.

تغذیه با محلول غذایی سه (حاوی نسبت آمونیوم به نیترات ۱:۸)، منجر به تولید بیشترین شمار برگ در گیاه آنتوریوم گلدانی (۲۱ برگ در گیاه) شد (جدول ۴). همچنین گلدهی در گیاهان تغذیه‌شده با دو محلول سه و چهار (حاوی آمونیوم) به‌طور معنی‌داری سریع‌تر از دو محلول دیگر رخ داد و محلول غذایی یک و دو بدون آمونیوم بودند و تنها نیترات به‌عنوان منبع نیتروژن بود. همین‌طور نتایج نشان داد که شمار گل در گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی سه بیشتر از دیگر تیمارها

تأثیر محلول‌های مختلف غذایی بر ویژگی‌های  
بیوشیمیایی آنتوریوم گلدانی (*Anthurium  
andreaenum cv. LentiniRed*)

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد، در میان چهار تیمار مختلف غذایی، از نظر میزان آنتوسیانین‌های چمچه گل‌ها، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت، همین‌طور از نظر میزان سبزینه‌های a و کاروتنوئیدهای عصاره برگ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر میزان سبزینه‌های b در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف‌های معنی‌داری مشاهده شد.

(*al.*, 1997). با افزایش غلظت پتاسیم در محلول‌های غذایی، تأثیر خاصی بر عامل‌های رشد رویشی گیاه آنتوریوم گلدانی مشاهده نشد، این نتیجه همخوان با یافته‌های Kiani *et al.* (2012) است که نشان دادند، با کاربرد سطوح بالاتر پتاسیم در محلول غذایی گل رز بریده (*Rosa hybrida L.*)، شاخص‌های رشد رویشی گیاه تحت تأثیر قرار نگرفته است و دلیل آن را تحرک بالای پتاسیم در آوند‌های آبکش و نداشتن نقش مهم ساختمانی عنصر یادشده در بافت‌های گیاهی بیان کردند.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس محلول‌های مختلف غذایی بر ویژگی‌های رشدی و گلدهی آنتوریوم گلدانی

(*Anthurium andreaenum cv. Lentini Red*)

Table 3. Results of analysis of variance for different nutritional solutions on growth and flowering characteristics in potted *Anthurium andreaenum cv. Lentini Red*

Source of variation	df	Mean Squares								
		Height of plant	Number of leaves	Number of flowers	Flowering time	Length of leaf	Width of leaf	Leaf area	Length of spathe	Width of spathe
Nutrient solutions	3	0.28 <sup>ns</sup>	46.16 <sup>**</sup>	0.20 <sup>*</sup>	267.72 <sup>**</sup>	0.704 <sup>ns</sup>	0.360 <sup>ns</sup>	24.113 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>
Nutrient solutions containing ammonium and without ammonium	1	0.18 <sup>ns</sup>	110.25 <sup>**</sup>	4.00 <sup>**</sup>	1190.25 <sup>*</sup>	3.08 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	4.75 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	1.08 <sup>ns</sup>
Group comparison of solutions containing 2.9 vs 2.4 (meq K/L)	1	0.07 <sup>ns</sup>	16.00 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	196.00 <sup>ns</sup>	24.10 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	56.49 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>
Error	12	0.68	7.45	0.29	5.02	0.523	0.165	13.162	0.05	0.069
CV%		6.46	16.55	14.83	1.21	12.72	12.62	21.38	8.40	9.56

\*, \*\*, ns: به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و بدون معنی‌داری است.

\*, \*\*, ns: Significant at 5 and 1% probability levels and not significant, respectively.

جدول ۴. تأثیر محلول‌های مختلف غذایی بر ویژگی‌های رشدی و گلدهی آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreaenum cv. Lentini Red*)

Table 4. The effect of different nutritional solutions on growth and flowering characteristics in potted *Anthurium andreaenum cv. Lentini Red*

Treatment	Height of plant (cm)	Number of leaves	Number of flowers	Flowering time (cm)	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> /plant)	Length of spathe (cm)	Width of spathe (cm)
Nutritional solution 1	12.57 <sup>a</sup>	14.00 <sup>b</sup>	1.50 <sup>ab</sup>	188.75 <sup>a</sup>	6.02 <sup>a</sup>	3.42 <sup>a</sup>	19.12 <sup>a</sup>	2.72 <sup>a</sup>	2.77 <sup>a</sup>
Nutritional solution 2	12.82 <sup>a</sup>	13.75 <sup>b</sup>	1.25 <sup>b</sup>	192.25 <sup>a</sup>	6.35 <sup>a</sup>	2.77 <sup>a</sup>	13.70 <sup>a</sup>	2.65 <sup>a</sup>	2.72 <sup>a</sup>
Nutritional solution 3	13.17 <sup>a</sup>	21.00 <sup>a</sup>	2.50 <sup>a</sup>	174.75 <sup>b</sup>	6.07 <sup>a</sup>	3.30 <sup>a</sup>	18.55 <sup>a</sup>	2.80 <sup>a</sup>	2.77 <sup>a</sup>
Nutritional solution 4	12.65 <sup>a</sup>	17.25 <sup>ab</sup>	2.25 <sup>ab</sup>	179.00 <sup>b</sup>	5.30 <sup>a</sup>	3.37 <sup>a</sup>	16.46 <sup>a</sup>	2.80 <sup>a</sup>	2.72 <sup>a</sup>

در هر ستون حرف‌های همسان نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

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

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس محلول‌های مختلف غذایی بر ویژگی‌های بیوشیمیایی آنتوریوم گلدانی

(*Anthurium andreaenum cv. Lentini Red*)

Table 5. Results of analysis of variance for different nutritional solutions on biochemical characteristics in potted *Anthurium andreaenum cv. Lentini Red*

Source of variation	df	Mean Squares			
		Spath's anthocyanins concentration	Leaf's chlorophylls a concentration	Leaf's chlorophylls b concentration	Leaf's carotenoids concentration
Nutrient solutions	3	4186.46 <sup>**</sup>	372.35 <sup>*</sup>	0.93 <sup>*</sup>	34.57 <sup>**</sup>
Nutrient solutions containing ammonium vs without ammonium	1	2659.00 <sup>*</sup>	5.85 <sup>ns</sup>	66.34 <sup>**</sup>	7.91 <sup>ns</sup>
Nutrient solutions containing 2.9 vs 2.4 (meq K/L)	1	9170.83 <sup>ns</sup>	953.60 <sup>**</sup>	73.23 <sup>*</sup>	7.12 <sup>**</sup>
Error	12	432.11	4.66	8.19	2.87
CV%		16.84	10.02	10.56	14.22

\*, \*\*, ns: به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و بدون معنی‌داری است.

\*, \*\*, ns: significant at 1% and 5% probability levels and non-significant, respectively.

تیمارهای یک و سه، مشاهده شد. گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی سه (حاوی نسبت آمونیوم به نترات ۸:۱) بیشترین میزان سبزینه‌های b را داشتند که با دو تیمار یک و چهار همسان بودند اما با تیمار دو اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین گیاهان تغذیه شده با محلول‌های غذایی یک و سه، بیشترین میزان کاروتنوئیدها در عصاره برگ‌گی را داشتند. گزارش‌هایی مبنی بر انجام میزان متناسب نورساخت (فتوسنتز) در حضور آمونیوم وجود دارد (Blackwell et al., 1988). در تحقیق Konnerup et al. (2009) با استفاده از کاربرد توأم آمونیوم و نترات، میزان سبزینه‌های a و کاروتنوئیدهای عصاره برگ‌گی گیاه اختر بیشتر از کاربرد نترات به‌عنوان تنها منبع غذایی نیتروژن بود و از نظر میزان سبزینه‌های b بین تیمارها اختلاف معنی‌داری گزارش نشد. شکل‌های مختلف تغذیه نیتروژنی از جمله نترات و آمونیوم و نسبت ترکیب آن‌ها به‌ویژه در بستر کشت بدون خاک، بر pH محیط ریشه تأثیرگذار هستند و درنهایت می‌توانند بر میزان جذب عنصرهای مختلف توسط گیاه مؤثر باشند و از این‌رو می‌توانند نقش مهمی برای تعیین ویژگی‌های بیوشیمیایی گل و برگ گیاهان ایفا کنند (Savvas et al., 2003). همچنین در این پژوهش، افزایش غلظت پتاسیم محلول‌های غذایی (تیمارهای یک و سه)، منجر به افزایش میزان سبزینه‌ها و کاروتنوئیدهای برگ شد که این نتیجه همخوان با یافته‌های Veberic et al. (2005) است که نشان دادند با افزایش غلظت پتاسیم ساخت سبزینه و سطح نورساخت افزایش می‌یابد و دلیل آن را تأثیر پتاسیم در فراهم شدن شرایط ساخت بیشتر سبزینه بیان کردند، درواقع پتاسیم با تأثیری که بر جذب عنصرهای لازم برای ساخت سبزینه (آهن و منیزیم) دارد، می‌تواند منجر به افزایش محتوای سبزینه برگ شود و با افزایش میزان نورساخت، منجر به تولید ماده خشک و عملکرد بیشتر شود.

**تأثیر محلول‌های مختلف غذایی بر غلظت عنصرهای غذایی در برگ آنتوریوم گلدانی ( *Anthurium andreanum* cv. LentiniRed )**

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۷)

همچنین تجزیه واریانس مقایسه گروهی تیمارها نشان داد، از نظر میزان آنتوسیانین‌های چمچه گل، بین دو گروه تیماری بدون آمونیوم (محلول‌های غذایی یک و دو) و دارای آمونیوم (محلول‌های غذایی سه و چهار) اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. میزان آنتوسیانین‌های چمچه در گیاهان گروه اول بیشتر از میزان آنتوسیانین‌های چمچه در گیاهان گروه دوم تیماری بود، درواقع در این مقایسه مشاهده شد که کاربرد نترات به‌تنهایی و بدون آمونیوم منجر به ساخت (سنتز) بیشتر آنتوسیانین‌های در چمچه گیاهان شده است. همچنین تجزیه واریانس گروهی نشان داد، گروه دوم تیمارها نسبت به گروه اول در سطح احتمال ۱ درصد، میزان سبزینه‌های b برگ بیشتری داشتند، وجود آمونیوم باعث ساخت سبزینه‌های b بیشتری شد. از تجزیه واریانس گروهی تیمارها مشاهده شد که از نظر میزان سبزینه‌های a و میزان کاروتنوئیدهای عصاره برگ‌گی، بین دو گروه تیماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، درواقع شکل نیتروژن مصرفی در محلول غذایی تأثیری بر صفات یادشده نداشت. میزان آنتوسیانین‌ها در چمچه گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی دو بیشتر از باقی تیمارها بود که با تیمار چهار اختلاف معنی‌داری نداشت اما با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۶). همچنین تجزیه واریانس مقایسه گروهی تیمارهای یک و سه (محلول‌های غذایی دارای ۲/۹ میلی‌اکی والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری) با تیمارهای دو و چهار (محلول‌های غذایی دارای ۲/۴ میلی‌اکی والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری)، از نظر میزان سبزینه‌های a و کاروتنوئیدهای عصاره برگ، در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر میزان سبزینه‌های b، در سطح احتمال ۵ درصد، بین دو گروه تیماری اختلاف معنی‌داری نشان داد و از نظر میزان آنتوسیانین چمچه گل بین دو گروه تیماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت بیشتر پتاسیم در محلول غذایی (گروه اول تیماری، دارای ۰/۵ میلی‌اکی والان پتاسیم بیشتر نسبت به گروه اول) منجر به ساخت بیشتر سبزینه و کاروتنوئیدهای برگ گیاهان آنتوریوم گلدانی شد. بیشترین میزان سبزینه‌های a در عصاره برگ‌گی در

معنی‌داری کاهش یافت، به‌گونه‌ای که در برگ گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی سه (حاوی نسبت آمونیوم به نیترات ۸:۱) کمترین میزان از کاتیون‌های یادشده مشاهده شد (جدول ۸). همچنین تجزیه واریانس مقایسه گروهی تیمارهای یک و سه (محلول‌های غذایی دارای ۲/۹ میلی‌اکی والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری) با تیمارهای دو و چهار (محلول‌های غذایی دارای ۲/۴ میلی‌اکی والان پتاسیم در لیتر محلول آبیاری)، تنها از نظر غلظت نیتروژن برگ، در سطح احتمال ۵ درصد بین دو گروه تیماری اختلاف معنی‌داری نشان داد و از نظر غلظت دیگر عنصرهای مورد بررسی در این پژوهش، بین دو گروه تیماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. برگ گیاهان تغذیه‌شده با محلول حاوی غلظت بیشتر پتاسیم (گروه اول تیماری، دارای ۰/۵ میلی‌اکی والان پتاسیم بیشتر نسبت به گروه اول) غلظت نیتروژن بیشتری نسبت به دیگر گیاهان داشتند.

نشان داد، از نظر غلظت عنصرهای نیتروژن، پتاسیم و منیزیم برگ در سطح احتمال ۵ درصد و از نظر غلظت عنصرهای کلسیم و آهن برگ در سطح احتمال ۱ درصد، اختلاف‌های معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت. همچنین از نظر غلظت فسفر برگ، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. تجزیه واریانس مقایسه گروهی از نظر غلظت نیتروژن برگ بین دو گروه تیماری اختلاف معنی‌داری نشان نداد، اما از نظر غلظت دیگر عنصرهای غذایی بین دو گروه تیماری در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف‌هایی نشان داد. غلظت فسفر و آهن برگ در گروه دوم تیماری (دارای آمونیوم) بیشتر از گروه اول تیماری (بدون آمونیوم) بود و غلظت عنصرهای پتاسیم، منیزیم و کلسیم در برگ گیاهان گروه اول تیماری که بدون آمونیوم بودند، بیشتر بود. با افزودن آمونیوم به محلول غذایی، غلظت پتاسیم، منیزیم و کلسیم موجود در برگ گیاهان آنتوریوم، به‌طور

جدول ۶. تأثیر محلول‌های مختلف غذایی بر ویژگی‌های بیوشیمیایی آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreaenum* cv. Lentini Red)  
Table 6. The effect of different nutritional solutions on biochemical characteristics in potted *Anthurium*  
(*Anthurium andreaenum* cv. Lentini Red)

Treatment	Spath's anthocyanins concentration (µg/ml)	Leaf's chlorophyll a concentration (µg/ml)	Leaf's chlorophyll b concentration (µg/ml)	Leaf's carotenoids concentration (µg/ml)
Nutritional solution 1	105.59 <sup>b</sup>	31.81 <sup>a</sup>	13.80 <sup>ab</sup>	13.83 <sup>a</sup>
Nutritional solution 2	166.97 <sup>a</sup>	19.09 <sup>c</sup>	8.81 <sup>b</sup>	11.42 <sup>ab</sup>
Nutritional solution 3	93.31 <sup>b</sup>	26.74 <sup>a</sup>	17.13 <sup>a</sup>	14.46 <sup>a</sup>
Nutritional solution 4	127.69 <sup>ab</sup>	17.58 <sup>b</sup>	13.62 <sup>ab</sup>	7.97 <sup>b</sup>

در هر ستون حرف‌های همسان نشان‌دهنده نبود. اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

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

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس واریانس محلول‌های مختلف غذایی بر غلظت عنصرهای غذایی برگ آنتوریوم گلدانی

(*Anthurium andreaenum* cv. Lentini Red)

Table 7. Results of analysis of variance for different nutritional solutions on mineral concentration of potted *Anthurium* leaf (*Anthurium andreaenum* cv. Lentini Red)

Source of variation	df	Mean Squares					
		Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Magnesium	Calcium	Iron
Nutrient solutions	3	0.08*	0.02 <sup>ns</sup>	0.03*	0.03*	0.07**	1449.01**
Nutrient solutions containing ammonium and without ammonium	1	0.03 <sup>ns</sup>	0.05**	0.09**	0.07**	0.22**	4038.00**
Nutrient solutions containing 2.9 vs 2.4 (meq K/L)	1	0.182**	0.003 <sup>ns</sup>	0.013 <sup>ns</sup>	0.017 <sup>ns</sup>	0.011 <sup>ns</sup>	260.820 <sup>ns</sup>
Error	12	0.019	0.005	0.007	0.007	0.011	101.062
CV%		4.16	15.17	7.15	18.08	13.77	11.81

\*\*\*, \*\*, ns: به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و بدون معنی‌داری است.

\*, \*\*, ns: Significant at 1% and 5% probability levels and not significant, respectively.



جدول ۸. تأثیر محلول‌های مختلف غذایی بر غلظت عنصرهای غذایی برگ آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreanum* cv. Lentini Red)

Table 8. The effect of different nutritional solutions on mineral concentration of potted *Anthurium* leaf (*Anthurium andreanum* cv. Lentini Red)

Treatment	Nitrogen (%)	Phosphorus (%)	Potassium (%)	Magnesium (%)	Calcium (%)	Iron (%)
Nutritional solution 1	2.90 <sup>a</sup>	0.19 <sup>a</sup>	1.25 <sup>ab</sup>	0.54 <sup>ab</sup>	0.85 <sup>ab</sup>	71.52 <sup>bc</sup>
Nutritional solution 2	2.80 <sup>ab</sup>	0.22 <sup>a</sup>	1.31 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	66.90 <sup>c</sup>
Nutritional solution 3	2.91 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	1.01 <sup>b</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.62 <sup>b</sup>	106.75 <sup>a</sup>
Nutritional solution 4	2.59 <sup>b</sup>	0.32 <sup>a</sup>	1.15 <sup>ab</sup>	0.47 <sup>ab</sup>	0.67 <sup>ab</sup>	95.22 <sup>ab</sup>

در هر ستون حرف‌های همسان نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

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

آمونیم به‌عنوان منبع نیتروژن در تغذیه گیاه، منجر به کاهش معنی‌دار غلظت کاتیون‌های کانی  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  موجود در برگ شد، که این نتایج همخوان با یافته‌های *Konnerup et al.* (2009) است، این محققان غلظت کاتیون‌های یادشده در برگ گیاهان اختر (*Canna indica*) تغذیه‌شده با آمونیم راکمتر از گیاهان تغذیه‌شده با نیترات، گزارش کردند. همچنین این نتایج همخوان با یافته‌های *Banijamal & Bayat* (2013) است که گزارش کردند، با افزایش نسبت آمونیم 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 آمونیم به نیترات است، ارتباط دادند. با افزایش نسبت آمونیم موجود در محلول‌های غذایی، غلظت آهن در برگ گیاهان آنتوریوم افزایش یافت که این نتیجه همخوان با یافته‌های محققان پیشین است (*Savvas et al.*, 2003; *Assimakopoulou*, 2006). وجود آمونیم در محیط ریشه می‌تواند به‌واسطه آزاد شدن  $\text{H}^+$  از فرآیند نیتراژن شدن، به‌ویژه اکسایش آمونیم به نیتريت توسط باکتری نیتروزوموناس، منجر به کاهش pH محیط شود (*Bolan et al.*, 1991). واکنش نیتراژن شدن نیاز به اکسیژن دارد، اگر میزان آمونیم در محیط ریشه زیاد باشد، نیتراژن شدن داخلی تحریک می‌شود و به دلیل کاهش اکسیژن احتمال دارد، رشد ریشه کاهش یابد و درنهایت تنفس ریشه‌ای کم شود. با این وجود، تأمین میزانی از نیتروژن کل برای گیاه به شکل آمونیم می‌تواند باعث تحریک و بهبود رشد و عملکرد شود (*Sonneveld*, 2002). تخصیص نیتروژن به اشکال آنیونی ( $\text{NO}_3^-$ ) و کاتیونی ( $\text{NH}_4^+$ )، رویکرد مهمی برای ایجاد تعادل در نسبت جذب کاتیون‌ها به آنیون‌ها و درنهایت حفظ pH در دامنه مطلوب برای

غلظت آهن برگ با کاربرد آمونیم به‌عنوان منبع نیتروژن در محلول غذایی، به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد و بیشترین غلظت آهن در برگ گیاهان تغذیه‌شده با محلول غذایی سه (حاوی نسبت آمونیم به نیترات ۸:۱)، ثبت شد. تغذیه گیاهان آنتوریوم گلدانی، با محلول غذایی حاوی آمونیم (تیمار سه) منجر به افزایش غلظت نیتروژن موجود در برگ گیاهان شد، اما با افزایش نسبت آمونیم به نیترات (۷:۱، تیمار چهار) غلظت نیتروژن برگ کاهش یافت. این نتایج همخوان با یافته‌های *Chang et al.* (2010) است که نشان دادند، با استفاده از نسبت بالای آمونیم به نیترات، غلظت نیتروژن برگ در گیاه زنبق (*Iris pseudacorus*) کاهش یافت. در بررسی‌های دیگر نیز گزارش شده است که با کاربرد توأم آمونیم و نیترات، به دلیل جذب سریع‌تر آمونیم که با مصرف انرژی کمتری توسط گیاه صورت می‌گیرد، غلظت نیتروژن برگ افزایش می‌یابد، اما این افزایش تا نسبت معینی از نیترات به آمونیم ادامه می‌یابد (*Britto & Kronzucker*, 2002; *Banijamal & Bayat*, 2013; *Lorenzo et al.*, 2000). شکل نیتروژن محلول غذایی بر غلظت فسفر برگ تأثیر داشت که این نتیجه همخوان با یافته *Banijamal & Bayat* (2013) است، این محققان گزارش کردند، افزایش نسبت آمونیم به نیترات منجر به افزایش غلظت فسفر در برگ گیاه رز می‌شود. افزایش نسبت آمونیم به نیترات در محلول غذایی منجر به کاهش غلظت پتاسیم برگ شد. این نتیجه بنابر نتایج تحقیقات پیشین است (*Konnerup et al.*, 2009; *Wang et al.*, 2003). همچنین تأثیر بازدارنده آمونیم بر جذب پتاسیم توسط گیاهان در گزارش‌های *Fageria*, 2001; *Rothstein & Cregg*, 2005; *Banijamal & Bayat*, 2013) کاربرد

با افزایش غلظت پتاسیم محلول غذایی، غلظت نیتروژن در برگ و ریشه گیاهان رز افزایش یافت و دلیل آن را تأثیر هم‌افزایی بین پتاسیم و نیتروژن بیان کردند بدین ترتیب که افزایش تغذیه پتاسیمی منجر به جذب بیشتر نیتروژن و تجمع بیشتر آن در برگ گیاه می‌شود.

#### نتیجه‌گیری

در این تحقیق، مشاهده شد، با کاربرد توأم آمونیوم و نیترات به‌ویژه با نسبت ۱: ۸ (تیمار سه)، در محلول‌های غذایی ویژگی‌های رشد و گلدهی گیاه آنتوریوم گلدانی (*Anthurium andreaenum* cv. LentiniRed) نسبت به دیگر محلول‌های غذایی بهتر است.

محیط ریشه است. 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 کرد (Sonneveld, 2002; Bar-Tal *et al.*, 2001). در این پژوهش، افزایش غلظت پتاسیم محلول غذایی (محلول‌های یک و سه)، منجر به افزایش غلظت نیتروژن در برگ گیاهان شد، این نتیجه مغایر با یافته‌های Kiani *et al.* (2012) است که نشان دادند، کاربرد سطوح بالاتر پتاسیم در محلول غذایی گل رز بریده (*Rosa hybrida* L.)، بر غلظت نیتروژن برگ اثری نداشت، همچنین همخوان با یافته‌های Woodson & Boodley (1982) است که نشان دادند،

#### REFERENCES

1. Assimakopoulou, A. (2006). Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reducing activity of spinach in nutrient solution culture. *Scientia Horticulturae*, 110, 21-29.
2. Banijamal, S. L. & 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. *Science and Technology of Greenhouse Culture*, 13, 29-37. (in Farsi)
3. Bar-Tal, A., Aloni, B., Karni, L. & Rosenberg, R. (2001). Nitrogen nutrition of greenhouse pepper. II. Effects of nitrogen concentration and  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  ratio on growth, transpiration and nutrient uptake. *HortScience*, 36(7), 1252-1259.
4. Blackwell, R. D., Murray, A. J. S., Lea, P. J. & Joy, K. W. (1988). Photorespiratory amino donors, sucrose synthesis and the induction of  $\text{CO}_2$  fixation in barley deficient in glutamine synthetase and/or glutamate synthase. *Journal of Experimental Botany*, 39, 845-858.
5. Bolan, N. S., Hedley, M. J. & White, R. E. (1991). Plant Soil Interactions at Low pH. In: R. J. Wright., V. C. Baligar & R. P. Murrmann (Ed), *Processes of soil acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pastures*. (pp. 169-179). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
6. Britto, D. T. & Kronzucker, H. J. (2002).  $\text{NH}_4^+$  toxicity in higher plants: A critical review. *Journal of Plant Physiology*, 159, 567-584.
7. Chang, H. K., Wu, R. Y., Chung, K. C., Hsieh, T. F. & Chung, R. S. (2010). Effects of chemical and organic fertilizers on the growth, flower quality and nutrient uptake of *Anthurium andreaenum*, cultivated for cut flower production. *Scientia Horticulturae*, 125, 434-441.
8. Chang, J., Liu, D., Cao, H., Chang, S. X., Wang, X., Huang, C. & Ge, Y. (2010).  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  ratios affect the growth and N removal ability of *Acorus calamus* and *Iris pseudacorus* in a hydroponic system. *Aquatic Botany*, 93, 216-220.
9. Dufour, L. & Clairon, M. (1997). Advances in fertilization of *Anthurium* hybrid in Guadeloupe. *Acta Horticulturae*, 450, 433-437.
10. Dufour, L. & Guerin, V. (2003). Growth, development features and flower production of *Anthurium andreaenum* Lind. in tropical conditions. *Scientia Horticulturae*, 98, 25-35.
11. Dufour, L. & Guerin, V. (2005). Nutrient solution effects on the development and yield of *Anthurium andreaenum* Lind. in tropical soilless conditions. *Scientia Horticulturae*, 105, 269-282.
12. Emami, A. (1996). *Plant analysis methods*. Publication of Soil and Water Research Institute. Technical publication (pp.982-985). (in Farsi)
13. Fageria, V. D. (2001). Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, 24, 1269-1290.
14. Feigin, A., Ginzburg, C., Gilead, S. & Ackerman, A. (1986). Effect of  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  ratio in the nutrient solution on growth and yield of greenhouse roses. *Acta Horticulturae*, 189, 127-135.

15. Gerendás, J., Zhu, Z., Bendixen, R., Ratcliffe, R. G. & Sattelmacher, B. (1997). Physiological and biochemical processes related to ammonium toxicity in higher plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 160, 239-251.
16. Giusti, M. M. & Wrolstad, R. E. (2001). Current Protocols in Food Analytical Chemistry. In: R. E. Wrolstad (Ed.), *Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy*. (pp. 11-13). New York: Wiley.
17. Hassanpour Asil, M., Karimi, M. & Moghaddas, M. (2010). *Anthurium*. NehzatPuya Publication. (in Farsi)
18. Kiani, Sh., Malakuti, M. J. & Mirzashahi, K. (2012). The effect of different levels of potassium and calcium on growth, nutrient concentration and performance rose cut (*Rosa hybrida* L.). *Plant Production*, 34, 15-25. (in Farsi)
19. Konnerup, D., Koottatep, T. & Brix, H. (2009). Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with *Canna* and *Heliconia*. *Ecological Engineering Journal*, 35, 248-257.
20. Kronzucker, H. J., Siddiqi, M. Y. & Glass, A. D. M. (1997). Conifer root discrimination against soil nitrate and the ecology of forest succession. *Nature*, 385, 59-61.
21. Li, Y. & Zhang, M. (2002). Effect of urea and nitric acid on water and medium quality and on response of anthurium. *HortTechnology*, 12 (1), 131-135.
22. Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
23. Lorenzo, H., Cid, M. C., Siverio, J. M. & Caballero, M. (2000). Influence of additional ammonium supply on somenutritional aspects in hydroponic rose plants. *Journal of Agricultural Science*, 134, 421-425.
24. Rothstein, D. & Cregg, B. M. (2005). Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (*Abies fraseri*). *Forest Ecology Management*, 219, 69-80.
25. Savvas, D., Karagianni, V., Kotsiras, A., Demopoulos, V., Karkamisi, I. & Pakou, P. (2003). Interactions between ammonium and pH of the nutrient solution supplied to gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in pumice. *Plant and Soil*, 254(2), 393-402.
26. Savvas, D. & Gizas, G. (2002). Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios. *Scientia Horticulturae*, 96, 267-280.
27. Winston, E. & Pathmanathan, U. (2008). Morphophysiological characteristics associated with vase life of cut flowers of *Anthurium*. *Horticulturae Science*, 43(3), 825-831.
28. Sonneveld, C. (2002). Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. In: D. Savvas & H. C. Passam (Ed), *Composition of nutrient solutions*. (pp. 179-210). Embryo Publications, Athens, Greece.
29. Veberic, R., Vodnik, D. & Stampar, F. (2005). Influence of foliar-applied phosphorus and potassium on photosynthesis and transpiration of 'Golden Delicious' apple leaves (*Malus domestica* Borkh.). *Acta agriculturae Slovenica*, 85(1), 143-155.
30. Wang, Y. T. (2008). High NO<sub>3</sub>-N to NH<sub>4</sub>-N ratios promote growth and flowering of a hybrid phalaenopsis grown in two root substrates. *HortScience*, 43 (2), 350-353.
31. Wang, G., Li, C. & Zhang, F. (2003). Effects of different nitrogen forms and combination with foliar spraying with 6-benzylaminopurine on growth, transpiration and water and potassium uptake and flow in tobacco. *Plant Soil*, 256, 169-178.
32. Woodson, W. R. & Boodley, J. W. (1982). Effects of nitrogen form and potassium concentration on growth, flowering and nitrogen utilization of greenhouse roses. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107(2), 275-278.
33. Zou, C. Q., Wang, X. F., Wang, Z. Y. & 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. *Journal of Plant Nutrition*, 28, 2145-2157.