اثر نسبت‌های اوره: آمونیوم: نیترات در محلول غذایی بر شدت فتوسنتز و ویژگی‌های کمی گل بریدنی رز در کشت بدون خاک

مهدی حسینی فرهی[۱*]، بهمن خلدبرین[۲]، احمد خلیقی[۳]، مسعود مشهدی اکبر بوجار[۴]، سعید عشقی[۵] و بیژن کاوسی[۶]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۲۴)

چکیده

برای بررسی تأثیر شکل‌های مختلف نیتروژن در محلول غذایی بر فتوسنتز و ویژگی‌های کمی گل رز رقم دولس‌ویتا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت نسبت مختلف اوره: آمونیوم: نیترات (۰:۱۰۰:۰، ۰:۵۰:۵۰، ۰:۰:۱۰۰، ۵۰:۰:۵۰، ۵۰:۲۵:۲۵، ۷۰:۱۵:۱۵ و ۱۰۰:۰:۰) و سه تکرار در یک گلخانه هیدروپونیک پرورش گل رز انجام گرفت. ابتدا بوته‌های ریشه‌دار شده گل رز رقم دولس‌ویتا در گلدان با بستر پرلایت و کوکوپیت به نسبت حجمی مساوی (۵۰:۵۰) کشت گردید. سپس ویژگی‌های کمی شامل طول شاخه، طول غنچه، قطر ساقه و قطر غنچه، شاخص سطح برگ، عمر گل‌جایی، وزن تر شاخه، شاخص سبزینگی برگ و پارامترهای فتوسنتزی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که افزایش آمونیوم در محلول غذایی سبب کاهش شدت فتوسنتز، کارایی مصرف آب و کارایی سلول‌های مزوفیل برگ گردید. بیشترین میزان طول شاخه در تیمارهای ۵۰:۲۵:۲۵ و ۱۰۰:۰:۰، به‌ترتیب ۸۸/۳ و ۸۶/۹ سانتی‌متر، مشاهده شد. بیشترین وزن تر شاخه در تیمار ۱۰۰:۰:۰ به‌دست آمد. کاربرد تیمار ۵۰:۰:۵۰ باعث افزایش شاخص سبزینگی برگ در مقایسه با سایر تیمارها گردید. با افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی، عمر گل‌جایی کاهش یافت. به‌طوری که بیشترین و کمترین میزان عمر گل‌جایی (به‌ترتیب ۱۷/۶ و ۱۱/۱ روز) در تیمارهای ۵۰:۲۵:۲۵ و ۱۰۰:۰:۰ مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: عمر گلجایی، فتوسنتز، عناصر غذایی

مقدمه

گل رز یکی از مهم ترین و محبوب‌ترین گل‌های شاخه بریده در دنیا بوده که بیشترین میزان صادرات گل‌های شاخه بریدنی را به خود اختصاص داده است (۸). با توجه به محبوبیت زیاد این گل، افزایش خصوصیات کمی، کیفی و عمر گل‌جایی آن مورد نظر می‌باشد. یکی از عوامل مؤثر در افزایش کمی و کیفی تولید گل رز، تغذیه مناسب و متعادل می‌باشد. نیتروژن یکی از عناصر ضروری و پرمصرف می‌باشد که تأثیر زیادی بر رشد و

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، باشگاه پژوهشگران جوان، یاسوج. ایران.
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات فارس، گروه زیست شناسی، شیراز. ایران.
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه علوم باغبانی، تهران. ایران.
۴. . گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم، تهران
۵. . گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز
۶. . مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویراحمد، یاسوج.
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.hosseini.farahi@gmail.com

نمو گیاهان دارد و با کمبود آن به سرعت رشد گیاه، کیفیت و عملکرد آن کاهش می‌یابد. در فرمول‌های محلول‌های غذایی بایستی بین دو شکل یونی نیتروژن، یعنی نیترات (NO_3^-) و آمونیوم (NH_4^+)، تعادل ایجاد شود (۱۲ و ۱۳). در کشت بدون خاک، شکل نیتروژن و پ- هاش محلول غذایی از نظر تأثیر بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه اهمیت زیادی دارد (۱۱). تاکنون پژوهش‌های زیادی در خصوص تعیین اثر آمونیوم و نیترات بر رشد و عملکرد گیاهان انجام شده است. در بسیاری از این پژوهش‌ها، کاربرد آمونیوم به عنوان تنها منبع نیتروژن برای بسیاری از گونه‌های گیاهی از قبیل هویج، هندوانه، ذرت (۲۱) و گوجه‌فرنگی (۲۳) مضر بوده و باعث کاهش عملکرد آنها شده است. در حالی که اضافه کردن مقدار کمی آمونیوم به محلول غذایی حاوی نیترات منجر به افزایش رشد و عملکرد برخی از گونه‌های گیاهی از قبیل توت‌فرنگی (۳)، سیب (۱)، جو (۲۸)، گونه‌های جنگلی (۳۳)، کاج کریسمس (۳۵) و اسفناج (۱۴) شده است.

نتایج پژوهش کیانی و همکاران (۹) نشان داد که با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات به ۵۰:۵۰ در محلول غذایی، شاخص کلروفیل برگ گل رز رقم وندتا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. میزان عملکرد ورد و وزن تر نیز با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات افزایش معنی‌داری را نشان داد. با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات از ۱۰۰: ۰ به ۵۰: ۵۰ ماندگاری گل‌های بریده ورد به مقدار ۲/۸ روز کاهش یافت. در آزمایشی، اثر شش سطح مختلف آمونیوم به نیترات و اوره روی عملکرد گل ورد رقم کاردینال بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد گل شاخه بریده در تیمار ۵۰:۵۰:۰ به‌دست آمد (۱۵). نتایج یک پژوهش نشان داد که با افزایش غلظت آمونیوم در محلول غذایی، عملکرد گوجه‌فرنگی کاهش پیدا کرد (۲۲).

نتایج پژوهش حقیقت افشار و همکاران (۴) نشان داد که نیتروژن آمونیومی سبب کاهش وزن خشک ریشه توت‌فرنگی شد. همچنین با افزایش آمونیوم از صفر به ۰/۵ میلی‌مولار، عملکرد میوه کاهش و سپس افزایش یافت که در نهایت محلول محتوی ۲ میلی‌مولار آمونیوم توصیه گردید. سید لر فاطمی و همکاران (۶) در پژوهشی اثر چهار نسبت مختلف آمونیوم به نیترات (۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۰:۱۰۰) را بر رشد و عملکرد دو رقم توت‌فرنگی (کاماروزا و سلوا) در شرایط هیدروپونیک مورد مطالعه قرار دادند و گزارش نمودند که حداکثر سطح برگ و وزن تر در تیمار ۲۵:۷۵ مشاهده شد. افزایش مقدار آمونیوم از ۲۵ به ۷۵ درصد در محلول غذایی، عملکرد را در رقم کاماروزا ۳۳٪ و در رقم سلوا ۸۰٪ کاهش داد. تعداد گل و میوه تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. درشت‌ترین میوه‌ها در هر دو رقم در تیمار ۲۵:۷۵ و کوچکترین میوه‌ها در تیمار ۰:۱۰۰ به‌دست آمد. با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات، طول عمر انباری توت‌فرنگی کاهش یافت و در نهایت تیمار ۲۵:۷۵ (NH_4^+:NO_3^-) تأثیر مثبتی بر رشد و عملکرد توت‌فرنگی در مقایسه با سایر تیمارها نشان داد و استفاده از منابع نیترات یا آمونیوم به تنهایی برای توت‌فرنگی توصیه نگردید.

در پژوهشی، اثر پنج نوع محلول غذایی با نسبت آمونیوم و نیترات ۲:۱۲، ۱:۱۲، ۱۲: ۰/۵، ۱۲: ۰/۲۵ و ۱۲: ۰ بر خصوصیات کمی و کیفی گل ورد رقم وارلون در سیستم کشت بدون خاک بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش آمونیوم میزان رشد، وزن خشک گیاه و عملکرد گل شاخه بریده افزایش یافت. بهترین کیفیت گل از کاربرد آمونیوم به نیترات (۱۲: ۰/۲۵) مشاهده گردید (۵). برخی مطالعات نشان می‌دهند که زمانی که نیترات یا آمونیوم به عنوان تنها منبع تأمین نیتروژن در محلول غذایی باشد، وزن تر و خشک توت‌فرنگی کاهش می‌یابد و افزایش آمونیوم در محلول غذایی باعث کاهش شدت فتوسنتز و عمر انباری توت‌فرنگی می‌گردد (۳۸).

در پژوهشی، کاربرد نسبت ۲۵ به ۷۵ آمونیوم به نیترات باعث تولید بیشینه عملکرد گل ورد گردید. اما افزایش بیشتر آمونیوم به نیترات منجر به کاهش عملکرد و شاخص‌های کیفی گل ورد از قبیل وزن تر و طول ساقه گل‌دهنده گردید که این مسئله به اسیدی شدن ناخواسته محیط ریشه و افزایش جذب آمونیوم نسبت داده شد (۲۲). گنمور- نومن و کافکافی (۲۴)

گزارش نمودند که زمانی که از دو منبع نیتروژن (نیترات و آمونیوم) استفاده شود وزن خشک توت‌فرنگی بیشتر از زمانی است که از هر یک از منابع نیتروژنی به تنهایی استفاده شود. بنابراین نیترات به عنوان تنها منبع نیتروژن می‌تواند رشد بهینه و عملکرد میوه را به دنبال داشته باشد و کاربرد آمونیوم به عنوان تنها منبع نیتروژنی باعث کاهش فتوسنتز خالص و وزن خشک توت‌فرنگی می‌گردد. لورنزو و همکاران (۲۹) با بررسی اثر افزودن آمونیوم به محلول غذایی گل ورد در سیستم کشت هیدروپونیک گزارش نمودند که با افزایش آمونیوم به محلول غذایی، همزمان با طویل شدن شاخه، جذب نیتروژن افزایش یافت. افزون بر غلظت نیتروژن، غلظت کلسیم در بافت گیاه نیز ممکن است تحت تأثیر نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در محلول غذایی قرار گیرد.

در آزمایشی، نسبت ۲۵ به ۷۵ آمونیوم به نیترات در سیستم آبیاری موجب تحریک تولید گل در مقایسه با نسبت صفر به ۱۰۰ گردید. اما نسبت ۳۷ به ۶۳ عملکرد رز گلخانه‌ای را کاهش داد (۲۲). کابررا (۱۸) و کابررا و همکاران (۱۹) مشاهده نمودند که عملکرد گل ورد در بستر کاشت پیت، ورمی‌کولیت و پرلایت تحت تأثیر تغییر نسبت آمونیوم به نیترات از ۰:۱۰۰ به ۲۵: ۷۵ و ۵۰:۵۰ قرار نگرفت. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، تغذیه گل ورد با آمونیوم منجر به کاهش وزن تر و طول ساقه گل دهنده به دلیل کاهش پ- هاش در ناحیه ریشه در مقایسه با نیترات شده است. با این حال گزارش شده که در مقایسه با نیترات یا آمونیوم به تنهایی، مخلوط نیترات و آمونیوم به‌طور معنی‌داری عملکرد را در بسیاری از محصولات گلخانه‌ای نظیر ورد افزایش داده است. به طوری که بیشترین عملکرد در ورد با نسبت آمونیوم به نیترات برابر ۲۵:۷۵ تولید شده است. افزایش بیشتر آمونیوم منجر به کاهش عملکرد ورد گردیده که این مسئله به اسیدی شدن ناخواسته محیط ریشه و افزایش جذب آمونیوم نسبت داده شده است (۲۲).

یون و همکاران (۴۰) با کاربرد چهار نسبت متفاوت آمونیوم به نیترات (۰:۱۰۰، ۱۰:۹۰، ۲۰:۸۰ و۳۰:۷۰) روی توت‌فرنگی رقم آکیهایم (Akihime) گزارش دادند که کمترین میزان رشد گیاه و عملکرد میوه در تیمار ۰:۱۰۰ مشاهده گردید. افزایش نسبت آمونیوم به ۲۰٪ باعث افزایش تدریجی رشد گردید. در نسبت آمونیوم ۲۰٪ عملکرد تا ۱۵٪ در مقایسه با تیمار بدون آمونیوم افزایش پیدا کرد، ولی با افزایش آمونیوم به ۳۰٪ عملکرد محصول بازارپسند کاهش پیدا کرد. بای‌بوردی (۱۷) در آزمایشی اثر چهار نسبت متفاوت آمونیوم به نیترات (۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵) و سه سطح شوری (۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) را بر شدت فتوسنتز، تنفس، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ سه رقم کلزا در شرایط هیدروپونیک بررسی نمود و گزارش داد که کاربرد مساوی آمونیوم و نیترات در محلول غذایی باعث بهبود رشد گیاه کلزا در شرایط شوری گردید.

بای‌بوردی (۱۶) در پژوهشی اثر نسبت نیترات به آمونیوم و سیلیکون را بر رشد، فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز و ترکیبات اسید چرب کلزا در شرایط شوری در کشت هیدروپونیک بررسی و گزارش نمود که بهترین رشد گیاه در نسبت ۲۵:۷۵ نیترات به آمونیوم در شرایط شوری بود. با توجه به اهمیت شکل نیتروژن در فرایندهای فیزیولوژیک گل رز، این پژوهش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر ویژگی‌های کمی، کیفی، شدت فتوسنتز و عمر گل‌جایی گل رز رقم دولس‌ویتا در شرایط کشت هیدوپونیک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ابتدا بوته‌های ریشه‌دار شده گل رز رقم دولس‌ویتا از یک تکثیرکننده تجاری (شرکت آریا فلات نگین) تهیه و در گلدان‌های ۱۰ کیلویی با محیط کشت پرلیت و کوکوپیت به نسبت ۵۰:۵۰ در یک گلخانه تجاری گل رز مربوط به شرکت رز دنا کاشته شد. بوته‌ها ابتدا چند روز با آب معمولی آبیاری شدند.

برای تهیه محلول غذایی از محلول نیم غلظت هوگلند (۳۰) با انجام برخی تغییرات در تیمارهای آزمایشی استفاده شد (جدول ۱). محلول غذایی طبق جدول ۲ در آزمایشگاه تهیه گردید و سپس آبیاری بوته‌ها با محلول غذایی شروع شد.

جدول ۱. تیمارهای مورد استفاده

تیمار	NO_3: NH_4: Urea اوره: آمونیوم: نیترات	NO_3:N_{total} درصد نیترات
۱	۱۰۰:۰:۰	۱۰۰
۲	۷۰:۱۵:۱۵	۷۰
۳	۵۰:۲۵:۲۵	۵۰
۴	۵۰:۰:۵۰	۵۰
۵	۰:۰:۱۰۰	۰
۶	۵۰:۵۰:۰	۵۰
۷	۰:۱۰۰:۰	۰

جدول ۲. عناصر غذایی مورد استفاده جهت تهیه تیمارها

محلول پایه عناصر پرمصرف		محلول پایه عناصر کم‌مصرف	
1M $Ca(NO_3)_2$	5 ml/lit	Fe EDTA	1 ml/lit
1M KNO_3	5 ml/lit	H_3BO_3	2.86 g/lit
1M $Mg SO_4$	2 ml/lit	$MnCl_2 4H_2O$	1.81 g/lit
1M KH_2PO_4	1 ml/lit	$ZnCl_2$	0.11 g/lit
1M $NH_4 Cl_2$	5 ml/lit	$CuCl_2. 2H_2O$	0.05 g/lit
1M Urea	5 ml/lit	$Na_2MoO_4. 2H_2O$	0.025 g/lit
1M $CaCl_2$	5 ml/lit		
1M KCl	5 ml/lit		

عناصر شیمیایی مورد نظر همگی از شرکت مرک آلمان تهیه گردید. برای تهیه محلول غذایی از آب شهری استفاده شد که جزئیات آن در جدول ۳ ارائه شده است. میزان pH محلول غذایی با دستگاه pH متر (AALSMEER- HOLLAND) در ۶±۰/۵ تنظیم گردید. محلول غذایی هر تیمار به صورت جداگانه در بشکه‌های ۲۰ لیتری آماده و آبیاری گلدان‌ها روزانه انجام و هر بار ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول به هر گلدان در دو نوبت داده شد. کلیه عملیات داشت از قبیل هرس، مبارزه با آفات و بیماری‌ها، تنظیم دما و رطوبت انجام گرفت.

صفاتی از قبیل ارتفاع شاخه توسط خط‌کش، قطر ساقه و قطر غنچه گل با کولیس رقومی و وزن اولیه شاخه توسط ترازوی رقومی اندازه‌گیری شد. میزان سبزینگی برگ توسط دستگاه کلروفیل‌سنج مدل SPAD-502- Minolta ساخت کشور ژاپن تعیین گردید. بدین منظور از هر تکرار چهار برگ بالغ انتخاب و با دستگاه شدت سبزینه اندازه‌گیری و میانگین آنها به‌دست آمد. جهت اندازه‌گیری عمر پس از برداشت از هر تیمار تعداد ۶ شاخه گل برداشت و سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید و درون گلدان‌های شیشه‌ای محتوی آب قرار گرفت. عمر گل‌جایی پس از برداشت گل‌ها با ایجاد نشانه‌هایی از جمله گردن کج، خمش گردن یا پیر شدن گلبرگ‌ها، برگشتن کامل گلبرگ‌ها

جدول ۳. مشخصات آب شهری مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی $EC \times 10^6$	اسیدیته	میلی‌اکی‌والان در لیتر					
		کربنات	بی‌کربنات	کلر	سولفات	کلسیم	منیزیم
۳۸۰	۷/۳	۰	۴	۰/۵	۱	۳/۳	۲/۷

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر ویژگی‌های رویشی گل رز رقم دولس‌ویتا در شرایط کشت بدون خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	عمر گل‌جایی	سطح برگ	شاخص سبزینه	وزن شاخه	ارتفاع غنچه گل	قطر غنچه گل	قطر ساقه	ارتفاع شاخه
تکرار	۲	۵/۱۹	۲۵۱۵/۵۳ ns	۱/۰۵۳ ns	۱۵۲/۰۱۵ ns	۱۴/۱۸ ns	۴/۵۹ ns	۱/۷۸۹ ns	۲۳۲/۲۱۹ ns
تیمار	۷	۱۲/۰۹۵ *	۱۰۷۴/۴۴ ns	۳۷/۷۷ **	۳۹۵/۵۶۸ *	۲۸/۹۵ ns	۱۰/۳۲ *	۰/۸۳۳ ns	۵۹۳/۳۱۶ *
خطا	۱۴	۳/۱۰۷	۱۴۷۸/۴۳	۶/۹۰۷	۱۰۷/۲۸۵	۶/۴۸	۶/۸۲	۰/۴۸۸	۲۰۶/۲۳۳
CV(٪)		۱۲/۳۲	۲۱/۹۵	۴/۵۸	۱۳/۳۴	۴/۸	۵/۹۶	۱۰/۵۱	۲۰/۱۰

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

به سمت خارج و تغییر رنگ و ریزش آنها که منجر به کاهش جذابیت و بازارپسندی گل می‌شود، اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ از هر تکرار دو عدد برگ میانی انتخاب و با دستگاه سطح‌سنج برگ (مدل LTC ساخت کشور انگلیس) اندازه‌گیری گردید. شدت فتوسنتز، تبخیر و تعرق، CO_2 زیر اتاق روزنه، با دستگاه فتوسنتزمتر(مدل LCi, ADC Bioscientific Ltd. ساخت کشور انگلیس) اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری شدت فتوسنتز از هر تکرار برگچه انتهایی برگ میانی انتخاب و شدت فتوسنتز در شدت نور ۵۱۲۰۰ لوکس اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری فتوسنتز در محدوده ساعت ۱۱ تا ۱۲ ظهر در دمای ۲±۲۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۷٪ انجام گردید. شدت نور با دستگاه لوکس‌متر (Lux Meter, LX-101 ساخت کشور تایوان) اندازه‌گیری گردید. شدت فتوسنتز بر اساس میکرومول CO_2 تثبیت شده بر متر مربع در ثانیه گزارش گردید. کارایی مصرف آب با تقسیم فتوسنتز خالص بر میزان تعرق و بر اساس میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه به ازای مصرف یک مول آب بر متر مربع در ثانیه گزارش گردید (۷). میزان کارایی سلول‌های مزوفیل با تقسیم فتوسنتز خالص بر میزان CO_2 زیر اتاق روزنه محاسبه و بر اساس مصرف میکرومول CO_2 در متر مربع در ثانیه گزارش شد (۸). تجزیه واریانس داده‌ها پس از جمع‌آوری با نرم‌افزار آماری MSTATC انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت. نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

تأثیر نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر صفات رویشی گل رز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر صفاتی از قبیل ارتفاع شاخه، وزن تر شاخه، شاخص سبزینه برگ، قطر غنچه، ارتفاع غنچه و عمر گل‌جایی تأثیر معنی‌داری دارد؛ ولی بر سایر صفات رویشی از قبیل قطر ساقه، قطر دمگل و سطح برگ اثر معنی‌داری را نشان نداد. نتایج ارائه شده در جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین میزان ارتفاع شاخه در تیمارهای ۰-۱۰۰-۰، ۲۵-۲۵-۵۰ و ۰-۱۰۰-۰ اوره: آمونیوم: نیترات مشاهده گردید. در بین تیمارهایی که باعث افزایش ارتفاع شاخه گردید تیمار ۲۵-۲۵-۵۰ با میزان ۸۸/۳ سانتی‌متر مؤثرتر بود. این مسئله نشان دهنده این موضوع

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های اثر اوره: آمونیوم: نیترات بر صفات رویشی گل ورد رقم دولس‌ویتا

نسبت اوره: آمونیوم: نیترات	عمر گل‌جایی (روز)	شاخص شدت سبزینه	وزن تر شاخه (گرم)	ارتفاع غنچه (میلی‌متر)	ارتفاع شاخه (سانتی‌متر)
۱۰۰:۰:۰	۱۴bc	۵۵/۲۷cd	۹۶/۲۵a	۵۳bc	۸۶/۹a
۷۰:۱۵:۱۵	۱۴/۶۷ab	۶۰/۲۳ab	۶۶/۱۷c	۵۲/۷c	۵۴/۸c
۵۰:۲۵:۲۵	۱۷/۶۷a	۵۵/۷۳bcd	۸۸/۲۳ab	۴۹/۶c	۸۸/۳a
۵۰:۰:۵۰	۱۴bc	۶۱/۵۷a	۷۵/۱۸bc	۵۱/۳c	۵۵bc
۰:۰:۱۰۰	۱۱/۱۷c	۵۷/۳۳abc	۷۱/۳bc	۵۰/۴c	۶۷ab
۵۰:۵۰:۰	۱۳/۱۷bc	۶۰/۳۷ab	۶۵/۵۷c	۵۷/۵a	۶۷/۸abc
۰:۱۰۰:۰	۱۵/۵ab	۵۱/۵۷d	۸۰/۶۴abc	۵۷ab	۸۰/۵ab

در هر ستون، اعداد با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند

می‌باشد که با کاهش میزان نیترات و افزایش آمونیوم و اوره میزان ارتفاع شاخه افزایش می‌یابد. در اکثر پژوهش‌هایی که در مورد تأثیر نسبت نیترات: آمونیوم بر رشد گیاهان انجام شده است کاربرد ترکیبی آمونیوم به همراه نیترات در مقایسه با مصرف جداگانه آنها باعث افزایش رشد گیاه گردیده است (۲۵ و ۲۶).

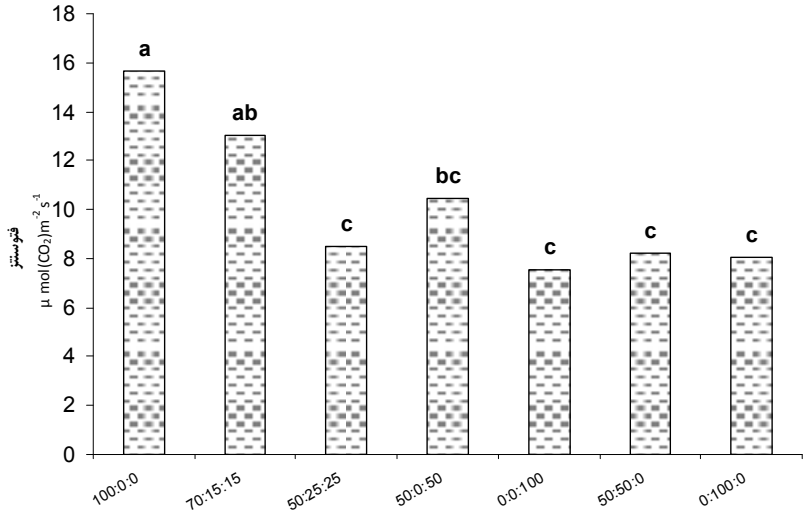
از نظر شاخص سبزینه برگ بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. به‌طوری که بیشترین میزان شاخص سبزینه برگ در تیمار ۵۰٪ نیترات و ۵۰٪ اوره مشاهده گردید. در پژوهشی، افزایش نسبت آمونیوم به نیترات به ۵۰:۵۰ در محلول غذایی باعث افزایش شاخص سبزینه برگ گل ورد رقم ونـدتا گردید (۹). افزایش میزان سبزینه برگ به دلیل جذب و ساخت سریع آمونیوم در مقایسه با نیترات می‌تواند دلیلی برای افزایش میزان سبزینه برگ باشد (۲۹، ۳۳ و ۳۵). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج سایر محققین مطابقت دارد. میزان وزن تر شاخه در نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات تفاوت معنی‌داری نشان داد. به‌طوری که بیشترین میزان وزن تر شاخه در تیمارهای ۰-۰-۱۰۰ و ۲۵-۲۵-۵۰ اوره:آمونیوم:نیترات مشاهده گردید. با افزایش آمونیوم در محلول غذایی، وزن تر شاخه کاهش پیدا کرد که نتایج حاصل از این پژوهش با پژوهش‌های برخی پژوهشگران مطابقت دارد (۲۲ و ۴۲).

عمر گل‌جایی نیز تحت تأثیر نسبت اوره: آمونیوم: نیترات قرار گرفت. به‌طوری که با کاهش میزان نیترات از ۱۰۰ به ۵۰ درصد، عمر گل‌جایی افزایش پیدا نمود. بیشترین و کمترین میزان عمر گل‌جایی به‌ترتیب در تیمارهای ۲۵-۲۵-۵۰ و ۱۰۰-۰-۰ با ۱۷ و ۱۱ روز به‌دست آمد (جدول ۵). در پژوهشی، با افزایش نسبت نیترات به آمونیوم از ۱۰۰- ۰ به ۵۰: ۵۰ اوره:آمونیوم:نیترات ماندگاری گل‌های بریده ورد به مقدار ۲/۸ روز کاهش یافت (۱۰). با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات، طول عمر انباری توت‌فرنگی کاهش یافت (۶). بیشترین عمر گل‌جایی در محلول غذایی نیتروژن به آمونیوم با نسبت ۱۲: ۰/۲۵ مشاهده گردید (۵). کم بودن میزان ذخیره کربوهیدرات‌ها و وارد شدن آسیب مستقیم به ریشه‌ها به دلیل کاهش پ- هاش محیط ریشه توسط آمونیوم زیاد در محلول غذایی از دلایل توجیه اثر منفی آمونیوم بر ماندگاری می‌باشد که توسط استارکی و پدرسن (۳۷) گزارش گردیده است. تغذیه آمونیومی با تبدیل سریع آمونیوم به گلوتامین، اسکلت‌های کربنی را مصرف کرده که این امر منجر به تخلیه قسمت هوایی از کربوهیدرات‌ها و به‌دنبال آن کاهش ماندگاری گل‌های ورد می‌گردد (۳۴). نتایج پژوهش‌های ساداسیوایه و هالی (۳۶) نشان داد که استفاده از نیتروژن آمونیومی به عنوان منبع نیتروژنی سبب افزایش عملکرد گل بریدنی ورد گردید.

جدول ۶. تجزیه واریانس نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر شدت فتوسنتز گل رز رقم دولس‌ویتا در شرایط کشت بدون خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارایی سلول‌های مزوفیل	کارایی مصرف آب	فتوسنتز	هدایت روزنه‌ای	تبخیر و تعرق	دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای
تکرار	۲	۰/۰۲	۰/۵۰۷	۱۷/۵۵۸	۰/۰۰۸	۰/۷۱۹	۳۰۴
تیمار	۶	۰/۰۳۲**	۲/۴۶۵**	۲۸/۲۵۹**	۰/۰۰۵^{ns}	۱/۳۹۱**	۳۱۶۱/۳۸۱**
خطا	۱۲	۰/۰۰۶	۰/۱۶۵	۵/۱۸۷	۰/۰۰۲	۰/۱۸۹	۴۷۷/۶۶۷
ضریب تغییرات (٪)		۲۳/۰۷	۱۹/۳۳	۲۲/۲۸	۱۷/۳۵	۸/۸۳	۶/۸۷

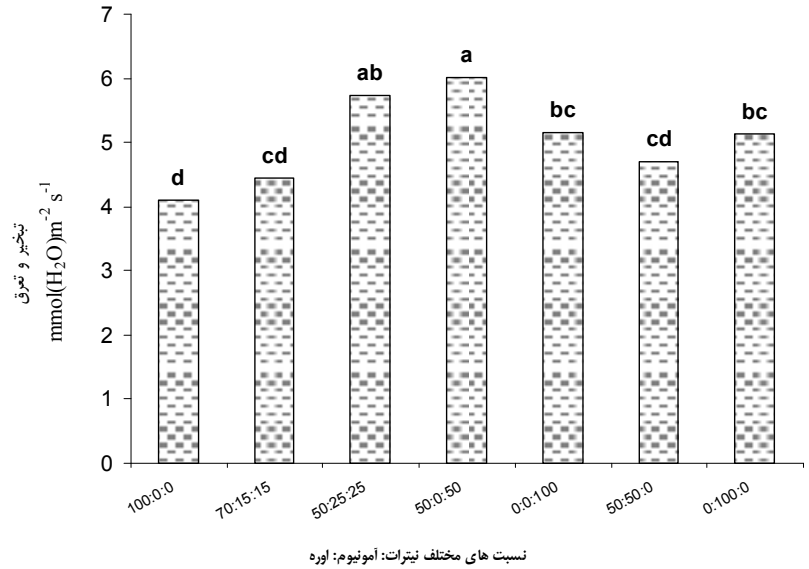
** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و بدون اختلاف معنی‌دار



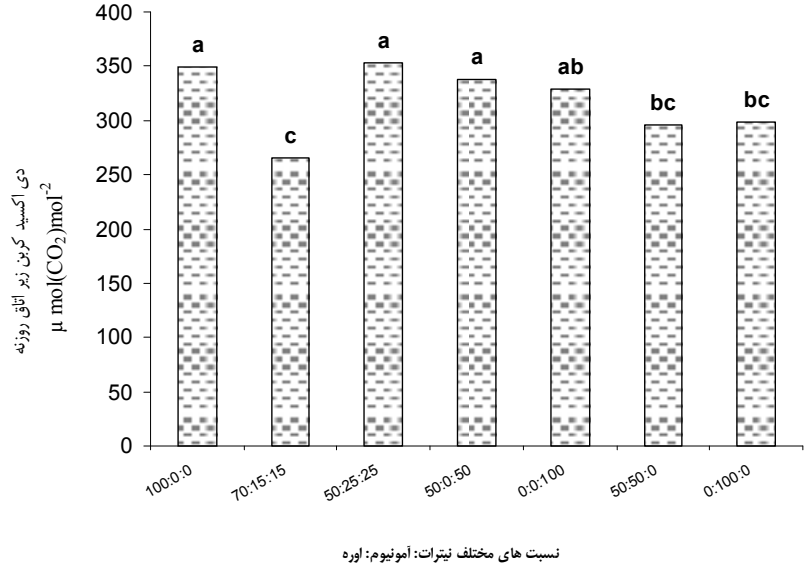
شکل ۱. اثر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر میزان فتوسنتز برگ گل ورد رقم دولس‌ویتا در کشت هیدروپونیک

تأثیر نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر شدت فتوسنتز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد که نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر صفاتی از قبیل شدت فتوسنتز، تبخیر و تعرق، کارایی مصرف آب و کارایی سلول‌های مزوفیل برگ تأثیر معنی‌داری داشت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی، شدت فتوسنتز کاهش می‌یابد. به طوری که با افزایش میزان آمونیوم و اوره از صفر به ۱۰۰٪، شدت فتوسنتز به شدت کاهش می‌یابد. بیشترین شدت فتوسنتز در تیمارهای ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیترات مشاهده گردید و هر چه از میزان نیترات کم و به میزان آمونیوم اضافه شد، شدت فتوسنتز نیز کاهش یافت. کمترین شدت فتوسنتز در تیمارهای ۰-۱۰۰-۰، ۰-۰-۱۰۰، ۰-۵۰-۵۰ و ۲۵-۲۵-۵۰ اوره:آمونیوم:نیترات مشاهده گردید. زمانی که میزان نیترات در محلول غذایی به کمتر از ۷۰٪ میزان آمونیوم و اوره به بیش از ۱۵٪ در محلول غذایی کاهش یابد شدت فتوسنتز به طور چشمگیری کاهش می‌یابد (شکل ۱). با افزایش میزان اوره و آمونیوم به میزان ۲۵ تا ۵۰ درصد در محلول غذایی، میزان تبخیر و تعرق برگ افزایش بیشتری نسبت به تیمار ۷۰ تا ۱۰۰ درصد نیترات در محلول غذایی پیدا نمود. به طوری که بیشترین تبخیر و تعرق در نسبت‌های ۵۰-۰-۵۰ و ۲۵-۲۵-۵۰ اوره:آمونیوم:نیترات و کمترین آن در تیمارهای ۰-۰-۱۰۰ و ۱۵-۱۵-۷۰ اوره:آمونیوم:نیترات به دست آمد (شکل ۲). با کاهش میزان نیترات از ۱۰۰ به ۵۰ و افزایش آمونیوم و اوره از صفر به ۲۵٪، میزان دی‌اکسید کربن



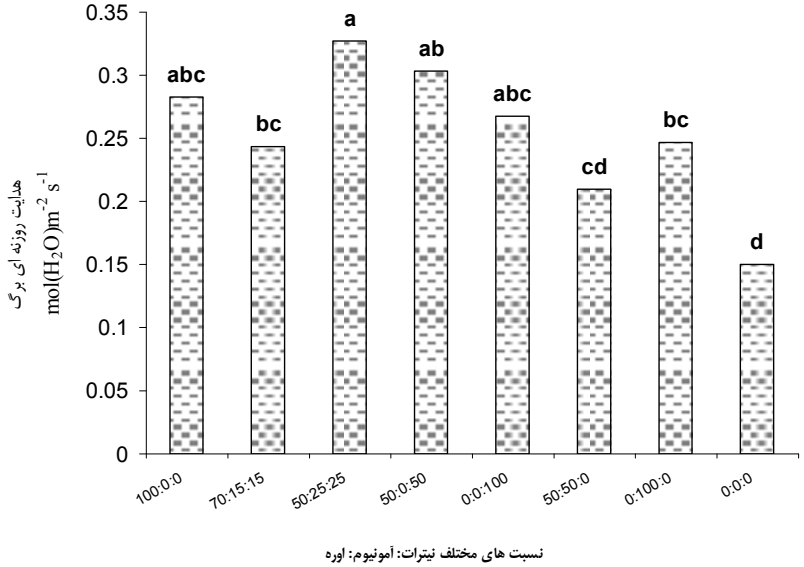
شکل ۲. اثر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر میزان تبخیر و تعرق برگ گل ورد رقم دولس‌ویتا در کشت هیدروپونیک



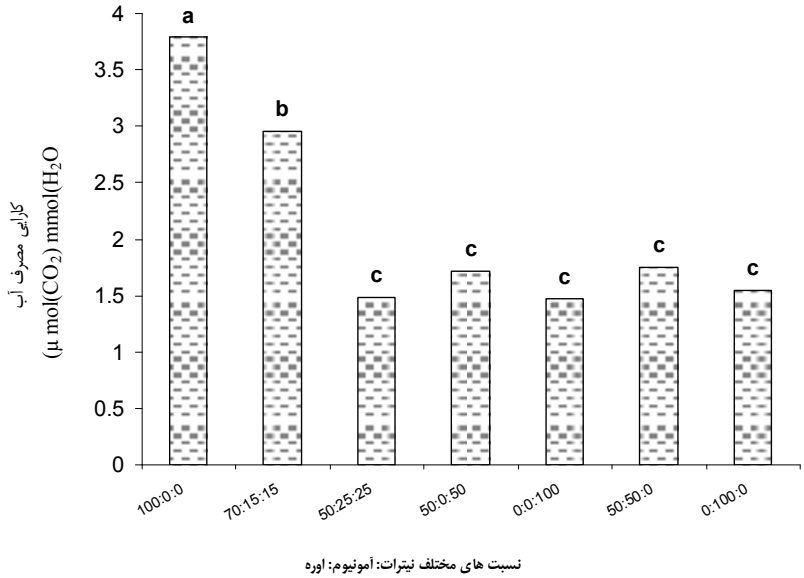
شکل ۳. اثر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر میزان دی‌اکسید کربن زیر اتاق روزنه برگ گل ورد رقم دولس‌ویتا در کشت هیدروپونیک

زیر اتاق روزنه افزایش پیدا کرد و زمانی که میزان آمونیوم به بیش از ۲۵٪ در محلول غذایی افزایش یافت میزان دی اکسید کربن زیر اتاق روزنه کاهش یافت (شکل ۳).

میزان هدایت روزنه‌ای برگ نیز تحت تأثیر نسبت اوره: آمونیوم: نیترات قرار گرفت. به طوری که با افزایش میزان آمونیوم و اوره به ۲۵٪ در محلول غذایی، میزان هدایت روزنه‌ای برگ افزایش یافت (شکل ۴). با افزایش آمونیوم در محلول غذایی، کارایی مصرف آب و کارایی سلول‌های مزوفیل روزنه روند کاهشی را نشان داد. به‌طوری که بیشترین میزان کارایی مصرف آب در تیمار ۰-۰-۱۰۰ اوره: آمونیوم: نیترات و کمترین

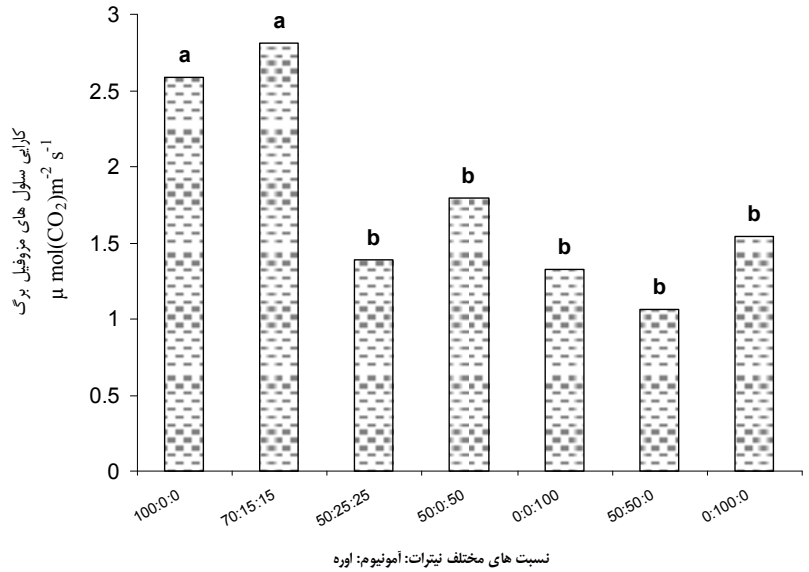


شکل ۴. اثر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر میزان هدایت روزنه‌ای برگ گل ورد رقم دولس‌ویتا در کشت هیدروپونیک



شکل ۵. اثر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر میزان کارایی مصرف آب گل ورد رقم دولس‌ویتا در کشت هیدروپونیک

آن در برگ گیاهانی که با محلول‌های غذایی حاوی ۲۵٪ و بیشتر آمونیوم و اوره تغذیه شده بودند به‌دست آمد (شکل‌های ۵ و ۶). احیای نیترات در درون سیتوپلاسم و کلروپلاست باعث افزایش pH شده که برای فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی، به ویژه آنزیم روبیسکو مناسب است (۱۰). در پژوهشی، یان و همکاران (۳۹) اثر نسبت نیترات: آمونیوم را بر شدت فتوسنتز گیاه وسمه (*Isatis indigotica*) بررسی کردند که بیشترین و کمترین شدت فتوسنتز خالص در گیاه به‌ترتیب در تیمارهای ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ نیترات: آمونیوم مشاهده گردید و در نهایت گزارش نمودند که افزایش نیترات باعث افزایش فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز، گلوتامین سینتاز و فتوسنتز خالص گردید. همچنین، یان و همکاران (۴۱) نشان دادند که بیشترین شدت فتوسنتز خالص



شکل ۶. اثر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر میزان کارایی سلول‌های مزوفیل برگ گل ورد رقم دولس‌ویتا در کشت هیدروپونیک

در نسبت ۲۵:۷۵ آمونیوم: نیترات در گیاه *Prunella vulgaris* مشاهده گردید. میزان هدایت روزنه‌ای برگ آفتابگردان در گیاهان تغذیه شده با نیترات در شرایط غیرشور بیشتر از گیاهانی بود که با آمونیوم تغذیه شده بودند (۱۳).

اگرچه کاهش فتوسنتز و تبادلات گازی و تولید ماده خشک در هر گیاه ممکن است بر اثر کاهش سطح برگ گیاهان تغذیه شده با آمونیوم در مقایسه با نیترات باشد، ولی کاهش یا افزایش مقدار فتوسنتز بستگی به گونه و پ- هاش محلول غذایی دارد (۶). طباطبایی و همکاران (۳۸) گزارش نمودند که با افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی، شدت فتوسنتز کاهش یافت. به نظر می‌رسد با افزایش نسبت آمونیوم از میزان تنفس و شدت تعرق کاسته می‌شود که این امر احتمالاً ابتدا ناشی از تجمع آمونیوم در برگ و نقش بازدارندگی این یون بر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز باشد (۲۷). از طرف دیگر، در صورت استفاده از آمونیوم به عنوان شکل نیتروژن، مواد فتوسنتزی ساخته شده در قسمت‌های هوایی صرف ساختن اسیدهای آمینه با وزن مولکولی کم می‌شود. تجمع این مواد حالت بازدارندگی بر فتوسنتز برجای می‌گذارند (۳۲). همچنین وجود غلظت زیاد آمونیوم در محیط رشد باعث کاهش غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌شود و در این میان پتاسیم و منیزیم نقش مهمی در فتوسنتز داشته و کاهش آنها باعث کاهش کارآیی میتوکندری و کلروپلاست می‌شود (۳۱). برخی پژوهشگران تفاوت بین شدت فتوسنتز گیاهان در تغذیه با آمونیوم و نیترات را ناشی از تأثیر شکل نیتروژن بر فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی می‌دانند. کلاوسن و لنز (۲۱) گزارش نمودند که با کاربرد آمونیوم به عنوان تنها منبع تأمین نیتروژن در محلول غذایی، شدت فتوسنتز خالص و وزن خشک توت‌فرنگی کاهش یافت. بیشترین وزن تر و خشک، سطح برگ، مقدار آب نسبی، شدت فتوسنتز، شدت تعرق و میزان پتاسیم در برگ در صورت کاربرد نسبت نیترات به آمونیوم ۵۰:۵۰ در شرایط غیرشور به دست آمد (۲).

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات آقایان دکتر رضا امیری استادیار گروه اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج، روزعلی دروگر مدیر فنی شرکت رز دنا، مهندس قشلاقی، مهندس مهدی دستیاران و مهندس مختار وفا اصل مدیر آزمایشگاه شرکت دشت ناز گلشن به‌خاطر همکاری در اجرای طرح تقدیر می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. بابالار، م. و ا. احمدی. ۱۳۷۶. اثر تغذیه مقادیر با نسبت‌های مختلف $N\text{-}NH_4$ و $N\text{-}NO_3$ بر رشد واندازه عناصر پرمصرف نهال‌های سیب رقم گلدن دلیشس پیوند شده روی پایه مالینگ ۹. علوم کشاورزی ایران ۲۸(۴): ۳۱-۴۰.

۲. بای‌بوردی، ا.، س.ج. طباطبایی و ع. احمد اف. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر میزان فتوسنتز، تنفس و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط شور. پژوهش‌های زراعی ایران ۸(۶): ۹۷۵-۹۸۲.

۳. تقوی، ت. ۱۳۸۳. اثر نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم و سطوح مختلف آهن و بر روی کیفیت و کمیت میوه توت‌فرنگی و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز. رساله دکتری رشته علوم باغبانی، دانشگاه تهران، ۲۴۹ ص.

۴. حقیقت افشار، م.، م. بابالار، ع. کاشی، ع. عبادی و م.ع. عسگری. ۱۳۸۵. اثر نسبت‌های متفاوت آمونیوم به نیترات بر رشد و عملکرد چند رقم توت‌فرنگی(*Fragaria ananassa* Duch) . علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی) ۱۰(۳): ۳۲۱-۳۲۴.

۵. خندان میرکوهی، ع.، م. بابالار، ر. نادری و م.ع. عسگری. ۱۳۸۶. تأثیر نسبت متفاوت نیتروژن آمونیومی و نیتراتی بر تولید گل شاخه بریدنی ورد رقم وارلون. علوم و فنون باغبانی ایران ۸(۳): ۱۳۹-۱۴۸.

۶. سید لر فاطمی، ل .، س.ج. طباطبایی و ع. تهرانی‌فر. ۱۳۸۵. اثر نسبت‌های مختلف NO_3^-:NH_4^+ بر رشد و عملکرد توت‌فرنگی در شرایط آبکشتی. علوم خاک و آب ۲۰(۱): ۴۳-۵۳.

۷. عشقی، س. و ع. تفضلی. ۱۳۸۵. تغییرهای فتوسنتز و رشد رویشی در دوره گل‌انگیزی توت‌فرنگی رقم کردستان. علوم و فنون باغبانی ایران ۷(۱): ۳۳-۴۴.

۸. کلاته جاری، س.، ا. خلیقی، ف. مرادی و م.ر. فتاحی مقدم. ۱۳۸۷. اثرهای نیترات کلسیم و کلرید کلسیم بر کیفیت و عمر گلجایی ورد رقم رد گانت. علوم و فنون باغبانی ایران ۹(۳): ۱۶۳-۱۷۶.

۹. کیانی، ش.، م.ج. ملکوتی، س.ج. طباطبایی و م. کافی. ۱۳۸۸. تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر رشد، غلظت عناصر غذایی و کیفیت گل رز. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۳(۱): ۲۳-۳۳.

۱۰.مارشنر، ه. ۲۰۰۱. تغذیه گیاهان عالی (جلد اول). ترجمه خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده، ۱۳۸۰، انتشارات دانشگاه شیراز، ۴۸۰ ص.

۱۱.نجفی، ن.، م. پارسازاده، س.ج. طباطبایی و ش. اوستان. ۱۳۸۹. تأثیر pH و نسبت نیترات به آمونیوم محلول غذایی بر ویژگی‌های رشد و عملکرد اسفناج. تحقیقات آب و خاک ایران ۴۱(۲): ۲۷۳-۲۸۲.

12. Agbaria, H., B. Heuer and N. Zieslin. 1996. Shoot-root interaction effects on nitrate reductase and glutamine synthetase activities in rose (*Rosa hybrida* cv. Ilseta and cv. Mercedes) graftlings. J. Plant Physiol. 149: 559-563.
13. Ashraf, M. 1999. Interactive effect of salt (NaCl) and nitrogen form on growth, water relations and photosynthetic capacity of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Ann. Appl. Biol. 135(2): 509-513.
14. Assimakopolou, A. 2006. Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reduction activity of spinach in nutrient solution culture. Sci. Hort. 110: 21-29.
15. Bar-Yosef, B., N.S. Mahson and H.J. Lieth. 2009. Effect of NH_4: NO_3: urea ratio on cut roses yield, leaf nutrition content and proton efflux by roots in closed hydroponic system. Sci. Hort. 122: 610-619.
16. Bybordi, A. 2010. Influence of NO_3: NH_4 ratios and silicon on growth, nitrate reductase activity and fatty acid composition of canola under saline conditions. Afric. J. Agric. Res. 5(15): 1984-1992.
17. Bybordi, A. 2012. Effect of ammonium/nitrate nitrogen ratio on photosynthesis, respiration and some vegetative traits of canola grown under salinity stress. J. Food, Agric. Environ. 10(1): 372-375.
18. Cabrera, R.I. 2001. Effect of NaCl salinity and nitrogen fertilizer formulation on yield and nutrient status of roses. Acta Hort. 547: 255-260.

19. Cabrera, R.I., R.Y. Evans and J.L. Paul. 1995. The uptake of nitrate and ammonium by greenhouse roses. Acta Hort. 424: 53-58.
20. Claussen, W. and F. Lenz. 1999. Effect of ammonium and nitrate nutrition on net photosynthesis, growth and activity of the enzyme nitrate reductase and glutamine synthetase in blueberry, raspberry and strawberry. Plant Soil 208(1): 95-102.
21. Errebhi, M. and G.E. Wilcox. 1990. Plant species response to ammonium-nitrate concentration ratios. J. Plant Nutr. 13: 1017-1029.
22. Feigin, A., C. Ginzburg, S. Gilead and A. Ackerman. 1986. Effect of NH_4/NO_3 ratio in nutrition solution on growth and yield of greenhouse roses. Acta Hort. 189: 127-135.
23. Flores, P., F.M. Delamor, M. Carvajal, J.M. Navaro, A. Celda and V. Martinez. 2001. Vegetative growth, nutritional status and yield of tomato plants grown under salinity conditions and different NO_3: NH_4 ratios. Acta Hort. 559: 359-364.
24. Ganmore-Neumann, R. and U. Kafkafi. 1980. Root temperature and percentage NO_3: NH_4 effect on tomato plant development: Morphology and growth. Agron. J. 73: 45-51.
25. Hartman, P.L., H.A. Mills and J.B. Jones, Jr 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.
26. 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.
27. Jalloh, M.A., J. Chen, F. Zhen and G. Zhang. 2009. Effect of different N fertilizer forms on antioxidant capacity and grain yield of rice growing under Cu stress. J. Hazard. Mater. 162: 1081-1085.
28. Kant, S., P. Kant, H. Lips and S. Barak. 2007. Partial substitution of NO_3^- by NH_4^+ fertilization increases ammonium assimilation enzyme activities and reduces the deleterious effects of salinity on the growth of barley. J. Plant Physiol. 164: 303-311.
29. 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.
30. Machlis, L. and J.G. Torrey. 1956. Plants in Action. A laboratory manual of plant physiology, W.H. Freeman and Co.
31. Mannervik, B. and C. Gutenberg. 1981. Glutathione transferase (*human placenta*). Methods Enzymol. 77: 231-235.
32. Misra, N. and A.K. Gupta. 2006. Effect of salinity and different nitrogen sources on the activity of antioxidant enzymes and indole alkaloid content in Catharantus roseus seedlings. J. Plant Physiol. 163: 11-18.
33. Norisada, M. and K. Kojima. 2005. Nitrogen form preference of six dipterocarp species. For. Ecol. Manage. 216: 175-186.
34. Raab, T.K. and N. Terry. 1995. Carbon, nitrogen and nutrient interaction in *Beta vulgaris* L. as influenced by nitrogen source, NO_3^- versus NH_4^+. Plant Physiol. 107: 575-584.
35. Rothstein, D.E. and B.M. Cregg. 2005. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiological performance of Fraser fir (*Abies fraseri*). Forest Ecol. Manage. 219(1): 69-80.
36. Sadasivaiah, S.P. and W.D. Holley. 1973. Ion balance in nutrition of greenhouse roses. Roses Inc. Bull. (Suppl.), pp. 1-27.
37. Starkey, K.R. and A.R. Pedersen. 1997. Increased levels of calcium in the nutrient solution improve the postharvest life of potted roses. J. Am. Soc. Hort. Sci. 122: 863-868.
38. Tabatabaei, S.J., M. Yusefi and J. Hajiloo. 2008. Effects of shading and NO_3: NH_4 ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. Sci Hort. 116(3): 264-272.
39. Yan, F., K. Wang, Q. Luo and C. Luo. 2009. Effects of N/NH_4^+ -N/NO_3^- ratio in applied supplementary fertilizer on nitrogen metabolism, photosynthesis and growth of Isatis indigotica. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi 34(16): 2039-2042.
40. Yoon, H.S., Y.H. Hwang, C.G. An, J.S. Shim, H.J. Hwang and H.Y. Shin. 2009. Effect of NH_4^+ to NO_3^- ratio on growth, yield and albinism disorder of strawberry. Acta Hort. 842.
41. Yu, M., L. Liu, Q. Guo, Q. Yao, N. Zhao and Y. Chen. 2011. Influence of nitrogen forms ratio on growth and photosynthetic characteristics in *Prunella vulgaris*. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi 36(5): 530-534.
42. Woodson, W.R. and J.W. Boodley. 1982. Effect of nitrogen form and potassium concentration on growth, flowering and nitrogen utilization of greenhouse roses. J. Am. Soc. Hort. Sci. 107: 275-278.