تأثیر نسبت اوره: آمونیوم: نیترات محلول غذایی بر غلظت عناصر معدنی و عمر گل‌جایی گل ورد (*Rosa hybrid* L.) در کشت بدون خاک

مهدی حسینی فرهی[1*]، بهمن خلدبرین[2] و سعید عشقی[3]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۹)

چکیده

در نظام‌های کشت بدون خاک، نسبت نیتروژن کاربردی در محلول‌های غذایی یکی از عوامل مهم در تولید گل ورد به شمار می‌آید. به‌منظور بررسی نسبت‌های منابع مختلف نیتروژن کاربردی برغلظت عناصر معدنی و عمرگل‌جایی گل ورد، آزمایشی در قالب طرح بلوک-های 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)، با سه تکرار و دو مشاهده در هر تکرار در یک گلخانه تجاری پرورش گل ورد در شهر یاسوج انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش آمونیوم و اوره در محلول غذایی، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌شدت کاهش یافت. کمترین غلظت کلسیم در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی نسبت ۰:۱۰۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات مشاهده گردید. با افزایش نسبت نیترات در محلول غذایی، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم افزایش یافت. غلظت آهن، روی و مس با افزایش میزان اوره و آمونیوم در محلول‌های غذایی کاهش شدیدی را نشان داد؛ ولی با افزایش نسبت نیترات در محلول غذایی افزایش یافت. هم‌چنین، با افزایش میزان اوره در محلول غذایی، عمر گل‌جایی کاهش یافت. به‌طوری‌که کمترین عمر گل‌جایی در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی ۱۰۰% اوره به مقدار ۱۱/۱ روز مشاهده گردید. بیشترین عمر گل‌جایی در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی نسبت ۵۰:۲۵:۲۵ اوره: آمونیوم: نیترات به مقدار ۱۷/۶ روز مشاهده گردید. به‌طورکلی، نتایج این پژوهش نشان داد که نسبت ۷۰:۱۵:۱۵ و ۵۰:۲۵:۲۵ اوره: آمونیوم: نیترات جهت بهبود کمیت و کیفیت گل ورد در نظام کشت بدون خاک مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کلسیم، نیتروژن، عناصر کم‌مصرف، عناصر پرمصرف

مقدمه

تغذیه مناسب و متعادل یکی از عوامل مؤثر در افزایش کمی و کیفی تولید گل ورد می‌باشد. نوع منبع و میزان نیتروژن در محلول غذایی یکی از مهم‌ترین عوامل تغذیه‌ای است که رشد گیاه را از جنبه‌های مختلف در کشت‌های بدون خاک تحت تأثیر قرار می‌دهد. تنظیم دقیق نسبت‌های مناسب منابع نیتروژن در محلول غذایی در کشت‌های بدون خاک، نسبت به کشت‌های خاکی، از اهمیت بیشتری برخوردار است (۱۳ و ۱۹). گیاهان اغلب مخلوطی از نسبت آمونیوم به نیترات را به تغذیه با آمونیوم یا نیترات ترجیح می‌دهند (۹). نیترات و آمونیوم منابع عمده نیتروژن معدنی هستند که توسط ریشه گیاهان عالی جذب می‌شوند. پاسخ گیاه نسبت به تغذیه آمونیومی برحسب گونه، دما، شدت نور، پ- هاش و غلظت مواد غذایی در محیط تغییر می‌کند (۷).

۱ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، یاسوج، ایران

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات فارس، گروه زیست شناسی، فارس، ایران

۳. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.hosseini.farahi@gmail.com

نیترات و آمونیوم بر غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های ضروری مورد نیاز گیاه مؤثر می‌باشند و این بستگی به ارقام گیاه، اندام‌های مختلف آن و مقادیر متفاوت این آنیون‌ها و کاتیون‌ها دارد (۲). تغذیه آمونیومی بر ترکیب شیمیایی گیاه به‌طور متفاوتی نسبت به تغذیه نیتراتی تأثیر می‌گذارد (۱۴ و ۲۳). زمانی که ۷۵% یا بیشتر از کل مقدار نیتروژن در محلول غذایی شامل نیترات باشد، غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم افزایش می‌یابد. در حالی که با حضور آمونیوم، غلظت این سه کاتیون کاهش می‌یابد (۲۵). اختلاف در نسبت آمونیوم به نیترات باعث تغییر در غلظت سایر عناصر می‌شود (۱۱ و ۳۵). کاهش جذب پتاسیم و کلسیم در نسبت‌های بالای آمونیوم در محلول غذایی توسط بنی جمالی و بیات (۳) در گل رز و نجفی و همکاران (۱۰) در اسفناج گزارش شده است.

کاهش جذب کلسیم توسط گل رز به‌دلیل رقابت آمونیوم و پتاسیم با کلسیم توسط وودسون و بادلی (۳۸) گزارش شده است. براساس یافته‌های لورنزو و همکاران (۲۶) بالا بردن غلظت آمونیوم در محیط گل ورد، از جذب پتاسیم جلوگیری کرده است. در پژوهش نیلسن و استارکی (۳۱)، همبستگی منفی بین افزایش سطح آمونیوم و غلظت کلسیم در غنچه‌ها و گل‌های ورد گلدانی گزارش شده است. نتایج تحقیقات آسیماکوپولو (۱۴) نشان داد که افزایش پ- هاش محیط به‌علت مصرف نیتروژن به شکل نیترات، منجر به کاهش قابل توجه آهن، منگنز، روی و مس در اسفناج گردید. بابالار و احمدی (۲) در پژوهشی، با کاربرد پنج نوع محلول غذایی روی نهال‌های سیب رقم گلدن دلیشز پیوند شده روی پایه مالینگ ۹ که تفاوت آنها تنها در نسبت و مقادیر آمونیوم و نیترات بود، گزارش نمودند که نسبت مناسب آمونیوم به نیتروژن کل برای رشد بهینه گل ۲ به ۷ است. هم‌چنین، تغذیه گیاه سیب با مخلوطی از نیترات و آمونیوم، علاوه بر جذب آنیون‌ها و کاتیون‌ها، در انتقال و توزیع این عناصر به اندام‌های مختلف گیاه نقش اساسی دارد؛ به‌خصوص، وجود آمونیوم در محلول غذایی و یا محلول خاک سبب افزایش مقدار فسفر و توزیع متعادل کلسیم در گیاه شده است. نیلسن و استارکی (۳۱) گزارش نمودند که افزایش میزان کلسیم در محلول غذایی تنها در صورتی منجر به افزایش ماندگاری گل‌ها می‌گردد که غلظت آمونیوم در محلول غذایی کمتر از ۳/۵ میلی‌مولار باشد. به‌طوری‌که کاهش غلظت آمونیوم و افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی به‌عنوان یکی از راهبردهای کاربردی به‌منظور افزایش ماندگاری وردهای گلدانی و شاخه بریده عنوان شده است.

با توجه به اهمیت و نقش بسیار مهم کاربرد منبع نیتروژن در محلول غذایی کشت‌های بدون خاک، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر نسبت‌های مختلف نیترات: آمونیوم و اوره در محلول غذایی بر میزان جذب عناصر معدنی پرمصرف، کم‌مصرف و عمر گل‌جایی گل ورد رقم دولس ویتا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ابتدا بوته‌های ریشه‌دار شده گل ورد رقم دولس ویتا (*Rosa hybrid* cv Dolcvita) از یک تکثیرکننده تجاری (شرکت آریا فلات نگین یاسوج) تهیه و در گلدان‌های پلاستیکی با محیط کشت پرلیت و کوکوپیت به نسبت ۵۰:۵۰ در یک گلخانه تجاری گل ورد مربوط به شرکت رز دنا در شهر یاسوج کاشته شدند. بوته‌ها ابتدا چند روز با آب معمولی آبیاری شدند. برای تهیه محلول غذایی از محلول با غلظت ۵۰% هوگلند (۲۸)، با انجام برخی تغییرات، استفاده شد. تیمارها شامل هفت نوع محلول غذایی با نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات (۰:۱۰۰:۰، ۵۰:۵۰:۰، ۰:۰:۱۰۰، ۵۰:۰:۵۰، ۵۰:۲۵:۲۵، ۷۰:۱۵:۱۵ و ۰:۰:۱۰۰) بود. محلول غذایی طبق جدول ۱ در آزمایشگاه تهیه گردید و سپس آبیاری بوته‌ها با محلول غذایی شروع گردید. مواد شیمیایی جهت تهیه محلول‌های غذایی از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

سیستم آبکشت مورد استفاده در این پژوهش از نوع باز و با سیستم آبیاری قطره‌ای بود. برای تهیه محلول‌های غذایی از آب شهر استفاده شد که جزئیات آن در جدول ۲ ارائه شده است. میزان پ- هاش محلول غذایی با دستگاه پ- هاش‌متر

جدول ۱. عناصر غذایی مورد استفاده جهت اجرای تیمارها (۲۸)

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	$Mn\ Cl_2\ 4H_2O$	1.81 g/lit
1M KH_2PO_4	1 ml/lit	$Zn\ Cl_2$	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	$Na_2\ MoO_4\ 2H_2O$	0.025 g/lit
1M $CaCl_2$	5 ml/lit		
1M KCl	5 ml/lit		

جدول ۲. مشخصات آب مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی	pH	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
(dS/m)		(میلی‌اکی‌والان در لیتر)					
۰/۳۸	۷/۳	۰	۴	۰/۵	۱	۳/۳	۲/۷

(pH meter, AALSMEER- Holland) در حد ۶±۰/۵ تنظیم گردید. محلول غذایی هر تیمار به‌صورت جداگانه درظروف ۲۰ لیتری آماده و آبیاری گلدان‌ها روزانه و هر بار ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول به هر گلدان در دو نوبت انجام شد. عملیات داشت از قبیل هرس، مبارزه با آفات، بیماری‌ها و بندیگ شاخه‌ها طبق شرایط گلخانه در طول دوره رشد انجام گردید. سیستم سرمایشی از نوع پوشال و پنکه بود. میانگین دمای گلخانه در طول روز ۴±۲۴ و در شب ۲±۱۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۴۰-۶۰ درصد بود.

اندازه‌گیری مواد معدنی در برگ

برای این منظور، نمونه‌هایی از برگ گیاهان تیمار شده جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. ابتدا نمونه‌ها با محلول ۰/۱ نرمال اسید کلریدریک شستشو و مجدداً با آب مقطر شسته شدند و در دمای ۸۰ درجه سلسیوس برای ۴۸ ساعت خشک کرده و به‌صورت پودر درآمده و در **خشک کن** در دمای ۶۰ درجه سلسیوس تا زمان اندازه‌گیری نگهداری گردیدند. عصاره‌گیری با روش هضم‌تر و تعیین غلظت نیتروژن به‌وسیله روش کجلدال، فسفر به‌روش اولسن، پتاسیم به روش فلیم‌فتومتر، کلسیم، روی، آهن و مس با دستگاه جذب اتمی مدل Atomic-Absorption-Spectrometer FMD4 ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد (۱).

عمر گل‌جایی

جهت اندازه‌گیری عمر گل‌جایی، از هر تیمار تعداد ٦ شاخه گل برداشت شده، سریعاً به آزمایشگاه منتقل و درون گلدان‌های شیشه‌ای محتوی آب قرار داده شدند. عمر گل‌جایی پس از برداشت گل‌ها با ایجاد نشانه‌هایی از جمله گردن‌کج، پیرشدن گلبرگ‌ها، برگشتن کامل گلبرگ‌ها به سمت خارج و تغییر رنگ و ریزش آنها، که منجر به کاهش جذابیت و بازارپسندی گل می‌شود، اندازه‌گیری شد (۲۲).

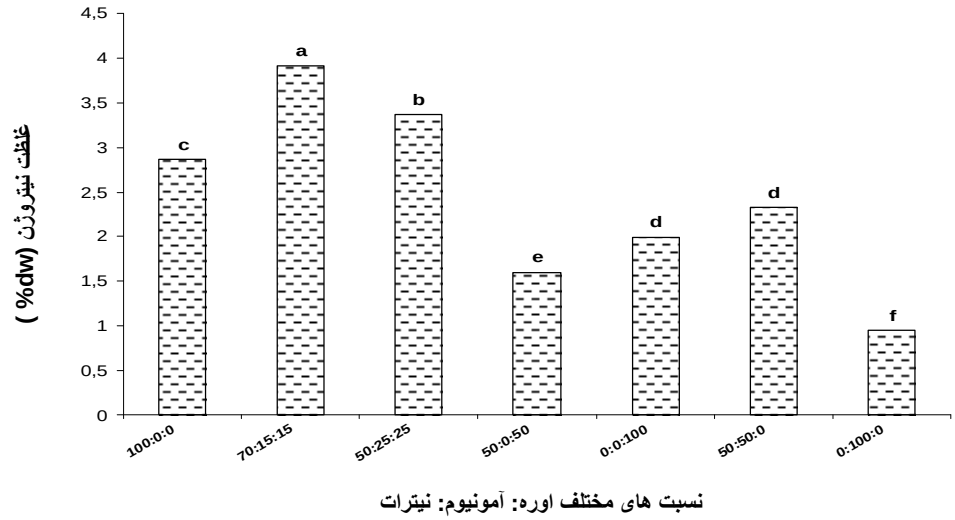
تحلیل آماری

طرح آماری مورد استفاده به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با

جدول ۳. آنالیز واریانس اثر نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر غلظت برخی عناصر پرمصرف، کم‌مصرف و عمر گل‌جایی گل ورد رقم دولس ویتا در کشت بدون خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	مس	آهن	روی	عمر گل‌جایی
تکرار	۲	۰/۰۰۴	۳۱۲/۶۶	۰/۰۸۲	۸/۱۷	۴۶/۲۲	۱۹۷/۲۵	۲۷۰/۰۳	۵/۱۹
تیمار	۷	۳/۱۹۶**	۳۸۹۶۳/۴۳**	۱/۴۰۸**	۳۹۹/۴**	۳۷۶/۸۱**	۱۱۱۵۲/۲۱**	۲۲۴۰/۷۸۲**	۱۲/۰۹۵*
خطا	۱۴	۰/۰۴۷	۸۸۴/۵۷	۰/۰۲۸	۱۲/۱۶	۵۶/۵۲	۱۰۵/۹	۴۵/۰۹	۳/۱۰۷
(CV، %)		۹/۴۶	۸/۰۳	۹	۱۵/۰۶	۲۱/۱۳	۱۱/۹۹	۱۳/۷۷	۱۲/۳۲

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱% و ۵%



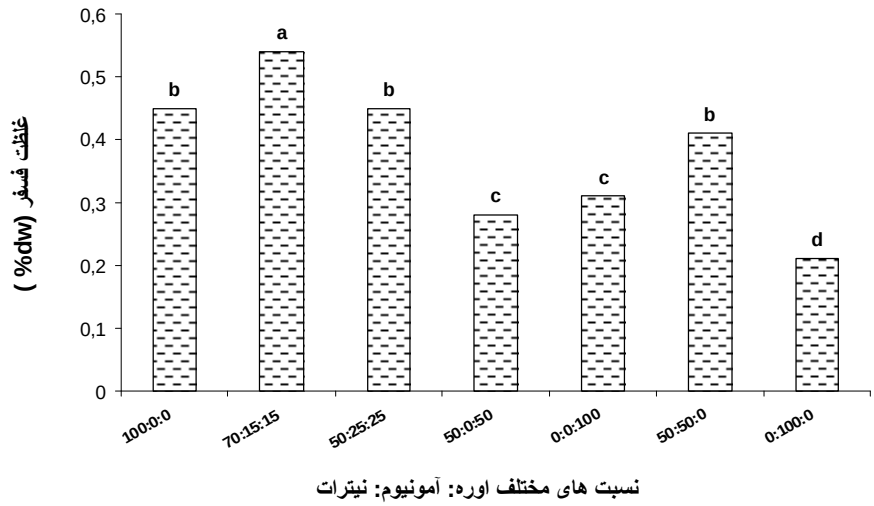
شکل ۱. تأثیر نسبت های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر غلظت نیتروژن برگ گل ورد

هفت تیمار، سه تکرار و دو مشاهده در هر تکرار بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C، مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

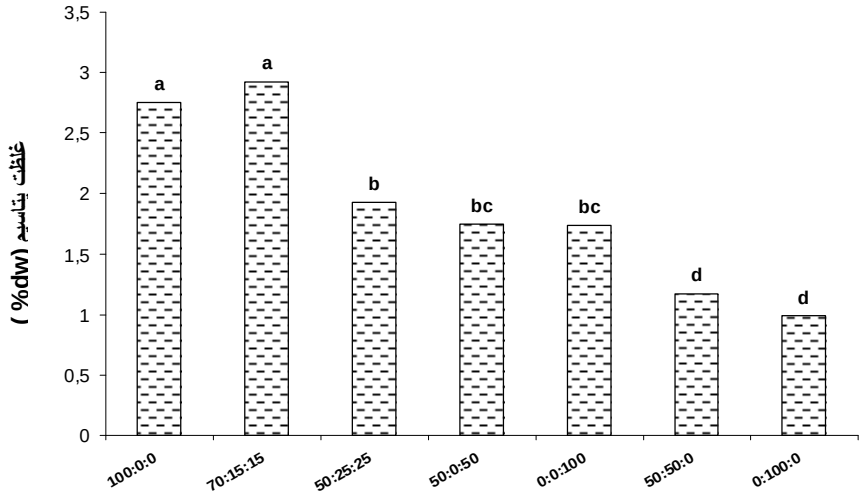
نتایج

اثر تیمارها بر غلظت برخی عناصر پرمصرف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ در سطح احتمال ۱% معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های ارائه شده در شکل‌های ۱ تا ٤ نشان می‌دهد که با افزایش آمونیوم در محلول غذایی، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم کاهش یافته است. بیشترین و کمترین غلظت نیتروژن (به‌ترتیب ۳/۹۱ و ۰/۹۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌گرم ماده خشک برگ) به‌ترتیب در تیمارهای ۷۰:۱۵:۱۵ و ۰:۱۰۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات در مقایسه با سایر تیمارها به‌دست آمد (شکل ۱). داده‌های ارائه شده در شکل ۲ نشان می‌دهد که با افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی، غلظت فسفر حدود ۲/۵ برابر کاهش یافته است. بیشترین و کمترین غلظت فسفر برگ در گیاهان تغذیه شده با نسبت‌های ۷۰:۱۵:۱۵ و ۰:۱۰۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات (به‌ترتیب ۰/۵٤۷ و ۰/۲۳۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک) در مقایسه



شکل ۲. تأثیر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر غلظت فسفر در برگ گل ورد

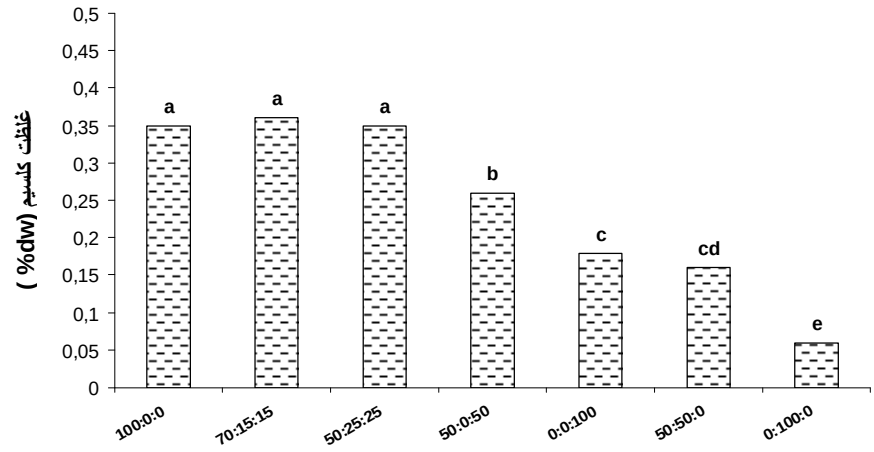


شکل ۳. تأثیر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر غلظت پتاسیم در برگ گل ورد

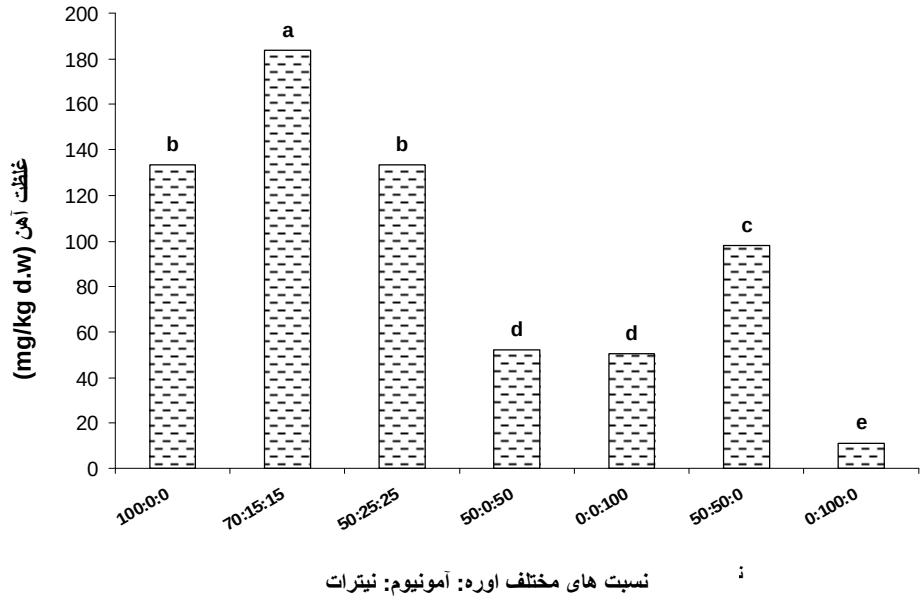
با سایر نسبت‌ها به‌دست آمد.

جذب پتاسیم در برگ تحت تأثیر نسبت‌های مختلف نیتروژن در محلول غذایی رفتار متفاوتی را نشان داد. نتایج ارائه شده در شکل ۳ نشان می‌دهد که با افزایش آمونیوم به نسبت ۱۰۰% در محلول غذایی، میزان جذب پتاسیم حدود ۲/۹٤ برابر کاهش یافت.

به‌طوری‌که بیشترین غلظت پتاسیم برگ در گیاهان تغذیه شده با محلول‌های غذایی حاوی ۷۰:۱۵:۱۵ و ۰:۰:۱۰۰ اوره: آمونیوم: نیترات به‌ترتیب به میزان ۲/۹۲ و ۲/۷۵ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک در مقایسه با سایر نسبت‌ها به‌دست آمد. هم‌چنین، کمترین غلظت پتاسیم برگ به‌ترتیب در گیاهان تغذیه شده با نسبت‌های ۰:۵۰:۵۰ و ۰:۱۰۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات به‌ترتیب به مقدار ۱/۱۷ و ۰/۹۹ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک مشاهده گردید.



شکل ۴. تأثیر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر غلظت کلسیم در برگ گل ورد

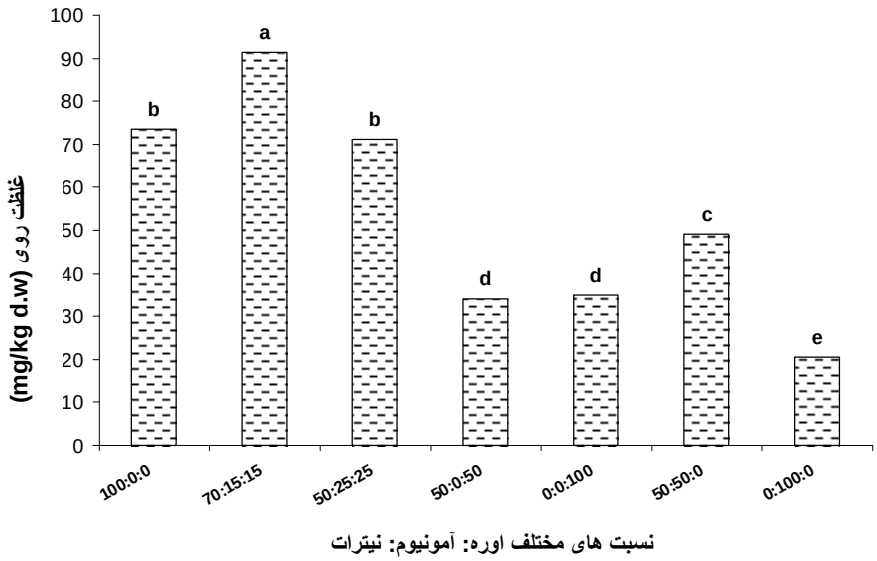


شکل ۵. تأثیر نسبت‌های مختلف اوره:آمونیوم: نیترات بر غلظت آهن در برگ گل ورد

در این پژوهش، با افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی به نسبت ۱۰۰%، غلظت کلسیم حدود ۵/۱۸ برابر کاهش یافت. به‌طوری‌که بیشترین غلظت کلسیم برگ در گیاهان تغذیه شده با نسبت‌های ۷۰:۱۵:۱۵ و ۱۰۰:۰:۰ و ۵۰:۲۵:۲۵ اوره: آمونیوم: نیترات به‌ترتیب با مقادیر ۰/۳۶، ۰/۳۵ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک به‌دست آمد. کمترین میزان غلظت کلسیم در تیمار ۰:۱۰۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات به میزان ۰/۰۶۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک مشاهده گردید (شکل ٤).

تأثیر تیمارها بر غلظت برخی عناصر کم‌مصرف در برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که گیاهان تیمار شده با نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات تفاوت معنی‌داری از نظر غلظت آهن، مس و روی داشتند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش میزان آمونیوم به مقدار ۱۰۰% در محلول غذایی، غلظت آهن حدود ۱٦/٦ برابر در مقایسه با گیاهان تیمار شده با نسبت‌های بالای نیترات کاهش پیدا کرد. به‌طوری‌که



شکل ۶. تأثیر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر غلظت روی در برگ گل ورد

بیشترین و کمترین غلظت آهن برگ در گیاهان تغذیه شده با نسبت‌های ۷۰:۱۵:۱۵ و ۰:۱۰۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات به‌ترتیب با ۱۸۳/۸ و ۱۱/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک به‌دست آمد (شکل ۵). با افزایش نیترات در محلول غذایی به میزان ۷۰%، میزان روی در برگ حدود ٤/٤٦ برابر در مقایسه با گیاهان تیمار شده با نسبت ۰:۱۰۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات افزایش یافت. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین غلظت روی در برگ به‌ترتیب در تیمارهای ۷۰:۱۵:۱۵ و ۰:۱۰۰:۰ به‌ترتیب با میزان ۹۱/٤۷ و ۲۰/٤۷ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک به‌دست آمد (شکل ٦).

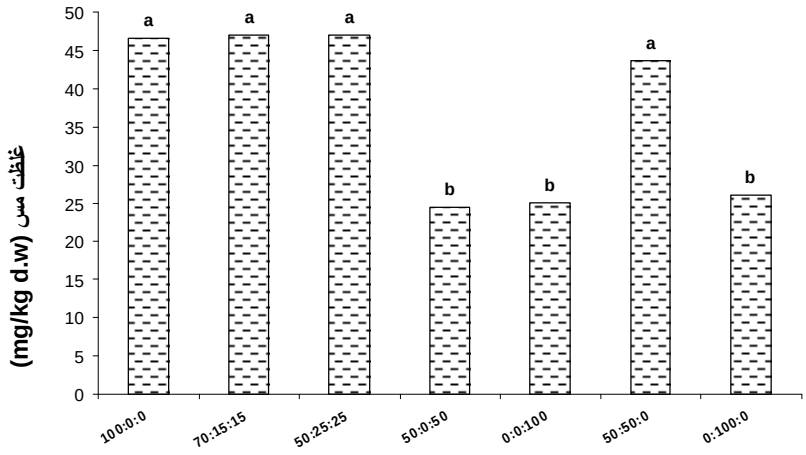
غلظت مس در برگ گیاهان تغذیه شده با نسبت‌های بالای ۵۰% نیترات میزان بیشتری را نسبت به گیاهان تغذیه شده با سایر نسبت‌ها نشان داد. نتایج این پژوهش نشان داد که حداکثر غلظت مس در نسبت‌های ۷۰:۱۵:۱۵، ۱۰۰:۰:۰، ۵۰:۲۵:۲۵ و ۵۰:۵۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات به‌ترتیب با مقدار ٤۷، ٤٦/۹۳، ٤٦/۵ و ٤۳/٦۳ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک به‌دست آمد. کمترین غلظت مس در تیمار ۰:۱۰۰:۰، ۰:۰:۱۰۰، ۵۰:۰:۵۰، ۱۰۰:۰:۰ اوره: آمونیوم: نیترات به‌دست آمد (شکل ۷).

تأثیر تیمارها بر عمر گل‌جایی گل ورد

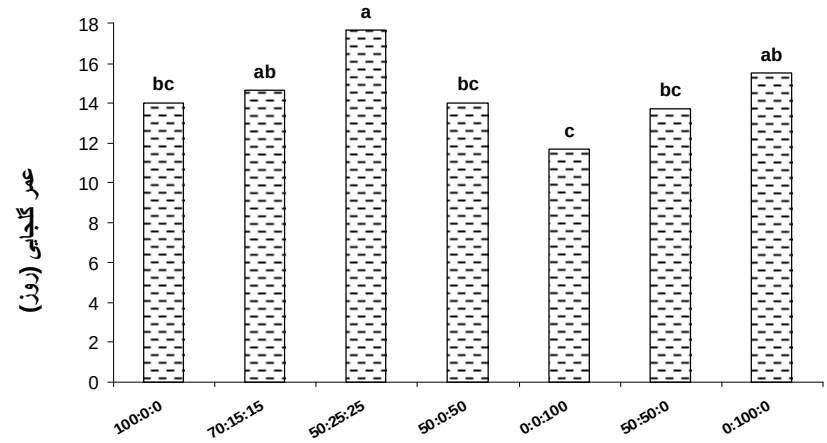
نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که نسبت اوره: آمونیوم: نیترات بر عمر گل‌جایی تأثیر معنی‌داری دارد. مقایسه میانگین‌های ارائه شده در شکل ۸ نشان می‌دهد که نسبت‌های مختلف نیتروژن در محلول غذایی بر عمر گل‌جایی گل ورد تأثیر به‌سزایی دارد. به‌طوری‌که با کاهش میزان نیترات از ۱۰۰ به ۵۰ درصد، عمر گل‌جایی افزایش پیدا کرد. کمترین عمر گل‌جایی در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی ۱۰۰% اوره با ۱۱/۱ روز مشاهده گردید. در حالی‌که گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی ۵۰:۲۵:۲۵ اوره: آمونیوم: نیترات بیشترین عمر گل‌جایی را به مقدار ۱۷/٦ روز نشان دادند (شکل ۸).

بحث

در این پژوهش، افزایش آمونیوم و اوره در محلول غذایی، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به شدت کاهش داد (شکل‌های ۱ تا ۳). کمترین غلظت کلسیم در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی ۱۰۰% آمونیوم مشاهده گردید. با افزایش نسبت نیترات در محلول غذایی، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم افزایش یافت. غلظت عناصر کم‌مصرف از قبیل



شکل ۷. تأثیر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر غلظت مس در برگ گل ورد



شکل ۸. تأثیر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات بر عمر گل‌جایی گل ورد

آهن، روی و مس نیز با افزایش میزان اوره و آمونیوم در محلول‌های غذایی کاهش شدیدی را از خود نشان داد.

ولی با افزایش نسبت نیترات در محلول غذایی، غلظت عناصر کم‌مصرف افزایش یافت. کاهش غلظت پتاسیم و کلسیم در برگ گوجه‌فرنگی تغذیه شده با سطوح بالای آمونیوم به نیترات به‌دلیل رابطه **ضدیتی** بین این دو یون و آمونیوم توسط دلشاد و همکاران (۶) گزارش شده است. شواهد قابل توجهی وجود دارد مبنی بر این‌که هنگامی‌که آمونیوم به جای نیترات در بستر با پ- هاش کم مصرف می‌شود، پ- هاش سلولی کاهش پیدا می‌کند و احتمالاً به‌عنوان نتیجه بازدارندگی اثر آمونیوم بر جذب کاتیون‌هایی از قبیل پتاسیم، منیزیم و کلسیم می‌باشد. علاوه بر این، کاربرد پتاسیم به‌عنوان روشی جهت اصلاح سمیت آمونیوم توصیه شده است (۸).

کلسیم یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی جهت رشد و

افزایش عمر گل‌جایی گیاهان زینتی و شاخه بریده می‌باشد که جذب آن بسیار به میزان و شکل نیتروژن عرضه شده در محلول غذایی وابسته است. کاهش غلظت کلسیم در نسبت‌های بالای آمونیوم توسط کوتسیراس و همکاران (۲۵) گزارش شده است. کاهش غلظت کلسیم ممکن است به دو دلیل اثر **ضدیتی** و یا کاهش انتقال در آوند چوبی به‌دلیل کاهش میزان تبخیر و تعرق به‌وسیله آمونیوم در محلول غذایی باشد (۳۴). هم‌چنین، کاهش جذب کلسیم به‌دلیل کاهش پ- هاش محیط ریشه و اسیدی شدن آن توسط آدامز (۱۲) نیز گزارش شده است.

اسید آمینه زیادی که در اثر تغذیه با آمونیوم ساخته می‌شود ممکن است کلسیم را در ریشه‌ها غیرمتحرک نماید و جذب کلسیم را به‌وسیله ریشه‌ها کاهش دهد (۲۴). کاهش غلظت کلسیم در نسبت‌های بالای آمونیوم در گوجه‌فرنگی توسط دلشاد و همکاران (۶)، در پکان توسط کیم و همکاران (۲۴)، در اسفناج توسط نجفی و همکاران (۱۰) و در گل رز توسط بنی جمالی و بیات (۳) گزارش شده است.

نتایج ارائه شده در شکل ۳ نشان می‌دهد که با افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی، جذب پتاسیم کاهش می‌یابد. کاهش جذب پتاسیم می‌تواند به‌دلیل بر همکنش منفی بین آمونیوم و پتاسیم باشد (۳۳). در پژوهشی، کاهش میزان نیترات یا نیتروژن کل در محیط کشت باعث افزایش تجمع کلسیم، منیزیم و روی در سلول های کاج گردید. ولی تجمع پتاسیم در پاسخ به کاهش نسبت‌های نیترات: آمونیوم کاهش پیدا کرد (۳۵). کاهش میزان جذب عناصری چون پتاسیم، کلسیم و منیزیم در نتیجه افزایش میزان آمونیوم در محلول غذایی در گیاهانی از قبیل گل ورد (۵، ۱۵، ۲۶ و ۳۰)، گوجه‌فرنگی (۲۱)، هویج، هندوانه و ذرت (۱۷)، تنباکو (۲۸)، کاج کریسمس (۳۳) و خیار (۲۵) نیز گزارش شده است.

افزایش آمونیوم تا ۲۵% در محلول غذایی باعث افزایش جذب فسفر در برگ گردید که با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران مطابقت دارد (۱۷، ۲۰ و ۲۷). در پژوهشی، کاهش غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم در گیاه با افزایش مقدار زیاد آمونیوم در محلول غذایی گزارش شده است. در حالی‌که کاربرد نیترات اثر عکس دارد. دلیل این امر به کاهش رشد ریشه و بنابراین کاهش میزان جذب این عناصر به ازای واحد سطح ریشه یا رقابت بین آمونیوم و کاتیون‌ها برای مکان‌های جذب در مورد کلسیم نسبت داده شده است (۹). آمونیوم به‌دلیل اختلال در سوخت و ساز و جذب کاتیون‌ها می‌تواند در رشد و عملکرد محصول اثر منفی داشته باشد. در حالی‌که نیترات می‌تواند سوخت و ساز آنیون‌های آلی و تجمع کاتیون‌ها را سبب شود (۳۰). هم‌چنین، گزارش شده که در نسبت ۵۰:۵۰ نیترات: آمونیوم جذب عناصری چون نیتروژن، فسفر و پتاسیم افزایش پیدا می‌کند و غلظت کلسیم در میوه توت‌فرنگی در تیمار ۷۵:۲۵ آمونیوم: نیترات بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد (۳۷). کاهش غلظت کلسیم در اندام‌های هوایی گل رز با افزایش نیتروژن آمونیومی در محلول‌های غذایی توسط خندان میرکوهی و همکاران (۵) نیز گزارش شده است.

در این پژوهش، با افزایش آمونیوم محلول غذایی به ۱۰۰%، کمترین غلظت آهن به مقدار ۱۱/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک به‌دست آمد. در صورتی‌که گیاهان تغذیه شده با نسبت ۷۰:۱۵:۱۵ اوره: آمونیوم: نیترات بیشترین غلظت آهن را به مقدار ۱۸۳/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک نشان دادند (شکل ۵). تغذیه آهن در گیاهان رابطه تنگاتنگی با شکل نیتروژن مصرفی دارد. این امر به‌دلیل تغییرات ایجاد شده در پ- هاش محیط ریشه و آپوپلاست و هم‌چنین غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های جذب شده توسط ریشه در اثر کاربرد آمونیوم و یا نیترات است. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که با کاربرد آمونیوم در محلول غذایی، به‌دلیل کاهش پ- هاش محیط ریشه، آهن بیشتری به قسمت‌های هوایی گیاه منتقل می‌شود (۸). در حالی‌که با کاربرد نیترات به‌دلیل افزایش پ- هاش محیط ریشه، آهن در سلول‌های ریشه غیرمتحرک می‌شود. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که میزان آهن در قسمت‌های هوایی گیاهان تغذیه شده با نیترات و آمونیوم کمتر بوده، حتی در صورتی‌که میزان آهن ریشه نیز بالا باشد. دلیل

این امر به مکانیسم جذب نیترات نسبت داده شده است. جذب نیترات از طریق فرآیند انتقال همزمان پروتون/نیترات H^+/NO_3^- بوده که در نهایت منجر به افزایش پ- هاش آپوپلاست می‌گردد. با افزایش پ- هاش آپوپلاست احیای ترکیبات آهن III کاهش یافته و بنابراین انتقال آهن به سلول‌ها کم می‌شود (۹).

عمر گل‌جایی نیز تحت تأثیر نسبت‌های مختلف اوره: آمونیوم: نیترات قرار گرفت. به‌طوری‌که با افزایش میزان آمونیوم و اوره به بیش از ۲۵% و کاهش میزان نیترات از ۱۰۰ به ۵۰ درصد در محلول غذایی، عمر گل‌جایی کاهش یافت و کمترین عمر گل‌جایی به میزان ۱۱/۱ روز در گیاهان تغذیه شده با محلول غذایی حاوی ۱۰۰% اوره مشاهده گردید. حسینی فرهی و همکاران (٤) در پژوهشی دریافتند که با افزایش آمونیوم و اوره در محلول‌های غذایی شدت فتوسنتز، کارایی مصرف آب و کارایی سلول‌های مزوفیل برگ کاهش و در نتیجه میزان کربوهیدرات‌های ساخته شده در گیاه نیز کاهش یافته و باعث کم شدن عمر گل‌جایی گل رز رقم دولس ویتا گردید. هم‌چنین، بروز کمبود کلسیم با افزایش آمونیوم در محلول غذایی می‌تواند کاهش یکپارچگی غشا را که به نوبه خود ممکن است غلظت کلروپلاست و میتوکندری را کاهش دهد، القا کند. به‌علاوه، میزان بالای سنتز اسیدهای آلی به‌دلیل افزایش آمونیوم در محلول غذایی ممکن است باعث غیرمتحرک‌تر شدن و تثبیت کلسیم و پتاسیم در ریشه گردد (۱۸).

مشکل دیگری که در نسبت‌های بالای آمونیوم به نیترات اتفاق می‌افتد کاهش جذب کلسیم است که تأثیر مهمی در حفظ کیفیت گل‌ها پس از برداشت دارد (۳۰). بنابراین، کاهش جذب کاتیون‌ها، به‌خصوص کلسیم، در نتیجه کاربرد آمونیوم در محلول‌های غذایی از مهم‌ترین نکات منفی کاربرد این شکل نیتروژن است. در حضور نیترات، جذب کلسیم همیشه افزایش می‌یابد (۹). در پژوهشی، با افزایش نسبت نیترات به آمونیوم از ۱۰۰: ۰ به ۵۰: ۵۰ ماندگاری گل‌های بریده ورد به مقدار ۲/۸ روز کاهش یافت (۸). بیشترین عمر گل‌جایی در محلول غذایی نیترات به آمونیوم با نسبت ۱۲: ۰/۲۵ مشاهده گردید (۵). کاهش پ- هاش محیط ریشه، ایجاد آسیب مستقیم به ریشه و پایین بودن میزان ذخیره کربوهیدرات‌ها دلایلی می‌باشند که در توجیه اثر منفی آمونیوم بر ماندگاری گل ورد توسط استارکی و پدرسون (۳۶) گزارش شده است. کاهش عمر پس از برداشت توت‌فرنگی به‌دلیل کاهش جذب کلسیم در شرایط افزایش غلظت آمونیوم بیان شده است. وجود غلظت بالای آمونیوم در محیط ریشه باعث کاهش غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌شود (۳۴).

هم‌چنین، گزارش شده که افزایش میزان کلسیم در محلول غذایی تنها در صورتی منجر به افزایش ماندگاری گل‌ها می‌گردد که غلظت آمونیوم در محلول غذایی کمتر از ۳/۵ میلی‌مولار باشد. به‌طوری‌که کاهش غلظت آمونیوم و افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی به‌عنوان یکی از راهکارهای کاربردی به‌منظور افزایش ماندگاری وردهای گلدانی و شاخه بریده عنوان شده است (۳۶). هم‌چنین، گیاهان پرورش داده شده در ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن کاربردی عمر گل‌جایی را به میزان ۲ برابر (۱۱/۵ روز) در مقایسه با گیاهان تغذیه شده با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن افزایش داد (۱۶). کاهش عمر انباری توت‌فرنگی در نسبت‌های بالای آمونیوم در محلول غذایی توسط سیدلر و همکاران (۷) و نیز طباطبائی و همکاران (۳۸) گزارش شده است. تغذیه آمونیومی با جذب و مصرف سریع آمونیوم برای تولید گلوتامین، اسکلت‌های کربنی را مصرف کرده که این امر منجر به تخلیه قسمت‌های هوایی از کربوهیدرات‌ها و به‌دنبال آن کاهش ماندگاری گل‌های ورد می‌گردد (۳۲).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، روی و مس، در برگ گل‌های ورد تغذیه شده با نسبت‌های بالای آمونیوم در محلول غذایی کاهش یافت. در این میان، کاهش جذب کلسیم به‌دلیل نقش مهمی که در پایداری

دیواره و غشای سلولی و افزایش عمر گل‌جایی دارد بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش آمونیوم در محلول غذایی به نسبت ۱۰۰%، غلظت کلسیم حدود ۵/۱۸ برابر کاهش نشان داد. هم‌چنین، عمر گل‌جایی گیاهان تغذیه شده با نسبت‌های بالای آمونیوم و اوره نیز کاهش پیدا کرد که احتمالاً یکی از دلایل آن می‌تواند به‌دلیل کاهش غلظت کلسیم توسط ریشه باشد. هم‌چنین، گیاهان تغذیه شده با نسبت ۵۰:۲۵:۲۵ اوره: آمونیوم: نیترات در محلول غذایی عمر گل‌جایی را به میزان ۱۷/۶ روز افزایش داد و گیاهان تغذیه شده با نسبت ۱۰۰% اوره کمترین ماندگاری را به میزان ۱۱/۱ روز از خود نشان دادند. براساس نتایج این پژوهش، کاربرد نسبت ۷۰:۱۵:۱۵ و ۵۰:۲۵:۲۵ اوره: آمونیوم: نیترات جهت تغذیه گل ورد به‌منظور بهبود خصوصیات کیفی و کمی آن در نظام کشت بدون خاک توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات آقای روزعلی دروگر مدیر فنی شرکت رز دنا، آقای مهندس مختار وفااصل مدیر آزمایشگاه دشت ناز گلشن و هم‌چنین آقایان دکتر بیژن کاوسی و مهندس مهدی دستیاران به‌خاطر همکاری در اجرای این پژوهش تقدیر می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره۹۸۲، انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ۲۰۲ صفحه.

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

۳. بنی جمالی، س. م. و ح. بیات. ۱۳۹۲. تأثیر مقادیر مختلف آمونیوم و کلسیم محلول غذایی بر وضعیت تغذیه‌ای، عملکرد و کیفیت گل رز (*Rosa hybrida* L.) در سیستم هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۴(۱۳): ۲۹-۳۸.

۴. حسینی فرهی، م.، ب. خلدبرین، ا. خلیقی، م. مشهدی اکبر بوجار، س. عشقی و ب. کاوسی. ۱۳۹۲. اثر نسبت‌های اوره: آمونیوم: نیترات در محلول غذایی بر شدت فتوسنتز و ویژگی‌های کمی گل بریدنی رز در کشت بدون خاک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۴(۱۴): ۲۷-۳۹.

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. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۸(۳): ۱۳۹-۱۴۸.

۶. دلشاد. م.، م. بابالار و ع. کاشی. ۱۳۷۹. اثر شاخص نیتروژن محلول‌های غذایی در تغذیه معدنی ارقام گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در کشت هیدروپونیک. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۱(۳): ۶۱۳-۶۲۵.

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

۸. 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. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۳(۱): ۲۳-۳۳.

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

۱۰. نجفی، ن.، م. پارسازاده، س. ج. طباطبایی و ش. اوستان. ۱۳۸۹. تأثیر شکل نیتروژن و pH محلول غذایی بر جذب و غلظت پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم در ریشه و بخش هوایی اسفناج. مجله دانش آب و خاک ۲۰/۱(۲): ۱۱۱-۱۳۰.

۱۱.نجفی، ن. و م. پارسازاده. ۱۳۸۹. تأثیر شکل نیتروژن و pH محلول غذایی بر غلظت فسفر، نیترات و نیتروژن بخش هوایی اسفناج در کشت هیدروپونیک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۱(۱): ۴۱-۵۴.

12. Adams, P. 2002. Nutritional control in hydroponics. PP. 211-261. *In:* Savvas, D. and H.C. Passam (Eds.), Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals, Embryo Publications, Athens, Greece.
13. Agbaria, H., B. Heuer and N. Zieslin. 1996. Shoot-root interaction effects on nitrate reductase and glutamine synthetases activities in rose (*Rosa hybrida* cv. Ilseta and cv. Mercedes) grafting. J. Plant Physiol. 149: 559-563.
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. Bernsten, N., M. Loffe, M. Bruner, G. Nishriluria, L. Dori, E. Matan, S. Philosoph-Hadas, N. Umiel and A. Hagiladi. 2005. Effects of supplied nitrogen form and quantity on growth and postharvest quality of *Ranunclus asiaticus* flowers. Hort. Sci. 40(6):1879-1886.
17. Errebhi, M. and G.E. Wilcox. 1990. Plant species response to ammonium-nitrate concentration ratios. J. Plant Nutr. 13: 1017-1029.
18. Evans, H.J. and R.V. Troxler. 1953. Relation of calcium nutrition to the incidence of blossom-end rot in tomatoes. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 61: 346-352.
19. Feigin, N., C. Ginzborg, S. Gilead and A. Ackerman. 1986. Effect of NH_4/NO_3 ratio in nutrition on growth and yield of greenhouse roses. Acta Hort. 189: 127-135.
20. Hartamn, P.L., H.A. Mills and J.B. Jones. 1986. The influence of nitrate-ammonium ratio on growth, fruit development, and element concentration in Floradel tomato plants. J. Am. Soc. Hort. Sci. 111: 487-490.
21. 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.
22. Jowkar, M.M., M. Kafi, A. Khalighi and N. Hasanzadeh. 2012. Postharvest physiological and microbial impact of hydroxy quinoline citrate as 'cherry brandy' rose vase solution biocide. Ann. Biol. Res. 3 (5): 2238-2247.
23. Kant, S., P. Kant, H. Lips and S. Braka. 2007. Partial substitution of NO_3^- by NH_4^+ fertilization increases ammonium assimilation enzyme activities and reduce the deleterious effects of salinity on the growth of barley. J. Plant Physiol. 164: 303-313.
24. Kim, T., H.A. Mills and H.Y. Wetzstein. 2002. Studies on effects of nitrogen form on growth, development, and nutrient uptake in pecan. J. Plant Nutr. 25: 497-506.
25. Kotsiras, A., C.M. Olympios, J. Drosopoulos and H.C. Passam. 2002. Effects of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. Sci. Hort. 95: 175-183.
26. Lorenzo, H., J.M. Siverio and M. Caballero. 2001. Salinity and nitrogen fertilization and nitrogen metabolism in rose plants. J. Agric. Sci. 137: 77-84.
27. Lorenzo, H., M.S. 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.
28. Lu, Y.X., C.J. Li and F.S. Zhang. 2005. Transpiration and potassium uptake and flow in tobacco as affected by nitrogen forms and nutrient levels. Ann. Bot. 95(6): 991-998.
29. Machlis, L. and J.G. Torrey. 1956. Plants in action. A laboratory manual of plant physiology, W.H. Freeman and Co.
30. Mengel, K. and E.A. Kirkby. 2001. 5th Ed., Kluwer Academic Publisher, Boston, USA.
31. Nielsen, B. and K.R. Starkey. 1999. Influence of production factors on postharvest life of potted rose. Post Bio. Technol. 16: 157-167.
32. 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.
33. 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.
34. Romero, J.E. 1991. Fatty acid composition of the triacylglycerol fraction in developing *Brassica napa* seed. PP. 1826-1830. *In:* McGregor, D.I. (Ed.), Proceedings of the Eighth International Rapeseed Congress, Saskatoon, Canada.
35. Seeapiglia, J.S., R. Minocha and S.C. Minocha. 2008. Changes in polyamines, inorganic ions and glutamine synthetase activity in response to nitrogen availability and form in red spruce (*Picea rubens*). Tree Physiol. 28: 1793-1803.
36. 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.

37. 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.
38. Tabatabaei, S.J., L.S. Fatemi and E. Fallahi. 2006. Effect of ammonium: nitrate ratio on yield, calcium concentration, and photosynthesis rate in strawberry. J. Plant Nutr. 29: 1273-1285.
39. 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.