



دانشگاه گورگان، دانشکده کشاورزی

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و سوم، شماره سوم، ۱۳۹۵

<http://jopp.gau.ac.ir>

## مقایسه تغذیه رز بریدنی (*Rosa hybrida* L. cv. Grain Bdprex) با کود آمونیوم به روش کلتان<sup>۱</sup> و نیترات در کشت خاکی

حمیدرضا روستا<sup>۱</sup>، \* واحد باقری<sup>۲</sup> و فاطمه محسن‌زاده<sup>۳</sup>

استاد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جیرفت  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۳۱

### چکیده

**سابقه و هدف:** کودهای نیتروژنه یکی از مهمترین عوامل تغذیه‌ای تأثیرگذار بر تولید در گلخانه‌های گل رز می‌باشند. نیترات و آمونیوم، منابع عمده نیتروژن معدنی هستند که به وسیله ریشه‌های گیاهان عالی جذب می‌شوند. گیاهان می‌توانند یون‌های نیترات و آمونیوم را جذب کنند اما، بسیاری از گونه‌ها قادر نیستند با آمونیوم به‌عنوان تنها منبع نیتروژن رشد، بهینه‌ای داشته باشند. شکل و نحوه کاربرد این کودها نه تنها بر جذب خود نیتروژن بلکه بر جذب سایر عناصر نیز تأثیر می‌گذارند. در این پژوهش اثر شکل نیتروژن و کاربرد اسید سولفوریک بر رشد و جذب برخی از عناصر غذایی توسط گل رز بریدنی رقم گرین بدپرکس مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به این‌که گل رز یکی از مهمترین گل‌ها در جهان بوده و در بازار فروش گل‌های شاخه بریدنی دارای رتبه نخست می‌باشد، این پژوهش باهدف بررسی اثرات کود آمونیوم و نیترات به روش کلتان در کشت خاکی صورت پذیرفت.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار در شرایط گلخانه اجرا شد. تیمارها شامل کود آلی + اسید سولفوریک + سولفات آمونیوم، کود آلی + اسید سولفوریک + نیترات کلسیم، کود آلی + نیترات کلسیم + آب مقطر، کود آلی + سولفات آمونیوم + آب مقطر و تیمار شاهد (بدون کود و یا اسید + آب

\*مسئول مکاتبه: [v.baghari@vru.ac.ir](mailto:v.baghari@vru.ac.ir)

1- Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition (CULTAN)

### نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۳) ۱۳۹۵

---

مقطر) بود. گیاهان مورد آزمایش شامل بوته‌های گل ۳ ساله رز رقم گرین بدپرکس (Grian Bdprex) بود. آبیاری گیاهان هر چهار روز یکبار انجام شد و خاک مورد استفاده از نوع لومی رسی بود.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که کوددهی به روش کلتنان که تلفیقی از کاربرد کودهای آلی همراه با آمونیوم و اسیدسولفوریک است، در خاک مورد آزمایش با pH بالا سبب افزایش رشد رویشی گیاه (وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک گل، وزن تر و خشک ساقه و وزن تر و خشک ریشه، طول ساقه گل)، قطر گل، عمر گلجایی، کلروفیل a، کاروتنوئیدها و افزایش غلظت نیتروژن، پتاسیم و آهن و نیز کاهش غلظت روی در گیاه شد. به‌طور مثال در ارتباط با وزن خشک برگ در تیمار نیترات کلسیم با اسید نسبت به گیاهان شاهد ۸۵ درصد افزایش مشاهده گردید. کاربرد کود نیتراتی نیز همراه با اسید در مقایسه با کودهای نیتراتی به تنهایی سبب افزایش رشد رویشی، کیفیت گل و افزایش غلظت آهن، نیتروژن و پتاسیم برگ شد ولی غلظت روی را کاهش داد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به تأثیر مثبت استفاده از روش کلتنان بر رشد، غلظت عناصر غذایی، کلروفیل a، عملکرد و همچنین عمر گلجایی گل‌های شاخه بریدنی، این روش کوددهی می‌تواند در پرورش گل رز به‌ویژه در خاک‌های آهکی با pH بالا به‌کار رود.

**واژه‌های کلیدی:** آمونیوم، اسید سولفوریک، تغذیه، کلتنان، نیترات

## مقدمه

رزها از تیره رزاسه (وردسانان)<sup>۱</sup> می‌باشند و جنس رز<sup>۲</sup> دارای حدود ۱۰۰ گونه و بیش از ۱۰۰۰۰ رقم است. بدون شک رزها یکی از تجاری‌ترین و مناسب‌ترین گیاهان زینتی می‌باشند (۲۵). همچنین گل بریدنی رز *Rosa hybrida* L. یکی از مهمترین گل‌های بریدنی در ایران و جهان است. کاهش حاصلخیزی خاک در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و استفاده دائم گیاهان از ذخایر غذایی خاک بدون جایگزینی مناسب و کافی، سبب کاهش توان تولیدی خاک شده است. در این مورد استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود مواد غذایی و حاصلخیزی خاک لازم است. یکی از مباحث مهم در جهت افزایش عملکرد، تغذیه مطلوب گیاهان و فراهم نمودن محیط مناسب‌تری در اطراف ریشه جهت جذب بهتر عناصر غذایی موردنیاز می‌باشد (۵). یکی از مهم‌ترین عوامل در تغذیه گیاه، کنترل میزان نیتروژن است که به دو عامل غلظت و نوع منبع نیتروژن بستگی دارد که به نوبه خود می‌تواند عملکرد و کیفیت تولید را تحت تأثیر قرار دهد (۸). نیتروژن عنصری مهم برای رشد گیاه بوده و برای افزایش عملکرد گیاهان ضروری است (۱). نیتروژن در ساختمان نوکلئوپروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، آمین‌ها و قندهای آمینه (گالاکتوز آمین و گلوکز آمین)، پلی‌پپتیدها و تعدادی دیگر از ترکیبات آلی وجود دارد. بنابراین تأمین مقدار کافی نیتروژن، برای انجام وظایف هر یاخته گیاهی لازم و ضروری است. لذا مدیریت نیتروژن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۲۶). نیترات و آمونیوم منابع عمده نیتروژن غیرآلی هستند که به‌وسیله ریشه‌های گیاهان عالی جذب می‌شوند (۲۲). شکل نیتروژنی که توسط گیاه جذب می‌شود بر تعدادی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله فتوسنتز اثر می‌گذارد (۳۳). شکل‌های قابل دسترس نیتروژن گوناگون بوده و به‌صورت غیرآلی (نیترات، آمونیوم و ملکول نیتروژن) و آلی (اوره و اسیدهای آمینه) جذب گیاه می‌شود (۴). بیشتر گیاهان می‌توانند از نیترات و آمونیوم به‌عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند ولی نیترات را ترجیح می‌دهند، اگرچه کاربرد هم‌زمان این دو ترکیب اثرات مفیدی بر رشد و عملکرد دارد (۲۹، ۳۰). میزان اثر بخشی هر کدام از آنها به مرحله رشد گیاه، میزان جذب دیگر عناصر غذایی، گونه گیاهی و نسبت نیترات به آمونیوم بستگی دارد. تغذیه با آمونیوم میزان فعالیت آنزیم‌ها را افزایش می‌دهد (۶). در این میان آنزیم

1- Rosaceae

2- *Rosa*

روبیسکو<sup>۱</sup> در برگ به‌عنوان کلیدی‌ترین آنزیم در مراحل شیمیایی فتوسنتز بیشتر از سایر افزایش می‌یابد. علی‌رغم این‌که آمونیوم یک منبع مهم نیتروژن می‌باشد، اما برای خروج از حالت اکسید نیاز به کاهش آن در یاخته گیاه می‌باشد (۳۱)، اگرچه در خیلی از واکنش‌های متابولیکی آمونیوم یک فرآورده میانی محسوب می‌شود (۱۶). احیاء نیترات نیاز به انرژی زیادی دارد که به‌وسیله فرآیند تنفس یا فسفریلاسیون تولید می‌شود. ولی آمونیوم فرم احیاء شده نیتروژن است که به انرژی زیادی نیاز ندارد. از طرفی بیشتر نیتروژنی که به‌عنوان کود به خاک‌های سبک، شنی و با زهکشی خوب اضافه می‌شود سریعاً به نیترات اکسید می‌شود. بنابراین باید استفاده از آمونیوم به‌عنوان منبع نیتروژن با درک خوبی از وضعیت محیط رشد گیاه همراه باشد. اما به دلایل متعددی آمونیوم برای خیلی از گیاهان در محیط کشت ایجاد سمیت می‌کند. سمیت آمونیوم یک موضوع مهم اقتصادی و بوم‌شناختی جهانی است (۲). در پژوهشی توسط کیانی و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات و سطوح کلسیم بر رشد، غلظت عناصر غذایی و کیفیت گل رز در شرایط آب‌کشت، بررسی شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول، غلظت نیتروژن، فسفر و برخی از عناصر کم مصرف در قسمت‌های مختلف گل رز افزایش و کلسیم و منیزیم کاهش یافتند. همچنین در این پژوهش گزارش شد که افزایش نسبت آمونیوم به نیترات منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد گل رز و شاخص‌های کیفی گل در دوره پس از برداشت می‌شود. در شرایطی که هر دو یون نیترات و آمونیوم در محلول غذایی گیاه وجود داشته باشد به نحوی که غلظت آمونیوم کمتر از نیترات باشد، وزن تر و خشک بیشتری در بخش هوایی و ریشه مشاهده می‌شود (۱۹). مشرفی عراقی و همکاران (۲۰۱۴) در آزمایشی نشان دادند که محلول‌های غذایی با نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیتروژن کل، تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های کمی و کیفی بنت‌القنسول<sup>۲</sup> داشت. به‌طوری که حداکثر سطح براکته و برگ در نسبت آمونیوم به نیتروژن کل ۰/۰۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر و حداقل در نسبت ۰/۱۶ میلی‌اکی‌والان در لیتر به‌دست آمد (۲۴). استفاده از آمونیوم سبب اسیدی شدن خاک‌های با pH بالا شده و جذب عناصر غذایی به‌ویژه ریزمغذی‌ها را افزایش می‌دهد (روستا و شاقینگ، ۲۰۰۷). با توجه به مطالعات محدود در مورد منابع مختلف نیتروژن و اثرات آن‌ها بر گل رز این آزمایش جهت مطالعه تأثیر pH بر تغذیه رز رقم گرین بدپرکس با کود آمونیوم به روش کلتان و مقایسه آن با گیاهان تغذیه شده با نیترات در

1- Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase

2- *Euphorbia pulcherrima*

شرایط خاکی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به قلیایی بودن خاک در اکثر نقاط ایران، اهداف این پژوهش تعیین بهترین نوع کود و روش کاربرد برای این مناطق و افزایش جذب عناصر توسط گیاه و توصیه کاربردی آن برای تولید کنندگان گل رز می باشد.

### مواد و روش ها

این پژوهش در بهار و تابستان سال ۱۳۸۹ در گلخانه‌ای واقع در ۱۵ کیلومتری شهرستان سیرجان و به صورت کشت خاکی انجام پذیرفت. میانگین دمای روزانه و شبانه گلخانه به ترتیب ۲۵ و ۱۸ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی گلخانه ۵۴ درصد ثبت گردید. گیاهان مورد آزمایش شامل بوته‌های ۳ ساله رز بریدنی سرخ رقم گرین بدپرکس (Grian Bdprex) بود. آبیاری گیاهان هر چهار روز یکبار انجام شد. خاک مورد استفاده از نوع لومی رسی بود. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک گلخانه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک گلخانه.

Table 1. Physical and chemical characteristics of the soil of greenhouse.

درصد مواد خشی کننده Percentage of neutralizing %	شن Sand %	سیلت Silt %	رس Clay %	Zn μg/g	Cu μg/g	Mg mg/kg	Fe μg/g	K mg/kg	P mg/kg	pH	ECd ds/m	عمق خاک Soil depth Cm
13.5	74	14	12	0.25	0.5	1.32	1.8	200	5	7.7	4.6	0-40

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تیمارها شامل کود سولفات آمونیوم (۵ گرم در هر بوته) و نترات کلسیم (۵ گرم در هر بوته) به همراه کود دامی (کود گوسفندی یک کیلو در هر بوته) و اسید سولفوریک رقیق ۰/۱۱ مولار بود. کودهای مورد استفاده به دو قسمت مساوی تقسیم شده و در دو طرف بوته و در داخل چالکود به کار رفت. تیمارهای انجام شده شامل کود آلی + اسید سولفوریک + سولفات آمونیوم، کود آلی + اسید سولفوریک + نترات کلسیم، کود آلی + نترات کلسیم + آب مقطر، کود آلی + سولفات آمونیوم + آب مقطر و تیمار شاهد (بدون کود و اسید + آب مقطر) بود.

**صفات رویشی و زایشی:** در این پژوهش صفاتی مانند وزن تر و خشک برگ، گل، ساقه و ریشه، قطر گل، طول ساقه گل و عمر گلجایی بررسی شد. برای اندازه‌گیری قطر گل از کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر استفاده شد. در پایان آزمایش، برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک، ابتدا گیاه از خاک بیرون کشیده شد و به چهار قسمت گل، برگ، ساقه و ریشه تقسیم گردید و پس از شستشوی گیاه با آب مقطر وزن تر آن تعیین شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سلسیوس قرار گرفته و برای اندازه‌گیری وزن خشک توزین شدند.

**اندازه‌گیری کلروفیل a، b و مجموع کلروفیل و کارتنوئیدها:** میزان کلروفیل با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های پنج برگچه‌ای قسمت‌های میانی ساقه گل دهنده در هنگام ظاهر شدن غنچه‌ها در مرحله برداشت اقتصادی و در انتهای آزمایش (تابستان) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۲۵ گرم برگ تازه را خرد و آن را در یک هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر استون سائیده تا به‌صورت توده یکنواختی درآید. سپس مخلوط حاصل را در لوله‌های فالكون ۲۰ میلی‌لیتری ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور (rpm) سانتریفیوژ گردید. میزان جذب نور محلول رویی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV/VIS (Spectrometer PG Instruments LtdT80) در طول موج‌های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵، ۶۵۲ و ۶۶۳ نانومتر قرائت گردید (۲۰).

**اندازه‌گیری عناصر:** عناصر غذایی که در این آزمایش اندازه‌گیری شد شامل نیتروژن، پتاسیم، روی و آهن در برگ بود. برای تهیه عصاره ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه خشک و آسیاب شده از پنج برگچه‌های بالغ قسمت انتهایی شاخه گل دهنده در انتهای آزمایش را وزن کرده و سپس در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرار داده شد تا نمونه‌ها تبدیل به خاکستر شوند و سپس ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به ازای هر نمونه اضافه گردید و در نهایت توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. این عصاره به‌طور مستقیم جهت اندازه‌گیری عناصر روی و آهن با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل PFP7 ساخت کمپانی Jenway انگلیس) اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری نیتروژن از دستگاه کجلدال<sup>۲</sup> (مدل PDU-500 ساخت کشور ایران) استفاده شد.

1- Flame Photometer

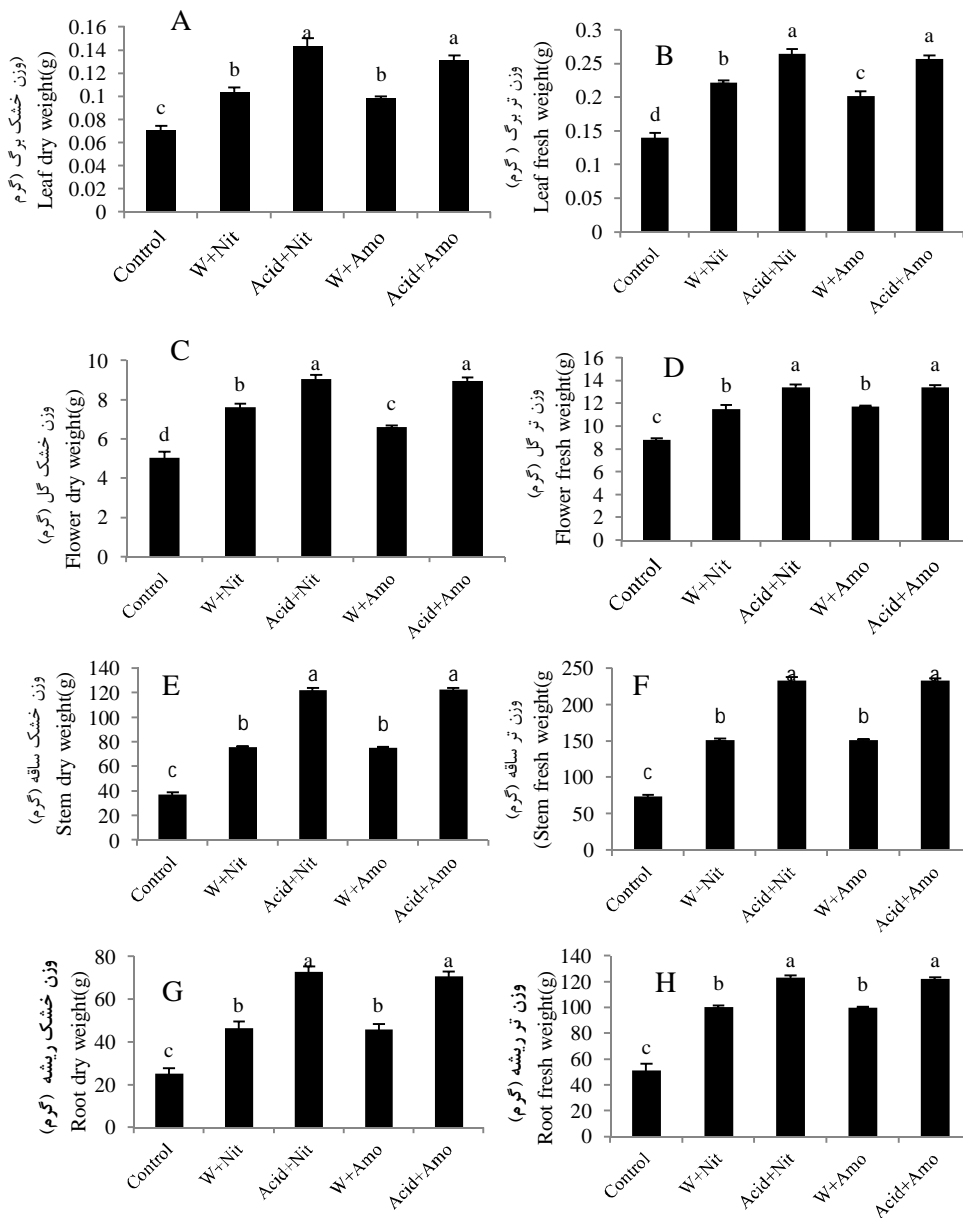
2- Kjeldahl

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شدند و با استفاده از برنامه MINITAB تست نرمال بودن داده‌ها انجام شد. مقایسه میانگین صفات بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

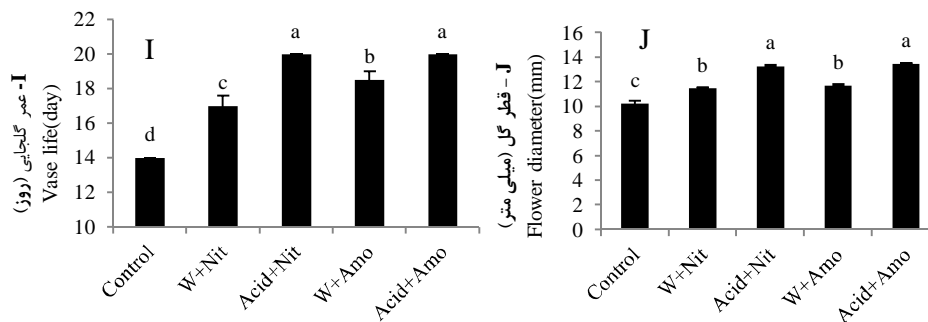
### نتایج و بحث

**صفات رویشی:** نتایج نشان داد کاربرد کود نیتروژن سولفات آمونیوم و نترات کلسیم با اسید سولفوریک یا با آب مقطر سبب افزایش وزن تر و خشک برگ، گل، ساقه و ریشه در مقایسه با گیاهان شاهد گردید (شکل ۱). البته این افزایش در تیمار سولفات آمونیوم و نترات کلسیم با اسید به مراتب بیشتر از سولفات آمونیوم و نترات کلسیم با آب مقطر بود، به طوری که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). اگر چه که بین تیمارهای سولفات آمونیوم با اسید و نترات کلسیم با اسید همچنین سولفات آمونیوم با آب مقطر و نترات کلسیم با آب مقطر در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. به طور مثال در ارتباط با وزن خشک برگ در تیمار نترات کلسیم با اسید نسبت به گیاهان شاهد ۸۵ درصد افزایش مشاهده گردید.

**عمر گلجایی و قطر گل:** بر این اساس نتایج به دست آمده کاربرد نیتروژن قطر گل رز را به طور معنی‌داری (در سطح احتمال ۵ درصد) افزایش داد (شکل ۱-ج). کاربرد اسید نیز قطر گل را در مقایسه با گیاهانی که اسید دریافت نکرده بودند افزایش داد. اثر نوع نیتروژن بر قطر گل در سطح ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌های آزمون دانکن نشان داد که کاربرد نیتروژن طول عمر گلجایی گل رز را به طور معنی‌داری (در سطح ۵ درصد) افزایش داد (شکل ۱-ا). کاربرد اسید نیز سبب افزایش عمر گلجایی در مقایسه با گیاهان بدون تیمار اسید شد. همچنین بین دو نوع کود نیتروژن به همراه اسید از لحاظ آماری اختلافی مشاهده نشد. اما در تیمار بدون اسید، عمر گلجایی گل با کاربرد آمونیوم به عنوان کود نیتروژن بیشتر از تیمار نترات بود.







شکل ۱- اثر تیمار نیتروژن و اسید سولفوریک بر وزن خشک برگ (A)، وزن تر برگ (B)، وزن خشک گل (C)، وزن تر گل (D)، وزن خشک ساقه (E)، وزن تر ساقه (F)، وزن خشک ریشه (G)، وزن تر ریشه (H)، عمر گلجایی (I) و قطر گل (J) گل رز رقم گرین بدپرکس. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن است.

Figure 1. Effect of nitrogen and sulfuric acid on leaf dry weight (A), leaf fresh weight (B), flower dry weight (C), flower fresh weight (D), stem dry weight (E), stem fresh weight (F), root dry weight (G), root fresh weight (H), vase life (I) and flower diameter (J) *Rosa hybrid* L. cv. Grain Bdprex. Different letters on the columns show significant difference at 5% level of probability (Duncan test). W: Water, Nit: Nitrate and Amo: Ammonium.

نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد نیتروژن سبب افزایش رشد صفات رویشی در گیاه رز گردید و اثر کاربرد هم‌زمان نیتروژن و اسید بر رشد رویشی بیشتر از کاربرد کود به تنهایی بود. به‌احتمال زیاد دلیل افزایش رشد گیاه با کاربرد نیتروژن، مربوط به اثر نیتروژن بر ساخت پروتئین‌ها، کلروفیل و هورمون‌ها بوده است (۳۵). دلیل عدم کاهش رشد برگ و در کل رشد رویشی به‌وسیله کود آمونیومی در این آزمایش به‌احتمال زیاد به‌خاطر فعالیت باکتری‌های شوره ساز<sup>۱</sup> در خاک و تبدیل قسمتی از آمونیوم به نترات بوده که خود سبب کاهش pH خاک شده و جذب ریز مغذی‌ها را افزایش می‌دهد. از طرفی وجود کود آلی، سمیت آمونیوم را جبران نموده و سبب افزایش رشد شده است. مشاهده شده که رشد گیاه هنگامی که با آمونیوم به‌عنوان تنها منبع نیتروژن تغذیه شده است کاهش می‌یابد (روستا و شاقینگ، ۲۰۰۷). در آزمایشی که توسط حسینی فرهی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر نسبت‌های اوره، آمونیوم، نترات در محلول غذایی بر ویژگی‌های کمی گل بریدنی رز در کشت بدون خاک نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر و ارتفاع ساقه گل در غلظت‌های بالای نترات نسبت به اوره و آمونیوم به‌دست آمد (۱۴). تغذیه دان‌هال‌های کاج با کود آمونیومی سبب تولید ریشه‌های بیشتر در مقایسه با گیاهان تغذیه شده با منبع نتراتی شده است (۲۷). تأثیر متفاوت منابع کود نیتروژنی روی میزان عناصر غذایی برگ درختان و رشد ریشه در هلو نیز گزارش گردیده است (۷).

#### 1- Nitrification bacteria

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۳) ۱۳۹۵

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمار کود سولفات آمونیوم و نترات کلسیم بر برخی ویژگی‌های رویشی رز رقم گرین بدپرکس.

Table 2. Analysis of variance of the effect of ammonium sulfate and calcium nitrate on some growth characteristics of *Rosa hybrida* L. cv. Grain Bdprex.

میانگین مربعات Mean Squares							
طول ساقه Stem length	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن تر ساقه Stem fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	درجه آزادی df
0.85**	1563.62**	3363.20**	5255.45**	17955.92**	0.003**	0.01**	4
0.006	24.35	22.25	5.91	31.15	0.00007	0.0001	15
5.39	9.44	4.74	2.80	3.31	7.93	5.20	

\*\* معنی‌دار در سطح ۱ درصد، \* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns: غیر معنی‌دار.

\*\*Significant at 1%, \* significant at 5% Level of probability, ns: non-significant

ادامه جدول ۲

Table 2 (continued)

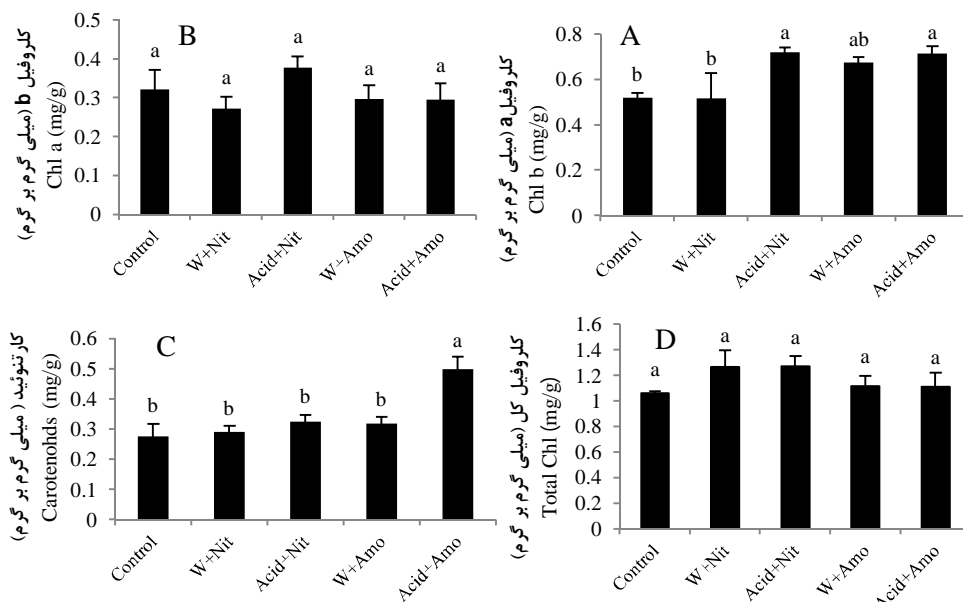
میانگین مربعات Mean Squares				
عمر گلجایی Vase Life	قطر گل Flower Diameter	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن تر گل Flower fresh weight	درجه آزادی df
25.20**	7.285**	11.389**	14.02**	4
0.466	0.054	0.142	0.17	15
3.81	1.94	5.04	3.52	

\*\* معنی‌دار در سطح ۱ درصد، \* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns: غیر معنی‌دار

\*\*Significant at 1%, \* significant at 5% Level of probability, ns: non-significant

**کلروفیل و کارتنوئیدها:** در این آزمایش کلروفیل کل و کلروفیل b تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت اگرچه کلروفیل a در حضور اسید افزایش نشان داد (شکل ۲). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد اسید به همراه آمونیوم سبب افزایش کارتنوئیدها می‌شود (شکل ۲-C). تجمع آمونیوم در برگ‌ها ممکن است سبب عدم اتصال الکترون از فتوفسفوریلاسیون در کلروپلاست و در نتیجه سبب کاهش میزان فتوسنتز شود (۳۴). فتوسیستم II اولین هدف برای صدمه‌ی القاء شده توسط آمونیوم نمی‌باشد زیرا تفاوت در بازدارندگی نوری در گیاهان رشد کرده در آمونیوم و نترات مشاهده نشده است (۳۶). اما به نظر می‌رسد که تغییرات در مسیرهای الکترونی فتوسیستم I که مسئول تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌باشند در گیاهان رشد کرده در شرایط آمونیوم و نترات متفاوت می‌باشد (۱۱)، که این امر منجر به پراکسیداسیون زیاد لیپیدها و فعال شدن

آنزیم‌های جمع‌آوری کننده در گیاهان رشد کرده با آمونیوم می‌شود (۳۶). گو و همکاران (۲۰۰۵) نتیجه گرفتند که انتقال بارهای کاهش یافته از کلروپلاست‌ها به میتوکندری‌ها دلیل عمده تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌باشد که نشان داده شده در نتیجه فعالیت متفاوت بازدارنده‌های اکسیداسیون بر انتقال الکترون فتوسنتزی می‌باشد (۱۱). طباطبائی و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی بر روی پاسخ توت‌فرنگی به آمونیوم دریافتند که آمونیوم میزان فتوسنتز را در توت‌فرنگی کاهش می‌دهد (۳۴). تجمع آمونیوم در اندام‌های هوایی منجر به کاهش فتوسنتز خالص در گیاه شده و عملکرد را کاهش داد (۳). بنابراین افزایش کارتنوئید در گیاهان تغذیه شده با آمونیوم و اسید به احتمال زیاد به دلیل افزایش جذب آمونیوم در این تیمار بوده است. زیرا در صورت اسیدی شدن محیط ریشه، تبدیل آمونیوم به نیترات در خاک کاهش یافته و گیاه فرصت جذب آمونیوم بیشتری را دارد. با جذب بیشتر آمونیوم گیاه احتمالاً برای مقابله با تنش آمونیوم در شرایط تابش بالا اقدام به افزایش تولید کارتنوئیدها نموده است.



شکل ۲- اثر تیمار نیترژن و اسید بر کلروفیل a (A)، کلروفیل b (B)، کارتنوئید (C) و کلروفیل کل (D) گل رز رقم گرین بد پریکس. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

Figure 2. Effect of nitrogen and acid on Chl a (A), Chl b (B), Carotenoids (C) and Total Chl (D) *Rosa hybrida* L. cv. Grain Bdprex. Different letters on the columns show significant difference at 5% level of probability based on (Duncan test). W: Water, Nit: Nitrate and Amo: Ammonium.

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۳)، شماره (۳) ۱۳۹۵

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمار کود سولفات آمونیوم و نترات کلسیم بر رنگیزه‌های گیاه‌ریز رقم گرین بد پرکس.

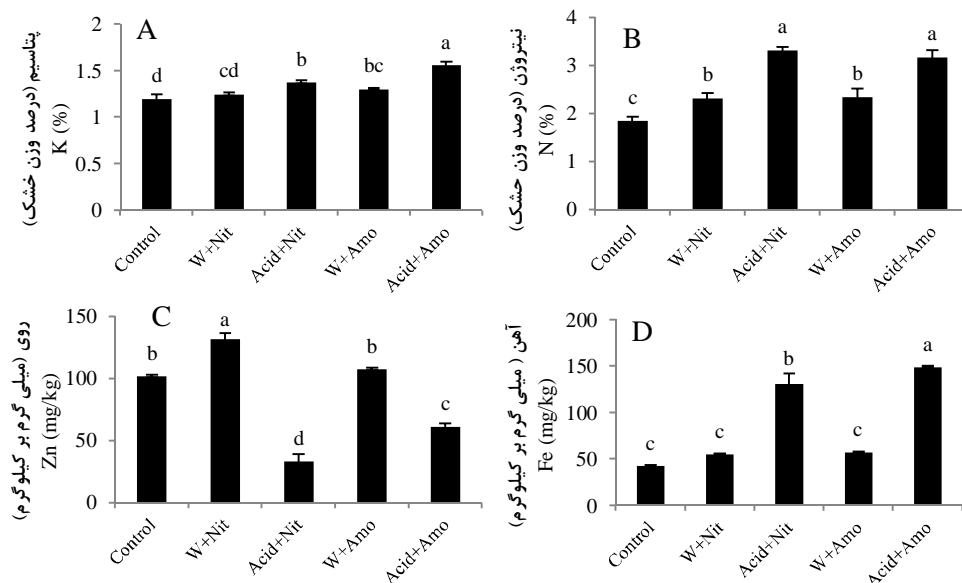
Table 3. Analysis of variance of the effect of ammonium sulfate and calcium nitrate on plant pigments *Rosa hybrida* L. cv. Grain Bdprex.

Mean Squares میانگین مربعات					منابع تغییرات
کارتونوید	کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	درجه آزادی	S.O.V
Carotenoids	Total chlorophyll	Chlorophyll b	Chlorophyll a	df	
0.032**	0.037 <sup>ns</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	0.042*	4	تیمار Treatment
0.003	0.031	0.005	0.011	15	خطا Error
17.50	15.10	23.67	17.249		ضریب تغییرات C.V

\*\*معنی‌دار در سطح ۱ درصد، \*معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns: غیر معنی‌دار.

\*\*Significant at 1%, \* significant at 5%, ns: non- significant.

**عناصر غذایی:** مقایسه میانگین داده‌ها مربوط به اثر کودهای نیتروژن بر گل رز رقم گرین بدپرکس در ارتباط با عناصر پرمصرف نیتروژن و پتاسیم و عناصر ریزمغذی آهن و روی در شکل ۳ آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در ارتباط با عنصر نیتروژن، بین سولفات آمونیوم و نترات کلسیم به همراه اسید و سولفات آمونیوم و نترات کلسیم به همراه آب مقطر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴)، اما بیشترین مقدار عنصر نیتروژن در تیمار کود نیتروژن به همراه اسید سولفوریک مشاهده شد. به طور مثال تیمار نترات کلسیم نسبت به شاهد ۵۳ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳-B). استفاده از کود نیتروژن به همراه اسید سبب افزایش غلظت پتاسیم برگ گردید (شکل ۳-A). هر چند که کود نیتراتی در غیاب اسید تأثیر معنی‌داری بر غلظت پتاسیم نداشت ولی کود آمونیومی میزان پتاسیم برگ را افزایش داد. در ارتباط با عنصر آهن استفاده از نیتروژن به تنهایی اثر معنی‌داری بر غلظت آهن برگ نداشت ولی به کار بردن کود نیتروژنی به همراه اسید سبب افزایش معنی‌دار غلظت آهن برگ شد که این افزایش در تیمار آمونیومی بالاتر بود (شکل ۳-D). بر اساس نتایج (شکل ۳-C) می‌توان مشاهده کرد که اگرچه کاربرد نیتروژن نیتراتی به تنهایی سبب افزایش غلظت روی در برگ گیاه شد ولی آمونیوم تأثیری بر غلظت آن نداشت. از طرف دیگر کاربرد اسید سولفوریک همراه با کود نیتروژن غلظت روی را در برگ به شدت کاهش داد و این کاهش در گیاهان تیمار شده با نیتروژن نیتراتی بیشتر بود (شکل ۳-C).



شکل ۳- اثر تیمار نیتروژن و اسید سولفوریک بر عنصر پتاسیم (A)، نیتروژن (B)، روی (C) و آهن (D) گل رز رقم گرین بد پرکس. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح براساس ۵ درصد براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن است.

Figure 3. Effect of nitrogen and acid on P(A), N(B), ZN(C) and Fe(D) *Rosa hybrida* L. cv. Grain Bdprex. Different letters on the columns show significant difference at 5% level of probability (Duncan test).

مشکل استفاده از آمونیوم در این نوع خاک‌ها تبدیل سریع آمونیوم به نیترات توسط ریزجانداران موجود در خاک پیش از جذب توسط گیاه می‌باشد. برای رفع این مشکل از اسید برای پایین آوردن موضعی pH خاک و جلوگیری از فعالیت این ریزجانداران استفاده می‌شود. این عمل از تبدیل آمونیوم به نیترات جلوگیری کرده و با جذب مستقیم آمونیوم توسط گیاه، پروتون از ریشه گیاه به ریزوسفر تراوش کرده و pH آن بیشتر کاهش می‌یابد. کاهش pH جذب عناصر را بهبود بخشیده و رشد گیاه را افزایش می‌دهد کاربرد اسید همراه با نیترات و آمونیوم سبب افزایش غلظت نیتروژن برگ شد. در تغذیه گیاهان با آمونیوم، آمونیوم از طریق انتشار و بدون صرف انرژی جذب ریشه‌های گیاه می‌شود و سرعت جذب با افزایش آمونیوم بیرونی افزایش می‌یابد ولی در تغذیه گیاهان با نیترات چون جذب نیترات نیاز به صرف انرژی دارد غلظت زیاد نیترات بیرونی منجر به اشباع شدن سیستم جذب نیترات

می‌شود و یا فضای واکنش‌های ریشه از نیترات پر می‌شود (۱۰). کاهش رشد در گیاهانی که با آمونیوم تغذیه می‌شوند، در اثر عواملی مانند اختلال در کاهش آمونیوم، کاهش pH، اثرات سمیت آمونیوم آزاد، کاهش عنصر غذایی مثل پتاسیم و نیز محدودیت کربوهیدرات ناشی از مصرف بیش از حد قندهای محلول برای اسیمیلاسیون آمونیوم است (۳۰). هاهنه و اسپاچ (۲۰۰۴) نشان دادند که کاربرد آمونیوم به‌عنوان تنها منبع نیتروژن، نسبت ریشه به اندام هوایی را در گیاه کهور در مقایسه با نیترات کاهش داد (۱۲). انباشته شدن درونی آمونیوم آزاد در غلظت بالای آمونیوم در محیط، مانع رشد گیاه می‌شود (۹). همچنین این اثر همسو با گزارش لارنزو و همکاران (۲۰۰۰) است که مشاهده کردند با افزایش غلظت نیتروژن آمونیومی در محلول‌های غذایی، هم‌زمان با طویل شدن شاخه جذب نیتروژن افزایش می‌یابد (۲۱). در بررسی که روی رز *Rosa Chinensis cv. Gruss-an-Teplitz* انجام شد مشخص شد که بیشترین تعداد برگ، سطح برگ، تعداد گل و وزن تر گل در بین سطوح تیمار ۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ گرم نیتروژن به ازای هر گیاه، در سطح ۳۰ گرم به ازای هر گیاه حاصل گردید (۲۸). در آزمایش حاضر نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد به طوری که کاربرد نیتروژن در هر دو شکل آمونیوم و نیترات سبب افزایش غلظت نیتروژن برگ و رشد آن شد. افزایش بیشتر غلظت نیتروژن در برگ با کاربرد اسید و نیتروژن احتمالاً به‌دلیل بهینه شدن pH محیط ریشه برای جذب نیتروژن بوده است. زیرا pH خاک محل آزمایش ۷/۷ بوده است که برای جذب نیتروژن pH مناسبی نمی‌باشد و رشد ریشه را محدود و در نتیجه جذب را کاهش می‌دهد. افزایش رشد ریشه با کاربرد اسید و نیتروژن در شکل ۱ نشان داده شده است. همچنین آمونیوم سبب افزایش غلظت پتاسیم در برگ شد (شکل ۳-A). غلظت پتاسیم کافی در سیتوپلاسم برای ادامه داشتن متابولیسم نیتروژن در گیاهان موردنیاز است. همچنین پتاسیم بهره‌گیری آمونیوم را افزایش می‌دهد و اثرات سمی آن را می‌کاهد. روستا و شاقینگ (۲۰۰۸) مشاهده کردند که افزایش کاربرد پتاسیم در بعضی موارد سبب کاهش سمیت آمونیوم می‌شود. کاهش غلظت پتاسیم و منیزیم در بافت‌های گیاهانی که با آمونیوم تغذیه می‌شوند ممکن است در ایجاد نشانه‌های سمیت آمونیوم نقش داشته باشند (۳۰). سرنا و همکاران (۱۹۹۲) نیز در آزمایش‌های خود روی تغذیه نهال‌های پرتقال با آمونیوم مشاهده کردند که آمونیوم جذب کاتیون‌هایی مانند پتاسیم را

می‌کاهد (۳۲). در یک آزمایش کاربرد آمونیوم سبب افزایش جذب پتاسیم در گل ابری<sup>۱</sup> (مقاوم به آمونیوم) و سلوی<sup>۲</sup> (حساس به آمونیوم) شد (۱۵).

در آزمایش حاضر کاربرد آمونیوم به تنهایی و یا کاربرد اسید با آمونیوم و با نیترات سبب افزایش جذب پتاسیم شد. این افزایش جذب پتاسیم احتمالاً به دلیل کاهش pH خاک با کاربرد کود آمونیومی و یا اسید بوده است که به جذب عناصر کمک کرده و رشد ریشه را بهبود داده است. از سویی افزایش رشد ریشه نیز احتمالاً به جذب پتاسیم کمک نموده است. نتایج متناقضی در اثر آمونیوم بر جذب پتاسیم احتمالاً به دلیل شرایط متفاوت خاکی و آب و هوایی بوده است. علاوه بر این برخی از آزمایشات از جمله آزمایش روستا و شافینگ (۲۰۰۸، ۲۰۰۷) در شرایط هیدروپونیک صورت گرفته که با شرایط خاکی کاملاً متفاوت است، زیرا تبدیل آمونیوم به نیترات در شرایط هیدروپونیک شناور بسیار پایین تر از خاک است (۲۹، ۳۰). آمونیوم همرا با اسید سبب افزایش جذب آهن شده است (شکل ۳-D). در آزمایش حاضر که بر روی گل رز انجام شد محیط اسیدی سبب جذب بهتر آهن شد که این موضوع با آزمایشاتی که در گذشته انجام شده هم سو بود. آمونیوم سبب کاهش pH در منطقه ریزوسفر می‌شود و جذب عناصر ریز مغذی از جمله آهن را افزایش می‌دهد. در آزمایشی کلباسی و همکاران (۱۹۸۸) نشان دادند که با اضافه کردن اسید به حجم محدودی از خاک و خشتی شدن کربنات کلسیم موجود، علائم زردی آهن بر طرف شد (۱۷). همچنین هورس و همکاران (۱۹۹۱) دریافتند که کاربرد سولفات آهن در حجم کوچکی از خاک موجب رفع زردی آهن در درختان مرکبات می‌شود (۱۳). هم چنین در روش اسیدی تر شدن محیط به دلیل حضور مقادیر زیاد ماده آلی، تشکیل ترکیبات آلی محلول نیز سبب افزایش قابلیت استفاده آهن توسط گیاه می‌شود و محیط اسیدی بر جذب بهتر آهن کمک می‌کند (۲۳). کریمی و همکاران (۲۰۰۲) در آزمایشی روی اثرات کاربرد آهن و اسید سولفوریک که بر روی توت‌فرنگی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با استفاده از اسید سولفوریک pH خاک کاهش یافته و قابلیت هدایت الکتریکی افزایش می‌یابد و اثر اسید سولفوریک و آهن بر افزایش وزن خشک و وزن اولین میوه معنی‌دار بوده و غلظت آهن موجود در میوه افزایش یافته که این موضوع در آزمایشات نشان می‌دهد که اسید بر جذب آهن تأثیرگذار بوده است (۱۸). در pH بالا آهن می‌تواند به‌طور مستقیم در آپوپلاست ریشه یا در روی سطح ریشه رسوب کند که منجر به محتوای

1- *Ageratum housonianum*

2- *Salvia splendens*

بالای آهن در ریشه‌های گیاهان تغذیه شده با نیترات شود (۲۲). زو و همکاران (۲۰۰۱) پی بردند که با کاربرد نیترات، آهن تمایل به تجمع بیشتر در ریشه‌ها دارد (۳۶). بنابراین افزایش جذب آهن در تیمارهای دریافت کننده اسید به دلیل کاهش pH محیط ریشه و بهینه شدن شرایط برای جذب آهن بوده است. اگرچه کاربرد آمونیوم pH خاک را کاهش می‌دهد ولی این کاهش pH برای افزایش جذب آهن کافی نبوده است. در این آزمایش کاربرد اسید سبب کاهش روی شد (شکل ۳) اسید سولفوریک سبب کاهش pH ریزوسفر و آپوپلاست یاخته‌ها شده و در نتیجه جذب ریز مغذی‌ها از جمله آهن را افزایش می‌دهد (۲۲) و آهن با روی رابطه آنتاگونیستی دارد و بنابراین از جذب روی جلوگیری نموده است. کاهش غلظت روی همچنین ممکن است به علت اثر آنتاگونیستی پتاسیم با روی باشد (۲۲). اگرچه در این آزمایش کاربرد اسید به علت افزایش جذب آهن، جذب روی را کاهش داد ولی با این حال غلظت روی برای رشد طبیعی گل‌رز کافی بوده است. زیرا علائم کمبود در گیاهان دریافت کننده اسید سولفوریک مشاهده نشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تیمار کود سولفات آمونیوم و نیترات کلسیم بر میزان عناصر نیتروژن، پتاسیم، آهن و روی برگ رز رقم گرین بد پرکس.

Table 3. Analysis of variance of the effect of ammonium sulfate and calcium nitrate on the levels of N, K, Fe and Zn elements of leaf of *Rosa hybrida* L. cv. Grain Bdprex.

Mean Squares میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
Zn	Fe	K	N	df	S.O.V
6215.87**	9737.6**	0.081**	1.556**	4	تیمار Treatment
52.62	89.66	0.003	0.053	15	خطا Error
8.32	10.88	4.195	8.87		ضریب تغییرات C.V

\*\*معنی دار در سطح ۱ درصد، \*معنی دار در سطح ۵ درصد، ns: غیر معنی دار.

\*\*Significant at 1%, \* significant at 5% Level of probability, ns: non-significant

### نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، این گونه به نظر می‌رسد که کود دهی به روش کلتان که تلفیقی از کاربرد کودهای آلی همراه با آمونیوم و اسید سولفوریک است در مورد گیاه زینتی رز مناسب است. کاربرد کود نیتراتی همراه با اسید نیز در مقایسه با کودهای نیتراتی به تنهایی در این



خاک با pH بالا سبب افزایش جذب آهن، نیتروژن و پتاسیم شد ولی غلظت روی را در برگ کاهش داد. نتایج نشان داد که اسید سولفوریک سبب افزایش جذب نیتروژن، پتاسیم و آهن شد و در نتیجه کلروفیل a را افزایش داد و همچنین بر طول ساقه گل رز نیز تأثیر گذاشته و سبب افزایش طول ساقه شد. همچنین کاربرد اسید در افزایش قطر گل در مقایسه با کودهای نیتروژنی به تنهایی تأثیرگذار بوده و سبب افزایش قطر گل شده که این امر در بازاریابی گل رز بسیار مهم است. استفاده از روش کلتان تأثیر مثبتی بر فرایندهای جذب و توزیع عناصر، کلروفیل، عملکرد گل رز و مجموع همچنین در عمر پس از برداشت گل رز از خود نشان داد.

### منابع

1. Bar-Yosef, B. 2008. Crops response to solution recycling in closed loop irrigation systems. In: Raviv, M., Lieth, J.H. (Eds.), *Soilless Culture: Theory and Practice*. Elsevier, Pp: 341–424.
2. Britto, D.T., and Krounzucker, H.J. 2002.  $\text{NH}_4^+$  toxicity in higher plants. *J. Plant Physiol.* 159: 567–584.
3. Claussen, W., and Lenz, F. 1999. Effect of ammonium or nutrition on net photosynthesis, growth and activity of the enzymes nitrate reductase and strawberry. *Plant Soil.* 208: 95-102.
4. Crawford, N.M., and Glass, A.D.M. 1998. Molecular and physiological aspects of nitrate uptake in plants. *J. Plant Sci.* 10: 389-395.
5. Eldeen Nour Eldaim Elgimabi, M. 2011. Vase life extension of rose cut flowers (*Rosa hybrid L.*) as influenced by silver nitrate and sucrose pulsing. *Amer. J. Agr. Biol. Sci.* 6: 128-133.
6. Errebhi, M., and Wilcox, G.E. 2000. Plant species response to ammonium-nitrate concentration ratios. *J. Plant Nut.* 13: 1017-1029.
7. Ewell, R. 1987. Growth and mineral content of peach trees as affected by nitrogen sources and rate. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99: 352-355.
8. Feigin, A., Ginzborg, C., Gilead, S., and Ackerman, A. 2004. Effect of  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  ratio in nutrient solution on growth and yield of greenhouse roses. *Acta Hort.* 189: 127-135.
9. Gerandas, J., Ratcliffe Zhu, Z.J., and Sattlmacher, B. 1997. Physiological and biochemical processes related to ammonium toxicity in higher plants. *Zeit. Pflanze. Bod.* 160: 239-251.
10. Glass, A.D.M. 2002. Nutrient absorption by plants: regulation of uptake to match plant demand. In: Waisel, Y., Eshel, A., Kafkafi, U. (Eds.), *Plant Roots: The Hidden Half*, 3<sup>rd</sup> ed. Marcel Dekker, New York. 571–586.

11. Guo, S., Schinner, K., Sattelmacher, B., and Hansen, U.P. 2005. Different apparent CO<sub>2</sub> compensation points in nitrate- and ammonium-grown *Phaseolus vulgaris* L., and its relationship to non-photorespiratory CO<sub>2</sub> evolution. *Plant*. 123: 288-301.
12. Hahne, K.S., and Schuch, U.K. 2004. Response of nitrate and ammonium on growth of *Prosopis velutina* and *Simmondsia chinensis* seedlings. University of Arizona College of Agriculture, Ornamental Research Report, index at: <http://cals.arizona.edu/pubs/crops/az1359>.
13. Horesh, I., Levy, Y., and Goldschmidt, E.E. 1991. Correction of lime-induced chlorosis in container-grown citrus trees by peat and iron sulphate applied to small soil volumes. *Dev. Plant Soil Sci.* 43: 345-349.
14. Hosseini Farahi, M., Kholdbarin, B., Khalighi, A., Mashhadi Akbar Boojar, M., Eshghi, S., and Kavooosi, B. 2013. Effect of urea: ammonium: nitrate ratios in nutrient solution on photosynthesis and quantitative properties of rose cut flower in soilless culture. *J. Sci. Tech. Greenhouse Cult.* 4: 27-39. (In Persian)
15. Jeong, B.R., and Lee, C.W. 1996. Influence of Ammonium, nitrate, and chloride on solution pH and ion uptake by *Ageratum* and *Salvia* in hydroponic culture. *J. Plant Nut.* 19: 1343-1360.
16. Joy, K.W. 1988. Ammonia, glutamine and asparagine: A carbon- nitrogen interface. *J. Bot.* 66: 2103-2109.
17. Kalbasi, M., Filsoof, F., and Rezai-Nejad, Y. 1988. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorghum and soybean. *J. Plant Nut.* 11: 1353-1360.
18. Karimi, H., Tafazoli, E., and Karimian, N. 2002. Effects of iron and sulfuric acid on vegetative and reproductive characteristics of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) in calcareous soil. *Iranian J. Horti. Sci. Tech.* 3: 29-38. (In Persian)
19. Kiani, S.H., Malakouti, M.J., Tabatabaei, S.J., and Kafi, M. 2009. Influence of different NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/ NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ratios and calcium levels on growth, nutrients concentration, and quality of rose flower. *Irn. J. Soil Res.* 23: 1.23-33. (In Persian)
20. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments and photosynthetic biomembranes. *Meth. Enzymol.* 148: 350-382.
21. Lorenzo, H., Cid, M.S., Siverio, J.M., and Ruano, M.C. 2000. Effects of sodium on mineral nutrition in rose plants. *Ann. Appl. Biol.* 137: 65-72.
22. Marschner, H. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 672p.
23. Mengel, K., and Kirkby, E.A. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. 5<sup>th</sup> Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. The Netherlands. 452p.
24. Moshrefi Araghi, A., Naderi, R., Babalar, M., and Taheri, M. 2014. Effect of different ammonium to total nitrogen ratios on vegetative growth and flowering

- of pot plants of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*). J. Crop Improv. 15: 3.39-51. (In Persian with English summary)
25. Nazari, F., Khosh-Khui, M., Salehi, H. 2009. Growth and flower quality of four *Rosa hybrida* L. cultivars in response to propagation by stenting or cutting in soilless culture. Sci. Hort. 119: 302-305.
26. Nijjar, G.S. 1990. Nutrition of Fruit Trees. Kalyani Publisher. New Delhi. India, 260p.
27. Olykan, S.T., and Adams, J.K. 1996. Pine (*Pinus radiata*) seedling growth and micronutrients uptake in sand culture experiment as affected by the form of nitrogen. New Zealand J. For. Sci. 25: 49-60
28. Qasim, M., Ahmad, I., Aslam Khan, M., and Ziaf, K. 2004. Efficacy of varying nitrogen levels on growth, flower yield and leaf N contents of *Rosa Chinensis* cv. Gruss-an-Teplitz. Pak. J. Agri. Sci. 42: 16-23.
29. Roosta, H.R., and Schjoerring, J.K. 2007. Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber plants. J. Plant Nut. 30: 1933-1951.
30. Roosta, H.R., and Schjoerring, J.K. 2008. Root carbon enrichment alleviates ammonium toxicity in cucumber plants. J. Plant Nut. 31: 941-958.
31. Salsac, L., Chailou, S., MOrto-Gaurdy, J.F., Lesaint, C., and Jolivoie, E. 1987. Nitrat and ammonium nutrition in plants. Plant Physiol. Biochem. 25: 805-812.
32. Serna, M.D., Borrás, R., Logas, F., and Primo-Millo, E. 1992. The influence of nitrogen concentration and ammonium/nitrate ratio on N-uptake, mineral composition and yield of citrus. Plant Soil. 147: 13-23.
33. Siddiqi, M.Y., Malhotra, B., Min, X., and Glass, A.D.M. 2002. Effects of ammonium and inorganic carbon enrichment on growth and yield of hydroponic tomato crop. Plant Nut. Soil Sci. 112: 22-31.
34. Tabatabaei, S.J., Fatemi, L.S., and Fallahi, E. 2006. Effect of ammonium: nitrate ration yield, calcium concentration, and photosynthesis rate in strawberry. Plant Nut. 29: 1273-1285.
35. Taiz, L., and Zeiger, E. 2006. Plant Physiology. 4<sup>th</sup> ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. USA. 764p.
36. Zou, C., Shen, J., Zhang, F., Guo, S., Rengel, Z., and Tang, C. 2001. Impact of nitrogen from on iron uptake and distribution in maize seedlings in solution culture. Plant Soil. 235: 143-149.

