تأثیر مقادیر مختلف آمونیوم و کلسیم محلول غذایی بر وضعیت تغذیه‌ای، عملکرد و کیفیت گل رز (*Rosa hybrida* L.) در سیستم هیدروپونیک

سید محمد بنی‌جمالی[1*] و حسین بیات[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲۷)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر شکل نیتروژن (آمونیوم و نیترات) و سطوح مختلف کلسیم محلول غذایی بر عملکرد کمی و کیفی گل رز شاخه بریده (*Rosa hybrida* L.) رقم Vendentta، در شرایط کشت بدون خاک، آزمایشی در گلخانه ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی (محلات) اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور آمونیوم در سه سطح (صفر، ۲/۵ و ۵/۰ میلی‌مولار، از کل ۱۰ میلی‌مولار نیتروژن و بقیه به شکل نیترات) و کلسیم در دو سطح (۱/٦ و ٤/۸ میلی‌مولار) بود. نتایج نشان داد که افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی از صفر به ۲/۵ میلی‌مولار موجب افزایش تعداد شاخه گل، طول دمگل و وزن تر شاخه گل شد. درحالی‌که غلظت ۵ میلی‌مولار آمونیوم موجب کاهش معنی‌دار تعداد شاخه گل، قطر جام، طول جام، عمر پس از برداشت و وزن تر شاخه گل گردید. افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی باعث افزایش معنی‌دار قطر جام گل و وزن تر شاخه گل شد. با کاربرد آمونیوم در محلول غذایی (افزایش نسبت آمونیوم به نیترات)، غلظت کلسیم و پتاسیم برگ کاهش و غلظت فسفر، روی، منگنز، آهن و بر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی سبب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن، کلسیم، منگنز و بر و کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم، روی و مس برگ گل رز شد. براساس نتایج این آزمایش، کاربرد ۲/۵ میلی‌مولار آمونیوم (۲۵ درصد نیتروژن کل محلول غذایی) همراه با ٤/۸ میلی‌مولار کلسیم سبب بهبود رشد و برخی شاخص‌های کیفی گل رز رقم Vendentta می‌شود.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، تغذیه گیاه، کشت بدون خاک

۱. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی، محلات

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: smbanijamali@yahoo.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]

مقدمه

گل رز (*Rosa hybrida* L.) یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه بریده در ایران می‌باشد که ٥٤٦ هکتار سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. منطقه محلات یکی از قطب‌های تولید گل و گیاهان زینتی به شمار می‌رود که در حدود ۸۳ هکتار از گلخانه‌های این شهرستان زیر کشت گل رز می‌باشد (۲). عمر پس از برداشت گل شاخه بریده رز یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده کیفیت گل می‌باشد. ماندگاری کم گل‌های بریده رز در طی دوره پس از برداشت، ضرورت انجام پژوهش به منظور ارایه راهکارهای علمی برای کاهش ضایعات این محصول با ارزش را مشخص می‌کند. از میان عناصر غذایی پرمصرف، کلسیم دارای اهمیت ویژه‌ای در بهبود شاخص‌های کیفی گل بریده رز می‌باشد (۱۶). اگرچه مطالعات متعدد انجام گرفته نقش کلسیم را در بهبود خصوصیات پس از برداشت گل رز به اثبات رسانده است (۲۸، ۳۴ و ۳۶)، اما توجه به عناصر غذایی تأثیرگذار بر جذب کلسیم از محلول‌های غذایی توسط گل رز می‌تواند در تبیین نقش کلسیم بر شاخص‌های کیفی گل رز مؤثر باشد. جذب کلسیم توسط گیاه به‌صورت غیرفعال بوده و تحت تأثیر رقابت با سایر کاتیون‌ها قرار می‌گیرد (۴).

از سوی دیگر، آمونیوم و پتاسیم دو کاتیون اصلی رقیب کلسیم در جذب توسط گل رز بوده و باعث کاهش جذب کلسیم توسط این گیاه از محلول‌های غذایی می‌گردند (۳۷). کاهش جذب کلسیم منجر به افت خصوصیات پس از برداشت گل رز شده، و به‌دنبال آن ضایعات این محصول افزایش می‌یابد. با توجه به کمبود اطلاعات درباره سطوح مناسب تغذیه‌ای آمونیوم و کلسیم محلول‌های غذایی مورد استفاده برای گل رز در هیدروپونیک، در این پژوهش، تأثیر مقادیر مختلف آمونیوم و کلسیم بر عملکرد کمی و کیفی گل رز در شرایط کشت بدون خاک مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش روی گل رز شاخه بریده (*Rosa hybrida* L.) رقم Vendentta، در ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات با طول شرقی ″۳۰ ′۲۷ ۵۰ و عرض شمالی ″۳۰ ′٥٤ ۳۳، واقع در ارتفاع ۱۷٤۷ متری از سطح دریا، به‌صورت آبکشت و به‌مدت یکسال از ابتدای بهار به اجرا گذاشته شد. به منظور اجرای این آزمایش، بوته‌های یکساله رز تهیه و به گلدان‌های پلاستیکی ۱۰ لیتری با قطر دهانه ۲۷ سانتی‌متر شامل بستری مخلوط از فیبر نارگیل (کوکوپیت) از نوع نرم (Fine) همراه با پرلایت درشت (۵-۳ میلی‌متر) با نسبت حجمی به‌ترتیب ۷۰ و ۳۰ درصد منتقل گردیدند. مشخصات بستر مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است (۳ و ۳۸). آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور شامل سطوح مختلف آمونیوم نیترات و کلسیم در محلول غذایی با چهار تکرار اجرا گردید. آمونیوم در سه سطح (صفر، ۲/۵ و ۵/۰ میلی‌مولار از منبع نیترات آمونیوم و کلسیم در دو سطح (۱/۶ و ۴/۸ میلی‌مولار) از منبع نیترات کلسیم و سولفات کلسیم ($Ca\ SO_4.2H_2O$) استفاده شد.

بدین منظور شش محلول غذایی شامل مقادیر مختلف آمونیوم و کلسیم به شرح بالا تهیه و برای تغذیه بوته‌های رز مورد استفاده قرار گرفت. ترکیب محلول غذایی پایه مورد استفاده برای تغذیه گل رز عبارت بود از: نیتروژن کل ۱۰، فسفر ۱، پتاسیم ۷/۴ و منیزیم ۲ (برحسب میلی‌مولار) و مس ۰/۳۲، بر ۴۶، آهن ۹۰، منگنز ۹/۱۴، روی ۰/۷۶ و مولیبدن ۰/۱۱ (برحسب میکرومولار). عناصر غذایی از منابع کودی نیترات پتاسیم KNO_3، نیترات کلسیم $Ca(NO_3)_2.2H_2O$، نیترات آمونیوم NH_4NO_3، سولفات آمونیوم $(NH_4)_2SO_4$، نیترات منیزیم $Mg(NO_3)_2.6H_2O$، اسید فسفریک H_3PO_4، سولفات پتاسیم K_2SO_4، سولفات منیزیم $MgSO_4.7H_2O$، سولفات کلسیم $CaSO_4.2H_2O$، سولفات مس $CuSO_4.5H_2O$، اسید بوریک H_3BO_3، کلات آهن Fe 6% ،Fe-EDDHA،

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]

جدول ۱. برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی بستر مورد استفاده

pH	EC (dS/m)	درصد حجمی هوا	درصد حجمی آب	درصد خلل و فرج کل	وزن مخصوص حقیقی (g/cm^3)	وزن مخصوص ظاهری مرطوب (g/cm^3)	وزن مخصوص ظاهری خشک (g/cm^3)	درصد ظرفیت نگهداری آب
۵/۹	۱/۸۴	۴۵/۳	۴۵/۵	۸۷/۳	۱/۲۸	۰/۶۱۷	۰/۱۶۲	۷۳/۶

سولفات منگنز $MnSO_4.H_2O$، سولفات روی $ZnSO_4.7H_2O$، مولیبدات سدیم $Na_2MoO_4.2H_2O$ تأمین گردید (۱۸). در کلیه محلول‌های غذایی مورد استفاده، پ- هاش بین ۵/۸ تا ۶/۲ تنظیم شد. برای تنظیم پ- هاش از محلول‌های یک مولار اسید سولفوریک و هیدروکسید سدیم استفاده گردید. هدایت الکترونیکی محلول غذایی ۲/۳۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. برای جلوگیری از انباشتگی نمک، شستشوی بستر به‌صورت هفته‌ای انجام شد. هر گلدان حاوی یک بوته بود و برای هر تیمار در هر تکرار چهار گلدان در نظر گرفته شد. گلخانه از نوع شیشه‌ای و نور داخل گلخانه در تابستان با میانگین حدود ۲۷۰۰۰ لوکس با سایه‌انداز (بدون سایه انداز ۴۳۰۰۰ لوکس) و در زمستان حدود ۲۸۰۰۰ لوکس بدون سایه انداز بود. گلدان‌های حاوی گل رز در گلخانه با تراکم ۸ گلدان در مترمربع روی سکو چیده شدند. سیستم آبکشت مورد استفاده در این تحقیق از نوع باز با سیستم آبیاری قطره‌ای بود. جهت تهیه محلول‌های غذایی از منبع آب شهری استفاده شد (جدول ۲). در تهیه محلول‌های غذایی، غلظت عناصر غذایی موجود در آب از مقدار کودهای مورد نیاز کم شد.

سیستم سرمایشی گلخانه از نوع پوشال و پنکه (فن و پد)، میانگین دمای روزانه ۲۵ و میانگین دمای شبانه ۱۶ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی ۶۰% بود. در دوره گل‌دهی، نمونه برگ از اولین و دومین پنج برگچه‌ای شاخه گل دهنده و نمونه گلبرگ تهیه شد (۲۱). در طول دوره رشد، مبارزه با آفات کنه و شته و سفیدک پودری انجام شد. غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس و بر در نمونه‌های برگ و گلبرگ با روش‌های معمول اندازه‌گیری شد (۱). در طول دوره گل‌دهی، با ظاهر شدن غنچه‌ها، موقعی که کاسبرگ‌ها به طرف پایین برگشته و جام گل استوانه‌ای شد، برداشت گل‌ها انجام و شاخص‌های مربوطه اندازه‌گیری شد. شاخص‌های مورد ارزیابی عبارت بودند از: تعداد گل به ازای هر بوته (عملکرد بوته)، تعداد شاخه گل با کلاس‌های مختلف ارتفاع شاخه (۲۲)، وزن تر ساقه گل دهنده، وزن کل گل‌های بریده به ازای هر بوته، طول آخرین گره شاخه تا غنچه (دمگل)، طول جام گل، قطر جام گل و عمر پس از برداشت (ماندگاری). وزن تر ساقه گل دهنده با استفاده از ترازوی رقومی اندازه‌گیری شد. ارتفاع ساقه گل دهنده و طول آخرین گره شاخه تا غنچه با استفاده از خط‌کش و طول و قطر جام گل با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عمر پس از برداشت، شاخه‌های گل به گلدان‌های حاوی آب مقطر در محیط کنترل شده با دمای حدود ۲۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی حدود ۶۰ درصد و نور ثابت منتقل گردیدند. عمر پس از برداشت گل‌ها برحسب تعداد روزهای پس از برداشت تا زمانی‌که گل‌ها دچار عارضه خمیدگی گردن (Bent neck) شده و یا ریزش گلبرگ در آنها رخ داد، محاسبه گردید.

نتایج

الف) تأثیر سطوح مختلف آمونیوم و کلسیم بر عملکرد کمی و کیفی گل رز

نتایج تجزیه واریانس عملکرد کمی و کیفی گل‌ها نشان داد که اثرهای اصلی سطوح مختلف آمونیوم بر وزن تر شاخه گل در

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]

جدول ۲. نتایج تجزیه آب شهری مورد استفاده برای تهیه محلول‌های غذایی

مشخصات نمونه	EC	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Cl^-	SO_4^{2-}	pH
	dS/m	----------			meq/L	----------				
آب شهری	۰/۴۰۵	۰/۷۶۵	-	۱/۸	۱/۶	۲/۹۱	-	۰/۵۹۶	۰/۵۴۵	۷/۶

جدول ۳. اثرهای اصلی سطوح مختلف آمونیوم بر میانگین تعدادی از خصوصیات گل رز شاخه بریده

سطوح مختلف آمونیوم (میلی‌مول در لیتر)	تعداد گلبرگ	ارتفاع شاخه گل (cm)	تعداد شاخه گل در بوته	طول جام گل (cm)	قطر جام گل (cm)	طول دمگل (cm)	عمر پس از برداشت گل (روز)	وزن تر شاخه گل در بوته (گرم)
صفر	۱۰/ ۹۱ a*	۴۰/۲۴ a	۳/۵۳ b	۳/۹۸ a	۲/۱۱ a	۸/۵۵ ab	۷/۳۷ a	۷۴/۴۶ ab
۲/۵	۱۰/۹۵ a	۴۳/۲۰ a	۴/۲۸ a	۴/۰۰ a	۲/۰۲ a	۹/۵۶ a	۷/۶۲ a	۸۸/۳۵ a
۵/۰	۱۰/۳۸ a	۳۹/۳۵ a	۳/۴۷ b	۳/۹۶ a	۱/۹۳ b	۸/۱۲ b	۶/۷۲ b	۶۹/۹۵ b

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵%

بوته، تعداد شاخه گل در بوته، عمر پس از برداشت، قطر جام گل و طول دمگل از لحاظ آماری معنی‌دار شد (نتایج ارایه نشده است). غلظت آمونیوم تا ۲/۵ میلی‌مولار موجب افزایش ۲۱ درصدی تعداد شاخه گل نسبت به حالت بدون کاربرد آمونیوم (شاهد) شد (جدول ۳). به لحاظ عمر پس از برداشت نیز تا غلظت ۲/۵ میلی‌مولار آمونیوم موجب افزایش ۳/۲۸ درصدی نسبت به شاهد شد که از نظر آماری معنی‌دار نبود. ولی غلظت ۵/۰ میلی‌مولار آمونیوم موجب کاهش (۸/۸۲ درصدی) معنی‌دار از لحاظ آماری شد (جدول ۳). طول دمگل به‌عنوان یک صفت مؤثر در بازاریابی گل با افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی به ۲/۵ میلی‌مولار ۱۱/۸۱ درصد افزایش و بعد از آن در غلظت ۵/۰ میلی‌مولار کاهش یافت (جدول ۳). در وضعیت مشابه، افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی به ۲/۵ میلی‌مولار موجب افزایش وزن تر شاخه گل در بوته (۱۸/۶۵ درصد) در مقایسه با شاهد گردید (جدول ۳). غلظت آمونیوم محلول غذایی در صفر و ۲/۵ میلی‌مولار از نظر قطر جام گل دارای تفاوت معنی‌دار نبودند. ولی افزایش غلظت آمونیوم به ۵/۰ میلی‌مولار موجب کاهش معنی‌دار قطر جام گل شد (جدول ۳). در عین حال، بیشترین تعداد گلبرگ، ارتفاع شاخه گل و طول جام گل در غلظت ۲/۵ میلی‌مولار آمونیوم حاصل شد؛ هر چند که از نظر آماری فاقد تفاوت معنی‌دار بودند (جدول ۳). اثر اصلی غلظت کلسیم بر وزن تر شاخه گل در بوته و قطر جام گل معنی‌دار گردید (جدول ۴). افزایش غلظت کلسیم از ۱/۶ به ۴/۸ میلی‌مولار موجب افزایش معنی‌دار قطر جام گل و وزن تر شاخه گل در بوته به‌ترتیب به میزان ۷ و ۱۱/۸۹ درصد شد (جدول ۴).

ب) تأثیر سطوح مختلف آمونیوم و کلسیم بر غلظت عناصر غذایی در گل رز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی سطوح مختلف آمونیوم بر غلظت فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، روی، منگنز و بر برگ معنی‌دار شد (نتایج ارایه نشده است). افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی از صفر به ۲/۵ میلی‌مولار موجب افزایش

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]

جدول ۴. اثرهای اصلی سطوح مختلف کلسیم بر میانگین تعدادی از خصوصیات گل رز شاخه بریده

سطوح مختلف کلسیم (میلی‌مول در لیتر)	تعداد گلبرگ	ارتفاع شاخه گل (cm)	تعداد شاخه گل در بوته	طول جام گل (cm)	قطر جام گل (cm)	طول دمگل (cm)	عمر پس از برداشت گل (روز)	وزن تر شاخه گل در بوته (گرم)
۱/۶	۱۰/۶۸ a*	۴۱/۳ a	۳/۶۰ a	۴/۰۶ a	۲/۰۱ b	۸/۸۲ a	۶/۹۹ a	۷۳/۲۳ b
۴/۸	۱۰/۷۵ a	۴۰/۶ a	۳/۹۲ a	۳/۸۹ a	۲/۱۵ a	۸/۶۷ a	۷/۴۸ a	۸۱/۹۴ a

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵%

معنی‌دار غلظت روی، منگنز و آهن برگ و کاهش معنی‌دار پتاسیم برگ شد (جدول ۵). افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی از ۲/۵ به ۵/۰ میلی‌مولار موجب کاهش معنی‌دار غلظت کلسیم برگ و افزایش معنی‌دار فسفر و بر برگ گردید (جدول ۵). براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی سطوح مختلف آمونیوم بر غلظت روی، منگنز و مس گلبرگ معنی‌دار گردید (نتایج ارایه نشده است). افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی از صفر به ۲/۵ میلی‌مولار موجب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن، روی، منگنز و مس گلبرگ شد (جدول ۵). غلظت آهن گلبرگ رز نیز با افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی تا ۵/۰ میلی‌مولار افزایش داشته، ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نشد. افزایش غلظت آمونیوم از ۲/۵ به ۵/۰ میلی‌مولار باعث افزایش معنی‌دار غلظت مس گلبرگ گردید (جدول ۵). جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی سطوح مختلف کلسیم بر غلظت نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، روی، منگنز، مس و بر برگ معنی‌دار شد (نتایج ارایه نشده است). با افزایش غلظت کلسیم به ۴/۸ میلی‌مولار، غلظت نیتروژن، کلسیم، منگنز و بر برگ افزایش معنی‌دار داشت (جدول ۶). در مقابل، غلظت پتاسیم، روی و مس برگ کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۶). افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی موجب افزایش معنی‌دار غلظت کلسیم و مس گلبرگ شد (جدول ۶).

بحث

براساس نتایج پژوهش حاضر، جایگزینی ۲۵ درصد کل نیتروژن (۲/۵ میلی‌مولار) محلول غذایی با آمونیوم (نسبت آمونیوم به نیترات برابر با ۲۵:۷۵) از لحاظ بهبود رشد و عملکرد گل رز مفید بوده، موجب افزایش وزن تر شاخه گل در بوته شد. مشابه نتایج پژوهش حاضر، در بیشتر تحقیقات انجام شده، کاربرد توأم نیترات و آمونیوم به‌ویژه با نسبت ۲۵ درصد آمونیوم و ۷۵ درصد نیترات موجب افزایش رشد گیاهان گلخانه‌ای نظیر رز در مقایسه با کاربرد هر یک به تنهایی گردیده است (۱۷ و ۱۹). اما افزایش سهم آمونیوم در نیتروژن مصرفی به ۵۰ درصد (۵/۰ میلی‌مولار) موجب کاهش عملکرد وزن تر گل رز در بوته گردید. این کاهش ممکن است به‌دلیل کاهش پ- هاش محلول غذایی پیرامون ریشه (۹، ۱۲ و ۲۴) و یا کاهش جذب کلسیم توسط ریشه باشد. کاهش پ- هاش ریزوسفر و نیز کاهش جذب کلسیم در اثر مصرف کودهای آمونیومی در بسترهای خاکی گزارش شده است (۷). در همین راستا، نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی از ۱/۶ به ۴/۸ میلی‌مولار موجب افزایش معنی‌دار وزن تر شاخه گل در بوته (جدول ۵) و در همان حال، افزایش غلظت کلسیم برگ و گلبرگ گل رز شد (جدول ۶).

در پژوهش دیگری، کاربرد آمونیوم به همراه نیترات (۲۵ درصد آمونیوم و ۷۵ درصد نیترات) موجب افزایش تعداد شاخه گل رز گردیده است (۱۲). تأثیر مثبت کاربرد آمونیوم به نسبت ۲۵ درصد کل نیتروژن مصرفی، ناشی از صرف انرژی کمتر توسط گیاه برای جذب و ساخت آمونیوم در مقایسه با نیترات گزارش شده است (۴). این ذخیره انرژی تا ۱۷ درصد کل ذخایر کربوهیدرات گیاه را شامل می‌شود (۱۵).

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]

جدول ۵. اثرهای اصلی سطوح مختلف آمونیوم بر میانگین غلظت عناصر غذایی برگ و گلبرگ رز

قسمت گیاه	سطوح مختلف آمونیوم (میلی‌مول در لیتر)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	روی	منگنز	آهن	مس	بر
		---------درصـــــــــد--------				----------میلی‌گرم بر کیلوگرم----------				
برگ	صفر	۳/۹۶ a*	۰/۴۷۲ b	۲/۷۸۴ a	۲/۸۴۹ a	۶۳/۱۳ b	۹۱/۳۱ b	۶۳/۷۰ b	۱/۰۰۰ a	۷۷/۴۴ b
	۲/۵	۳/۶۷ a	۰/۴۸۶ b	۲/۳۸۶ b	۲/۶۶ ab	۱۹۰/۷ a	۲۰۳/۹۰ a	۸۷/۷۵ a	۰/۶۲۵ a	۸۷/۸۱ b
	۵/۰	۳/۷۱ a	۰/۵۳۹ a	۲/۳۱۰ b	۲/۴۳۸ b	۱۷۳/۰ a	۲۲۲/۶۰ a	۸۱/۳۸ a	۰/۸۱۳ a	۱۰۳/۷ a
گلبرگ	صفر	۱/۵۷۲ b	۰/۲۵۰ a	۴/۱۵۶ a	۰/۴۶۱ a	۶۳/۱۳ b	۴۸/۰۶ b	۳۱/۶۳ a	۰/۵۲۶ b	۲۰/۶۳ a
	۲/۵	۱/۹۲۵ ab	۰/۲۷۴ a	۳/۲۱۹ a	۰/۴۴۱ a	۱۹۰/۷ a	۷۲/۶۹ a	۳۴/۸۱ a	۰/۹۳۸ b	۱۸/۸۸ a
	۵/۰	۲/۱۵۶ a	۰/۲۴۰ a	۳/۵۷۹ a	۰/۴۱۲ a	۱۷۳/۰ a	۷۹/۲۵ a	۴۵/۶۳ a	۲/۶۲۵ a	۳۰/۴۴ a

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵%

افزایش نسبت ۲۵:۷۵ به ۵۰:۵۰ آمونیوم به نیترات موجب کاهش عملکرد تعداد شاخه گل در بوته رز شد. افزایش بیشتر سهم آمونیوم محلول غذایی در مقایسه با نیترات به‌دلیل اسیدی کردن پ- هاش محیط ریشه (کمتر از ۵) موجب کاهش رشد ریشه و نهایتاً کاهش عملکرد گیاه می‌شود (۴). این امر می‌تواند به اثرهای زیان‌بار آمونیوم آزاد انباشته شده در بافت‌های گیاهی مربوط باشد. اگر جذب آمونیوم از مقدار جذب و ساخت آن فزونی یابد، موجب انباشتگی آمونیوم آزاد در بافت‌های گیاهی، به‌ویژه برگ‌ها، شده و می‌تواند بسیاری از فرآیندهای متابولیک از قبیل فتوسنتز را مختل نماید (۱۴).

مهم‌ترین شاخص کیفیت گل در بررسی صفات کیفی، عمر پس از برداشت یا ماندگاری گل می‌باشد. عمر پس از برداشت گل با افزایش غلظت آمونیوم مصرفی، از ۲/۵ به ۵/۰ میلی‌مولار، ۰/۹ روز کاهش یافت (جدول ۳). افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی باعث اختلال در جذب کلسیم توسط گیاه (جدول ۵) و اعمال سلولی کلسیم شده که نتیجه این امر تسریع فرآیند پیری در دوره پس از برداشت می‌شود. در این پژوهش، افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی به ۵۰ درصد کل نیتروژن (۵/۰ میلی‌مولار) باعث کاهش غلظت کلسیم برگ شد. تحقیقات نشان داده است که کلسیم در به تعویق انداختن پیری در بافت‌های گیاهی (۱۳)، به‌ویژه گلبرگ‌های گل رز (۲۷)، نقش دارد. نتایج مطالعات بیانگر این است که با افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی، پیری گل در رزهای گلدانی به تعویق افتاده است (۲۹ و ۳۴). روند پیری در گل‌های رز تحت تأثیر پروتئین‌ها، فسفولیپیدهای غشای سلولی، اتیلن و فعالیت پمپ‌های ATPase می‌باشد که تمامی این موارد تحت اثر تغذیه کلسیم می‌باشند(۱۱ و ۱۳). افزایش غلظت کلسیم از ۱/۶ به ۴/۸ میلی‌مولار در محلول غذایی و به تبع آن افزایش غلظت کلسیم در برگ و گلبرگ گل رز، به‌ویژه در نسبت ۲۵:۷۵ نیترات به آمونیوم (جدول ۳)، می‌تواند موجب کاهش سرعت روند پیری با توجه به تأثیر مثبت کلسیم بر موارد فوق باشد (جدول ۶).

نتایج نشان می‌دهد که بیشینه طول دمگل در غلظت ۲/۵ میلی‌مولار آمونیوم به‌دست آمد و نسبت به غلظت ۵/۰ میلی‌مولار آمونیوم موجب کاهش طول دمگل و قطر جام گل گردید (جدول ۳). در مورد کلسیم، نتایج متفاوت بود و با افزایش میزان کلسیم، قطر جام گل افزایش یافت (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های به‌دست آمده توسط میخالزوک و همکاران (۲۷) و توری و همکاران (۳۵) مبنی بر اثر مثبت کلسیم بر افزایش قطر گل‌ها و وزن تر و بهبود فرآیند باز شدن غنچه‌های گل در طی دوره پس از برداشت همخوانی دارد. تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات بر غلظت عناصر غذایی در برگ و گلبرگ رز در جدول ۵ نشان می‌دهد که غلظت

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]

جدول ۶. اثرهای اصلی سطوح مختلف کلسیم بر میانگین غلظت عناصر غذایی برگ و گلبرگ رز

قسمت گیاه	غلظت کلسیم (میلی‌مول در لیتر)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	روی	منگنز	آهن	مس	بر
		درصد				میلی‌گرم بر کیلوگرم				
برگ	۱/۶	۳/۶۲ b	۰/۵۱۷ a	۲/۷۰ a	۲/۲۹ b	۱۶۰/۰ a	۱۵۴/۰ b	۷۶/۰ a	۱/۰۰ a	۸۴/۵ b
	۴/۸	۳/۹۴ a	۰/۴۸۲ a	۲/۲۹ b	۳/۰۰ a	۱۲۴/۵ b	۱۹۱/۲ a	۷۹/۲ a	۰/۶۰ b	۹۴/۸ a
گلبرگ	۱/۶	۱/۸۸ a	۰/۲۵۰ a	۳/۴۰ a	۰/۴۰ b	۴۶/۸ a	۶۷/۱ a	۳۰/۲ a	۱/۱۰ b	۲۲/۶ a
	۴/۸	۱/۸۹ a	۰/۲۶۰ a	۳/۹۰ a	۰/۴۸ a	۴۹/۳ a	۶۶/۲ a	۴۴/۵ a	۱/۶۰ a	۲۴/۰ a

*: میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری با توجه به آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵% نمی‌باشند.

نیتروژن گلبرگ با افزایش نسبت آمونیوم به نیترات افزایش معنی‌دار یافته است. این افزایش نیتروژن گلبرگ می‌تواند به دلیل جذب سریع‌تر آمونیوم در مقایسه با نیترات با مصرف کمتر انرژی به‌وسیله گیاه باشد که در پژوهش‌های انجام شده اثبات شده است (۶، ۲۳ و ۳۲).

افزایش نیتروژن کل در شرایط استفاده همزمان از آمونیوم با نیترات بیانگر سازگاری بین آمونیوم و نیترات بر جذب نیتروژن کل به‌وسیله گل رز می‌باشد که با بررسی‌های منگل و کرکبی (۲۵) تطابق دارد. افزایش غلظت آمونیوم از ۲/۵ به ۵/۰ میلی‌مولار موجب افزایش معنی‌دار جذب فسفر برگ شد (جدول ۵) که به‌دلیل اثر مثبت نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی بر جذب آنیون‌ها، از جمله فسفر گیاه، می‌باشد که با یافته‌های هارتمن و همکاران (۱۷)، ایربهی و ویلکاکس (۹) و لورنزو و همکاران (۲۳) مطابقت دارد. افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی از صفر به ۲/۵ و ۵/۰ میلی‌مولار موجب کاهش معنی‌دار پتاسیم برگ گردید (جدول ۵). اثر بازدارنده آمونیوم بر جذب پتاسیم توسط گیاه در گزارش پیل و لامبت (۳۱)، فاجریا (۱۰) و روتستین و کرگ (۳۲) آمده است. کاهش غلظت کلسیم برگ با افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی به ۵/۰ میلی‌مولار (جدول ۵) به‌دلیل رابطه ضدیتی بین آمونیوم و کلسیم در جذب توسط ریشه است (۲۹، ۳۲ و ۳۷). افزایش نسبت آمونیوم به نیترات در محلول غذایی موجب افزایش معنی‌دار غلظت روی و منگنز در برگ و گلبرگ و غلظت آهن، بر و مس در برگ شد (جدول ۵). با وجود این‌که جذب عناصر کم‌مصرف مانند آهن، روی، منگنز و مس به‌صورت کاتیون می‌باشد، ولی الگوی جذب آنها توسط گیاه متفاوت از کاتیون‌های عناصر پرمصرف مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم بوده و افزایش نسبت آمونیوم به نیترات به‌علت کاهش پ- هاش محلول غذایی اطراف ریشه می‌تواند موجب افزایش جذب عناصر کم‌مصرف توسط گیاه شود (۵، ۲۵ و ۳۳). در مقابل، کاهش نسبت آمونیوم به نیترات با افزایش پ- هاش محیط اطراف ریشه مقدار جذب عناصر کم‌مصرف را کاهش می‌دهد (۳۰).

تأثیر افزایش غلظت آمونیوم محلول غذایی بر غلظت بر برگ متفاوت از سایر عناصر کم‌مصرف بود. در واقع افزایش آمونیوم سبب افزایش غلظت بر برگ شد. این افزایش ناشی از رابطه هم‌افزایی بین آمونیوم و آنیون‌هایی نظیر فسفات و بورات می‌باشد (۴). افزایش نیتروژن برگ رز با افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی ممکن است مربوط به نقش کلسیم در افزایش ساخت پروتئین خالص در گیاه باشد (۱۱). غلظت بیشتر کلسیم در محلول غذایی موجب کاهش معنی‌دار پتاسیم برگ گردید (جدول ۶). اثرهای بازدارنده کلسیم بر جذب پتاسیم درگیاه به‌طور گسترده در منابع ذکر گردیده است (۱۹، ۲۰ و ۳۲). همراه با افزایش غلظت کلسیم در محلول غذایی، غلظت کلسیم

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]

برگ و گلبرگ رز افزایش یافت (جدول ۶) که با نتایج بررسی‌های انجام شده در باره گل رز توسط استارکی و پدرسن (۳۴)، نیلسون و استارکی (۲۹) و مورتنسن و همکاران (۲۸) تطبیق داشت. همکنش مثبت معنی‌داری بین افزایش غلظت کلسیم با منگنز و بُر برگ و هم‌چنین مس در گلبرگ و همکنش منفی معنی‌دار بین افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی با روی و مس در برگ مشاهده شد (جدول ۶) که شاید نوعی اثر بازدارندگی بین افزایش کلسیم در محلول غذایی با روی و مس باشد. علی‌رغم این موضوع، غلظت روی در برگ در حد کفایت در گیاه می‌باشد؛ ولی مقدار مس گیاه در حد کمبود بود (۸). از این‌رو، لازمست مقدار بیشتری مس در فرمول غذایی تأمین شود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج پژوهش حاضر، افزایش نسبت آمونیوم به نیترات تا ۲۵:۷۵ (۲/۵ میلی‌مولار آمونیوم) در محلول غذایی و نیز کاربرد ۴/۸ میلی‌مولار کلسیم موجب بهبود صفات رویشی و عملکرد کمی و کیفی گل رز جهت افزایش عملکرد رز شاخه بریده در محیط بدون خاک توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه همکاران ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی (محلات) که در اجرای این پروژه تحقیقاتی یاری نموده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ۲۰۲ صفحه.

۲. بی‌نام. ۱۳۹۰. آمارنامه گل و گیاهان زینتی ۱۳۸۹. دفتر گل و گیاهان زینتی، گیاهان دارویی و قارچ‌های خوراکی. معاونت امور تولیدات گیاهی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ۲۲ صفحه.

۳. علی احیایی، م. و ع. ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۸۹۳، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ۱۲۹ صفحه.

۴. مارشنر، ه. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. (ترجمه بهمن خلدبرین و طاهره اسلام زاده). چاپ اول، انتشارات دانشگاه شیراز، ۹۰۲ صفحه.

5. Assimakopoulou, A. 2006. Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reducing activity of spinach in nutrient solution culture. Sci. Hort. 110: 21-29.
6. Britto, D. T. and H. J. Kronzucker. 2002. NH_4^+ toxicity in higher plants: A critical review. J. Plant Physiol. 159: 567-584.
7. Cooke, G. W. 1967. The control of soil fertility. Crosby Lockwood Staples, London.
8. De Kreij, C., C. Sonneveld, M. G. Warmenhoven and N. A. Straver. 1992. Guide values for nutrient element contents of vegetables and flowers under glass. Research Station for Floriculture and Greenhouse Vegetables, Report No. 15.
9. Errebhi, M. and G. E. Wilcox. 1990. Plant species response to ammonium-nitrate concentration ratios. J. Plant Nutr. 13: 1017-1029.
10. Fageria, V. D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. J. Plant Nutr. 24: 1269-1290.
11. Faust, M. and J. D. Klein. 1974. Levels and sites of metabolically active calcium in apple fruit. J. Am. Soc. Hort. Sci. 99: 93-94.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]

12. Feigin, A., C. Ginzburg, S. Gilead and A. Ackerman. 1986. Effect of NH_4/NO_3 ratio in the nutrient solution on growth and yield of greenhouse roses. Acta Hort. 189: 127-135.
13. Ferguson, I. B. and B. K. Drobak. 1988. Calcium and regulation of plant growth and senescence. Hort. Sci. 23: 262-266.
14. Givan, C. V. 1979. Metabolic detoxification of ammonia in tissues of higher plants. Phytochemistry. 18: 375-382.
15. Gutschick, V. P. 1981. Evolved strategies in nitrogen acquisition by plants. Am. Naturalist 118: 607-637.
16. Halevy, A., H. Torre, S. Borochov, A. Porat, R. Philosoph-Hadas, S. Meir and H. Friedman. 2001. Calcium in regulation of post-harvest life of flowers. Acta Hort. 543: 345-351.
17. Hartman, P. L., H. A. Mills and J. B. Jones. 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.
18. Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Circular 347, University of California, U.SA.
19. Hohjo, M., C. Kuwata, K. Oshikawa 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.
20. 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.
21. Jones, J. R., B. Wolf and H. A. Mills. 1991. Plant analysis: A ractical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing Inc., Athens, Georgia.
22. Lohr, V. I. and C. H. Pearson-mims. 1990. Damage to cut roses from fluoride in keeping solutions varies with cultivar. Hort. Sci. 25(2): 215-216.
23. 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.
24. Magalhaes, J. R. and G. E. Wilcox. 1983. Tomato growth and nutrient uptake patterns as influenced by nitrogen form and light intensity. J. Plant Nutr. 6: 941-956.
25. Mengel, K. and E. A. Kirkby. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Ed., Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
26. Mengel, K., R. Planker and B. Hoffman. 1994. Relationship between leaf apoplast pH and Fe chlorosis of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Plant Nutr. 17: 1053-1064.
27. Michalczuk, B., D. M. Goszczynska, R. M. Rudnicki and A. H. Halevy. 1989. Calcium promotes longevity and bud opening in cut rose flowers. Isr. J. Bot. 38: 209-215.
28. Mortensen, L. M., C. O. Ottosen and H. R. Gislerod. 2001. Effects of air humidity and K: Ca ratio on growth, morphology, flowering and keeping quality of pot roses. Sci. Hort. 90: 131-141.
29. Nielsen, B. and K. R. Starkey.1999. Influence of production factors on postharvest life of potted roses. Postharvest Biol. Technol. 16: 157-167.
30. Nikolic, M. and V. Romheld. 2003. Nitrate does not result in Fe inactivation in the apoplast of sunflower leaves. Plant Physiol. 132: 1303-1314.
31. Pill, W. G. and V. N. Lambeth. 1977. Effects of NH_4 and nutrition NO_3 with and without pH adjustment on tomato growth, ion composition, and water relation. J. Am. Soc. Hort. Sci. 102: 78-81.
32. Rothstein, D. and B. M. Cregg. 2005. Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (*Abies fraseri*). Forest Ecol. Manage. 219: 69-80.
33. Savvas, D., V. Karagianni, A. Kotsiras, V. Demopoulos, I. Karkamisi and P. Pakou. 2003. Interactions between ammonium and pH of the nutrient solution supplied to gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in pumice. Plant Soil 254: 393-402.
34. Starkey, R. K. and A. R. Pedersen. 1997. Increased level of calcium in the nutrient solution improved the postharvest life of potted rose. J. Am. Soc. Hort. Sci. 122: 863-868.
35. Torre, S., A. Borochov and A. H. Halevy. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. Physiol. Plant. 107: 214-219.
36. Torre, S., T. Fjeld and H. R. Gislerod. 2001. Effects of air humidity and K/Ca ratio in the nutrient supply on growth and postharvest characteristics of cut roses. Sci. Hort. 90: 291-304.
37. 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.
38. Verdonck, O. and R. Gabriels. 1992. I. Refrence method for the determination of physical properties of plant substrates. II. Reference method for the determination of chemical properties of plant substrates. Acta Hort. 302: 169-179.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2026-06-29]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.1.3.8]