تأثیر تنش شوری و نیترات کلسیم مکمل بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل رُز هیبرید ایلونا در شرایط آبکشت

مجید رجایی[۱*] و احمدرضا صالحی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۸)

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر سطوح مختلف شوری و نیترات کلسیم مکمل بر رشد، ویژگی‌های کمی و کیفی و غلظت عناصر غذایی در گل رُز هیبرید رقم ایلونا، پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل سطوح شوری (صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و نیترات کلسیم مکمل (صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار) با سه تکرار در شرایط آبکشت اجرا شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطح کلرید سدیم، غلظت یون‌های سدیم و کلر در برگ گل رُز تا حد سمیت افزایش یافت که سبب کاهش معنی‌دار تعداد گل در بوته، وزن خشک گل، قطر ساقه گل‌دهنده و ماندگاری گل شد. همچنین، شوری سبب کاهش غلظت عناصر نیتروژن، کلسیم و پتاسیم در برگ گیاه شد. به‌کارگیری نیترات کلسیم تا حدودی توانست اثرهای سوء شوری را تعدیل کند. به‌طوری که در هر سطح از شوری، با افزایش نیترات کلسیم مصرفی، از غلظت سدیم و کلر برگ کاسته و غلظت نیتروژن و کلسیم برگ، تعداد گل در بوته، قطر جام و ماندگاری گل افزایش یافت. کاهش معنی‌دار وزن خشک گل و تعداد گل در بوته به‌ترتیب در دامنه شوری ۲/۸۵ تا ۳/۱۵ و ۳/۵ تا ۴/۱۹ دسی‌زیمنس بر متر اتفاق افتاد که در دو دامنه شوری یاد شده، میانگین غلظت سدیم به‌ترتیب برابر با ۰/۳۴ و ۰/۴۶ و غلظت کلر ۰/۳۶ و ۱/۴۲ درصد بود. با افزایش تنش شوری، از تأثیر نیترات کلسیم در بهبود ماندگاری گل کاسته شد و برای تأمین نیتروژن و کلسیم گیاه به نیترات کلسیم بیشتری نیاز بود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تحت تنش شوری، نیاز نیتروژنی و کلسیمی گیاه بیشتر از شرایط غیرشور است. نتایج این پژوهش بیان می‌کند که با افزایش شوری در شرایط آبکشت، می‌توان با کاربرد نیترات کلسیم مکمل، اثر سوء شوری بر گل رُز را تعدیل کرد.

کلمات کلیدی: سدیم، پتاسیم، کلر، اجزای گل، ماندگاری

مقدمه

گل رُز یکی از محبوب‌ترین گل‌های جهان است که از لحاظ تولید در صدر گل‌های بریدنی دنیا قرار داشته و تقریباً ۴۰٪ از گل‌های بریدنی دنیا را به‌خود اختصاص داده است (۵). گزارش شده که گل رز نسبتاً به شوری حساس بوده و چنانچه در معرض شوری ۲ تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر قرار گیرد، عملکرد

۱. بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز
۲. گروه باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rajaie.majid@yahoo.com

آن به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (۹ و ۲۰). چنین سطوحی از شوری به راحتی در تولید گلخانه‌ای گل رز حادث می‌شود، زیرا محلول‌های غذایی مورد استفاده برای آبیاری آن‌ها معمولاً بین ۱ تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر شوری دارند و مشکل شوری در محیط آبکشت که ریشه‌ها در حجم کوچکی از محیط بدون خاک رشد می‌کنند، به‌دلیل تجمع سریع نمک‌ها، جدی‌تر است. از طرفی، این مشکل در هنگام استفاده از آب‌های با کیفیت نامناسب، اعمال آبشویی حداقل و در شرایط بازیافت و گردش مجدد محلول‌های غذایی تشدید می‌شود (۱۰). به‌علت محدودیت منابع آب شیرین، استفاده از منابع مختلف آب نظیر آب‌های شور، پساب و آب بازیافتی اجتناب‌ناپذیر است. از این رو، امروزه اثر کیفیت آب آبیاری، بخصوص شوری و قلیائیت آب، بر رشد و نمو گیاه اهمیت ویژه‌ای دارد (۳). در تولید گیاهان زینتی، حفظ طراوت و زیبایی گل‌ها و افزایش عمر پس از برداشت آنها مهم است. یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در ظاهر گل و عمر پس از برداشت آن، تغذیه بهینه در طول دوره رشد و نمو گل است؛ که البته تحت تنش شوری دچار اختلال می‌شود. در واقع، تحت تنش شوری، علاوه بر کاهش پتانسیل اسمزی محیط و جلوگیری از جذب آب، به‌علت اثر منفی یون‌های سدیم و کلر و بر هم‌خوردن تعادل یونی محیط رشد، جذب یون‌های عناصر غذایی توسط گیاه دچار اختلال می‌شود (۱۸). در این شرایط، جریان انتقال متعادل یون‌هایی همچون نیتروژن، پتاسیم و کلسیم به‌هم می‌خورد و گیاه با کمبود این عناصر روبرو می‌شود (۳۲). بنابراین، یکی از راهکارهای کاهش آثار زیانبار تنش شوری، استفاده از روش‌های بهینه تغذیه معدنی است. به‌طوری که پژوهشگران زیادی به اثرهای مثبت عناصر غذایی بر کاهش اثر شوری در گیاه تأکید دارند (۳۶ و ۴۳). از میان عناصر غذایی پرمصرف، نیتروژن و کلسیم دارای اهمیت زیادی در تغذیه گل رز بوده و بسیاری از پژوهش‌های انجام شده روی این دو عنصر متمرکز شده‌اند. در گلخانه‌های تولید گل رز دنیا، نیتروژن در آب آبیاری با غلظت ۲۵۰-۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر مصرف می‌شود که اکثر این مقدار به شکل نیترات است. به‌طور سنتی، آمونیوم به مقدار کم و با رعایت احتیاط (به‌دلیل سمیت‌های گزارش شده و کاهش عملکرد ناشی از آن) به‌کار برده می‌شود (۴ و ۱۰). همچنین، پژوهش‌های انجام شده درباره نقش کلسیم در گل رز حاکی از تأثیر زیاد آن در افزایش عمر پس از برداشت و بهبود ویژگی‌های کیفی گل است (۴۰ و ۴۱). به‌طور کلی، کلسیم منجر به تعویق فرایند پیری در بافت‌های گیاهی به‌طور عام (۱۶) و در گلبرگ‌های گل رز به‌طور خاص می‌شود (۴۰). براساس آزمایش‌های انجام شده، تیمارهای کلسیم به‌طور معنی‌داری ماندگاری را افزایش می‌دهند. همچنین، کاربرد کلسیم منجر به افزایش وزن تر و قطر گل‌ها و تأخیر در کاهش وزن آن‌ها در دوره برداشت می‌گردد (۱۳ و ۲۹). بنی‌جمالی و بیات (۲) به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کلسیم بر عملکرد کمی و کیفی گل رز شاخه بریده در شرایط هیدروپونیک، گزارش کردند که افزایش غلظت کلسیم باعث افزایش معنی‌دار قطر جام گل و وزن تر شاخه گل شد. همچنین، با افزایش کلسیم، غلظت نیتروژن و کلسیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ترکاشوند و شیرغانی (۳) بیان نمودند که اثر منفی تنش شوری بر وزن تر و خشک گیاه و عمر پس از برداشت گل ژربرا را می‌توان با محلول‌پاشی کلسیم کاهش داد. از آنجایی که تحت تنش شوری، جذب و متابولیسم کلسیم و نیتروژن دچار اختلال و منجر به کمبود آنها می‌گردد و همچنین با توجه به اینکه می‌توان اثر سوء شوری را با مصرف نیترات کلسیم مکمل بهبود بخشید، بنابراین، این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر نیترات کلسیم مکمل بر عملکرد کمی و کیفی گل رز و کاهش اثرهای سوء شوری در شرایط آبکشت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

تعداد ۴۸ بوته رُز رقم ایلونا (Ilona) یک‌ساله که به‌ترتیب قطر و ارتفاعی حدود ۱/۵ و ۳۵ سانتی‌متر داشتند و قبلاً قلمه‌های آنها در خاک خزانه رشد کرده بودند، پس از خروج از زمین اصلی و انجام هرس یکنواخت، در گلدان‌های پلاستیکی ۱۲ لیتری

حاوی مخلوطی از پرلیت و کوکوپیت به‌نسبت مساوی کاشته شدند. پژوهش در اوایل بهار و در گلخانه‌ای تجاری در شهرستان داراب استان فارس و تحت شرایط نور و دمای طبیعی محیط (تغییرات دما در طول انجام پژوهش بین ۱۸ تا ۳۵ درجه سلسیوس و شدت نور حدود ۴۰ هزار لوکس بود) انجام گرفت. سیستم آبکشت مورد استفاده از نوع باز بود و آبیاری و کوددهی همزمان بر اساس نیاز گل رز، روزانه به هر گلدان اضافه شد. در این آزمایش، از یک محلول غذایی پایه بر اساس محلول غذایی هوگلند تغییر یافته شامل یک میلی‌مولار پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات، ۵ میلی‌مولار نیترات پتاسیم، یک میلی‌مولار نیترات کلسیم، ۱/۵ میلی‌مولار سولفات منیزیم، یک میلی‌مولار سولفات آمونیوم و کودهای عناصر کم‌مصرف شامل ۹۰ میکرومولار آهن از منبع سکسترین آهن، ۹/۱۴ میکرومولار منگنز از منبع سولفات منگنز، ۳ میکرومولار روی از منبع سولفات روی و ۰/۳۲ میکرومولار مس از منبع سولفات مس استفاده شد. این محلول غذایی در تمام تیمارها به‌طور یکسان به‌کار رفت. برای تهیه محلول غذایی از آب چاه واقع در محل اجرای آزمایش استفاده شد که ویژگی‌های شیمیایی آن به شرح جدول (۱) است.

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی، با دو عامل سطوح شوری و نیترات کلسیم مکمل به انضمام محلول غذایی پایه، با سه تکرار اجرا شد. سطوح عامل شوری از منبع سدیم کلرید (با غلظت صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار) و سطوح عامل نیترات کلسیم ($Ca(NO_3)_2.2H_2O$) مکمل (با غلظت صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار) به محلول غذایی پایه افزوده شدند. یون‌های غذایی قابل توجه در آب مورد استفاده شامل کلسیم، منیزیم و سولفات در محاسبات انجام شده برای حصول نهایی غلظت‌های مدنظر در تیمارهای آزمایش منظور شدند. میزان هدایت الکتریکی محلول‌ها در تیمارهای مختلف اعمال شده در جدول (۲) آورده شده است.

با ظاهر شدن غنچه‌ها در هنگام برداشت تجاری (آغاز باز شدن گلبرگ‌ها)، گل‌ها از بالای سومین گره ساقه گل‌دهنده از محل انشعاب از شاخه اصلی با قیچی باغبانی چیده شد و پس از ثبت عملکرد، برای اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین، شاخص‌های کیفی گل نظیر وزن خشک به‌وسیله ترازوی دیجیتالی، طول ساقه گل‌دهنده توسط خط‌کش، قطر شاخه گل‌دهنده و طول و قطر جام گل با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری ماندگاری گل، از هر تیمار تعداد سه شاخه گل برداشت شده به آزمایشگاه منتقل و درون گلدان‌های شیشه‌ای محتوی آب قرار داده شدند. ماندگاری گل برحسب تعداد روز از زمان برداشت تا ایجاد نشانه‌هایی از جمله گردن کج، پیرشدن گلبرگ‌ها، برگشتن کامل گلبرگ‌ها به‌سمت خارج، تغییر رنگ و ریزش آنها تعیین شد. همچنین میزان سدیم و پتاسیم با فلیم فتومتر (۳۴)، کلسیم و کلر با جذب اتمی (۷) و نیتروژن با کجلدال (۱) اندازه‌گیری شد. در نهایت، داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها به‌روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد گل در بوته و وزن خشک گل

تأثیر تنش شوری و سطوح نیترات کلسیم بر تعداد گل در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. این در حالی بود که فقط تأثیر شوری بر وزن خشک گل معنی‌دار شد (جدول ۳). میانگین تعداد گل در بوته و وزن خشک گل با افزایش سطوح سدیم کلرید در محلول غذایی از صفر به ۲۰ میلی‌مولار کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). گزارش شده که شوری سبب اختلال در فرایندهای فیزیولوژیک گیاه می‌شود که پیامد آن کاهش رشد و عملکرد است. به‌طور کلیف چهار دلیل برای کاهش رشد گیاه در شرایط تنش شوری شامل تنش اسمزی، سمیت یونی، عدم تعادل تغذیه‌ای و ترکیبی از علل فوق پیشنهاد شده است (۱۸ و ۳۲). کاهش عملکرد در اثر شوری در گیاهان مختلف و از جمله گل رز توسط سایر پژوهشگران (۱۱، ۱۴ و ۳۸) هم گزارش شده است. چائوم و کردمانی (۱۵) گزارش

جدول ۱. نتایج تجزیه آب مورد استفاده در آزمایش

EC (دسی‌زیمنس بر متر)	SAR	pH	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	مجموع آنیون‌ها	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	مجموع کاتیون‌ها	سختی (میلی‌گرم در لیتر)
			(میلی‌اکی‌والان در لیتر)										
۰/۶۱	۰/۴	/۶۵	ناچیز	۴/۵	۰/۹	۱/۲	۶/۶	۴	۲	۰/۷	/۰۳	۶/۷۳	۳۰۰

جدول ۲. میزان هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) محلول‌های غذایی در تیمارهای مختلف

		سطح نیترات کلسیم (میلی‌مولار)			
		صفر	۱	۲	۳
سطوح کلرید سدیم (میلی‌مولار)	شاهد	۱/۷۲	۱/۹۵	۲/۰۶	۲/۱۴
	۵	۲/۸۵	۳/۱۰	۳/۱۰	۳/۱۵
	۱۰	۳/۵۰	۳/۸۲	۴/۰۲	۴/۱۹
	۲۰	۴/۹۰	۵/۲۳	۵/۵۷	۵/۸۲

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی و کیفی گل تحت تأثیر سطوح مختلف شوری و نیترات کلسیم

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد گل در بوته	وزن خشک گل	طول جام گل	قطر جام گل	طول ساقه گل‌دهنده	قطر ساقه گل‌دهنده	ماندگاری
شوری	۳	۲۸/۱**	۵/۴۸**	۶/۵۱^{ns}	۱/۵۸^{ns}	۱۱/۶^{ns}	۳۶/۰**	۶/۳۳**
نیترات کلسیم	۳	۴۳/۳**	۰/۸۸^{ns}	۲۴/۲^{ns}	۱۶/۴**	۳۱/۴^{ns}	۱/۰۷^{ns}	۳۰/۱۷**
شوری× نیترات کلسیم	۹	۱/۴^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۵/۹۸^{ns}	۰/۴۳^{ns}	۹/۱۷^{ns}	۳/۷۶^{ns}	۰/۳۵۲^{ns}
خطا	۳۲	۰/۷۱	۰/۷۴	۱۰/۶	۲/۶۰	۵۱/۱	۶/۷۳	۰/۵۴۲

** و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱٪ و بدون تفاوت معنی‌دار

کردند که گل رز مینیاتور در هنگام مواجهه با شوری، تأخیر در گل‌دهی و تعداد گل کمتر در هر بوته را نشان می‌دهد. مشاهدات کای و همکاران (۱۲) نشان داد که در شش رقم گل رز باغی در شوری‌های متوسط تا زیاد، کاهش در تعداد گل اتفاق افتاد.

در پژوهش حاضر، بررسی اثر اصلی شوری بر تعداد گل در بوته نشان داد (میانگین‌ها آورده نشده‌اند. ولی از داده‌های جدول ۴ قابل محاسبه هستند) که کاهش معنی‌دار تعداد گل در بوته در غلظت ۱۰ میلی‌مولار سدیم کلرید اتفاق افتاد که بسته به نیترات کلسیم مصرفی در دامنه شوری بین ۳/۵ تا ۴/۱۹ دسی‌زیمنس بر متر محلول غذایی بود. برای وزن خشک گل، این کاهش معنی‌دار در غلظت ۵ میلی‌مولار سدیم کلرید و یا شوری‌های متناظر ۲/۸۵ تا ۳/۱۵ اتفاق افتاد (جدول ۲). رز به‌طور سنتی به‌عنوان یک گونه حساس به نمک طبقه‌بندی می‌شود که در محدوده شوری ۰/۵ تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر دچار آسیب‌دیدگی می‌شود (۴۲). با این حال، تحقیقات نیو و همکاران (۳۳) نشان داد که چهار پایه مختلف گل رز قادر بودند که شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر را با کاهش قابل قبول رشد و زیبایی تحمل کنند. تفاوت در پاسخ گل رز به شوری را می‌توان به شرایط متفاوت مطالعات انجام گرفته نسبت داد. در واقع، اثر شوری بر گونه‌های رز وابسته به نوع و غلظت نمک، مدیریت تغذیه، سیستم کشت (خاک یا هیدروپونیک)، نوع بستر، سیستم آبیاری، گونه یا رقم رز و انتخاب پایه است (۲۶).

در تمام سطوح سدیم کلرید مصرفی، با افزایش غلظت نیترات کلسیم در محلول غذایی، میانگین تعداد گل در بوته افزایش معنی‌داری را نشان داد. همچنین، در هر سطح از شوری، کاربرد نیترات کلسیم سبب افزایش اندکی در وزن خشک گل شد؛ ولی این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). اصلاح محلول‌های شور با افزودن کلسیم و به‌منظور کاهش اثرهای نامطلوب شوری در محصولات مختلف گزارش شده است (۷، ۲۳ و ۲۴). در برخی از مطالعات، از نیترات به‌عنوان آنیون همراه کلسیم استفاده شده است. اضافه کردن نیترات منجر

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و نیترات کلسیم بر صفات کمی و کیفی گل

سطح کلرید سدیم	سطح نیترات کلسیم	تعداد گل در بوته	وزن خشک گل (گرم)	طول جام گل (میلی‌متر)	قطر جام گل (میلی‌متر)	طول ساقه گل‌دهنده (سانتی‌متر)	قطر ساقه گل‌دهنده (میلی‌متر)	ماندگاری (روز)
(میلی‌مولار)								
۰	۰	۳/۳۰^{bc}	۳/۷۲^{ab}	۲۵/۹^{a}	۱۶/۲^{abc}	۴۳/۲^{a}	۵/۴۲^{ab}	۸/۳۳^{bc}
۰	۱	۳/۳۰^{bc}	۴/۲۳^{ab}	۲۷/۴^{a}	۱۷/۳^{abc}	۴۱/۱^{a}	۵/۵۸^{ab}	۸/۰۰^{cd}
۰	۲	۴/۶۰^{a}	۳/۹۱^{ab}	۳۰/۰^{a}	۱۸/۸^{a}	۴۵/۱^{a}	۵/۶۳^{ab}	۹/۳۳^{b}
۰	۳	۴/۳۰^{a}	۴/۶۹^{a}	۲۹/۷^{a}	۱۸/۶^{a}	۴۳/۱^{a}	۵/۳۳^{ab}	۱۰/۷^{a}
۵	۰	۳/۳۰^{bc}	۳/۲۶^{abc}	۲۶/۸^{a}	۱۵/۵^{bc}	۴۲/۹^{a}	۵/۹۰^{a}	۶/۶۶^{def}
۵	۱	۳/۳۰^{bc}	۳/۴۹^{abc}	۳۰/۹^{a}	۱۷/۱^{abc}	۴۵/۷^{a}	۵/۱۶^{ab}	۷/۰۰^{cdef}
۵	۲	۴/۳۰^{a}	۳/۳۵^{abc}	۲۷/۶^{a}	۱۷/۲^{abc}	۴۶/۰^{a}	۵/۱۰^{ab}	۷/۶۷^{cdef}
۵	۳	۴/۶۰^{a}	۳/۵۱^{abc}	۲۸/۵^{a}	۱۸/۳^{a}	۴۳/۹^{a}	۵/۰۰^{ab}	۸/۰۰^{cd}
۱۰	۰	۳/۰۰^{cd}	۲/۷۱^{bc}	۲۴/۷^{a}	۱۵/۴^{c}	۴۱/۶^{a}	۴/۱۶^{b}	۵/۶۷^{fg}
۱۰	۱	۲/۷۰^{de}	۲/۷۶^{bc}	۲۶/۷^{a}	۱۷/۷^{abc}	۴۷/۷^{a}	۴/۹۲^{ab}	۵/۶۶^{fg}
۱۰	۲	۳/۳۰^{bc}	۲/۸۲^{bc}	۲۶/۵^{a}	۱۷/۳^{abc}	۴۷/۰^{a}	۴/۲۳^{b}	۶/۳۳^{efg}
۱۰	۳	۳/۷۰^{b}	۳/۴۶^{abc}	۳۰/۵^{a}	۱۸/۶^{a}	۴۲/۳^{a}	۴/۹۷^{ab}	۶/۶۶^{def}
۲۰	۰	۲/۳۳^{e}	۲/۱۸^{bc}	۲۵/۹^{a}	۱۵/۵^{bc}	۴۵/۸^{a}	۴/۶۰^{ab}	۵/۰۰^{g}
۲۰	۱	۲/۳۳^{e}	۲/۶۲^{bc}	۲۷/۰^{a}	۱۷/۰^{abc}	۴۶/۳^{a}	۴/۳۲^{ab}	۵/۰۰^{g}
۲۰	۲	۳/۶۶^{b}	۲/۶۷^{bc}	۲۷/۰^{a}	۱۷/۱^{abc}	۴۷/۵^{a}	۴/۳۴^{ab}	۵/۶۶^{fg}
۲۰	۳	۳/۳۳^{bc}	۲/۸۸^{bc}	۲۸/۳^{a}	۱۸/۲^{ab}	۴۲/۴^{a}	۴/۱۸^{b}	۶/۳۳^{efg}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون دانکن، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

به کاهش در جذب و تجمع کلر به‌دلیل رابطه آنتاگونیسم بین آنها می‌شود (۲۳ و ۲۴). بنابراین، اثرهای مفید نیترات کلسیم مکمل بر رشد می‌تواند به‌دلیل تأثیر مثبت و همزمان کلسیم و نیترات و یا به‌عبارتی اثر سینرژیستیک بین آنها باشد.

طول و قطر جام گل، طول و قطر ساقه گل‌دهنده و ماندگاری

بررسی تأثیر تنش شوری و سطوح نیترات کلسیم بر طول و قطر جام گل و طول و قطر ساقه گل‌دهنده نشان می‌دهد که فقط تأثیر نیترات کلسیم بر قطر جام گل و تأثیر شوری بر قطر ساقه گل‌دهنده معنی‌دار است (جدول ۳). در هر حال، تأثیر هر دو عامل شوری و نیترات کلسیم بر ماندگاری پس از برداشت گل معنی‌دار بود (جدول ۳). در هر سطح از شوری، افزایش غلظت نیترات کلسیم در محلول غذایی سبب افزایش قطر جام گل شد. هرچند شوری سبب کاهش قطر ساقه گل‌دهنده شد، ولی در تمام سطوح شوری، افزایش غلظت نیترات کلسیم در محلول غذایی تغییر معنی‌داری در قطر ساقه گل‌دهنده ایجاد نکرد. در مقابل، تأثیر تنش شوری و سطوح نیترات کلسیم بر ماندگاری گل نمود قابل توجهی داشت. به‌طوری که افزایش تنش شوری سبب کاهش ماندگاری گل شد. ولی در مقابل، در هر سطح از شوری، افزایش کاربرد نیترات کلسیم ماندگاری پس از برداشت گل را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۴). تأثیر نیترات کلسیم بر ماندگاری پس از برداشت گل به‌میزان تنش شوری بستگی داشت. به‌طوری که با افزایش تنش شوری از تأثیر نیترات کلسیم در بهبود ماندگاری پس از برداشت گل کاسته

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) غلظت عناصر تحت تأثیر سطوح مختلف شوری و نیترات کلسیم

منابع تغییر	درجه آزادی	سدیم	کلر	نیتروژن	کلسیم	پتاسیم
شوری	۳	۳۱۷/۵**	۴۷۴/۵**	۸۶/۱**	۱۲۸/۲**	۲۸۸/۴**
نیترات کلسیم	۳	۹/۱۰**	۳۸/۴**	۳۹/۱**	۳۲/۴**	۲۰/۶**
شوری × نیترات کلسیم	۹	۲/۲**	۶/۰۰۱**	۱۰/۰۲**	۲/۱۲**	۴/۹۱*
خطا	۳۲	۰/۰۰۰۱	۱/۱۰	۰/۹۳	۰/۴	۱/۷۱

**، * و ns به‌ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون تفاوت معنی‌دار

شد. به‌عنوان مثال، در سطح صفر کلرید سدیم، با افزایش نیترات کلسیم مصرفی از صفر به ۳ میلی‌مولار در محلول غذایی، ماندگاری ۲/۳۷ روز افزایش یافت. در حالی که در سطوح ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، این افزایش به‌ترتیب ۱/۳۴، ۱/۰ و ۱/۳۳ روز بود. کیانی و میرزاشاهی (۶) گزارش کردند که گرچه تغذیه برگی رز رقم ایلونا با نیترات کلسیم و کلات کلسیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و شاخص‌های کیفی هنگام برداشت گل رز از قبیل وزن تر، طول ساقه گل‌دهنده و طول و قطر جام گل نداشت، اما منجر به افزایش معنی‌دار ماندگاری گل رز به‌میزان ۲/۷ و ۲/۹ روز در سطوح ۰/۳ و ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم شد که این مسئله به‌دلیل افزایش غلظت کلسیم در برگ‌ها وگلبرگ‌ها بود.

غلظت سدیم و کلر برگ

تأثیر تنش شوری، سطوح نیترات کلسیم و برهمکنش آنها بر محتوای سدیم و کلر برگ معنی‌دار بود (جدول ۵). در هر سطح از نیترات کلسیم مصرفی، با افزایش سطوح کلرید سدیم، میانگین غلظت سدیم و کلر برگ با افزایش معنی‌داری همراه بود (جدول ۶). گزارش شده که گیاهان در حال رشد در شرایط تنش شوری، جذب بیش از حدی از یون‌های سدیم و کلر را دارند که باعث آسیب‌دیدگی گیاه و مرگ زودرس برگ‌ها می‌شود. در سطح سلولی، تجمع بیش از حد یون‌های سدیم و کلرید باعث ایجاد سمیت، اختلال در عملکرد غشاء سلولی، از دست رفتن فشار آماس، کم آبی سلول، کاهش توسعه سطح برگ و در نهایت کاهش رشد می‌شود (۱۹ و ۳۱). کابررا و پردومو (۱۱) گزارش دادند که هر چند افزایش کلرید سدیم در محلول غذایی از صفر تا ۳۰ میلی مولار سبب افزایش جزئی غلظت سدیم برگ در گل رز شد، ولی این تغییرات از لحاظ آماری معنی دار نبود. این در حالی بود که مقدار کلر برگ با شوری‌های یاد شده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و از ۰/۱ به ۱/۷۵ درصد رسید. در پژوهشی دیگر (۳۷) اعمال غلظت ثابت ۱۲ میلی‌مولار سدیم از ترکیب‌های متفاوت سه نمک کلرید سدیم، سولفات سدیم و نیترات سدیم، غلظت‌های بسیار کمی از سدیم (در دامنه ۱۵۴ تا ۴۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) را در برگ گل رز پیوند شده بر دو پایه مختلف ایجاد کرد که این امر به توانایی این پایه‌ها برای دفع سدیم نسبت داده شد. در مقابل، مشاهدات کای و همکاران (۱۲) نشان داد که در شش رقم گل رز باغی افزایش شوری محلول غذایی از ۱/۵ به ۴ و ۸ دسی-زیمنس بر متر سبب افزایش معنی‌دار غلظت سدیم و کلر در برگ شد که البته باز هم مقدار مطلق غلظت‌ها کاملاً وابسته به رقم مورد مطالعه بود.

افزایش سطح نیترات کلسیم، هم در غیاب شوری و هم در هر سطح از کلرید سدیم مصرفی، سبب کاهش معنی‌دار غلظت سدیم و کلر برگ شد. چنین رویدادی را می‌توان به تأثیرات بازدارنده کلسیم بر جذب سدیم و نیترات بر جذب کلر نسبت داد. تأثیر بازدارندگی کلسیم بر جذب سدیم توسط سایر پژوهشگران هم گزارش شده است (۲۴ و ۲۷). همچنین، بعضی پژوهشگران اعلام نموده‌اند که افزایش نیترات در محیط رشد موجب کاهش جذب و تجمع کلر در تعداد زیادی از گیاهان باغی می‌شود (۱۷). بار و همکاران (۸) گزارش کردند که تحت

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و نیترات کلسیم بر غلظت عناصر در برگ

سطوح کلرید سدیم	سطوح نیترات کلسیم	سدیم	کلر	نیتروژن	کلسیم	پتاسیم
میلی مولار				درصد		
۰	۰	۰/۲۳۹^{l}	۰/۳۰۳^{i}	۳/۲۱^{cd}	۱/۱۸^{e}	۲/۷۵^{a}
۰	۱	۰/۲۲۰^{m}	۰/۲۷۶^{i}	۳/۰۸^{de}	۱/۴۱^{bc}	۲/۵۰^{b}
۰	۲	۰/۱۸۵^{n}	۰/۱۷۰^{i}	۳/۴۲^{b}	۱/۵۷^{a}	۲/۳۱^{bc}
۰	۳	۰/۱۶۰^{o}	۰/۱۹۷^{i}	۳/۶۹^{a}	۱/۵۳^{a}	۲/۱۹^{cd}
۵	۰	۰/۴۱۰^{h}	۰/۴۲۰^{g}	۳/۳۱^{bc}	۱/۰۲^{f}	۲/۰۵^{de}
۵	۱	۰/۳۲۰^{j}	۰/۳۷۱^{g}	۳/۰۱^{ef}	۱/۲۵^{de}	۲/۱۷^{de}
۵	۲	۰/۲۹۲^{k}	۰/۳۵۰^{g}	۳/۱۲^{cd}	۱/۲۹^{d}	۱/۸۵^{ef}
۵	۳	۰/۳۲۰^{j}	۰/۳۲۰^{h}	۳/۳۳^{bc}	۱/۴۹^{ab}	۱/۸۱^{ef}
۱۰	۰	۰/۵۲۰^{e}	۱/۷۴^{b}	۲/۸۲^{f}	۰/۸۲۴^{g}	۱/۸۷^{ef}
۱۰	۱	۰/۵۰۰^{f}	۱/۴۸^{d}	۳/۰۰^{ef}	۰/۹۷۶^{f}	۱/۳۰^{fg}
۱۰	۲	۰/۴۲۱^{g}	۱/۲۶^{f}	۳/۰۹^{de}	۱/۰۳^{f}	۱/۹۲^{ef}
۱۰	۳	۰/۳۸۲^{i}	۱/۲۶^{ef}	۳/۱۶^{cde}	۱/۳۶^{cd}	۱/۵۵^{g}
۲۰	۰	۱/۶۲^{a}	۲/۱۰^{a}	۲/۲۳^{h}	۰/۵۲۷^{i}	۱/۳۳^{h}
۲۰	۱	۱/۳۷^{b}	۱/۸۳^{ab}	۲/۶۶^{g}	۰/۶۵۶^{h}	۱/۲۴^{h}
۲۰	۲	۱/۱۵^{d}	۱/۶۳^{bc}	۲/۹۴^{ef}	۰/۷۵۰^{gh}	۱/۲۷^{h}
۲۰	۳	۱/۲۲^{c}	۱/۵۹^{cd}	۳/۰۱^{ef}	۰/۷۲۷^{gh}	۱/۱۸^{h}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، براساس آزمون دانکن، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند

تنش شوری، افزودن مقادیر بیشتر از حدود بهینه نیترات به محیط رشد، سبب کاهش غلظت کلر در درختان آووکادو و مرکبات شد. مشاهدات مشابهی نیز توسط محققان دیگر گزارش شده است (۲۱ و ۳۹).

تا آنجا که نگارندگان به منابع دسترسی داشته‌اند، گزارش‌ها پیرامون دامنه‌ای از غلظت بهینه سدیم و کلر در گل رز بسیار محدود است. به‌عنوان مثال، در حالی که کابررا و پردومو (۱۱) غلظتی بحرانی را برای سمیت سدیم در برگ رز بیان نمی‌کنند، غلظت‌های فراتر از ۰/۴ درصد از کلر را برای این گیاه سمی می‌دانند. در این رابطه، در پژوهش حاضر، کاهش معنی‌دار وزن خشک گل و تعداد گل در بوته به‌ترتیب در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌مولار سدیم کلرید اتفاق افتاد. بررسی اثر اصلی شوری بر غلظت سدیم و کلر برگ (میانگین‌ها آورده نشده‌اند ولی از داده‌های جدول ۶ قابل محاسبه هستند) نشان داد که در شوری‌های یاد شده، میانگین غلظت این دو عنصر به‌ترتیب برابر با ۰/۳۴ و ۰/۴۶ برای سدیم و ۰/۳۶ و ۱/۴۲ درصد برای کلر بود. چنین تفاوت‌هایی در نتایج گزارش شده احتمالاً به‌دلیل تفاوت گونه‌ها و ارقام مختلف رز در رابطه با حد تحمل آنها به شوری و یا به‌دلیل تفاوت در ترکیب آنیونی و کاتیونی محیط است. همچنین، نتایج نشان داد که تأثیر نیترات کلسیم در کاهش غلظت سدیم و کلر برگ در سطوح شوری به‌کار رفته کمتر از سطح شاهد شوری بود. به‌طوری که در سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، با افزایش نیترات کلسیم مصرفی از صفر به ۳ میلی‌مولار کاهش برای غلظت سدیم به‌ترتیب ۳۳، ۲۲، ۲۷ و ۲۵ درصد و برای غلظت کلر ۳۵، ۲۴، ۲۷ و ۲۴ درصد بود (جدول ۶).

غلظت نیتروژن، کلسیم و پتاسیم برگ

تأثیر سطوح کلرید سدیم، نیترات کلسیم و برهمکنش آنها بر غلظت نیتروژن برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵). در هر سطح از کلرید سدیم، افزایش سطوح نیترات کلسیم سبب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن شد. در مقابل، در هر سطح از نیترات کلسیم مصرفی، افزایش شوری سبب کاهش معنی‌دار غلظت نیتروژن شد (جدول ۶). در این رابطه، ماسا و همکاران (۲۸) گزارش کردند که جذب نیترات توسط رز در اثر شوری ناشی از سدیم کلرید کاهش یافت. کاهش غلظت و جذب نیتروژن گیاه در شرایط شور را می‌توان به تأثیر بازدارنده کلر بر جذب و متابولیسم نیترات نسبت داد. معمولاً افزایش در جذب و تجمع کلر با کاهش غلظت نیترات در اندام هوایی گیاه همراه است (۱۷). در حالی که بعضی محققین این امر را به تأثیر ضدیت کلر بر جذب نیترات نسبت می‌دهند (۸). برخی دیگر این پاسخ را ناشی از تأثیر شوری بر کاهش جذب آب می‌دانند که به نوبه خود سبب کاهش جذب آب و تعرق و کم شدن جذب غیرفعال نیترات می‌شود (۲۵).

تأثیر سطوح کلرید سدیم، نیترات کلسیم و برهمکنش آنها بر غلظت کلسیم برگ مشابه نیتروژن بود. به‌طوری که افزایش شوری سبب کاهش غلظت کلسیم و افزایش نیترات کلسیم سبب افزایش آن شد (جدول‌های ۵ و ۶). حد کفایت کلسیم را در برگ گل رز بیش از ۱٪بیان می‌کنند (۶). در آزمایش حاضر، ملاحظه شد که چنین غلظتی از کلسیم برای گل رز در سطوح صفر و ۵ میلی‌مولار کلرید سدیم بدون کاربرد نیترات کلسیم مکمل و در سطح ۱۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در محلول غذایی با مصرف ۲ میلی‌مولار نیترات کلسیم مکمل اتفاق افتاد. این در حالی بود که در تیمار ۲۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، هیچیک از سطوح نیترات کلسیم مصرفی قادر به رساندن غلظت این عنصر به حد بهینه نبودند (جدول ۶). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تنش شوری سبب کاهش جذب کلسیم در گل رز می‌گردد و تحت تنش شوری نیاز کلسیمی گیاه بیشتر از شرایط غیرشور است. گراتان و گریو (۱۷) بیان می‌کنند که در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تعادل عناصر غذایی به طرق مختلفی اتفاق می‌افتد. به‌هم خوردن تعادل ممکن است به‌دلیل تأثیر شوری بر قابلیت استفاده عناصر غذایی، ایجاد رقابت در جذب، اختلال در انتقال یا توزیع عنصر غذایی در گیاه و یا ممکن است در اثر غیرفعال شدن یک عنصر غذایی و در نتیجه افزایش نیاز داخلی گیاه به آن عنصر خاص ایجاد شود.

در نهایت، نتایج نشان داد که تأثیر سطوح کلرید سدیم، نیترات کلسیم و برهمکنش آنها بر غلظت پتاسیم برگ هم معنی‌دار بود. در این رابطه، مشاهده شد که هم سطوح شوری و هم سطوح نیترات کلسیم مصرفی سبب کاهش غلظت پتاسیم در برگ گل رز شدند. این امر می‌تواند بیانگر این حقیقت باشد که با افزایش شوری، سدیم از جذب پتاسیم جلوگیری کرده است. در شرایط شوری سدیمی و یا انباشتگی سدیم، مقدار زیاد سدیم نه تنها در جذب پتاسیم توسط ریشه اختلال ایجاد می‌کند، بلکه در غشاء ریشه نیز ایجاد اختلال نموده و قدرت انتخاب آن را مختل می‌کند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که غلظت K^+ در بافت گیاه در شرایط شوری سدیمی و یا افزایش نسبت Na^+/Ca^{2+} کاهش می‌یابد (۳۵). کاهش در جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گل رز تحت شوری سدیمی توسط لورنزو و همکاران (۲۶) هم گزارش شده است. تأثیر نیترات کلسیم مصرفی بر کاهش غلظت پتاسیم در برگ گل رز را می‌توان ناشی از رقابت بین کلسیم و پتاسیم برای جذب توسط گیاه و رقیق شدن پتاسیم در بافت گیاه به‌دلیل افزایش رشد ناشی از کاربرد نیترات کلسیم دانست.

نتیجه‌گیری

با افزایش سطح کلرید سدیم، غلظت یون‌های سدیم و کلر در برگ گل رز تا حد سمیت افزایش یافت که به نوبه خود کاهش معنی‌دار وزن خشک گل، تعداد گل در بوته و ماندگاری پس از برداشت گل را به‌دنبال داشت. همچنین، شوری، غلظت نیتروژن، کلسیم و پتاسیم را در برگ گیاه کاهش داد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر سوء شوری بر رشد گیاه، علاوه‌بر

افزایش غلظت یون‌های سمی سدیم و کلر، تا حدی نیز مربوط به کاهش غلظت عناصر مورد نیاز گیاه به کمتر از حدود بهینه است. کاربرد نیترات کلسیم مکمل سبب بهبود رشد گیاه شد و غلظت سدیم و کلر را در برگ رز کاهش داد. در واقع، می‌توان چنین استنباط کرد که بخشی از اثرهای نیترات کلسیم در بهبود رشد گیاه به‌علت تأثیر آن بر کاهش جذب سدیم و کلر و جلوگیری از انتقال این عناصر به اندام هوایی است. علاوه‌بر آن، نیترات کلسیم سبب بهبود تأثیر شوری بر کاهش غلظت نیتروژن و کلسیم مورد نیاز گیاه شد و غلظت این عناصر را در بافت گیاهی افزایش داد. بنابراین، تأثیر نیترات کلسیم در بهبود اثر سوء شوری تا حدی مرتبط با حفظ غلظت عناصر ضروری گیاه در شرایط شور است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که می‌بایست در شرایط شور از مقادیر نیتروژن و کلسیم فراتر از حدود توصیه برای شرایط عادی جهت کاهش اثر سوء شوری در سیستم‌های آبکشت (هیدروپونیک) گل رز استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، شماره ۹۸۲، ۱۲۰ صفحه.

۲. بنی‌جمالی 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(۱) : ۲۹-۳۸.

۳. ترکاشوند، ع. م. و ف. شیرغانی. ۱۳۹۴. اثر تعدیل شوری آب آبیاری بر رشد و عمر پس از برداشت گل ژربرا از طریق محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۶: ۱۳۵-۱۴۹.

۴. فرهی م. ح.، ب. خلدبرین و س. عشقی. ۱۳۹۳. تأثیر نسبت اوره: آمونیوم: نیترات محلول غذایی بر غلظت عناصر معدنی و عمر گل‌جایی گل ورد (*Rosa hybrida* L.) در کشت بدون خاک. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۵: ۱۳۳-۱۴۵.

۵. قاسمی قهساره، م. و م. کافی. ۱۳۹۰. گلکاری علمی و عملی. جلد اول، ناشر مؤلف، ۳۰۰ ص.

۶. کیانی، ش. و ک. میرزاشاهی. ۱۳۹۰. تأثیر تغذیه برگی قبل از برداشت با مقادیر و منابع مختلف کلسیم بر عملکرد و کیفیت گل بریده رز رقم ایلونا. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۲: ۶۵-۷۳.

7. Banuls, J., F. Legaz and E. Primo-Millo. 1991. Salinity-calcium interactions on growth and ionic concentration of citrus plants. Plant Soil 133: 39-46.
8. Bar, Y., A. Apelbaum, U. Kafkafi and R. Goren. 1997. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. J. Plant Nutr. 20: 715-731.
9. Bernstein, L., L.E. Francois and R.A. Clark. 1972. Salt tolerance of ornamental shrubs and ground covers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 550-556.
10. Cabrera, R.I. 2001. Effect of NaCl salinity and nitrogen fertilizer formulation on yield and nutrient status of roses. Acta Hort. 547: 255-260.
11. Cabrera, R.I. and P. Perdomo. 2003. Reassessing the salinity tolerance of greenhouse roses under soilless production conditions. Hort. Sci. 38: 533-536.
12. Cai, X., G. Niu, T. Starman and C. Hall. 2014. Response of six garden roses (*Rosa×hybrida* L.) to salt stress. Sci. Hort. 168: 27-32.
13. Capdeville, G.D., L.A. Maffia, F. Finger and U.G. Batista. 2005. Pre-harvest calcium sulfate applications affect vase life and severity of gray mold in cut roses. Sci. Hort. 103: 329-338.
14. Chakraborty, K., R.K. Sairam and D. Bhaduri. 2016. Effects of different levels of soil salinity on yield attributes, accumulation of nitrogen, and micronutrients in Brassica spp. J. Plant Nutr. 39(7): 1026-1037.
15. Cha-um, S. and C. Kirdmanee. 2010. In vitro flowering of miniature roses (*Rosa×hybrida* L. "red imp") in response to salt stress. Eur. J. Hort. Sci. 75(6): 239-245.
16. Ferguson, I.B. and B.K. Drobak. 1988. Calcium and regulation of plant growth and senescence. Hort. Sci. 23: 262-266.
17. Grattan, S.R. and C.M. Grieve. 1999. Salinity-mineral relations in horticultural crops. Sci. Hort. 78: 127-157.

18. Hajlaoui, H., N. El Ayeb, J.P. Garrec and M. Denden. 2010. Differential effects of salt stress on osmotic adjustment and solutes allocation on the basis of root and leaf tissue senescence of two silage maize (*Zea mays* L.) varieties. Ind. Crops Prod. 31: 122-130.
19. Hasegawa, P.M. 2013. Sodium (Na^+) homeostasis and salt tolerance of plants. Environ. Exp. Bot. 92: 19-31.
20. Hughes, H. and J. Hanan. 1978. Effect of salinity in water supplies on greenhouse rose production. J. Am. Soc. Hort. Sci. 103: 694-699.
21. Irshad, M., T. Honna, A.E. Eneji and S. Yamamoto. 2002. Wheat response to nitrogen source under saline conditions. J. Plant Nutr. 25: 2603-2612.
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. Kaya, C., B.E. Ak and D. Higgs. 2003a. Response of salt-stressed strawberry plants to supplementary calcium nitrate and/or potassium nitrate. J. Plant Nutr. 26: 543-560.
24. Kaya, C., D. Higgs, H. Kirnak and I. Tas. 2003b. Ameliorative effect of calcium nitrate on cucumber and melon plants drip irrigated with saline water. J. Plant Nutr. 26: 1665-1681.
25. Lea-Cox, J.D. and J.P. Syvertsen 1993. Salinity reduces water use and nitrate-N-use efficiency of citrus. Ann. Bot. 72: 47-54.
26. Lorenzo, H., M.C. Cid, J.M. Siverio and M.C. Ruano. 2000. Effects of sodium on mineral nutrition in rose plants. Ann. Appl. Biol. 137: 65-72.
27. Massa, D., N.S. Mattson and H. Lieth. 2008. An empirical model to simulate sodium absorption in roses growing in a hydroponic system. Sci. Hort. 118: 228-235.
28. Massa, D., N.S. Mattson and H. Lieth. 2009. Effects of saline root environment (NaCl) on nitrate and potassium uptake kinetics for rose plants: A Michaelis–Menten modelling approach. Plant Soil 318: 101-115.
29. Mehran, A., D.G. Hossein and A. Tehranifar. 2008. Effects of pre-harvest calcium fertilization on vase life of rose cut flowers cv. Alexander. Acta Hort. 804: 215-218.
30. Montesano, F. and M.W. Van Iersel. 2007. Calcium can prevent toxic effects of Na^+ on tomato leaf photosynthesis but does not restore growth. J. Am. Soc. Hort. Sci. 132: 310-318.
31. Nawaz, K., K. Hussain, A. Majeed, F. Khan, S. Afghan and K. Ali. 2010. Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. Afr. J. Biotech. 9(34): 5475-5480.
32. Niu, R., A. Bressan, P.M. Hasegawa and J.M. Pardo. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. Plant Physiol. 109: 735-742.
33. Niu, G., D.S. Rodriguez and W. Mackay. 2008. Growth and physiological responses to drought stress in four oleander clones. J. Am. Soc. Hort. Sci. 133: 188-196.
34. Patterson, B., E. Macrae and I. Ferguson. 1984. Estimation of hydrogen peroxide in plant extracts using titanium (IV). Ann. Biochem. 139: 487-492.
35. Perez-Alfocea, F., M.E. Balibrea, A. Santa Cruz and M.T. Estan. 1996. Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. Plant Soil 180: 251-257.
36. Sadeghi Lotfabadi, S., M. Kafi and H.R. Khazaei. 2010. Effects of calcium, potassium and method of application on sorghum (*Sorghum bicolor* L.) morphological and physiological traits in the presence of salinity. J. Soil Water Conserv. 24(2): 385-393.
37. Solis-Perez, A.R. and R.I. Cabrera. 2007. Evaluating counter-ion effects on greenhouse roses subjected to moderately-high salinity. Acta Hort. 751: 375-380.
38. Sonneveld, C., R. Bass, H.M.C. Nijssen and J.D. hoog. 1999. Salt tolerance of flower crops grown in soilless culture. J. Plant Nutr. 22(6): 1033-1048.
39. Tabatabaei, S.J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. Sci. Hort. 108: 432-438.
40. Torre, S., A. Borochov and A.H. Halevy. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. Physiol. Plant. 107: 214-219.
41. Torre, S., T. Fjeld and H.R. Gislerod. 2001. Effect of air humidity and K/Ca ratio in the nutrient supply on growth and postharvest characteristics of cut roses. Sci. Hort. 90: 291-304.
42. Urban, I. 2003. Influences of abiotic factors in growth and development. PP. 369-374. *In:* Robert, A.V., T. Debener and S. Gudin (Eds.), Encyclopedia of Rose Science, Elsevier Academic Press, San Diego, CA.
43. Zayed, B.A., A.K.M. Salem and H.M. El-Sharkawy. 2011. Effect of different micronutrient treatments on rice (*Oryza sativa* L.) growth and yield under saline soil conditions. World J. Agric. Sci. 7(2): 179-184.