اثر تعدیل شوری شوری آب آبیاری بر رشد و عمر پس از برداشت گل ژربرا از طریق محلول‌پاشی کلریدکلسیم و سیلیکات پتاسیم

علی محمدی ترکاشوند[1*] و فروغ شیرغانی[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۹)

چکیده

آب مورد نیاز گلخانه‌های منطقه کیشستان شهرستان صومعه‌سرا (استان گیلان) به طور عمده از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود که از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست. یکی از راه‌های کاهش اثر شوری، تغذیه صحیح است. در یک پژوهش گلخانه‌ای، اثر شوری آب و محلول‌پاشی با دو عنصر کلسیم و سیلیسیم بر رشد ژربرا و عمر پس از برداشت آن در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور بررسی شد. فاکتور اول شوری آب آبیاری در دو سطح (صفر و ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و فاکتور دوم، محلول‌پاشی در هفت سطح (بدون تغذیه، دو و چهار بار کلسیم، دو بار کلسیم و یک بار سیلیسیم، دو بار کلسیم و سیلیسیم، چهار بار کلسیم و یک بار سیلیسیم و چهار بار کلسیم و دو بار سیلیسیم) هر کدام با سه تکرار بود. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی چهار بار کلسیم، افزایش ارتفاع ساقه، قطر ساقه و گردن ساقه، عمر پس از برداشت و غلظت کلسیم در اندام هوایی را به همراه داشت. در تمام تیمارهای محلول‌پاشی، تعداد گل در شوری صفر بیشتر از شوری dS/m ۱/۵ بوده. به‌طور کلی، در صورت مصرف آب‌های با کیفیت نامناسب (شوری dS/m ۱/۵)، اثر شوری بر وزن تر و خشک گیاه و عمر پس از برداشت گل ژربرا را می‌توان با محلول‌پاشی کلسیم و سیلیسیم کاهش داد. با توجه به این که کیفیت نامطلوب آب در شهرک گلخانه‌ای رشت واقع در صومعه‌سرا یکی از مشکلات اساسی کشاورزان، به ویژه در پرورش گیاهان زینتی، می‌باشد، اثر شوری این آب‌ها بر رشد گیاه را می‌توان با محلول‌پاشی عناصر غذایی، به‌ویژه کلسیم و سیلیسیم، تعدیل کرد. از این نظر، تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و همچنین تیمار دو بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم قابل توصیه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تغذیه، کوددهی، تنش‌های محیطی

مقدمه

ژربرا یکی از گل‌های شاخه بریده است که امروزه به شکل تجاری در سراسر دنیا پرورش داده می‌شود و به علت ظاهر زیبا، رنگ‌های جذاب و درخشان و عمر گلدانی مناسب (حدود ۱۴ روز)، جزو ده گل شاخه بریدهٔ برتر در سطح جهان است (، ۲۶، ۳۷، ۵۲). بر اساس طبقه‌بندی جهانی، گل ژربرا از نظر میزان تولید، رتبه چهارم را در بین گل‌های بریده دارا می‌باشد (۹ و ۱۴). حفظ طراوت و زیبایی گل‌ها و افزایش عمر پس از برداشت آنها اهمیت ویژه‌ای دارد. یکی از مهم‌ترین موارد تأثیرگذار در ظاهر گل، شرایط تولید آن از نظر فراهم بودن مواد غذایی در طول دوره رشد و نمو گل است (۱۵).

محدودیت آب‌های شیرین، استفاده از منابع مختلف آب نظیر آب چاه‌ها، پساب و آب بازیافتی را ایجاب نموده است. از این رو، امروزه اثر کیفیت آب آبیاری، بخصوص شوری و قلیائیت آب، بر رشد و نمو گیاهی اهمیت دارد. تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی در کاهش تولید محصولات گیاهی است (۶۳). تنش شوری به میزان قابل توجهی باعث کاهش رشد و کیفیت گل ژربرا می‌شود. در آزمایشی که بیات

۱. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.torkashvand54@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

و همکاران (۲۲) روی گیاه ژربرا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تنش شوری، تعداد گل و قطر گل را در مقایسه با گیاهانی که در شرایط غیر تنش به سر می‌بردند کاهش می دهد.

در شرایط تنش شوری، احتمال کمبود کلسیم در گیاهان بیشتر می‌شود. زیرا با افزایش غلظت نمک در اطراف ریشه، نیاز گیاه به کلسیم به علت کاهش جذب کلسیم در شرایط شور، به دلیل برهمکنش یون‌ها، رسوب ترکیبات کلسیم‌دار و افزایش قدرت یونی نیز افزایش می‌یابد. در این شرایط، فعالیت کلسیم محلول و در نتیجه قابلیت استفاده آن برای گیاه کم می‌شود (۶). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که افزودن کلسیم به محلول غذایی سبب افزایش مقاومت گیاهان به شوری می‌گردد (۴۶). گرجی و همکاران (۱۳) گزارش کردند که شوری باعث کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی گلرنگ گردید و غلظت پتاسیم و کلسیم در اندام هوایی را کاهش و غلظت سدیم را افزایش داد. آنها دریافتند که افزایش کلسیم توانست اثر شوری بر گیاه را تعدیل نماید.

تیمارهای کلسیم، ماندگاری گل را افزایش می‌دهند. با کاربرد کلسیم، عمر پس از برداشت گل با جلوگیری از باز شدن جوانه گل افزایش می‌یابد. کلسیم، با کاهش مقدار فضای آزاد مربوط به پیری، از پیری برگ‌ها جلوگیری می‌کند (۵۵).

یکی از راهکارهای کاهش آثار زیانبار تنش شوری، استفاده از روش‌های تغذیه معدنی، از جمله تغذیه سیلیسیم، می‌باشد (۴۸ و ۵۴). تغذیه بهینه سیلیسیم سبب افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌شود که در نهایت، سطح کل جذب‌کننده عناصر افزایش می‌یابد (۶۰). سیلیسیم با افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بافت‌های گیاهی را در مقابل سمیت نمک حفظ می‌کند و با افزایش مقدار کلروفیل، سطح برگ، فتوسنتز و رشد و عملکرد گیاه را در شرایط شور افزایش می‌دهد (۳۵). تحقیقات نشان داده‌اند که با استعمال سیلیس، رشد گیاه افزایش یافته و مقاومت بافتی گیاه در برابر تنش شوری افزایش می‌یابد. طی تنش شوری و خشکی، اثر سیلیس با افزایش توانایی تخریب آنتی‌اکسیدان‌ها ظاهر می‌شود (۳۱). کاربرد سیلیسیم اثری بر افزایش تعداد گل ژربرا نداشته است (۴۹)، در صورتی که غلظت‌های مختلف سیلیکات پتاسیم، افزایش تعداد گل در هر بوته و همچنین افزایش قطر گل را به همراه داشته، که این مطلب با تحقیقات کامنیدو و همکاران (۳۴) مطابقت دارد.

شهرک گلخانه‌ای گیلان در شمال غربی رشت، واقع در منطقه کیشستان، از توابع شهرستان صومعه سرا می‌باشد. آب مورد نیاز گلخانه‌های این منطقه به طور عمده از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود که از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست. از آنجا که اغلب گیاهان زینتی به شوری خاک و آب حساس می‌باشند، گلخانه‌داران این منطقه را مجبور به کشت گونه‌های خاصی از گیاهان که تحمل نسبی به شوری را دارند، نموده است. در صورتی که با توجه به تعداد زیاد گلخانه‌هایی که در این منطقه وجود دارد و از طرفی نزدیکی به بازارهای هدف، از جمله تهران و کشورهای همسایه شمالی، و همچنین تأسیس پایانه صادرات گل و گیاه در نزدیکی این شهرک، در آینده‌ای نه چندان دور این منطقه یکی از قطب‌های اصلی پرورش گل و گیاه زینتی خواهد بود. بنابراین، جای آن دارد که در مورد پرورش گیاهان زینتی شاخه بریده که از ارزش اقتصادی زیادی برخوردار هستند تمرکز بیشتری انجام شود. در این راستا، آزمایشی جهت تولید گل شاخه بریده ژربرا با استفاده از پتانسیل و داشته‌های این منطقه با اهداف بررسی امکان استفاده از آب‌های آبیاری با شوری متفاوت و همچنین بررسی تغذیه و کوددهی با دو عنصر کلسیم و سیلیسیم و اثر متقابل آنها بر شوری و عمر پس از برداشت این گل شاخه بریده انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، جامعه آماری شامل گلدان‌هایی حاوی بوته‌های مادری ژربرا بود که از نظر صفات مادری، سن و اندازه یکسان بوده و از منطقه آزادگان استان تهران تهیه گردیدند. به منظور بررسی اثر متقابل تنش شوری و محلول‌پاشی بر رشد و عملکرد گل ژربرا از رقم "sunway" استفاده شد که تولید گل‌های

Archive of SID

www.SID.ir

نارنجی می‌نماید. بستر کشت حاوی ۵۰٪ کوکوپیت، ۴۵٪ پرلیت و ۵٪ پوکه صنعتی بود که در گلدان‌های دو لیتری قرار گرفتند. مواد گیاهی در تاریخ سوم آبان ۱۳۹۱ خریداری شده و به مکان مورد آزمایش منتقل گشتند. این تحقیق به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۱۴ تیمار با دو فاکتور و سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل شوری آب آبیاری در دو سطح صفر (شاهد) و ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر و فاکتور دوم شامل محلول‌پاشی در هفت سطح (بدون تغذیه (شاهد)، دو بار محلول‌پاشی کلسیم، چهار بار محلول‌پاشی کلسیم، دو بار محلول‌پاشی کلسیم + یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم، دو بار محلول‌پاشی کلسیم + دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم، چهار بار محلول‌پاشی کلسیم + یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم + دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم) بود. این آزمایش در پائیز ۱۳۹۱ در گلخانه‌ای واقع در شهرک گلخانه‌ای گیلان انجام شد. جهت تأمین دما، نور و رطوبت مناسب، جایگاهی به مساحت ۱۰۰ متر مربع از محیط اصلی گلخانه مجزا گردید و گلدان‌ها در این مکان به فاصله ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۴۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و همچنین در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر از سطح زمین در کنار هم قرار گرفتند. در طول آزمایش، گیاهان تحت شرایط دمای ۱۸-۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۵۰- ۶۰ درصد و شدت نور حدود ۴۰ هزار لوکس قرار داشتند.

در تیمارهایی که تنش شوری روی آنان اعمال گردید، هدایت الکتریکی (EC) آب مقطر با اضافه کردن نمک طعام به ۱/۵ دسی‌زیمنس رسانده شد و سپس مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری، روزانه در دو نوبت انجام می‌شد و در هر نوبت ۷۵ میلی‌لیتر آب در اختیار گیاهان قرار می‌گرفت. از کودهای کلرید کلسیم ($CaCl_2$) و سیلیکات پتاسیم (K_2SiO_4) به منظور محلول‌پاشی کلسیم و سیلیسیم در غلظت‌های مورد نظر استفاده شد. از آنجایی که گیاه ژربرا در شرایط رطوبت زیاد به بیماری‌های قارچی حساس می‌باشد، هر هفته تمامی گیاهان و گلدان‌ها با قارچ‌کش بنومیل با غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر سم‌پاشی گردیدند. همچنین، برای پیش‌گیری از خسارت حشره تریپس و کنه، از سایر سموم نیز در صورت لزوم استفاده گردید. طول دوره آزمایش چهار ماه بود که یک ماه پس از شروع کاشت بوته‌ها، محلول‌پاشی با فواصل دو هفته‌ای انجام شد. هنگامی که محلول‌پاشی توأم سیلیسیم و کلسیم لازم بود، با فاصله یک روز، محلول‌پاشی کودهای کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم انجام می‌شد. محلول‌پاشی کلرید کلسیم با غلظت ۳ در هزار (۳ گرم در لیتر) و سیلیکات پتاسیم با غلظت ۲ در هزار (۲ گرم در لیتر) انجام شد. برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه، از کود پودری اُمکس (Omex) که حاوی ۷/۸٪ نیتروژن، ۱۸٪ فسفر و ۱۸٪ پتاس بدون کلسیم و منیزیم بود برای تهیه محلول غذایی استفاده گردید. برای تهیه محلول، مقدار ۵/۴ گرم از پودر امکس در ۱۰/۸ لیتر آب (به ازای هر گلدان ۲۰۰ میلی لیتر) حل نموده و هر هفت روز یک‌بار به گلدان‌ها اضافه گردید.

تعداد گل‌های گیاه در هر گلدان، ارتفاع نهایی ساقه گل ژربرا، قطر تاج گل و قطر ساقه گل در ناحیه پایین ساقه در هنگام برداشت گل اندازه‌گیری شد. از آنجایی که عارضه خمیدگی گردن در گل ژربرا بسیار شایع می‌باشد و یکی از دلایل عدم بازارپسندی آن به شمار می‌رود، اندازه‌گیری قطر گردن بسیار مهم است که به وسیله کولیس و در ناحیه بالای ساقه در هنگام برداشت گل انجام شد و اطلاعات به‌دست آمده ثبت گردید.

برای اندازه‌گیری وزن تر اندام هوایی، اندام هوایی بوته‌ها در هر گلدان بریده شد و با ترازوی دیجیتالی با دقت گرم وزن گردید. سپس، این نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون ۷۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا خشک شوند و سپس وزن خشک آنها با ترازوی دیجیتال تعیین شد.

برای تعیین زمان برداشت گل، از هنگامی که غنچه گل رؤیت گردید تا زمانی که آماده برداشت شود، تعداد روزها شمارش و ثبت گردید. طول عمر پس از برداشت در واقع بیان کننده مدت زمان دوام گل در دست مصرف کننده می‌باشد. به‌منظور اندازه‌گیری این صفت، گل‌های شاخه بریده را در آب

Archive of SID

www.SID.ir

قرار داده و تعداد روز بعد از برداشت این گل‌ها تا زمانی که پژمرده شوند، شمارش شد. علائم پایان عمر گل ژربرا، خمیدگی ساقه بیش از ۹۰ درجه، پژمردگی گلبرگ یا شکستگی ساقه است (۲۹ و ۴۵).

برای اندازه‌گیری EC و pH در بسترهای کشت، مقدار ۵ گرم از بستر کشت به نسبت حجمی ۱ به ۵ (یعنی یک قسمت بستر و ۵ قسمت آب مقطر) در ارلن مایر مخلوط گردید. بعد از این مرحله، نمونه‌ها به مدت ۲۵ دقیقه روی شیکر قرار داده شدند و در انتها با استفاده از کاغذ صافی عصاره‌گیری انجام شد. میزان EC در بسترهای کشت از عصاره اشباع بسترها با آب در مکش ۱۰ سانتی‌متر (۱۰ میلی‌بار) اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری pH توسط دستگاه pH متر (EDT) مدل GP 353 و EC توسط دستگاه هدایت‌سنج Jenway انجام شد.

پس از خشک کردن اندام هوایی در آون، عصاره گیاه تهیه شد و از عصاره تهیه شده برای اندازه‌گیری عنصر کلسیم به وسیله دستگاه طیف سنج جذب اتمی شعله‌ای استفاده شد. برای اندازه گیری غلظت سیلیسیم در اندام هوایی گیاه از روش الیوت و اشنایدر (۲۷) استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و MSTATC و مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال ۵٪ به کمک آزمون LSD انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر شوری آب آبیاری بر تعداد گل و عمر پس از برداشت آن در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. اثر محلول‌پاشی بر ارتفاع ساقه، قطر ساقه، عمر پس از برداشت و غلظت کلسیم در اندام هوایی در سطح ۱٪ و بر تعداد گل، ارتفاع ساقه، قطر گردن ساقه و مدت زمان برداشت گل در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. اثر متقابل شوری آب آبیاری و محلول‌پاشی بر قطر گل و قطر ساقه در سطح ۱٪ و بر تعداد گل، ارتفاع ساقه، قطر گردن ساقه، عمر پس از برداشت و غلظت کلسیم در اندام هوایی در سطح ۵٪ معنی‌دار بود.

اثر شوری آب آبیاری

جدول ۲ نشان می‌دهد که تعداد گل در تیمار شاهد (شوری صفر) تقریباً دو برابر شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در آزمایش‌هایی که بیات و همکاران (۲۲) روی گیاه ژربرا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تنش شوری، تعداد گل و قطر گل را در مقایسه با گیاهانی که در شرایط غیر تنش به سر می‌بردند کاهش داد. همچنین، مالوپا و همکاران (۴۷) با بررسی تأثیر سه نوع بستر کشت بر رشد و عملکرد گل ژربرا گزارش کردند که مخلوط پیت و پرلیت بیشترین تعداد گل و بستر پومیس به تنهایی کمترین تعداد گل را به دلیل شوری بستر تولید نمود. به نظر می‌رسد که در شرایط شوری، به علت رقابت در جذب یون‌های سدیم و کلر از یک طرف و برخی عناصر غذایی مانند پتاسیم از طرف دیگر، قابلیت استفاده از عناصر غذایی به شدت کاهش می‌یابد و باعث کاهش عملکرد گیاه می‌شود.

در تیمار شاهد (بدون تنش شوری)، ارتفاع ساقه گل‌دهنده به اندازه ۷ سانتی‌متر از تیمار شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر بود، که این خود در بازارپسندی گل‌ها نقش مؤثری دارد. یکی از عوامل بسیار مؤثر در افزایش طول ساقه‌ها، عدم تنش آبی می‌باشد که باعث تورژسانس سلولی می‌گردد (۵۲). شوری، با افزایش فشار اسمزی محیط، باعث کاهش پتانسیل آب شده و در نتیجه رشد رویشی گیاهان کاهش می‌یابد (۵). کاهش طول ساقه در اثر شوری به دلیل کاهش فتوسنتز می‌باشد که با نتایج ابراهیم و همکاران (۳۳) در حسن‌یوسف و مریم‌گلی مطابقت دارد. زمانی که غلظت سدیم و یا کلر در کلروپلاست‌های سلول افزایش یابد، فتوسنتز متوقف می‌شود. در اثر شوری، سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و رشد اندام هوایی نیز کاهش می‌یابد (۱۶). همچنین، یکی دیگر از دلایل کاهش ارتفاع ساقه در شرایط شور آن است که سمیت ناشی از کلر مانع جذب نیترات می‌شود. زیرا هر دو یون به وسیله یک نوع حمل‌کننده از عرض غشای پلاسمایی انتقال می‌یابند (۴). نیترات هم در رشد رویشی گیاهان نقش به سزایی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثر شوری آب آبیاری و محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده‌ی گل ژربرا

منابع تغییرات	صفر	میانگین مربعات							
	درجه آزادی	تعداد گل	ارتفاع ساقه	قطر گل	قطر ساقه	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	مدت زمان برداشت گل	عمر پس از برداشت	غلظت کلسیم در اندام هوایی
شوری آب	۱	۶/۰۹**	۹۹۸/۵*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۵۱/۵^{ns}	۰/۵۶^{ns}	۰/۸۸^{ns}	۲۲/۷**	۶۵۰۰^{ns}
محلول‌پاشی	۶	۲/۱۲*	۱۵۲۷/۳**	۰/۴۱^{ns}	۰/۰۱۷**	۱۱/۷^{ns}	۰/۴۶^{ns}	۱۱/۷۱*	۶/۴**	۱۱۳۶۶۹**
اثر متقابل محلول‌پاشی و شوری آب	۶	۲/۷۴*	۹۴۹/۳*	۱/۱۹**	۰/۰۱۵**	۲۳/۱^{ns}	۱/۰۳^{ns}	۴/۸۷^{ns}	۱/۸۴*	۷۳۲۵۷*
خطا	۲۶	۰/۶۵	۴۲۲/۲	۰/۳۲	۰/۰۰۴	۲۹/۵	۱/۱۸	۴/۱۷	۰/۶۷	۲۳۹۷۸

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

جدول ۲. اثر شوری آب آبیاری بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده‌ی گل ژربرا

تیمار	تعداد گل	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	قطر گل (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	قطر گردن ساقه (میلی‌متر)	وزن تراندام هوایی(گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	مدت زمان برداشت گل (روز)	عمر پس از برداشت (روز)	غلظت کلسیم در اندام هوایی (٪)
شوری صفر	۲/۰۰ a*	۴۷/۵ a	۷/۴۹ a	۰/۵۸ a	۰/۵ a	۱۸/۶۷ a	۳/۱۴ a	۱۴/۴۰ a	۱۰/۴۰ a	۰/۵۸ a
شوری ۱/۵ dS/m	۱/۲۳ b	۴۰/۶ b	۷/۵۰ a	۰/۵۹ a	۰/۴۹ a	۱۷/۶۴ a	۲/۹۱ b	۱۴/۵۰ a	۸/۹۰ b	۰/۶۰ a

*داده‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش وزن خشک اندام هوایی می‌تواند به دلیل کاهش تعرق در شرایط تنش باشد. زیرا پتانسیل اسمزی در ریشه کم می‌شود. کاهش تعرق، به دنبال بسته شدن روزنه‌ها اتفاق می‌افتد. در نتیجه عدم تبادلات گازی، میزان فتوسنتز کاهش پیدا می‌کند که متعاقب آن ماده آلی کمتری نیز ساخته می‌شود. گیاه نیز با تخصیص مواد فتوسنتزی اندک به ریشه‌ها می‌تواند موجب کاهش رشد اندام هوایی شود (۴). بنابراین، وزن خشک اندام هوایی نیز کاهش پیدا می‌کند. والدز- اگیلار و همکاران (۶۲) و رضائی و همکاران (۸) با تحقیق روی گل جعفری و ییلدیریم و همکاران (۶۵) روی توت‌فرنگی مشاهده نمودند که شوری باعث کاهش وزن خشک شاخه گردید.

طبق نتایج جدول ۲، شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری بر عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده ژربرا داشته است. تیمارهایی که با آب مقطر (شاهد) آبیاری شده‌اند، دو روز عمر گلجایی بیشتری نسبت به تیمارهایی که تحت تنش شوری بودند، داشتند. در شرایط تنش شوری، سدیم می‌تواند در غشای پلاسمایی جایگزین کلسیم شود که در نتیجه قابلیت نفوذپذیری غشا تغییر یافته و باعث نشت پتاسیم از سلول می‌گردد (۲۳). بنابراین، غلظت زیاد سدیم نه تنها باعث کاهش کلسیم غشا می‌شود، بلکه با تأثیر بر دیگر فرایندها، باعث کاهش جذب سایر مواد معدنی مانند K^+، Ca^{2+} و Mn^{2+} می‌گردد (۴۱). کمبود کلسیم در غشا باعث تحریک تولید اتیلن، که هورمون پیری است، می‌شود. در نتیجه، آبیاری با آب شور باعث کاهش عمر گلجایی می‌گردد. این نتایج با نتایج کیانی و همکاران (۱۲) در مورد گل‌های رز، سوسا نان (۵۹) برای آفتابگردان زینتی و بیات و همکاران (۲۲) برای ژربرا مطابقت دارد.

اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم

اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تعداد گل در تیمار شاهد دیده می‌شود. کاربرد کلسیم و سیلیسیم سبب افزایش تعداد گل نشده است و در برخی تیمارها نیز کاهش معنی‌دار تعداد گل دیده می‌شود. تأثیر کلسیم بر تعداد گل بیشتر از سیلیسیم بوده است. مویر و همکاران (۴۹) نیز در پژوهشی گزارش کردند که کاربرد سیلیسیم تأثیری بر افزایش تعداد گل ژربرا نداشته است. در آزمایش دیگری، کریمی و همکاران (۱۱) به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی کلسیم به صورت نیترات و سیلیکات روی سوسن در تعداد غنچه و قطر گل تأثیر معنی‌داری ندارد. گرچه در مطالعات دیگری بر نقش مثبت کلسیم بر تعداد گل اشاره شده است (۲۵ و ۵۸).

در تیمار دو بار محلول‌پاشی کلسیم و یک‌بار محلول‌پاشی سیلیسیم نیز تعداد گل همانند تیمار شاهد از بقیه تیمارها بیشتر بود. چانگ و همکاران (۲۵) با تحقیق روی لیلیوم شرقی، سیدی و همکاران (۵۸)، چوی و همکاران (۳۱) روی سوسن و اسماعیلی و همکاران (۲) روی آهار دریافتند که کاربرد کلسیم تعداد گل را افزایش داد. کلسیم در واکنش‌های هورمونی و محیطی ایفای نقش می‌نماید و تحریک کننده جذب سایر عناصر غذایی در نتیجه تجمع مواد فتوسنتزی (زیست‌توده) است (۲۰ و ۲۱).

تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم نقش مؤثری در ارتفاع ساقه نسبت به سایر تیمارها داشت. هسو و لین (۳۲) نیز گزارش کردند که کلسیم ارتفاع شاخه گل‌دهنده ارکیده را افزایش می‌دهد. در تیمارهایی که محلول‌پاشی سیلیسیم انجام شده، ارتفاع ساقه نسبت به سایر تیمارها کاهش پیدا کرده است، به طوری که حتی در تیمار شاهد، ارتفاع ساقه از تیمارهایی که محلول‌پاشی سیلیسیم دارند بیشتر است. فاطمی و همکاران (۱۰) در تحقیقی روی گوجه‌فرنگی دریافتند که اضافه کردن سیلیسیم به محلول غذایی باعث کاهش ارتفاع بوته می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. یو و همکاران (۶۴) نیز ۱۰٪ کاهش در ارتفاع بوته را در نتیجه استفاده از سیلیکات سدیم مشاهده کردند. آنها بر این عقیده بودند که وجود مقادیر زیاد سیلیسیم در دیواره سلولی ممکن است باعث استحکام دیواره در مراحل اولیه رشد و طویل شدن سلول شود و در

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده‌ی گل ژربرا

تیمار	تعداد گل	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	قطر گل (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	قطر گردن ساقه (سانتی‌متر)	وزن تر اندام هوایی (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	مدت زمان برداشت گل (روز)	عمر پس از برداشت (روز)	غلظت کلسیم اندام هوایی (٪)
بدون تغذیه کلسیم و سیلیسیم	۲/۰۰ a*	۴۹/۱۰ a	۷/۰۷	۰/۵۴ bc	۰/۴۶ b	۱۶/۵۰	۳/۲۰	۱۵/۵۰ ab	۷/۹۰ d	۰/۵۲ b
دو بار محلول‌پاشی کلسیم	۱/۵۰ b	۴۸/۷۰ a	۷/۲۱	۰/۵۱ c	۰/۴۵ b	۱۹/۴۰	۳/۱۶	۱۶/۳۰ a	۸/۹۰ c	۰/۶۳ b
چهار بار محلول‌پاشی کلسیم	۱/۸۳ ab	۵۳/۹۰ a	۷/۷۰	۰/۶۱ ab	۰/۵۲ ab	۱۹/۶۰	۳/۴۲	۱۴/۸۰ abc	۱۰/۹۰ a	۰/۸۸ a
دو بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۲/۰۰ a	۳۴/۶۰ c	۷/۷۳	۰/۵۶ bc	۰/۴۶ b	۱۸/۵۰	۲/۹۶	۱۵/۰۰ abc	۹/۵۰ bc	۰/۴۹ ab
دو بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۱۶ c	۳۵/۰۰ b	۷/۷۲	۰/۶۱ ab	۰/۵۲ ab	۱۷/۸۰	۲/۹۷	۱۲/۸۰ bc	۹/۵۰ bc	۰/۴۸ b
چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۳۳ bc	۴۶/۰۰ ab	۷/۴۸	۰/۶۷ a	۰/۵۷ a	۱۸/۴۰	۲/۹۷	۱۴/۰۰ abc	۱۰/۴۰ ab	۰/۵۰ b
چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۵۰ b	۴۱/۲۰ c	۷/۵۶	۰/۵۹ ab	۰/۴۶ b	۱۵/۹۰	۲/۵۲	۱۲/۵۰ c	۱۰/۶۰ a	۰/۶۰ b

*داده‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، طبق آزمون LSD از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه باعث کاهش انعطاف‌پذیری و کاهش اندازه سلول‌ها و در نهایت اندازه گیاه گردد.

طبق نتایج جدول ۳، هر چه تعداد دفعات محلول‌پاشی کلسیم بیشتر شود باعث افزایش قطر ساقه و گردن ساقه می‌گردد و اگر با محلول‌پاشی سیلیسیم نیز همراه باشد بیشترین افزایش قطر ساقه و گردن ساقه را خواهد داشت. در تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم همراه با محلول‌پاشی سیلیسیم، افزایش قطر ساقه معنی‌دار بود. در تیماری که فقط دو بار محلول‌پاشی کلسیم انجام شد قطر ساقه و گردن ساقه حتی از تیمار شاهد نیز کمتر است که نشان‌دهنده این است که تعداد دفعات محلول‌پاشی کلسیم در افزایش قطر ساقه و گردن ساقه مؤثر است. چنین نتیجه‌ای توسط اسفنانی و همکاران (۱۷) برای رز نیزگزارش گردیده است. سیلیسیمی که روی برگ‌ها پاشیده می‌شود ممکن است روی سطح برگ‌ها ته‌نشین شود و نقشی مشابه سیلیسیم که از ریشه‌ها جذب می‌شود را بازی کند (۴۳). به نظر می‌رسد که با افزایش محلول‌پاشی سیلیسیم، غلظت این عنصر در اندام هوایی افزایش می‌یابد و با رسوب سیلیسیم در دیواره سلولی و تشکیل لایه سلولز- سیلیسیم و پیوند با کلسیم و پکتین، استحکام دیواره سلولی زیاد می‌شود و تحمل گیاه در برابر تخریب سلولی ناشی از عوامل بیماری‌زا افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، برخلاف کلسیم، سیلیسیم در گیاه تحرک زیادی دارد (۳۹). لذا، محلول‌پاشی این عنصر روی اندام هوایی، افزایش قطر ساقه و گردن ساقه را به دنبال خواهد داشت. کاربرد سیلیسیم باعث افزایش قطر ساقه گل‌دهنده در گیاهان ژربرا و آفتابگردان زینتی می‌شود (۲۸ و ۳۴).

در تیمارهایی که محلول‌پاشی سیلیسیم در آنها انجام شده است، مدت زمان لازم برای برداشت گل از هنگام رؤیت غنچه کاهش پیدا کرده که در مقایسه با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد. کاهش مدت زمان لازم برای برداشت گل در این تیمارها می‌تواند به دلیل تغذیه بهینه سیلیسیم باشد که علاوه بر افزایش فعالیت آنزیمی، سبب افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌شود که در نهایت سطح کل جذب عناصر را افزایش می‌دهد. در نتیجه، گل‌ها به تعداد روزهای کمتری احتیاج دارند تا به مرحله برداشت برسند. از این رو، کاربرد سیلیسیم دارای صرفه اقتصادی بوده و می‌تواند افزایش رشد و بازده را به همراه داشته باشد (۴۲). این نتیجه با نتایج گیلمن و زلساک (۳۰) روی رز و بیات و همکاران (۳) روی اطلسی مطابقت دارد.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که عمر پس از برداشت گل ژربرا در تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته است. در تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم، سه روز عمر پس از برداشت نسبت به شاهد افزایش یافت. به نظر می‌رسد که با افزایش محلول‌پاشی کلسیم، استحکام دیواره سلولی و مقاومت مکانیکی بافت‌ها افزایش می‌یابد. در نتیجه، عارضه خمیدگی گردن و ساقه که از عوامل بسیار مهم در بازارپسندی گل به شمار می‌رود را به تأخیر انداخته است. اثر مشابهی از کلسیم بر ماندگاری گل ژربرا از جراسوپولوس و چلبی (۲۹)، مولاری و ردی (۵۰) و کریگ (۳۷) و احمدزاده و همکاران (۱) روی رز گزارش گردیده است.

کلسیم یک ماده ضروری برای دیواره سلولی می‌باشد و باعث افزایش ترکیبات پلی‌ساکاریدی و پکتینی در آن می‌گردد. افزایش این ترکیبات باعث افزایش سفتی دیواره سلولی شده و در نتیجه تجزیه دیواره سلولی در اثر آنزیم پکتین‌پلی‌مراز به کندی صورت می‌گیرد (۵۳). پیری گلبرگ‌ها رابطه نزدیکی با میزان اتیلن تولید شده از مادگی گل‌ها دارد (۵۶). کلسیم کافی مانع کاهش کلروفیل و پروتئین‌ها می‌شود، و منجر به تعویق پیری در بافت‌های گیاهی از طریق کاهش تولید اتیلن می‌گردد. اما از آنجایی که ژربرا به اتیلن غیر حساس است (۴۰)، تأثیر کلسیم می‌تواند به دلیل افزایش قدرت مکانیکی دیواره سلول باشد. کلسیم با به تعویق انداختن نشت یونی در غشای گلبرگ‌ها و ایجاد تأخیر در کاهش پروتئین‌های غشا و فسفولیپیدهای گلبرگ‌ها، طول عمر گل‌ها را افزایش می‌دهد (۶۱).

Archive of SID

www.SID.ir

به نظر می‌رسد نقش سیلیسیم در افزایش عمر پس از برداشت گل از طریق بهبود در رشد، افزایش فتوسنتز، کاهش میزان تبخیر و تعرق و افزایش مقاومت به بیماری‌ها باشد. کای و همکاران (۲۴) نشان دادند که سیلیسیم می‌تواند باعث کاهش آلودگی سفیدک پودری در گل رز شود.

طبق نتایج جدول ۳، غلظت کلسیم در اندام هوایی در تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم به تنهایی اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها دارد. در تیمارهایی که محلول‌پاشی سیلیسیم انجام شده است غلظت کلسیم اختلاف معنی‌داری با شاهد ندارد. با محلول‌پاشی سیلیسیم، عمل تعرق در گیاه به طور محسوسی کاهش پیدا می‌کند (۴۴). کلسیم نیز عنصری غیرمتحرک می‌باشد. در نتیجه باعث کاهش غلظت کلسیم در اندام هوایی می‌گردد. لیانگ و شن (۳۸) در کلزا و ما و تاکاهاشی (۴۴) در برنج نیز به این نتایج دست یافتند. چنگ و همکاران (۲۵) در پژوهشی افزایش کلسیم برگ لیلیوم را در نتیجه کاربرد کلسیم مشاهده کردند. کلسیم یک کاتیون دو ظرفیتی بزرگ است که به آسانی به آپوپلاست وارد شده و به دیواره سلول و در سطح بیرونی غشای سیتوپلاسم می‌چسبد (۴۸). بنابراین، به نظر می‌رسد که افزایش محلول‌پاشی کلسیم منجر به افزایش غلظت این عنصر در اندام هوایی می‌گردد که با توجه به افزایش عملکرد خشک گیاه در غلظت بیشتر کلسیم، افزایش جذب را به دنبال خواهد داشت.

اثر متقابل شوری و محلول پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم

جدول ۴ اثر متقابل سطوح شوری و محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم بر تعداد گل ژربرا را نشان می‌دهد. در تمام تیمارهای محلول‌پاشی، تعداد گل در شوری صفر بیشتر از شوری ۱/۵ dS/m بود. بنابراین، تأثیر سطوح شوری بر تعداد گل بیشتر از تاثیر محلول‌پاشی می‌باشد و محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم نتوانسته اثر شوری بر تعداد گل را تعدیل نماید. این موضوع با نتایج بیات و همکاران (۲۲) روی گیاه ژربرا مطابقت دارد. طبق جدول ۳، در تمامی تیمارهایی که روی آنها تنش شوری اعمال گردیده، ارتفاع ساقه به طور چشمگیری از تیمارهای بدون اعمال شوری کمتر است. به نظر می‌رسد تنش شوری از طریق کاهش جذب آب باعث کاهش تقسیم سلولی و رشد سلولی و در نتیجه کاهش رشد ساقه گردیده و طول آن کاهش پیدا کرده است. اما در تیمارهایی که روی آنها دو بار محلول‌پاشی کلسیم همراه با محلول‌پاشی سیلیسیم صورت گرفته، اختلاف ارتفاع ساقه در دو سطح شوری بسیار کم (۲-۴ سانتی‌متر) می‌باشد. احتمالاً اثر کاربرد سیلیسیم در خنثی کردن تنش شوری با دو بار محلول‌پاشی کلسیم پررنگ‌تر از زمانی است که از چهار بار محلول‌پاشی کلسیم استفاده شده است.

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که قطر گل در شوری ۱/۵ dS/mنسبت به شوری صفر اختلاف معنی‌دار ندارد (بجز تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم). حتی در تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم، قطر گل در شوری ۱/۵ dS/m بیشتر از شوری صفر است که دلیل آن می‌تواند اثر متقابل محلول‌پاشی باشد. در تیمار شاهد، بدون تغذیه کلسیم و سیلیسیم، قطر گل در شوری صفر بیشتر از سطوح دیگر شوری می‌باشد. این مطلب با تحقیقات کامنیدو و همکاران (۳۴) روی ژربرا مطابقت دارد. در پژوهشی روی گوجه‌فرنگی، اشرف و همکاران (۱۸) به این نتیجه رسیدند که مصرف سیلیسیم جذب و انتقال سدیم از ریشه به اندام هوایی را کاهش می‌دهد و عملکرد گیاه را در شرایط تنش شوری (حاصل از کلرید سدیم) افزایش می‌دهد. تحقیقات کایا و همکاران (۳۵) روی توت فرنگی نیز نشان داد که کاربرد کلسیم اثر شوری را کاهش داده و عملکرد گیاه به اندازه شاهد می‌باشد.

در تیمار چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و دوبار محلول‌پاشی کلسیم همراه سیلیسیم، قطر ساقه و قطر گردن ساقه در شوری ۱/۵ dS/m پاسخ بهتری داشته و حتی از شرایط بدون شوری قطر بیشتری دارد. به نظر می‌رسد در این روش‌های

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. اثر متقابل شوری آب آبیاری و محلول‌پاشی کلرید کلسیم و سیلیکات پتاسیم بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده‌ی گل ژربرا

تیمار	تعداد گل	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	قطر گل (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	قطر گردن ساقه (سانتی‌متر)	وزن تر تک‌گل هوایی (گرم)	وزن خشک تک‌گل هوایی (گرم)	مدت زمان برداشت گل (روز)	عمر پس از برداشت (روز)	غلظت کلسیم تک‌گل هوایی (٪)
شوری صفر و بدون تغذیه کلسیم و سیلیسیم	۲/۳ b*	۵۱/۵ abc	۷/۰ cd	۵/۲ cd	۴/۷ c	۱۷/۵	۲/۶	۱۵/۷	۸/۲ bc	۰/۵۵ cd
شوری ۱/۵dS/m و بدون تغذیه کلسیم و سیلیسیم	۱/۷ bc	۴۶/۹ bc	۶/۲ d	۵/۵ cd	۴/۷ c	۱۵/۵	۲/۸	۱۵/۳	۷/۷ de	۰/۴۹ de
شوری صفر و دو بار محلول‌پاشی کلسیم	۱/۷ bc	۵۳/۷ abc	۷/۲ c	۵/۳ cd	۴/۷ bc	۲۲/۵	۲/۹	۱۵/۷	۹/۳ b	۰/۶۶ bcd
شوری ۱/۵dS/m و دو بار محلول‌پاشی کلسیم	۱/۳ c	۴۲/۹ c	۷/۳ c	۵/۰ d	۴/۴ cd	۱۴/۰	۲/۵	۱۲/۰	۸/۰ c	۰/۶۵ bcd
شوری صفر و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم	۳/۲ a	۵۸/۲ ab	۷/۲ c	۵/۸ c	۵/۲ b	۲۱/۹	۳/۲	۱۳/۷	۱۱/۶ a	۱/۱۰ a
شوری ۱/۵dS/m و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم	۱/۳ c	۴۹/۸ bc	۸/۲ ab	۶/۵ bc	۵/۴ b	۱۸/۴	۳/۶	۱۲/۰	۱۰/۲ ab	۰/۶۹ bc
شوری صفر و دو بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۳/۰ a	۳۵/۷ d	۷/۵ bc	۵/۶ cd	۴/۱ d	۱۸/۳	۲/۷	۱۵/۰	۱۰/۲ ab	۰/۶۰ c
شوری ۱/۵dS/m و دو بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۰ cd	۳۳/۷ d	۷/۹ abc	۶/۰ bc	۵/۰ bc	۱۸/۷	۲/۳	۱۵/۰	۸/۱ bc	۰/۵۸ cd
شوری صفر و دو بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۳ c	۳۶/۹ d	۷/۹ abc	۵/۶ c	۴/۹ bc	۱۶/۸	۲/۷	۱۲/۰	۹/۶ b	۰/۴۶ de
شوری ۱/۵dS/m و دو بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۰ cd	۳۳/۲ d	۷/۷ bc	۵/۷ c	۵/۴ b	۱۸/۹	۲/۳	۱۲/۷	۹/۶ b	۰/۵۰ de
شوری صفر و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۳ c	۵۶/۹ ab	۸/۵ ab	۷/۷ ab	۶/۷ a	۱۶/۰	۳/۵	۱۵/۰	۱۱/۸ a	۰/۳۶ e
شوری ۱/۵dS/m و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۳ c	۳۵/۲ d	۶/۶ cd	۵/۸ c	۴/۹ bc	۲۰/۹	۲/۵	۱۳/۰	۹/۰ b	۰/۷ bc
شوری صفر و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۲/۰ b	۴۹/۸ bc	۷/۵ bc	۵/۸ c	۴/۸ bc	۱۵/۷	۲/۵	۱۳/۰	۱۱/۲ a	۰/۵۹ cd
شوری ۱/۵dS/m و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۱/۰ cd	۳۲/۷ d	۷/۷ bc	۶/۲ bc	۴/۵ cd	۱۶/۳	۲/۵	۱۱/۶	۱۰/۰ b	۰/۶۱ cd

*دادههایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند طبق آزمون LSD از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. اثر تیمارها بر pH و EC بستر کشت ژربرا

تیمار	pH	EC (dS/m)
شوری صفر و بدون تغذیه کلسیم و سیلیسیم	۷/۱	۰/۹۸
شوری ۱/۵dS/mو بدون تغذیه کلسیم و سیلیسیم	۶/۸	۲/۹۲
شوری صفر و دو بار محلول‌پاشی کلسیم	۶/۳	۰/۶۳
شوری ۱/۵dS/m و دو بار محلول‌پاشی کلسیم	۷/۱	۲/۴۴
شوری صفر و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم	۶/۶	۰/۹۵
شوری ۱/۵dS/mو چهار بار محلول‌پاشی کلسیم	۶/۳	۲/۱۲
شوری صفر و دو بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۷/۲	۱/۳۷
شوری ۱/۵dS/m و دو بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۶/۲	۲/۳۴
شوری صفر و دو بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۶/۵	۱/۸۳
شوری ۱/۵dS/m و دو بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۶/۱	۳/۳۴
شوری صفر و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۶/۵	۲/۵۶
شوری ۱/۵dS/m و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و یک بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۶/۸	۳/۱
شوری صفر و چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۶/۸	۱/۱۹
شوری ۱/۵dS/mو چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم	۶/۰	۲/۵۹

تغذیه، اثر تنش شوری تعدیل و یا کاهش یافته و از طرف دیگر تعادل تغذیه‌ای به هم نخورده است. وقتی تعادل عناصر غذایی که در دسترس گیاه هستند به هم می‌ریزد، سیستم انتخابی ریشه دچار اختلال شده و مقدار زیادی سدیم وارد ریشه می‌شود و ریشه با انتقال سدیم به بخش‌های هوایی، سعی در حفظ تعادل غلظت سدیم دارد. این باعث افزایش سدیم در اندام هوایی می‌شود. در نتیجه، با محلول‌پاشی کلسیم، یون کلسیم جایگزین یون سدیم شده و علاوه بر مقاومت مکانیکی گیاه باعث افزایش قطر ساقه می‌شود. سیلیسیم نیز برای مقابله با تنش شوری روی دیواره سلولی ساقه رسوب کرده و باعث افزایش قطر در طول ساقه و ناحیه گردن می‌شود. در گزارشی که فاطمی و همکاران (۱۰) ارائه کردند، اضافه کردن سیلیسیم به محلول غذایی غیر شور باعث افزایش معنی‌دار قطر ساقه در گوجه‌فرنگی گردید. در سطح شوری ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار نیز باعث افزایش قطر ساقه گردید، ولی این افزایش معنی‌دار نبود. سیلیسیم باعث جذب پتاسیم در شرایط تنش شوری و مانع جذب سدیم شد. بنابراین، سمیت شوری را در گیاه کاهش می‌دهد و باعث بهبود رشد گیاه در شرایط شوری می‌شود (۳۹).

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که با افزایش تعداد محلول‌پاشی کلسیم در هر دو سطح شوری، مدت زمان ماندگاری گل از زمان برداشت تا ظهور علائم پژمردگی نسبت به شاهد افزایش داشت. در تیمار دو بار محلول‌پاشی کلسیم همراه با دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم، عمر پس از برداشت در هر دو سطح شوری برابر بود. از آنجا که سیلیسیم در کاهش نابسامانی‌های فیزیولوژیک مانند کجی گردن در ژربرا، که یکی از علائم ظهور پژمردگی می‌باشد، نقش دارد (۵۷)، احتمالاً تعداد زیاد محلول‌پاشی کلسیم اثر آنتاگونستی روی نقش سیلیسیم در تنش شوری دارد.

جدول ۴ نشان می‌دهد در تیمارهایی که در آنها محلول‌پاشی سیلیسیم انجام گرفته، غلظت کلسیم در اندام هوایی در شوری ۱/۵ dS/m بیشتر از شوری صفر می‌باشد. در تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی کلسیم بدون محلول‌پاشی سیلیسیم، غلظت کلسیم در اندام هوایی در شرایط غیر شور بیشتر می‌باشد. اما محلول‌پاشی کلسیم به همراه سیلیسیم سبب شد که در شرایط تنش (شوری ۱/۵ dS/m)، غلظت کلسیم در اندام هوایی افزایش می‌یابد. از طرفی، وزن تر و خشک اندام

Archive of SID

www.SID.ir

هوایی در این تیمارها نیز افزایش پیدا کرده است. در نتیجه، می‌توان گفت که محلول‌پاشی سیلیسیم جذب عنصر کلسیم در اندام هوایی را افزایش داده است.

اثر تیمارها بر pH و EC بستر کشت

نتایج جدول ۵ اثر تیمارها بر pH و EC بستر کشت را نشان می‌دهد. داده‌ها نشان می‌دهد که آبیاری با شوری ۱/۵ dS/m منجر به افزایش چند برابری شوری بستر کشت شده است. میزان هدایت الکتریکی مناسب در محیط پرورش بدون خاک باید بین ۱/۸ تا ۲/۲ دسی‌زیمنس بر متر باشد (۷).

نتیجه‌گیری

نتایج رشد گیاه و عمر پس از برداشت گل ژربرا نشان داد که در شوری زیادی که در بسترهای کشت ایجاد شده بود، محلول‌پاشی کلسیم و سیلیسیم توانسته است سبب حفظ رشد گیاه شود و حتی در برخی تیمارها، سبب افزایش رشد و عمر پس از برداشت شود. با توجه به این که کیفیت نامطلوب آب در شهرک گلخانه‌ای رشت واقع در صومعه‌سرا یکی از مشکلات اساسی کشاورزان، به ویژه در پرورش گیاهان زینتی، می‌باشد، اثر شوری این آب‌ها بر رشد گیاه را می‌توان با محلول‌پاشی عناصر غذایی، به‌ویژه کلسیم و سیلیسیم، تعدیل کرد. از این نظر، چهار بار محلول‌پاشی کلسیم و تیمار دو بار محلول‌پاشی کلسیم و دو بار محلول‌پاشی سیلیسیم تیمارهای بهتری بودند. پیشنهاد می‌شود به غیر از شوری آب آبیاری، اثر شاخص‌های دیگر کیفیت آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گل ژربرا مورد بررسی قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. احمدزاده، م. ر.، م. زاده باقری و ع. ابوطالبی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر استات کلسیم، کلرید کبالت و ساکارز بر طول عمر پس از برداشت گل بریده ژربرا. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.

۲. اسماعیلی، س.، و. روحی، ع. ا. محمدخانی و ب. شیران. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر خصوصیات کمی و کیفی گل آهار (Zinnia) . هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، ۱۴ تا۱۷ شهریور، اصفهان.

۳. بیات، ح.، س. ح. نعمتی و ی. سلاح‌ورزی. ۱۳۹۱. تأثیر سیلیسیم بر رشد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی اطلسی ایرانی (*Petunia hybrida*). نشریه علوم باغبانی ۲۶(۱): ۱۰-۱۷.

۴. جلیلی‌مرندی، ر. ۱۳۸۹. فیزیولوژی تنش‌های محیطی و مکانیسم‌های مقاومت در گیاهان باغی (درختان میوه، سبزی‌ها، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد ارومیه.

۵. حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ۱۹۹ صفحه.

٦. خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸٦. مبانی تغذیه گیاهی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. رشیدی، آ. ۱۳۸۹. پرورش و تولید ژربرا. انتشارات رشیدی.

۸. رضایی، آ.، م. مبلی، ن. اعتمادی و ع. م. رضایی. ۱۳۸۹. بررسی اثر کیفیت آب آبیاری و بستر کشت بر تولید سه رقم گل جعفری. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۲۷-۲۸ بهمن، اصفهان.

۹. شفیعی‌ماسوله، س. س. و ع. حاتم‌زاده. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر متقابل پیش‌تیمار با نانوذرات نقره و تیمار پیوسته با سولفات کلسیم و جیبرلین بر افزایش عمر گلدانی ژربرا. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، ۱۴-۱۷ شهریور، اصفهان، صفحات ۲۲۰۴-۲۲۰۸.

۱۰. فاطمی، س. م.، ک. هاشمی‌مجد، ا. گلی‌کلانپا و ا. ح. خوشگفتارمنش. ۱۳۹۱. تأثیر سیلیسیم بر خصوصیات مورفولوژیکی و مقاومت به شوری گوجه‌فرنگی در محیط کشت آبی. دومین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، محلات.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱. کریمی، و.، ع. حاتم‌زاده، م. حسن‌پور اصیل و ح. سمیع‌زاده. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تغذیه و تنظیم‌کننده رشد IBA بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم سوسن. علوم باغبانی ایران ۴۳(۱): ۷۹-۸۹.

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

۱۳. گرجی، م.، ا. ح. خوشگفتارمنش و م. زاهدی. ۱۳۸۸. واکنش گلرنگ به شوری و نقش غلظت کلسیم در افزایش تحمل گیاه در کشت هیدروپونیک. اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، ۲۸ تا ۳۰ مهر، اصفهان.

۱۴. نظری‌دلجو، م.، م. عرب، ا. خلیقی، ر. کریمیان و ح. جابریان همدانی. ۱۳۹۰. تأثیر هورمون سالیسیلیک اسید روی فعالیت آنزیم فنل آنالین آمونیالیاز، تشکیل لیگنین و خمیدگی ساقه ژربرا. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، صفحات ۲۲۱۷ تا ۲۲۱۹.

15. Abbasi, N.A., S. Zahoor and K. Nazir. 2004. Effect of preharvest phosphorus and potassium fertilizers and postharvest $AgNO_3$ pulsing on the postharvest quality and shelf life Zinnia (*Zinnia elegans* cv. Blue point) cut flowers. Int. J. Agric. Biol. 6(1): 129-131.
16. Al-Yassin, A. 2004. Influence of salinity on citruce: A review paper. J. Central Eur. Agric. 5: 236-272.
17. Asfanani, M., G.H. Davarynejad and A. Tehranifar. 2008. Effects of pre-harvest calcium fertilization on vase life of rose cut flower cv. Alexander. Acta Hort. 804: 217-221.
18. Ashraf, M., M. Rahmatullah, R. Ahmad, A.S. Bhatti, M. Afzal, A. Sarwar, M.A. Maqsood and S. Kanwal. 2010. Amelioration of salt stress in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) by supplying potassium and silicon in hydroponics. Pedosphere 20(2): 153-162.
19. Balestra, G., M. Agostini, A. Bellincontro, F. Mencarelli and L. Varvaro. 2005. Bacterial populations resalt to gerbera (*Gerbera jamesonii*) stem break. Phytopathol. Mediterr. 44: 291-299.
20. Bartel, A., B. Rob, G.N. Ruth, D. Aleid, M. Nollie, S. Avner, D. Sara, H. Amram, K. Benny and E. Yigal. 2001. Rose flower production and quality as affected by Ca concentration in the petal. EDP Sci. Agron. 21: 393-402.
21. Bass, R., N. Marissen and A. Dik. 2000. Cut rose quality as affected by calcium supply and translocation. Acta Hort. 518: 45-54.
22. Bayat, H., M. Alirazaie, H. Neamati and A. Abdollahi Saadabad. 2013. Effect of silicon on growth and ornamental traits of salt-stressed calendula (*Calendula officinalis* L.). J. Ornamental Plants 3(4): 207-214.
23. Busch, D.S. 1995. Calcium regulation in plant cell and its role in signalling. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 46: 95-122.
24. Cai, C., C. Xu, L. Shan, X. Li, C. Zhou, W. Zhang, I. Ferguson and K.S. Chen. 2006. Low temperature conditioning reduces postharvest chilling injury in loquat fruit. Postharvest Biol. Technol. 41: 252-259.
25. Chang, L., Y. Wu, W.W. Xu, A. Nikbakht and Y.P. Xia. 2012. Effects of calcium and humic acid treatment on the growth and nutrient uptake of Oriental lily. Afr. J. Biotechnol. 11(9): 2218-2222.
26. Debasis, C. and K.D. Sobodh. 2008. Micropropagation of gerbera: Lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities duing acclimatization process. Acta Physiol. Plant. 30: 325-331.
27. Elliot, C.L. and G.H. Snyder. 1991. Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. Agric. Food Chem. 39: 1118-1119.
28. Feng, J.P., Q.H. Shi and X.F. Wang. 2009. Effects of exogenous silicon on photosynthetic capacity and antioxidant enzyme activities in chloroplast of cucumber seedlings under excess manganese. Agric. Sci. China 8: 40-60.
29. Gerasopolus, D., B. Chebli. 1999. Effects of pre- and postharvest calcium applications on the vase-life of cut gerberas. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74: 78-81.
30. Gillman, J.H. and D.C. Zlesak. 2000. Mist applications of sodium silicate to rose (*Rosa* L. × 'Nearly Wild') cuttings decrease leaflet drop and increase rooting. Hort. Sci. 35: 773-776.
31. Gong, H., X. Zhu, K. Chen, S. Wang and C. Zhang. 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. Plant Sci. 169: 313-321.
32. Hsu, J. and R. Lin. 2006. Effect of cultural medium and hydroponic culture on growth and flowering quality of Oncidium grower Ramsey. URL: http://www.nchu.edu.tw/~add/budget/ student%20abroad/inter-meeting-95/T95-2-05.pdf
33. Ibrahim, K.M., J.C. Collins and H.A. Collin. 1991. Effect of salinity on growth and inonic composition of Coleus blumei and Salvia splendens. Hort. Sci. 66(2): 215-222.

Archive of SID

www.SID.ir

34. Kamenidou, S., T.J. Cavins and S. Marek. 2010. Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. Sci. Hort. 123: 390-394.
35. Kaya, C., H. Kirnak, D. Higgs and K. Saltali. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Sci. Hort. 93: 65-74.
36. Khalaj, M.A., M. Amiri and S.S. Sindhu. 2011. Study on the effect of different growing media on the growth and yield of gerbera (*Gerbera jamesonii* L.). J. Ornamental Hort. Plants 1(3): 185-189.
37. Kreig, C. D. 1991. Low potassium level lea uses serialdefficiency in gerbera. Vakbladvoor de Bloemisterij, 44:46-47
38. Liang, Y. and Z. Shen. 1994. Interaction of silicon and boron in oilseed rape plants. J. Plant Nutr. 17(2-3): 415-425.
39. Liang, Y., W. Sun, Y.G. Zhu and P. Christie. 2007. Mechanisms of silicon mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A review. Environ. Pollut. 147: 422-428.
40. Liu, J., S. He, Z. Zhang, J. Cao, P. Lv, S. He, G. Cheng and D.C. Joyce. 2009. Nano-silver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. Postharvest Biol. Technol. 54: 59-62.
41. Lutts, S., V. Majerus and J.M. Kinet. 1999. NaCl effects on proline metabolism in rice (*Oryza sativa*) seedlings. Physiol. Plant. 105: 450-458.
42. Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. Soil Sci. Plant Nutr. 50: 11-18.
43. Ma, J.F. and E. Takahashi. 1993. Interaction between calcium and silicon in water cultured rice plants. Plant Soil 148: 107-113.
44. Ma, J.F. and E. Takahashi. 2002. Soil, Fertilizer and Plant Silicon Research in Japan. Elsevier, Amsterdam, 281 p.
45. Macnish, A.J., R.T. Leonard and T.A. Nell. 2008. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. Postharvest Biol. Technol. 50: 197-207.
46. Madea, Y., M. Yoshiba and T. Tadano. 2005. Comparison of Ca effect on the salt tolerance of suspension cells and intact plants of tobacco (*Nicotiana tobacum* L., cv. Bright Yellow-2). Soil Sci. Plant Nutr. 51: 313-318.
47. Maloupa, E., M.N. Fakhri, K. Chartzoulakis and D. Gerasopoulos. 1996. Effects of substrate and irrigation frequency on growth, gas exchange and yield of gerbera cv. Frame. Adv. Hort. Sci. 10: 195-198.
48. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition, Academic Press, London, pp. 100-150.
49. Moyer, C., N.A. Peres, L.E. Datnoff, E.H. Simonne and Z. Deng. 2008. Evaluation of silicon for managing powdery mildew on gerbera Daisy. J. Plant Nutr. 31: 2131-2144.
50. Mulari, T.P. and T.V. Reddy. 1993. Postharvest life of gladiolus as influenced by sucrose and metal salt. Acta Hort. 343: 313-320.
51. Nazari Deljou, M., A. Khalighi, M. Arab and R. Karimiyan. 2011. Postharvest evaluation of vase life, stem bending and screening of cultivars of cut gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) flowers. Afr. J. Biotechnol. 10(4): 560-566.
52. Oki, L.R. and J.H. Lieth. 2004. Effect of changes in substrate salinity on the elongation of *Rosa hybrida* L. 'Kardinal' stems. Sci. Hort. 101: 103-119.
53. Poovaiah, B.W. and A.S.N. Reddy. 1987. Calcium messenger system in plants. Crit. Rev. Plant Sci. 6: 47-103.
54. Raven, J.A. 1983. The transport and function of silicon in plants. Biol. Rev. 58: 179-207.
55. Robichaux, M. 2008. The effect of calcium or silicon on potted miniature roses or poinsettias. MSc. Thesis, Agricultural and Mechanical College, Louisiana State University.
56. Satoh, S., K. Shibuya, K. Waki and Y. Kosugi. 2005. Mechanism of senescence in carnation flowers. Proc. of 8th Inter. Symp. on Postharvest Physiol. of Ornamentals, August 10-14, The Netherlands.
57. Savvas, D., G. Manos, A. Kotsiras and S. Souvaliotis. 2002. Effects of silicon and nutrient-induced salinity on yield, flower quality, and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. J. Appl. Bot. 76: 153-158.
58. Seyedi, N., A. Mohammadi Torkashvand and M.S. Allahyari. 2012. The impact of perlite and cocopeat as the growth media on lilium. Asian J. Exp. Biol. Sci. 3 (3): 502-505.
59. Sosa Nan, S.J. 2007. Effects of pre- and postharvest calcium supplementation on longevity of sunflower (*Helianthus annuus* cv. Superior Sunset). MSc. Thesis, Department of Horticulture, Agricultural and Mechanical College, Louisiana State University.
60. Sun, C.W., Y.C. Liang and V. Romheld. 2005. Effects of foliar- and root applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *cucumis sativus*. J. Plant Pathol. 54: 678-685.
61. Torre, S., A. Borochov and A.H. Halevy. 1999. Calcium regulation of senescence in rose petals. Phsiol. Plant. 107: 214-219.
62. Valdez-Aguilar, L.A., C.M. Grieve and J. Poss. 2009. Salinity and alkaline pH in irrigation water affect marigold plants: 1. Growth and shoot dry weight partitioning. HortSci. 44: 1719-1725.
63. Vaughan, J.G. and P.A. Judd. 2003. The Oxford Book of Health Foods. Oxford University Press.

Archive of SID

www.SID.ir

64. Yeo, A.R., S.A. Flowers, G. Rao, K. Welfare, N. Senanayake and T.J. Flowers. 1999. Silicon reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions and this is accounted for by a reduction in the transpirational bypass flow. Plant, Cell Environ. 22: 559-565.
65. Yildirim, E., H. Karlidag and M. Turan. 2009. Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. Plant Soil Environ. 55: 213-221.

Archive of SID

www.SID.ir