اثر محلول‌پاشی مقادیر و منابع مختلف پتاسیم بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی گل ژربرا رقم استانزا (*Gerbera jamesonii* cv. Stanza)

شراره مرتضایی‌فرد[1]، سپیده کلاته جاری[2] و مجید بصیرت[3]

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیرمحلول پاشی نمک‌های مختلف پتاسیمی شامل سیلیکات‌پتاسیم، نیترات پتاسیم و سولفات‌پتاسیم در مقادیر صفر، ۱/۵ و ۳ گرم بر لیتر پتاسیم (k) بر عملکرد و کیفیت گل شاخه بریدنی ژربرا رقم استانزا انجام گرفت. پژوهش در سال ۱۳۸۷ در منطقه پاکدشت ورامین اجرا گردید. طرح آزمایشی، طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در نظر گرفته شد که هر تکرار شامل چهار گلدان بود. نتایج تجزیه آماری نشان داد که عملکرد بوته‌ها تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و تمام تیمارهای پتاسیمی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد در سطح احتمال ۱٪ شدند ولی اثر تیمار نیترات‌پتاسیم بیشتر از سایر تیمارها بود. تیمارهای نیترات‌پتاسیم و سیلیکات‌پتاسیم در غلظت ۳ گرم در لیتر در مقایسه با سایر تیمارها و شاهد باعث افزایش معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ در قطر گل و قطر ساقه گل دهنده شدند. نمک‌های مختلف پتاسیم باعث افزایش در شدت سبزی برگ در کلیه تیمارها نسبت به شاهد در سطح احتمال ۵٪ شدند. اندازه‌گیری میزان پتاسیم برگ نشان داد که در کلیه تیمارهای مورد آزمایش با افزایش پتاسیم، غلظت پتاسیم برگ نیز افزایش یافت. با افزایش غلظت پتاسیم برگ، کاهش معنی‌داری در غلظت کلسیم و منیزیم برگ مشاهده گردید و هیچ اثر منفی بر کیفیت گل با وجود افزایش پتاسیم مشاهده نشد. مقایسات میانگین براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. از نتایج به‌دست آمده چنین استنباط می‌گردد که برای به‌دست آوردن بیشترین تعداد گل و گل‌هایی با کیفیت بهتر در بوته، محلول‌پاشی تیمارهای نیترات‌پتاسیم و سیلیکات‌پتاسیم با غلظت سه گرم بر لیتر صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: نمک‌های پتاسیم، ژربرا، محلول‌پاشی، عملکرد

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۲٤

۱- کارشناس ارشد باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. shrmorf@yahoo.com

۲- عضو هیأت علمی گروه باغبانی، استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۳- عضو هیأت علمی، مربی پژوهشی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.

مقدمه

ژربرا[1] جزء ۱۰ گل بریدنی[2] برتر دنیا قرار دارد و در ایران نیز میزان تولید آن در سال‌های اخیر افزایش داشته است (Anonymous, 2006).

پتاسیم از عناصری است که در رشد و عملکرد گیاهان و گل‌های زینتی و بریدنی نقش بسیار مهمی دارد. از وظایف پتاسیم در گیاه می‌توان به مواردی مانند فعال‌سازی آنزیم های مختلف، سنتز پروتئین‌ها، فتوسنتز و انتقال کربوهیدرات‌ها، تنظیم فشار اسمزی سلول و مقاومت گیاه به آفات و بیماری‌ها اشاره کرد (Malakouti, 1999).

روش تولید ژربرا در ایران عمدتاً هیدروپونیک[3] بوده و برای تولید محصول با کیفیت در مرحله گلدهی، غلظت پتاسیم در محلول غذایی افزایش می‌یابد (طبق منابع۲۲۰ –۲٤۰ میلی گرم بر لیتر). افزایش غلظت پتاسیم موجب افزایش ضریب هدایت الکتریکی[4] محلول غذایی و هم‌چنین موجب کاهش جذب کلسیم در گیاه شده که عارضه خم شدن گردن[5] گل را به‌وجود می‌آورد که باعث افت کیفی گل می‌گردد. در این راستا در فصول گرم سال که امکان افزایش غلظت محلول غذایی محدود می‌باشد، استفاده از روش محلول‌پاشی پتاسیم راهکار مناسبی برای حل این مشکل می‌باشد (Malakouti, 1999; Manouchehri, 2001).

مرادی‌نژاد (Moradinejad, 1994) بیان کرد که همبستگی معنی‌داری بین مقدار پتاسیم در برگ‌ها و صفاتی نظیر تعداد برگ و گل در گیاه و طول عمر گل رز رقم ماسکورید[6] وجود دارد (Moradinejad,1994).

مطلبی فرد (Motallebifard, 2000) بیان کرد که عملکرد، طول ساقهٔ گل دهنده، قطر ساقه گل‌دهنده، قطر کاسه‌گل، قطر جام گل و عمر بعد از برداشت گل‌های میخک توسط تیمارهای پتاسیمی کلرورپتاسیم و سولفات‌پتاسیم در کشت خاکی افزایش یافت (Motallebifard, 2000).

وودسن و بودلی (Woodson and Boodley, 1982) بیان کردند که در غلظت‌های کم پتاسیم در محلول غذایی رز، رشد و میزان گل کاهش یافت (Woodson and Boodley, 1982).

سواس و همکاران (Savvas *et al*., 2002) گزارش دادند که کاربرد سیلیکات‌پتاسیم در محلول غذایی باعث افزایش درصد گل‌های درجه یک و افزایش قطر ساقه در ژربرا شد (Savvas *et al*., 2002).

می‌مون (Mimoun, 2004) گزارش داد که محلول‌پاشی نیترات‌پتاسیم در زیتون، سطح برگ را افزایش می‌دهد (Mimoun, 2004).

هوانگ و همکاران (Hwang *et al*., 2005) بیان کردند که کاربرد سیلیکات‌پتاسیم در محلول غذایی در رز مینیاتوری رقم پینوچیو[7]، کیفیت و عملکرد (تعداد شاخه‌های فرعی) را افزایش داد و کاربرد آن به صورت محلول‌پاشی و در محلول غذایی به همراه هم، سبب افزایش قطر گل شد و اثر مثبت بر رشد و کیفیت آن داشت (Hwang *et al*., 2005).

وانگ (Wang, 2007) گزارش داد که با افزایش غلظت پتاسیم در نمک‌های فسفات‌پتاسیم و نیترات‌پتاسیم در محلول غذایی در گیاه ارکیده، تعداد گل، قطر گل و پهنای برگ افزایش یافت (Wang, 2007).

لین و یه (Lin and Yeh, 2008) گزارش دادند که افزایش غلظت پتاسیم در نمک سولفات‌پتاسیم در محلول غذایی، باعث افزایش پهنای برگ‌های بالغ در گازمانیا[8] شد و غلظت کلسیم، منیزیم و فسفر با افزایش پتاسیم کاهش یافت (Lin and Yeh, 2008).

کامنیدو و همکاران (Kamenidou *et al*., 2009) بیان کردند که کاربرد سیلیکات‌پتاسیم به صورت آبیاری پای بوته[9] در آهار قطر ساقه را در قسمت پایه و قطر گل را افزایش داد (Kamenidou *et al*., 2009).

با توجه به تأثیر نمک‌های مختلف پتاسیم بر خصوصیات کیفی و عملکرد گل‌های شاخه بریدنی این تحقیق به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی منابع پتاسیم بر عملکرد و شاخص‌های کمی و کیفی و میزان غلظت پتاسیم برگ در گل ژربرا رقم استانزا[10] صورت گرفت.

[1] Gerbera
[2] Cut flower
[3] Hydroponic
[4] EC
[5] Bent neck
[6] *Rosa masquarade*
[7] Pinocchio
[8] Guzmania
[9] Drench
[10] Stanza

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه تجاری واقع در پاکدشت ورامین انجام گرفت. ابتدا نشاهای یک ماهه ژربرا خریداری شده و سپس در بستر کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۷۰ : ۳۰ در گلدان‌هایی به اندازه ۲۰ × ۱۸ سانتی‌متر کشت شدند. تغذیه با محلول غذایی هوگلند تغییریافته همراه با آب آبیاری در سیستم هیدروپونیک انجام شد (جدول ۱). نمک‌های پتاسیم در هر نوبت به صورت محلول در آب با غلظت‌های مورد نظر تهیه شد. محلول‌پاشی بوته‌ها با نمک‌های مختلف پتاسیم شامل سیلیکات‌پتاسیم، سولفات‌پتاسیم و نیترات‌پتاسیم با غلظت‌های صفر ، ۱/۵ و ۳ گرم بر لیتر از مرحله چهار برگی شدن نشاها شروع شد و دو بار در هفته تا دو ماه بعد از گلدهی ادامه یافت. حجم محلول مصرفی به میزانی بود که برگ‌ها کاملاً خیس شده و قطره آب چکه کند.

طرح آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۵ تکرار اجرا شد که هر تکرار شامل چهار گلدان بود. صفات مورد ارزیابی در این آزمایش عبارت بودند از: مقدار عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ‌ها، قطر فاصله ساقه گل، قطر گل، تعداد شاخه گل تولید شده در هر بوته، شدت سبزی برگ و سطح برگ. لازم به ذکر است که کلیه صفات کیفی بعد از این‌که بوته‌ها وارد فاز زایشی شدند ارزیابی شدند.

برای اندازه‌گیری عناصر غذایی برگ، نمونه‌برداری در ماه چهارم از بوته‌ها انجام شد. ابتدا برگ‌ها با آب مقطر شسته شد و در آون ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک شد. سپس یک گرم از برگ‌های خشک شده را در کوره و در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ ساعت قرار داده و به خاکستر حاصل ۱۰ سی‌سی کلریدریک‌اسید دو مولار اضافه شد. و محلول فوق را در دمای ۹۰ درجه سلسیوس در بن ماری صاف نموده و اندازه‌گیری عناصر با استفاده از عصاره فوق انجام گرفت (Emami, 1996). عناصر کلسیم و منیزیم توسط دستگاه اسپکتروفتومتر[1] اندازه‌گیری شدند. عنصر پتاسیم توسط فلیم فتومتر[2] اندازه‌گیری شد.

شدت سبزی برگ توسط دستگاه کلروفیل متر(S 502) و میزان سطح برگ توسط دستگاه شاخص سنج دیجیتالی ADC Areameter اندازه‌گیری شدند.

نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه میانگین‌ها انجام گرفت و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

تأثیر محلول پاشی منابع پتاسیم بر شاخص‌های رشد گل ژربرا

قطر گل

مطابق شکل (۱) در تیمارهای نیترات‌پتاسیم و سیلیکات پتاسیم تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد از نظر قطر گل نسبت به شاهد مشاهده شد. بیشترین قطر گل ۱۱۰/۷۶ و ۱۰۹/۴۸ میلی‌متر به ترتیب در تیمارهای نیترات‌پتاسیم و سیلیکات‌پتاسیم با غلظت سه گرم بر لیتر مشاهده شد که البته با تیمارهای نیترات و سولفات‌پتاسیم ۱/۵ گرم بر لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین قطر گل (۹۹/۱۲ میلی‌متر) در شاهد مشاهده شد که با تیمارهای سیلیکات‌پتاسیم ۱/۵ گرم بر لیتر و سولفات‌پتاسیم سه گرم بر لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت.

پتاسیم با افزایش فتوسنتز و افزایش انتقال کربوهیدرات‌ها به اندام‌های مصرف کننده موجب ایجاد یک سینک[3] قوی در گل‌ها می‌شود و همان‌طور که در آزمایش مشاهده شد، با افزایش غلظت پتاسیم در نمک‌های نیترات و سیلیکات پتاسیم قطر گل‌ها که اندام‌های مصرف کننده مواد غذایی می‌باشند افزایش یافت. به نظر می‌رسد که نقش سیلیسیم در افزایش قطر گل به همراه پتاسیم به این صورت است که سیلیسیم با کاهش میزان تعرق و افزایش فشار تورژسانس در گل باعث تورم سلول و افزایش قطر گل می‌شود (Lu *et al*., 2001). تأثیر محلول پاشی پتاسیم بر قطر گل با نتایج گزارشات مطلبی‌فرد (Motallebifard, 2000)، هوانگ و همکاران (Hwang *et al*., 2005) و وانگ (Wang, 2007) مطابقت داشت.

قطر ساقه گل دهنده

هرسه تیمار باعث افزایش قطر ساقه گل دهنده ژربرا نسبت به شاهد شدند و تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده شد (شکل ۲). بیشترین قطر ساقه گل دهنده در چهار تیمار سولفات‌پتاسیم ۱/۵ گرم بر لیتر، نیترات‌پتاسیم ۱/۵ و ۳ گرم بر

[1] Spectrophotometer
[2] Flame photometer
[3] Sink

لیتر و سیلیکات‌پتاسیم سه گرم بر لیتر مشاهده شد که به‌ترتیب ۷/۵۹ ، ۷/۵۱ ، ۷/۴۲ و ۷/۳۲ میلی‌متر بود. می‌توان چنین استنباط کرد که پتاسیم با تنظیم فشار اسمزی و به دنبال آن توسعه سلول و افزایش انتقال کربوهیدرات‌ها باعث افزایش قطر ساقه گل‌دهنده می‌شود.

تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم بر قطر ساقه گل‌دهنده با نتایج گزارشات مطلبی فرد (Motallebifard, 2000)، سواس و همکاران (savvas *et al*., 2002) و کامنیدو و همکاران (Kamenidou *et al*., 2009) مطابقت نشان داد.

شدت سبزی برگ گل ژربرا

شدت سبزی برگ در نمک‌های مختلف پتاسیم نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین شدت سبزی برگ در تیمارهای سیلیکات و نیترات‌پتاسیم با غلظت‌های ۱/۵ و ۳ گرم بر لیتر و سولفات‌پتاسیم با غلظت ۳ گرم بر لیتر (به‌ترتیب ۵۲/۱۷، ۵۱/۹ و ۴۸/۸) مشاهده شد (شکل ۳). منوچهری (Manouchehri, 2001) اثر نوع و مقادیر کودهای پتاسیمی را بر شاخص‌های رشد، غلظت عناصرمعدنی و کیفیت میوه در درختان سیب بررسی کرد. این محقق سه سطح تیمار کودی شامل: برابر توصیه کودی (بر اساس آزمون خاک)، ۱/۵ و ۲ برابر توصیه کودی از دو منبع کودی سولفات‌پتاسیم و کلریدپتاسیم به همراه کودهای ازته، فسفاته و کم مصرف‌ها را انتخاب کرد و تیمار شاهد فقط دارای کودهای ازته و فسفاته بود. به گزارش این محقق، در تیمار سولفات‌پتاسیم به همراه کودهای کم مصرف بیشترین افزایش شاخص کلروفیل را نشان داد که علت این افزایش در شدت سبزی برگ به اثر پتاسیم در افزایش فتوسنتز و بهبود جذب کلروفیلی نسبت داده شده است.

عملکرد گل

مطابق شکل(۴) هر سه تیمار پتاسیم، افزایش معنی‌دار عملکرد را در سطح یک درصد نشان دادند و تیمار نیترات پتاسیم بالاترین عملکرد را در هر دو غلظت مورد استفاده به میزان ۲/۶۵ برای غلظت ۳ گرم بر لیتر و ۲/۵۵ برای غلظت ۱/۵ گرم بر لیتر نسبت به سایر تیمارها داشت و کمترین عملکرد در شاهد به میزان ۰/۹۷ واحد مشاهده گردید.

واکنش گیاهان نسبت به جذب پتاسیم تا حد زیادی به سطح تغذیه نیتروژن بستگی دارد، معمولا هرقدر گیاه از نیتروژن بیشتری برخوردار باشد افزایش عملکرد به علت پتاسیم بیشتر است (Salardini, 1993). نیتروژن با شرکت در فعالیت‌های متابولیکی مؤثر بر مراحل رشد رویشی و زایشی و پتاسیم با تحریک توسعه برگ و ظرفیت فتوسنتزی بر عملکرد مؤثر هستند. تأثیر محلول‌پاشی پتاسیم بر عملکرد با نتایج گزارشات مرادی‌نژاد (Moradinejad, 2005) و وانگ (Wang, 2007) همخوانی داشت.

وانگ (Wang, 2007) اثر پتاسیم را بر رشد و گل‌دهی نوعی گل ارکیده[1] با گل‌های سفید را در محلول غذایی که شامل فسفات‌پتاسیم، نیترات‌پتاسیم، فسفات‌آمونیوم، نیترات آمونیوم، کلریدکلسیم، سولفات‌منیزیم بود بررسی کرد. پتاسیم در مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر استفاده گردید و در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بهترین کیفیت از نظر بیشترین میزان گل، بزرگ‌ترین گل‌ها و بلندترین گل آذین‌ها به دست آمد.

سطح برگ

تیمار نیترات پتاسیم ۳ گرم بر لیتر بیشترین سطح برگ را با ۵۶۸/۲۶ سانتی‌متر مربع بین سایر تیمارها و شاهد نشان داد (شکل۵). نقش نیتروژن را در افزایش سطح برگ می‌توان به افزایش تعداد سلول‌های برگ و اندازه آن‌ها نسبت داد که نتایج این آزمایش با نتایج می‌مون (Mimoun, 2004) همخوانی داشت. این محقق نیترات پتاسیم را به صورت محلول‌پاشی و هم‌چنین مصرف خاکی بر روی درخت زیتون[2] مورد آزمایش قرار داد. برای محلول‌پاشی، نیترات‌پتاسیم در دو مقدار ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز درخت زیتون استفاده گردید که هر دو میزان باعث افزایش سطح برگ در مقایسه با تیمار شاهد و تیمار مصرف خاکی گردیدند.

تأثیر محلول‌پاشی منابع پتاسیم بر صفات شیمیایی مورد مطالعه

میزان پتاسیم برگ

در هر سه تیمار با افزایش میزان پتاسیم، غلظت پتاسیم برگ نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۶ و ۹). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت نمک‌های مورد استفاده و غلظت پتاسیم برگ در هر سه نمک مشاهده شد.

[1] *Phalaenopsis*
[2] *Olive*

میزان کلسیم و منیزیم برگ

در هر سه تیمار با افزایش میزان پتاسیم، غلظت کلسیم و منیزیم برگ کاهش یافت (شکل ۷ و ۸). بیشترین میزان کلسیم و منیزیم در برگ در بوته‌های شاهد که کمترین مقدار پتاسیم برگ را داشتند مشاهده شد البته بین غلظت‌های مختلف نمک‌های پتاسیم تغییر معنی‌داری در میزان کلسیم و منیزیم برگ مشاهده نشد.

تأثیر منفی محلول‌پاشی پتاسیم بر میزان کلسیم و منیزیم برگ با نتایج گزارشات لین و یه (Lin and Yeh, 2008) همخوانی داشت که این امر به علت اثر آنتاگونیستی پتاسیم با کلسیم و منیزیم ایجاد می‌شود.

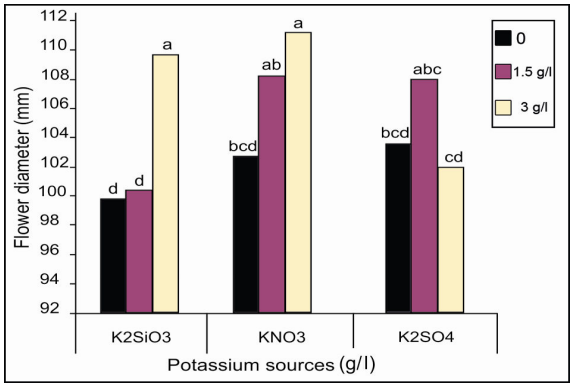
این نتایج نشان می‌دهد که محلول‌پاشی مانند روش کود آبیاری موجب بروز اثرات آنتاگونیستی بین پتاسیم و کلسیم و منیزیم می‌شود. کاهش غلظت نمک‌های کلسیم و منیزیم می‌تواند به دلایل دیگر همچون اثر رقت نیز باشد، زیرا حضور پتاسیم باعث اسیمیلاسیون بیشتر قندها و متابولیسم بیشتر مواد در گیاه می‌شود.

در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده نیترات پتاسیم در غلظت ۳ گرم بر لیتر به عنوان منبع برتر برای محلول پاشی در گل ژربرا رقم استانزا معرفی می‌شود و قابل ذکر است که محلول‌پاشی پتاسیم بر افزایش عملکرد و برخی صفات کیفی گل ژربرا نقش مؤثری دارد. از آن‌جایی که محلول‌پاشی پتاسیم هیچ اثر منفی روی کیفیت گل نداشت، می‌توان اظهار داشت که اثرات سوء آن کمتر از افزایش غلظت پتاسیم در محلول غذایی همچون افزایش ضریب هدایت الکتریکی بستر، هدررفت کود و کاهش کیفیت محصول می‌شود.

جدول ۱- غلظت پایه عناصر ماکرو در محلول غذایی ژربرا.

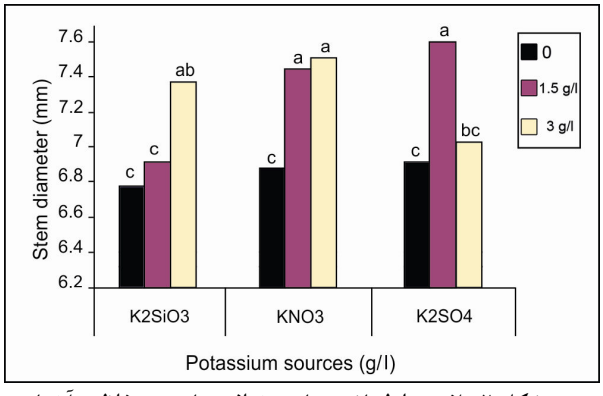
Table 1. Stock concentration of macro elements in nutrient solution of gerbera.

Element	mg/l	Element	mg/l
NO_3	160	K	230
H_2PO_4	46	Ca	175
SO_4	154	Mg	31
NH_4	9		



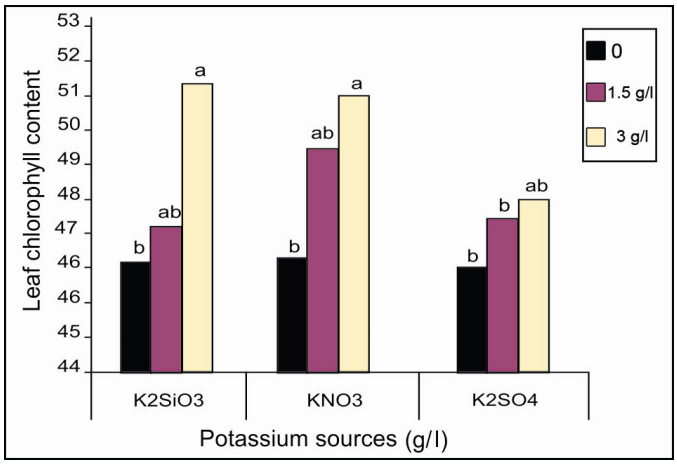
شکل ۱- اثر محلول‌پاشی منابع مختلف پتاسیم و غلظت آن‌ها بر قطر گل ژربرا

Figure 1. Effect of sources and concentrations of potassium foliar application on flower diameter of gerbera



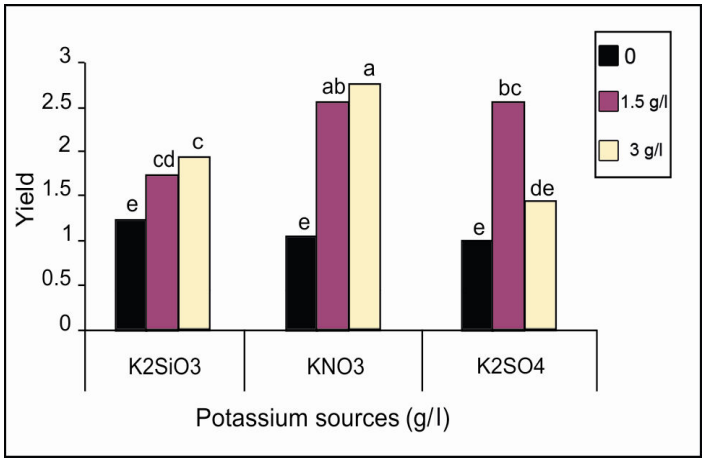
شکل ۲- اثر محلول‌پاشی منابع مختلف پتاسیم و غلظت آن‌ها بر قطر ساقه ژربرا

Figure 2. Effect of sources and concentrations of potassium foliar application on stem diameter of gerbera



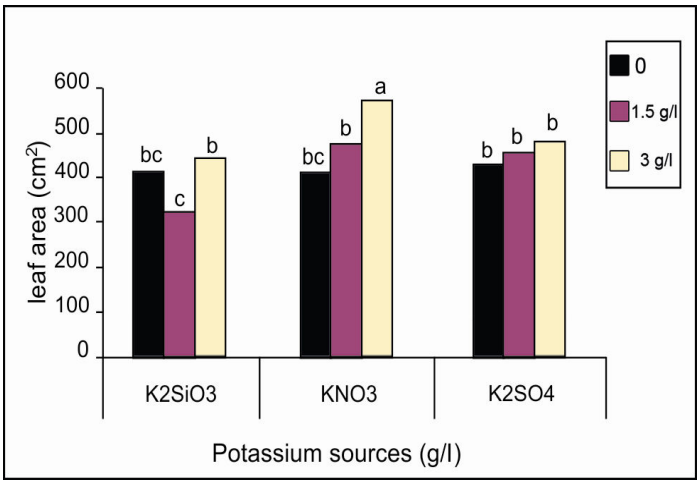
شکل ۳- اثر محلول‌پاشی منابع مختلف پتاسیم و غلظت آن‌ها بر شدت سبزی برگ ژربرا

Figure 3. Effect of sources and concentrations of potassium foliar application on leaf chlorophyll content



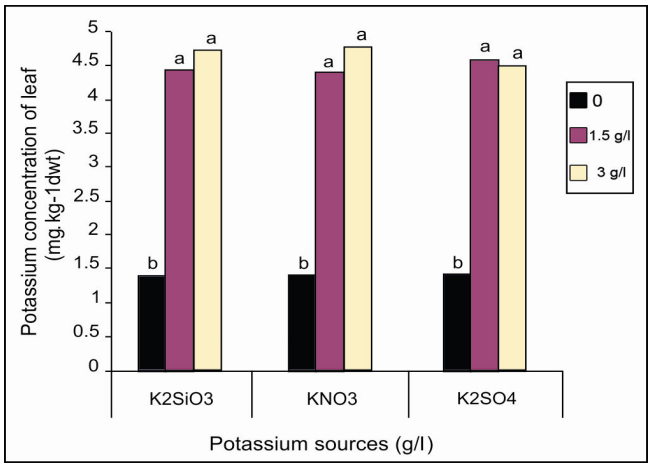
شکل ٤- اثر محلول‌پاشی منابع مختلف پتاسیم و غلظت آن‌ها بر عملکرد گل ژربرا

Figure 4. Effect of sources and concentrations of potassium foliar application on yield of gerbera



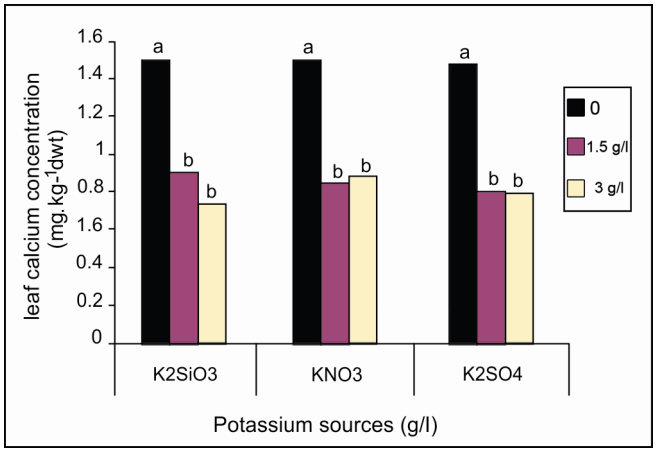
شکل ۵- اثر محلول‌پاشی منابع مختلف پتاسیم و غلظت آن‌ها بر سطح برگ ژربرا

Figure5. Effect of sources and concentrations of potassium foliar application on leaf area of gerbera



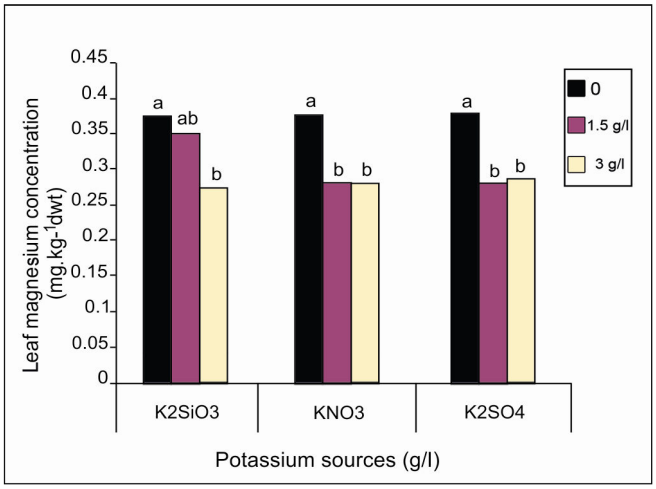
شکل ٦ – اثر منابع مختلف پتاسیم بر غلظت پتاسیم برگ ژربرا

Figure 6. Effect of potassium sources and concentrations on leaf potassium concentration in gerbera



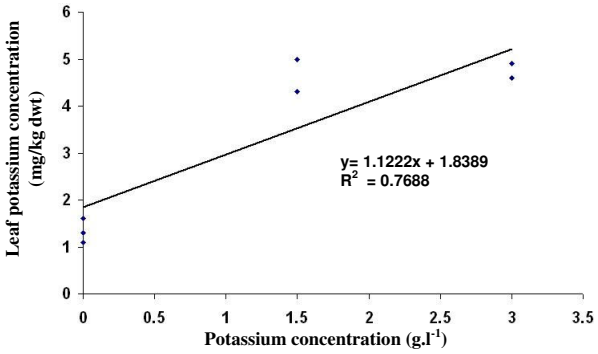
شکل ۷- اثر منابع مختلف پتاسیم بر غلظت کلسیم برگ ژربرا

Figure 7. Effect of potassium sources and concentrations on leaf calcium concentration in gerbera



شکل ۸- اثر منابع مختلف پتاسیم بر غلظت منیزیم برگ ژربرا

Figure 8. Effect of potassium sources and concentrations on leaf magnesium concentration of gerbera.



شکل ۹- اثر محلول‌پاشی منابع پتاسیم بر غلظت پتاسیم برگ گل ژربرا رقم استانزا

Figure 9. Effect of potassium sources and concentrations on leaf potassium concentration of *Gerbera jamesonii* cv. Stanza.

References

Anonymous (2006) Statistical report. Ornamental Flower and Plant Organization. Tehran, Iran. [In Persian with English Abstract].

Bentonjones, J (1996) Hydroponics: a practical guide for the soilless grower. Boca Raton Pub. Florida. USA.

Ben Mimoun M, Loum O, Ghrab K, Latiri K, Hellali R (2004) Foliar potassium application on olive tree. Regional Workshop on Potassium and Fertigation Development in West Asia and North Africa, Rabat, Morocco, 24-28 November.

Emami A (1996) Analytical methods for plant analysis. Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran, Technical Report, Vol .1, No .982, pp. 47-53. [In Persian with English Abstract].

Hwang SJ, Park HM, Jeong BR (2005) Effects of potassium silicate on the growth of miniature rose`Pinocchio` grown on rockwool and its cut flower quality. Journal of Japanese Society of Horticultural Science 74(3): 242-247.

Kamenidou S, Cavins TJ, Marek S (2009) Evaluation of silicon as a nutritional supplement for greenhouse zinnia production. Scientia Horticulture 119: 297 - 301.

Lin CY, Yeh DM (2008) Potassium nutrition affects on leaf growth, anatomy, and macroelements of *Guzmania*. Hortscience 43(1): 146-148.

Lu G, Cao J (2001) Effects of silicon on earliness and photosynthetic characteristics of melon. Acta Hort. Scientia 28: 421-424.

Moradinejad F (1994) Study of chemical fertilizer effects on quality and quantity of rose (cv. Masquerade) . M.Sc. Thesis, Department of Horticultural Science, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. [In Persian With English Abstract].

Motallebifard R (2000) Effect of different sources and levels of potassium and acidified water on quality and quantity of carnation flower. M.Sc. Thesis, Department of Soil Science, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. [In Persian With English Abstract].

Malakouti MJ, Tabatabaie J (1999) Balanced fertilization towards sustainable crop production. Ministry of Agriculture, Tehran, Iran. [In Persian With English Abstract].

Manouchehri, S (2001) Effect of different sources and amounts of potassium fertilizers on the yield and quality of apple. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University , Science and Research Branch. Tehran, Iran. [In Persian With English abstract].

Salardini A, Mojtahedi M (1993) Principles of plant nutrition. Vol. I, II. Tehran University Press, Iran. [In Persian with English Abstract].

Savvas D, Manos G, Kotsiras A, Souvaliotis S (2002) Effects of silicon and nutrient induced salinity on yield, flower quality and nutrient uptake of gerbera grown in a closed hydroponic system. Journal of Appllied Botany 76: 153-158.

Wang YT (2007) Potassium nutrition affects on *Phalaenopsis* growth and flowering. Horticultural Science 42(7): 1563-1567.

Woodson WR, Boodley JW (1982) Influence of potassium on growth, flowering, and chemical composition of greenhouse roses grown in recirculating nutrient solutions. Horticultural Science 17(1): 46-47.