اثر محلول‌پاشی پیش از برداشت برخی عناصر غذایی بر رشد و گلدهی آلسترومریا رقم fuji

الهام دانائی[1*]، وحید عبدوسی[2]، ناصر علی‌پور[3]، مریم گلینی[4] و سعید صفری[5]

۱*- استادیار، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، dr.edanaee@yahoo.com

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، Abdossi@yahoo.com

۳- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، n.alipoor.16027@gmail.com

٤- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، Maryam.Galini64@gmail.com

۵- کارشناسی‌ارشد، گروه حشره‌شناسی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، s.safari2011@gmail.com

*نویسنده مسئول: الهام دانائی

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

Effect of some nutrients pre-harvest spray on growth and flowering in *Alestromeria* cv. fuji

Elham Danaee[1*], Vahid Abdossi[2], Naser Alipoor[3], Maryam Galini[4] and Saeed Safari[5]

1*- Assistant Professor, Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, dr.edanaee@yahoo.com

2- Assistant Professor, Department of Horticulture, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Ian, Abdossi@yahoo.com

3- M.Sc, Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, n.alipoor.16027@gmail.com

4- M.Sc, Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, Maryam.Galini64@gmail.com

5- M.Sc, Department of Entomology, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, s.safari2011@gmail.com

*Corresponding author: Elham Danaee

Received: July 2019 Accepted: September 2019

چکیده

به منظور مطالعه تاثیر محلول‌پاشی نانوکلات آهن، نانوکلات پتاسیم، نانوکلات روی و نانوکلات کلسیم روی گل آلسترومریا، آزمایشی به صورت طرح آماری کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار، سه تکرار و هر تکرار حاوی پنج گیاه و در مجموع ۱۹۵ گلدان انجام گردید. تیمارها شامل نانوکلات آهن، نانوکلات پتاسیم، نانوکلات روی و نانوکلات کلسیم هر کدام با سه سطح ۱۰ و ۲۰، ٤۰ میلی‌گرم در لیتر و گلدان بدون محلول‌پاشی بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی سه مرتبه بصورت ده روز در میان در پایه‌های یکسان انجام گردید. نمونه‌بردای و سنجش صفات کمی و کیفی گیاه مانند وزن تر گل، وزن خشک گل، آنتوسیانین گلبرگ، کلروفیل کل برگ، میزان آهن، پتاسیم، روی و کلسیم برگ و ماندگاری گل روی بوته، یک هفته پس از آخرین محلول‌پاشی یعنی زمانی که یک یا دو گل روی خوشه باز شد، ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که تیمار نانوکلات آهن ٤۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تاثیر را در بهبود صفات مورد ارزیابی مانند وزن تر و خشک گل، آنتوسیانین گلبرگ، کلروفیل کل برگ، آهن برگ و ماندگاری گل روی بوته داشت و تیمار نانوکلات کلسیم ٤۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تاثیر را در بهبود میزان کلسیم برگ، تیمار نانوکلات پتاسیم ٤۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تاثیر را در بهبود میزان پتاسیم برگ و تیمار نانوکلات روی ٤۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تاثیر را در بهبود میزان روی برگ داشتند. همچنین تیمار Nano Ch Ca 40ppm با ۱۵/۹ روز، بیشترین و تیمار Control با ۹/۲ روز، کمترین ماندگاری گل روی بوته را داشتند. نتایج آماری بیانگر معنی‌داری اکثریت صفات در سطح ۱ درصد و آنتوسیانین گلبرگ و کلروفیل کل برگ در سطح ۵ درصد بود. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان بیان نمود که محلول‌پاشی پیش از برداشت نانوکلات آهن، نانوکلات پتاسیم، نانوکلات روی و نانوکلات کلسیم موجب بهبود صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و ماندگاری گل روی بوته در گل آلسترومریا رقم fuji گردید.

کلمات کلیدی: آلسترومریا، آهن، پتاسیم، روی، کلسیم.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۸، دوره ١٤، شماره ۲، صص ٦٤-۵۵

Abstract

In order to study the effect of foliar application of iron nano-chelate, potassium nano-chelate, zinc nano-chelate and calcium nano-chelate on Alstromeria flower, a completely randomized design with 13 treatments, 3 replicates and each replicate containing 5 plants and a total of 195 pots was conducted. Treatments included iron nano-chelate, potassium nano-chelate, zinc nano-chelate and calcium nano-chelate each with three levels of 10, 20, 40 mg/L and pot without spraying as control. Foliar application was carried out three Times in ten day in same base. Quantitative and qualitative traits of the plant such as fresh and dry weight of flower, anthocyanin of petals, total leaf chlorophyll, iron, potassium, zinc and calcium content of leaves and longevity of flower per plant, one week after the last foliar application that is, when one or two flower were opened on the cluster, was evaluated. The results showed that the treatment of iron nano-chelate 40 mg/L had the greatest effect on the evaluation of traits such as fresh and dry weight of flower, anthocyanin of petals, total chlorophyll of leaves, iron content of leaf and longevity of flower on plant, and treatment with calcium nano-chealte 40 mg/L had the greatest effect on the improvement of calcium content leaf and potassium nano-chelate 40 mg/L had the greatest effect on potassium content of leaf and zinc nano-chelate at 40 mg/L improve the attribute on zinc content of leaf. Also, Nano Ch Ca 40ppm treatment with 15.9 days was highest and control treatment with 9.2 days had the lowest flower longevity per plant. The results showed that the most of traits were statistically significant at 1% level and anthocyanin of petals and total chlorophyll of leaves at 5% level. Therefore, according to the results of this study, it can be stated that pretreatment of iron nano-chelate, potassium nano-chelate, zinc nano-chelate and calcium nano-chelate improved morphological, physiological, enzyme and longevity of flowers on the plant in *Alstroemeria spp.* cv. Fuji.

Keywords: Alestromeria, Zinc, Iron, Potassium, Calcium.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۸، دوره ١٤، شماره ۲، صص ٦٤-۵۵

مقدمه و کلیات

آلسترومریا(*Alstromeria* spp.) یکی از مهم‌ترین محصولات گلکاری دنیا است که صفاتی مانند تنوع بسیار زیاد در رنگ و ارقام مختلف، زیبایی و طول عمر طولانی، راه را برای موفقیت گل آلسترومریا در تجارت جهانی هموار کرده است(Dole and Wilkins, 1999). گل آلسترمریا یکی از ۱۰ گل مورد توجه در بازارهای تجاری می‌باشد که کوتاهی عمر گل پس از برداشت همچنین زرد شدن زود هنگام برگ‌های و ریزی گلبرگ‌های آن از مشکلات این گل به‌شمار می‌رود. کیفیت و کمیت گل آلسترومریا تابع شرایط محیطی از جمله عوامل اکولوژیک مانند دما، رطوبت، خاک و فعالیت آنزیم‌های موثر بر پیری گل بوده که در مجموع مطالعه این عوامل می‌تواند در بهبود کیفیت و کمیت گل گلدانی و بریدنی آلسترومریا موثر باشد(قاسمی‌قهساره و کافی ، ۱۳۸٦). برخی عناصر غذایی پرمصرف مانند پتاسیم و کلسیم و کم‌مصرف مانند آهن و روی برای رشد گیاه ضروری هستند. آهن یکی از عناصر ضروری برای رشد همه گیاهان است و در صورت کمبود آن، کلروفیل به مقدار کافی در سلول‌های برگ ایجاد نمی‌شود و برگ‌ها رنگ پریده به نظر می‌آیند. البته به جز رگبرگ‌ها، کل سطح برگ نیز زرد رنگ می‌شود و ابتدا این علائم در برگ‌های جوان و قسمت بالای ساقه مشاهده می‌شود و به تدریج کل گیاه را در برمی‌گیرد. همچنین آهن در فرآیندهای اکسیداسیون و احیاء نقش دارد و با تغییر ظرفیت موجب انتقال الکترون می‌شود که این نقش در متابولیسم گیاهی بسیار مهم است. وجود آهن در سنتز پروتئین لازم است و از آنجائی که نقش عمده آهن در سنتز پروتئین‌های همراه کلروفیل است، کمبود آن موجب از کار افتادن کلروفیل می‌شود که به همین علت رنگ زرد ناشی از کمبود آهن رخ می‌دهد. پتاسیم اهمیت ویژه‌ای در برگ‌های جوان نوک ریشه و بافت‌های مریستمی دارد و تقریباً در تمام فرآیندهای متابولیسمی گیاه مانند فتوسنتز، ساخت کربوهیدارت‌ها، احیای نیترات، ساخت اسیدآمینه و پروتئین دخالت دارد. این عنصر مانند فعال‌کننده تعدادی آنزیم‌های گیاهی عمل نموده و نقش مهمی در تنظیم تنفس و وضعیت آب سلول‌های گیاهی دارد. همچنین پتاسیم در باز و بسته شدن سلول‌های روزنه نیز مهم بوده و موجب تقویت رشد ریشه می‌شود. روی وظایف مهمی را در گیاهان به عهده دارد، این عنصر به عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها و به صورت کوفاکتورهای تنظیم‌کننده در تعداد زیادی از آنزیم‌ها عمل می‌نماید. روی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها در گیاهان دخالت دارد. فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز به سرعت در اثر کمبود روی کاهش می‌یابد. کربنیک آنهیدراز در سیتوپلاسم و کلروپلاست تجمع می‌یابد و به تثبیت CO_2 در فتوسنتز کمک می‌نماید. روی در متابولیسم ازت در گیاه نیز مشارکت دارد. روی نقش متابولیکی زیادی را در گیاه ایفا می‌کند که قابل توجه‌ترین آنها به صورت جزئی در ساختمان بسیاری از آنزیم‌ها مانند هیدروناژ، پروتئیناز، پپتیدازها و فسفوهیدرولازها است. بنابراین روی می‌تواند در واکنش‌های انتقال الکترون در چرخه کربن تاثیر بگذارد و در نتیجه روی در تولید انرژی در گیاه نقش دارد. از طرفی مصرف روی در گیاهان موجب افزایش کلروفیل و بازده کلروپلاست در جذب انرژی خورشید می‌شود که در نتیجه موجب افزایش بازدهی و مفید بودن فتوسنتز در گیاه می‌شود. کلسیم به عنوان

یکی از عناصر پرمصرف و از اجزای مهم سازنده دیواره سلولی است. کلسیم خارج سلولی نقش مهمی در ساختمان دیواره سلولی و در وظایف غشاء سلولی دارد. آهن، پتاسیم، روی و کلسیم در فرآیندهای فیزیولوژیک متعددی مانند فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌ها، تولید هورمون‌های رشد، جذب آب، فرآیند اکسیداسیون و احیاء، تشکیل کلروفیل و غیره دخالت داشته و کمبود آنها می‌تواند موجب عدم توازن عناصر غذایی در گیاه و نهایتاً کاهش کمیت و کیفیت محصول شود. در شرایطی که خاک زراعی دارای کمبود عناصر غذایی کم مصرف یا پرمصرف باشد، می‌توان از محلول‌پاشی برگی این عناصر در اوایل دوران رشد رویشی گیاه استفاده نمود که موجب افزایش رشد و عملکرد گردد(بایبوردی، ۱۳۸۵. ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸. پیوندی و همکاران، ۱۳۹۰). تحقیقات متعددی پیرامون کاربرد عناصر غذایی در گیاهان صورت گرفته است از جمله آزمایشی به منظور مطالعه تاثیر سطوح مختلف پتاسیم و کلسیم بر رشد، غلظت عناصر غذایی و عملکرد گل رز به صورت فاکتوریل طراحی و اجرا شد. پتاسیم با سه سطح ۰/۱ و ۰/۵ و ۰/۰۱ میلی‌مولار در لیتر و کلسیم با دو سطح ۱/٦ و ٤/۸ میلی‌مولار در لیتر بکاررفت. نتایج نشان داد با افزایش غلظت پتاسیم در محلول غذایی غلظت این عنصر در تمامی قسمت‌های گل رز به طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی که غلظت کلسیم ریشه و گلبرگ و غلظت منیزیم ریشه و برگ دچار کاهش معنی‌دار شدند. میزان مطلوب این دو عنصر در محلول غذایی برای تولید گل در شرایط آب و کشت به ترتیب ۰/۵ و ٤/۸ میلی‌مولار در لیتر پیشنهاد شد(کیانی و همکاران، ۱۳۸٦). کیانی و میرزاشاهی در سال ۱۳۸۹ آزمایشی به صورت فاکتوریل به منظور تاثیر تغذیه برگی پیش از برداشت با مقادیر مختلف کلسیم(صفر، ۰/۳، ۰/٦ گرم در لیتر) بر عملکرد کیفی گل رز انجام دادند. صفاتی مانند وزن تر، طول گل، قطر گل و ماندگاری سنجش گردید. نتایج نشان داد که تغذیه برگی سطوح کلسیم تاثیر بر عملکرد و شاخص‌های کیفی زمان برداشت گل رز از قبیل وزن تر و طول و قطر گل نداشت، اما افزایش ماندگاری گل رز به میزان ۲/۷ و ۲/۹ روز به ترتیب در سطوح ۰/۳ و ۰/٦ گرم‌در لیتر کلسیم گردید. تاثیر هر دو منبع نیترات و کلات‌کلسیم در تامین کلسیم مورد نیاز گل رز و افزایش طول عمر پس از برداشت یکسان بود. بنابراین تغذیه برگی کلسیم با غلظت ۰/۳ گرم‌در لیتر از منبع نیترات‌کلسیم و یا کلات‌کلسیم در پرورش گلخانه‌ای توصیه شد. قشنگ و همکاران در سال ۱۳۹۲ در پژوهشی تأثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلسیم و سیلیسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل ژربرا رقم sorbet بررسی نمودند. نانو کود سیلیسیم و کلسیم به غلظت ۱۰، ۲۰ و ٤۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد و در مجموع این پژوهش شامل هفت تیمار با سه تکرار و هر تکرار حاوی سه گیاه بود. صفات مورد ارزیابی نیز شامل قطر گل، قطر ساقه، ارتفاع ساقه گل، خمیدگی ساقه، شاخص ثبات غشاء سلول، کلروفیل کل برگ، آنتوسیانین گلبرگ، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گلبرگ و فنیل‌آلانین آمونیالاز در گلبرگ، میزان سیلیسیم و کلسیم موجود در برگ و ریشه بود. نتایج نشان داد که کاربرد نانو کلسیم و سیلیسیم موجب بهبود کلیه صفات کمی و کیفی در گل ژربرا شد. همچنین جلالی و همکاران در سال ۱۳۹٤ در پژوهشی اثر غلظت‌های مختلف کودهای کلسیم و سیلیسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل رز

رقم magic red بررسی نمودند. پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی و با تیمارهای نانوکلسیم و نانوسیلیسیم (شاهد، ۱۰، ۲۰ و ٤٠ میلی‌گرم بر لیتر) در سه تکرار که هر تیمار شامل سه واحد آزمایشی بود، انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل ماندگاری گل روی بوته، وزن تر، محتوای آب نسبی، قطر گل، قطر ساقه، خمیدگی ساقه، ارتفاع ساقه گل دهنده، شاخص ثبات غشاء سلول، کلروفیلa، کلروفیل b، کلروفیل کل برگ، آنتوسیانین گلبرگ، سیلیسیم و کلسیم و روی برگ، فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز بود. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر تمام صفات مورد ارزیابی به جز سیلیسیم برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین مصرف ٤٠ میلی‌گرم بر لیتر نانوکلسیم بیشترین اثر را بر صفات به جز سیلیسیم برگ داشت. در آزمایشی نیز اثر محلول‌پاشی کودهای نانوسیلیسیم و نانوکلسیم در مرحله پیش از بر داشت در گل داوودی خوشه‌ای بررسی شد. تیمار بصورت جداگانه و در سطوح ppm ۱۰، ۲۰ و ٤٠ و شاهد(آب مقطر) در سه تکرار، طی دو مرحله محلول‌پاشی روی بوته‌ها، محلول‌پاشی شدند. نتایج نشان داد که ماندگاری گل روی بوته، وزن تر نسبی، وزن خشک، محتوای آب نسبی، قطر ساقه، ارتفاع ساقه گلدهنده، شکوفایی، کلروفیل کل برگ، آنتوسیانین گلبرگ، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز و فنیل‌آلانین آمونیالیاز گلبرگ و کلسیم برگ همگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند. تمام صفات، بیشترین مقادیر خود را در تیمار کلسیمppm ٤٠ نشان دادند. میزان سیلیسیم برگ هم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد اما بیشترین میزان خود را در تیمار سیلیسیم ppm ٤٠ نشان داد(ساری‌زاده و همکاران، ١٣٩٤). همچنینChang و همکاران در سال ۲۰۱۲ پژوهشی در مورد لیلیوم شرقی با کاربرد کلسیم(۳/۵ و ۷ میلی‌اکی والان بر لیتر) به تنهایی و همراه با ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهومیک در محلول غذایی انجام دادند. صفاتی مانند تعداد گل، کلروفیل برگ، پتاسیم برگ و ساقه و کلسیم برگ ارزیابی گردید. نتیاج نشان داد که تعداد گل، کلروفیل برگ، پتاسیم برگ و ساقه و کلسیم برگ افزایش داشت ولی میزان کلسیم و منیزیم ساقه کاهش یافت. در مطالعه دیگری نیز اثر غلظت‌های مختلف نیتروژن و پتاسیم بر رشد و گلدهی گل داوودی در سیستم هیدروپونیک بررسی شد. تیمارها نیتروژن در پنج سطح ppm ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و پتاسیم در پنج سطح ppm ٤٠، ۸۰، ۱۲۰، ١٦٠، ۲۰۰ در مرحله رویشی و در مرحله زایشی(گلدهی) نیتروژن در پنج سطح ppm ٤٠، ۸۰، ۱۲۰، ١٦٠، ۲۰۰ و پتاسیم در پنج سطح ppm ٦٠، ۱۱۰، ١٦٠، ۲۱۰، ۲٦٠ مورد بررسی قرارگرفت. نتایج نشان داد که عملکرد و عمر گل داوودی با افزایش غلظت بهبود یافت. غلظت مواد مغذی $N_{250}+ k_{200}$ در مرحله رویشی و $N_{200}+k_{260}$ در مرحله زایشی بیشترین تعداد گل و بوته را تولید نمود(Azeezahmed *et al*., 2016).

فرآیند پژوهش

پژوهش حاضر در گلخانه‌ای تجاری در شهرستان پاکدشت انجام شد. شهرستان پاکدشت در ۲۰ کیلومتری شرقی تهران در عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ٤٤ دقیقه شمالی طول جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی قرار دارد و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۹٦٠ متر است. میانگین دمای گلخانه حدود۲۰تا ۲۲ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی حدود ٦٠ تا ۷۰ درصد و شدت نور حدود ۱۵ تا ۲۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه بود. جهت مطالعه تاثیر محلول‌پاشی

نانوکلات آهن، نانوکلات پتاسیم، نانوکلات روی و نانوکلات کلسیم روی گل آلسترومریا، آزمایشی به صورت طرح آماری کاملاً تصادفی با ۱۳ تیمار، سه تکرار و هر تکرار حاوی پنج گیاه و در مجموع ۱۹۵ گلدان انجام گردید. تیمارها شامل نانوکلات آهن، نانوکلات پتاسیم، نانوکلات روی و نانوکلات کلسیم هر کدام با سه سطح ۱۰ و ۲۰، ٤۰ میلی‌گرم و گلدان بدون محلول‌پاشی بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی سه مرتبه بصورت ده روز در میان در پایه‌های یکسان انجام گردید. نمونه‌بردای و سنجش صفات کمی و کیفی گیاه یک هفته پس از آخرین محلول‌پاشی یعنی زمانی که یک یا دو گل روی خوشه باز شد، ارزیابی گردید.

وزن تر: در این آزمایش وزن تر در روز معین توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین شد(2002 ,Clickle and Reid).

وزن خشک: در این آزمایش وزن خشک ریشه در روز معین پس از ۷۲ ساعت قرارگیری در دمای ٦۰ درجه‌سانتیگراد، توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین شد(Clickle and Reid, 2002).

آنتوسیانین گلبرگ: محتوای آنتوسیانین گلبرگ‌ها از ۰/۵ گرم گلبرگ تازه و قرائت در دو طول موج ۵۳۰ و ٦۵۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر بدست آمد و سپس آنتوسیانین موجود در گلبرگ‌ها توسط فرمول محاسبه و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیان شد(Meng, 2004).

$$\text{آنتوسیانین گلبرگ} = A_{۵۳۰} - ۱/٤\ A_{٦۵۷}$$

A: میزان جذب نور

کلروفیل کل برگ= کلروفیل کل برگ از روش Arnon در سال ۱۹٤۹ و با استفاده از قطعات ۰/۵ گرمی برگ و قرائت جذب در طول موج‌های ٦٤۵ و ٦٦۳ بدست آمد. سپس محتوای کلروفیل کل برگ با فرمول محاسبه و بصورت میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیان شد.

$$\text{کلروفیل کل برگ} = 20/2(A645\ nm) + 8/02\ (A645\ nm) + (V1000\times10)$$

A: میزان جذب نور V: حجم استون نهایی

آهن برگ: از نمونه گیاهی خشک شده در داخل آون با ۸۵ درجه حرارت به مدت ٤ ساعت و دستگاه جذب اتمی برای تعیین سطح عنصر استفاده شد که در آن بر اساس شدت تابش برافروختگی اتم عنصر آهن (و دیگر عناصر)، غلظت عنصر آهن تعیین می‌شود (Florence *et al*., 2002).

پتاسیم برگ: پتاسیم موجود در برگ طبق روش Konrad Mengel در سال ۱۹۷۳ اندازه‌گیری و به صورت درصد بیان گردید.

روی برگ: از دو گرم نمونه گیاه خشک و آسیاب شده برای تعییم میزان عنصر روی در برگ استفاده شد. نمونه‌های شاهد استانداردها و عصاره گیاه را با شعله آبی(حالت اکسیدکننده) استیلن هوا ابری نموده و میزان جذب را در طول موج ۲۱۳/۹ نانومتر قرائت و با رسم منحنی کالیبراسیون غلظت روی در نمونه بدست آمد(Mengel, 1973).

کلسیم برگ: کلسیم موجود در برگ طبق روش Konrad mengel در سال ۱۹۷۳ اندازه‌گیری و به صورت درصد بیان گردید.

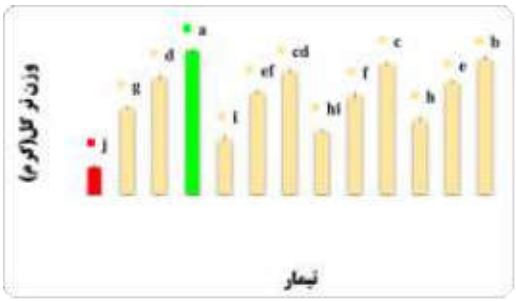
ماندگاری گل روی بوته: ماندگاری گل روی بوته از زمان رنگ‌گیری غنچه‌ها و باز شدن گل‌ها تا پژمردگی یا رنگ‌پریدگی گلبرگ‌ها و زردی برگ‌ها محاسبه شد و به صورت روز بیان گردید(Ezhilmathi, [2007]).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: اطلاعات بدست آمده از آزمایشات وارد نرم‌افزارExcel شد. انجام آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS و مقایسه میانگین داده‌ها با

استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ و ۵٪ ارزیابی شد. برای رسم نمودار نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

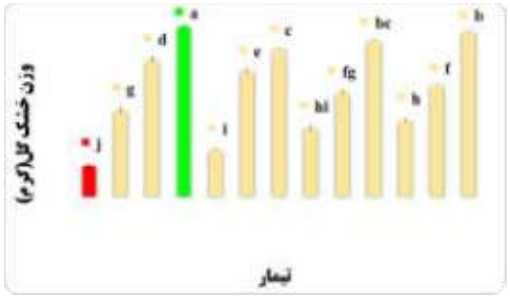
تجزیه واریانس مربوط به وزن تر گل در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر وزن تر گل در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۱٪ معنی‌دار است و تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها دارد. همچنین با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم وزن تر گل افزایش یافت. تیمار Nano Ch Fe 40ppm با ۲۹/۶۷ گرم، بیشترین و تیمار Control با ۲۱/۸۷ گرم، کمترین وزن تر گل را داشتند(نمودار ۱).



نمودار۱: تغییرات وزن تر گل آلسترومریا رقم fuji

Fig 1: The variations of fresh weight in Alestromeria cv. fuji

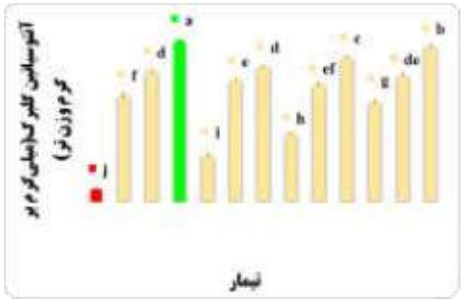
تجزیه واریانس مربوط به وزن تر خشک در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر وزن خشک گل در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۱٪ معنی‌دار است و تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها دارد. همچنین با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم وزن خشک گل افزایش یافت. تیمار Nano Ch Fe 40ppm با ۶/۴۱ گرم، بیشترین و تیمار Control با ۴/۰۲ گرم، کمترین وزن خشک گل را داشتند(نمودار ۲).



نمودار۴-۲: تغییرات وزن خشک گل آلسترومریا رقم fuji

Fig 2: The variations of dry weight in Alestromeria cv. fuji

تجزیه واریانس مربوط به آنتوسیانین گلبرگ در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر آنتوسیانین گلبرگ در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۵٪ معنی‌دار است و تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها دارد. همچنین با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم آنتوسیانین گلبرگ افزایش یافت. تیمار Nano Ch Fe 40ppm با ۰/۳۳۲۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر، بیشترین و تیمار Control با ۰/۲۴۷۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر، کمترین آنتوسیانین گلبرگ را داشتند(نمودار ۳).

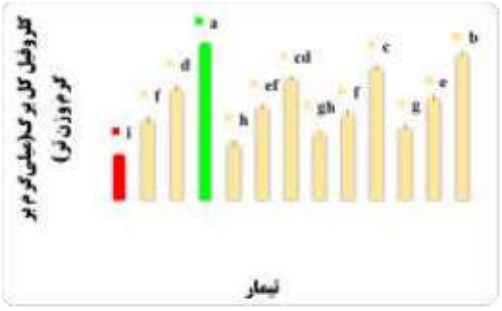


نمودار ۳: تغییرات آنتوسیانین گلبرگ آلسترومریا رقم fuji

Fig 3: The variations of Petal Anthocyanin content in Alestromeria cv. fuji

تجزیه واریانس مربوط به کلروفیل کل برگ در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر کلروفیل کل برگ در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۵٪ معنی‌دار است و تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها دارد. همچنین با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم کلروفیل کل برگ افزایش

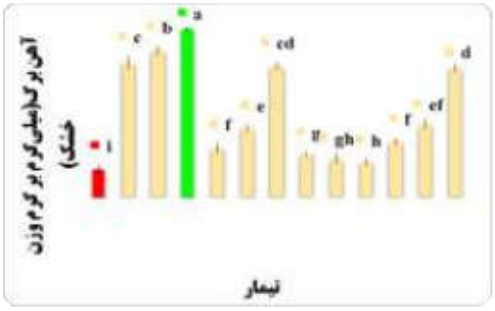
یافت. تیمار Nano Ch Fe 40ppm با ۱۸/۰۸۶۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر، بیشترین و تیمار Control با ۱۳/۷۵۵۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر، کمترین کلروفیل کل برگ را داشتند(نمودار ۵).



نمودار٤-٥: تغییرات کلروفیل کل برگ آلسترومریا رقم **fuji**

Fig 3: The variations of leaf total chlorophyll content in Alestromeria cv. fuji

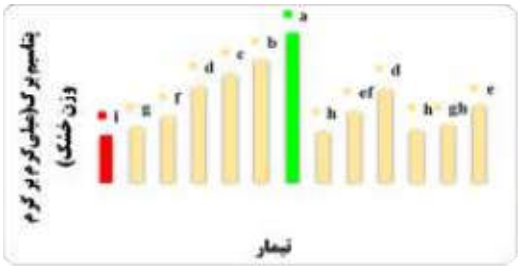
تجزیه واریانس مربوط آهن برگ در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر آهن برگ در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۱٪ معنی‌دار است و تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها دارد. همچنین با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم میزان آهن برگ افزایش یافت. تیمار Nano Ch Fe 40ppm با ٤/٧٤ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، بیشترین و تیمار Control با ١/٦٢ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، کمترین آهن برگ را داشتند(نمودار ۵).



نمودار ۵: تغییرات آهن برگ آلسترومریا رقم **fuji**

Fig 5: The variations of Fe content of leaves in Alestromeria cv. fuji

تجزیه واریانس مربوط پتاسیم برگ در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر پتاسیم برگ در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۱٪ معنی‌دار است و تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها دارد. همچنین با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم میزان پتاسیم برگ افزایش یافت. تیمار Nano Ch K 40ppm با ٢٤٢/٣٢ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، بیشترین و تیمار Control با ١٧٩/١٥ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، کمترین پتاسیم برگ را داشتند (نمودار ٦).



نمودار ٦: تغییرات پتاسیم برگ آلسترومریا رقم **fuji**

Fig 6: The variations of K content of leaves in Alestromeria cv. fuji

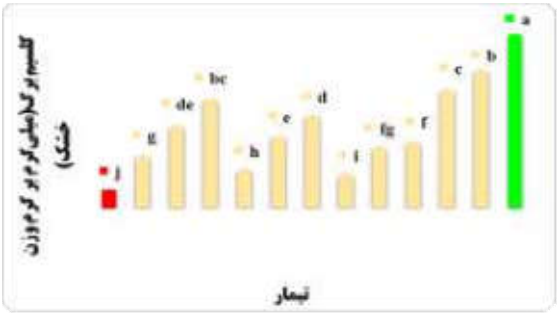
تجزیه واریانس مربوط روی برگ را در تیمارهای مختلف آزمایش نشان می‌دهد. اثر تیمار بر روی برگ در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد. با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم میزان روی برگ افزایش یافت. تیمار Nano Ch Zn 40ppm با ۵/۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، بیشترین و تیمار Control با ٢/٤٤ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، کمترین روی برگ را داشتند(نمودار ۷).

نمودار ۷: تغییرات روی برگ آلسترومریا رقم **fuji**

Fig 7: The variations of Zn content of leaves in Alestromeria cv. fuji

تجزیه واریانس مربوط کلسیم برگ در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر کلسیم برگ

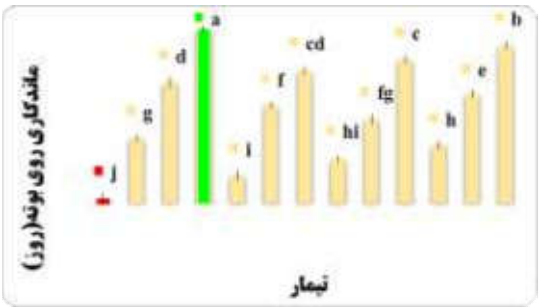
در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۱٪ معنی‌دار است و تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها دارد. همچنین با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم میزان کلسیم برگ افزایش یافت. تیمار Nano Ch Ca 40ppm با ۱۲۵/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، بیشترین و تیمار Control با ٦٦/۹۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، کمترین کلسیم برگ را داشتند (نمودار ۸).



نمودار ۸: تغییرات کلسیم برگ آلسترومریا رقم **fuji**

Fig 8: The variations of Ca content of leaves in Alestromeria cv. fuji

تجزیه واریانس مربوط ماندگاری گل روی بوته در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر ماندگاری گل روی بوته در غلظت‌های مختلف تیماری در سطح ۱٪ معنی‌دار است و تیمار شاهد در گروه‌بندی دانکن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها دارد. همچنین با افزایش نانوکلات آهن، پتاسیم، روی و کلسیم ماندگاری گل روی بوته افزایش یافت. تیمار Nano Ch Ca 40ppm با ۱۵/۹ روز، بیشترین و تیمار Control با ۹/۲ روز، کمترین ماندگاری گل روی بوته را داشتند(نمودار ۹).



نمودار ۹: تغییرات ماندگاری گل آلسترومریا روی بوته رقم **fuji**

Fig 9: The variations of vase life in Alestromeria cv. fuji

نتایج حاصل از پژوهش با یافته‌های باقری‌آذر و عبدالهی(۱۳۸۹)، پیرامون اثر کاربرد کلسیم پیش از برداشت بر کیفیت گل ژربرا و کیانی و میرزاشاهی (۱۳۸۹)، پیرامون تاثیر تغذیه برگی پیش از برداشت با مقادیر مختلف کلسیم بر عملکرد کیفی گل رز، بنی‌جمالی و همکاران(۱۳۹۲)، پیرامون اثر سطوح مختلف کلسیم محلول غذایی بر عملکرد کمی و کیفی گل رز رقم vendentta در شرایط بدون خاک، فتحی و همکاران(۱۳۹۳)، پیرامون اثر استفاده از کودهای نانوسیلیسیم و نانوکلسیم در مرحله پیش از برداشت در گل میخک خوشه‌ای، میرعباسی نجف‌آبادی(۱۳۹۱)، پیرامون اثر غلظت‌های مختلف سیلیکات‌پتاسیم، نانوسیلیس و کلریدکلسیم بر غلظت کلسیم، منیزیم، پتاسیم، کلروفیل برگ و تعداد گلچه لیلیوم آسیایی، مطابقت داشت.

برخی عناصر غذایی پرمصرف مانند پتاسیم و کلسیم و کم‌مصرف مانند آهن و روی برای رشد گیاه ضروری هستند. آهن، پتاسیم، روی و کلسیم در فرآیندهای فیزیولوژیکی متعددی مانند فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌ها، تولید هورمون‌های رشد، جذب آب، فرآیند اکسیداسیون و احیاء، تشکیل کلروفیل و غیره دخالت داشته و کمبود آنها می‌تواند موجب عدم توازن عناصر غذایی در گیاه و نهایتاً کاهش کمیت و کیفیت محصول شود. در شرایطی که خاک زراعی دارای کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف یا پرمصرف باشد، می‌توان از محلول‌پاشی برگی این عناصر در اوایل دوران رشد رویشی گیاه استفاده نمود که موجب افزایش رشد و عملکرد گردد(بایبوردی، ۱۳۸۵. پیوندی و همکاران، ۱۳۹۰).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از محلول‌پاشی نانوکلات آهن،

نانوکلات پتاسیم، نانوکلات روی و نانوکلات کلسیم روی گل آلسترومریا نشان داد که تیمار Nano Ch Fe 40ppm بیشترین تاثیر را بهبود صفات مورد ارزیابی مانند وزن تر و خشک گل، آنتوسیانین گلبرگ، کلروفیل کل برگ، آهن برگ و ماندگاری گل روی بوته داشت. تیمار Nano Ch Ca 40ppm بیشترین تاثیر را در بهبود میزان کلسیم برگ، تیمار Nano Ch K 40ppm بیشترین تاثیر را در بهبود میزان پتاسیم برگ و تیمار Nano Ch Zn 40ppm بیشترین تاثیر را در بهبود میزان روی برگ داشت. همچنین تیمار Nano Ch Ca 40ppm با ۱۵/۹ روز، بیشترین و تیمار Control با ۹/۲ روز، کمترین ماندگاری گل روی بوته را داشتند.

منابع

۱) باقری‌آذر، ا. و عبدالهی، م. ۱۳۸۹. اثر کاربرد کلسیم قبل از برداشت برکیفیت گل شاخه بریده ژربرا *Gerbera jamesonii* رقم tropic blend. همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی.

۲) بایبوردی، ا. ۱۳۸۵. نقش روی در تغذیه گیاهی وحاصلخیزی خاک. انتشارات ژریور.

۳) بنی‌جمالی، س م. و ح، بیات. ۱۳۹۲. تاثیر مقادیر مختلف آمونیوم و کلسیم محلول غذایی بر وضعیت تغذیه‌ای، عملکرد و کیفیت گل رز (*Rosa hybrida* L.) در سیستم هیدروپونیک. فصلنامه علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال چهارم، شماره ۱۳،

٤) پیوندی، م. میرزا، م. و ز، کمالی‌جامکانی.۱۳۹۰. تاثیر نانو کلات آهن با کلات آهن بر رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مرزه(*Satureja hortensis*). مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی، ۲(۵): ۲۵-۳۲.

۵) جلالی، م. و ا، دانائی. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلسیم و سیلیسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل رز. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران.

٦) ساری‌زاده، ع ا. و و، عبدوسی. ۱۳۹۵. اثر محلول‌پاشی کودهای نانوسیلیسیم و نانوکلسیم در مرحله پیش از بر داشت در گل داوودی خوشه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار.

۷) فتحی، م. و و، عبدوسی. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر محلول‌پاشی پیش از برداشت غلظت‌های مختلف نانوکلسیم و نانوسیلیسیم بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گل میخک. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار.

۸) قشنگ، ۱. و ا، دانائی. ۱۳۹٤. بررسی تاثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلسیم و سلیسیم بر میزان ماندگاری و خمیدگی ساقه گل ژربرا. سومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، موسسه آموزش عالی مهر اروند با همکاری گروه ترویجی دوستداران محیط زیست، تهران.

۹) کافی، م. و قاسمی‌قهساره، م. ۱۳۸٦. گلکاری علمی و عملی. انتشارات آییژ.

۱۰) کیانی، ش. ملکوتی، م ج. طباطبایی، س ج. و م، کافی. ۱۳۸٦. 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). جلد ۲۳، شماره ۱.

۱۱) کیانی، ش. و ک، میرزاشاهی. ۱۳۸۹. تأثیر تغذیه برگی قبل از برداشت با مقادیر و منابع مختلف کلسیم بر عملکرد و کیفیت گل بریده رز رقم ایلونا. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. سال ۲، شماره ۷.

۱۲) ملکوتی، م ج. و م م، تهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳) میرعباسی نجف‌آبادی، ن. نیکبخت، ع. اعتمادی، ن. و م ر، سبزعلیان. ۱۳۹۲. تأثیر غلظت‌های مختلف سیلیکات‌پتاسیم، نانوسیلیس و کلریدکلسیم بر غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم، شاخص میزان کلروفیل و تعداد گلچه لیلیوم آسیایی رقم brunello. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌های. سال ٤، شماره ١٤.

14) Arnon, D I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in vulgaris. Plant Physiol., 24(1):1–15.

15) Azeezahmed, S K. Dubey, R K. Kukal, S S. and V P, Sethi. 2016. Effect of different nitrogen-potassium concentrations on growth and flowering of chrysanthemum in a drip hydroponic system. Journal of Plant Nutrition.

16) Chang, L Y. Wu, W. and W, Xu, A. Nikbakht and Y P, Xia. 2012. Effects of calcium and humic acid treatment ofn the growth and nutrient uptake of Oriental lily. Afric. J. Biotechnol. 11(9): 2218-2222.

17) Celikel, F. G and M. S. Reid. 2002. Postharvest handling of stock(*Matthiola incana*). Hort Sci. 37(1): 144-147.

18) Dole, J M. and F H, Wilkins. 1999. Floriculture, principles and species. Prentice Hal. 613p.

19) Ezhilmathi, K. Singh, V. Arora, P and R K, Sairam. 2007. Effect of 5-sulfocalicylic acid on

antioxidant in relation to vase life of gladiolus cut flower. Plant Growth Regul. 51: 99-108.
20) Florence, V D. Daniel, E. and Badr, A. 2002. Effect of Copper on growth and photosyntehesis of mature and expanding leaves in cucumber plants. Plant sci. 163: 53-58.
21) Meng, X. 2004. Relation of flower development and anthocyanin accumulation in *Gerbera hybrida*. Hort. Sci. Biotech. 79 (1): 131-137.
22) Mengel, K. and Kirkby, E A. 1973. Principles of Plant Nutrition. 5th 30 -Edition. Kluwer Academic Publishers, Drodrecht, The Netherlands.