

The Effect of Potassium and Nano-Potassium on Some Physiological and Biochemical Traits of Asiatic *Lilium Hybrid* cv. Tresor

Fereshteh Abbasi¹, Alireza Khaleghi^{2*} and Ali Khadivi³

- 1- M.Sc. Student of Horticultural Sciences, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran (khaleghi979@gmail.com)
- 3- Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran

Received: 26 December, 2017

Accepted: 26 September, 2018

Abstract

Background and Objectives

Lilium is one of the most important bulbous plants produced as cut flowers and pot plants. In order to increase the quality of flowers, all plants should be fertilized correctly. Potassium is one of the elements that play a very important role in the quality and performance of ornamental flowers. Nano fertilizers increase nutrient efficiency, reduce soil toxicity, minimize the potential negative effects associated with overdosage, and are an effective step toward achieving sustainable and environmentally sustainable agriculture. The present study was undertaken to investigate the effect of potassium and nano-potassium fertilizers on the physiological and biochemical characteristics of Asiatic *Lilium Hybrid* cv. Tresor.

Materials and Methods

In the current study, the effect of foliar spraying of different concentrations of potassium (0, 1, 2, and 4 mM) and nano-potassium (0, 0.5, 1, and 2 mM) was investigated on qualitative and quantitative traits of lily cut flower "Tresor" at the four stages of pre-harvest. The traits included a number of buds and leaves, bud length, bud diameter, stem length, stem diameter, length and width of leaves, fresh and dry weight of stems and leaves, flower longevity, peduncle length and diameter, dry matter percent of stems and leaves, ionic leakage, chlorophyll index and content of carotenoids, Flavonoids, anthocyanins, and chlorophyll a, b, and total.

Results

The result showed that there are significant differences between different spraying treatments and the number of buds, stems fresh weight, and ionic leakage. The highest stem fresh weight was observed by the 0.5mM nano-potassium, while the largest number of buds, the highest cells stability, and the lowest ionic leakage were achieved by the 4mM potassium. In regard to the traits of chlorophyll content, Carotenoid, Anthocyanin, and Flavonoid, there were no significant differences between the treatments of potassium and the nano-potassium. Also, the 4mM potassium and the 2mM nano-potassium showed the longest vase life. Considering the fact that the number of buds in the Lily is the most important trait, the 2 mM nano-potassium is recommended as the best treatment for spraying to feeding potassium.

Discussion

The foliar application of potassium and nano-potassium enhanced stem fresh weight and vase life of cut flower lilies and reduced ionic leakage compared to the control. Also, the largest number of buds was achieved by the 4 mM potassium. These results are in agreement with previous studies on carnation, Narcissus, and lily. Potassium is vital to many plant processes. Potassium plays a major role in the transport of water and nutrients throughout the plant in the xylem. Potassium is required for every major step of protein synthesis. Also, the enzyme responsible for the synthesis of starch (starch synthetase), which is activated by K. Briefly potassium, plays significant roles in enhancing the crop quality. High levels of available K improve the physical quality, disease resistance, and shelf life of crops.

Keywords: Postharvest, Quality, Quantity

اثر محلول پاشی پتاسیم و نانوپتاسیم بر برخی خصوصیت‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی لیلیوم رقم Tresor

فرشته عباسی^۱، علیرضا خالقی^{۲*} و علی خدیوی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

۲- *نویسنده مسئول: استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران (khaleghi979@gmail.com)

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۵

چکیده

کودهای نانو با قابلیت رهاسازی مناسب و افزایش راندمان مصرف عناصر غذایی گامی مؤثر در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار می‌باشند. در این تحقیق، اثر محلول پاشی برگی غلظت‌های مختلف پتاسیم (صفر، ۱، ۲ و ۴ میلی‌مولار) و نانوپتاسیم (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) در چهار مرحله قبل از برداشت بر صفات کمی و کیفی گل شاخه بریده لیلیوم رقم Tresor در مهرماه سال ۱۳۹۴ در دانشگاه اراک مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعداد غنچه، تعداد برگ، طول غنچه، قطر غنچه، طول ساقه، قطر ساقه، طول و عرض برگ، وزن تر و خشک ساقه و برگ، درصد ماده خشک ساقه و برگ، نشت یونی، شاخص کلروفیل، عمر گلجایی، طول و قطر دمگل، محتوای آنتوسیانین، فلاونوئید، کارتنوئید و کلروفیل a، b و کل بودند. بالاترین وزن تر ساقه در تیمار ۰/۵ میلی‌مولار نانوپتاسیم مشاهده شد، در حالی که، بیشترین تعداد غنچه، بالاترین پایداری سلول‌ها و کمترین نشت یونی در تیمار چهار میلی‌مولار پتاسیم به دست آمد. همچنین تیمار چهار میلی‌مولار پتاسیم و دو میلی‌مولار نانوپتاسیم نیز بیشترین عمر گلجایی را باعث شدند. در صفات محتوای کلروفیل a، b، کل، کارتنوئید، آنتوسیانین و فلاونوئید اثر معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به نتایج به دست آمده به‌ویژه در صفات مهمی همچون عمر گلجایی، تیمار دو میلی‌مولار نانو پتاسیم به‌عنوان بهترین تیمار برای محلول پاشی جهت تغذیه پتاسیم توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: پس از برداشت، کمیت، کیفیت

مقدمه

شاخه بریده لیلیوم، تغذیه صحیح بسیار مهم است (Sadeghi charvari et al., 2012). پتاسیم از عناصری است که نقش بسیار مهمی در کیفیت و عملکرد گل‌های زینتی دارد (Motalebi fard et al., 2002). همچنین (Motalebi fard et al., 2002) در پژوهشی نشان دادند تمام تیمارهای پتاسیم باعث افزایش عملکرد گل می‌خک می‌شوند. همچنین کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسیم، باعث افزایش تعداد برگ، تعداد و اندازه پیاز و تولید گیاهان قوی‌تر با مقدار ماده خشک بیشتر در لیلیوم

لیلیوم از خانواده لیلیاسه (Liliaceae) بوده و در باغبانی جایگاه ویژه‌ای در میان گل‌های شاخه بریده، گلدانی و باغچه‌ای دارد (Armitage and Laushman, 2003). در سال ۲۰۰۹ گل لیلیوم در بین گل‌های شاخه بریده در بازارهای جهانی رتبه چهارم را به خود اختصاص داد و در کشور ما بعد از ارکیده و آنتوریوم سومین گل از نظر قیمت فروش می‌باشد (karimi et al., 2012).

به منظور تولید باکیفیت و ماندگاری بالای گل

بررسی محلول پاشی پتاسیم و نانوپتاسیم بر کیفیت قبل و پس از برداشت گل شاخه بریده لیلیوم رقم ترسور (Tresor) انجام شد.

مواد و روش‌ها

ابتدا، تعداد ۷۲ پیاز لیلیوم هیبرید آسیاتیک رقم Tresor با محیط پیرامون ۲۰-۱۸ سانتی‌متر در مهرماه ۹۴ در گلخانه کشت شدند. عمق کشت هشت سانتی‌متر و فواصل کشت ۱۵ × ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از برداشت گل اول در اواخر دی‌ماه، آبیاری قطع و سیستم گرمایشی گلخانه به مدت ۴۰ روز خاموش گردید تا پیازها دوره فورسینگ خود را بگذرانند. با شروع رشد مجدد ساقه گل دهنده از وسط پیاز، اقدام به گرم کردن گلخانه و همچنین آبیاری همراه با قارچ کش بنومیل شد. با شروع رشد پیازها، در طی دوره رشد و گلدهی، گیاهان چهار مرتبه با پتاسیم (صفر، ۱، ۲ و ۴ میلی‌مولار) و یا نانوپتاسیم (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) محلول پاشی شدند. پتاسیم موردنظر از کود مایع کلات پتاسیم شرکت آگری‌نوا اسپانیا حاوی ۴۸ درصد پتاسیم و نانوپتاسیم از نانو کود کلات پتاسیم محصول شرکت دانش بنیان فن‌آور سپهر پارمیس حاوی ۲۳ درصد پتاسیم تامین گردید. اولین محلول پاشی پیش از شروع گلدهی (حدود ۲۰ روز پس از شروع رشد) و محلول پاشی‌های بعدی به فواصل هر هفته یکبار صورت گرفت. با رنگ‌گیری جوانه‌های گل (همزمان با برداشت تجاری) نمونه‌گیری انجام شد و صفاتی کمی و کیفی شامل تعداد غنچه، طول غنچه، ارتفاع ساقه، قطر ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، نشت یونی، شاخص کلروفیل، وزن تر و خشک شاخه، درصد ماده خشک برگ‌های بالغ، قطر دمگل، طول دمگل، عمر گلجایی، محتوای آنتوسیانین، فلاونوئید، کاروتنوئید و کلروفیل a، b و کل مورد ارزیابی قرار گرفت.

طول و عرض برگ، طول دمگل، طول و قطر غنچه، قطر دمگل و قطر ساقه با استفاده از کولیس دیجیتال و بر اساس سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول

گردید (Zhao et al., 2009). به‌علاوه استفاده از نانو کودها به منظور کنترل دقیق آزادسازی عناصر غذایی، علاوه بر افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان، می‌تواند گامی مؤثر در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار باشد (Shahverdi et al., 2019; Tavan et al., 2014). گزارش شده است که کاربرد غلظت‌های مختلف کود نانوپتاسیم موجب افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل a و b، قندهای محلول و پروتئین در برگ و ریشه گندم نسبت به شاهد می‌شود (Tavan et al., 2014). با کاربرد ۱/۵ گرم در لیتر نانوپتاسیم بیشترین قطر ساقه در گل نرگس رقم تازتا (Tazetta) به‌دست آمده است (Asghari et al., 2014). همچنین محلول پاشی ۲/۵ در هزار نانوپتاسیم در شرایط تنش خشکی در کدو تنبل بیشترین قطر ساقه و بالاترین هدایت روزنه‌ای را حاصل کرده است (Safavi Gerdini, 2016).

در فرآیند تولید گل لیلیوم، کیفیت گل دارای اهمیت ویژه‌ای است که این کیفیت شامل رنگ گل، اندازه گل (طول گلبرگ‌ها)، طول و قطر ساقه و عمر گلجایی آن می‌باشد. طول عمر گل آذین لیلیوم تحت تأثیر سرعت باز شدن جوانه‌های گل و طول عمر گلچه‌ها می‌باشد. همچنین کیفیت برگ‌ها نیز از شاخص‌های مهم در تعیین کیفیت گل لیلیوم محسوب می‌شود (Mir Abbasi Najaf Abadi et al., 2013). عمر گل آذین زمانی به پایان می‌رسد که بیش از ۵۰ درصد از گلچه‌های هر گل آذین پژمرده شده باشند. در این مرحله در بیشتر موارد برگ‌های پایین ساقه شروع به زرد شدن می‌نمایند و به این ترتیب برای افزایش طول عمر گل لیلیوم حفظ کیفیت برگ‌ها حائز اهمیت است (Jazayeri Moghadas et al., 2012). علاوه بر موارد فوق، از مهم‌ترین مشکلات لیلیوم، کاهش شدید کیفیت گل‌ها در چین دوم می‌باشد که علت اصلی آن تحلیل رفتن و کوچک شدن اندازه پیاز می‌باشد. لذا با توجه به نقش ضروری پتاسیم در گیاه و اثر مثبت آن بر صفات کمی و کیفی گیاهان زینتی، پژوهش حاضر با هدف

سپس جذب روشناور در طول موج ۵۵۰ نانومتر قرائت و غلظت آنتوسیانین با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Wagner, 1979).

$$A = ebc$$

که در آن A میزان جذب، e ضریب خاموشی (۳۳۰۰۰ سانتی متر بر میلی مول)، b عرض کوت (۱ سانتی متر) و c غلظت محلول (میلی گرم بر گرم وزن تر) می باشد.

برای اندازه گیری محتوای کلروفیل، مقدار ۰/۱ گرم وزن تازه برگ در هاون چینی با ازت مایع کاملاً خرد و چهار میلی لیتر استون ۸۰ درصد به آن اضافه شد. سپس نمونه ها در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۴۰۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شدند. میزان جذب عصاره روشناور در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت و با استفاده از رابطه های زیر میزان کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد (Arnon, 1949).

$$\text{Chlorophyll a} = 19/3 (A_{663}) - 0/86 (A_{645}) v/100W$$

$$\text{Chlorophyll b} = 19/3 (A_{645}) - 3/6 (A_{663}) v/100W$$

$$(\text{Chl a} + \text{Chl b}) = \text{Chl total}$$

$$\text{کاروتنوئید} = (100 (A_{470}) - 3.27 \times \text{Chl a} - 104 (\text{chl b})) / 227$$

که در آن V حجم محلول صاف شده (میلی لیتر)، A جذب نور در طول موج های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر و W وزن تر نمونه (گرم) می باشد.

سنجش فلاونوئید کل به روش Krizek et al. (1998) انجام شد. ابتدا ۰/۱ گرم وزن تر برگ با ۱۰ میلی لیتر محلول اتانول اسیدی در هاون سائیده شد. سپس نمونه ها در ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم ۸۰ درجه سانتی گراد به آرامی شیک گردید. پس از سرد شدن فالكون ها، جذب روشناور حاصل در سه طول موج ۲۷۰، ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت گردید.

این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار تغذیه شامل سه سطح پتاسیم، سه سطح نانوپتاسیم و

و عرض برگ، ۱۰ عدد از برگ های میانه هر گیاه به طور تصادفی انتخاب و میانگین طول و عرض آن ها یادداشت گردید. شاخص کلروفیل برگ ها با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502Plus) اندازه گیری شد. برای تعیین وزن خشک، برگ و ساقه ها به صورت جداگانه به مدت ۷۲ ساعت با دمای ۸۰ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شدند و پس از آن وزن خشک نمونه ها توزین گردید. سپس با استفاده از فرمول زیر درصد ماده خشک محاسبه گردید (Anonymous, 1990).

$$\text{وزن خشک} \\ \text{وزن تر} \times 100 = \text{درصد ماده خشک}$$

اندازه گیری نشت یونی به روش Sullivan (1979) and Ross با کمی تغییرات انجام شد. ابتدا ۰/۵ گرم نمونه برگی در ۲۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۴ ساعت روی شیکر با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس هدایت الکتریکی محلول (EC₁) اندازه گیری شد. پس از آن نمونه ها به مدت ۲۰ دقیقه در بن ماری در دمای ۸۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و مجدداً هدایت الکتریکی آن ها (EC₂) اندازه گیری شد. در نهایت نشت یونی (EL) بر اساس رابطه زیر محاسبه شد.

$$EL(\%) = \frac{EC1}{EC2} \times 100$$

برای تعیین عمر گلجایی، نمونه ها در ظروف حاوی ۴۰۰ سی سی آب مقطر و در دمای اتاق (دمای متوسط ۱۸±۲ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۴۵±۵ درصد) قرار داده شدند و زمانیکه ۵۰ درصد از گلچه های یک شاخه از بین رفتند (ریزش، پژمرده یا قهوه ای شدند) به عنوان پایان عمر گل آذین محسوب شد (Emongor and Tshwenyane, 2004).

برای سنجش آنتوسیانین، ۰/۱ گرم وزن تر برگ با ۱۰ میلی لیتر محلول متانول اسیدی در هاون سائیده شد. سپس نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۸±۲ درجه سانتی گراد در تاریکی نگهداری شدند. محلول حاصل در ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و

یک تیمار شاهد با سه تکرار و در هر تکرار سه مشاهده انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها برای تجزیه همبستگی از روش پیرسون و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارها بر تعداد غنچه، وزن تر ساقه و نشت یونی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد غنچه (۲/۳۳ عدد) در تیمار چهار میلی مولار کود پتاسه به دست آمد که نسبت به سایر غلظت‌های کود و نانو کود استفاده شده در افزایش تعداد غنچه مؤثرتر بود. همچنین تیمار مذکور باعث بهبود تعداد غنچه به میزان ۰/۵ غنچه در هر بوته نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۲). تحقیقات نشان داده است یون پتاسیم انتقال مواد حاصل از فتوسنتز را تسریع می‌کند (Graham, 2003; Salardini, 2004)، به‌علاوه از آنجا که پتاسیم نقش مهمی در سنتز پروتئین‌ها، توسعه سلول و تنظیم نظام آبی گیاه دارد (Malakuti, 1999) مصرف آن باعث افزایش تعداد گل در بوته گردیده است. این نتایج با نتایج حاصل در میخک (Hosni and EL-Shoura; 1996; Magnifico et al., 1985)، نرگس (Asghari et al., 2014) و گل شاخه بریده شب‌بو رقم اسمل نایت (Smell night) (Arab et al., 2009) همسو می‌باشد که افزایش تعداد گل را با کاربرد کود پتاسه گزارش کردند. همچنین (Reezi et al., 2009) دریافتند که افزودن ۵۰ میلی گرم بر لیتر سیلیکات پتاسیم به محلول غذایی رز رقم هات لیدی (Hot Lady) تعداد گل را افزایش می‌دهد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

بر اساس نتایج حاضر، بیشترین وزن تر ساقه (۱۵/۱۳ گرم) در تیمار ۰/۵ میلی مولار نانوپتاسیم به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۶/۸۰ گرم) افزایش حدود ۲/۲ برابری را نشان می‌دهد (جدول ۲). اگرچه اختلاف

معنی‌داری بین تیمارهای حاوی عنصر پتاسیم وجود نداشت، اما در تمامی تیمارها، به غیر از تیمار یک میلی مولار پتاسیم، وزن تر ساقه نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد. پتاسیم تنها عنصری است که به میزان زیاد به‌طور آزاد در سلول وجود داشته و بر پتانسیل اسمزی تأثیر می‌گذارد؛ لذا می‌تواند در جذب آب هم تأثیر داشته باشد (Marschner, 1995)؛ همچنین می‌توان گفت پتاسیم جزء مواد فعال اسمزی است که به جذب آب در سلول و سراسر گیاه کمک می‌کند (Blum, 1988). به نظر می‌رسد محلول پاشی نانوپتاسیم نسبت به پتاسیم تأثیر بیشتری بر وزن تر ساقه داشته است. به‌طور کلی مصرف پتاسیم در گیاه موجب افزایش جذب و کارایی آب در گیاهان و کاهش تعرق می‌شود. نانوپتاسیم به دلیل کوچکتر بودن اندازه ذرات نسبت به پتاسیم میزان جذب بیشتر و آسان‌تری دارد (Solgi, 2015). در نتیجه بیشترین وزن تر ساقه مربوط به این تیمار بوده است. این نتایج با نتایج (Asghari et al., 2014) همسو می‌باشد که بیشترین وزن تازه را در نرگس در تیمار ۲/۵ گرم در لیتر نانوپتاسیم گزارش کردند. همچنین افزایش وزن تر ساقه در میخک نیز گزارش شده است (Hosni and EL-Shoura, 1996; Motalebi fard et al., 2002).

بالاترین پایداری غشاء در بالاترین غلظت پتاسیم به کار برده شده، یعنی تیمار چهار میلی مولار پتاسیم به دست آمد (جدول ۲). ولی سایر تیمارهای پتاسیم و نانوپتاسیم در بهبود پایداری غشاء مؤثر نبودند. با مصرف پتاسیم تعداد سلول‌های لیگنینی شده و ضخامت دیواره ثانویه سلول‌ها افزایش می‌یابد (Hosni and El-Shoura, 1996). به‌علاوه پتاسیم سبب پایداری بیشتر سلول‌ها و افزایش ضخامت کوتیکول در برگ و در نتیجه موجب کاهش نشت یونی می‌شود (Malakuti, 1999).

بیشترین تعداد برگ (۷۲/۵ عدد) در غلظت یک میلی مولار نانوپتاسیم به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۵۲ عدد) افزایش ۳۹ درصدی نشان داد (جدول ۲). با این وجود بین تیمار یک میلی مولار نانوپتاسیم و سایر تیمارهای

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر محلول پاشی بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک لیلیوم رقم Teresor

Table 1. Variance Analysis of spraying on morphological and physiological characteristics of Asiatic *Lilium hybrid* cv. Teresor

(Mean Square) میانگین مربعات															
طول دمگل Peduncle length	قطر دمگل Peduncle diameter	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن تر ساقه Stem fresh weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	قطر ساقه Stem diameter	طول ساقه Stem length	قطر غنچه Bud diameter	طول غنچه Bud length	تعداد برگ Number of leaves	تعداد غنچه Number of buds	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
0.761 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.425 ^{ns}	0.0058 ^{ns}	25.44*	1.94 ^{ns}	0.037 ^{ns}	0.87 ^{ns}	0.004 ^{ns}	26.75 ^{ns}	0.134 ^{ns}	1.22 ^{ns}	120.3 ^{ns}	0.7976*	6	تیمار Treatment
0.85	0.005	0.176	0.016	9.47	2.78	0.025	0.44	0.004	25.79	0.29	2.47	48.77	0.226	14	خطا Error
20.12	32.44	21.98	21.72	24.66	29.47	9.07	4.98	17.42	7.64	30.16	25.63	10.71	34.43	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

* Meaningful at the 5% probability level; ns are meaningless.

* معنی داری در سطح احتمال پنج درصد؛ ns عدم معنی داری.

ادامه جدول ۱- تجزیه واریانس اثر محلول پاشی بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک لیلیوم رقم Teresor

Table 1 (Continued). Variance Analysis of spraying on morphological and physiological characteristics of Asiatic *Lilium hybrid* cv. Teresor

(Mean Square) میانگین مربعات														
فلاونوئید ۳۳۰ Flavonoid 330	فلاونوئید ۳۰۰ Flavonoid 300	فلاونوئید ۲۷۰ Flavonoid 270	آنتوسیانین Anthocyanin	کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	درصد ماده خشک ساقه Percent of stem dry matter	درصد ماده خشک برگ Percent of leaf dry weight	عمر گنجایی Vase life	نشت یونی Electrolyte leakage	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	
0.81 ^{ns}	0.70 ^{ns}	1.11 ^{ns}	2.84 ^{ns}	69011 ^{ns}	12.75 ^{ns}	10.04 ^{ns}	0.65 ^{ns}	3.87 ^{ns}	554.49 ^{ns}	22.07 ^{ns}	6.88*	6	تیمار Treatment	
0.66	0.59	1.50	1.14	230867	85.42	70.32	0.84	3.69	722.2	9.95	2.21	14	خطا Error	
31.20	31.91	27.77	23.34	23.28	29.48	30.93	21.64	12.28	28.05	26.82	6.50	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	

* Meaningful at the 5% probability level; ns are meaningless.

* معنی داری در سطح احتمال پنج درصد؛ ns عدم معنی داری.

جدول ۲- اثر محلول پاشی پتاسیم و نانوپتاسیم بر شاخص های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل مرحله دوم لیلیوم رقم "Tresor"
 Table 2. The Effect of potassium and nanopotassic foliar application on phyciological and biochemical indices of the second phase of Asiatic *Lilium hybrid* cv. Tresor

تعداد برگ Leaf number	وزن خشک ساقه (گرم) Stem dry weight(g)	شاخص کلروفیل (اسپد) Chlorophyll index (SPAD)	عمر گلجایی (روز) Vase life (day)	نشت یونی (درصد) Electrolit leakage (%)	وزن تر ساقه (گرم) Stem fresh weight (g)	تعداد غنچه Bud number	تیمار Treatment
52.00 ^b	1.18 ^b	45.75 ^b	6.33 ^b	21.31 ^{bc}	6.80 ^b	1.83 ^{ab}	صفر میلی مولار (شاهد) 0 mM (control treatment)
65.66 ^{ab}	1.69 ^{ab}	51.15 ^{ab}	11.33 ^{ab}	24.48 ^a	10.48 ^{ab}	1.00 ^b	۱ میلی مولار پتاسیم 1 mM potassium
66.83 ^a	2.19 ^a	53.61 ^{ab}	11.33 ^{ab}	23.45 ^{ab}	14.04 ^a	1.16 ^b	۲ میلی مولار پتاسیم 2 mM potassium
65.16 ^{ab}	2.10 ^a	47.17 ^{ab}	14.00 ^a	20.23 ^c	14.38 ^a	2.33 ^a	۴ میلی مولار پتاسیم 4 mM potassium
65.83 ^{ab}	2.30 ^a	45.64 ^b	12.66 ^a	23.11 ^{abc}	15.13 ^a	1.00 ^b	۰/۵ میلی مولار نانوپتاسیم 0.5 mM nanopotassium
72.50 ^a	1.90 ^{ab}	52.86 ^{ab}	12.00 ^{ab}	23.87 ^{ab}	12.77 ^a	1.33 ^b	۱ میلی مولار نانوپتاسیم 1 mM nanopotassium
68.33 ^a	1.99 ^{ab}	55.73 ^a	14.66 ^a	23.51 ^{ab}	13.70 ^a	1.00 ^b	۲ میلی مولار نانوپتاسیم 2 mM nanopotassium

حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح $p \leq 0.05$ است.

Values sharing a common letter are not significantly different at $p < 0.05$.

پتاسیم و نانوپتاسیم اختلاف معنی داری مشاهده نشد. نقش پتاسیم در بزرگ و طولی شدن سلول ها به عنوان بخشی از فرآیند رشد سلولی و دیگر فرآیندهایی که به وسیله عمل تورژسانس تنظیم می شود، با غلظت پتاسیم در واکوئل ارتباط دارد (Malakuti and Homai, 2005). عنوان شده است رابطه تنگاتنگی بین پتاسیم، رشد بافت های مریستمی و نیز تقویت اثر این عنصر بر هورمون های رشد نظیر جیبرلین و اکسین وجود دارد که این امر رشد طولی سلول ها و در نتیجه رشد طولی اندام های گیاهان را به دنبال دارد (Shabala, 2003). این نتایج با نتایج (Tavan, 2014) و Zhao et al. (2009) همسو می باشد که بیان کرد کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم باعث افزایش تعداد برگ در لیلیوم شد.

پتاسیم و نانوپتاسیم اختلاف معنی داری مشاهده نشد. نقش پتاسیم در بزرگ و طولی شدن سلول ها به عنوان بخشی از فرآیند رشد سلولی و دیگر فرآیندهایی که به وسیله عمل تورژسانس تنظیم می شود، با غلظت پتاسیم در واکوئل ارتباط دارد (Malakuti and Homai, 2005). عنوان شده است رابطه تنگاتنگی بین پتاسیم، رشد بافت های مریستمی و نیز تقویت اثر این عنصر بر هورمون های رشد نظیر جیبرلین و اکسین وجود دارد که این امر رشد طولی سلول ها و در نتیجه رشد طولی اندام های گیاهان را به دنبال دارد (Shabala, 2003). این نتایج با نتایج (Tavan, 2014) و Zhao et al. (2009) همسو می باشد که بیان کرد کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم باعث افزایش تعداد برگ در لیلیوم شد.

پتاسیم و نانوپتاسیم اختلاف معنی داری مشاهده نشد. نقش پتاسیم در بزرگ و طولی شدن سلول ها به عنوان بخشی از فرآیند رشد سلولی و دیگر فرآیندهایی که به وسیله عمل تورژسانس تنظیم می شود، با غلظت پتاسیم در واکوئل ارتباط دارد (Malakuti and Homai, 2005). عنوان شده است رابطه تنگاتنگی بین پتاسیم، رشد بافت های مریستمی و نیز تقویت اثر این عنصر بر هورمون های رشد نظیر جیبرلین و اکسین وجود دارد که این امر رشد طولی سلول ها و در نتیجه رشد طولی اندام های گیاهان را به دنبال دارد (Shabala, 2003). این نتایج با نتایج (Tavan, 2014) و Zhao et al. (2009) همسو می باشد که بیان کرد کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم باعث افزایش تعداد برگ در لیلیوم شد.

صفت تعداد برگ همبستگی مثبت و معنی دار با عمر گلجایی ($r=0.82^{**}$)، قطر غنچه ($r=0.88^{**}$) و طول غنچه

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون برای صفات رویشی لیلیوم رقم "Tresor"

Table 3. Pearson correlation coefficients for vegetative traits of Asiatic *Lilium hybrid* cv. Tresor

صفات Traits	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0.07	-0.15	-0.28	0.64	0.05	0.21	-0.11	-0.51	0.50	-0.007	0.054	-0.25	0.51	0.28	-0.54	-0.25
2	1	0.90**	0.88**	0.36	0.35	0.43	0.005	0.50	0.28	0.41	0.32	-0.41	-0.06	0.82*	-0.80*	0.85*
3		1	0.97**	-0.54	-0.36	-0.38	-0.16	-0.44	-0.43	-0.50	-0.44	0.53	-0.09	0.89**	0.87**	0.92**
4			1	-0.53	-0.21	-0.26	-0.009	-0.29	-0.35	-0.39	-0.38	0.41	-0.12	0.82*	0.87**	0.89**
5				1	0.62	0.68	0.51	0.25	0.92**	0.44	0.93**	-0.66	0.27	0.72	-0.75*	-0.75*
6					1	0.96**	0.58	0.64	0.78*	0.34	0.70	-0.87*	-0.23	0.67	-0.49	-0.57
7						1	0.47	0.56	0.80*	0.31	0.75	-0.83*	-0.19	0.70	-0.58	-0.62
8							1	0.57	0.71	0.79*	0.69	-0.46	0.30	0.40	-0.16	-0.34
9								1	0.34	0.48	0.33	-0.35	-0.42	0.49	-0.21	-0.58
10									1	0.59	0.98**	-0.80*	0.33	0.73	-0.67	-0.65
11										1	0.63	-0.38	0.58	0.62	-0.46	-0.53
12											1	-0.69	0.38	0.73	-0.68	-0.67
13												1	-0.04	-0.79*	0.70	0.61
14													1	0.17	-0.27	-0.02
15														1	-0.94**	0.93**
16															1	0.88**
17																1

(1) تعداد غنچه (Number of buds)

(7) طول برگ (Leaf length)

(13) درصد ماده خشک ساقه (Percent of stem dry matter)

(2) تعداد برگ (Number of leaves)

(8) عرض برگ (Leaf width)

(14) درصد ماده خشک برگ (Percent of leaf dry weight)

(3) طول غنچه (Bud length)

(9) وزن تر برگ (Leaf fresh weight)

(15) عمر گلجایی (Vase life)

(4) قطر غنچه (Bud diameter)

(10) وزن تر ساقه (Stem fresh weigh)

(16) طول دمگل (Peduncle length)

(5) طول ساقه (Stem length)

(11) وزن خشک برگ (Leaf dry weight)

(17) قطر دمگل (Peduncle diameter)

(6) قطر ساقه (Stem diameter)

(12) وزن خشک ساقه (Stem dry weight)

** و * : به ترتیب همبستگی معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

** and * : Correlation is significant at the 0.01 and 0.05 level.

نداشتند (جدول ۲). گیاهان با ذخیره پتاسیم، آب کمتری را از دست می‌دهند، چون پتاسیم پتانسیل اسمزی را افزایش می‌دهد و نقش مثبتی در باز و بسته شدن روزنه‌ها دارد. پتاسیم به موازنه بار الکتریکی آنیون‌ها کمک کرده و در جذب و انتقال آن‌ها مؤثر است (Sarmad nia and Kuchaki, 1993). به علاوه از آنجا که پتاسیم تعداد و قطر دستجات آوندی را افزایش می‌دهد و کود نانو هم جذب راحت‌تری دارد (Solgi, 2015) و همچنین به دلیل نقش آن در ساخت پروتئین و نشاسته (Shabala, 2003) می‌تواند منجر به افزایش وزن خشک شود. نتایج این پژوهش با نتایج Asghari et al. (2014) همسو می‌باشد که گزارش کردند بالاترین وزن خشک در گل نرگس در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر نانوپتاسیم به دست آمد.

بیشترین شاخص کلروفیل در بالاترین غلظت نانوپتاسیم استفاده شده، یعنی غلظت دو میلی مولار (۵۵/۷۳) به دست آمد (جدول ۲). در سایر تیمارهای نانوپتاسیم و پتاسیم، با وجود بهبود شاخص کلروفیل، اختلاف معنی داری نسبت به تیمار شاهد مشاهده نگردید. در غلظت‌های یکسان، تیمارهای نانوپتاسیم باعث افزایش بیشتر شاخص کلروفیل نسبت به پتاسیم می‌گردند که می‌تواند به دلیل جذب بیشتر نانوپتاسیم نسبت به پتاسیم باشد. Kumar and Kumar (2008) گزارش کردند بالا رفتن فعالیت‌های فتوسنتزی ناشی از افزایش محتوای کلروفیل در برگ‌ها به واسطه نقش پتاسیم در سنتز پیش ماده رنگدانه‌های کلروفیل و همچنین به دلیل نقش پتاسیم در تثبیت دی‌اکسید کربن در کلروپلاست (Kanai et al., 2007) می‌باشد. Mir Abbasi Najaf Abadi et al. (2013) گزارش کردند محلول پاشی ۲۵ میلی گرم در لیتر سیلیکات پتاسیم در لیلیوم میزان کلروفیل را ۱۱/۶۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد که با نتایج این آزمایش همسو می‌باشد.

بیشترین عمر گلجایی در غلظت دو میلی مولار

نانوپتاسیم (۱۴/۶ روز) و چهار میلی مولار پتاسیم (۱۴ روز) مشاهده شد که نسبت به شاهد (۶/۳ روز) حدود ۸ روز افزایش داشت (جدول ۲). در محلول پاشی غلظت‌های یکسان نانوپتاسیم نسبت به پتاسیم طول عمر گل‌ها به دلیل جذب بهتر کودهای نانو افزایش بیشتری نشان داد. پتاسیم باعث انتقال مواد فتوسنتزی به سمت گل‌ها و تجمع کربوهیدرات‌ها می‌شود (Yang et al., 2004). همچنین مقدار هیدرات‌های کربن در جام و کاسه گل رابطه مستقیم با عمر گل دارد (Motalebi fard et al., 2002) و از آنجایی که کودهای نانو جذب راحت‌تری دارند، اثربخشی بیشتری داشته‌اند. این نتایج با یافته‌های Arora and Siani (1976) همسو می‌باشد. همچنین عمر گلجایی همبستگی معنی دار با صفات طول ($r=0.89^{**}$) و قطر غنچه ($r=0.82^{**}$) داشت (جدول ۳). این نتایج حاکی از آن است که در صورت وجود مواد فتوسنتزی مطلوب، نه تنها اندازه غنچه‌ها، بلکه طول عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده نیز افزایش می‌یابد. از سویی دیگر عمر گلجایی همبستگی معنی دار و منفی با صفت درصد ماده خشک ساقه ($r=-0.79^{*}$) نشان داد (جدول ۳). در واقع عدم انتقال مواد فتوسنتزی به سمت گل‌ها رابطه مستقیمی با کاهش عمر گل شاخه بریده لیلیوم دارد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، به ویژه نتایج صفات مهم از جمله تعداد غنچه و عمر گلجایی، بهترین تیمارها برای افزایش کیفیت گل‌های شاخه بریده لیلیوم، تیمار چهار میلی مولار پتاسیم و تیمار دو میلی مولار نانوپتاسیم می‌باشد. اما از آنجایی مصرف عنصر پتاسیم در تیمار نانوپتاسیم کمتر از پتاسیم می‌باشد و همچنین جهت دستیابی به کشاورزی پایدار، تیمار دو میلی مولار نانوپتاسیم بدین منظور توصیه می‌گردد. همچنین در صفات عمر گلجایی، وزن تر و خشک ساقه و محتوای کلروفیل در غلظت‌های یکسان، محلول پاشی با نانوپتاسیم اثربخشی بهتری نسبت به محلول پاشی با پتاسیم داشته است.

References

- Anonymous. (1990). *Official methods of analysis* (15th ed.). Arlington, Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists, INC.
- Arab, M., Mohammadi, N. and Taghavi, G. H. (2009). *Effect of nitrogen and potassium on qualitative traits and the durability of the Smell night cut flower life (Matthiola incana L.)*. The 6th Iranian Horticultural Science Congress, Ornamental Plants. [In Farsi]
- Armitage, A. M. and Laushman, I. M. (2003). *Specialty cut flowers: The production of annuals, perennials, bulbs and woody plants for fresh and dried cut flowers* (2nd ed). Portland, Oregon: Timber Press.
- Arnon, D. (1949). Copper enzymes isolated chloroplasts: Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.
- Arora, J. and Siani, S. (1976). Response of carnation to various levels of N, P and K fertilization. *Journal of Research India*, 13(4), 362-366.
- Asghari, S., Moradi, H. and Afshari, H. (2014). Evaluation of some physiological and morphological characteristics of *Narcissus tazetta* Under BA treatment and nano-potassium fertilizer. *Journal of Chemical Health Risks*, 4(4), 63-70.
- Blum, A. (1988). *Plant breeding for stress environments*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Emongor, V. and Tshwenyane, S. O. (2004). Effect accel on the postharvest vase life of Easter lily. *Tanzania Journal Agriculture Science*, 3(3), 170-174.
- Graham, S. (2003). *Nanotech: It's not easy being green*. Retrieved from <https://www.scientificamerican.com/>.
- Hosni, A. and El-Shoura, H. (1996). Effect of potassium on yield, quality and anatomical structure of carnation cv. Lucena. *Annals of Agricultural Science Cairo*, 41(1), 351-365.
- Jazayeri Moghadas, M., Mostofi, Y., Naderi, R. and Kalate Jari, S. (2012). Gibberellic acid treatments, BA on the quality of cut flowers of *Lilium hybrid* varieties Navona and Ceb Dazzle. *Plant Productions*, 34(2), 57-72. [In Farsi]
- Kanai, S., Ohkura, K., Adu-Gyamfi, J., Mohapatra, P., Saneoka, H. and Fujita, K. (2007). Depression of sink activity precedes the inhibition of biomass production in tomato plants subjected to potassium deficiency stress. *Journal of Experimental Botany*, 58(11), 2917-2928.
- Karimi, V., Hatamzadeh, A., Hassanpour Asil, M. and Samizadeh, H. (2012). An evaluation of effects of Calcium Nitrate and IBA on quality and quantity of two cultivars of Lily cut flower. *Journal of Horticultural Science*, 43(1), 79-89. [In Farsi]
- Krizek, D. T., Brita, S. J. and Miewcki, R. M. (1998). Inhibitory effects of ambient level of solar UV-A and UV-B on growth of cv. New Red Fire Lettuce. *Physiologia Plantarum*, 103(1), 1-7.
- Kumar, A. R. and Kumar, M. (2008). Studies on the efficacy of sulphate of potash on physiological, yield and quality parameters of Banana cv. Robusta (Cavendish- AAA). *Asian Journal Biological of Science*, 2(12), 102-109.
- Magnifico, V., Talla, M., Mimini, M. and Cordella, S. (1985). Yield, uptake of N, P and K, and leaf analysis of carnation cultivar Astor with or without of the application of water-soluble fertilizers. *Culture Protette*, 4(3), 47-54.
- Majidian, N., Naderi, R., Babalar, M., Nazeri, V. and Majidian, M. (2014). Examine the relationship between development and aging carbohydrate *Lilium* flower green hybrid varieties Dassel LA. *Journal of Horticultural Science*, 45(1), 103-114. [In Farsi]
- Malakuti, M. J. (1999). *Sustainable agriculture and increase performance by optimizing the use of fertilizers in Iran* (2nd ed.). Karaj: Publication of Agricultural Education. [in Farsi]

- Malakuti, M. J. and Homai, M. (2005). *Potassium in agriculture Iran* (1st ed.). Tehran: Press the Senate. [In Farsi]
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. U.S.A.: Academic Press.
- Mir Abbasi Najaf Abadi, N., Nikbakht, A., Etemadi, N. and Sabz Alian, M. (2013). The effect of different concentrations of potassium silicate, nano silica and calcium chloride concentrations of potassium, calcium and magnesium, chlorophyll content index and the number of Asian *Lilium* flower varieties brunello. *Greenhouse Culture Science and Technology*, 4(14), 41-49. [In Farsi]
- Motalebi fard, R., Malakuti, M. and Kafi, M. (2002). Effect of potassium fertilizer and different values, the quantity and quality carnation. *Journal of Soil and Water*, 16(1), 56-67. [In Farsi]
- Reezi, S., Babalar, M. and Kalantari, S. (2009). Silicon alleviates salt stress, decreases malondialdehyde content and affects petal color of salt stressed cut rose (*Rosa × hybrida* L.) 'Hot Lady'. *African Journal Biotechnology*, 8(8), 1502-1508.
- Sadeghi Charvari, M., Golchin, A. and Mortazavi, N. (2012). Effect of variety, plant density and foliar nutrients on quantity and quality of flowers, bulbs and vase life of cut flowers of *Lilium*. *Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology)*, 26(3), 255-262. [In Farsi]
- Safavi Gerdini, F. (2016). Effect of nano potassium fertilizer on some parchment pumpkin (*Cucurbita pepo*) morphological and physiological characteristics under drought conditions. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 5(5), 367-371.
- Salardini, A. (2004). *Principles of plant nutrition* (Vol. 2). Tehran: Tehran University Press. [In Farsi]
- Sarmad nia, G. H. and Kuchaki, A. (1993). *Plant physiology*. Mashhad: Mashhad University Press. [In Farsi]
- Shabala, S. (2003). Regulation of potassium transport in leaves: From molecular to tissue level. *Annual of Botany*, 92(5), 627-634.
- Shahverdi, M. A., Amini Dehaghi, M., Ataei Somagh, H. and Mamivanad, B. (2019). The effect of different nutritional systems with nitrogen and phosphorous fertilizers on quantitative and qualitative traits of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Plant Productions*, 41(4), 1-14.
- Solgi, M. (2015). *Nanotechnology and its applications in agricultural science*. Arak: Arak University Press. [In Farsi]
- Sullivan, C. Y. and Ross, W. M. (1979). Selecting for drought and heat resistance in grain sorghum. In H. Mussel, R. C. Staples (Eds.), *Stress physiology in crop plants* (pp. 263-281). New York: John Wiley & Sons.
- Tavan, T., Niakan, M. and Nouri Nia, A. (2014). Nano potassium fertilizer effects on growth factors, photosynthetic system and the protein content of wheat (*Triticum aestivum*) number N 8019. *Journal of Research Ecophysiology Iran*, 35(3), 61-71. [In Farsi]
- Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanins in protoplast. *Plant Physiology*, 64(1), 88-93.
- Yang, X. E., Liu, J. X., Wang, Z. Q. and Lue, A. C. (2004). Potassium internal use efficiency relative to growth vigor, Potassium distribution and carbohydrate allocation in rice genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 27(5), 837-852.
- Zhao, X., Huang, P., Lu, Z. and Ni, S. (2009). Effects of potassium fertilizer application on growth and bulb yield of *Lilium davidii* var. unicolor under different cropping patterns. *Journal of Gansu Agricultural University*, 42(1), 41-44.

