Journal of Horticultural Plants Nutrition
Vol.4, No.2, Autumn & Winter 2021-22
Research Paper

DOI: 10.22070/HPN.2021.4479.1023

Improving morphological and physiological parameters of liliy (*Lilium Longiflorum*) by phosphours and mycorrhizal fungi

Mousa Rasouli [1] ***, Yousef Sobhani*** [2*] ***, Zahra Movahedi*** [3]

1- Corresponding authors and Associate Professor, Department of Horticultural science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran.
Mousarasouli@gmail.com
2- M.Sc. graduate Student of Plant Production-Horticulture, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran.
yousefsobhani@gmail.com
3- Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran.
zahra_movahedi_312@yahoo.com

Received Date: 2019/06/23 Accepted Date: 2021/03/02

Abstract

Introduction: Iran is one of the important countries of the world for growing flowers and ornamental plants. One of the reasons for such high capability is due to different climates in this area. Lilium from Liliaceae family is one of the most important bulbous cut flowers, which maintaining its postharvest quality has a special importance. Nutrition is one of the factors affecting the preservation of cut flowers quality.

Material and methods: In this study, effects of the ordinary super phosphate (0, 50, 100 and 150 mg l-1) and mycorrhizal fungi in two levels of consumption and non-consumption (0 and 50 mg per 5 kg soil) were investigated according to a factorial experiment, using a completely randomized design with 4 replications to study the morphological and physiological traits of *Lilium Longiflorum* cultivar 'Royal Trinity'. Different parameters as; stem height, bud diameter, leaf length (in two areas), bulb weight, postharvest longevity, amount of soluble sugar, Non-soluble sugar, phosphorus and potassium were measured.

Results and discussion: Results indicated that applying different levels of phosphate and mycorrhizal fungi significantly increased stem height, bud diameter, leaf length (in two areas), bulb weight, postharvest longevity, amount of soluble sugar, Non-soluble sugar, phosphorus and potassium, in compare with control. Mycorrhizal fungus, due to the extensive networks and increase the area and rate of root absorption, increases the efficiency of plants in absorbing water and nutrients, especially phosphorous elements and finally improve their growth (Vosatka and Albrechtova, 2009). Phosphorus content also affects physiological parameters in plants. One of the parameters is increase in the amount of photosynthesis. It has been shown that phosphorus plays an important role in transfering energy during photosynthesis. Therefore, mycorrhiza fungus is a stimulant to enhance photosynthesis (Demir, 2004).

Conclusions: Mycorrhizal fungi have beneficial effects on plant symbiosis. The beneficial effects of mycorrhizal fungi are on improving the nutritional status of host plants, especially phosphorus.

Keywords: Nutrition, Phosphor, Mycorrhizal fungi, Cut flowers.

نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی
دوره ۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، (ص ۸۴- ۷۳)
مقاله پژوهشی

DOI: 10.22070/HPN.2021.4479.1023

بهبود شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل لیلیوم (*Lilium longiflorum*) تحت تاثیر قارچ میکوریزا و فسفر

موسی رسولی [۱*]، یوسف سبحانی [۲]، زهرا موحدی [۳]

۱- نویسنده مسئول و دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
mousarasouli@gmail.com
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد تولیدات گیاهی- باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
yousefsobhani@gmail.com
۳- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
zahra_movahedi_312@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۲**

چکیده

لیلیوم یکی از مهمترین گل‌های شاخه بریده در ایران است که حفظ کیفیت پس از برداشت آن اهمیت ویژه‌ای دارد. تغذیه یکی از عوامل تأثیرگذار روی حفظ کیفیت گل‌های شاخه بریده می‌باشد. در این پژوهش اثرکاربرد فسفر (فسفات آمونیوم) در سطوح مختلف (۰،۵۰،۱۰۰و۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و قارچ میکوریزا شامل دو سطح مصرف و عدم مصرف (۵۰ میلی‌گرم قارچ در ۵ کیلوگرم خاک) به‌صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار روی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گل لیلیوم رقم "رویال ترینیتی" مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای ارتفاع ساقه، قطر غنچه، طول برگ (در دو ناحیه)، میانگین وزن پیاز، عمر پس از برداشت گل، قند محلول و نامحلول، فسفر و پتاسیم در تحقیق حاضر بررسی شدند. نتایج تجزیه واریانس برای کلیه صفات مورد مطالعه نشان داد که اثر متقابل فسفر و قارچ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود لذا مقایسه میانگین اثر متقابل فسفر و قارچ برای کلیه صفات مورد مطالعه انجام شد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ و کاربرد فسفر، بیشترین ارتفاع ساقه و عمر پس از برداشت گل لیلیوم مربوط به تلقیح با قارچ و عدم کاربرد فسفر بود. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین وزن پیاز و طول برگ در هنگام تلقیح با قارچ و کاربرد فسفر بدست آمد. بیشترین قطر غنچه نیز در عدم تلقیح با قارچ و کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر فسفات پتاسیم بدست آمد. بطورکلی نتایج نشان داد که کاربرد مقادیر مختلف فسفر و قارچ میکوریزا، تمامی صفات مورد بررسی را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند. لذا کاربرد قارچ میکوریزا و عنصر فسفر جهت بهبود شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گل لیلیوم توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: تغذیه، فسفر، قارچ میکوریزا، گل‌های شاخه بریده.

مقدمه

کشور ایران از دیرباز مهد پرورش انواع گل و گیاهان زینتی بوده و وجود اقلیم‌های مختلف دراین سرزمین باعث ایجاد توانمندی‌های بالایی در زمینه تولید و پرورش گونه‌های مختلف گل‌ها و گیاهان زینتی شده است (Rizi,2010). لیلیوم با نام علمی *Lilium longiflorum* L. از خانواده Liliaceae یک گل پیازدار شاخه بریده است (Shiravand and Rostami, 2010). در فرآیند تولید گل لیلیوم، کیفیت گل دارای اهمیت ویژه‌ای است که این کیفیت شامل رنگ گل، اندازه گل، طول و قطر ساقه و عمر پس از برداشت آن می‌باشد (Burchi *et al*., 2010). کاهش کیفیت گل‌های شاخه بریده از زمان برداشت تا رسیدن به بازارهای گل از جمله مسائلی است که تولیدکنندگان با آن روبه‌رو هستند. یکی از مهمترین عوامل موثر بر کیفیت گل، تغذیه صحیح است. لذا قارچ میکوریزا به‌عنوان یک جاذب عنصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (Karimi *et al*., 2008). همزیستی میکوریزی یکی از شناخته شده‌ترین و در عین‌حال گسترده‌ترین و مهمترین رابطه همزیستی موجود در کره زمین است(Friese and Allen, 1991)، همچنین با استفاده از این سیستم همزیستی می‌توان از طریق کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، کشت و کار سالم‌تر و محیط زیستی عاری از آلودگی‌های جانبی داشت (Abbot and Robson, 1991). قارچ‌های میکوریزی موجب افزایش توانایی گیاه میزبان در جذب فسفر و عناصر معدنی از خاک و به خصوص از منابع غیر قابل دسترس آنها می‌شوند، لذا این میکروارگانیسم‌های مفید می‌توانند جایگزین خوبی برای کود شیمیایی باشند (Mukerji and Chamola, 2003).

در تحقیقی نشان داده شد که تلقیح قارچ میکوریزا با باکتری حل‌کننده فسفات در مقادیر مختلف فسفر در گل ژربرا باعث افزایش طول ریشه، تعداد گل، افزایش سطح برگ و ساقه شد (Karishma *et al*., 2013). محققین دیگری نشان دادند که قارچ میکوریزا در سطوح مختلف شوری در گیاه کالانکوئه باعث سبزتر شدن گیاه (کلروفیل بیشتر)، افزایش ارتفاع، افزایش سطح برگ، افزایش عملکرد گل و افزایش عناصر (Ca ,K ,N ,Mg ,P) می‌شود (Asrar *et al*., 2014)، همچنین محققین دیگر اعلام کردند که قارچ میکوریزا همراه با فسفر در گل همیشه‌بهار فرانسوی باعث افزایش سطح برگ، تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد جوانه گل نسبت به تیمار شاهد می‌شود (Brigitta and Sumalan, 2011). تلقیح قارچ میکوریزا همراه با اسید هیومیک باعث افزایش شاخص‌های مورفولوژیکی، محتوای کلروفیل و کربوهیدرات در تمام نقاط نهال‌های اقاقیا می‌گردد (Khateeb *et al*., 2011). میکوریزا در گیاه شفلرا باعث افزایش حجم ریشه و تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده است (Bidarnamani and Mohkami., 2014). تحقیقات نشان داده است که قارچ‌های میکوریزی و ازتوباکترها باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتویات پتاسیم و نیز افزایش لیکوپن در گوجه‌فرنگی می‌شوند (Ordookhani *et al*., 2010). یافته‌های یک تحقیق نشان می‌دهد که گوجه‌فرنگی‌های تلقیح یافته با میکوریزا تحت تنش شوری اختلاف معنی‌داری را از لحاظ جذب عناصر غذایی و مقاومت به تنش اعمال شده نسبت به شاهد بدون میکوریز دارد (Al Karaki, 2006).

با توجه به مطالب گفته شده و اهمیت این گیاه در کشور، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر فسفر و قارچ میکوریزا بر فاکتورهای رشدی و نموی لیلیوم، جذب عناصر ضروری و خصوصیات کیفی گل شاخه بریده لیلیوم بود. همچنین بهبود و افزایش عمر پس از برداشت، یکی از مهمترین اهداف تولید کنندگان و اصلاح کنندگان این گل می‌باشد. کودهای بیولوژیک از موثرترین و پایدارترین استراتژی‌های گیاه برای تامین نیاز تغذیه‌ای گیاهان در سطح مطلوب به شمار می‌رود که بر مبنای گزینش انواعی از ریزموجودات مفید خاک تهیه می‌شوند. این کودها بالاترین کارآیی و بازدهی را از نظر تولید عوامل محرک رشد و فراهم‌سازی عناصر غذایی به شکل قابل جذب دارا

می‌باشند. در نهایت مهمترین هدف، بهبود شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل لیلیوم تحت تاثیر قارچ میکوریزا و عنصر فسفر بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت کشت گلخانه‌ای روی گل شاخه بریده لیلیوم رقم (رؤیال ترینیتی) در قالب آزمایشات فاکتوریل، بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو روش کاربرد محلول‌پاشی فسفر و قارچ میکوریزا با چهار تکرار در گلخانه انجام شد. فاکتور اول کود فسفر به صورت محلول پاشی (فسفات آمونیوم) معادل ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و فاکتور دوم قارچ میکوریزا[1] شامل دو سطح مصرف و عدم مصرف (۵۰ میلی‌گرم قارچ در ۵ کیلوگرم خاک) بود. هر پیاز لیلیوم در گلدان‌های پلاستیکی حاوی یک سوم خاک، یک سوم کود دامی و یک سوم شن، کشت گردید. همه شاخه‌ها پس از باز شدن اولین غنچه، برداشت و به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

فاکتورهای مورفولوژیکی

ارتفاع شاخه با متر و قطر غنچه، طول برگ در دو ناحیه با کولیس اندازه‌گیری شد. پیازها نیز با ترازوی دیجیتالی وزن شدند و عمر پس از برداشت گل‌ها از همان روز برداشت تا زمانی‌که دو غنچه آن بازارپسندی را از دست بدهند، مدنظر قرار گرفت.

فاکتورهای فیزیولوژیکی

سنجش قند محلول

اندازه‌گیری قندهای محلول به روش فنل - اسید سولفوریک بر اساس هیدرولیز اسیدی قندهای محلول و ایجاد ترکیب فورفورال است که با فنل تولید یک کمپلکس رنگی می‌کند. ۰/۱ گرم از برگ خشک را در لوله آزمایش ریخته و ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد به آن اضافه کرده و به مدت یک هفته در یخچال قرار داده شد تا قندهای محلول آن حل شود. پس از یک هفته از محلول فوقانی نمونه‌ها به میزان ۰/۵ میلی‌لیتر برداشته و حجم آن‌ها با آب مقطر به ۲ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس روی آنها یک میلی‌لیتر فنل ۵ درصد اضافه کرده و توسط ورتکس خوب مخلوط گردید. سپس ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ اضافه شد. در نهایت برای سنجش گلوکز، میزان جذب رنگ حاصله با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ اندازه‌گیری شد (Kochert, 1978).

سنجش نشاسته

جهت سنجش قند نامحلول (نشاسته) محلول اتانولی محتوی نمونه‌های گیاهی که برای قندهای محلول از آن استفاده شد را صاف نموده و از رسوب باقیمانده روی کاغذ صافی برای اندازه‌گیری نشاسته موجود در برگ استفاده گردید. ابتدا رسوب را خشک و سپس آن را وزن نموده و در لوله آزمایش ریخته و روی آن ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه نموده و به مدت ۱۵ دقیقه در بن‌ماری ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس محلول را صاف نموده و محلول عبور کرده از صافی با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۲ میلی‌لیتر از آن برداشته و روی آنها یک میلی‌لیتر فنل ۵ درصد اضافه کرده و توسط ورتکس خوب مخلوط گردید. سپس ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ اضافه گردید و میزان جذب نشاسته موجود در نمونه‌ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Kochert, 1978).

سنجش پتاسیم

جهت سنجش عنصر پتاسیم ابتدا برگ‌ها برداشت شده و سپس درون پاکت کاغذی قرار گرفت و در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید. ۰/۱ گرم از نمونه آسیاب شده برگ‌ها را توزین و سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسید استیک گلایسیال ۰/۱ نرمال به آن افزوده شد. پس از ۲۴ ساعت نمونه‌ها را به مدت ۲ ساعت درون بن‌ماری با دمای حدود ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار

1 . Glomus fasciculatum

داده و سپس نمونه‌ها از کاغذ صافی واتمن ۴۱ عبور داده شد. عصاره حاصل برای سنجش میزان پتاسیم در دستگاه فلیم‌فتومتری قرار داده شد (Williams and Twine, 1960).

سنجش فسفر

در ابتدا ۰/۵ گرم از خاکستر حاصل از نمونه‌های گیاهی با ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال مخلوط و بعد از ۱۵ تا ۲۰ دقیقه با استفاده از آب دیونیزه به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پس از ۳۰ دقیقه با کاغذ صافی صاف گردید. جهت سنجش غلظت فسفر نمونه‌ها ۵ میلی‌لیتر از محلول گیاهی با ۵ میلی‌لیتر معرف بارتن (آمونیوم مولیبدات + آمونیوم وانادات + اسید نیتریک + آب مقطر) در بالن ژوژه‌ای ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و به خوبی مخلوط شد تا رنگ زرد ظاهر شود و سپس با استفاده از آب مقطر بالن را به حجم رسانده و پس از ۳۰ دقیقه، جذب نمونه در طول موج ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید (Duarte, 1990).

تجزیه آماری داده‌ها

این آزمایش بر اساس آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار طراحی و اجرا گردید. تجزیه داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطوح احتمال یک و پنج درصد و رسم نمودار با استفاده از نرم‌افزار Office 2007 (Excel) انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جداول ۱ و ۲) برای کلیه صفات مورد مطالعه نشان داد که اثر متقابل فسفر و قارچ در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود لذا مقایسه میانگین اثر متقابل فسفر و قارچ برای کلیه صفات مورد مطالعه انجام شد.

جدول۱. تجزیه واریانس اثر فسفر و قارچ بر خصوصیات مورفولوژیکی لیلیوم شاخه بریده

Table 1. Analysis of variance for morphological parameters of lilium cut flower affected by phosphorus and mycorrhiza

Source of variance	d.f	Postharvest longevity	Mean bulb weight	Leaf length at end part of shoot	Leaf length at first part of shoot	Bulb diameter	Shoot heigh
phosphorus	3	3.36^{**}	145.03^{**}	65.61^{**}	316.55^{**}	836.44^{**}	163.58^{**}
mycorrhiza	1	0.28^{*}	52.16^{**}	150.12^{**}	516^{**}	331.53^{**}	28.12^{ns}
Phosphorus × mycorrhiza	3	7.53^{**}	236.77^{**}	68.70^{**}	316.07^{**}	64.53^{*}	327.54^{**}
error	21	0.37	0.28	0.77	0.67	14.51	12.53
C.V٪		8.35	5.32	1.62	1.02	3.20	4.48

ns، * و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

***, ns = Significance at 0.001 and non-Significance, respectively

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر متقابل فسفر و قارچ بر خصوصیات فیزیولوژیکی شاخه بریده لیلیوم

Table 1. Analysis of variance for physiological parameters of lilium cut flower affected by phosphorus and mycorrhiza

Source of variance	d.f	Potassium of leaf	Phosphorus of leaf	Non- Soluble sugar	Soluble sugar
phosphorus	3	0.05^{**}	$^{**}0.036$	$^{**}0.12$	$^{**}2.42$
mycorrhiza	1	$^{**}0.05$	$^{**}0.034$	$^{**}0.03$	$^{**}4.38$
Phosphorus × mycorrhiza	3	$^{**}0.19$	$^{**}0.034$	$^{**}0.03$	$^{**}0.44$
error	21	0	0	0	0.01
C.V٪		0.03	0.04	0.29	9.66

ns، * و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

***, ns = Significance at 0.001 and non-Significance, respectively

ارتفاع ساقه

بر طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) تاثیر عنصر فسفر و همچنین اثر متقابل فسفر با قارچ بر ارتفاع ساقه گل لیلیوم معنی‌دار بود. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل فسفر با قارچ، مقایسه میانگین فقط برای اثر متقابل انجام شد. بررسی نتایج مقایسه میانگین (نمودار ۱) نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری از جهت ارتفاع وجود داشت که بیشترین ارتفاع (۸۹ سانتیمتر) مربوط به کاربرد قارچ بدون غلظت فسفر بود. کمترین میزان ارتفاع (۶۹/۲۵ سانتیمتر) مربوط به تیمار فسفر با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بدون قارچ بود. گیاهان میکوریزا دارای ارتفاع بیشتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزا بودند. نتایج Duponnois (۲۰۰۵) نیز نشان داد که گیاه آکاسیا تلقیح شده با میکوریزا و تیمار شده با سنگ فسفات ارتفاع بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده داشتند، اما Antunes و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که تلقیح سنگ فسفات‌ها با میکوریزا تأثیری روی ارتفاع هویج نداشت. قارچ‌های میکوریزا به دلیل افزایش سطح جذب ریشه از طریق تشکیل هیف، سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به وسیله گیاهان می‌شوند. تخمین زده می‌شود که حدود ۸۰ درصد جذب فسفر گیاه به‌وسیله این قارچ‌ها صورت می‌گیرد (Marschner and Dell, 1994). کاهش در طول ساقه ممکن است به‌دلیل کاهش در طویل شدن سلول ناشی از کمبود آب باشد که منجر به کاهش در تورژسانس سلول، حجم سلول و در نهایت رشد سلول می‌شود و یا به‌دلیل انسداد آوندهای آبکش و چوبی باشد که مانع هر نوع انتقال در مسیر می‌شود (Misra. and Srivastava, 2000). تصور می‌شود دلایل مذکور برای گل لیلیوم سبب وجود اختلاف بین تیمارها گردیده است. در تحقیقی نشان داده شد که تلقیح قارچ میکوریزا با باکتری حل‌کننده فسفات در مقادیر مختلف فسفر در گل ژربرا باعث افزایش ارتفاع شاخه می‌شود (Karishma *et al*., 2013) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

قطر غنچه

تیمار فسفر، قارچ و اثر متقابل این دو، تاثیر معنی‌داری بر قطر غنچه لیلیوم داشت (جدول۱). غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر بدون قارچ دارای بیشترین قطر بود (۱۳۳/۷۵ میلی‌متر) که تفاوت معنی‌داری با دیگر سطوح داشت و کمترین قطر مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بدون قارچ (۱۰۷/۵ میلی‌متر) بود (نمودار ۲). با توجه با این که قطر گل یکی از مهمترین موارد در بازارپسندی گل لیلیوم می‌باشد، استفاده از فسفر و قارچ می‌تواند کمک موثری برای فروش بهتر لیلیوم در بازار رقابتی گل باشد. کمبود فسفر در سایر محصولات باغبانی مثل میوه‌های هسته‌دار، سبب کند شدن رشد رویشی، ضعیف شدن دوره گلدهی و درنهایت منجر به کاهش میزان محصول و نیز کاهش کیفیت، مزه وشادابی گیاه می‌گردد (Moez Ardalan and Savabeghi Firooz Abadi, 2002).

طول برگ در ابتدا و انتهای ساقه

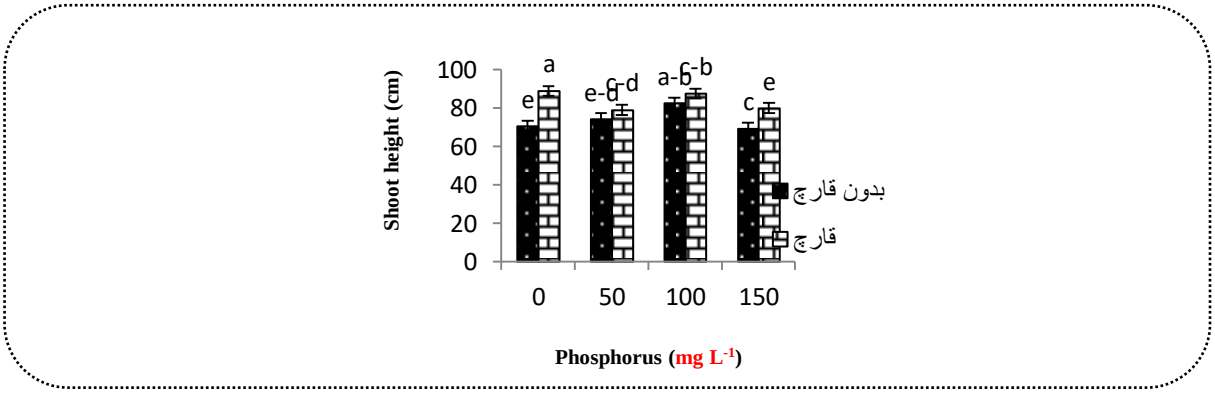
تیمار فسفر، قارچ و همچنین اثر متقابل آنها بر طول برگ معنی‌دار بود (جدول۱) و بین تیمارها تفاوت معنی‌دار وجود داشت (نمودارهای ۳ و ۴). بیشترین و کمترین میانگین طول برگ به ترتیب مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر همراه ۵۰ میلی‌گرم قارچ (۶۰/۵۲ و ۹۸/۳۷ میلی‌متر در ابتدا و انتهای ساقه) و تیمار۱۰۰ میلی‌گرم فسفر بدون قارچ (۴۷/۵۴ و ۶۸/۳۷ میلی‌متر در ابتدا و انتهای ساقه) بود. قارچ‌های میکوریزی موجب افزایش توانایی گیاه میزبان در جذب فسفر و عناصر معدنی می‌شوند، لذا روی قطر و طول برگ تاثیر می‌گذارند. ازطرفی افزایش سطح برگ گیاهان تلقیح شده را می‌توان به سنتز هورمون‌های رشد و بهبود جذب عناصر غذایی نیز ارتباط داد (Esch *et al*., 1994). در تحقیقی نشان داده شد که تلقیح قارچ میکوریزا با باکتری حل‌کننده فسفات در مقادیر مختلف فسفر در گل ژربرا باعث افزایش سطح برگ می‌شود (Karishma *et al*., 2013) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

میانگین وزن پیاز

بر طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول۱) تاثیر فسفر، قارچ و نیز اثر متقابل فسفر با قارچ بر میانگین وزن پیاز معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد (نمودار ۵) که از نظر وزن پیاز، تیمارها از لحاظ آماری در یک گروه قرار نداشتند. کمترین وزن پیاز (۶/۶۷ گرم) مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر به همراه ۵۰ میلی‌گرم قارچ و بیشترین وزن پیاز (۱۹/۲۵ گرم) مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر به همراه ۵۰ میلی‌گرم قارچ میکوریزا بود. مناسب‌تر بودن شرایط رطوبتی خاک و در نتیجه تامین آب و عناصر غذایی کافی برای گیاه باعث شد تا فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه به‌ویژه فتوسنتز بهتر انجام شده و تولید آسمیلات‌های بیشتری را به‌دنبال داشته باشد.

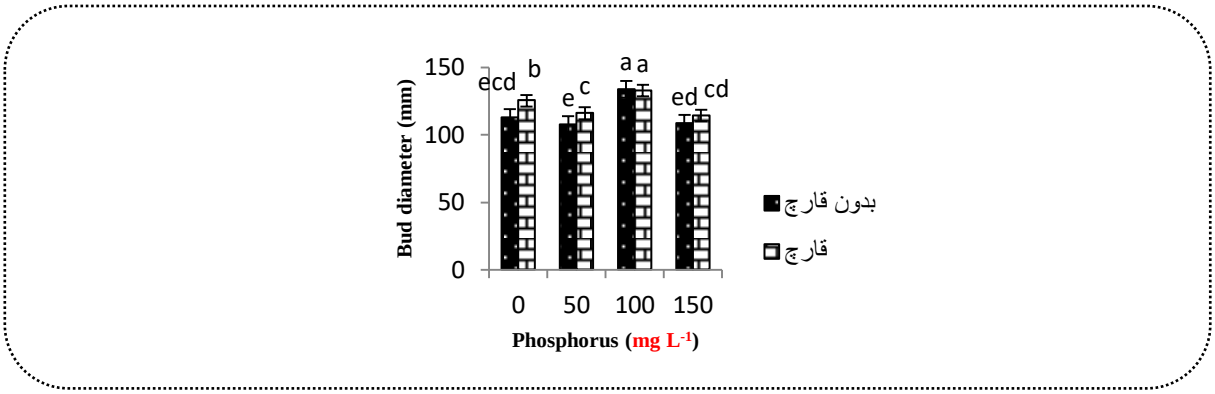
عمر پس از برداشت گل

عمر پس از برداشت گل به شکل معنی‌داری تحت تاثیر تغذیه فسفر، قارچ و اثر متقابل فسفر و قارچ قرار گرفت (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها (نمودار ۶) با کاربرد قارچ، عمر پس از برداشت گل لیلیوم نیز افزایش یافت. بیشترین افزایش دوام عمر گل (۸/۵ روز) در قارچ‌دهی ۵۰ میلی‌گرم بدون غلظت فسفر حاصل شد که این نتیجه نشان داد که در این شرایط دوام گل نسبت به شاهد (۳ روز) افزایش داشته است. افزایش عمر پس از برداشت تیمار ۵۰ میلی‌گرم قارچ بدون فسفر احتمالاً به‌خاطر جذب آب بیشتر و تأخیر در تجزیه پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها می‌باشد. مطالعات نشان داده است که پیری برگ لیلیوم در ارتباط مستقیم با میزان کاهش کربوهیدرات‌ها و افزایش میزان تنفس است (Hagiya and Amaki, 1966).



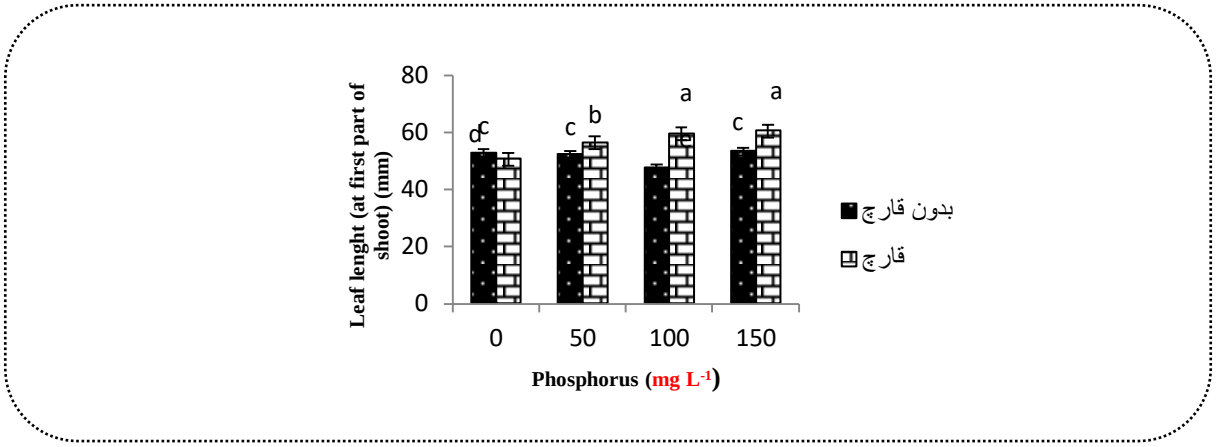
نمودار ۱. اثر متقابل فسفر و قارچ بر ارتفاع شاخه گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 1. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on shoot height of lilium cut flower



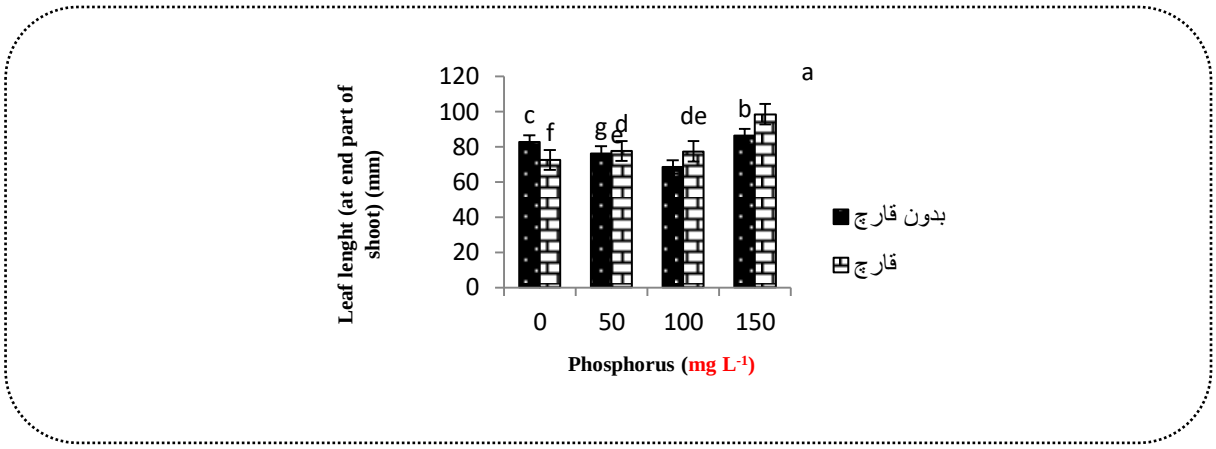
نمودار ۲. اثر متقابل فسفر و قارچ بر قطر غنچه گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 2. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on bud diameter of lilium cut flower



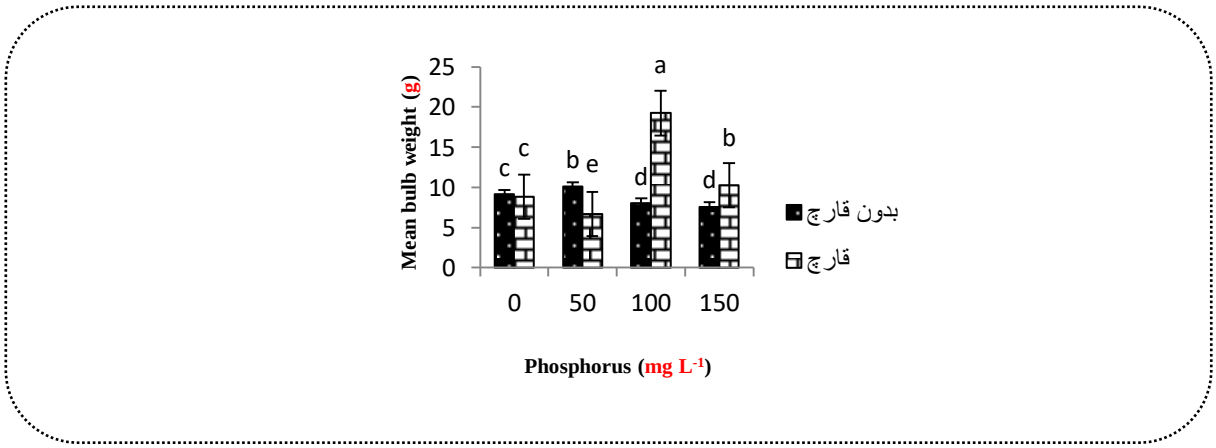
نمودار ۳. اثر متقابل فسفر و قارچ بر طول برگ(در ابتدای ساقه) گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 3. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on Leaf length (at first part of shoot) of lilium cut flower



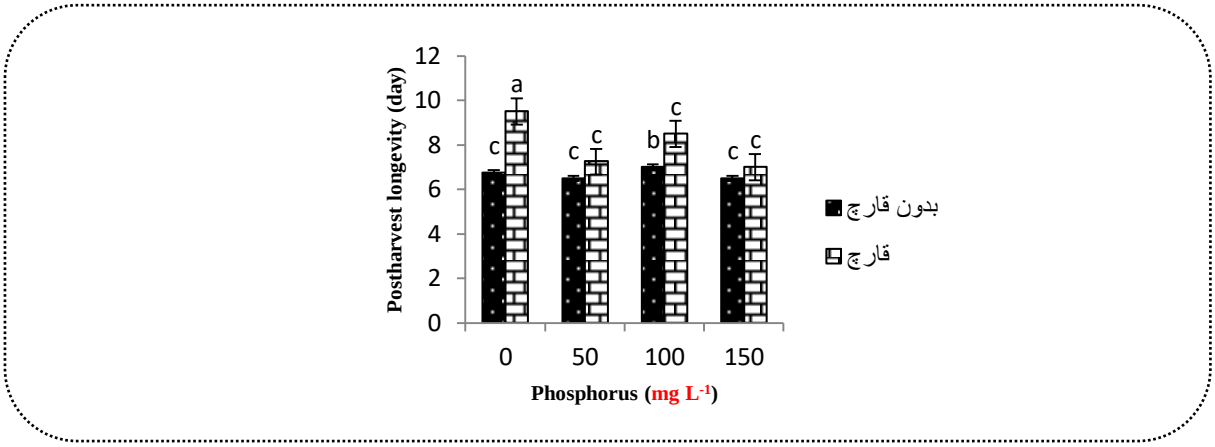
نمودار ۴. اثر متقابل فسفر و قارچ بر طول برگ (در انتهای ساقه) گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 4. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on Leaf length (at end part of shoot) of lilium cut flower



نمودار ۵. اثر متقابل فسفر و قارچ بر میانگین وزن پیازها در گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 5. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on Mean bulb weight of lilium cut flower



نمودار ۶. اثر متقابل فسفر و قارچ بر عمر پس از برداشت در گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 6. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on Postharvest longevity of lilium cut flower

مقدار قندهای محلول و نامحلول برگ

مقدار قند محلول و نامحلول برگ در سطح یک درصد تحت تأثیر فسفر و میکوریزای تلقیح شده در لیلیوم قرار گرفتند (جدول۲). بررسی نتایج مقایسه میانگین (نمودارهای ۷ و ۸) نشان می‌دهد که بین گیاه شاهد و گیاهان تیمار شده اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین قند نامحلول (۸۳/۸۳ گرم در هر گرم وزن خشک بافت) مربوط به تیمار فسفر با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تلقیح قارچ است و بیشترین قند محلول (۱۰۲/۲۶ گرم در هر گرم وزن خشک بافت) مربوط به تیمار فسفر با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و ۵۰ میلی‌گرم قارچ می‌باشد. گیاه ذخیره کربوهیدراتی خود را برای حفظ متابولیسم پایه سلول در شرایط محیطی تحت تنش، در حد مطلوبی نگه می‌دارد (Ingram and Bartels, 1996). در اجتماعات میکوریزی، همزیستی بر اساس تبادل کربوهیدرات‌ها و مواد غذایی بین گیاهان و قارچ‌ها می‌باشد. فسفر در شکستن کربوهیدرات‌ها و سنتز پلی ساکاریدها نقش مهمی را ایفا می‌کند. به ویژه در سنتز نشاسته از گلوکز بسیار موثر می‌باشد (Selvaraj et al., 2004). محتوای فسفر نیز روی پارامترهای فیزیولوژیک در گیاهان تاثیر دارد. یکی از پارامترها افزایش در میزان فتوسنتز است. مشخص شده است که فسفر نقش مهمی را در انتقال انرژی در هنگام فتوسنتز ایفا می‌کند. بنابراین قارچ میکوریزا، محرکی جهت افزایش فتوسنتز می‌باشد (Demir, 2004).

دلیل دیگر برای تاثیر قارچ میکوریزا، می‌تواند افزایش سطح هورمون‌های گیاهی مانند سیتوکنین و جیبرلین در گیاهان تلقیحی باشد (Selvaraj and Chelleppan, 2006). افزایش در میزان این هورمون‌ها بویژه سیتوکنین می‌تواند با انتقال یون‌های موثر در باز شدن روزنه‌ها و تنظیم سطح کلروفیل، موجب افزایش و بالا رفتن سرعت فتوسنتز و در نهایت افزایش محتوای کربوهیدرات در گیاهان شود. Demir در سال ۲۰۰۴ نشان داد که میزان قندهای فروکتوز، a گلوکز، B گلوکز، ساکارز و همچنین محتوای قند کل در گیاهان همزیست با قارچ‌های میکوریزا از گیاهان غیر میکوریزا (شاهد) بیشتر بوده است.

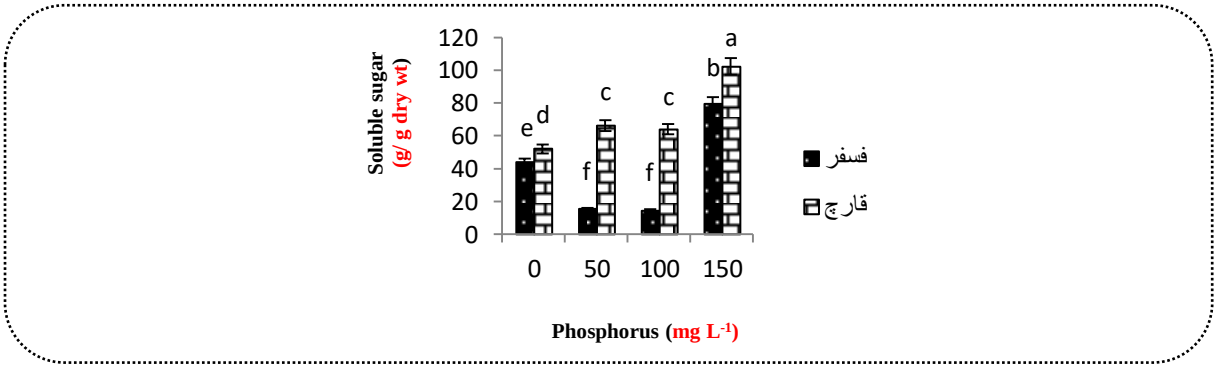
مقدار فسفر برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول ۲) که بین فسفر و قارچ و اثر متقابل آن دو ارتباط معنی‌داری وجود دارد. نتایج میانگین داده‌ها نشان می‌دهد (نمودار ۹) که فسفر در تیمار ۵۰ میلی‌گرم قارچ بدون فسفر بیشترین مقدار و تیمار شاهد کمترین مقدار است. احتمالاً قارچ‌های میکوریزا با افزایش سطح تماس با خاک، فسفر بیشتری جذب و یا با تولید آنزیم فسفاتاز، منابع نامحلول فسفر آلی به فسفر محلول تبدیل کرده‌اند. علاوه براین، پایین بودن

ثابت سینتیکی ریشه‌های میکوریزا نسبت به غیرمیکوریزا می‌تواند باعث جذب بیشتر فسفر توسط این گیاهان باشد. گونه‌های مختلف میکوریزا در گیاه لوبیا باعث افزایش وزن خشک گیاه بین ۸ الی ۲۳ درصد و افزایش جذب فسفر بین ۳۵ الی ۶۰ درصد شده است (Sharma, 2002). قارچ میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم‌تحرک فسفر افزایش و موجب بهبود رشد آنها می‌شوند (Vosatka and Albrechtova, 2009). قارچ‌های میکوریزا دارای اثرات سودمندی در همزیستی با گیاه می‌باشند، از اثرات سودآور قارچ‌های میکوریزا، بهبود وضع تغذیه گیاه میزبان به خصوص فسفر است. این قارچ‌ها در خاک‌هایی که غلظت عناصر غذایی آنها به‌ویژه فسفر کم تا متوسط باشد، قادرند نیاز فسفر گیاه را تامین کنند.

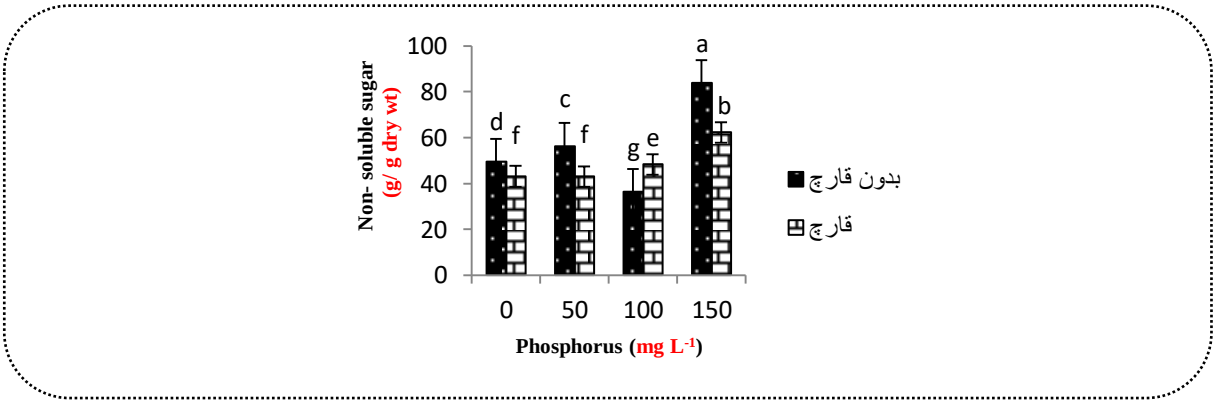
مقدار پتاسیم برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲) که بین فسفر و قارچ و اثر متقابل آن دو ارتباط معنی‌داری وجود داشت. همچنین نتایج میانگین داده‌ها نشان داد (نمودار ۱۰) که تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم فسفر همراه ۵۰ میلی‌گرم قارچ بیشترین پتاسیم و تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر بدون قارچ کمترین پتاسیم را داشت. نتایج مطالعه (Allen *et al.*, 2003) در مورد مطالعه تاثیر پتاسیم و فسفر روی گیاه فلفل نشان داد تلقیح میکوریزا باعث افزایش جذب پتاسیم از ریشه و در نتیجه موجب افزایش درصد پتاسیم برگ گیاه فلفل شد. آزمون گلخانه‌ای صورت گرفته روی سیب‌زمینی نشان داده است که در تیمارهای تلقیح شده با گونه‌های بومی قارچ‌های آربسکولار intraradices و fasiculatum، جذب پتاسیم در برگ سیب‌زمینی را افزایش می‌دهد (Yao, 2003).



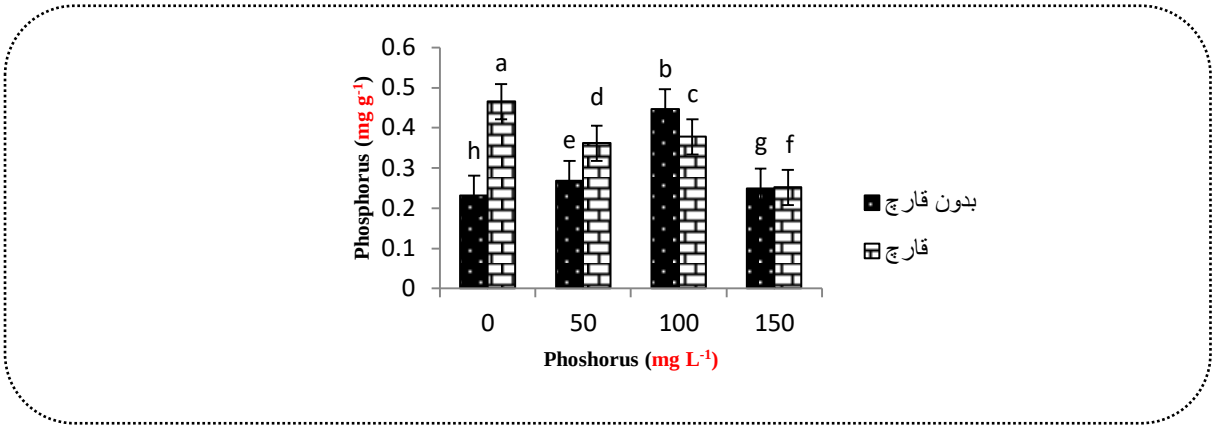
نمودار ۷. اثر متقابل فسفر و قارچ بر مقدار قند محلول برگ گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 7. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on amount of Soluble sugar in lilium cut flower



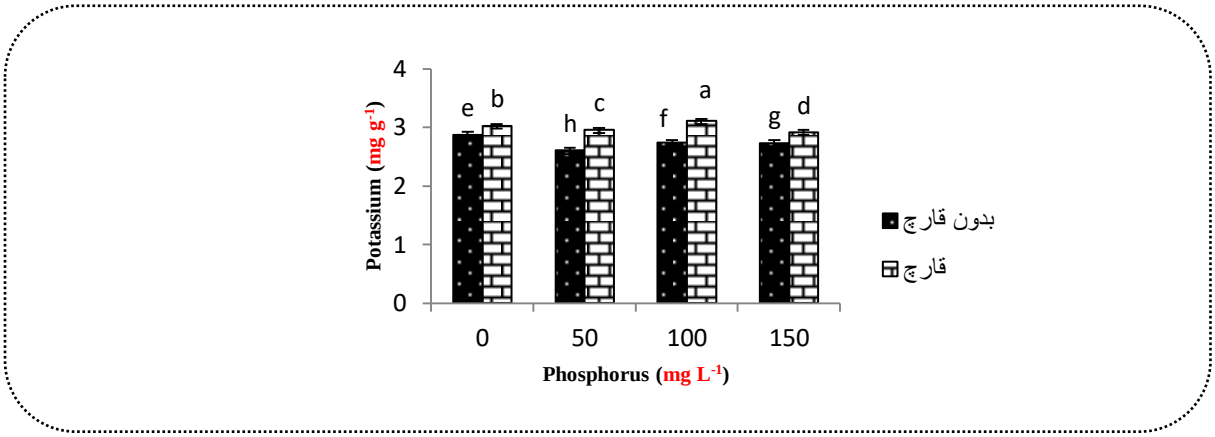
نمودار ۸. اثر متقابل فسفر و قارچ بر مقدار قند نامحلول برگ گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 8. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on amount of Non-Soluble sugar in lilium cut flower



نمودار ۹. اثر متقابل فسفر و قارچ بر مقدار فسفر برگ گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 9. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on amount of phosphorus in lilium cut flower



نمودار ۱۰. اثر متقابل فسفر و قارچ بر مقدار پتاسیم برگ گل شاخه بریده لیلیوم

Figure 10. Interaction effect of phosphorus and mycorrhiza on amount of potassium in lilium cut flower

نتیجه گیری کلی

نتایج بدست آمده در این تحقیق، اهمیت نقش میکوریز آربوسکولار و فسفر در گل شاخه بریده لیلیوم را نشان می‌دهد. بیشترین میانگین طول برگ مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر همراه ۵۰ میلی‌گرم قارچ (۶۰/۵۲ و ۹۸/۳۷ میلی‌متر در ابتدا و انتهای ساقه) به دست آمد. همچنین حداکثر وزن پیاز (۱۹/۲۵ گرم) مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر به همراه ۵۰ میلی‌گرم قارچ میکوریزا بود. بیشترین ارتفاع ساقه (۸۹ سانتیمتر) با کاربرد قارچ حاصل شد. غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر فسفر بیشترین قطر غنچه گل را نشان داد. افزایش دوام عمر گل پس از برداشت (۸/۵ روز) در قارچ‌دهی ۵۰ میلی‌گرم به دست آمد. بیشترین قند محلول برگ مربوط به تیمار فسفر با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و ۵۰ میلی‌گرم قارچ بود. تغذیه خاک توسط کودهای زیستی موجب ارتقاء حاصلخیزی بیولوژیکی خاک شده و موجب می‌گردد که خاک به‌طور طبیعی در برابر تغییرات محیطی مقاومت کرده و به‌راحتی از عهده آستانه‌هایی که از نوسانات محیطی به جامعه زیستی خاک آسیب می‌زنند، برآیند. بنابراین لازم است که با استفاده از کودهای بیولوژیکی، به‌عنوان یک عامل مؤثر در اصلاح، افزایش قابلیت نگهداری و حفظ آب در خاک و تأمین‌کننده بسیاری از عناصر غذایی خاک در راستای حل این مشکلات و نیل به اهداف کشاورزی پایدار گامی اساسی برداشت.

منابع

Abbott, K.L. and Robson, A.D. 1991. Factors influencing the occurrence of vesicular- arbuscular mycorrhizas. Agriculture, Ecosystems and Environment 35(2-3): 121- 150.

AI-Karaki, G.N. 2006. Mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. Scientia Horticulturae 109:1-7.

Allen, T.R. Millar, T. Berch, S.M. and Berbee, M.L. 2003. Culturing and direct DNA extraction find different fungi from the same ericoid mycorrhizal roots. New Phytologist 160: 255- 272.

Antunes, P.M. Schnider, K. Hillis, D. Klironomos, J.N. 2007. Can the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* activity mobilize P from rock phosphates? Science Direct 51: 281- 286.

Asrar, A. Abdel-Fattah, G. Elhindi, Kh. and Abdel-Salam, E. 2014. The impact of arbuscular mychorrhizal fungi in improving growth, flower yield and tolerance of kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelin) plants grown in NaCl-stress conditions. Journal of Food, Agriculture & Environment 12 (1): 105-112.

Bidarnamani, F. and Mohkami, Z. 2014. Enhanced Rooting of Leaf Bud Cuttings of *Schefflera arboricola* Usiing Mycorrhizal Fungi. Academic Journal 4(18): 2892.

Brigitta, S. and Şumalan, R. 2011. The influence of arbuscular mycorrhizal fungi on ornamental characters of (*Tagetes patula*). Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology 15(1): 170- 174.

Burchi, G. prisa, D. Ballarin, A. and Menesatti, P. 2010. Improvement of flower color by means of leaf treatments in lily. Scientia Horticulturae 125: 456_460.

Demir, S. 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. Turkish Journal of Biology 28: 85-90.

Duarte C.M. 1990. Seagrass nutrient content. Marine ecology progress series 67: 201-207.

Duponnois, R. Colombet, A. hien, V. and Thioulouse, J. 2005. The mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosericea*. Soil Biology and Biochemistry 37(8): 1460- 1468.

Esch, H. Hundeshagen, B. Schneider-Poetsch, H.J. and Bothe, H. 1994. Demonstration of abscisic acid in spores and hyphae of the arbuscular- mycorrhizal fungus *Glomus* and in the N_2- fixing cyanobacterium *Anabaena variabilis.* Plant Science 99(1): 9-16.

Friese, C.F. and Allen, M.F. 1991. The spread of Va mycorrhizal fungal hyphae in the soil: Inoculum types and external hyphal architecture. Mycologia 83 (4): 409-418.

Hagiya, K. and Amaki, W. 1966. Nutritional studies on tulips: The leaching of three major elements from the soil during the growing season. Journal of Japan Society Horticulture Science 35: 309-316.

Ingram, J., Bartels, D., 1996. The molecular basis of dehydration tolerance in plants. Annual Review of Plant Physiology. Plant Molecular Biology 47: 337–403.

Karimi M, Hassanpour Asil M, Samizadeh Lahiji H, Talesh Sasani S. 2008. Effects of Temperature and Different Chemical Treatments on Vase Life of Cut Flowers of Lilium cv.Pisa. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. JWSS. 12 (43) :1-9.

Karishma, A. Yadav, K. Tanwar, A. and Agtarwal, A. 2013. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi and pseudomonas fluorescens with various levels of superphosphate on growth enhancement and flowering response of gerbera. Journal of Ornamental Plants (Journal of Ornamental and Horticultural Plants) 3 (3): 161-170.

Khateeb, M.A. El-Leithy, A.S. and Aljemaa, B.A. 2011. Effect of Mycorrhizal Fungi Inoculation and Humic Acid on Vegetative Growth and Chemical Composition of *Acacia salignala* bill. Seedlings under Different Irrigation Intervals. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants 3 (3): 283-289.

Kochert, G. 1978. Carbohydrate Determination by the Phenol Sulfuric Acid Method. In: Hand Book of Physiological Methods, Helebust, J.A. and J.S. Craig (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp: 96-97.

Marschner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil 159(1): 89- 102.

Misra, A. and Srivastava, N.K. 2000. Influence of Water Stress on Japanese Mint. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants 7(1): 51-58.

Moez Ardalan, M. and Savabeghi Firooz Abadi, G.H. 2002. Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture. First edition, Tehran: Tehran university press.No.2551. PP. 145-151.In Persion.

Mukerji, K.G. and Chamola, B.P. 2003. Compendium of mycorrhizal research. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agris FAO Organization.

Ordookhani, k. Khavazi, K. Moezzi, A. and Rejali, F. 2010. Influence of PGPR and AMF on antioxidant activity, Iycopene and potassium contents in tomato. African journal of Biotechnology 5(10): 1108-1116.

Rizi, S. 2010. The effect of silicon nutrition and application of salicylic acid in hydroponic conditions on the quality of Cut Roses (Rosa xhybrida 'Hot Lady') and powdery mildew disease. PhD. Thesis, Department of Horticulture, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran.

Selvaraj, T. and Chelleppan, P. 2006. Arbuscular mycorrhizae: a diverse personality. Central European Journal of Agriculture 7: 349-358.

Selvaraj, T. Chellappan, P. Jeong, Y.J. Kim, H. 2004. Occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi and their effect on plant growth in endangered vegetations. Journal of Microbiology and Biotechnology 14: 885–890.

Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. pp. 407.

Shiravand, D. Rostami, F. 2010. Apartment flowers and cut branches. Agricultural Education and Extension Press.268 pages.

Vosatka, M. and Alberechtova, J. 2009. Benefits of arbuscular mycorrhizal fungi to sustainable crop production. Book of Microbial Strategies for Crop Improvement, pp. 205- 225.

Williams, V. and Twine, S. 1960. Flame Photometric Method for Sodium Potassium and Calcium. Modern Methods of Plant Analysis. Springer-Verlag, Berlin, 3-5.

Yao, M.K. Desilets, H. Charles, M.T. Boulanger, R. Tweddell, R.J. 2003. Effect of mycorrhization on the accumulation of rishitin and solavetivone in potato plantlets challenged with *Rhizoctonia solani*. Mycorrhiza 13(6): 333-336.