

# Increasing the growth and flowering indices of Polianthes in response to different concentrations of phosphorus and gibberellic acid in hydroponic culture conditions

Moslem kolivand Rafati<sup>1</sup>, Mehrangiz Chehrizi<sup>2</sup> and Edris Shabani<sup>3\*</sup>

1- Graduated of Master Science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

*kolivandmoslem@gmail.com*

2- Associate professor of Horticultural Science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

*Chehrizi.m@scu.ac.ir*

3- Corresponding author and Assistant professor of Horticultural Science, respectively. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

*edris.shabani@scu.ac.ir*

Received Date: 2022/10/20

Accepted Date: 2023/01/31

## Abstract

**Introduction:** Proper nutrition in the cultivation of cut flowers, including polianthes is extremely important. It is necessary to achieve quantitative and qualitative standards for the cultivation and production of this flower. It has been shown that, due to the lack of many secondary roots and shallow roots, the bulb plants are more sensitive to the lack of nutrients (such as phosphorus) compared to the other horticultural and agricultural crops. Plant growth regulators are particularly important in increasing the quantity and quality of flowers and ornamental plants, one of the most important of which is the positive effects of gibberellins in ornamental plants. Phosphorus (P) plays a key role in photosynthetic activities, flower formation and production of reproductive organs of greenhouse crops. The present study will examine the effects of gibberellin as a plant growth regulators and different concentrations of phosphorus on the growth characteristics and flowering indices of marigold under hydroponic conditions.

**Material and methods:** An experiment was implemented to investigate the effect of gibberellic acid and various concentrations of P in nutrient solution on the growth and flowering of polianthes. The experiment was factorial based on a randomized complete block design with three replicates. The cuttings were immersed in 0 (distilled water), 100 and 200 mg/L of gibberellin concentration for 30 min before cultivation. Four levels of different P concentrations (7.75, 15.5, 31 and 62 mg/L) were prepared by monopotassium phosphate (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) fertilizer and their effects were evaluated under different levels of gibberellin. Growth, flowering and physiological indicators were measured and evaluated during and at the end of the growing season. All data were statistically analyzed by analysis of variance (ANOVA) using the SAS 9.1 software (SAS Inc., Cary NC). Duncan's multiple-range test was performed at  $p = 0.05$  on each of the significant variables measured.

**Results and discussion:** The results showed that nutrient solution consumption was more than 60% lower in plant nutrition according to plant demand and EC of the nutrient solution compared to the complete replacement method. The concentration of nitrogen, potassium, and calcium in Chinese lettuce decreased under the EC control method. Leaf magnesium concentration increased in all cultivars nourished according to EC control and plant nutrient demand compared to the complete nutrient replacement method. The highest concentrations of micronutrients such as iron, zinc, and manganese were observed in the complete nutrient replacement method in all three lettuce cultivars. The results also showed that the amount of Fe and Mn in the leaf of red lettuce cultivar and zinc concentration in the leaf of Chinese lettuce and Kazeroon decreased significantly under nutrient replacement according to the EC control and plant nutrient demand.

**Conclusions:** Application of 31 mg L<sup>-1</sup> of P and the impregnation of the bulb with the concentration of 200 mg L<sup>-1</sup> of gibberellic acid is recommended to accelerate the harvest elongated branches, to enhance the number of branches and the vase life of polianthes flower under hydroponic cultivation.

**Keywords:** Number of branch, Gibberellin, Phosphorus, Vase life, Nutrient solutions.

## افزایش شاخص های رشدی و گلدهی گل مریم پُرپر تحت تاثیر غلظت های مختلف فسفر و اسید جیبرلیک در شرایط کشت هیدروپونیک

مسلم کلیوند رافتی<sup>۱</sup>، مهرانگیز چهارزی<sup>۲</sup> و ادريس شعبانی<sup>۳\*</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

*kolivandmoslem@gmail.com*

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

*chehrazi.m@scu.ac.ir*

۳- نویسنده مسئول و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

*edris.shabani@gmail.com*

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۸

### چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت های مختلف فسفر و اسیدجیبرلیک بر صفات کمی و کیفی گل مریم در شرایط کشت هیدروپونیک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با ۳ تکرار اجرا گردید. در این پژوهش اثر غلظت های مختلف فسفر در محلول غذایی (۷/۷۵، ۱۵/۵، ۳۱ و ۶۲ میلی گرم بر لیتر) و آغشته سازی سوخ ها با غلظت های مختلف اسیدجیبرلیک (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) بر ویژگی های رشدی و فیزیولوژیک گل مریم مورد بررسی قرار گرفت. یافته های این پژوهش نشان داد که بیشترین مقادیر وزن تر و خشک برگ و ساقه، تعداد سوخ و تعداد غنچه در غلظت ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و تیمار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدجیبرلیک و کمترین مقادیر آنها در تیمار صفر میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک و ۷/۷۵ میلی گرم بر لیتر فسفر (تیمار شاهد) مشاهده گردید. تیمار ترکیبی ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدجیبرلیک در قیاس با تیمار شاهد افزایش ۲۶/۰۶ درصدی طول شاخه گل، ۹۹ درصدی تعداد شاخه گل و ۵۸/۴۷ درصدی عمر گلجای گل های مریم پُرپر را به نمایش گذاشت. با توجه به نتایج این پژوهش غلظت ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و آغشته سازی سوخ ها با غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدجیبرلیک به منظور تسریع در برداشت شاخه و افزایش طول شاخه، تعداد شاخه و عمر گلجای گل مریم در شرایط کشت هیدروپونیک قابل توصیه است.

**کلمات کلیدی:** تعداد شاخه، جیبرلین، فسفر، عمر گلجای، محلول های غذایی.

## مقدمه

در دهه های اخیر افزایش رشد جمعیت سبب افزایش توجه به مواد غذایی، گل و گیاهان زینتی در سراسر جهان گردید. افزایش فعالیت های کشاورزی نیازمند استفاده از عناصر غذایی مکمل برای بالا بردن کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی می باشد. اما همواره استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی در کشاورزی موجب وارد آوردن آسیب به سلامت موجودات زنده و محیط زیست می گردد (Elibox and Umaharan, 2008). بخش بزرگی از ایران بدلیل فرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه خشک، با کمبود جدی آب روبرو است. بخش کشاورزی مهم ترین مصرف کننده آب بوده و مصرف بهینه و افزایش بهره وری آب در این بخش، سهم بسزایی در حفظ آن دارد. در این راستا توسعه سیستم های کشاورزی پایدار مورد توجه بوده و بدین منظور کشت گلخانه ای گیاهان به ویژه در شرایط کشت هیدروپونیک توصیه شده است (Shahabifar et al., 2019).

در بین گل های شاخه بریده، گل مریم در دنیا از اهمیت بالایی برخوردار است و به دلیل زیبایی و عطر خوشبو استفاده فراوانی در گل آرایی دارد (Kheiri et al., 2010). گل مریم با نام علمی *Polianthes tuberosa* L. از خانواده *Asparagaceae* می باشد که خاستگاه اصلی آن کشور مکزیک است و از جمله مهم ترین گل های شاخه بریده در جهان است و برای کشت در فضای سبز شهری به ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کاربرد دارد (De Hertogh and Le Nard, 1993). این گل یکی از منابع مهم در صنایع عطرسازی است. اسانس حاصل از گل های این گیاه از قدیم مورد توجه اقوام مختلف بوده و یکی از ارزشمندترین ترکیبات صنعت عطرسازی در جهان است (Kheiri et al., 2010). این گل در ایران در بین سایر گل های شاخه بریده در رده چهارم با سطح زیر کشت ۲۸ هکتار قرار دارد و کشت این گل به صورت گلخانه ای و فضای باز صورت می گیرد (Khalaj and Idrisi, 2012).

وضعیت اقلیمی بسیار مناسب برای کشت و کار گل مریم در ایران و وجود بازارهای مناسب برای صادرات این گل زیبا و خوش عطر در مجموع باعث شده است که این گیاه به عنوان یکی از گل های بریده مهم مورد توجه تولیدکنندگان گل و گیاهان زینتی قرار گیرد.

تغذیه مناسب در کشت و کار گل های شاخه بریده از جمله گل مریم، از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است و دست یافتن به استانداردهای کمی و کیفی برای پرورش و تولید این گل لازم و ضروری می باشد. یافته های پژوهشگران نشان می دهد که گیاهان سوخدار به دلیل فقدان ریشه های فرعی فراوان و ریشه کم عمق، نسبت به کمبود عناصر غذایی در مقایسه با سایر محصولات باغبانی و زراعی حساسیت بیشتری دارند و به کوددهی و تغذیه تکمیلی پاسخ بهتری نشان می دهند (Brewster, 1994). بعد از کودهای نیتروژنه، استفاده از منابع کودی حاوی فسفر از اهمیت بالایی در تامین رشد و نمو گیاه، رشد و تکامل ریشه، تقسیم و طویل شدن سلولی، بیوسنتز نوکلئوتیدها، تشکیل گل، تولید چربی ها و آلبومین و انجام فرآیند فتوسنتز برخوردار است. کاهش آن در سیتوپلاسم و در نتیجه کاهش مقدار آن در کلروپلاست سبب ایجاد اختلال در فعالیت های فتوسنتزی خواهد شد (Rao et al., 1989). علاوه بر این، فسفر عنصر اصلی مورد نیاز گیاهان برای غشای سلولی، آنزیم ها و انرژی است (Ogunlela et al., 2005; Noori et al., 2018) و از سویی دیگر افزایش پارامترهای رشد با افزایش غلظت فسفر ممکن است به دلیل نقش فسفر در اجزای ساختاری مانند فسفولیپیدها و در جذب و جابجایی مواد غذایی باشد (Mandhare et al., 2021). استفاده نادرست و نامتعادل کودهای شیمیایی نه تنها موجب افزایش هزینه های تولید شده بلکه موجب آلودگی محیط زیست نیز می شود. در این بین مصرف نامتعادل و بیش از حد کودهای فسفره بیشتر به چشم می خورد. مصرف نامتعادل این کود موجب کاهش جذب عناصر کم مصرف به ویژه عنصر روی می شود

رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند. جیبرلین طولی شدن ساقه، تسریع گلدهی و جوانه زدن بذرها را در برخی گیاهان کنترل می‌کند (Mohsenzadeh and Hertamani, 2015). اسید جیبرلیک جذب مواد غذایی و در نهایت تعداد برگ را در گیاه افزایش می‌دهد (Shah and Ahmad, 2006).

در پژوهشی اثر جیبرلیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی گل مریم مورد مطالعه قرار گرفت. یافته‌های این پژوهش نشان داد که جیبرلین در غلظت‌های ۵۰۰ پی‌پی‌ام موجب افزایش طول ساقه گل‌دهنده، طول خوشه گل و نیز موجب تسریع در ظهور ساقه گل‌دهنده گردید (Kheiri et al., 2010). جیبرلین نقش مهمی را در پیشرفت فرایندهای گوناگون در طول رشد گیاه از قبیل القای گلدهی، افزایش طول و ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، مقدار کلروفیل و عملکرد گیاهان مختلف ایفا می‌کند (Rani and Singh, 2013; Emami et al., 2011). کاربرد جیبرلیک اسید بر سوخ گل نرگس نشان داد، غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین موجب افزایش تعداد، وزن تازه و وزن خشک سوخ‌های دخترتی شد و استفاده از این تنظیم‌کننده رشد منجر به رشد بهتر، گل دهی و بهره‌وری بالاتر سوخ شد (Hassan and El-Azeim, 2019). نتایج آزمایش‌های Wankhade et al. (2002) نیز نشان داد در صورتی‌که جیبرلین با غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام قبل از کاشت برای تیمار سوخ‌های مریم به‌کار رود، سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها و تعداد گلچه‌های هر گل آذین می‌گردد.

یافته‌های پژوهشگران در گیاه رامی (Ramie) نشان داد که استفاده هم‌زمان جیبرلیک اسید و کود فسفره منجر به تولید زیست‌توده بیشتر در قیاس با استفاده جداگانه کود فسفره می‌شود. افزایش مشاهده شده در بازده زیست‌توده با کاربرد جیبرلیک اسید را می‌توان به بهبود رشد، توسعه کلروپلاست‌ها و تشدید کارایی فتوسنتزی نسبت داد (Ullah et al., 2017). نتایج مشابه در گیاه شنبلیله به بهبود محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها نسبت داده شده است (Ahmad Dar et al.,

2006). داده‌های جهانی نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۵۰ نیاز به کودهای فسفر ۵۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش خواهد یافت و منابع سنگ فسفات جهانی ظرف ۵۰ تا ۱۰۰ سال آینده تخلیه خواهند شد (Shabani, 2021). بنابراین بررسی استراتژی‌های تغذیه‌ای و کاهش مصرف کود در گلخانه‌های تولید گل و گیاهان زینتی باید همواره مورد توجه پژوهشگران باشد.

یافته‌های Bayat et al. (2017) بر روی گل حسرت نشان داد که کاربرد کود فسفر در غلظت ۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین بازدهی را برای صفات رویشی، زینتی و عملکرد گیاه به دنبال داشت. یافته‌های آن‌ها نشان داد که کاربرد کود فسفر باعث افزایش وزن و قطر گیاه‌های دخترتی، وزن خشک و تعداد دانه و کپسول در بوته می‌گردد. این نتایج اثبات نمود که فسفر عمدتاً رشد زایشی را ارتقا می‌دهد؛ در نتیجه انرژی بیشتری در بنه ذخیره شده و بنه‌های قوی‌تری تولید می‌شود (Khalaj and Nowrozi, 2018). در بررسی اثر غلظت‌های مختلف فسفر و روی بر عملکرد کمی و کیفی گل مریم بیان نمودند که بیشترین طول گل آذین، طول ساقه گل‌دهنده، قطر ساقه، طول گلچه، تعداد گلچه و قطر گلچه از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به‌دست آمد که در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود. آزمایشی توسط (Ramesh et al., 2002) جهت بررسی نیاز غذایی گل مریم به فسفر و نیتروژن انجام گردید. آن‌ها مشاهده نمودند که تعداد برگ و تعداد شاخه در هر گیاه، تعداد و وزن پیاز در هر گیاه با افزایش سطح فسفر تا ۲۴ گرم در متر مربع افزایش یافت. مصرف فسفر، اثر معنی‌داری روی تعداد شاخه گل و تعداد گلچه روی شاخه گل نداشت.

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در افزایش کمیت و کیفیت گل و گیاهان زینتی دارای اهمیت ویژه‌ای هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به اثرات مثبت جیبرلین‌ها در گیاهان زینتی اشاره کرد (Mashahiri and Hasanpurasil, 2016). جیبرلین یک هورمون گیاهی است که نقش مهمی را در

قارچی، سوخها به مدت ۱۵ دقیقه در محلول کاپتان ۱ درصد قرار داده شدند. در مرحله بعد تیمار هورمون جیبرلین (Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>), Merck, Germany) در سه سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر مورد استفاده قرار گرفت که در این مرحله به محلول های آماده شده هورمونی به منظور افزایش جذب جیبرلین، ۲ سی سی توئین ۲۰ اضافه گردید. با توجه به نوع تیمار، سوخها به مدت ۳۰ دقیقه در غلظت صفر (آب مقطر)، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین غوطه ور شدند.

گلدان های حاوی بستر کشت کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۷۰:۳۰ با فاصله ۳۰ سانتی متر روی ردیف و ۵۰ سانتی متر بین ردیف قرار گرفتند. سپس در هر گلدان با فاصله ۱۵ سانتی متر و عمق کاشت ۱۰ سانتی متر سه سوخ کاشته شد. تیمار فسفر در چهار سطح ۷/۷۵، ۱۵/۵، ۳۱ و ۶۲ میلی گرم بر لیتر بر روی گل مریم در طول دوره رشد همراه با محلول غذایی اعمال شد. میزان pH محلول غذایی با استفاده از اسید نیتریک روی ۶ تنظیم گردید. گیاهان تا زمان ظهور برگهای حقیقی با آب تصفیه آبیاری شدند. از زمان ظهور برگهای حقیقی تا قبل از گلدهی هر گلدان روزانه ۶۰۰ سی سی و از زمان شروع گلدهی تا پایان دوره ۹۰۰ سی سی محلول غذایی توسط هر گلدان دریافت گردید. تمام گلدانها در طول فصل رشد با محلول غذایی (Hoagland and Arnon (1950) و بر اساس غلظت فسفر خاص هر تیمار تغذیه گردیدند و ۴ سطح از غلظت های مختلف فسفر توسط کود منوپتاسیم فسفات (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) (۷/۷۵، ۱۵/۵، ۳۱ و ۶۲ میلی گرم بر لیتر) در شرایط سطوح مختلف تیماری جیبرلین مورد ارزیابی قرار گرفت. غلظت عناصر در محلول غذایی (mg/L) شامل N (۲۱۰)، K (۲۳۵)، Ca (۲۰۰)، P (۳۱)، Mg (۴۸/۶)، B (۰/۵)، Fe (۲/۹)، Mn (۰/۵)، Cu (۰/۰۲) و Mo (۰/۰۵) بود. با توجه به تغییرات غلظت فسفر در محلول غذایی، به منظور ثابت نگهداشتن غلظت سایر عناصر پرمصرف مانند نیتروژن و پتاسیم، از تغییر مقادیر کودهای حاوی آنها در تیمارهای

2015). با توجه به موارد مطرح شده، به نظر می رسد بررسی صفاتی همچون مدت زمان لازم جهت سبز شدن سوخها، تعداد شاخه تولیدی هر بوته، مدت زمان لازم جهت برداشت شاخه و عمر گلجای از صفات مهمی می باشد که لزوم بررسی آن تحت تغییرات غلظت های مختلف جیبرلیک اسید و فسفر در شرایط کشت هیدروپونیک گل مریم قابل تامل می باشد.

یکی از راهکارهای مهم برای رسیدن به حداکثر محصول در حداقل زمان و با کیفیت عالی، پرورش گیاهان به روش کشت بدون خاک یا هیدروپونیک در گلخانه می باشد. با توجه به نقش موثر فسفر در فعالیتهای فتوسنتزی، تشکیل گل و تولید اندام های زایشی محصولات گلخانه ای و همچنین نقش فعال هورمون جیبرلین به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی در تسریع گلدهی، پژوهش حاضر به بررسی اثرات هورمون جیبرلین و غلظت های مختلف فسفر بر ویژگی های رشدی و شاخص های گلدهی گل مریم در شرایط کشت هیدروپونیک خواهد پرداخت.

## مواد و روشها

این پژوهش در مجتمع گلخانه ای و آزمایشگاه تجزیه کیفی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در ۳۱ درجه شمالی و ۲۰ دقیقه و ۴۸ درجه شرقی و ۴۱ دقیقه با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا و در فاصله زمانی مهرماه ۱۳۹۹ تا پایان اردیبهشت ۱۴۰۰ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با ۳ تکرار اجرا گردید. متوسط دما و رطوبت این گلخانه به ترتیب ۲۲±۲ درجه سانتی گراد و ۵۰±۲ درصد بود. این گلخانه فاقد سیستم حرارتی، از جنس فلز و پوشش پلی کربنات بود. سوخ های گل مریم مورد استفاده در این پژوهش از یک واحد تولیدی گل مریم واقع در شهرستان دزفول تهیه گردید.

قبل از انجام تیمار جیبرلین، شستشو اولیه سوخها با آب مقطر صورت پذیرفت و به منظور جلوگیری از آلودگی های

مختلف جهت رسیدن به یک محلول متعادل و با غلظت یکسان از این دو عنصر استفاده گردید.

شاخص های رشدی و فیزیولوژیکی در حین و پایان فصل رشد مورد اندازه گیری و ارزیابی قرار گرفت. در این راستا به منظور بررسی مدت زمان لازم برای ظهور برگ سوخ ها (زمان ظهور برگ)، بازبینی سوخ ها به صورت روزانه انجام گرفت و مدت زمان لازم تا جوانه زدن آخرین سوخ در هر گلدان ثبت گردید. طول گل شاخه بریده و طول گل آذین با استفاده از خط کش اندازه گیری شد. تعداد غنچه و شاخه گل تولید شده در هر بوته در طول دوره کشت یادداشت و ثبت گردید. زمان برداشت شاخه در هر بوته تا انتهای دوره رشد مورد بازبینی و یادداشت برداری قرار گرفت. جهت اندازه گیری وزن تر برگ و ساقه از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده گردید. وزن خشک برگ و ساقه بعد از قرارگیری نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم مورد اندازه گیری قرار گرفت. برای محاسبه عمر گلجای در پایان دوره رشد گل هایی که قابلیت برداشت داشتند در ساعات ابتدایی صبح برداشت شدند. برای برداشت یکنواخت گل ها از نظر گل آذین و شاخه گل، زمانی که نیمی از گلچه های پایینی باز شده بودند برداشت انجام و در زیر آب آن ها را برش داده تا طول آن ها به ۵۰ سانتی متر برسد، سپس گل ها در شرایط آزمایشگاه (دمای  $24 \pm 1$  درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی  $45 \pm 5$  درصد) در داخل ظرفی با ۴۰۰ سی سی آب مقطر و با شرایط ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی قرار گرفتند. ضد عفونی ظروف نگهداری گل ها با آب و اتانول ۹۵ درصد و سپس محلول آب و مایع سفید کننده یک درصد انجام شد. عمر گلجایی در پیر شدن گلچه ها و ریزش آن ها در نظر گرفته شد (Moallaye Mazraei et al., 2020).

اندازه گیری فسفر به روش رنگ سنجی (وانادات-مولیبدات زرد) با کمی تغییرات انجام گرفت. بدین منظور

۰/۵ گرم از پودر گیاهی خشک توزین و به بشر ۱۰۰ میلی-لیتری منتقل و ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد به آن افزوده شد و به مدت ۲۴ ساعت در آزمایشگاه زیر هود به حال خود رها گردید تا نمونه گیاهی به خوبی در اسید هضم شود و به رنگ قهوه ای در آید. بعد از این مدت، مخلوط حاصل با استفاده از هیتر در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد در معرض حرارت قرار گرفت تا بخارات اسیدی از محلول خارج شوند و پس از خنک شدن یک میلی لیتر آب اکسیژنه ۳۰ درصد به آن اضافه و تا خارج شدن کلیه بخارات قهوه ای رنگ حرارت دادن ادامه یافت. پس از سرد شدن نمونه هضم شده در صورتی که رنگ عصاره شفاف نبوده نباشد یک میلی لیتر دیگر آب اکسیژنه به آن افزوده و حرارت داده شد تا نمونه شفاف گردد. سپس با افزودن مقداری آب دیونیزه به نمونه های کاملاً هضم شده، نمونه ها با کاغذ صافی واتمن ۴۲ به درون یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری صاف گردید و با آب دیونیزه به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شدند. سپس اندازه گیری به روش رنگ سنجی در طول موج ۴۳۰ نانومتر انجام گرفت (Tabatabaei, 2013). به منظور شمارش تعداد سوخ، در پایان دوره رشد و بعد از اتمام دوره برداشت گل و زرد شدن برگ ها، تعداد سوخ در هر بوته مورد شمارش قرار گرفت.

در پایان آزمایش، نرمال سازی داده ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف با استفاده از نرم افزار ۱۹ SPSS انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با نرم افزار SAS 9.3، مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار EXCEL انجام گردید.

## نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین داده های این آزمایش نشان داد که اثر اصلی فسفر و جیبیرلین در سطح احتمال ۱ درصد بر صفات رویشی و کمی مانند وزن تر و خشک برگ و ساقه، تعداد سوخ و تعداد غنچه معنی دار گردید. اگرچه زمان

جیبرلین در غلظت ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر در قیاس با تیمار شاهد به ترتیب باعث افزایش ۱۳/۷۶ و ۳۴/۳۲٪ تعداد غنچه در گل آذین های مریم پُرپر گردید (جدول ۲). اثرات متقابل غلظت های مختلف فسفر و هورمون جیبرلین بر تمام صفات رویشی و کمی ذکر شده (به غیر از مدت زمان لازم برای سبز شدن در سطح احتمال ۱ درصد) در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار گردید (جدول ۲). بر اساس نتایج به دست آمده از اثرات متقابل تیمارهای فسفر و اسیدجیبرلیک نشان داده شد که زمان ظهور برگ سوخها برعکس سایر صفات ذکر شده، بیشترین مقدار را در تیمار شاهد (۲۲ روز) و کمترین مقدار را در تیمار ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدجیبرلیک (۱۲/۳۳ روز) نشان داد که در صفت مذکور مقادیر کمتر برای تولیدکننده مطلوب و حائز اهمیت می باشد (جدول ۲). اثر بلوک روی هیچ کدام از صفات ذکر شده معنی داری نبوده است.

ظهور برگ سوخها تحت تاثیر غلظت های مختلف فسفر قرار نگرفت، اما غوطه ور سازی سوخها در غلظت های مختلف هورمون جیبرلین به طرز چشم گیری مدت زمان لازم برای ظهور جوانه های رویشی مریم پُرپر را تحت تاثیر قرار داد ( $p \leq 0.01$ ) (جدول ۱)؛ به گونه ای که در تیمار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین در قیاس با تیمار ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر، سوخها حدود یک هفته زودتر علائم ظهور جوانه های رویشی را به نمایش گذاشتند (جدول ۱).

نتایج اثرات متقابل غلظت های مختلف فسفر و هورمون جیبرلین نشان داد که بیشترین مقادیر وزن تر و خشک برگ و ساقه، تعداد سوخ و تعداد غنچه در غلظت ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و تیمار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدجیبرلیک و کمترین مقادیر برای صفات نام برده در تیمار صفر میلی گرم بر لیتر هورمون و ۷/۷۵ میلی گرم بر لیتر فسفر (تیمار شاهد) مشاهده گردید (جدول ۲)؛ به گونه ای که سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون

جدول ۱- اثرات اصلی غلظت های مختلف فسفر محلول غذایی و هورمون جیبرلین بر وزن تر و خشک برگ و ساقه، تعداد سوخ،

تعداد غنچه و مدت زمان لازم برای ظهور برگ در گیاه مریم پُرپر

**Table 1- Main effects of different concentrations of phosphorus (P) in the nutrient solution and gibberellin hormone (GA) on fresh and dry weight leaf (FWL and DWL) and stem (FWS and DWS), number of bulb, number of floret and time of leaf emergence in tuberose plant**

Treatment	FWL (g)	DWL (g)	FWS (g)	DWS(g)	Number of bulb	Number of floret	Time of leaf emergence (day)
<b>P</b>							
P1	39.84 <sup>b</sup>	8.23 <sup>b</sup>	9.47 <sup>b</sup>	1.80 <sup>b</sup>	6.33 <sup>c</sup>	18.11 <sup>b</sup>	19
P2	41.74 <sup>b</sup>	8.54 <sup>b</sup>	9.51 <sup>b</sup>	1.91 <sup>b</sup>	6.55 <sup>c</sup>	118.34 <sup>b</sup>	18.66
P3	55.69 <sup>a</sup>	9.66 <sup>a</sup>	10.31 <sup>a</sup>	2.08 <sup>a</sup>	10.33 <sup>a</sup>	20.68 <sup>a</sup>	17.66
P4	42.33 <sup>b</sup>	8.44 <sup>b</sup>	9.47 <sup>b</sup>	1.80 <sup>a</sup>	8.44 <sup>b</sup>	18.25 <sup>b</sup>	18
Significance	**	**	*	**	**	**	Ns
<b>GA</b>							
GA0	40.26 <sup>c</sup>	8.19 <sup>c</sup>	8.82 <sup>b</sup>	1.64 <sup>b</sup>	6.58 <sup>c</sup>	17.75 <sup>b</sup>	20.75 <sup>a</sup>
GA100	44.94 <sup>b</sup>	8.69 <sup>b</sup>	9.45 <sup>b</sup>	1.84 <sup>b</sup>	7.83 <sup>b</sup>	18.55 <sup>b</sup>	20.33 <sup>a</sup>
GA200	49.49 <sup>a</sup>	9.26 <sup>a</sup>	10.80 <sup>a</sup>	2.22 <sup>a</sup>	9.33 <sup>a</sup>	20.24 <sup>a</sup>	13.91 <sup>b</sup>
Significance	**	**	**	**	**	**	**

Ns, \* و \*\* به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. ستون های با حروف متفاوت بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری داشتند ( $p \leq 0.05$ )

Ns, \* and \*\*, Non-significant, significant at 0.05%, 0.01%, respectively. Means followed by a different lowercase letters in a column were significantly different according to Duncan's multiple-range test ( $p \leq 0.05$ ).

جدول ۲- اثرات متقابل غلظت‌های مختلف فسفر محلول‌غذایی و هورمون جیبرلین بر وزن تر و خشک برگ و ساقه، تعداد سوخ، تعداد غنچه و مدت زمان لازم برای ظهور برگ در گیاه مریم پُرپر

**Table 2- Interaction effects of different concentrations of phosphorus (P) in the nutrient solution and gibberellin hormone (GA) on fresh and dry weight leaf (FWL and DWL) and stem (FWS and DWS), number of bulb, number of floret and time of leaf emergence in tuberose plant**

Treatment	FWL (g)	DWL (g)	FWS (g)	DWS(g)	Number of bulb	Number of floret	Time of leaf emergence (day)
PGA							
P1GA0	34.91 <sup>f</sup>	7.57 <sup>e</sup>	8.51 <sup>e</sup>	1.62 <sup>c</sup>	5.33 <sup>f</sup>	17.51 <sup>cd</sup>	22 <sup>a</sup>
P1GA100	40.98 <sup>def</sup>	8.29 <sup>cde</sup>	8.98 <sup>cde</sup>	1.72 <sup>bc</sup>	6 <sup>ef</sup>	18.24 <sup>bcd</sup>	21.33 <sup>a</sup>
P1GA200	40.64 <sup>cde</sup>	8.81 <sup>bcd</sup>	10.75 <sup>ab</sup>	2.09 <sup>abc</sup>	7.66 <sup>cde</sup>	19.01 <sup>bcd</sup>	15.67 <sup>b</sup>
P2GA0	37.22 <sup>ef</sup>	8.02 <sup>de</sup>	8.57 <sup>de</sup>	1.62 <sup>c</sup>	5.66 <sup>ef</sup>	17.16 <sup>d</sup>	21 <sup>a</sup>
P2GA100	42.64 <sup>de</sup>	8.61 <sup>bcd</sup>	9.62 <sup>bcde</sup>	2.02 <sup>abc</sup>	6.66 <sup>def</sup>	18.24 <sup>bcd</sup>	20.67 <sup>a</sup>
P2GA200	45.35 <sup>cd</sup>	8.97 <sup>bc</sup>	10.33 <sup>abcd</sup>	2.09 <sup>abc</sup>	7.33 <sup>def</sup>	19.63 <sup>bc</sup>	14.33 <sup>c</sup>
P3GA0	49.58 <sup>bc</sup>	9.21 <sup>bc</sup>	9.18 <sup>abcde</sup>	1.74 <sup>bc</sup>	8.33 <sup>bcd</sup>	19.14 <sup>bcd</sup>	21.33 <sup>a</sup>
P3GA100	54.15 <sup>b</sup>	9.32 <sup>b</sup>	10.13 <sup>cd</sup>	2.01 <sup>bc</sup>	10 <sup>b</sup>	19.92 <sup>b</sup>	19.33 <sup>a</sup>
P3GA200	63.35 <sup>a</sup>	10.46 <sup>a</sup>	11.62 <sup>a</sup>	2.52 <sup>a</sup>	12.66 <sup>a</sup>	22.97 <sup>a</sup>	12.33 <sup>c</sup>
P4GA0	39.34 <sup>def</sup>	7.95 <sup>de</sup>	8.33 <sup>e</sup>	1.62 <sup>c</sup>	7 <sup>def</sup>	17.19 <sup>d</sup>	20.66 <sup>a</sup>
P4GA100	42.02 <sup>de</sup>	8.55 <sup>bcd</sup>	9.08 <sup>cde</sup>	1.64 <sup>bc</sup>	8.66 <sup>bcd</sup>	17.78 <sup>bcd</sup>	20 <sup>a</sup>
P4GA200	45.64 <sup>cd</sup>	8.82 <sup>bcd</sup>	10.51 <sup>abc</sup>	2.16 <sup>ab</sup>	9.66 <sup>bc</sup>	19.34 <sup>bcd</sup>	13.33 <sup>c</sup>
Significance	*	*	*	*	*	*	**

\* و \*\* به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. ستون‌های با حروف متفاوت بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری داشتند (p≤0.05)

\* and \*\* significant at 0.05%, 0.01%, respectively. Means followed by a different lowercase letters in a column were significantly different according to Duncan's multiple-range test (p≤0.05).

مدت زمان لازم برای برداشت گل برای تولید کننده حائز اهمیت می باشد که در تیمارهای فسفری کمترین و مطلوب ترین زمان در غلظت ۳۱ میلی‌گرم بر لیتر (۱۰۹/۸۶ روز) و در تیمارهای جیبرلینی در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۱۱۴/۵۱ روز) مشاهده گردید (جدول ۳). همچنین اثرات اصلی فسفر و جیبرلین در سطح احتمال ۱ درصد بر عمر گلجای گل مریم معنی دار بوده است. اگرچه محتوای فسفر برگ‌های گل مریم تحت تاثیر غلظت‌های مختلف فسفر محلول‌غذایی قرار گرفت اما غوطه‌ور سازی سوخ‌ها در تیمارهای جیبرلینی اثر معنی‌داری را بر غلظت فسفر گیاهان تحت تیمار نداشته است (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین داده‌های مرتبط با صفات زایشی و فیزیولوژیک گیاه مریم پُرپر نشان داد که اثرات اصلی هم فسفر و هم جیبرلین بر صفاتی مانند طول گل شاخه بریده و طول گل آذین، تعداد شاخه گل تولید شده در هر بوته، زمان برداشت شاخه در هر بوته و عمر گلجای در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است. به گونه ای که در تیمارهای فسفری بالاترین مقادیر طول شاخه، طول گل آذین و تعداد شاخه گل در غلظت ۳۱ میلی‌گرم بر لیتر و در سطوح مختلف جیبرلین بالاترین مقادیر این صفات در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مریم پُرپر مشاهده گردید (جدول ۳). همانند زمان ظهور برگ سوخ‌ها، مقادیر کمتر



جدول ۳- اثرات اصلی غلظت های مختلف فسفر محلول غذایی و هورمون جیبرلین بر طول شاخه گل، طول گل آذین، تعداد شاخه گل تولید شده، عمر گلجای، زمان برداشت گل (زمان برداشت) و محتوای فسفر گیاه مریم پُرپر

**Table 3- Main effects of different concentrations of phosphorus (P) in the nutrient solution and gibberellin hormone (GA) on length of flowering branches, Inflorescence length, number of flowering branches, vase life, flower harvesting time (Harvesting time) and phosphorus content (P content) in tuberose plant**

Treatment	Length of flowering branch (cm)	Inflorescence length (cm)	Number of flowering branch	Vase life (day)	Harvesting time (day)	P content (mg/g)
P						
P1	76.02 <sup>b</sup>	25.06 <sup>b</sup>	1.07 <sup>b</sup>	4.08 <sup>b</sup>	120.57 <sup>a</sup>	16.94 <sup>c</sup>
P2	76.95 <sup>b</sup>	25.46 <sup>b</sup>	1.11 <sup>b</sup>	4.13 <sup>b</sup>	118.35 <sup>a</sup>	19.83 <sup>bc</sup>
P3	85.74 <sup>a</sup>	28.67 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>	4.85 <sup>a</sup>	109.86 <sup>b</sup>	25.93 <sup>ab</sup>
P4	75.34 <sup>b</sup>	24.95 <sup>b</sup>	1.25 <sup>b</sup>	4.38 <sup>ab</sup>	118.39 <sup>a</sup>	27.53 <sup>a</sup>
Significance	**	**	**	**	**	**
GA						
GA0	76.06 <sup>c</sup>	25.08 <sup>b</sup>	1.05 <sup>b</sup>	3.95 <sup>b</sup>	118.54 <sup>a</sup>	22.59
GA100	78.28 <sup>b</sup>	25.97 <sup>b</sup>	1.22 <sup>b</sup>	4.25 <sup>b</sup>	117.34 <sup>a</sup>	20.92
GA200	81.17 <sup>a</sup>	27.05 <sup>a</sup>	1.46 <sup>a</sup>	4.87 <sup>a</sup>	114.51 <sup>b</sup>	23.41
Significance	**	**	**	**	**	Ns

Ns و \*\* به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. ستون های با حروف متفاوت بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری داشتند (p≤0.05)

Ns and \*\*, Non-significant, significant at 0.05%, 0.01%, respectively. Means followed by a different lowercase letters in a column were significantly different according to Duncan's multiple-range test (p≤0.05).

شاهد افزایش ۲۶/۰۶ درصدی طول شاخه گل، ۹۹ درصدی تعداد شاخه گل و ۵۸/۴۷ درصدی عمر گلجای گل های مریم پُرپر را به نمایش گذاشت (جدول ۴ و شکل ۱). همان گونه که در شکل مشخص است (شکل ۱) تعداد شاخه های گل مریم تولید شده به ازای هر بوته در تیمار ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین ۶۳/۱۱٪ بیشتر از تیمار ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و صفر میلی گرم بر لیتر جیبرلین بوده است.

نتایج اثرات متقابل فسفر و جیبرلین نشان داد که کوتاه ترین زمان لازم برای برداشت شاخه گل (۱۰۵/۷۴ روز) در تیمار ترکیبی ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین و بیشترین زمان لازم در تیمار شاهد (۱۲۲/۲۴ روز) مشاهده گردید (شکل ۲). همچنین یافته های این پژوهش نشان داد که در قیاس با تیمار ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و صفر میلی گرم بر لیتر جیبرلین، غوطه ور سازی سوخ های گل مریم در تیمار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین و محلول دهی غلظت ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر حدوداً

اثرات متقابل غلظت های مختلف فسفر و جیبرلین بر طول شاخه گل و محتوای فسفر برگ های گیاه مریم در سطح احتمال ۵ درصد و بر طول گل آذین، تعداد شاخه گل، عمر گلجای و زمان لازم برای برداشت گل در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۴ و شکل ۱). نتایج اثرات متقابل غلظت های مختلف فسفر و جیبرلین نشان داد که بالاترین مقادیر طول شاخه گل (۸۹/۷۲ سانتی متر)، طول گل آذین (۵/۴۶ سانتی متر)، تعداد شاخه گل تولید شده در هر بوته (۱/۹۹ شاخه) عمر گلجای (۵/۶۱ روز) در تیمارهای ترکیبی ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین مشاهده گردید (جدول ۴ و شکل ۱). همچنین کمترین مقادیر برای صفات ذکر شده در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۴ و شکل ۱).

طول شاخه گل، تعداد شاخه گل و عمر گلجای از مهم ترین شاخص های تولیدی گل مریم برای هر تولیدکننده محسوب می شود که در تیمار ترکیبی ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین در قیاس با تیمار

محتوای فسفر برگ های گیاه مریم نشان داد که برخلاف صفات ذکر شده در بالا، بالاترین مقدار این عنصر در تیمار ۶۲ میلی گرم بر لیتر فسفر و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین و کمترین آن در تیمار شاهد ثبت گردید (جدول ۴).

کاهش یک هفته‌ای (۱۱۲/۹۷ روز در مقابل ۱۰۵/۷۴ روز) مدت زمان لازم برای برداشت گل های مریم پُرپر را به همراه داشت که می تواند از نتایج جالب توجه این پژوهش برای تولیدکنندگان و گلخانه داران باشد. همچنین بررسی اثرات متقابل غلظت های مختلف فسفر و جیبرلین بر

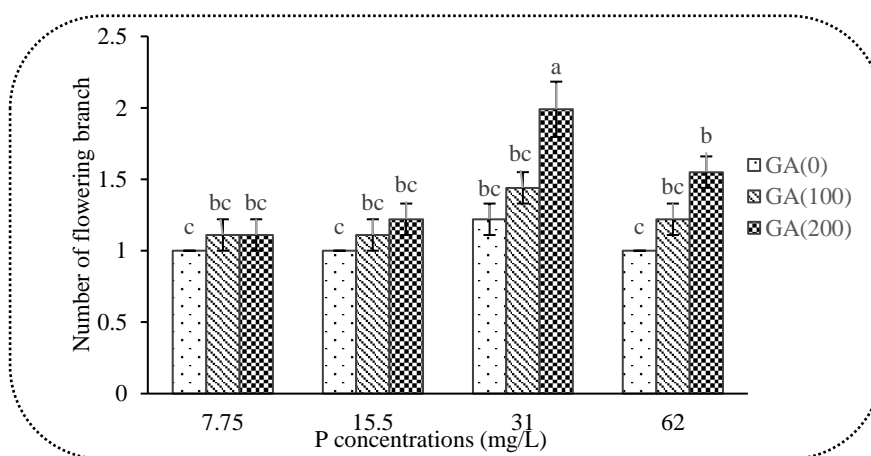
جدول ۴- اثرات متقابل غلظت های مختلف فسفر محلول غذایی و هورمون جیبرلین بر طول شاخه گل، طول گل آذین، عمر گلجای و محتوای فسفر گیاه مریم پُرپر

Table 4- Interaction effects of different concentrations of phosphorus (P) in the nutrient solution and gibberellin hormone (GA) on length of flowering branches, Inflorescence length, vase life and phosphorus content (P content) in tuberose plant

Treatment	Length of flowering branch (cm)	Inflorescence length (cm)	Vase life (day)	P content (mg/g)
PGA				
P1GA0	71.17 <sup>de</sup>	24.32 <sup>cd</sup>	3.54 <sup>c</sup>	13.43 <sup>e</sup>
P1GA100	75.39 <sup>cde</sup>	24.62 <sup>cd</sup>	4.24 <sup>b</sup>	17.15 <sup>d</sup>
P1GA200	78.49 <sup>c</sup>	26.24 <sup>bc</sup>	4.46 <sup>b</sup>	20.23 <sup>c</sup>
P2GA0	74.97 <sup>cde</sup>	24.51 <sup>cd</sup>	3.93 <sup>c</sup>	21.77 <sup>c</sup>
P2GA100	77.17 <sup>cd</sup>	25.72 <sup>cd</sup>	3.88 <sup>c</sup>	14.14 <sup>e</sup>
P2GA200	78.74 <sup>c</sup>	26.16 <sup>bc</sup>	4.56 <sup>b</sup>	21.58 <sup>c</sup>
P3GA0	83.00 <sup>b</sup>	27.76 <sup>b</sup>	4.39 <sup>b</sup>	25.21 <sup>b</sup>
P3GA100	84.48 <sup>b</sup>	28.07 <sup>b</sup>	4.53 <sup>b</sup>	27.03 <sup>ab</sup>
P3GA200	89.72 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	5.61 <sup>a</sup>	24.27 <sup>b</sup>
P4GA0	72.13 <sup>e</sup>	23.75 <sup>d</sup>	3.94 <sup>c</sup>	27.06 <sup>ab</sup>
P4GA100	76.09 <sup>cd</sup>	25.50 <sup>cd</sup>	4.34 <sup>b</sup>	27.26 <sup>ab</sup>
P4GA200	77.74 <sup>cd</sup>	25.62 <sup>cd</sup>	4.86 <sup>b</sup>	29.54 <sup>a</sup>
Significance	*	**	**	*

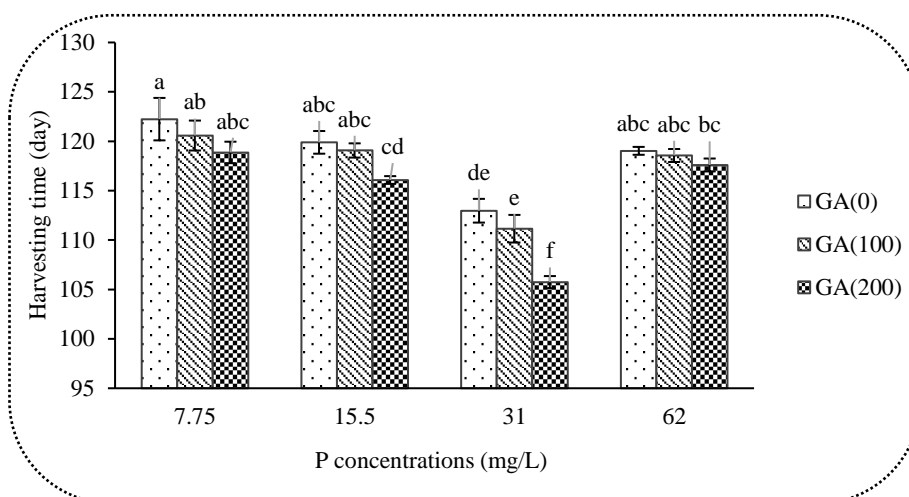
\* و \*\* به ترتیب عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪. ستون های با حروف متفاوت بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری داشتند (p≤0.05)

\* and \*\* significant at 0.05%, 0.01%, respectively. Means followed by a different lowercase letters in a column were significantly different according to Duncan's multiple-range test (p≤0.05).



شکل ۱- اثر متقابل غلظت های مختلف فسفر محلول غذایی و آغشته سازی سوخها با جیبرلیک اسید بر تعداد شاخه گل مریم پُرپر

Fig 1- The interaction effect of different concentrations of phosphorus in the nutrient solution and the impregnation of cuttings with gibberellic acid on the number of branches of polianthes



شکل ۲- اثر متقابل غلظت های مختلف فسفر محلول غذایی و آغشته سازی سوخ ها با جیبرلیک اسید بر زمان برداشت گل مریم پُرپر

Fig 2- The interaction effect of different concentrations of phosphorus in the nutrient solution and the impregnation of cuttings with gibberellic acid on harvesting time

پیازچه تولیدی تاثیر دارند (Dhua et al., 2005). جیبرلین یکی از این عوامل هست که در رشد طولی شاخساره، نمو گل، تنژیدگی بذر دخالت دارد و از طریق اثر بر فتوستز، جهت متابولیسم منبع - مصرف را تغییر می دهد. این هورمون در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه وارد شده و نقش مهمی را در پیشرفت فرآیندهای گوناگون ایفا می کند و موجب آثار مطلوبی مانند تحریک تقسیم سلولی و طولیل شدن سلول، انگیزش گل، طولیل شدن ساقه، گلدهی یکسان، تحریک توسعه گل، کوتاه کردن زمان کاشت تا گلدهی، افزایش اندازه و تعداد گل، مقدار کلروفیل و عملکرد گیاهان مختلف می شوند (Franssen et al., 1996; Rani and Singh, 2013). هیدرولیز ترکیبات ذخیره ای گیاه توسط اسید جیبرلیک تسهیل می شود. به گونه ای که اسید جیبرلیک موجب تحریک آنزیم آلفا آمیلاز و دیگر آنزیم های هیدرولیزی می گردد، که خود عامل هیدرولیز کننده برای منبع ذخیره ای می باشد و هیدرولیز نشاسته به قندهای کوچکتر و قابل انتقال باعث کاهش زمان جوانه زنی و در نهایت تسریع در گلدهی می شود (Brooking and Cohen, 2002; Rogers, 2006). استفاده از هورمون اسید جیبرلیک می تواند با افزایش طول عمر برگ ها، در طولانی شدن عمر گلجایی گل های بریدنی

غوطه ور کردن سوخ های گل مریم پُرپر در غلظت بالای اسید جیبرلیک (۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) و افزودن کود منوپتاسیم فسفات به عنوان کود فسفره به بستر کشت تا غلظت ۳۱ میلی گرم بر لیتر سبب افزایش معنی داری در صفات کمی از قبیل وزن تر و خشک برگ و ساقه، تعداد سوخ، تعداد غنچه، تعداد شاخه گل، طول شاخه گل، طول گل آذین و عمر گلجایی شد که با افزایش غلظت فسفر تا سطح ۶۲ میلی گرم بر لیتر روند کاهشی را در تمام صفات ذکر شده به نمایش گذاشت. مشاهدات ذکر شده برای صفات فیزیولوژیک مانند محتوای فسفر نیز به همین صورت بود. اما در صفات زمان برداشت گل و زمان ظهور برگ سوخ ها نتایج عکس نشان دادند؛ به این صورت که در غلظت پایین کود فسفره (۷/۷۵ میلی گرم بر لیتر) و اسید جیبرلیک (صفر میلی گرم بر لیتر) بیشترین مقادیر را به نمایش گذاشت. با توجه به اینکه در صفات مذکور مقادیر پایین تر برای ما مطلوب است باعث افزایش سرعت سبز شدن و همچنین سریع تر کردن زمان برداشت گل در تیمار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک و ۳۱ میلی گرم بر لیتر کود فسفره گردید.

گل مریم به دو منظور تولید گل و تولید سوخ کشت می گردد و عوامل متعدد داخلی و خارجی بر کیفیت گل و

مؤثر باشد (Ichimura and Goto, 2000).

تحقیقات انجام شده نشان داد که استفاده از جیبرلین بر روی پیازچه‌ها قبل از کاشت، گلدهی را افزایش می‌دهد، به طوری که Dhua et al. (2005) اظهار داشتند که استفاده از اسید جیبرلیک به مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌تواند تعداد شاخه گل‌دهنده را افزایش دهد که در این پژوهش نیز در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تعداد شاخه گل به طور معنی - داری افزایش یافت. این نتایج با یافته‌های Mortezainejad and Emetadi (2018) در گل مریم همخوانی دارد.

در پژوهشی دیگر نشان داده شد که اسیدجیبرلیک موجب افزایش طول ساقه گل‌دهنده، طول خوشه گل و نیز موجب تسریع در ظهور ساقه گل‌دهنده مریم پرپر گردید (Kheiri et al., 2010). پژوهش‌های De and Dhiman (2001) نیز نشان داد که خیساندن سوخ‌های گل مریم به مدت یک ساعت با جیبرلین ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، اثر مثبتی بر روی دوام عمر و باز شدن گلچه‌های مریم داشت. نتایج آزمایش‌های Wankhade et al. (2002) نیز نشان داد در صورتی که جیبرلین با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر قبل از کاشت برای تیمار سوخ‌های مریم به کار رود، سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها و تعداد گلچه‌های هر گل آذین می‌گردد. نتایج بررسی محتوای مواد مغذی، جذب و عملکرد در گل همیشه بهار آفریقایی تحت تأثیر محلول پاشی اسید جیبرلیک در چهار غلظت ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نشان داد که حداکثر مقدار فسفر و پارامترهای عملکرد یعنی وزن گل، تعداد بوته گل، عملکرد بوته گل با محلول پاشی ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک ثبت شد و نیز اثر متقابل اسید جیبرلیک و نیتروژن بر میزان این صفات غیرمعنی دار بود (Badge et al., 2015). یافته‌های Edrisi and Mirzaei (2017) نشان داد که غلظت بالاتر اسید جیبرلیک تأثیر معنی‌داری بر روی صفاتی مانند تعداد و سطح برگ، اندازه، طول و قطر گلچه، وزن تر و خشک گل آذین، ارتفاع و تعداد ساقه گل، تعداد و وزن سوخ‌ها داشت که بهبود کیفیت گل عمدتاً با صفات ذکر

شده مرتبط است. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر تحریکی اسید جیبرلیک بر عوامل رشدی را می‌توان به تأثیر آن بر انتقال ترکیبات و طولی شدن سلول‌ها مرتبط دانست که در نهایت سبب بهبود ویژگی‌های گلدهی می‌شود.

در پژوهش ما غلظت‌های مختلف هورمون جیبرلین روند مشخصی از کم کردن زمان برداشت گل و زمان ظهور برگ سوخ‌ها به نمایش گذاشتند. به طور کلی، گلدهی در گیاهان معمولاً با تغییرات هورمونی و قندی مرتبط است. یک پیشرفت انتقالی از رشد رویشی به فاز زایشی معمولاً در پاسخ به برخی عوامل محیطی انجام می‌شود، زیرا این عوامل معمولاً سبب ایجاد تغییرات مختلف در سطح هورمون‌ها (کاهش سطح ABA) و قندها می‌گردد و از طرفی دیگر کاربرد جیبرلین سبب فعال شدن آنزیم آلفا- آمیلاز می‌شود که باعث تجزیه نشاسته به قندهای ساده می‌شود. نتایج مشابه با یافته‌های این پژوهش توسط Abou-Taleb and Kandeel (2001) و Al-Khassawneh et al. (2006) نیز گزارش شده است. از سوی دیگر یافته‌های Selim et al. (2017) نشان داد که محلول پاشی گیاهان توسط جیبرلین سبب ارتقاء کیفیت گل‌دهی می‌گردد. در حالی که کاهش روزهای کاشت تا گل‌دهی ممکن است به دلیل رشد اولیه گل، تمایز سلولی و استفاده زود هنگام از عناصر غذایی باشد. اثر مطلوب کاربرد جیبرلین‌ها بر افزایش سایر پارامترها ممکن است به دلیل بهبود راندمان فیزیولوژیکی، جذب انتخابی یون، جذب آب کافی و ایجاد نرخ بالای رسوب انباشته باشد (Selim et al., 2017).

عناصر غذایی نقش عمده‌ای در رشد و توسعه گیاهان دارند (Singh, 2000). این عناصر غذایی، خواص شیمیایی و بیولوژیک خاک را بهبود بخشیده و در نتیجه موجب افزایش عملکرد گیاهان می‌شوند (Tabatabaei, 2013). با توجه با اثر مثبت فسفر بر مراحل زایشی گیاه از جمله تولید گل، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش جذب فسفر نقش موثری را در تسریع گلدهی و شاخص‌های زایشی مرتبط با گل مریم داشته است (Khammami et al., 2016). یافته

جیبرلین بوده است؛ در واقع علیرغم کاهش ۵۰ درصدی در غلظت فسفر محلول غذایی، تیمار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین توانسته بود سهم بسزایی در ظهور غنچه های گل مریم داشته باشد (جدول ۴ و شکل ۲). در واقع در تیمارهای کاهش یافته فسفری، هورمون جیبرلین با اثر هم افزایی نقش موثری را در تحریک فاز زایشی و بهبود شاخص های گلدهی گل مریم داشته است. نتایج Noori et al. (2018) نشان داد که هم فسفر و هم اسید جیبرلیک جنبه های کمی و کیفی انگور را بهبود می بخشند. علاوه بر این، هنگامی که فسفر و اسید جیبرلیک به صورت ترکیبی استفاده شوند، سبب ایجاد تأثیرات مثبت بر صفات رشدی انگور می شوند. مطابق اظهارات Ichimura and Goto (2000) جیبرلین به طور مؤثری موجب حفظ کلروفیل در گیاه و جلوگیری از زردی برگ ها پس از برداشت گل های شاخه بریدنی می شوند که همین امر باعث افزایش طول عمر گیاه می گردد. به طور مشابه، جیبرلین می تواند سرعت رشد را با افزایش سطح برگ و در نتیجه فتوسنتز افزایش دهد (Ghorbanli et al., 1999). علاوه بر این، جیبرلین برای جلوگیری از تخریب کلروپلاست و کلروفیل که در نهایت منجر به افزایش محتوای کلروفیل و کاهش پیری برگ گل های آلسترومریا می شود، مؤثر است (Jordi et al., 1994). بررسی تأثیر کاربرد همزمان فسفر و اسید جیبرلیک ( $GA_3$ ) بر رشد و کیفیت گل میخک نشان داد که محلول پاشی بوته ها با  $GA_3$  به تنهایی یا همراه با مقادیر مختلف کود فسفر باعث تحریک رشد و تولید گل و کیفیت آن نسبت به گیاهان شاهد شد و همچنین میزان کلروفیل کل، کارتنوئیدها، کربوهیدرات کل و محتوای فسفر در برگ ها در نتیجه کاربرد  $GA_3$  و فسفر نسبت به گیاهان تیمار نشده (شاهد) به طور معنی داری افزایش یافت (El-Naggar et al., 2009) که یافته های این پژوهش با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. یافته های (Ullah et al., 2017) نشان داد که استفاده از جیبرلین ممکن است با افزایش محتوای جیبرلین درون زه، حذف استرس اکسیداتیو و حفظ یکپارچگی

های پژوهشگران نشان می دهد که فسفر در سطح کافی سرعت تبدیل و بلوغ زودرس را افزایش می دهد (Ahmad et al., 2017). در بسیاری از پژوهش های انجام شده گزارش شده است که مصرف فسفر موجب افزایش خصوصیات کمی و کیفی گل مریم شده است ولی مصرف بیش از حد آن موجب اثرات معکوس روی خصوصیات کمی و کیفی گل مریم گردید و علاوه بر آن موجب کاهش جذب عناصر ریزمغذی گردید (Khalaj and Nowrozi, 2018). بر اساس نتایج به دست آمده از این آزمایش هم مشاهده گردید که افزایش صفات کمی اندازه گیری شده با افزایش غلظت فسفر متوقف گردید و تیمار فسفر با غلظت ۶۲ میلی گرم بر لیتر باعث کاهش معنی دار این صفات گردید. نتایج این مطالعه با مشاهدات Dahiya et al. (2001) مطابقت داشت به این صورت که مصرف ازت و فسفر در مقادیر بالا، اثر معکوس بر رشد و عملکرد وزن خشک گل مریم داشت. علاوه بر این Gupta et al. (2006) گزارش کردند که کوددهی گل مریم با کود فسفره باعث افزایش طول ساقه گلدهنده شد. استفاده از کودهای فسفره نیز باعث افزایش تعداد گلچه و طول سنبله گل گلابول می گردد. آن ها بیان کردند که فسفر یکی از عناصر سازنده سلول گیاه بوده و برای تقسیم سلولی، طویل شدن سلول ها، توسعه و رشد گیاه ضروری است (Lehri et al., 2011). نتایج مشابه توسط Selim et al. (2017) بر نقش مثبت فسفر در کنترل بیلان انرژی گیاه و تقسیم مواد قندی تولید شده به سمت اندام های زایشی اشاره دارد. مطالعات نشان داد که فسفر رشد ریشه سالم را افزایش می دهد که به استفاده مؤثر از آب و مواد مغذی و در نتیجه رشد قوی ساقه و شاخ و برگ، تولید تعداد زیادی گل و زودبار شدن میوه کمک می کند (Ahmad et al., 2017). یکی از یافته های مهم این پژوهش عدم وجود اختلاف معنی دار در مدت زمان لازم برای برداشت گل در تیمارهای ۱۵/۵ میلی گرم بر لیتر فسفر و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر جیبرلین و تیمار ۳۱ میلی گرم بر لیتر فسفر و صفر میلی گرم بر لیتر

بهره‌گیری از این هورمون می‌تواند سبب کاهش مدت زمان تولید و عرضه سریعتر این محصول در بازارهای هدف شود. طول شاخه گل، تعداد شاخه گل و عمر گلجای از مهم‌ترین شاخص‌های تولیدی گل مریم برای هر تولیدکننده محسوب می‌شود که در تیمار استاندارد فسفر (۳۱ میلی‌گرم بر لیتر) و غلظت بالای اسیدجیبرلیک (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در قیاس با تیمار شاهد وضعیت به‌مراتب مطلوب‌تری را ایجاد نمود. همچنین بررسی تیمارهای فسفوری در شرایط آغشته سازی هورمون اسید جیبرلیک نشان داد که استفاده از غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلین در نصف غلظت استاندارد فسفر در محلول غذایی (۱۵/۵ میلی‌گرم بر لیتر) نتایج مشابهی را از نظر مدت زمان لازم تا برداشت با تیمار استاندارد آن ایجاد کرد که می‌تواند از نتایج قابل توجه مطالعه حاضر به منظور کاهش مصرف کودهای فسفوره و حصول شرایط زایشی و گلدهی یکسان باشد، اگرچه توجه به تفاوت های صفات بیومتریکی و فیزیولوژیک نیز در تیمارهای ذکر شده می‌تواند حائز اهمیت باشد.

### سپاسگزاری

هزینه اجرای این طرح توسط معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تامین شده است. بدین وسیله از حمایت و پشتیبانی آن‌ها تشکر به‌عمل می‌آید.

### منابع

Abou-Taleb, N.S. and A.M. Kandeel. 2001. Effect of fertilization level and GA application on growth, flowering, bulb productivity and chemical composition of *Iris tingitana* cv. Wedgewood. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences. 9: 803-824.

Ahmad, H., M. Sajjid, S. Hayat, R. Ullah, M. Ali, A. Jamal, A. Rahman, Z. Arman, and J. Ali. 2017. Growth, yield and fruit quality of strawberry (*Fragaria ananasa* Dutch) under different phosphorus levels. Research in Agriculture. 2 (2): 19-28.

سلولی باعث بهبود رشد و عملکرد شود. یافته‌های پژوهشگران نشان داد که استفاده از  $GA_3$  همراه با کود فسفره در گیاه رامی (*Boehmeria nivea*) منجر به تولید بیشتر زیست توده نسبت به کود به تنهایی می‌شود. افزایش مشاهده شده در بازده زیست توده با کاربرد  $GA_3$  را می‌توان به بهبود رشد، توسعه کلروپلاست‌ها و تشدید کارایی فتوسنتزی نسبت داد (Ullah et al., 2017). افزایش عمر گلجای گل مریم همزمان با افزایش سطوح فسفر محلول غذایی و استفاده تنظیم‌کننده‌های رشد مشاهده گردید. در این راستا نتایج Ahmad et al. (2017) نشان داد که ATP یک فسفات انرژی مورد نیاز برای سنتز نشاسته است. این ATP های غنی از انرژی همچنین می‌توانند به کوآنزیم های دیگری مانند یوریدین تری فسفات (UTP) و گوانوزین (GTP) که برای سنتز سلولز و ساکارز مورد نیاز هستند، منتقل شوند و در نهایت با ذخیره مواد ساختاری و ذخیره ای کافی سبب بهبود عمر نگهداری گیاهان گردد. بررسی غوطه‌وری غلظت‌های مختلف جیبرلین در هر یک از سطوح ۱۵/۵، ۳۱ و ۶۲ میلی‌گرم بر لیتر فسفر نشان داد که تیمار جیبرلینی تاثیر معنی داری بر محتوای فسفر برگ‌ها نداشته است و محتوای فسفر بیشتر از آن که تحت تاثیر غوطه‌وری هورمونی باشد تحت تاثیر سطوح فسفوری خود بوده است که از نتایج قابل انتظار پژوهش حاضر بود.

### نتیجه گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که آغشته‌سازی سوخ‌ها توسط هورمون جیبرلین و افزودن کود منوپتاسیم فسفات به محلول‌های غذایی سبب بهبود شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیک گل مریم پرپر در شرایط کشت هیدروپونیک می‌گردد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از تیمار هورمونی نقش بسزایی در کاهش مدت زمان ظهور برگ سوخ‌های مریم داشته است. علاوه بر این کوتاه‌تر شدن زمان برداشت شاخه در تیمارهای ترکیبی ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدجیبرلیک و ۳۱ میلی‌گرم بر لیتر فسفر نشان داد که

- Edrisi, B. and S. Mirzaei. 2017. An investigation into the effect of gibberellic acid and storage temperature on vegetative and reproductive characteristics of tuberose (*Polianthes tuberosa*). *Journal of Ornamental Plants*. 7(2): 137-146.
- Elibox, W. and P. Umaharan. 2008. Morphophysiological characteristics associated with vase life of cut flowers of anthurium. *HortScience*. 43(3): 825-831.
- Emami, H., M. Saeidnia, A. Hatamzadeh, D. Bakhshi, and E. Ghorbani. 2011. The effect of gibberellic acid and benzyladenine in growth and flowering of Lily (*Lilium longiflorum*). *Advances in Environmental Biology*. 1606-1612.
- El-Naggar, A.H., A.A.M. El-Naggar, and N.M. Ismaiel. 2009. Effect of phosphorus application and gibberellic acid (GA3) on the growth and flower quality of *Dianthus caryophyllus* L. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*. 6(4): 400-410.
- Emami, H., M. Saeidnia, A. Hatamzadeh, D. Bakhshi, and E. Ghorbani. 2011. The effect of gibberellic acid and benzyladenine in growth and flowering of Lily (*Lilium longiflorum*). *Advances in Environmental Biology*. 1606-1612.
- Franssen, H., P.G.J.M. Voskens, C. Van der Hulst, and W. De Munk. 1996. The involvement of GA4/7 in growth and flowering of tulip cv. Apeldoorn. In VII International Symposium on Flower bulbs. 430: 95-100.
- Fouda, K.F. 2017. Effect of phosphorus level and some growth regulators on productivity of faba bean (*Vicia faba* L.). *Egyptian Journal of Soil Science*. 57 (1): 73-87.
- Gupta, R.R., M. Shukla, and S. Kumar. 2006. Effect of nitrogen and phosphorus on flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Crop Research-Hisar*. 32(3): 539.
- Ghorbanli, M., S.H. Kaveh, and F.M. Sepehr. 1999. Effects of cadmium and gibberellin on growth and photosynthesis of *Glycine max*. *Photosynthetica*. 17: 627-631.
- Hassan, A.A. and A. El-Azeim. 2019. Gibberellic acid usage relieving salinity adverse effects on growth, flowering and bulb production of tuberose plants (*Polianthes tuberosa* L.). *Journal of Plant Production*. 10(12): 1051-1058.
- Ahmad Dar, T., M. Uddin, M.M.A. Khan, A. Ali, N. Hashmi, and M. Idrees. 2015. Cumulative effect of gibberellic acid and phosphorus on crop productivity, biochemical activities and trigonelline production in *Trigonella foenum-graecum* L. *Cogent Food and Agriculture*. 1(1): 995950.
- Al-Khassawneh, N.M., N.S. Karam, and R.A. Shibli. 2006. Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. *Scientia Horticulturae*. 107: 187-193.
- Badge, S., D.M. Panchbhai, and R.P. Gajbhiye. 2015. Nutrient content, uptake and yield in African marigold (*Tagetes erecta* Linn) as influenced by pinching and foliar application of gibberellic acid. *Indian Journal of Agricultural Research*. 49(6): 534-538.
- Bayat, H., M.H. Amini Fard, and M. Alirezaei Naqander. 2017. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium chemical fertilizers on some vegetative, ornamental characteristics and corm performance in the wild variety of Hasrat flower. *Iranian Journal of Horticultural Science*. 49(4):947-939.
- Brewster, J.L. 1994. Onion and other vegetable Alliums. CAB International. Wallingford Oxon UK.
- Brooking, I.R. and D. Cohen. 2002. Gibberellin-induced flowering in small tubers of *Zantedeschia 'Black Magic'*. *Scientia Horticulturae*. 95(1): 63-73.
- Dahiya, S.S., S. Mohansundram, S. Singh, and D.S. Dahiya. (2001). Effect of nitrogen and phosphorus on growth and dry matter yield of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Haryana Journal of Horticultural Sciences*. 30(3): 198-200.
- De, L.C. and K.R. Dhiman. 2001. Effect of manures, potassim and GA3 on growth, flowering and longevity of tuberose. *Joutnal of Ornamental Horticulture*. 4: 50-52.
- De hertogh, A. and M. Le Nard. 1993. Physiology of bulbous plant. Elsevier Sciece Publisher B.V.
- Dhua, R.S., S.K. Ghosh, S.K. Mitra, L.P. Yadav, and T.K. Bose. 2005. Effect of bulb size, temperature treatment of bulbs and chemicals on growth and flower production in tuberose. *Acta Horticulture*. 205: 121-128.

- Mandhare, K.S., Y.B. Dharmik, N.S. Nagdeve, and M.D. Pote. 2021. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and flowering of calendula. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 10(3): 193-196.
- Mashahiri, Y. and M. Hasanpurasil. 2016. Investigating the effects of gibberellic acid and humic acid on morphological indicators and flowering life of *Narcissus* cut flowers. *Journal of Plant Production*. 24(4): 92-79.
- Moallaye Mazraei, S. M. Chehrazi, and E. Khaleghi. 2020. The effect of calcium nanochelate on morphological, physiological, biochemical, characteristics and vase life of three cultivars of *Gerbera* under hydroponic system. *Plant Productions*. 43 (1): 53-66.
- Mohsenzadeh, S. and A. Hertamani. 2015. *Botany 1: Morphology and Physiology*. Moghim publications. Esfahan.
- Mortezainejad, F. and N. Emetadi, 2018. Investigating the effect of gibberellic acid on flower quality and flowering time of Maryam flower. *New knowledge of agriculture*. 6(18):96-89.
- Noori, A.M., M.A.A. Lateef, and M.H. Muhsin. 2018. Effect of phosphorus and gibberellic acid on growth and yield of grape (*Vitis vinifera* L.). *Research on Crops*. 19(4): 643-648.
- Ogunlela, V.B., M.T. Masarirambi, and S.M. Makuza. 2005. Effect of cattle manure application on pod yield and yield indices of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) in semi-arid and subtropical environment. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 3(1): 125-129.
- Ramesh, K., S. Gobind, and D.S. Yadav. 2002. Studies on N and P requirement of tuberose (*Polianthes tuberosa* Linn.) cv. Single in hilly soils. *Indian Horticulture*. 20: 25-31.
- Rani, P. and N. Singh. 2013. Impact of gibberellic acid pretreatment on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Prajwal. *Journal of Tropical Plant Physiology*. 5: 33-41.
- Rao, I.M., A. Arulanantham, and N. Terry. 1989. Leaf phosphate status, photosynthesis and carbon partitioning in sugar beet. *Plant Physiology*. 90: 820-826.
- Hoagland, D.R., and D.I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Circular. California agricultural experiment station. 347(2nd edit).
- Ichimura, K. and R. Goto. 2000. Effect of gibberellin A3 on leaf yellowing and vase life of cut *Narcissus tazetta* var. *chinensis* flowers. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 69(4): 423-427.
- Jordi, W., C.S. Pot, G.M. Stoop, and A.H.C.M. Schapendonk. 1994. Effect of light and gibberellic acid on photosynthesis during leaf senescence of *Alstroemeria* cut flowers. *Physiology Plant*. 90: 293-298.
- Khalaj, M.A. and B. Idrisi. 2012. The effect of nitrogen and planting density on the absorption of nutrients and the quantitative and qualitative characteristics of the double cultivar (*Polianthes tuberosa* L.'Double'). *Journal of Horticultural Sciences*. 27(1): 66-59.
- Khalaj, M.A. and A. Nowrozi Sharaf. 2018. The effect of different concentrations of phosphorus and zinc on the quantitative and qualitative yield of Marigold. The 11th Congress of Horticultural Sciences of Iran. 4 September 2018. Urmia. Iran.
- Khammami, M. d. Hashem Abadi, A. Brari Tajani, and A. Fallah. 2016. Comparison of the effect of biological and chemical phosphorus fertilizers on phosphorus absorption and performance of spring ornamental plants. *Applied Soil Research*. 5(1): 80-92.
- Kheiri, A., A. Khaleghi, Y. Mostofi, and R. Naderi. 2010. The effect of different concentrations of gibberellin and 6-benzyl adenine on the quantitative and qualitative characteristics of Marigold of pepper cultivar. *Journal of crops improvement*. 13(1): 9-19.
- Lehri, S.M., A.A. Kurd, M.A. Rind, and N.A. Bangulzai. 2011. The response of *Gladiolus tristis* L. to N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fertilizers. *Sarhad Journal of Agriculture*. 27(2): 185-188.
- Malakouti, M.J., S.J. Tabatabaei, and M. Kafi. 2006. Innovative approaches to the timely application of nutrients in plants. Horticultural Department. Ministry of Jihad-e-Agriculture. Sana Publication Co. Tehran, Iran.



Shah, S.H. and I. Ahmad. 2006. Effect of gibberellic acid spray on growth, nutrient uptake and yield attributes during various growth stage of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*. 5 (5): 881-884.

Singh, K.P. 2000. Response of single or split doses of nitrogen application on growth, flowering and corm production in gladiolus. *Advances in plant sciences*. 13(1): 79-84.

Tabatabaei, S.J. 2013. Principles of mineral Nutrition Plant. University of Tabriz press. Tabriz, Iran.

Ullah, S., S. Anwar, M. Rehman, S. Khan, S. Zafar, L. Liu, and D. Peng. 2017. Interactive effect of gibberellic acid and NPK fertilizer combinations on ramie yield and bast fibre quality. *Scientific Reports*. 7(1): 1-9.

Wankhade, S.G., P.B. Belorkar, and A.D. Mohariya. 2002. Effect of bulb soaking and foliar spray of GA3 on growth, flowering and yield of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Journal of Soils and crops*. 12(1): 105-107.

Rogers, H.J. 2006. Programmed cell death in floral organs: how and why do flowers die? *Annals of Botany*. 97(3): 309-315.

Shabani, E. 2021. Improvement of yield and photosynthetic indices of 'Lollo Rosso' lettuce by bacterial biofertilizer at different concentrations of phosphorus under hydroponic culture. *Journal of Horticultural Plants Nutrition*. 4(1): 143-158.

Shahabifar, M., M. Asari, M. Kochzadeh, and S.M. Mirlatifi. 2019. Evaluation of some computational methods of evaporation-transpiration of grass reference plant using lysimeter data in greenhouse conditions. *Journal of water research in agriculture*. 24 (1): 13-20.

Selim, S.M., F.M. Matter, M.A. Hassanain, and S.M. Youssef. 2017. Response of growth, flowering, concrete oil and its component of *Polianthes tuberosa* L. cv. double to phosphorus fertilizer and gibberellic acid. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(9): 1639-1652.