

Research Article

Plant Prod., 2021, 44(3), 447-458  
http://plantproduction.scu.ac.ir//


ISSN (P): 2588-543X  
ISSN (E): 2588-5979

## Effect of Tuber Size and GA<sub>3</sub> on the Growth and Stimulation of Flowering of *Zantedeschia pentlandii* cv. Picasso

Mohammad Hossein Azimi<sup>1\*</sup>, Behzad Edrisi<sup>2</sup>, Mobina Hadi<sup>3</sup>

- 1- **\*Corresponding Author:** Assistant Professor, Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, I.R. Iran (m.h.azimi58@gmail.com)
- 2- Assistant Professor, Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, I.R. Iran
- 3- M.Sc. of Horticultural Engineering, Department of Flowers and Ornamental Plants, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, I.R. Iran

**Citation:** Azimi, M. H., Edrisi, B., & Hadi, M. (2021). Effect of tuber size and GA<sub>3</sub> on the growth and stimulation of flowering of *Zantedeschia Pentlandii* cv. Picasso. *Plant Productions*, 44(3), 447-458.

 10.22055/ppd.2020.30436.1794

Received: 24 July 2019

Accepted: 20 June 2020

### Abstract

#### Introduction

*Zantedeschia*, native to southern Africa, herbaceous flowering plants in the family *Araceae*, with common names such as Arum lily, Trumpet lily, Pig lily, or Miniature Calla Lily. Calla lilies are among the most colorful flowers with a unique flower form. It is one of the most important pot, cut flower and outdoor plant in the world. GA<sub>3</sub> is sometimes used to stimulate growth and flowering of plants. The aim of this study was to investigate the effects of GA<sub>3</sub> and different weights of rhizome on growth, development, as well as qualitative and quantitative properties, of *Zantedeschia* in the greenhouse.

#### Materials and Methods

This research was carried out to evaluate the effect of different concentrations of GA<sub>3</sub> on micro-tuber of *Z. pentlandii* cv. *Picasso*. Micro-tuber in three sizes and average weights included; large (S1=6.20g), medium (S2=3.20g) and fine (S3=1.20g) soaked in GA<sub>3</sub> solution with concentrations 0, 250, 500, 750 ppm for 30 minutes. Experiments were carried out in a factorial arrangement with randomized complete block design with three replications. 10 micro-tuber cultured in bed with compounds of 60% coco peat and 40% perlite in greenhouse conditions. From the time of planting to harvesting, the ability of micro-tuber sprouting, leaf length, leaf width, stem length, number of flowering stems, plant height, flower diameter (spathe), number of buds, bud length, the diameter and weight of the micro-tuber after harvest were evaluated.



## Results and Discussion

The results showed that the maximum length of leaf (100% more than S3GA0) length of flowering stem, diameter and length of flower (spathe) were observed in S1 tubers treated with 500 ppm (S1GA500) and the least amount was obtained in control treatment (S3GA0). The fastest germination was in S1 tubers with 750 ppm (S1GA750 36% earlier than S3GA0) and the earliest flowering was in S2 tubers with 500 ppm treated (S2GA500) which have flowering 28% earlier than S3 tubers with 250 ppm (S1GA250) but non-GA treated tubers in all three sizes have none flower. The highest weight and diameter tuber belonged to S1 tubers with 500 ppm and the lowest weight in S3 tubers without treatment. S3 tubers did not enter the flowering stage. It was shown that the GA<sub>3</sub> treatment on *Zantedeschia* 'Picasso' tubers caused earlier flowering and the formation of a greater number of flowers and leaves. GA<sub>3</sub> decreased the time between germination and appearance of flower. In simple effects study, large tubers (S1) and GA500 treatment were superior to other treatments in almost all traits. Also, the method of soaking of tubers with GA<sub>3</sub> can be used in production scheduling, early efficiency and selection of superior populations in breeding programs.

## Conclusion

The best growth and flowering indices were S1 tubers with treatment of 500 ppm. S1 tubers with GA<sub>3</sub> (500 ppm) treatment were superior in all traits to other treatments. The method of soaking of calla tubers with GA<sub>3</sub> can be used in production, increasing efficiency and selecting superior populations in breeding programs.

**Keywords:** Flowering, Diameter of tuber, Spathe, Weight of tuber

## بررسی اثر اندازه غده و تیمار GA<sub>3</sub> بر رشد و تحریک گلدهی شیپوری گلدانی رقم پیکاسو (*Zantedeschia pentlandii* cv. Picasso)

محمدحسین عظیمی<sup>۱\*</sup>، بهزاد ادیسی<sup>۲</sup>، مبینا هادی<sup>۳</sup>

- ۱- \*نویسنده مسئول: استادیار، گروه ژنتیک و به‌نژادی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران (m.h.azimi58@gmail.com)
- ۲- استادیار، گروه ژنتیک و به‌نژادی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران
- ۳- کارشناس ارشد مهندسی باغبانی گرایش گل و گیاهان زینتی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۲

### چکیده

این تحقیق در سال‌های (۹۶-۹۷) در پژوهشکده گل و گیاهان زینتی در گلخانه نیمه به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف GA<sub>3</sub> و وزن ریزغده بر رشد و گل‌دهی در گل شیپوری گلدانی رقم پیکاسو (*Zantedeschia pentlandii* cv. Picasso) انجام شد. ریزغده‌ها با میانگین وزنی درشت (۶/۲۰ گرم=S1)، متوسط (۳/۲۰ گرم=S2) و ریز (۱/۲۰ گرم=S3) در محلول اسیدجیرلیک با چهار غلظت صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ پی‌پی‌ام به روش غوطه‌وری تیمار شدند. آزمایش در قالب فاکتوریل با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه کشت شدند. نتایج نشان داد که بیشترین طول برگ (۱۰۰ درصد بیش از S3.GA0)، طول ساقه گل‌دهنده، قطر و طول گل (اسپات) در غده‌های درشت تیمار شده با جیرلین ۵۰۰ پی‌پی‌ام (S1.GA500) و کمترین طول برگ مربوط به غده‌های ریز (S3.GA0) بدون جیرلین بود که گلدهی نیز در آن‌ها مشاهده نشد. سریع‌ترین جوانه‌زنی مربوط به غده‌های درشت با تیمار ۷۵۰ پی‌پی‌ام (S1.GA750) ۳۶ درصد زودتر از S3.GA0 و زودترین گلدهی پس از جوانه‌زنی در غده‌های S2 با تیمار ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیرلین (S2.GA500) بود که ۲۸ درصد سریع‌تر از گلدهی در غده‌های ریز با تیمار هورمونی ۲۵۰ پی‌پی‌ام (S1.GA250) اتفاق افتاد ولی غده‌های فاقد تیمار هورمونی در هر سه اندازه قادر به گلدهی نبودند. بیشترین وزن و قطر غده تولیدی مربوط به غده‌های S1 با تیمار هورمونی ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیرلین و کمترین وزن در غده‌های S3 بدون تیمار هورمونی مشاهده گردید. در مجموع بر اساس نتایج این بررسی، بهترین شاخص‌های رشد و گلدهی مربوط به غده‌های S1 با تیمار هورمونی ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیرلین بود. در بررسی اثرات ساده نیز غده‌های درشت (S1) و تیمار GA500 تقریباً در تمام صفات نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. نتایج نشان داد که روش غوطه‌وری غده‌های شیپوری با هورمون GA<sub>3</sub> می‌تواند در برنامه‌ریزی تولید، افزایش زودبازدهی و انتخاب جمعیت‌های برتر در برنامه‌های اصلاحی استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: اسپات، گلدهی، وزن غده، قطر غده

### مقدمه

(Araceae) به‌عنوان یک گیاه زینتی ارزشمند در سراسر جهان شناخته شده است. این خانواده جزء گیاهان تک‌په گل دار و علفی چندساله با ریزوم‌های انشعاب‌دار می‌باشند

گل شیپوری با نام علمی (*Zantedeschia sp.*) و نام‌های انگلیسی Calla, Cally lily و Arum lily از خانواده آراسه

ارزان قیمت است که نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان بازی می‌کند و طولیل شدن ساقه، گلدهی و جنبه‌هایی از جوانه‌زدن بذرها را در بعضی از گیاهان کنترل می‌کند. همچنین در افزایش طول ساقه گل‌دهنده از راه تقسیم و طولیل شدن سلول در گل‌های شاخه‌بریده مؤثر بوده و گل‌دهی را تسریع و از سقط جوانه گل جلوگیری می‌کند (Chang et al., 2006). اسیدجیرلیک قطر، تعداد گل و گل‌آذین و هم‌چنین سرعت گلدهی را افزایش می‌دهد به‌ویژه کشش‌پذیری (Plasticity) دیواره سلول را افزایش می‌دهد و با تغلیظ شیره‌یاخته‌ای از راه آبکافت (هیدرولیز) نشاسته به قند، سبب کاهش پتانسیل آب در سلول‌شده و موجب ورود آب بیشتر به درون سلول و طولیل شدن آن می‌شود. رشد، گل‌دهی و عملکرد با استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بهبود یافته است، با این حال برای تولید گل با کیفیت، زمان مصرف و غلظت رشد تنظیم‌کننده‌های رشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. در غیر این صورت، منجر به اثرات نامطلوب می‌گردد. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، کیفیت و تولید بسیاری از گل‌های بریده را بهبود می‌بخشد. استفاده از اسیدجیرلیک در گیاه شیوری باعث افزایش تعداد گل‌ها و بوته، تسریع گلدهی و هم‌چنین کاهش اندازه گل شده است (Brooking and Cohen, 2002). تاکنون تحقیقات انجام شده نشان داده‌اند که، تیمارهای اسیدجیرلیک تأثیر قابل توجهی بر بهره‌وری دارند، اما مؤثرترین غلظت اسیدجیرلیک مشخص نشده است (Ali and Elkhey, 1995; Brooking and Cohen, 2002; Corr and Widmer, 1991; Dennis et al., 1994; Funnell et al., 1992; Funnell and Tjia, 1988; Janowska and Krause, 2001; Janowska and Schroeter, 2002; Janowska and Zakrzewski, 2006; Reiser and Langhans, 1992; Tjia, 1987). غلظت بین ۵۰ تا ۵۰۰ پی‌پی‌ام محلول اسیدجیرلیک برای خیساندن ریزغده‌ها پیشنهاد شده است (Corr and Widmer, 1991; Dennis et al., 1994; Funnell and Tjia, 1988). اثر سطوح مختلف اسیدجیرلیک بر رشد و گلدهی گل‌رز رقم "First red" نشان داد که، اسیدجیرلیک می‌تواند خصوصیات گیاه را بهبود بخشد (Arun et al., 2000).

(Singh et al., 1996). اندام ذخیره‌سازی زیرزمینی آن ضخیم و گوشتی و با نام غده یا ریزوم طبقه‌بندی شده است (Funnell et al., 1992). در شیوری، گل‌ها بر روی نوعی گل‌آذین به نام اسپادیکس قرار دارند، اسپادیکس‌ها معمولاً همراه با یک پراکته برگ‌مانند هستند. این خانواده شامل حدود ۳۰۰ گونه است که، در نواحی معتدل گرمسیری گسترش یافته‌اند. پراکش این گیاه شامل مناطقی از آمریکای شمالی، اروپا، غرب آسیا، دامنه وسیعی از مناطق مدیترانه‌ای و ناحیه کیپ در آفریقای جنوبی است (Niederwieser et al., 2002). به‌طور طبیعی این گیاهان در تپه‌ها، کوه‌ها و مناطقی نزدیک آب رشد می‌کنند (Makhadmeh et al., 2010). شیوری یک گیاه روز خنثی است که گل‌دهی آن از طریق سیگنال‌های محیطی ایجاد نمی‌شود و به علت محدودیت‌های رشدی و گلدهی نسبتاً کم است، اما همان‌طور که در سایر خانواده‌های آراسه، مشاهده می‌شود گل‌دهی را می‌توان با تیمار جیرلین کنترل کرد (Hertogh and Le Nard, 1993; Wright, 2000). هورمون‌ها از مهم‌ترین عوامل داخلی تنظیم‌کننده رشد گیاهان در پاسخ به عوامل محیطی و ژنتیکی هستند. در میان تنظیم‌کننده‌های رشد اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیرلیک اسید و پلی‌آمین‌ها نقش مهمی در فعالیت هورمونی در جهت گل‌انگیزی و کنترل رشد گیاه دارد و کاربرد خارجی آن‌ها در طول بهاره‌سازی می‌تواند گلدهی را افزایش دهد (Nimiri et al., 2015; Buzgol et al., 2003; Kaur-Sawhney et al., 2006). جیرلین ترکیبات ترپنوئیدی است که از واحدهای ایزوپرن تشکیل شده و حاوی ۲۰ کربن هستند. امروز، ۹۰ درصد از جیرلین شناسایی شده است. در میان جیرلین‌ها، اسیدجیرلیک (GA<sub>3</sub>) برای شکست دادن خواب بذرها و غده‌ها، تحریک رشد جوانه گل، طولیل شدن ساقه گل و پیش‌بینی گلدهی شناخته شده است (Ramzan et al., 2000). مطالعات کاربرد سطوح جیرلین‌ها نیز نشان‌دهنده‌ی افزایش در سطح این هورمون در زمان گل‌انگیزی است و می‌تواند نمو زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (King and Evans, 2003). اسیدجیرلیک یکی از هورمون‌های گیاهی و تقریباً

برگ در این گیاه می‌گردد (Majidian et al., 2012). نتایج تحقیقات محلول‌پاشی اسیدجیرلیک در لیزیان‌توس نشان داد که، باعث افزایش تعداد شاخه گل‌دهنده، ارتفاع بوته و کاهش فاصله‌ی زمانی بین انتقال نشاء تا آغاز گلدهی می‌گردد اما بر تعداد غنچه، قطر گل و وزن تریب‌تأثیر است (Soleimani Ruzbehani et al., 2014). در لیزیان‌توس محلول‌پاشی با ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیرلیک گل‌ها زودتر از دیگر غلظت‌های این محلول‌پاشی باز شدند (Oka et al., 2001). مطالعات در ارتباط با اثر اسیدجیرلیک روی گیاهان زینتی نشان داد که اسیدجیرلیک گلدهی را تسریع می‌کند و ارتفاع گیاه را افزایش می‌دهد (Gol et al., 2006). در پژوهش‌های دیگری نیز مشخص گردید که اسیدجیرلیک اثرات زیادی روی صفاتی مانند سرعت جوانه‌زنی، ارتفاع گیاه و طول ساقه گل‌دهنده دارد (Oka et al., 2001). نتایج تحقیقات (Shakeri et al., 2018) با مطالعه تأثیر اسیدجیرلیک و وزن بنه بر صفات عملکردی زعفران نشان داد که، اسیدجیرلیک بر اکثر صفات رویشی برگ اثر معنی‌دار داشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان طول برگ، تعداد برگ، میزان کلروفیل در تیمار مصرف اسیدجیرلیک به‌دست آمد. اما اسیدجیرلیک فقط در صفات مربوط به گل، تنها بر تعداد گل اثر معنی‌دار داشت و باعث کاهش تعداد گل گردید. ساختار ظاهری و دوره گلدهی گل‌های گلدانی از موارد مهمی است که برای افزایش کمیت و کیفیت آن‌ها از هورمون‌ها استفاده می‌شود (Iqbal et al., 2010; Ortiz et al., 2012; Schoellhorn et al., 2012). مناسب نبودن شرایط تولید و تغذیه در برخی موارد باعث کاهش کمیت و کیفیت گیاه می‌شود، لذا کنترل شرایط تولید از لحاظ تغذیه و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد برای بهبود کمیت و کیفیت گل از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (Khangoli, 2001). هدف این تحقیق، بررسی اثرات اسیدجیرلیک و وزن‌های مختلف غده بر گل‌دهی و ویژگی‌های کمی و کیفی شیپوری بود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های (۱۳۹۷-۱۳۹۶) در گلخانه نیمه

اثر اسیدجیرلیک با غلظت‌های صفر، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام بر صفات کمی گل‌مریم رقم گل درشت محلات (دابل) نشان داد که، تیمار ۴۰ و ۵۴ روز پس از کشت پیازها به‌صورت محلول‌پاشی بر روی بوته‌های گل‌مریم تأثیر مثبتی بر صفات کمی و کیفی داشته است (Abbasi, 2009). پژوهش‌های دیگری نیز در گلابول مشخص کرد که، اسیدجیرلیک اثرات زیادی روی صفاتی مانند سرعت جوانه‌زنی، ارتفاع گیاه، طول ساقه گل‌دهنده و قطر گل دارد (Fakhraei Lahije et al., 2011). اسیدجیرلیک یکی از هورمون‌های گیاهی می‌باشد که در افزایش طول عمر گل از طریق کاهش از دست دادن کلروفیل در گیاه نقش دارد. اسیدجیرلیک با اسیدی کردن شیره‌سلولی باعث به تأخیر انداختن پیری می‌شود، زیرا قلیایی شدن شیره‌سلولی موجب به هم ریختگی غشاء سلولی، تجزیه پروتئین‌ها و تجمع آمونوم در حاشیه گلبرگ‌ها می‌گردد که عامل مهمی در تسریع پیری می‌باشد. هم‌چنین اسیدجیرلیک از طریق به تأخیر انداختن پیک تنفسی در گیاه می‌تواند طول عمر گل را افزایش دهد (Emami et al., 2009; Fakhraei, 2011). اسیدجیرلیک، تجزیه و از بین رفتن کلروفیل و نیتروژن را در طی فرآیند پیری کاهش می‌دهد که ممکن است به دلیل نقش ساختاری اسیدجیرلیک در غشاء کلروپلاست باشد که در نهایت باعث تحریک فتوسنتز می‌گردد. سبزماندن برگ‌ها می‌تواند دلیلی بر افزایش طول عمر گل‌ها باشد (Stephen et al., 2005). محلول‌پاشی جیرلین روی گل آهار نشان داد که، باعث کاهش قطر گل، قطر ساقه، تعداد ساقه جانبی و تعداد گل شد. هم‌چنین جیرلین مدت زمان تا آغاز گلدهی را کاهش داد و باعث افزایش عمر گل روی بوته و در انبار شد و در گیاهان تیمار شده باعث ایجاد گل‌های غیرطبیعی شد. محلول‌پاشی اسیدجیرلیک بر روی گل آهار باعث کاهش قطر گل، قطر ساقه، تعداد ساقه جانبی و تعداد گل شده است (Esmaeili et al., 2014). کاربرد اسیدجیرلیک به میزان ۵۰ پی‌پی‌ام در لیتر بر روی گل شیپوری رقم چایلدسیانا نشان داد که اسیدجیرلیک باعث افزایش سطح

ضراببهمبستگی ساده، تجزیه واریانس و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح پنج درصد با نرم افزار SAS 9.1 انجام شد.

## نتایج و بحث

### اثرات اصلی

در بررسی اثرات ساده نیز غده‌های درشت (S1) و تیمار GA500 تقریباً در تمام صفات نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بیشترین طول برگ (۸/۷۷ cm)، طول ساقه گل دهنده (۱۰/۰۸ cm)، قطر اسپات (۳/۳۵ cm) و طول اسپات (۷/۴۴ cm) در غده‌های اندازه درشت (S1) و تیمار شده با جیرلین ۵۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد و کمترین مقدار این صفت مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۱). جیرلین‌ها سبب تحریک واکنش‌های فیزیولوژیکی در گیاهان و تغییر متابولیسم مبدأ-مقصد (source-sink) از طریق تأثیر بر فتوسنتز و ایجاد نقاط مصرف جدید در گیاه می‌شوند (Iqbal et al., 2011). مطالعات نشان داده‌اند که، سیگنالینگ جیرلین در حفظ رابطه مبدأ-مقصد مربوط به انتقال ساکارز در آوند آبکش و انتقال آن به نقاط مصرف کننده دور در اندام‌ها یا بافت‌های مؤثر در عملکرد و یا در حال رشد گیاهان است. تیمار اسیدجیرلیک نقش مهمی در تحریک فرآیندهای نمو گیاه از جمله گلدهی زود هنگام، افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ، مقدار کلروفیل و بهبود عملکرد و کیفیت در بسیاری از گیاهان گل دهنده دارد (Rani et al., 2013).

کمترین تعداد گیاهچه رشد کرده (۶/۵) در غده‌های اندازه ریز (S3) با تیمار ۵۰۰ پی‌پی‌ام و بیشترین تعداد ساقه گلدهنده و گل نیز مربوط به غده‌های درشت (S1) با تیمار ۵۰۰ و ۷۵۰ پی‌پی‌ام جیرلین بودند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۱). آزمایشات در گل مریم نشان داد که، تیمار قبل از کاشت پیاز مریم با جیرلین با غلظت ۱۵۰ پی‌پی‌ام سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ و تعداد گلچه در گل آذین می‌گردد (Kushal and Arora, 2000). اثرات مثبت اسیدجیرلیک بر فاکتورهای کمی و کیفی گل مریم رقم پرپر (Abbasi, 2009) و در رقم کم‌پر باعث تسریع گل‌آغازی شده است (Wen and Chang, 2002).

مکانیزه پژوهشکده گل و گیاهان زینتی (محلات) با مشخصات عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیای ۵۰ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۷۳۲ متر از سطح دریا اجرا شد. غده‌ها با سه وزن s1 (۶/۲۰/±۳۰) گرم)، متوسط s2 (۳/۲۰/±۳۶ گرم) و ریز s3 (۱/۲۰/±۵۰ گرم) از شیپوری گلدانی رقم پیکاسو (*Zantedeschia pentlandii* cv. Picasso) استفاده شد. غده‌ها در محلول اسیدجیرلیک (Valent Biosciences) در چهار غلظت صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ پی‌پی‌ام قبل از کاشت به مدت ۳۰ دقیقه غوطه‌ور شدند. هر تیمار در سه تکرار و برای هر تکرار ۱۰ غده در نظر گرفته شد. پس از تیمار غده‌ها، در بستر ۳۰ درصد پرلایت و ۷۰ درصد کوکوپیت در گلدان شماره ۱۴ و در عمق چهار سانتی متری در گلخانه با شرایط دمایی ۲۳±۴ درجه سلسیوس و رطوبت ۶۵±۵ درصد کشت شدند. سیستم کشت به صورت آبکشت و از محلول غذایی با هدایت الکتریکی ۱/۸۶ دسی زیمنس بر متر و pH برابر ۵/۵±۰/۲ متناسب با نیاز گمانیه در طول دوره رشد استفاده شد. محلول غذایی استفاد شده در سیستم آبکشت شامل: 64 mg/l N (10 mg/l NH<sub>4</sub>-N, 54 mg/l NO<sub>3</sub>-N), 45 mg/l P, 239 mg/l K, 31 mg/l Mg, 59 mg/l S, 1.680 mg/l Fe, 0.400 mg/l Mn, 0.500 mg/l B, 0.030 mg/l Cu, and 0.050 mg/l Mo بود. غده‌ها در آذرماه (۱۳۹۷) کشت و زمانی که (اردیبهشت ۱۳۹۸) اندام هوایی به رنگ زرد درآمدند، غده‌ها برداشت شدند. متوسط وزن و قطر غده‌ها قبل از کاشت و پس از پایان فصل رشد، زمانی که برای دوره انبار برداشته شدند، اندازه گیری شد. از زمان کاشت غده‌ها تا برداشت، صفات تعداد روز تا جوانه‌زنی غده‌ها، طول برگ، عرض برگ، طول ساقه (مماس بر سطح بستر تا نقطه اتصال اسپات)، تعداد شاخه گل دهنده، ارتفاع گیاه (مماس بر سطح بستر تا نوک اسپات)، قطر گل (اسپات)، طول اسپات (از ناحیه اتصال به ساقه تا نوک اسپات)، تعداد غنچه و طول غنچه، تعداد گل از زمان کاشت تا برداشت، زمان کاشت تا اولین گل دهی و هم‌چنین قطر و وزن غده‌ها قبل و پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه‌های آماری شامل محاسبه آماره‌های توصیفی،

و از کاشت تا گلدهی نیز کاهش یافت. مصرف جیبرلین تأثیری بر قطر غده نداشت ولی وزن غده‌ها در تیمار جیبرلین با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام کمی بیشتر از سایر تیمارها بود (جدول ۱). با کوتاه شدن چرخه رویشی گیاه توسط اسیدجیبرلیک، غده‌دهی و تولید جوانه‌های جدید تحریک می‌شود. اسیدجیبرلیک سبب تحریک آسیمیلات‌ها در سوخ و بالا نگه‌داشتن میزان پتانسیل آب جهت افزایش تعداد سوخک‌های جدید می‌شود، اسیدجیبرلیک باعث افزایش تعداد سوخک در گل‌مریم شده است (Ram et al., 2002). با این وجود گزارش گردیده که اسیدجیبرلیک تأثیری بر تعداد پا گیاه‌های زنبق نداشته است (Al-khassawneh et al., 2006).

### اثرات متقابل

برهمکنش اندازه غده و غلظت جیبرلین بر تمامی صفات بجز عرض برگ، طول ساقه گل‌دهنده و وزن غده از لحاظ آماری اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). همان‌طور که قبلاً گفته شد با مصرف غلظت‌های بالاتر جیبرلین برگ‌ها باریک‌تر شد ولی از سوی دیگر عرض برگ با اندازه غده کشت‌شده ارتباط مثبت و مستقیم داشت. در خصوص طول ساقه نیز مشاهده می‌شود در برخی گیاهان حاصل از غده‌های اندازه کوچک ساقه گل‌دهنده بدون تیمار جیبرلین ایجاد شد ولی این ساقه‌ها تولید گل نداشتند به همین دلیل اثرات متقابل بین اندازه غده و غلظت جیبرلین در این صفت معنی‌دار نشد. در خصوص وزن غده نیز به استناد جدول ۲ می‌توان گفت که در مجموع این صفت زیاد تحت تأثیر تیمار جیبرلین نبود ( $P \leq 0/05$ ). ضمناً اگرچه وزن غده تولیدی تحت تأثیر اندازه غده کشت‌شده بوده ولی گیاهچه‌های حاصل از غده‌های با اندازه مختلف نسبت به غلظت جیبرلین واکنش‌های متفاوتی داشته‌اند. در گل‌مریم یک رابطه خطی معنی‌دار با شیب منفی بین تعداد سوخک با غلظت‌های مختلف اسیدجیبرلیک مشاهده شد، به‌طوری‌که با افزایش غلظت اسیدجیبرلیک تعداد سوخک‌ها کاهش یافته است (Abbasi, 2009).

نتایج نشان داد که، بیشترین زمان کاشت تا جوانه‌زنی (۳۰ روز) در غده‌های درشت (S1) بدون تیمار هورمونی مشاهده گردید. سریع‌ترین جوانه‌زنی (۱۵/۳۳ روز) مربوط به غده‌های درشت (S1) با تیمار ۷۵۰ پی‌پی‌ام جیبرلین بود. زودترین گلدهی پس از جوانه‌زنی (۶۲ روز) در غده‌های متوسط (S2) با تیمار ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین و دیرترین گلدهی (۸۶ روز) در غده‌های ریز (S3) با تیمار هورمونی ۲۵۰ پی‌پی‌ام اتفاق افتاد (جدول ۱). نتایج نشان داد که غده‌های فاقد هورمون در هر سه اندازه قادر به گلدهی نبودند (جدول ۱). نقش جیبرلین‌ها در زمان گلدهی می‌تواند بسته به گونه‌های گیاهی متفاوت باشد. به‌طور کلی، مصرف جیبرلین می‌تواند برای هر دو مورد جایگزین و برطرف‌کننده نیاز به روزهای بلند و دمای پایین باشد. در گیاهان سوخوار خیساندن اندام ذخیره‌ای در محلول رقیق اسیدجیبرلیک، گلدهی را تسریع می‌کند، اما در غلظت‌های بالاتر ممکن است گلدهی به تأخیر افتاده و معمولاً ارتفاع گیاه و تعداد گلچه به‌طور مثبت تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Davies, 1987). بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد اسیدجیبرلیک در مرستم جوانه و در کاشت درون‌شیشه‌ای گیاهچه‌ها موجب تمایز گل‌آذین در گل‌شیبوری می‌شود و تغییر در میزان اسیدجیبرلیک نقش اصلی را در انتقال از مرحله رویشی به مرحله زایشی ایفاء می‌کند (Brooking and Cohen, 2002).

بیشترین وزن (۱۷/۵۲ گرم) و قطر (۴۱/۷ میلی‌متر) مربوط به غده‌های (S1) با تیمار هورمونی ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین بود، کمترین قطر (۲۴/۳۲ میلی‌متر) مربوط به غده‌های (S3) با تیمار ۵۰۰ پی‌پی‌ام و کمترین وزن غده در غده‌های (S3) بدون تیمار هورمونی گزارش گردید. در مجموع بر اساس نتایج این بررسی، بهترین شاخص‌های رشد و گلدهی مربوط به غده‌های درشت (S1) با تیمار هورمونی ۵۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین بود. غده‌های درشت (S1) تقریباً در تمامی صفات نسبت به سایرین متوسط (S2) و ریز (S3) برتری داشتند. با مصرف جیبرلین از عرض برگ‌ها کاسته‌شده و تعداد روز از کاشت تا جوانه‌زنی غده

**Table 1. Mean comparisons for the effects of gibberellin treatment and tuber size on growth and flowering indices of calla**

Size × GA	Ms										
	Leaf length (cm)	Stem length (cm)	Spat diameter (cm)	Spat length (cm)	Number of germinated tuber	Number of flowering stem	Number of flower buds	Days to germination	Days to flowering	Tuber weight (gr)	Tuber diameter (mm)
S3	6.075 <sup>c</sup>	3.87 <sup>b</sup>	1.26 <sup>c</sup>	4.078 <sup>b</sup>	8.5 <sup>b</sup>	1.69 <sup>c</sup>	1.625 <sup>c</sup>	23.87 <sup>b</sup>	78.63 <sup>a</sup>	6.49 <sup>b</sup>	26.26 <sup>b</sup>
S2	4.48 <sup>b</sup>	5.70 <sup>a</sup>	1.94 <sup>b</sup>	4.35 <sup>b</sup>	9.92 <sup>a</sup>	5.167 <sup>b</sup>	6.75 <sup>b</sup>	22.117 <sup>b</sup>	69.5 <sup>b</sup>	14.10 <sup>a</sup>	34.83 <sup>a</sup>
S1	9.085 <sup>a</sup>	6.036 <sup>a</sup>	2.24 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	9.83 <sup>a</sup>	9.46 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	26.42 <sup>a</sup>	71.33 <sup>b</sup>	14.14 <sup>a</sup>	36.64 <sup>a</sup>
GA0	6.95 <sup>b</sup>	4.197 <sup>b</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.03 <sup>b</sup>	9.77 <sup>a</sup>	0.03 <sup>c</sup>	0.03 <sup>c</sup>	27.33 <sup>a</sup>	0.03 <sup>c</sup>	11.04 <sup>b</sup>	33.06 <sup>a</sup>
GA250	8.136 <sup>a</sup>	5.279 <sup>a</sup>	2.47 <sup>a</sup>	5.86 <sup>a</sup>	9.39 <sup>a</sup>	5.39 <sup>b</sup>	7.67 <sup>b</sup>	24.28 <sup>b</sup>	76 <sup>a</sup>	10.20 <sup>b</sup>	32.26 <sup>a</sup>
GA500	8.41 <sup>a</sup>	5.718 <sup>a</sup>	2.46 <sup>a</sup>	6.036 <sup>a</sup>	8.83 <sup>b</sup>	8.056 <sup>a</sup>	11.17 <sup>a</sup>	23.72 <sup>b</sup>	70.17 <sup>b</sup>	13.68 <sup>a</sup>	33.59 <sup>a</sup>
GA750	8.04 <sup>a</sup>	5.579 <sup>a</sup>	2.36 <sup>a</sup>	6.01 <sup>a</sup>	9.67 <sup>a</sup>	8.31 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	21.28 <sup>c</sup>	77.16 <sup>a</sup>	11.39 <sup>b</sup>	31.40 <sup>a</sup>
S3.GA0	5.26 <sup>f</sup>	1.30 <sup>fg</sup>	0.01 <sup>f</sup>	0.01 <sup>e</sup>	10.00 <sup>a</sup>	0.01 <sup>e</sup>	0.01 <sup>e</sup>	24.00 <sup>c</sup>	0.01 <sup>d</sup>	4.57 <sup>e</sup>	26.21 <sup>c</sup>
S3.GA250	6.70 <sup>de</sup>	4.53 <sup>e</sup>	1.35 <sup>e</sup>	5.56 <sup>cd</sup>	8.50 <sup>b</sup>	2.00 <sup>de</sup>	2.00 <sup>e</sup>	24.50 <sup>bc</sup>	86.00 <sup>a</sup>	5.33 <sup>de</sup>	28.34 <sup>c</sup>
S3.GA500	6.01 <sup>ef</sup>	3.68 <sup>ef</sup>	1.35 <sup>e</sup>	4.95 <sup>d</sup>	6.50 <sup>c</sup>	2.50 <sup>d</sup>	2.50 <sup>e</sup>	23.50 <sup>c</sup>	74.50 <sup>b</sup>	7.25 <sup>de</sup>	24.32 <sup>c</sup>
S3.GA750	6.33 <sup>de</sup>	5.43 <sup>de</sup>	2.45 <sup>dc</sup>	5.80 <sup>bcd</sup>	9.00 <sup>ab</sup>	2.25 <sup>d</sup>	2.00 <sup>e</sup>	23.50 <sup>c</sup>	82.50 <sup>a</sup>	8.84 <sup>cd</sup>	26.18 <sup>c</sup>
S2.GA0	8.41 <sup>bc</sup>	0.01 <sup>g</sup>	0.01 <sup>f</sup>	0.01 <sup>e</sup>	9.67 <sup>a</sup>	0.01 <sup>e</sup>	0.01 <sup>e</sup>	28.00 <sup>ab</sup>	0.01 <sup>d</sup>	14.05 <sup>ab</sup>	36.59 <sup>b</sup>
S2.GA250	8.25 <sup>c</sup>	6.34 <sup>cde</sup>	2.95 <sup>abc</sup>	5.50 <sup>cd</sup>	10.00 <sup>a</sup>	3.50 <sup>d</sup>	3.67 <sup>e</sup>	24.67 <sup>bc</sup>	70.67 <sup>bc</sup>	13.00 <sup>b</sup>	34.30 <sup>b</sup>
S2.GA500	8.77 <sup>bc</sup>	10.08 <sup>ab</sup>	2.67 <sup>bc</sup>	5.72 <sup>cd</sup>	10.00 <sup>a</sup>	8.17 <sup>c</sup>	10.00 <sup>b</sup>	28.00 <sup>ab</sup>	62.00 <sup>c</sup>	16.28 <sup>ab</sup>	34.75 <sup>b</sup>
S2.GA750	8.51 <sup>bc</sup>	9.29 <sup>abc</sup>	2.13 <sup>d</sup>	6.18 <sup>bc</sup>	10.00 <sup>a</sup>	9.00 <sup>bc</sup>	13.33 <sup>c</sup>	25.00 <sup>bc</sup>	67.67 <sup>bc</sup>	13.06 <sup>b</sup>	33.68 <sup>b</sup>
S1.GA0	7.17 <sup>d</sup>	0.01 <sup>g</sup>	0.01 <sup>f</sup>	0.01 <sup>e</sup>	9.67 <sup>a</sup>	0.01 <sup>e</sup>	0.01 <sup>e</sup>	30.00 <sup>a</sup>	0.01 <sup>d</sup>	14.51 <sup>ab</sup>	36.38 <sup>b</sup>
S1.GA250	9.46 <sup>ab</sup>	11.81 <sup>a</sup>	3.10 <sup>ab</sup>	6.52 <sup>b</sup>	9.67 <sup>a</sup>	10.67 <sup>b</sup>	17.33 <sup>b</sup>	23.67 <sup>c</sup>	71.33 <sup>bc</sup>	12.27 <sup>bc</sup>	34.13 <sup>b</sup>
S1.GA500	10.43 <sup>a</sup>	9.28 <sup>abc</sup>	3.35 <sup>a</sup>	7.44 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	13.50 <sup>a</sup>	21.00 <sup>a</sup>	19.67 <sup>d</sup>	74.00 <sup>bc</sup>	17.52 <sup>a</sup>	41.70 <sup>a</sup>
S1.GA750	9.28 <sup>bc</sup>	7.70 <sup>bcd</sup>	2.51 <sup>dc</sup>	6.04 <sup>bc</sup>	10.00 <sup>a</sup>	13.67 <sup>a</sup>	20.67 <sup>a</sup>	15.33 <sup>e</sup>	81.33 <sup>bc</sup>	12.27 <sup>bc</sup>	34.36 <sup>b</sup>

Similar letters show non-significant differences at the 5% level of significance on the basis of Duncan test.

**Table 2. Analysis of variance for the effects of gibberellin treatment and tuber size on growth and flowering indices of calla lily**

Source	df	Ms																
		Leaf length	Leaf width	Stem length	Number of germinated tuber	Number of flowering stem	Plant Height	Spat diameter	Flowering stem length	Spat span	Spat length	Number of flower buds	Bud length	Number of flower	Days to flowering	Days to germination	Tuber weight	Tuber diameter
Block	2	0.575 <sup>ns</sup>	0.133 <sup>ns</sup>	0.406 <sup>ns</sup>	0.083 <sup>ns</sup>	0.484 <sup>ns</sup>	3.595 <sup>**</sup>	0.133 <sup>ns</sup>	6.268 <sup>ns</sup>	0.020 <sup>ns</sup>	0.054 <sup>ns</sup>	0.021 <sup>ns</sup>	5.871 <sup>ns</sup>	0.813 <sup>ns</sup>	56.674 <sup>*</sup>	3.007 <sup>ns</sup>	2.727 <sup>ns</sup>	0.020 <sup>ns</sup>
Tuber size	2	30.444 <sup>***</sup>	4.312 <sup>***</sup>	16.291 <sup>***</sup>	7.583 <sup>***</sup>	181.818 <sup>***</sup>	89.441 <sup>***</sup>	2.840 <sup>***</sup>	39.747 <sup>***</sup>	2.437 <sup>***</sup>	2.699 <sup>***</sup>	16.938 <sup>***</sup>	88.535 <sup>***</sup>	525.063 <sup>***</sup>	279.590 <sup>***</sup>	54.882 <sup>***</sup>	232.606 <sup>***</sup>	2.437 <sup>***</sup>
GA	3	3.722 <sup>***</sup>	1.133 <sup>*</sup>	4.280 <sup>***</sup>	1.602 <sup>**</sup>	133.946 <sup>***</sup>	432.302 <sup>***</sup>	13.299 <sup>***</sup>	114.645 <sup>***</sup>	13.019 <sup>***</sup>	80.192 <sup>***</sup>	14.859 <sup>***</sup>	92.120 <sup>***</sup>	269.396 <sup>***</sup>	21470.248 <sup>***</sup>	55.748 <sup>***</sup>	19.968 <sup>*</sup>	13.019 <sup>***</sup>
Size × GA	6	1.606 <sup>**</sup>	0.268 <sup>ns</sup>	0.430 <sup>ns</sup>	2.546 <sup>**</sup>	24.054 <sup>***</sup>	13.044 <sup>***</sup>	1.068 <sup>**</sup>	17.655 <sup>***</sup>	0.494 <sup>**</sup>	1.095 <sup>**</sup>	2.567 <sup>**</sup>	24.169 <sup>***</sup>	70.785 <sup>***</sup>	48.053 <sup>*</sup>	35.789 <sup>***</sup>	8.388 <sup>*</sup>	0.494 <sup>**</sup>
C.V. (%)	-	7.592	17.544	10.245	5.918	21.532	7.212	15.888	29.557	17.543	10.305	27.488	28.707	25.280	4.962	8.381	18.162	17.543

\*, \*\*, \*\*\*, ns = Significance at 0.05, 0.01 and 0.001 levels and non-significance, respectively.



دریافت کرد. افزایش ویژگی‌های اسپات با تیمار بهینه جیبرلین باعث افزایش دوره گلدهی، تعداد گل و اندازه اسپات در شیپوری گردید.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، تیمار GA3 روی غده‌های شیپوری باعث گلدهی زودرس و تشکیل تعداد بیشتری گل و برگ می‌شود. GA3 باعث کاهش زمان جوانه‌زنی و ظهور گل شد. در مطالعه اثرات ساده، غده‌های بزرگ و تیمار GA500 تقریباً در تمام صفات نسبت به سایر تیمارها برتر بودند. بنابراین با تیمار بهینه جیبرلین، می‌توان صفات کمی و کیفی گل شیپوری را افزایش داد. با افزایش غلظت جیبرلین و اندازه غده، درصد گلدهی افزایش می‌یابد. ولی در صورت گلدهی تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف جیبرلین از لحاظ اندازه گل (اسپات) مشاهده نشد. زودترین گلدهی پس از جوانه‌زنی (۶۲ روز) در غده‌های اندازه متوسط با تیمار ۵۰۰ پی‌پی‌ام و دیرترین گلدهی (۸۶ روز) در غده‌های اندازه ریز با تیمار هورمونی ۲۵۰ پی‌پی‌ام اتفاق افتاد. حداقل ۲۵۰ پی‌پی‌ام برای گلدهی غده‌ها ریز ضروری است و با افزایش غلظت جیبرلین و اندازه غده اولیه، درصد گلدهی افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که با غوطه‌وری وزن‌های مختلف غده‌های شیپوری با هورمون اسیدجیبرلیک، می‌توان در برنامه‌ریزی تولید، افزایش زودبازدهی و انتخاب جمعیت‌های برتر در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد.

### سپاس‌گزاری

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از پژوهشکده گل و گیاهان زینتی که هزینه‌های اجرای این آزمایش را تأمین کرده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را کنند.

در گل مریم با افزایش غلظت اسیدجیبرلیک مدت زمان لازم از جوانه‌زنی سوخ تا گلدهی افزایش یافته است، ولی با افزایش سرعت گلدهی اغلب شاخص‌های کمی و کیفی گل مریم از جمله تعداد و وزن شاخه‌های گل، وزن خشک شاخه، وزن گلچه و عمر گل، کاهش یافت (Edrisi and Mirzaei 2017). نتایج نشان داد که استفاده از هورمون جیبرلین در گل شیپوری رقم چایلدسیانا اثر متفاوتی روی وزن گل بریده داشت، اسیدجیبرلیک باعث افزایش سطح برگ در این گیاه گردید، هم‌چنین بیشترین عملکرد گل شیپوری مربوط به زمانی بود که محلول ۵۰۰ پی‌پی‌ام اسیدجیبرلیک بکار گرفته شد (Majidian et al., 2012).

### همبستگی بین صفات کمی

بررسی همبستگی صفات نشان داد که، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $P \leq 0.001$ ) مربوط به تعداد شاخه گلدهنده با تعداد گل ( $r = +0.99$ )، ارتفاع بوته با قطر میانی اسپات ( $r = +0.96$ )، ارتفاع بوته با دهانه اسپات ( $r = +0.96$ )، ارتفاع بوته با طول اسپات ( $r = +0.95$ )، قطر میانی اسپات با دهانه اسپات ( $r = +0.95$ )، طول اسپات با کاشت تا گلدهی ( $r = +0.95$ )، بود. در تیمارهایی که با کاهش تعداد روز از کاشت تا جوانه‌زنی همراه بود تعداد ساقه گل‌دهنده ( $r = -0.60$ ) و تعداد غنچه ( $r = -0.53$ ) افزایش یافت. کمترین میزان همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $P \leq 0.05$ ) بین قطر اسپات با وزن غده ( $r = +0.36$ ) مشاهده شد. ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان داد که افزایش ارتفاع بوته باعث افزایش شاخصه‌های رشدی اسپات شده و با تغییر در عملیات باغی و نهاده‌ها می‌توان در جهت ارتفاع بوته و اندازه اسپات، بازده مطلوب‌تری از گیاه

### References

- Abbasi, J. (2009). *Effects of gibberellic acid and benzyl adenine on stem height and vase life of polianthes (Polianthes tuberosa L.)*. M.Sc. thesis of Agriculture, University of Guilan. Guilan. [In Farsi]
- Ali, Y. S., & Elkhey, T. (1995). Effect of chloromequat and GA3 on growth and flowering of calla (*Zantedeschia rehmanii*). *Journal of King Saud University Science*, 7(2), 271–282.
- Al-Khassawneh, N. M., Karam, N. S., & Shibli, R. A. (2006). Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. *Scientia Horticulturae*, 107, 187–193.

- Arun, D. S., Ashok A. D., & Rengasamy, P. (2000). Effect of some growth regulating chemicals on growth and flowering of rose 'First red' under greenhouse conditions. *Journal of Ornamental Horticulture*, 3(5), 51-53.
- Brooking, J. R., & Cohen, D. (2002). Gibberellin-induced flowering in small tubers of *Zantedeschia* 'Black Magic'. *Scientia Hortic*, 95, 63-67.
- Buzgol, M., Douglas, E., Soltis, S. P., & Ma, H. (2006). Towards a comprehensive integration of morphological and genetic studies of floral development. *Trends in Plant Science*, 9, 164-173.
- Chang, C. J., Goulding, S., Adams, R. R., Earnshaw, W. C., & Carmena, M. (2006). Drosophila Incenp is required for cytokinesis and asymmetric cell division during development of the nervous system. *Journal of Cell Science*, 119(6), 1144-1153.
- Corr, B. E., & Widmer, R. E. (1991). Paclobutrazol, gibberellic acid and rhizome size affect growth and flowering of *Zantedeschia*. *Hort Science*, 26, 133-135.
- Davies, P. J. (1987). *Plant hormones and their role in plant growth and development*. Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
- Dennis, D., Doreen, D. J., Ohteki, T. (1994). Effect of gibberellic acid 'quick-dip' and storage on the yield and quality of blooms from hybrid *Zantedeschia* tubers. *Scientia Horticultural*, 57, 133-142.
- Edrisi B., & Mirzaei S. (2017). An Investigation into the Effect of Gibberellic Acid and Storage Temperature on Vegetative and Reproductive Characteristics of Tuberose (*Polianthe tuberosa*). *Journal of Ornamental Plants*, 7(2), 137-146.
- Emami, H., Hatamizade, A., & Bakhshi, R. (2009). *Effect of citric acid, aluminum sulfate and gibberellic acid on after harvesting characteristics of cut-rose (Rosa hybrid L.)*. 6th Congress of Iranian Horticultural Science. 22-25 June, Guilan University, Guilan, Iran. [In Farsi]
- Esmaeili, S., Rohi, V., and Shiran, B., & Mohammad Khani, A. (2014). Study of effects calcium chloride, gibberellin and benzil adenine hormones on quantitative, qualitative and vase life of *Zinnia elegans*. *Journal of Horticultural Science*, 27(4), 444-452.
- Fakhraei Lahiji, M., Rahimi Meidani, A., & Kuhpayegani J. (2011). *Effect of gibberellic acid and ethephon on growth and development of white prosperity and rose supreme cultivars*. 7th Congress of Iranian Horticultural Science, 14-17 September, Isfahan University of Technology, Isfahan. [In Farsi]
- Funnell, K. A., & Tjia, B. O. (1988). Effect of storage temperature, duration and gibberellic acid on the flowering of *Zantedeschia elliottiana* and *Z. 'Pink Satin'*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113, 860-863.
- Funnell, K. A., MacKay B. R., & Lawoko, C. R. O. (1992). Comparative effects of promalin and GA<sub>3</sub> on flowering and development of *Zantedeschia 'Galaxy'*. *Acta Horticulture*, 292, 173-179.
- Gol, H., Khattak, A. M., & Amin, N. (2006). Accelerating the growth of *Araucaria heterophylla* seedling through different GA<sub>3</sub> concentration and nitrogen levels. *Journal Agriculture Biological Science*, 1, 1030-1034.
- Hertogh, D., & Nard, L. M. (1993). *Physiology of flowering bulbs*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Iqbal, D., Habib, U., Abbasi, N. A., & Chaudhry, A. N. (2012). Improvement in postharvest attributes of *Zinnia (Zinnia elegans cv. Benarys Giant)* cut flowers by the application of various growth regulators. *Pakistan Journal of Botany*, 44(3), 1091-1094.

- Iqbal, N., Nazar, R., Khan, M. I. R., Masood, A., & Khan, N. A. (2011). Role of gibberellins in regulation of source-sink relations under optimal and limiting environmental conditions. *Current Science*, 100(7), 998-1007.
- Janowska B., & Zakrzewski, P. (2006). The effect of gibberellic acid and rhizome treatment on flowering of calla lily (*Zantedeschia Spreng.*). *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 510, 223-233.
- Janowska, B., & Krause, J. (2001). The influence of tuber treatment by gibberellic acid on the flowering of *Zantedeschia*, *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Ogródnictwo*, 33, 61-67.
- Janowska, B., & Schroeter, A. (2002). The influences of gibberellic acid on flowering of *Zantedeschia elliottiana* Engl. 'Black Magic'. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 483, 93-99.
- Kaur-Sawhney, R., Tiburcio, A. F., Altabella, T., & Galston, A. W. (2003). Polyamines in plants: an overview. *Journal of Cell and Molecular Biology*, 2, 1-12.
- Khangoli, S. (2001). *Potential of growth regulators on control of size and flowering of ornamental plants*. Proceeding of first applied scientific seminar on flowering and ornamental plants, Mahalat, Iran. [In Farsi]
- King, R. W., & Evans, L. T. (2003). Gibberellins and flowering of grasses and cereal: prizing open the lid of the "florigen" black box. *Annual Review of Plant Biology*, 54, 307-328.
- Kushal, R., & Arora J. S. (2000). Effects of harvesting stage, BAP and GA3 on bud opening and vase life of tuberose. *Journal of Ornamental Horticulture*, 3(23), 111-113.
- Majidian, N., Naderi, R., Majidian, M., & Khalighi, A. (2012). Effects of Different Concentrations of Gibberellin, Benzyl Adenine, Temperature and Storage Time on rizomatus and Growth of *Zantedeschia* cv. Childsiana. *Iranian Journal of Horticulture*, 43(1), 78-65. [In Farsi]
- Makhadmeh, I., Al-Lozi, S., Duwayri, M., Shibli, R. A., & Migdadi, H. (2010). Assessment of genetic variation in wild Arum species from Jordan using Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) markers. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 6(2), 224-39.
- Niederwieser, J. G., Kleynhance, R., & Haneke, F. L. (2002). Development of a new flower bulb crop in South Africa. *Acta Horticulturae*, 570, 67-73.
- Nimir, N. E. A., Lu, S., Guisheng, Z., Guo, W., Ma, B., & Wang, Y. (2015). Comparative effects of gibberellic acid, kinetin and salicylic acid on emergence, seedling growth and the antioxidant defence system of sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) under salinity and temperature stresses. *Crop and Pasture Science*, 66(2), 145-157.
- Oka. M., Tasaka, Y., Iwabuchi, M., & Mino, M. (2001). Elevated sensitivity to gibberellin by vernalization in the vegetative rosette plants of *Eustoma grandiflorum* and *Arabidopsis thaliana*. *Plant Science*, 160(6), 1237-1242
- Ortiz, M. A., Hyczyk, K., & Lopez, R. G. (2012). Comparison of High Tunnel and Field Production of Specialty Cut Flowers in the Midwest. *HortScience*, 47(9), 1265-1269.
- Ram, M., Smallbone, D., & Deakins, D. (2002). The Finance and Business Support Needs of Ethnic Minority Firms in Britain, British Bankers Association Research Report.
- Ramzan, F., Younis, A., Riaz, A., Ali, S., Siddique, M.I. & Lim, K.B. (2000). Pre-planting exogenous application of gibberellic acid influences sprouting, vegetative growth, flowering, and subsequent bulb characteristics of 'Ad-Rem' tulip. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 50(6), 479-488.

- Rani, B., Singh, U., Sharma, R., Gupta, A., Dhawan, N. G., Sharma, A. K., & Maheshwari, R. K. (2013). *Prosopis cineraria* (L) Druce: A desert tree to brace livelihood in Rajasthan. *Asian Journal of Pharmaceutical Research Health Care*, 5(2), 58-64.
- Reiser, R. A., & Langhans, R. W. (1992). Cultivation of *Zantedeschia* species for potted plant production. *Acta Horticulturae*, 337, 7-94.
- Schoellhorn, R., Emino, E., & Alvarez, E. (2010). *Specialty Cut Flower Production Guidelines for Florida- Zinnia*. Retrieved from <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/32/73/00001/EP16200.pdf>.
- Shakeri, M., Amini Fard, M. H., Behdani, M. A., & Tabatabaei, S. J. (2018). Study of the Effect Gibberellic Acid and corm Weight on Growth Traits and yield *Crocus sativus*. *Plant Productions*, 25(2), 153-165.
- Singh, Y., Van, Wyk, A.E., & Baijnath, H. (1996). Taxonomic notes on the genus *Zantedeschia* Spreng. (*Araceae*) in southern Africa. *South African Journal of Botany*, 62(6), 321-324.
- Soleimani Ruzbehani, M., Miri, S. M., & Naderi, R. (2014). *Study of application gibberellic acid and salicylic acid on quantitative and qualitative traits of Eustoma grandiflorum*. 1st National Ornamental Plants Congress, 21, 22 Oct 2014, Karaj, Iran. [In Farsi]
- Stephen, G. T., Ivo, R., & Camille, M. S. (2005). Gibberellin metabolism and signaling. *Vitamins and Hormones*, 72, 289-338.
- Tjia, B. (1987). Growth regulator effect on growth and flowering of *Zantedeschia rehmanii*. *HortScience*, 22, 507-508.
- Wen, C. K., & Chang, C. (2002). Arabidopsis *RGL1* encodes a negative regulator of gibberellin responses. *Plant Cell*, 14, 87-100.
- Wright, P.J. (2000). Short Communication: Irrigation, sawdust mulch and enhance, Biocide affects soft rot incidence and flower and tuber production of Calla. *Journal of New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 28(3), 225-231.