

محلول پاشی جیبرلیک اسید، بنزیل آدنین و اتانول بر کمیت و کیفیت شیپوری (*Zantedeschia aethiopica*)

محمدحسین عظیمی* و انوشه یوسف‌بیگی

گروه ژنتیک و به‌نژادی، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

محلات

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۰۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶)

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید، بنزیل آدنین و اتانول بر رشد و گلدهی شیپوری انجام شد. این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار، شامل محلول پاشی غلظت‌های جیبرلیک اسید (۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، بنزیل آدنین (۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، اتانول (۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی) و شاهد (آب مقطر) در پژوهشکده گل و گیاهان زینتی (محلات) ارزیابی شدند. بیشترین ارتفاع شاخه گل بریده (۹۵/۷۲ سانتی‌متر) و عمر گلجایی (۱۴/۰۰ روز) در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده شد. بیشترین طول (۱۱/۹۱ سانتی‌متر) و قطر اسپات (۱۱/۳۳ سانتی‌متر) و ارتفاع بوته (۹۰/۰۰ سانتی‌متر) در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده شد. بیشترین میزان طول همپوشانی اسپات (۶/۵۳ سانتی‌متر)، طول (۳۲/۳۳ سانتی‌متر) و عرض برگ (۲۰/۰۰ سانتی‌متر) در تیمار ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده شد. تیمار اتانول ۲۰ درصد تأثیر به‌سزایی در افزایش طول اسپات (۱۱/۵۳ سانتی‌متر)، طول اسپادیکس (۸/۲۷ سانتی‌متر)، تعداد برگ (۵/۶۶ عدد)، کلروفیل کل (۱/۶۹ mg/grfw)، کارتنوئید (۱/۴۷ mg/grfw) و کلروفیل a (۱/۱۳ mg/grfw) داشت. محلول پاشی سطوح مختلف اتانول توانست در صفات رویشی و فیزیولوژیک تأثیر به‌سزایی داشته باشد. سطوح مختلف بنزیل آدنین تأثیر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی در شیپوری نشان ندادند. بنابراین با توجه به اثر مثبت اتانول و جیبرلیک اسید در افزایش رشد رویشی و شاخصه‌های فیزیولوژیک در شیپوری، استفاده از آنها توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: اسپات، کلروفیل، گیاه زینتی، تنظیم‌کننده رشد

مقدمه

گیاهان علفی چندساله با ساقه‌های زیرزمینی و ریزوم‌های انشعاب‌دار هستند (Singh et al., 1996). اندام تکثیری به صورت ساقه‌های زیرزمینی (ضخیم و گوشتی) که با نام غده و ریزوم طبقه‌بندی شده است (Funnell et al., 1992). در شیپوری، گل‌ها بر روی نوعی گل‌آذین به نام اسپادیکس قرار

گلی شیپوری با نام علمی (*Zantedeschia* sp.) و نام‌های انگلیسی Calla lily، Cally lily و Arum lily از خانواده آراسه (Araceae) به‌عنوان یک گیاه زینتی ارزشمند در سراسر جهان شناخته شده است. این خانواده جز گیاهان تک‌لپه گل‌دار و

*نویسنده مسئول، نشانی پست الکترونیکی: m.h.azimi58@gmail.com

سلول‌های ریشه به‌علت کاهش تلفات قند تولیدی حاصل از تنفس نوری، نقش مهمی داشته و منجر به افزایش وزن خشک ریشه می‌شوند (Armand *et al.*, 2015). اثرات معنی‌دار متانول و تنش خشکی بر وزن خشک ریشه، قطر ریشه، طول ریشه در عدس گزارش شد. همچنین، محلول‌پاشی متانول منجر به کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در ریشه عدس شد (Hosseinzadeh *et al.*, 2018). محلول‌پاشی متانول نقش مؤثری در افزایش رطوبت و محتوای آب نسبی برگ‌ها دارد که دلیل آن دو برابر شدن کربوهیدرات تولیدشده در برگ‌ها با کاربرد متانول است (Wei *et al.*, 2015; Armand *et al.*, 2015). بنابراین، محلول‌پاشی متانول از یک طرف با افزایش رطوبت برگ‌ها در باز نگاه‌داشتن روزنه‌ها و انجام عمل تعرق اهمیت دارد.

تأثیر بنزیل‌آدنین و جیبرلیک اسید در رشد پدازه و پدازک‌های گلایل مثبت ارزیابی شده است (Ram *et al.*, 2001). محلول‌پاشی جیبرلیک اسید با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش ارتفاع، سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه در کروتون شده است (Soad *et al.*, 2010). نتایج بررسی‌های پیشین نشان داده که غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین صفات تعداد گلچه‌های هر گل آذین، تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد روز برای باز شدن گلچه‌ها از هنگام ظهور گل آذین، طول گل آذین و قطر ساقه گل‌دهنده را در مریم (*Polianthus tuberosa* L.) تحت تأثیر قرار داد (Shur, 2004). در تحقیقی دیگر Kheiry و همکاران (۲۰۱۱) با کاربرد غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید موجب افزایش طول ساقه گل‌دهنده، طول سنبله و تسریع در ظهور ساقه گل‌دهنده در گل‌مریم رقم دابل شده‌اند. تحقیقات Skutnik و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که سایتوکینین‌ها در گل‌انگیزی جوانه انتهایی در گل شیپوری (*Zantedeschia aethiopica*) دخالت دارند. استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و یا عناصر غذایی برای بهبود رشد و کیفیت گل‌های پیازی توسط Davis (۱۹۹۸) پیشنهاد شده است. سایتوکینین‌ها یکی از مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی در تنظیم فرآیندهای رشد

دارند، اسپادیکس‌ها معمولاً همراه با یک براکته برگ مانند که به آنها اسپات می‌گویند. شیپوری یک گیاه روز خنثی است که گل‌دهی آن از طریق سیگنال‌های محیطی ایجاد نمی‌شود و به‌علت محدودیت‌های رشدی کنترل شاخه‌ای و گلدهی نسبتاً کم است. اما گل‌دهی خانواده آراسه را می‌توان تحت تیمار جیبرلیک اسید قرار داد. تغذیه از برگ یا محلول‌پاشی یکی از روش‌های تأمین مواد غذایی مورد نیاز به گیاهان است که به‌دلیل سرعت جذب از طریق اندام‌های هوایی می‌توان در سریع‌ترین زمان ممکن، نیاز گیاهان را تأمین کرد (Asgari and moinfard, 2014). یکی از مسیرهای افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در گیاهان، استفاده از ترکیباتی نظیر اتانول و متانول است (Nonomura and Benson, 1992). محلول‌پاشی با الکل به‌ویژه متانول و اتانول، یکی از راهکارهای مؤثر و مناسب در بالابردن عملکرد محصولات کشاورزی است. به‌دلیل مصرف اتانول توسط گیاه و تبدیل آن به اسیدهای آمینه، الکل می‌تواند به‌عنوان یکی از نهاده‌های مهم کشاورزی استفاده شود (Khosravi *et al.*, 2011). اتانول بازدارنده سنتز اتیلن بوده و حساسیت به عمل اتیلن را کاهش می‌دهد. محلول‌پاشی ترکیبات الکلی در چغندر قند (Nadali *et al.*, 2010)، توت‌فرنگی (Yavarpanah *et al.*, 2013) و شنبلله (Mehrafarin *et al.*, 2015) تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک نشان داده است. در میان ترکیبات فرار، اتانول ماده‌ای است که بر فیزیولوژی گیاهان تأثیر قابل توجهی دارد (Ramberg *et al.*, 2002; Ramirez *et al.*, 2006; Downie *et al.*, 2004). افزایش سرعت رشد محصول پس از محلول‌پاشی متانول به‌علت افزایش غلظت در دی‌اکسید کربن در برگ‌ها و استفاده از متانول به‌عنوان یک منبع مستقیم برای سنتز اسید آمینه سرین و یا کاهش هدر رفت کربن از طریق نوری تنفس است. در اثر محلول‌پاشی متانول، دی‌اکسید کربن از اکسیداسیون سریع متانول بر روی گیاه به‌دست می‌آید و می‌تواند با موفقیت در جذب توسط رایبیسکو با اکسیژن رقابت کند (Ramirez *et al.*, 2006). با افزایش فتوسنتز در برگ‌ها در اثر محلول‌پاشی متانول و انتقال به ریشه‌ها در تنظیم اسمزی

مشاهده شده از بالا)، طول گل بر حسب سانتی متر (اسپات: مشاهده شده از بالا)، اسپات: طول بخش همپوشانی (سانتی متر)، طول اسپادیکس (سانتی متر)، طول گل شاخه بریده (سانتی متر)، ارتفاع بوته (سانتی متر)، طول برگ (سانتی متر)، عرض برگ (سانتی متر)، تعداد گل در بوته، تعداد برگ (عدد)، عمر پس از برداشت (روز)، کلروفیل کل (a و b) (mg/grfw)، کارنوئید (mg/grfw)، نشت یونی (درصد) و محتوای نسبی آب برگ (درصد) مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه گیری نشت یونی با روش Promyou و همکاران (۲۰۱۲) مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان هدایت الکتریکی اولیه (Lt) و نهایی (Lo) آنها اندازه گیری شد و در نهایت درصد نشت یونی طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$100 \times (Lt / Lo)$$

مقدار آب نسبی برگ براساس روش Sanchez و همکاران (۱۹۹۸) انجام شد. پس از تهیه برگ ها، اندازه گیری وزن تر (wf) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد در داخل آب مقطر در شرایط تاریکی قرار داده شدند تا آماس نمایند. بعد از خارج کردن برگ ها از آب مقطر و حذف رطوبت اضافی، وزن آماس آنها اندازه گیری شد (wt). سپس نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا وزن خشک (wd) آنها اندازه گیری شود. در نهایت مقدار آب نسبی برگ برحسب درصد و با استفاده از فرمول زیر به دست آمد.

$$RWC\% = [(Wf - Wd) / (Wt - Wd)] \times 100$$

Wd: وزن خشک برگ، Wt: وزن تورژسانس برگ و Wf: وزن تازه برگ

اندازه گیری میزان کلروفیل های a، b، کل به روش Arnon (۱۹۴۹) در طول موج های ۶۶۳ نانومتر (کلروفیل a) و ۶۴۵ نانومتر (کلروفیل b) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل BT600 Plus, Canada)، اندازه گیری شد و در رابطه زیر قرار گرفت.

$$\begin{aligned} \text{Chlorophyll a} &= (19.3 \times A_{663} - 0.86 \times A_{645}) V / 100W \\ \text{Chlorophyll b} &= (19.3 \times A_{645} - 3.6 \times A_{663}) V / 100W \\ \text{Total Chlorophyll} &= 20/2 (A_{645}) + 8/02 (A_{663}) \end{aligned}$$

A: جذب در طول موج مورد نظر، V: حجم نهایی کلروفیل

و نمو گیاه به ویژه تقسیم سلولی، تمایزیابی، افزایش تعداد برگ و تحریک مواد غذایی در گیاهان زینتی هستند (Sakakibara et al., 2006).

تنظیم کننده های رشد بر تمایز سلول در مریستم انتهایی پیازها مؤثر هستند (Tonecki, 1979). جیرلیک اسید بر شاخص های رشدی گلایل به ویژه ارتفاع بوته و آغازش ظهور ریشه اثر مثبتی داشته است (Sharmila et al., 2012). مدیریت شرایط تولید از لحاظ کاربرد تنظیم کننده های رشد، می تواند تأثیر به سزایی در بهبود کمیت و کیفیت گیاهان زینتی داشته باشد (Khangoli, 2001). هدف این تحقیق، بررسی اثرات جیرلیک اسید، بنزیل آدنین و اتانول بر گل دهی و ارزیابی ویژگی های کمی و کیفی گل شیپوری است.

مواد و روش

این آزمایش به منظور بررسی کمیت و کیفیت شیپوری ریزومی (*Zantedeschia aethiopica* cv. *childsiana*) در گلخانه نیمه مکانیزه پژوهشکده گل و گیاهان زینتی (محلات) به صورت طرح بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ انجام شد. ۱۵ بوته در هر تکرار و با ۱۲ تیمار شامل محلول پاشی غلظت های جیرلیک اسید (۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر)، بنزیل آدنین (۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم در لیتر) و اتانول (۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی) و شاهد (آب مقطر) ارزیابی شد. محلول پاشی در چهار مرحله با خیس شدن کامل گیاه انجام گردید. گلخانه با شرایط دمایی ۲۳±۴ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد (اسفند ماه) بود. اولین محلول پاشی در مرحله ۶-۴ برگی، دومین محلول پاشی (فواصل محلول پاشی ۲۰ روز) در مرحله ۱۰-۸ برگی، سومین محلول پاشی در مراحل ظهور اسپات ها و آخرین مرحله در ۷۰ درصد گلدهی انجام گرفت. ابعاد کرت ۳-۱/۵ مترمربع و فاصله کشت ریزوم ها از هم ۳۵ سانتی متر و با هم در یک ردیف ۵۰ سانتی متر بودند. صفات مهم از قبیل: تعداد روز تا ظهور اولین گل، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، عرض گل (سانتی متر) در مرحله باز شدن کامل (اسپات (پهنا):

استخراج شده در استون ۸۰ درصد بر حسب میلی لیتر و W: وزن تر بافت جدا شده بر حسب گرم.

تجزیه های آماری شامل محاسبه ضرایب همبستگی ساده، تجزیه واریانس و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد بود، کلیه محاسبات آماری با نرم افزار SAS9.1 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی داری در صفات نشب یونی و تعداد روز تا ظهور اولین گل در بین تیمارها مشاهده نشد. صفات عرض و طول اسپات در سطح احتمال پنج درصد و سایر صفات در سطح یک درصد معنی دار شدند (جدول ۱).

نتایج نشان داد که بیشترین طول شاخه بریده در تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر به میزان ۹۵/۷۲ سانتی متر و کمترین مقدار این صفت در تیمار بنزیل آدنین ۷۵۰ میلی گرم در لیتر به میزان ۶۳/۶۵ سانتی متر مشاهده شد (جدول ۲). به طور کلی تیمارهای ۲۵۰ و ۵۰۰ جیبرلیک اسید و بنزیل آدنین تأثیر بیشتری در افزایش طول شاخه بریده داشته و کمترین طول شاخه بریده تیمارهای شاهد و اتانول مشاهده شد. در این ارتباط نتایج تحقیقات Mousavi Matin و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که تیمار ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین موجب افزایش ارتفاع گل بریده نرگس شده است. جیبرلیک اسیدها سبب تحریک واکنش های فیزیولوژیکی در گیاهان و تغییر متابولیسم مبدأ - مقصد (Source-sink) از طریق تأثیر بر فتوسنتز و ایجاد نقاط مصرف جدید در گیاه می شوند (Iqbal et al., 2011). پژوهش ها نشان داده اند که، انتقال پیام جیبرلیک اسید در حفظ رابطه مبدأ - مقصد مربوط به انتقال ساکارز در آوند آبکش و انتقال آن به نقاط مصرف کننده دور در اندام ها یا بافت های مؤثر در عملکرد و یا در حال رشد گیاهان است. تیمار جیبرلیک اسید نقش مهمی در تحریک فرآیندهای نمو گیاه از جمله افزایش ارتفاع بوته در بسیاری از گیاهان گل دهنده دارد (Rani and Singh, 2013). ارتفاع گل بریده،

یکی از مهم ترین شاخص ها در ارزیابی کیفیت گیاهان زینتی است (Turkoglu et al., 2008). غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید موجب افزایش طول ساقه گل دهنده در گل مریم رقم دابل گزارش شده است (Kheiry et al., 2011).

بیشترین طول و عرض اسپات به ترتیب ۱۱/۹۱ و ۱۱/۳۳ سانتی متر در تیمار جیبرلیک اسید ۵۰۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد. کمترین طول اسپات (۹/۵۰ سانتی متر) در تیمار اتانول ۶۰ درصد و کمترین عرض اسپات (۸/۵۰ سانتی متر) در اتانول ۴۰ درصد حجمی مشاهده شد (جدول ۲). به طور کلی غلظت های بالا در تیمار اتانول تأثیر منفی در صفات گل داشت. بیشترین ارتفاع همپوشانی اسپات (۶/۵۳ سانتی متر) در تیمار جیبرلیک اسید ۷۵۰ میلی گرم در لیتر و در تیمار اتانول ۲۰ درصد (۶/۵۰ سانتی متر) مشاهده شد. کمترین میزان این صفت در تیمار بنزیل آدنین ۷۵۰ میلی گرم در لیتر به میزان ۳/۸۳ سانتی متر به دست آمد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع اسپادیکس به میزان ۱۰/۵۱ سانتی متر بدون تیمار (شاهد) مشاهده گردید. کمترین این صفت در تیمار اتانول ۴۰ درصد حجمی به میزان ۶/۸۳ سانتی متر مشاهده شد. به طور کلی تیمارهای بنزل آدنین و جیبرلیک اسید تأثیر بیشتری روی این صفت داشتند. در این راستا نتایج مشابهی با کاربرد ۵۰۰ میلی گرم جیبرلیک اسید و ۲۵۰ میلی گرم بنزیل آدنین باعث افزایش طول گل آدین در گلایل شد (Bazrafkan and daneshvar, 2016). همچنین بنزیل آدنین موجب افزایش قطر گلچه و قطر ساقه گل دهنده در گل نرگس (Mousavi Matin et al., 2017)، صبر زرد (Hazrati, 2013) و گل ارکیده (Matthew et al., 2008) شده است. همچنین در گل مریم، مریم گلی و شمعدانی باعث افزایش وزن تر گیاه شده است (Lukaszewska et al., 2008; Rawia et al., 2010).

بیشترین تعداد گل (۹/۰۰ عدد) در تیمار جیبرلیک اسید ۷۵۰ میلی گرم در لیتر و کمترین تعداد گل در تیمار اتانول ۴۰ درصد اتانول به میزان ۵/۰۰ عدد مشاهده شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که تیمارهای اتانول و شاهد تأثیر کمتری روی این صفت داشتند (جدول ۲). به طور کلی با افزایش غلظت

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمار جیبرلیک اسید، بنزیل آدنین و اتانول بر شاخص های رشد و گلدهی شیپوری

میانگین مربعات (Ms)											
منابع تغییر	درجه آزادی	طول شاخه گل بریده	طول اسپات	عرض اسپات	طول اسپادیکس	طول همپوشانی اسپات	ارتفاع بوته	تعداد گل	طول برگ	عرض برگ	عمر گلجایی
بلوک	۱۱	۳۲۳/۰۲**	۰/۷۱۶*	۲/۰۳۹*	۱/۱۵ ^{ns}	۲/۰۱**	۸۶/۳۶**	۰/۱۸ ^{ns}	۳/۸۶*	۲/۶۸*	۳/۰۰*
تیمار	۲	۲۳۳/۱۲**	۲/۷۲**	۲/۳۰*	۵/۰۶*	۱/۸۸**	۱۶۸/۸۷**	۵/۴۰**	۴۴/۸۳**	۸/۳۰**	۶/۲۶*
خطا	۲۲	۴۸/۲۴	۰/۸۳	۲/۱۲	۲/۶۷	۰/۵۳	۵۸/۳۱	۰/۳۵	۴/۵۶	۲/۳۴	۴/۰۵
CV	-	۸/۷۸	۸/۴۶	۱۴/۸۴	۱۹/۲۲	۱۳/۳۱	۱۰/۵۵	۹/۱۲	۷/۵۶	۸/۹۳	۱۸/۰۲

ns عدم معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱-

میانگین مربعات (Ms)										
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد برگ	کلروفیل کل	کارتنویید	کلروفیل a	کلروفیل b	نشت یونی	محتوای نسبی آب	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد روز تا ظهور اولین گل
بلوک	۱۱	۱۳/۰۲*	۰/۰۲*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۱۱*	۰/۰۰ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۲۰/۵۷*	۰/۰۴*	۰/۰۰ ^{ns}
تیمار	۲	۵۲/۳۴**	۰/۲۲**	۰/۰۸۹**	۰/۰۹**	۰/۰۲**	۱/۹۴ ^{ns}	۷۲/۵۴**	۳۵/۵۲**	۲۹/۷۰ ^{ns}
خطا	۲۲	۱۸/۱۸	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۳/۷۱	۲۸/۶۰	۰/۰۴	۰/۰۰
CV	-	۱۷/۱۴	۱۰/۶۷	۱۵/۲۸	۱۴/۶۳	۲۶/۴۴	۲۶/۹۵	۸/۰۱	۰/۲۰	۰/۰۰

ns عدم معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

اسید ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و کمترین در تیمار اتانول ۶۰ درصد اتانول به مدت ۹/۰۰ روز مشاهده شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که با افزایش غلظت در جیبرلیک اسید عمر گلجایی افزایش یافته ولی در اتانول با افزایش غلظت عمر گلجایی کاهش یافته است. کاربرد جیبرلیک اسید و بنزیل آدنین باعث کاهش تولید اتیلن شده و ماندگاری گل افزایش می یابد (Preeti and Gogoi, 1997). در گل شیپوری با کاربرد جیبرلیک اسید و بنزیل آدنین موجب افزایش ماندگاری پس از برداشت گل ها شد استنباط می شود که بین جذب آب و ماندگاری گل ها ارتباط نزدیکی وجود داشته باشد و هر عاملی که میزان جذب آب را بهبود بخشد بر ماندگاری گل ها مؤثر واقع شود (Skutink et al., 2003). بنزیل آدنین در تنظیم رشد و توسعه گیاه شامل تقسیم سلولی، تمایز، افزایش برگ و تحرک مواد غذایی در

تیمارهای جیبرلیک اسید، بنزیل آدنین و اتانول تأثیری مثبتی در افزایش تعداد گل نداشته اند. در این ارتباط، تحقیقات Kushal و Arora (۲۰۰۰) نشان داد که، تیمار قبل از کاشت پیاز مریم با جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ پی پی ام سبب افزایش تعداد گلچه شده است. اثرات مثبت جیبرلیک اسید بر فاکتورهای کمی و کیفی گل مریم رقم دابل توسط Abbasi (۲۰۰۹) و در رقم سینگل باعث تسریع گل آغازی شده است (Chang et al., 2006). محلول پاشی ۱۵۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین در کروتول باعث افزایش تعداد شاخه و قطر ساقه شد (Soad et al., 2010). در تحقیقی دیگر با کاربرد ۳۰٪ حجمی اتانول در گوجه فرنگی باعث افزایش تعداد خوشه گل روی بوته، طول و قطر میوه گزارش شده است (Amarlou, 2013). بیشترین عمر گلجایی (۱۴/۰۰ روز) در تیمار جیبرلیک

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر بنزیل آدنین، جیبرلیک اسید و اتانول بر ویژگی‌های رشد و گلدهی شیپوری

نام تیمار	سطوح	طول شاخه بریده گل	طول اسپات	عرض اسپات	طول اسپادیکس	طول همپوشانی اسپات	تعداد گل	عمر گلدانی روز	گلدهی تعداد روز تا ۵۰٪	تعداد روز	(cm)	
											طول اسپات	عرض اسپات
BA میلی‌گرم در لیتر	۱۰۰	۷۵/۹۹ ^{cd}	۱۱/۰۵ ^{ab}	۹/۱۶ ^{ab}	۷/۴۹ ^{bc}	۴/۸۰ ^{cd}	۸/۶۶ ^{ab}	۹/۶۶ ^{bc}	۹۶/۰۰ ^f	۳۷/۰۰ ^d		
	۲۵۰	۸۴/۸۹ ^{abc}	۱۱/۶۶ ^a	۹/۷۵ ^{ab}	۸/۰۸ ^{abc}	۶/۱۶ ^{ab}	۶/۶۶ ^{cd}	۱۱/۰۰ ^{abc}	۹۶/۰۰ ^f	۳۷/۰۰ ^d		
	۵۰۰	۸۳/۱۱ ^{bcd}	۱۱/۷۵ ^a	۱۰/۳۶ ^{ab}	۱۰/۰۵ ^{ab}	۵/۷۵ ^{abc}	۶/۰۰ ^{de}	۱۲/۳۳ ^{abc}	۹۷/۰۰ ^e	۳۵/۰۰ ^e		
GA ₃ میلی‌گرم در لیتر	۷۵۰	۶۳/۶۵ ^e	۹/۵ ^c	۹/۲۵ ^{ab}	۸/۰۰ ^{abc}	۳/۸۳ ^d	۷/۳۳ ^c	۱۱/۱۶ ^{abc}	۹۹/۰۰ ^c	۳۵/۰۰ ^e		
	۲۵۰	۷۵/۶۱ ^{cd}	۱۱/۴۳ ^a	۹/۳۰ ^{ab}	۸/۱۷ ^{abc}	۵/۵ ^{abc}	۹/۰۰ ^a	۱۲/۶۱ ^{ab}	۹۹/۰۰ ^c	۳۵/۰۰ ^e		
	۵۰۰	۸۰/۶۶ ^{bcd}	۱۱/۹۱ ^a	۱۱/۳۳ ^a	۷/۱۴ ^c	۶/۱۶ ^{ab}	۶/۶۶ ^{cd}	۱۰/۱۶ ^{bc}	۹۶/۰۰ ^f	۳۹/۰۰ ^c		
اتانول درصد	۷۵۰	۹۱/۳۳ ^{ab}	۱۰/۹۱ ^{abc}	۹/۴۷ ^{ab}	۹/۹۱ ^{ab}	۶/۵۳ ^a	۷/۶۶ ^{bc}	۱۲/۳۳ ^{abc}	۹۶/۰۰ ^f	۳۵/۰۰ ^e		
	۱۰۰۰	۹۵/۷۲ ^a	۱۱/۱۶ ^{ab}	۱۰/۳۹ ^{ab}	۱۰/۱۹ ^{ab}	۴/۹۱ ^{cd}	۵/۳۳ ^e	۱۴/۰۰ ^a	۹۸/۰۰ ^d	۳۷/۰۰ ^d		
	۲۰	۷۶/۱۶ ^{cd}	۱۱/۵۳ ^a	۱۱/۰۵ ^a	۸/۲۷ ^{abc}	۶/۵ ^a	۵/۶۶ ^{de}	۱۰/۳۳ ^{bc}	۹۶/۰۰ ^f	۳۹/۰۰ ^c		
حجمی	۴۰	۷۷/۷۲ ^{cd}	۹/۶۶ ^{bc}	۸/۵ ^b	۶/۸۳ ^c	۵/۵ ^{abc}	۵/۰۰ ^e	۱۰/۰۰ ^{bc}	۱۰۲/۰۰ ^b	۴۴/۰۰ ^a		
حجمی	۶۰	۷۱/۸۹ ^{de}	۹/۵ ^c	۸/۹۱ ^{ab}	۷/۵ ^{bc}	۵/۳۹ ^{abc}	۵/۳۳ ^e	۹/۰۰ ^c	۱۰۵/۰۰ ^a	۴۲/۰۰ ^b		
شاهد	-	۷۲/۰۹ ^{de}	۹/۶۷ ^{bc}	۱۰/۳۶ ^{ab}	۱۰/۵۱ ^a	۴/۹۸ ^{bcd}	۵/۵۵ ^e	۱۱/۴۹ ^{abc}	۱۰۵/۰۰ ^a	۴۲/۰۰ ^b		

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

ادامه جدول ۲-

نام تیمار	سطوح	تعداد برگ	ارتفاع بوته	طول برگ (cm)	عرض برگ	کلروفیل کل	کلروفیل کارتنوئید	کلروفیل a	کلروفیل b	نشست یونی	محتوای نسبی برگ (%)
GA ₃ میلی‌گرم در لیتر	۲۵۰	۲۶/۳۳ ^{a-d}	۷۱/۶۶ ^{bcd}	۲۹/۳۳ ^{abc}	۱۷/۰۰ ^{bcd}	۱/۰۳ ^e	۰/۹۷ ^d	۰/۶۸ ^d	۰/۳۴ ^d	۷/۰۹ ^a	۶۷/۲۸ ^{ab}
	۵۰۰	۲۶/۰۰ ^{a-d}	۷۳/۳۳ ^{bc}	۳۰/۳۳ ^{ab}	۱۹/۰۰ ^{ab}	۱/۰۷ ^c	۱/۰۲ ^{cd}	۰/۷۰ ^{cd}	۰/۳۷ ^{cd}	۷/۶۸ ^a	۵۵/۵۳ ^c
	۷۵۰	۲۶/۶۶ ^{abc}	۶۵/۰۰ ^{cd}	۲۶/۳۳ ^c	۱۶/۰۰ ^{cde}	۱/۰۰ ^e	۰/۹۵ ^d	۰/۶۵ ^d	۰/۳۵ ^{cd}	۸/۵۶ ^a	۶۹/۷۶ ^{ab}
اتانول درصد	۲۵۰	۲۵/۶۶ ^{a-d}	۷۶/۶۶ ^{bc}	۳۰/۳۳ ^{ab}	۱۵/۳۳ ^{de}	۱/۰۸ ^e	۱/۰۳ ^{cd}	۰/۷۱ ^{cd}	۰/۳۷ ^{cd}	۷/۰۶ ^a	۶۵/۵۴ ^b
	۵۰۰	۲۲/۰۰ ^{cde}	۹۰/۰۰ ^a	۳۰/۰۰ ^{ab}	۱۶/۶۶ ^{bcd}	۱/۳۶ ^{cd}	۱/۲۴ ^{a-d}	۰/۸۹ ^{bc}	۰/۴۲ ^{bcd}	۵/۶۷ ^a	۶۵/۳۴ ^b
	۷۵۰	۱۷/۳۳ ^e	۷۳/۳۳ ^{bc}	۳۲/۳۳ ^a	۲۰/۰۰ ^a	۱/۶۱ ^{ab}	۱/۴۰ ^{ab}	۱/۰۱ ^{ab}	۰/۶۰ ^{ab}	۵/۹۶ ^a	۷۲/۵۹ ^{ab}
حجمی	۱۰۰۰	۱۹/۳۳ ^{de}	۷۳/۳۳ ^{bc}	۳۰/۳۳ ^{ab}	۱۷/۳۳ ^{bcd}	۱/۷۲ ^a	۱/۲۹ ^{abc}	۱/۰۸ ^{ab}	۰/۶۴ ^a	۷/۰۱ ^a	۶۷/۷۷ ^{ab}
	۲۰	۳۱/۶۶ ^a	۷۸/۳۳ ^{ab}	۳۱/۰۰ ^a	۱۸/۳۳ ^{abc}	۱/۶۹ ^a	۱/۴۷ ^a	۱/۱۳ ^a	۰/۵۵ ^{abc}	۸/۱۹ ^a	۶۸/۳۹ ^{ab}
	۴۰	۲۹/۳۳ ^{ab}	۷۰/۰۰ ^{bcd}	۳۰/۳۳ ^{ab}	۱۸/۶۶ ^{ab}	۱/۴۴ ^{bc}	۱/۰۶ ^{cd}	۰/۷۸ ^{cd}	۰/۴۶ ^{a-d}	۶/۹۸ ^a	۶۵/۱۷ ^b
حجمی	۶۰	۲۸/۳۳ ^{abc}	۶۰/۰۰ ^d	۱۹/۶۶ ^d	۱۴/۰۰ ^e	۱/۱۴ ^{de}	۱/۰۵ ^{cd}	۰/۷۵ ^{cd}	۰/۴۰ ^{bcd}	۷/۴۵ ^a	۶۴/۸۵ ^b
شاهد	-	۲۴/۱۱ ^{bcdde}	۷۰/۰۰ ^{bcd}	۲۶/۷۸ ^{bc}	۱۶/۷۷ ^{bcd}	۱/۱۸ ^{de}	۱/۱۴ ^{bcd}	۰/۷۸ ^{cd}	۰/۴۲ ^{bcd}	۷/۱۷ ^a	۶۳/۶۴ ^{bc}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

گیاهان زینتی است (Sakakibara et al., 2006). محلول پاشی اتانول باعث افزایش عمر گل‌ها و بازارپسندی گل شاخه بریده

می دهد میزان جیبرلیک اسید نقش اصلی در انتقال از مرحله رویشی به مرحله زایشی ایفا می کند و در نتیجه سایتوکینین ها و جیبرلیک اسیدها در تسریع و توسعه گل انگیزی در گل شیپوری دخالت دارند (Brooking and Cohen, 2002). تیمار جیبرلیک اسید نقش مهمی در گلدهی زود هنگام در گیاهان دارد (Rani and Singh, 2013).

نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار جیبرلیک اسید ۵۰۰ میلی گرم در لیتر به میزان ۹۰/۰۰ سانتی متر و کمترین مقدار این صفت با تیمار بنزیل آدنین ۵۰۰ میلی گرم در لیتر به میزان ۶۵/۰۰ سانتی متر مشاهده شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که غلظت های بالاتر از ۵۰۰ میلی گرم جیبرلیک اسید، تأثیری در افزایش ارتفاع بوته نداشت. در این ارتباط Soad و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید باعث افزایش ارتفاع بوته در کروتون شد. در گل مریم تیمار جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ میلی گرم در لیتر (روش غوطه وری) سبب افزایش ارتفاع گیاه شد (Kushal and Arora, 2000).

بیشترین طول برگ (۳۲/۳۳ سانتی متر) در تیمار جیبرلیک اسید ۷۵۰ میلی گرم در لیتر و کمترین طول برگ (۱۹/۶۶) سانتی متر در اتانول ۶۰ درصد حجمی مشاهده شد. بیشترین (۲۰/۰۰) و کمترین عرض برگ (۱۴/۰۰) سانتی متر به ترتیب در تیمار جیبرلیک اسید ۷۵۰ میلی گرم در لیتر و اتانول ۶۰ درصد حجمی مشاهده شد (جدول ۲). در اثر محلول پاشی جیبرلیک اسید با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید باعث افزایش سطح برگ در کروتون شده است (Soad et al., 2010).

بیشترین تعداد برگ (۳۱/۶۶ عدد) در تیمار اتانول ۴۰ درصد حجمی و کمترین در تیمار جیبرلیک اسید ۷۵۰ میلی گرم در لیتر با ۱۷/۳۳ عدد مشاهده شد (جدول ۲). اتانول به عنوان یک منبع کربن در افزایش آسمیلاسیون دی اکسید کربن و فتوسنتز خالص نقش دارد (Ehyaiei et al., 2010). تأثیرات مثبت اتانول در افزایش تعداد برگ در آویشن اثبات شده است (Nourafcan and Kalantari, 2017)، که یافته حاضر با آن

میخک می شود (Bayat et al., 2012). پژوهش ها نشان می دهد که، الکل ها (اتانول) با غلظت های متفاوت بر گونه های مختلف تأثیر متفاوتی را دارند (Nourafcan and Kalantari, 2017). کاربرد بنزیل آدنین باعث افزایش طول عمر گل، میزان کربوهیدرات برگ و پروتئین گلبرگ در لیلیوم شده است (Faraji et al., 2010). گزارش شده است که بنزیل آدنین باعث افزایش قطر ساقه گل دهنده در گل مریم Kheiry (۲۰۰۶)، اکیمنس Julio (۲۰۰۳) و William (۲۰۰۱) در گل میخک شده است.

کمترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی در تیمارهای بنزیل آدنین ۷۵۰ و جیبرلیک اسید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۹۹ روز مشاهده شد. بیشترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی در تیمارهای اتانول ۶۰ درصد حجمی و شاهد به مدت ۱۰۵ روز مشاهده شد (جدول ۲). کمترین تعداد روز تا اولین گلدهی در تیمارهای بنزیل آدنین ۷۵۰ و ۲۵۰ میلی گرم در لیتر به مدت ۳۷/۰۰ روز مشاهده شد. بیشترین تعداد روز تا اولین گلدهی در تیمارهای اتانول ۴۰ درصد حجمی به مدت ۴۴/۰۰ روز مشاهده شد. به طور کلی تیمارهای اتانول و شاهد تأثیر کمتری روی این صفت داشتند (جدول ۲). کاربرد توأم جیبرلیک اسید و بنزیل آدنین موجب تمایز گل آذین در جوانه انتهایی و جانبی گل شیپوری شده است (Skutnik et al., 2003). تغییر در میزان جیبرلیک اسید نقش اصلی را در انتقال از مرحله رویشی به مرحله زایشی بازی می کند و سایتوکینین ها نیز در تسریع و توسعه گل انگیزی در گل شیپوری دخالت دارد (Skutnik et al., 2003). نقش جیبرلیک ها اسید در زمان گلدهی می تواند بسته به گونه های گیاهی متفاوت باشد. به طور کلی، مصرف جیبرلیک اسید می تواند برای هر دو مورد جایگزین و برطرف کننده نیاز به روزهای بلند و دمای پایین باشد. در گیاهان پیازی خیساندن پیازها در محلول رقیق جیبرلیک اسید، گلدهی را به مدت ۱۵ روز تسریع می کند، اما در غلظت های بالاتر ممکن است گلدهی به تأخیر افتاده و معمولاً ارتفاع گیاه و تعداد گلچه در طول سنبله به طور مثبت تحت تأثیر قرار می گیرد (Davis, 1998). بررسی ها نشان

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات

	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
تعداد روز تا اولین گلدهی																			
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی																			
محتوای نسبی برگ																			
نسبت یونی																			
کلروفیل b																			
کلروفیل a																			
کارتنوئید																			
کلروفیل کل																			
تعداد برگ																			
عمر گلچایی																			
عرض برگ																			
طول برگ																			
تعداد گل																			
ارتفاع بوته																			
ارتفاع همپوشانی اسپات																			
طول اسپادیکس																			
عرض اسپات																			
طول اسپات																			
ارتفاع شاخه بریده گل																			

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

کمترین در سطوح بنزیل آدنین به ویژه سطح ۷۵۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل a (۱/۱۳ mg/grfw) در اتانول ۲۰ درصد حجمی و کمترین در سطح بنزیل آدنین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر (۰/۶۱ mg/grfw) مشاهده شد، به طور کلی سطوح بنزیل آدنین تأثیر کمتری بر این صفت داشتند (جدول ۲). بیشترین میزان کلروفیل b (۰/۶۴ mg/grfw) در تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و کمترین در سطح بنزیل آدنین ۲۵۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۲). محلول پاشی بنزیل آدنین و جیبرلیک

مطابقت دارد. در تحقیقی با تیمار ۸۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید در گل سینگونیوم (*Syngonium podophyllum*) باعث افزایش تعداد برگ و تیمار ۴۰۰ میلی گرم باعث افزایش شاخه های جانبی شده است (Salehi Sardoei et al., 2018). بالاترین میزان کلروفیل کل (۱/۷۲ mg/grfw) در تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر و کمترین میزان این صفت در تیمار اتانول ۲۰ درصد حجمی (۱/۶۹ mg/grfw) مشاهده شد (جدول ۲). بالاترین میزان کارتنوئید (۱/۴۷ mg/grfw) در تیمار تیمار اتانول ۲۰ درصد حجمی و

(۵۰٪) میزان ارتفاع همپوشانی اسپات کاهش می‌یابد. کمترین میزان همبستگی بین کلروفیل کل با طول اسپات و تعداد گل با طول شاخه بریده گل ($r=0/005$) مشاهده شد. ضرایب همبستگی ساده بین صفات نشان داد که افزایش کلروفیل کل باعث افزایش کارتنوئید شده است. افزایش ویژگی‌های صفات بیوشیمیایی با تیمار بهینه باعث افزایش کمیت و کیفیت در شیپوری شده است.

نتیجه‌گیری

می‌توان در برنامه‌ریزی تولید، افزایش زودبازدهی در شیپوری ریزومی، به‌ویژه در فاکتورهای شاخه گل بریده و عمر گلدانی، محلول پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر جبرلیک اسید در فصل زمستان توصیه نمود. برای تولید گل‌های درشت‌تر در شیپوری (طول و قطر اسپات)، تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر جبرلیک اسید توصیه می‌گردد. تیمار اتانول ۲۰٪ تأثیر به‌سزایی در افزایش صفات رویشی و صفات بیوشیمیایی داشت، بنابراین محلول پاشی در فصل زمستان توصیه می‌گردد.

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.

اسید هر کدام به‌صورت جداگانه میزان کلروفیل (a, b)، کارتنوئید و ترکیبات شیمیایی را کروتول تحریک کردند (Soad et al., 2010). بالاترین میزان کلروفیل (a, b) و کارتنوئید در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جبرلیک اسید به‌دست آمد (Soad et al., 2010). تیمار جبرلیک اسید تأثیر بیشتری نسبت به کنیتین روی فتوسنتز رنگیزه‌های برگ کروتون دارد (Rawia and Bedour, 2006). تیمار جبرلیک اسید نقش مهمی در تحریک مقدار کلروفیل و بهبود عملکرد و کیفیت در بسیاری از گیاهان گل‌دهنده دارد (Rani and Singh, 2013).

نتایج نشان داد که بیشترین محتوای نسبی آب برگ با تیمار بنزیل آدنین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۷۵/۳۳ درصد و کمترین مقدار این صفت در تیمار بنزیل آدنین ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به میزان ۵۵/۵۳ درصد مشاهده شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که با افزایش غلظت بنزیل آدنین میزان محتوای نسبی آب برگ کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد که با محدود شدن هدایت روزنه‌ای مقادیر بیشتر بنزیل آدنین بی‌اثر بوده است.

همبستگی بین صفات کمی: ضرایب همبستگی صفات

(جدول ۳) نشان داد که، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار ($P \leq 0.01$) مربوط به کلروفیل a با کارتنوئید ($r=+0/82$)، کلروفیل b با کلروفیل کل ($r=+0/79$) و تعداد روز تا اولین گلدهی با ۵۰ درصد گلدهی ($r=+0/68$) بود. کمترین میزان همبستگی منفی و معنی‌دار ($P \leq 0.05$) بین ارتفاع همپوشانی اسپات با تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی ($r=-0/28$) مشاهده شد، که نشان‌دهنده این است که با افزایش تعداد روز تا گلدهی

منابع

- Abbasi, J. (2009) Effects of gibberellic acid and benzyl adenine on stem height and vase life of polianthes (*Polianthes tuberosa* L.). Master Thesis, Guilan University, Guilan, Iran.
- Amarlou, E. (2013) The effect of citric acid, ethanol and methanol on some characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* L. Var. Supra). Master Thesis, Agricultural Sciences and Natural Resources, University, Gorgan, Iran.
- Armand, N., Amiri, H. and Ismaili, A. (2015) Effects of foliar application of methanol on yield and yield components of bean (*Phaseolus vulgar* L.) under water deficit stress conditions. Journal of Crop Ecophysiology 9: 231-242.
- Arnon, D. I. (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24: 1-15.
- Asgari, A. A. and Moinfard, A. (2014) The effect of alcohol foliar application on plants as a modern application in agriculture. In: Proceedings of the First National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran, Tehran, Iran.
- Bayat, H., Azizi, M., Shoor, M. and Vahdati, N. (2012) The effect of ethanol and essential oil in increasing vase life of cut carnation flowers (*Dianthus caryophyllus* cv. Yellow Candy). Journal of Horticultural Science 25: 384-390.
- Bazrafkan, M. and Daneshvar, M. H. (2016) Interaction of plant growth regulators and nitrogen on characteristics of *Gladiolus hybrida* cv. White Friendship. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 17: 147-154.

- Brooking, J. R. and Cohen, D. (2002) Gibberellin-induced flowering in small tubers of *Zantedeschia* 'Black Magic'. *Scientia Horti* 95: 63-67.
- Chang, Sh., Tsang, Ch. and Wen, Sh. (2006) Gibberellins in relation to flowering in *Polianthes tuberosa*. *Physiologia Plantarum* 112: 429-432.
- Davis, P. H. (1998) *Flora of Turkey and the East Aegan Island*. Edinburgh University Press.
- Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M. and Haslam, R. (2004) Expression profiling of the response of *Arabidopsis thaliana* to methanol stimulation. *Phytochem* 65: 2305-2316.
- Ehyaiei, H. R., Parsa, M., Kafi, M. and Nasiri Mahalati, M. (2010) Effect of foliar application of methanol and irrigation regimes on yield and yield components of chickpea cultivars. *Iranian Journal Pulses Research* 1: 37-48.
- Faraji, E., Klatebari, S., Mostafavi, U. and Moradi, F. (2010) Effect of benzyladenine and gibberellic acid, cold and dry storage shelf life of cut flowers of *Lilium* (*Lilium ledebourii*). *Modern Agricultural Knowledge (Knowledge of modern, Sustainable Agriculture)* 6: 75-84.
- Funnell, K. A., MacKay, B. R. and Lawok, C. R. O. (1992) Comparative effects of promalin and GA₃ on flowering and development of *Zantedeschia* 'Galaxy'. *Acta Horticulture* 292: 173-179.
- Hazrati, C. and Tahmasbi, Z. (2013) Effect of different levels of nitrogen and foliar hormone benzyladenine (BA) on the growth and production plant of shoots (*Aloe vera* L.). *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants* 28: 210-223.
- Hosseinzadeh, S. R., Paknejad, F., Nabi-Ielkaei, M. and Ahmadpour, R. (2018) Responses of lentil (*Lens culinaris* Medikus.) root to foliar application of methanol under water deficit stress. *Journal of Crop Ecophysiology* 1: 1-20.
- Iqbal, N., Nazar, R., Khan, M. I. R., Masood, A. and Khan, N. A. (2011) Role of gibberellins in regulation of source-sink relations under optimal and limiting environmental conditions. *Current Science* 100: 998-1007.
- Julio, C. (2003) Effect of GA₃ and BA on two cultivars of *Achimenes longiflora* under two levels of irradiance. *Symposium on Growth Regulation in Floriculture* 77: 521-528.
- Khangoli, S. (2001) Potential of growth regulators on control of size and flowering of ornamental plants. In: *Proceeding of first applied scientific seminar on flowering and ornamental plants*. Mahalat, Iran.
- Kheiry, A. (2006) Effects of GA₃ and 6-BA on the quality and essence of tuberose (*Polianthus tuberosa* L.). Master thesis, Tehran University, Tehran, Iran.
- Kheiry, A., Khalighi, A., Mostofi, Y. and Naderi, R. (2011) Effects of gibberellic acid (GA₃) and benzyladenine on tuberose quality and quantity. *Journal of Crops Improvement* 13: 9-20.
- Khosravi, M. T., Mehrafarin, A., Naghdibadi, H., Hajiaghvae, R. and Khosravi, E. (2011) Effect of methanol and ethanol application on yield of *Echinacea purpurea* L. in Karaj region. *Journal of Herbal Drugs* 2: 121-128.
- Kushal, R. and Arora, J. S. (2000) Effects of harvesting stage, BAP and GA₃ on bud opening and vase life of tuberose. *Ornamental of Journal Horticulture* 3: 111-113.
- Lukaszewska, A., Monika, P. and Karol, C. H. (2008) Effect of drought and benzyl adenine on scarlet salvia (*Salvia splendens* Sello) and geranium (*Pelargonium hortorum* L.). *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW* 29: 45-52.
- Matthew, G. B. and Erik, S. R. (2008) Benzyl adenine promotes flowering in doritaenopsis and phalaenopsis Orchids. *Plant Growth Regulation* 27: 141-150.
- Mehrafarin, A., Naqdi-Badi, H., Qaderi, A., Labbafi, M. R., Zand, E., Noormohammadi, Gh., Qavami, N. and Seif Sahandi, M. (2015) Changes in seed yield and mucilage of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). in response to foliar application of methanol as a bio-stimulant. *Journal of Medicinal Plants* 2: 86-100.
- Mousavi Matin, S. R., Mortazaviand, S. N. and Heidari, M. (2016) Effects of benzyl adenine and potassium nitrate on some morpho-physiological traits of Narcissus (*Narcissus tazetta* L.). *Iranian Journal of Horticulture Science* 47: 521-529.
- Nadali, I., Paknejad, F., Moradi, F., Vazan, S., Tookalo, M., JamiAl-Ahmadi, M. and Pazoki, A. (2010) Effects of methanol on sugar beet (*Beta vulgaris*). *Australian Journal of Crop Science* 4: 398-401.
- Nonomura, A. M. and Benson, A. A. (1992) The path of carbon in photosynthesis: Improved crop yield with methanol. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Boston, USA.
- Nourafcan, H. and Kalantari, Z. (2017) The effect of methanol and ethanol foliar application on peppermint morpho-physiological characteristics. *Agroecology Journal* 12: 1-9.
- Preeti, H. and Gogoi, S. (1997) Effects of preplant chemical treatment of bulbs on growth and flowering of *Polianthes tuberosa* cv. single. *Annals of Biology Ludhiana* 13: 145-149.
- Promyou, S., Ketsa, S. and Doorn, W. G. V. (2012) Salicylic acid alleviates chilling injury in anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers. *Postharvest Biology and Technology* 64: 104-110.
- Ram, R., Mukherjee, D. and Manuja, S. (2001) Plant growth regulators affect the development of both corms and cormels in *Gladiolus*. *Horticultural Science* 37: 343-344.
- Ramberg, H. A., Bradley, J. S. C., Olson, J. S. C., Nishio, J. N., Markwell, J. and Osterman, J. C. (2002) The role of methanol in promoting plant growth: An update. *Review Plant Biochem Biotechnol* 1: 113-126.

- Ramirez, I., Doreta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A. and Pen a-Cortes, H. (2006) Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabidopsis, tobacco, and tomato plants. *Australia Journal of Crop Science* 4: 398-401.
- Rani, P. and Singh, N. (2013) Impact of gibberellic acid pretreatment on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Prajwal. *Journal of Tropical Plant Physiology* 5: 33-42.
- Rawia, A., Eid, B. and Abou-Leila, H. (2006) Response of croton plants to gibberellic acid, benzyl adenine and ascorbic acid application. *World Journal of Agricultural Science* 2: 174-179.
- Rawia, A. E., Khalifa, K. H. M. and Shaaban, S. H. A. (2010) Effect of foliar application of zinc and benzyl adenine on growth, yield and chemical constituents of tuberose plants. *Research Journal of Agricultural and Biological Science* 6: 732-743.
- Sakakibara, H., Takei, K. and Hirose, N. (2006) Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development. *Trends in Plant Science* 11: 440-448.
- Salehi Sardoei, A., Zarinkolah, M. and Mohammadi, H. (2018) Foliar applications of gibberellic acid and benzyladenine increase vines of 'White Butterfly' *Syngonium podophyllum*. *International Journal of Farming and Allied Sciences* 7: 31-36.
- Sanchez, F. J., Manzanares, M., De Andres, E. F., Tenorio, J. L. and Ayerbe, L. (1998) Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crops Research* 59: 225-235.
- Sharmila, P., Bajracharya, A., Mandal, J. and Choudhary, B. (2012) Dormancy breaking of gladiolus cv. Jester for the mid hills of Nepal. *Journal of Horticulture Forest* 4: 54-60.
- Shur, M. (2004) Effects of hormones and cold storage rooms on vase life of cut flowers tuberose (*Polianthus tuberosa* L.). PhD Thesis, Tarbiat Modarres University, Iran.
- Singh, Y., Van Wyk, A. E. and Baijnath, H. (1996) Taxonomic notes on the genus *Zantedeschia Spreng.* (Araceae) in southern Africa. *South African Journal of Botany* 62: 321-324.
- Skutnik, E.W., Lukaszewska, A. L. and Margrethe, S. (2003) Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica*. *Postharvest Biology and Technology* 21: 241-246.
- Skutnik, E. W., Lukaszewska, A. L. and Margrethe, S. (2003) Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica*. *Postharvest Biology and Technology* 21: 241-246.
- Soad Ibrahim, M. M., Lobna Taha, S. and Farahat, M. M. (2010) Vegetative growth and chemical constituents of croton plants as affected by foliar application of benzyl adenine and gibberellic acid. *Journal of American Science* 6: 126-130.
- Tonecki, J. (1979) Effect of the growth substances on plant growth and shoot apex differentiation in gladiolus (*Gladiolus hortorum* cv. Acca laurentia). *Acta Horticulturea* 91: 201-206.
- Turkoglu, N., Alp, S. and Cig, A. (2008) Effect of diamonium phoshate (DAP) fertilization in different doses on bulb and flower of narcissus (*Narcissus tazetta*). *American Eursian Journal Agricultural and Environmental Sciences* 4: 595-598.
- William, E. (2001) Role of cytokinins in *Dianthus caryophyllus* flower senescence. *Plant Physiology* 59: 707-709.
- Yavarpanah, Z., Alizadeh, M. and Seifi, E. (2013) Study the effects of alcohol on the composition and characteristics of strawberry fruit. In: *Proceedings of Conference on Agricultural Science and Environment*, Shiraz, Iran.

Effect of foliar application of gibberellin, benzyladenin and ethanol on quantitative and qualitative traits in *Zantedeschia aethiopica*

Mohammad Hossein Azimi* and Anousheh Yousefbeigi

Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mahallat, Iran

(Received: 25/10/2019, Accepted: 25/02/2020)

Abstract

This research was carried out to evaluate the effect of spraying different concentrations of gibberellin (GA₃), benzyladenin (BA) and ethanol on growth and flowering of *Zantedeschia aethiopica*. Experiments were carried out in a randomized complete block design with three replications in greenhouse and with 12 spraying treatments including: GA₃ (250, 500, 750 and 1000 mg L⁻¹), BA (100, 250, 500 and 750 mg L⁻¹) and ethanol (20, 40 and 60% v/v) and the control (distilled water) were evaluated. The highest height of cut-flowering (95.72 cm) and vase life (14.00 day) was observed in 1000 mg L⁻¹ GA₃ treatment. The highest length (11.91 cm) and diameter (11.33 cm) of spathe and plant height (90.00 cm) was observed in 500 mg L⁻¹ GA₃. The highest height of overlapping part of spathe (6.53 cm), length (32.33 cm) and width (20.00 cm) leaf was observed in mg L⁻¹ GA₃. Ethanol treatment 20% had a significant effect on spathe length (11.53 cm), height of spadix (8.27 cm), leaf number (5.66), total chlorophyll (1.69 mg/grfw), carotenoid (1.47 mg/grfw) and chlorophyll a (1.47 mg/grfw). Foliar application of different levels of ethanol had a significant effect on vegetative and physiological traits. Different levels of BA had no significant effect on quantitative and qualitative traits in calla lily. Therefore, due to the positive effect of ethanol and GA₃ on the growth of vegetative growth and physiological traits in calla lily, use of these chemicals are recommended.

Keywords: Flowering, Chlorophyll, Spadix, Growth regulators

Corresponding author, Email: m.h.azimi58@gmail.com