گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۳)، ۹(۱): ۳۱-۴۶
مقاله پژوهشی

اثر جیبرلیک‌اسید بر ویژگی‌های کمی و کیفی دو گونه شیپوری در سامانه آبکشتی

اسماعیل خالقی*، زهرا بهبهانی، مهرانگیز چهرازی

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

khaleghi@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲۳، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۳/۳۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۸

چکیده

جنس شیپوری (*Zantedeschia* sp.) گیاهی روز خنثی از تیره آراسه بوده که بومی نواحی آفریقای جنوبی و مرکزی است. تعداد و کیفیت این گل می‌تواند تحت تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از جمله جیبرلیک اسید قرار گیرد. برای ارزیابی تأثیر غلظت های مختلف جیبرلیک اسید (GA_3) (۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر صفات کمی و کیفی دو گونه شیپوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که کاربرد جیبرلیک اسید به‌ویژه در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک گل، سطح برگ، تعداد غنچه، طول اسپات، عمر گلجایی، میزان کلروفیل و کاروتنوئید برگ و اسپات، کربوهیدرات و نشاسته را در هر دو گونه *Z. aethiopica* و *Z. rehmanii* به‌طور معنی‌داری افزایش داد که این افزایش در بیشتر صفات از جمله وزن خشک برگ، وزن تر گل، تعداد غنچه، طول گل بریدنی، عمرگلجایی، کلروفیل و کاروتنوئید برگ و کلروفیل اسپات در گونه *aethiopica* نسبت به *rehmanii* بیشتر بود و به بالاترین میزان رسید. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که کاربرد GA_3 به‌ویژه در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند در بهبود صفات کمی و کیفی شیپوری مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: تنظیم کننده رشد، جیبرلیک اسید، طول اسپات، عمرگلجایی.

مقدمه

جنس شیپوری[1] گیاهی گل‌دار از تیره شیپوریان بوده و بومی نواحی آفریقای جنوبی و مرکزی است. این گیاه سوخوار یک محصول زینتی مهم است که افزون بر مناظر باغ و گلکاری دارای کاربردهای دارویی است و در مناطق معتدل در ارتفاعات ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متری به خوبی رشد می‌کند. همچنین، دارای گونه‌های همیشه سبز و خزان‌دار می باشد (Chandel *et al.*, 2023). در حال حاضر شیپوری به‌عنوان گیاه زینتی به‌صورت گیاه گلدار گلدانی یا گل بریدنی در سراسر جهان عرضه می‌گردد. در نیوزلند، از نظر اقتصادی این گل پس از ارکید دومین گل بریدنی است (Aitken & Hewett, 2009). کیفیت و

۱- *Zantedeschia* sp.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

کمیت این گل می‌تواند تحت تأثیر فاکتورهای زیادی مانند کاربرد تنظیم کننده‌های رشد قرار بگیرد. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی گروه بزرگی از مواد شیمیایی هستند که به صورت طبیعی یا مصنوعی ساخته می‌شوند و توسط پرورش دهندگان تجاری گیاهان زینتی به عنوان ابزار کمکی در سیستم تولیدی گیاهان گلدار استفاده می‌شوند. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی تاثیر سریع‌تری بر رشد رویشی و گل‌دهی گیاهان دارند. از مهم‌ترین تنظیم کننده‌ها، جیبرلیک اسید (GA_3) نقش مهمی در کیفیت و کمیت محصولات گل‌دهنده دارد (Pradeepkumar *et al*., 2020). در واقع تنظیم کننده‌های گیاهی برای فرآیندهای گوناگون رشد و نمو گیاهی ضروری هستند. جیبرلیک اسید یک تنظیم کننده گیاهی طبیعی است که به‌دلیل تأثیر مثبت آن بر رشد و نمو گیاهان از جمله تسریع فرآیند گل‌دهی و کوتاه کردن دوره نونهالی، به‌طور گسترده در صنعت کشاورزی و باغبانی استفاده می‌گردد (Cornea-Cipcigan *et al*., 2020). در گزارشی، Othman و همکاران (2021) بیان کردند که کاربرد جیبرلیک اسید در ژربرا و سوسن، موجب افزایش طول و قطر شاخه گل دهنده و کوتاه کردن دوره نونهالی گردید که می‌تواند به طور بالقوه کیفیت گل را افزایش دهد.

در پژوهشی، Coelho و همکاران (2018) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی جیبرلین موجب افزایش ارتفاع شاخه و تعداد گل آذین در گل‌های بریدنی گردید. این ترکیب فرایند گل‌دهی را تسریع و پژمرده شدن گل‌ها را به تاخیر انداخت که درنهایت کمیت و کیفیت گل‌های بریدنی را افزایش داد. همچنین بیشترین طول اسپادیکس در گل آنتوریوم در گیاهانی به‌دست آمد که تحت تأثیر تنظیم کننده رشد گیاهی جیبرلین قرار گرفتند (Beena., 2000; Pradeepkumar *et al*., 2020). کاربرد این تنظیم کننده در گل رز موجب افزایش طول جوانه، قطر گل و تعداد گل در مقایسه با شاهد گردید (Pradeepkumar *et al*., 2020; Dhekney. 2000). کاربرد جیبرلیک اسید می‌تواند در افزایش طول عمر برگ‌ها و طولانی شدن عمر گلجایی گل‌های بریدنی مؤثر باشد (Ichimura & Goto, 2000). جیبرلیک اسید همچنین نقش مهمی در پیشرفت فرآیندهای گوناگون در طول رشد گیاه مانند گل انگیزی، افزایش طول و ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، تأخیر در پیری، حفظ کلروفیل و عملکرد گیاهان مختلف ایفا می‌کند (Emami *et al*., 2011; Rani & Singh, 2013).

شیپوری یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی است که در سراسر جهان به صورت گل‌های گلدانی و بریدنی عرضه می‌گردد و افزایش کیفیت و کمیت این گل می‌تواند اقتصاد تولیدکنندگان را تحت تأثیر قرار دهد و با توجه به اینکه اطلاعات محدودی از کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر روی این گیاه وجود دارد. بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی اثر سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر صفات کمی، کیفی و ماندگاری شیپوری و تعیین بهترین سطح این تنظیم کننده بود.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی اثر جیبرلین (GA_3) بر صفات کمی و کیفی واریته‌های دو گونه شیپوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز با محدوده جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۶۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع حدود ۲۲ متر از سطح دریا با میانگین دمای شب و روز به ترتیب ۱۶ و ۳۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰٪ طی سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. برای انجام این آزمایش ابتدا نیساگ‌های مربوط به واریته‌های دوگونه شیپوری در ۲۲ آذرماه ۱۳۹۵ تهیه و یک سوم ریزوم‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

محلول‌هایی حاوی غلظت‌های مختلف GA_3 قرار گرفتند. سپس در گلدان‌هایی با حجم ۱۵ لیتر کشت شدند (بستر کشت شامل کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۱ : ۱ بود. جهت تغذیه گیاهان بعد از ظهور گیاهچه‌ها از محلول غذایی کوپر استفاده گردید). تیمارهای آزمایشی شامل واریته‌های دو گونه شیپوری *Zantedeschia aethiopica* var. *zazu* و *rehmanii* var. *Zantedeschia summer sun* و سه سطح GA_3 (۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود. در ۸ تیرماه ۱۳۹۶ (۶ ماه بعد) صفات کمی و کیفی تعیین شد.

برای اندازه‌گیری وزن تر برگ، ابتدا در گلخانه برگ‌ها به وسیله تیغ ضدعفونی شده از گیاهان جدا شدند و در آزمایشگاه به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. جهت تعیین وزن خشک برگ، برگ‌های متناظر هر تیمار در پاکت کاغذی قرار داده شدند و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. در ادامه وزن نمونه‌های خشک با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) تعیین شد. برای تعیین وزن تر گل، ابتدا گل‌ها همراه با دمگل در نزدیک به بستر کشت جدا شدند و سپس با استفاده از ترازوی ۰/۰۱ توزین گردیدند و در ادامه جهت تعیین وزن خشک، گل‌ها در پاکت کاغذی قرار داده شدند و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفته و سپس نمونه‌های خشک شده با ترازوی دیجیتال وزن شدند. جهت اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سنجش سطح برگ (Delta-T Divises LTD, UK) استفاده گردید. در ادامه تعداد غنچه‌های گل شمرده شد و طول گل بریدنی و طول اسپات نیز توسط خط‌کش اندازه‌گیری گردید.

برای تعیین عمر گلجائی به صورت جداگانه در زمان مقرر (۲ ماه پس از کاشت)، در گلخانه، گل‌هایی با ساقه‌های گل‌دهنده بلندتر از هر گلدان به وسیله تیغ ضدعفونی شده با الکل، از پایین‌ترین سطح ممکن جدا شدند و گل‌ها در شرایط آزمایشگاه در بطری‌های شیشه‌ای ضدعفونی شده با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، قرار داده شدند و در ضمن برای جلوگیری از تبخیر آب بر روی دهانه هر بطری به‌وسیله فویل آلومینیومی پوشانده شد. بنابراین میزان عمر گلجایی واریته‌های دو گونه شیپوری از زمان برداشت گل‌ها تا شروع به تغییر رنگ و چروکیدگی نوک اسپات‌ها محاسبه گردید.

برای تعیین رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل و کاروتنوئید برگ و اسپات، از روش Arnon (1967) استفاده گردید. بدین منظور ۰/۱ گرم از بافت گیاهی در هاون چینی با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ عصاره‌گیری شد و پس از آن نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و در آخر میزان جذب روشناور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر مدل shimadzu- uv-1201 خوانده شد. در پایان محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کاروتنوئید بر اساس رابطه‌های ۴-۱ محاسبه شد.

$$\text{Chlorophyll a (mg/g fresh weight)} = (((12.7\ A663) - (2.69\ A645)) / W) \times V \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$\text{Chlorophyll b (mg/g fresh weight)} = (((22.9\ A645) - (4.68\ A663)) / W) \times V \quad \text{(رابطه ۲)}$$

$$\text{Chlorophyll a+b (mg/g fresh weight)} = (((20.08\ A645) + (8.02\ A663)) / W) \times V \quad \text{(رابطه۳)}$$

$$\text{Cartenoids} = (1000(A470) - 1.8\ (Chl\ a) - 52.2\ (Chl\ b)) / 198 \quad \text{(رابطه ۴)}$$

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

قند محلول کل

بدین منظور، ۰/۵ گرم نمونه برگی منجمد شده، با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ در هاون چینی ساییده شد. قسمت روشناور عصاره به‌دست آمده جمع‌آوری شد و عملیات استخراج بر روی رسوبات برگی باقی مانده، طی دو مرحله شستشو و هر مرحله با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰٪ ادامه یافت. عصاره‌های الکلی جمع‌آوری شده، به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس و سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و تا زمان تعیین مقادیر قندهای محلول کل، داخل لوله‌های آزمایش درپوش‌دار، در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند (Irigoyen *et al.*, 1992).

کربوهیدرات

برای اندازه‌گیری کربوهیدرات برگ ابتدا ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره الکلی با ۳ میلی‌لیتر از آنترون (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲٪) مخلوط کرده و به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد تا واکنش انجام و محلول رنگی شود. پس از خنک شدن، میزان جذب نوری محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت گردید. برای تهیه استاندارد قندها از گلوکز خالص در غلظت‌های صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۵۰۰، ۱۷۵۰، ۲۰۰۰، ۲۲۵۰ و ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه و میزان جذب آن‌ها اندازه‌گیری گردید. سپس با استفاده از رسم منحنی استاندارد غلظت قندهای محلول برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ به‌دست آمد (Irigoyen *et al.*, 1992).

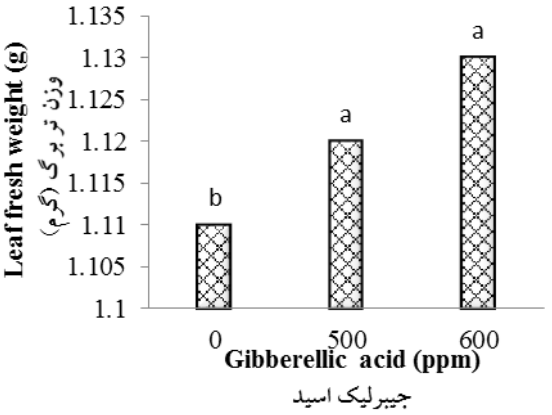
نشاسته

استخراج نشاسته به روش Marshall (1986) انجام شد. برای این کار به بقایای ته لوله‌ها پس از عصاره‌گیری با اتانول جهت اندازه‌گیری قندهای محلول مقدار ۵ میلی‌لیتر کلریک اسید ۱/۱٪ اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب جوش در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس با آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پس از رقیق کردن نمونه‌ها، یک میلی‌لیتر از هر کدام درون فالکون‌های کاملاً سرد که روی یخ قرار داشتند، ریخته و به هر لوله فالکون ۵ میلی‌لیتر محلول آنترون سرد (۱ گرم آنترون خالص در ۵۰۰ میلی‌لیتر سولفوریک اسید ۷۲٪) افزوده شد، فالکون‌ها بعد از بهم زدن شدید به مدت ۱۱ دقیقه به حمام آب جوش با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس انتقال یافتند. لوله‌های خارج شده از حمام آب جوش را بلافاصله به ظرف یخ منتقل کرده و بعد از ۲۰ دقیقه شدت رنگ سبز مایل به زرد حاصل در طول موج ۶۳۰ نانومتر و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار MSTATC و SAS (version 9.1) و برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج

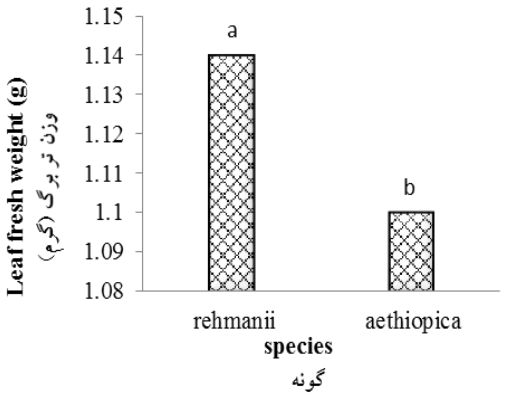
با توجه به شکل ۱ میزان وزن تر برگ تحت تأثیر تیمارهای مورد استفاده قرار گرفت و با افزایش غلظت جیبرلیک اسید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌گونه‌ای که سطح ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر GA_3 دارای بیشترین وزن‌تر برگ (۱/۱۳ گرم) بود. همچنین با بررسی اثرات ساده گونه در وزن تر برگ (شکل ۲) مشاهده گردید که گونه *Z. rehmanii* var.*summer sun* نسبت به گونه *Z. aethiopica* var.*zazu* وزن تر برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]



شکل ۱- اثر جیبرلیک اسید بر وزن تر برگ. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 1- Effect of gibberellic acid on leaf fresh weight. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



شکل ۲- اثر گونه بر وزن تر برگ . ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 2- Effect of species on leaf fresh weight. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.

مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۱ افزایش غلظت GA_3 موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک برگ گردید و در تمام سطوح تیمار جیبرلیک اسید بیشترین وزن خشک برگ (۰/۹۸۶ گرم) در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر GA_3 و گونه *Z. aethiopica* var. *zazu* مشاهده گردید که نسبت به همه‌ی غلظت‌های جیبرلین در گونه *rehmanii* معنی‌دار شد اما نسبت به بقیه غلظت‌ها در گونه *aethiopica* معنی‌دار نگردید. کم‌ترین وزن خشک برگ (۰/۹۰۶ گرم) با ۸/۱۱٪ کاهش در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* بدون اعمال جیبرلیک اسید مشاهده گردید. افزایش غلظت تیمار جیبرلیک اسید در واریته‌های هر دو گونه موجب افزایش وزن تر گل شد که این افزایش در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر GA_3 در *Z. aethiopica* var. *zazu* به بیشترین میزان(۰/۹۳۰ گرم) رسید که نسبت به غلظت صفر جیبرلیک اسید در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* معنی‌دار شد. کم‌ترین وزن تر گل (۰/۷۳۰ گرم) با ۲۱/۵۰٪ کاهش در گونه *Z. rehmanii* var.*summer sun* بدون استفاده از جیبرلیک اسید به‌دست آمد. افزایش غلظت جیبرلیک اسید در واریته‌های هر دو گونه وزن خشک گل را افزایش داد به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک گل (۰/۶۷۳ گرم) در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* با تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید به دست آمد که نسبت به اغلب تیمارها افزایش معنی‌داری داشت. همچنین کم‌ترین وزن خشک گل (۰/۵۳۳ گرم) در گونه *Z. rehmanii* var. *summer* sun و شرایط بدون کاربرد GA_3 مشاهده گردید. سطح برگ تحت تأثیر گونه و غلظت جیبرلیک اسید قرار گرفت به‌طوری‌که افزایش غلظت جیبرلیک اسید به ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* دارای بیشترین سطح برگ (۳/۸۸۰ میلی‌متر مربع) بود که نسبت به اغلب تیمارها افزایش معنی‌داری داشت و کم‌ترین سطح برگ

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

(۳/۵۶۰ میلی‌متر مربع) در *Z. aethiopica* var. *zazu* بدون کاربرد GA_3 مشاهده گردید. در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید گونه *aethiopica* افزایش ۹/۶۰ درصدی در میزان سطح برگ نسبت به گونه *rehmanii* داشت.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار جیبرلیک اسید بر برخی صفات مورفولوژیک دو گونه شیپوری.

Table 1- Mean comparison of the effect of gibberellic acid treatment on some morphological traits of two *Zantedeschia* species.

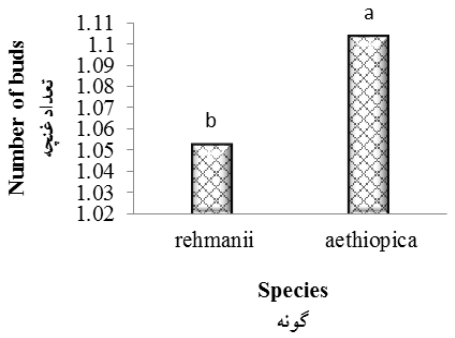
سطح برگ (میلی متر مربع) Leaf area (mm^2)	وزن خشک گل (گرم) Flower dry weight (g)	وزن تر گل (گرم) Leaf fresh weight (g)	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g)	گونه Species	جیبرلیک اسید (پی پی ام) Gibberellic acid (ppm)
3.843 ab	0.533 b	0.730b	0.906 c	*Z. rehmanii* var. *summer sun*	0
3.560 c	0.580b	0.900 a	0.976 a	*Z. aethiopica* var. *zazu*	
3.810 b	0.623 ab	0.813 ab	0.950 b	*Z. rehmanii* var. *summer sun*	500
3.500 d	0.553 b	0.870 a	0.983 a	*Z. aethiopica* var. *zazu*	
3.880 a	0.673 a	0.860 a	0.940 b	*Z. rehmanii* var. *summer sun*	600
3.540dc	0.570b	0.930 a	0.986 a	*Z. aethiopica* var. *zazu*	

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

In each column, the means with the same letter do not significantly differ using DMRT at the 5% probability level.

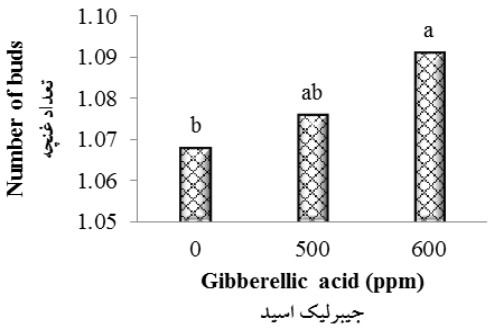
تعداد غنچه گل نیز تحت تأثیر اثرات اصلی گونه و جیبرلیک اسید قرار گرفت. مطابق با یافته‌های حاصل از شکل ۳ بیشترین تعداد غنچه در گونه *Z. aethiopica* var. *zazu* و کم‌ترین تعداد غنچه در *گونه Z. rehmanii* var. *summer sun* مشاهده شد که این تفاوت معنی‌دار بود. افزایش غلظت جیبرلیک اسید همچنین موجب افزایش تعداد غنچه گردید به‌طوری‌که بیشترین تعداد غنچه در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید مشاهده گردید که نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت (شکل ۴). بر اساس شکل ۵ طول گل بریدنی تحت تأثیر گونه قرار گرفت و بیشترین طول گل بریدنی در *Z. aethiopica* var. *zazu* به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با *Z. rehmanii* var. *summer sun* داشت. طول اسپات تحت تأثیر اثرات اصلی تیمارهای مورد استفاده قرار گرفت با بررسی تأثیرسطوح مختلف تیمار جیبرلیک اسید بر طول اسپات شیپوری مشخص شد که غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید دارای بیشترین طول اسپات بود که نسبت به شاهد معنی‌دار گردید اما نسبت به سطح ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۶).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]



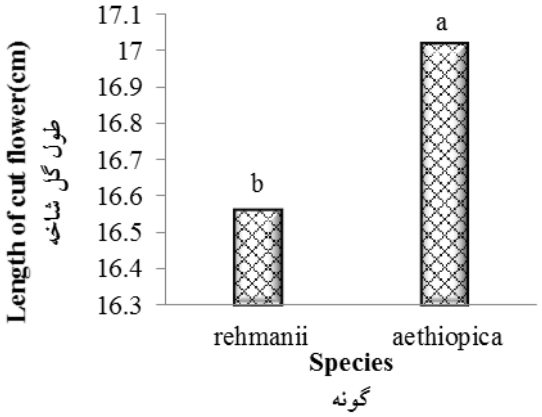
شکل ۳- اثر گونه بر تعداد غنچه گل شیپوری. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 3- Effect of species on number of buds *Zantedeschia* flower. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



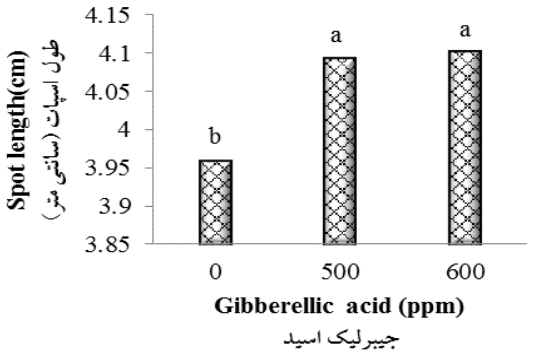
شکل ۴- اثرجیبرلیک اسید بر تعداد غنچه. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 4- Effect of gibberellic acid on the number of buds. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



شکل ۵- اثر گونه بر طول گل شاخه بریده. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 5- Effect of species on the length of the cut flower. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



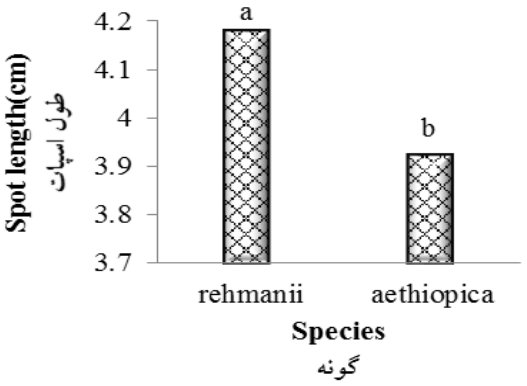
شکل ۶- اثر سطوح جیبرلیک اسید بر طول اسپات. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 6- Effect of gibberellic acid levels on spot length. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.

طول اسپات همچنین تحت تأثیر گونه قرار گرفت و *Z. rehmanii* var.*summer sun* دارای بیشترین طول اسپات بود که در مقایسه با *Z. aethiopica* var.*zazu* تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۷). با توجه شکل ۸ عمر گلجائی تحت تأثیر غلظت جیبرلیک اسید قرار گرفت و گیاهان تیمار شده با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید، عمر گلجای بیشتری نسبت به

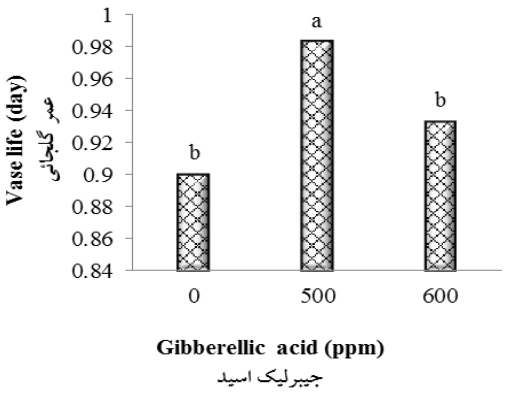
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

سایر سطوح جیبرلیک اسید داشتند که این افزایش معنی‌دار گردید اما بین غلظت ۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر GA_3 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. عمر گلجائی در هر دو گونه مورد آزمایش متفاوت بود. گونه *Z. aethiopica* var.*zazu* دارای افزایش معنی‌داری در عمر گلجای نسبت به گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* بود (شکل ۹).



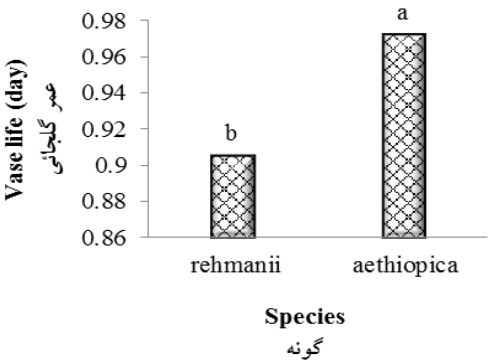
شکل ۷- اثر گونه بر طول اسپات گل شیپوری. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 7- Effect of species on spot length. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



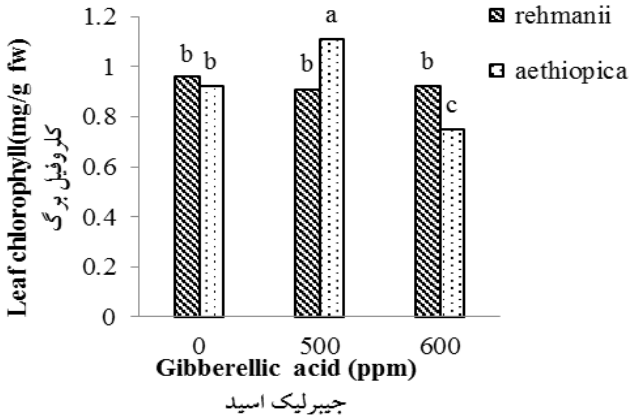
شکل ۸- اثر سطوح جیبرلیک اسید بر عمر گلجائی گل شیپوری. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 8- The effect of gibberellic acid levels on the vase life. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



شکل ۹- اثر گونه بر عمر گلجائی گل شیپوری. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 9- Effect of species on vase life. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



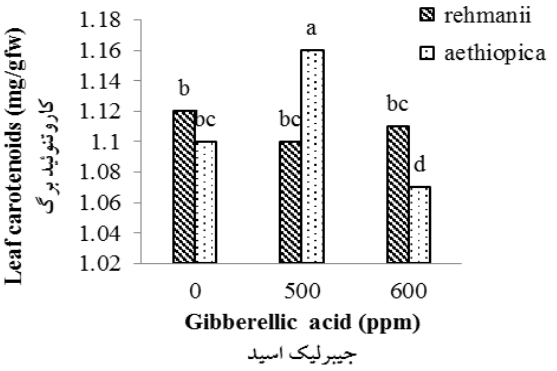
شکل ۱۰- برهمکنش جیبرلیک اسید در گونه بر میزان کلروفیل برگ گل شیپوری. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 10- Interaction effects of gibberellic acid and species on leaf chlorophyll. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

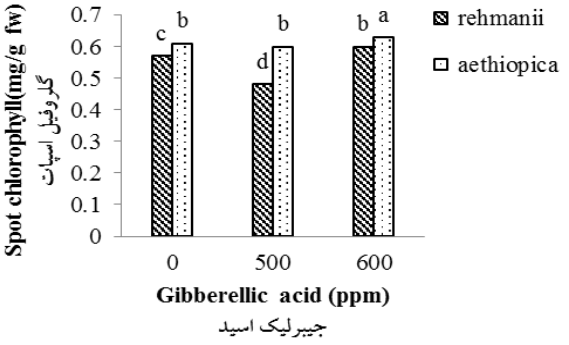
یافته‌های به‌دست آمده از برهمکنش جیبرلیک اسید در گونه (شکل ۱۰) نشان داد که میزان کلروفیل برگ تحت تأثیر برهمکنش گونه و جیبرلیک اسید قرار گرفت به طوری که بیشترین کلروفیل کل برگ در تیمار غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید و گونه *Z. aethiopica* var. *zazu* به دست آمد که نسبت به بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* میزان کلروفیل تحت تأثیر کاربرد جیبرلیک اسید قرار نگرفت. میزان کاروتنوئید در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* تحت تأثیر کاربرد جیبرلیک اسید قرار نگرفت اما در گونه *Z. aethiopica* var. *zazu* کاربرد جیبرلیک اسید در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان کاروتنوئید را نسبت به بقیه تیمارها به طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۱۱). در شکل ۱۲ کاربرد جیبرلیک اسید در واریته‌های هر دو گونه شیپوری موجب افزایش میزان کلروفیل اسپات گردید به طوری که غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید در گونه *Z. aethiopica* var. *zazu* دارای بیشترین میزان کلروفیل اسپات بود که نسبت به بقیه تیمارها افزایش معنی‌داری داشت و کم‌ترین میزان کلروفیل اسپات در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* و غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید به‌دست آمد. کاربرد جیبرلیک اسید در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* تأثیر معنی‌داری بر میزان کاروتنوئید اسپات نشان نداد اما در گونه *Z. aethiopica* var. *zazu* کاربرد۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، سبب افزایش کارتنوئید اسپات در مقایسه با شاهد (عدم مصرف جیبرلیک اسید) گردید (شکل ۱۳). براساس یافته‌های حاصل از شکل ۱۴ میزان کربوهیدرات در واریته‌های هر دو گونه تحت تأثیر غلظت جیبرلیک اسید افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان کربوهیدرات (۱/۲۶۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* تحت تأثیر غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید به دست آمد که نسبت به اغلب تیمارها افزایش معنی‌داری داشت. همچنین کم‌ترین میزان کربوهیدرات برگ (۰/۹۴ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ) با ۲۵/۷۵٪ کاهش در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* بدون کاربرد جیبرلیک اسید بدست آمد. طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۱۵) افزایش غلظت جیبرلیک اسید موجب افزایش میزان نشاسته در واریته‌های هر دو گونه گردید که این افزایش در بالاترین غلظت جیبرلیک اسید معنی‌دار گردید. بیشترین میزان نشاسته برگ (۱/۲۹۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در گونه *Z. rehmanii* var. *summer sun* تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید مشاهده گردید. همچنین در واریته‌های هر دو گونه از نظر نشاسته برگ در غلظت‌های صفر و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]



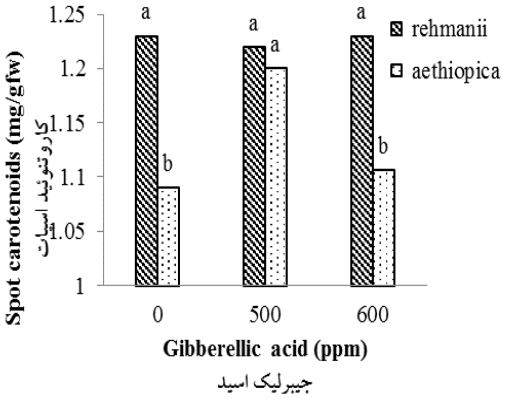
شکل ۱۱- برهمکنش جیبرلیک اسید در گونه بر میزان کاروتنوئید برگ ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 11- Interaction effects of gibberellic acid and species on leaf carotenoids. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



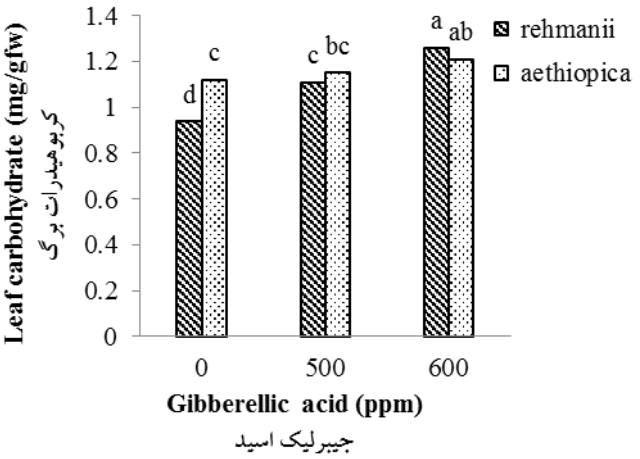
شکل ۱۲- برهمکنش جیبرلیک اسید در گونه بر میزان کلروفیل اسپات. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 12- Interaction effects of gibberellic acid and species on spot chlorophyll. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



شکل ۱۳- برهمکنش تیمار جیبرلیک اسید در گونه بر صفت کاروتنوئید اسپات. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

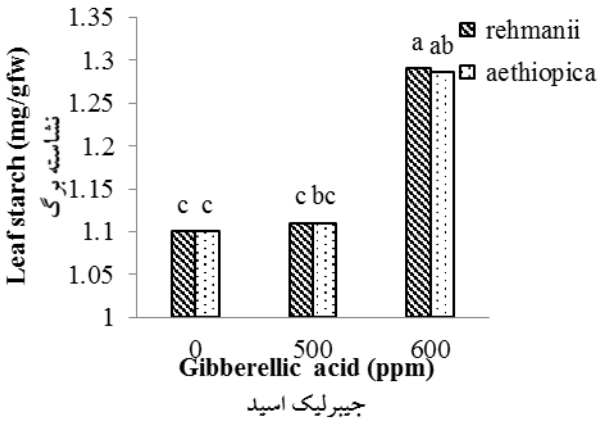
Fig 13- Interaction effects of gibberellic acid and species on spot carotenoids. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.



شکل ۱۴- برهمکنش جیبرلیک اسید در گونه بر میزان کربوهیدرات برگ. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 14- Interaction effects of gibberellic acid and species on leaf carbohydrate. Columns with the same letters are not significantly different at *P*≤ 0.05, according to Duncan test.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]



شکل ۱۵- برهمکنش جیبرلیک اسید در گونه بر میزان نشاسته برگ. ستون های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن هستند.

Figure 15- Interaction effects of gibberellic acid and species on leaf starch. Columns with the same letters are not significantly different at $P \leq 0.05$, according to Duncan test.

بحث

براساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، خصوصیات مورفولوژیکی تحت تأثیر اثرات گونه و جیبرلیک اسید قرار گرفتند به‌طوری‌که کاربرد جیبرلیک اسید به‌خصوص در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک گل و سطح برگ گردید که افزایش در وزن تر و خشک برگ می‌تواند به‌دلیل افزایش سطح و تعداد برگ در اثر کاربرد GA_3 باشد. نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر با نتایج حاصل از مطالعات Aparna و همکاران (2018) مطابقت نشان داد. آنها بیان کردند که کاربرد GA3 خصوصیات رشدی گیاه داوودی از جمله وزن تر و خشک گیاه، سطح برگ و رنگدانه های فتوسنتزی را افزایش داد. جیبرلیک اسید به‌طور گسترده در کشاورزی و باغبانی به‌عنوان ابزاری برای کاهش هزینه، افزایش بهره‌وری و ارزش گیاهان زینتی استفاده می‌شود. اثر تیمارهای GA به گونه، غلظت و زمان کاربرد بستگی دارد (Cornea-Cipcigan *et al*., 2020). جیبرلیک اسید یکی از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌ها در فرآیندهای رشد گیاهی است که موجب طویل شدن سلولی می‌گردد و از این طریق در افزایش پارامترهای رشد از جمله گسترش سطح برگ نقش دارد (Cornea-Cipcigan *et al*., 2020).

در گزارشی، Emami و همکاران، (2011) بیان کردند جیبرلیک اسید موجب افزایش وزن تر در گیاهانی از جمله سوسن شد. در پژوهشی، Mortazavi و همکاران (2011) بیان کردند که حداکثر وزن گل بریده شیپوری در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر جیبرلیک اسید به دست آمد. افزایش وزن گیاه می‌تواند به‌دلیل تأثیر جیبرلیک اسید بر افزایش ارتفاع، تعداد برگ، سطح برگ و تعداد شاخه باشد (Shah *et al*., 2006). افزایش این پارامترهای رشدی باعث رشد بیشتر اندام هوایی گیاه و در نهایت موجب بیشتر شدن وزن تر و خشک برگ و قسمت‌های هوایی می‌گردد (Sifola & Barbieri, 2006). GA_3 به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهی دخالت داشته و پتانسیل اسمزی محلول سلولی را کاهش و جریان آب به سمت سلول و تورژسانس را افزایش می‌دهد که در نهایت موجب طویل شدن سلول و گسترش دیواره سلولی می‌گردد که از این طریق صفات رشدی متعددی از جمله رشد مریستم، طویل شدن ساقه و شروع سرآغازه‌های برگ را در گیاهان میخک بهبود می‌بخشد (Ayesha *et al*., 2020; El-Naggar *et al*., 2009). همچنین Shah و همکاران (2006) بیان کردند افزایش سطح برگ می‌تواند به‌دلیل تأثیر جیبرلیک اسید بر افزایش تقسیم سلولی، طویل شدن سلولی و در نتیجه افزایش جذب مواد غذایی باشد. علاوه بر این جیبرلیک اسید با منفی کردن پتانسیل آب سلولی، سبب افزایش وزن تر گل‌ها می‌گردد به‌طوری‌که جیبرلیک اسید با برخی از فرآیندها، تنش دیواره سلولی را افزایش داده و بنابراین کاهش پتانسیل آب و جذب بیشتر آب به یاخته باعث افزایش وزن تر گل آلسترومریا[۱] و سوسن[۲] گردید (Mutui *et al*., 2001).

مطابق با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر کاربرد جیبرلیک اسید خصوصیات گل‌دهی از جمله تعداد غنچه، طول اسپات، طول گل بریدنی و عمر گلجائی را به طور معنی‌داری در شیپوری افزایش داد. این تنظیم کننده رشد موجب کاهش آبسیزیک‌اسید و تسریع در رشد رویشی می‌گردد که از این طریق موجب القای گل انگیزی و افزایش رشد زایشی می‌گردد. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش Emami و همکاران (2011) مطابقت دارد که گزارش کردند کاربرد GA_3 سبب القای گل‌انگیزی در گیاه می‌شود در نتیجه می‌تواند باعث ارتقاء برخی از اثرگذاری‌های مطلوب گیاه مانند یکنواخت کردن گلدهی، افزایش شمار غنچه و اندازهٔ گل گردد. همچنین Hajisamadiasl و همکاران (2011) بیان کردند که کاربرد جیبرلیک اسید موجب افزایش گل‌آذین و تعداد گل گردید که دلیل آن تأثیر جیبرلیک اسید بر اکثر فرآیندهای فیزیولوژیکی و در نهایت افزایش در رشد کلی گیاه است که افزایش رشد گیاه می‌تواند انتقال گیاه از مرحله رویشی به زایشی را تسریع کند. جیبرلیک اسید نقش مهمی در پیشرفت فرآیندهای گوناگون در طول رشد گیاه از جمله افزایش طول و ارتفاع گیاهان مختلف ایفا می‌کند (Rani & Singh, 2013) که طبق گزارش‌ها جیبرلیک اسید طول ساقه گل‌دهنده را در لاله (Ranwala & William, 2008; Kim & Miller, 2009) و مریم (Kheiry *et al*., 2011) افزایش داده است. جیبرلیک اسید باعث پیشرفت قابل توجهی در تقسیم و طویل شدن سلول گردیده و در عین حال بیان ژن را که باعث باز شدن گل می‌شود افزایش داده است (Ayesha *et al*., 2020). همچنین GA3 با مهار عملکرد آبسیزیک اسید (Sajid *et al*., 2016) سبب افزایش جذب مواد مغذی، کربوهیدرات، متعادل کردن نسبت C/N در برگ‌ها و موجب گل‌دهی زودهنگام و افزایش رشد زایشی می‌گردد (Ayesha *et al*., 2020). GA3 موجب افزایش عمر گلجائی در شیپوری گردید. این تنظیم کننده رشد موجب حفظ کلروفیل و شادابی گیاه شده و درنتیجه روند پیری را به تأخیر می‌اندازد. این نتایج با نتایج پژوهش Doorn و Kamdee (2014) مطابقت دارد. آنها بیان کردند که GA3 با فعال‌سازی آنزیم‌های هیدرولیز، سنتز اتیلن را کاهش داده و موجب به تاخیر انداختن روند پیری می‌گردد. افزایش ماندگاری گل‌های بریده یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کیفیت و بازارپسندی محسوب می‌گردد. جیبرلیک اسیدها همانند سیتوکینین‌ها در افزایش ماندگاری گل‌های بریدنی زینتی نظیر میخک و نرگس مؤثر بودند (Sultan & Farooq, 1999). در بررسی اثر جیبرلیک اسید بر خصوصیات پس از برداشت گل شیپوری گزارش شده است که تیمار جیبرلیک اسید

۱- *Alestroemeria aurantiaca* L.

۲- *Lilium ledebourii*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

به طور قابل ملاحظه‌ای ظاهر گیاه را حفظ کرده و باعث تأخیر در پیری برگ‌ها و افزایش عمر پس از برداشت آن‌ها شد که این امر از طریق کاهش pH شیره سلولی انجام می‌گیرد که مانع تجزیه کلروفیل و جلوگیری از زردی گیاه می‌گردد (Skutnik *et al*., 2003). براساس نتایج ارائه شده از پژوهش حاضر کاربرد جیبرلیک اسید موجب افزایش میزان کلروفیل و کاروتنوئید در برگ و اسپات گیاه شیپوری گردید. این نتایج با نتایج Janowsk و Jerzy (2003) مطابقت نشان داد. آنها گزارش کردند که کاربرد جیبرلیک اسید در برگ‌های شیپوری از تخریب کلروفیل جلوگیری و موجب افزایش میزان کلروفیل گردید؛ که دلیل آن تأثیر جیبرلیک اسید بر افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو است که آنزیم اصلی فتوسنتز در گیاهان است. در واقع، نقش مؤثر جیبرلیک اسید در جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های تخریب کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز است که در نهایت از تجزیه کلروپلاست و کلروفیل جلوگیری می‌کند و منجر به کاهش پیری برگ و افزایش کلروفیل (Emongor & Tshwenyane, 2004) و جلوگیری از زرد شدن برگ‌ها (Guo *et al*., 2003) می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد جیبرلیک اسید میزان نشاسته و کربوهیدرات را افزایش داد. کربوهیدرات محلول و قندهای احیاء تحت تأثیر تنظیم‌کننده رشد گیاهی جیبرلیک اسید قرار گرفتند. جیبرلیک اسید باعث افزایش مقدار کربوهیدرات محلول در گیاه گردید (Kheiry *et al*., 2011). با توجه به پژوهش‌ها، کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در زمان مناسب موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی دخیل در تبدیل ساکارز به نشاسته می‌گردد که موجب افزایش میزان نشاسته می‌شود (Mohammadi *et al*., 2012).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه هدف از این پژوهش، بررسی اثر سطوح مختلف جیبرلیک اسید (GA_3) بر صفات کمی، کیفی و ماندگاری شیپوری بود، نتایج نشان داد که کاربرد GA_3 موجب افزایش معنی‌دار ویژگیهای مورفولوژیکی از جمله وزن تر و خشک برگ، گل و سطح برگ گردید. همچنین کاربرد این تنظیم کننده رشد فاکتورهای گل‌دهی از جمله تعداد غنچه، طول اسپات، عمرگلجایی و رنگیزه‌های فتوسنتزی، میزان کربوهیدرات و نشاسته را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. به‌طور کلی، کاربرد GA_3 به‌ویژه در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در بهبود فاکتورهای کمی و کیفی واریته‌های دو گونه شیپوری نسبت به بقیه غلظت‌ها مؤثرتر بود.

سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز برای حمایت مالی کمال تشکر را دارند.

منابع

Aitken, A., Hewett, E. (2009). Fresh facts: New Zealand horticulture. New Zealand Institute for Plant and Food Research. *Auckland*, 1- 32.

Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, *23*, 112-121.

Aparna, V., Prakash, K., Neema, M., Ajay, A., Kumar, N., Singh, M. C. (2018). Effect of Gibberellic Acid on plant growth and flowering of Chrysanthemum cv. Thai Chen Queen under short day planting conditions. *International Journal of Agriculture Sciences*, *10*, 6274-6278.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

Arun, D. S., Ashok, A. D., Rengasamy, P. (2000). Effect of some growth regulating chemicals on growth and flowering of rose cv. First Red under greenhouse conditions. *Journal of Ornamental Horticulture*, *3*, 51-53.

Ayesha, R., Hassan, I., Abbasi, N. A., Khan, K. S. (2020). Regulation of morpho-physiological and vase quality attributes of carnation (*Dianthus caryophyllus*) cv.'Tabasco' mediated by GA_3. *Pakistan of Journal of Botany*, *52*, 1561-1568.

Beena R. (2000). Effect of growth regulators on the growth and flowering of anthurium. *Journal of Plant Physiology*, *2*, 1-10.

Chandel, A., Thakur, M., Rakwal, A., Chauhan, S., Bhargava, B. (2023). Exogenous applications of gibberellic acid modulate the growth, flowering and longevity of calla lily. *Heliyon*, *9*, 1-12.

Coelho, L., Fkiara, A., Mackenzie, K., Müller, R., Lütken, H. (2018). Exogenous application of gibberellic acid improves flowering in Kalanchoë. *HortScience*, *53*, 342-346.

Cornea-Cipcigan, M., Pamfil, D., Sisea, C. R., Mărgăoan, R. (2020). Gibberellic acid can improve seed germination and ornamental quality of selected cyclamen species grown under short and long days. *Agronomy*, *10*, 516-522.

Doorn, W., Kamdee, C. (2014). Flower opening and closure: an update. *Journal of Experimental Botany*, *65*, 5749-5757.

Emongor, V., Tshwenyane, S.O. (2004). Effect of accel on the postharvest vase life of Easter lily. *Agriculture Science*, *3*, 170-174.

El-Naggar, A.H., El-Naggar, A.A.M., Ismaiel, N.M. (2009). Effect of phosphorus application and gibberellic acid on the growth and flower quality of (*Dianthus caryophyllus* L.). *Journal of Agriculture and Environmental Science*, *6*, 400-410.

Emami, H., Saeidnia, M., Hatamzadeh, A., Bakhshi, D., Ghorbani, E. (2011). The Effect of gibberellic acid and benzyladenine in growth and flowering of lily (*Lilium longiflorum*). *Advances in Environmental Biology*, *5*, 1606-1611.

Guo, W., Zheng, L., Zheng, Z., Zheng, W. (2003). Phytohormones regulate senescence of cut chrysanthemum. *Acta Horticulture*, *624*, 349-355.

Gupta, R., Chakrabarty, S. K. (2013). Gibberellic acid in plant: still a mystery unresolved. Plant signaling & behavior, 8, 1-5.

Hajisamadi Asl, B., Hassanpouraghdam, M. B., Khalighi, A. (2011). Effects of gibberellic acid (GA3) foliar application on growth characteristics and essential oil of Lavender (*Lavandula officinalis* Chaix.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *21*, 23-32.

Ichimura, K., Goto, R. (2000). Effect of gibberellin (GA3) on leaf yellowing and vase life of cut *Narcissus tazetta* var. *chinensis* flowers. *Journal of The Japanese Society for Horticultural Science*, *69*, 423-427.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

Irigoyen, J. J., Einerich, D. W., Sánchez-Díaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativd*) plants. *Physiologia Plantarum*, *84*, 55-60.

Janowsk, B., Jerzy, M. (2003). Effect of gibberrelic acid on post harvest leaf longevity of *Zantedeschia elliottiana*. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, *11*, 69-76

Kheiry, A., Khalighi, A., Mostofi, Y., Naderi, R. (2011). Effects of gibberellic acid (GA3) and benzyladenine on tuberose quality and quantity. *Journal of Crops Improvement*, *13*, 9-20.

Kim, H. J., Miller, W. B. (2009). GA4+7 plus BA enhance post-production quality in pot tulips. *Postharvest Biological Technology*, *51*, 272-277.

Marshall, J. D. (1986). Drought and shade interact to cause fine-root mortality in Douglas-fir seedlings. *Plant and Soil*, *91*, 51-60.

Mohammadi, H., Moradi, F., Ahmadi, A., Abbasi, A., Poustini, K. (2012). Drought effect on hormone changes and carbohydrates levels in developing grains of two wheat cultivars. *Journal of Crop Production*, *4*, 139-155.

Mortazavi, N., Naderi, R., Majidian, N., Naderi, B., Sharafi, Y. (2011). The effect of GA3 and BA on the quantitative and qualitative characteristics of calla lily (*Zantedeschia aethiopica* cv. Childsiana). *African Journal of Microbiology Research*, *5*, 4190-4196.

Mutui, T.M., Emongor, V.E., Hutchinson, M.J. (2001). Effect of Accel on the vase life and postharvest quality of (*Alestroemeria aurantiaca* L.) cut flowers. *African Journal of Technology Science*, *2*, 82-88.

Othman, Y. A., Al-Ajlouni, M. G., A'saf, T. S., Sawalha, H. A., Hani, M. B. (2021). Influence of gibberellic acid on the physiology and flower quality of gerbera and lily cut flowers. *International journal of agriculture and natural resources*, *48*, 21-33.

Pradeepkumar, C. M, Chandrashekar, S. Y., Kavana, G. B., Supriya, B. V. (2020). A review on role and use of gibberellic acid (GA3) in flower production. *International Journal of Chemical Studies*, *8*, 3076-3084.

Rani, P., Singh, P. (2013). Impact of Gibberillic acid pretreatment on groth and flowering of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) CV. Prajwal. *Plant Physiology*, *5*, 33-41

Ranwala, A., William, M. (2008). Gibberellin-mediated changes in carbohydrate metabolism during flower stalk elongation in tulips. *Plant Growth Regulators*, *55*, 241-248.

Sajid, M., Amin, N., Ahmad, H., Khan, K. (.2016). Effect of gibberellic acid on enhancing flowering time in Chrysanthemum morifolium. *Pakistan Journal of Botany*, *48*, 477-483

Shah, S.H., Ahmad, I., Samiulla, H. (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*, 881-884.

Sifola, M.I., Barbieri, G. (2006). Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulture*, *108*, 408-413.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

Skutnik, E. W., Lukaszewska, A. L., Margrethe, S. (2003). Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica* var.zazu. *Postharvest Biology and Technology*, *21*, 241-246.

Sultan, S.M., Farooq, S. (1999). Effect of sucrose and GA3 on the senescence of cut flowers of *Narcissus tazetta* cv. Kashmir local. *Advances Horticultural Science*, *13*, 105-107.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]

Flower and Ornamental Plants (2024), 9(1): 31-46
Research article

Effect of gibberellic acid on quantitative and qualitative characteristics of two Calla lily species in a hydroponic system

Esmaeil Khaleghi[1*], Zahra Behbahani[2], Mehrangiz Chehrazi[3]

Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz
khaleghi@scu.ac.ir
Received: 2023/11/14, Revised: 2024/06/20, Accepted: 2024/06/28

Abstract
Calla Lily (*Zantedeschia* sp.) is a day-neutral plant of Araceae family that is native to South and Central Africa. The number and quality of this flower can be influenced by plant growth regulators such as gibberellic acid. For this purpose, research was conducted to evaluate the effect of gibberellic acid (GA_3) (0, 500, and 600 mg/L) on the quantitative and qualitative characteristics of two varieties of Calla lily. This experiment was conducted as a factorial in randomized complete blocks design in three replications in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. The results demonstrated that the application of gibberellic acid (especially at a concentration of 600 mg/L), significantly increased leaf fresh and dry weight, flower fresh and dry weight, leaf area, number of buds, spath length, vase life, amount of chlorophyll and carotenoid of leaf and spath, carbohydrate and starch in both *Z. aethiopica* and *Z. rehmanii* species. This increase was more in *aethiopica* than *rehmanii* species and reached the highest level in most characteristics such as leaf dry weight, fresh weight of flowers, number of buds, cut flowers length, vase life, leaf chlorophyll and carotenoids, and spot chlorophyll. In general, the results showed that the use of GA_3 can improve Calla Lily's quantitative and qualitative characteristics.
Keywords: Gibberellic acid, Growth regulator, Spath length, Vase life.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-12-25]