گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۴)، ۱۰(۱): ۱-۱۴
مقاله پژوهشی

اثر غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید بر گلدهی و رنگدانه‌های نورساختی چمچه‌ای (*Spathiphyllum wallisii* Regel)

طیبه متولی شهرستانی*، معظم حسن پور اصیل

گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

tayyebeh28102@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۲، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۸/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۵

چکیده

تنظیم کننده‌های رشد امروزه بسیار مورد توجه تولیدکنندگان می‌باشند. جیبرلین‌ها به عنوان یکی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در مقادیر کم اثرهای قابل توجه مورفولوژیک و فیزیولوژیک بر گیاهان دارند و سبب افزایش کمیت و کیفیت گیاهان زینتی به‌ویژه گیاهان گلدار می‌شوند. در این راستا، پژوهش حاضر برای ارزیابی اثر سطوح مختلف جیبرلیک اسید به‌عنوان مهم‌ترین جیبرلین بر شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک مرحله گلدهی چمچه‌ای (*Spathiphyllum wallisii*) در شرایط گلخانه‌ای در شمال کشور صورت گرفت. این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و چهار سطح غلظت جیبرلیک اسید انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و تیمار شاهد (بدون استفاده از جیبرلیک اسید) بود. نتایج، اثر معنی‌دار سطوح بالای جیبرلیک اسید (۲۰۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) نسبت به تیمار شاهد بر صفات اندازه‌گیری شده در سطوح یک و پنج درصد را نشان داد. بیشترین سطح جیبرلیک اسید (۲۰۰ میلی گرم در لیتر)، موجب افزایش تمامی صفات و کاهش تعداد روز تا گلدهی (۱۰۲ روز تا گلدهی) شد. از جمله بیشترین میزان افزایش معنی‌دار صفات نسبت به شاهد شامل طول دمگل (۵۸/۳۳٪)، قطر دمگل (۴۴/۸۶٪)، تعداد گل (۴ عدد)، طول اسپات گل (۲۸/۸۲٪)، عرض اسپات (۵۰٪)، سبزینه a (۱۳/۴۸٪)، سبزینه b (۱۹/۷۹٪)، سبزینه کل (۱۷/۷۵٪) و محتوای کاروتنوئید (۱۶/۳۹٪) بود. بنابراین نقش جیبرلین‌ها در بهبود صفات به‌ویژه در مرحله گلدهی قابل توجه ارزیابی گردید. همچنین لازم به ذکر است که سطوح بالاتر استفاده شده از این تنظیم کننده رشد (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) بسیار کارآمدتر بوده و برای استفاده توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسپات، تنظیم کننده‌های رشد، جیبرلین، ویژگی‌های مورفولوژیک.

مقدمه

چمچه[۱] یا گل صلح [۲] از تیره آراسه[۳] و بومی آمریکای مرکزی و آسیا، گیاهی سایه دوست، چند ساله و علفی است که به دما و رطوبت بالاتری نسبت به دیگر گیاهان آپارتمانی نیاز دارد (Safeena *et al.*, 2023). این گیاه قابلیت تصفیه هوای اطراف خود را داشته و قادر به حذف آلاینده‌های محیطی از جمله بنزن، فرمالدئید و سایر آلاینده‌ها می‌باشد (Salehi Sardoei *et al.*, 2014).

۱- *Spathiphyllum wallisii* Regel ۲- Peace lily ۳- Araceae

گل آذین دارای یک خوشه گوشتی پوشیده از گل‌های کوچک دو جنسی بنام اسپادیکس[۱] هست که توسط برگه‌ای عموما به رنگ سفید و به شکل قاشق که اسپات[۲] نام دارد محصور شده است (McConnell *et al*., 2002). این گیاه گلدانی جزء یکی از پرفروش‌ترین گیاهان آپارتمانی بوده که در بازارهای فروش گل با اقبال زیادی مواجه است (Thakur *et al.,* 2023). گلدهی اسپاتی‌فیلوم محدود به فصول بهار و اوایل تابستان (۴ – ۳ ماه از سال) است که این امر سبب شده است تا پرورش‌دهندگان و به‌نژادگران تلاش کنند که چرخه گلدهی را در همه ایام سال فعال کنند (Chen & Henny, 2008). گلدهی در زمان مناسب عاملی مهم جهت بهبود کشت و کار گیاهان زینتی بوده که تنظیم کننده‌های رشد نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کنند. جیبرلین‌ها از مهم‌ترین تنظیم کننده‌های رشد درون‌زای گیاهی می‌باشند که با تحریک واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاهان از طریق تاثیر بر نورساخت در نهایت سبب کنترل فعالیت گیاه می‌گردند (Iqbal *et al.,* 2011). محلول‌پاشی با جیبرلین‌ها به طور کلی پذیرفته شده است زیرا این هورمون‌ها به‌طور طبیعی در برگ‌های جوان سنتز می‌شوند و از آنجا متعاقباً به سراسر گیاه منتقل می‌گردند و به صورت رفت و برگشت از بالا به پایین و بالعکس حرکت می‌کنند (Dayan *et al.,* 2012). جیبرلین‌ها دارای انواع مختلفی شامل GA_1، GA_2 و GA_3 می‌باشند (Pradeepkumar *et al.,* 2020). جیبرلیک اسید یک ترکیب دی ترپنوئیدی چهار حلقه‌ای و یک هورمون گیاهی است که رشد و نمو گیاه را تحریک و عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد (Salehi Sardoei *et al.,* 2024). مهم‌ترین اثر جیبرلیک اسید افزایش ارتفاع گیاه از طریق افزایش طول میانگره است، همچنین این تنظیم کننده رشد با ورود به برخی از فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه موجب تحریک تقسیم سلولی، طویل شدن یاخته، گل انگیزی، افزایش ارتفاع ساقه و کوتاه شدن دوره گلدهی می‌گردد (Brooking & Cohen, 2002). نتایج پژوهشی بر روی گل سوسن[۳] نشان داد که استفاده از جیبرلیک اسید در سطح ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر موجب افزایش معنی‌دار میزان انواع کلروفیل موجود در برگ و بهبود در ویژگی‌های آن‌ها می‌گردد (Hojatipour & Hassanpour, 2022). همچنین یافته‌های پژوهش‌گران نشان داد که جیبرلیک اسید در غلظت ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر سبب افزایش ارتفاع گیاه، افزایش طول سنبله و شمار گلچه در گل مریم[۴] می‌شود (Rani & Singh, 2013). محلول‌پاشی با جیبرلیک اسید در سطح ۳۰۰ میلی گرم در لیتر باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاه داوودی[۵] شد (Othman *et al.,* 2023). در پژوهشی دیگر تیمار جیبرلیک اسید سبب بهبود ویژگی هایی چون شمار غنچه، ارتفاع ساقه گلدهنده، وزن تر گل بریدنی، مواد جامد محلول و شاخص پایداری غشای یاخته‌ای درگل بریدنی سوسن هیبرید[۶] رقم اورجینال لاو[۷] گردید (Jamali Moghadam & Hassanpour, 2021). همچنین نتایج تحقیقات سابق نشان داده است که مصرف جیبرلین‌ها احتمالا سبب بهبود گلدهی و نمو گل با چمچه‌های کوتاه‌تر و افزایش شاخص کلروفیل برگ در شیپوری[۸] می‌شود (Janowska & Andrzejak., 2010). محلول‌پاشی جیبرلیک اسید در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در دو رقم گل میمون[۹] بیشترین تاثیر را در افزایش و بهبود قطر گلچه، سطح برگ، کلروفیل‌های a, b و سبزینه کل اندام هوایی و وزن خشک را نشان داد (Chehrazi *et al.,* 2017). تاثیر تیمار جیبرلیک اسید بر گل نگون‌سار[۱۰] نشان داد که غلظت‌های ۳۰ و ۴۵ میلی‌گرم بر لیتر باعث تسریع گلدهی و افزایش یکنواختی نمایان شدن گل‌ها می‌گردد (Norouzi *et al.,* 2012). با وجود

۱- Spadix ۲- Spathe ۳- *Lilium longiflorum* Lesotho ۴- *Polianthes tuberosa*
۵- *Chrysanthemum morifolium* Ramat ۶- Lilium LA Hybrid ۷- Original Love ۸- *Zantedeschia pentlandii*
۹- *Antirrhinum majus* ۱۰- *Cyclamen persicum*

اهمیت چمچه در بین گیاهان برگ زینتی، به‌ندرت پژوهشی در مورد این گیاه انجام شده است. گل‌ها سبب زیبایی دوچندان این گیاه برگ زینتی می‌گردند، بنابراین استفاده از راهکارهایی که در نهایت سبب گل‌انگیزی و افزایش کیفیت گل‌ها در این گیاه برگ زینتی شود مورد توجه است. در پژوهش حاضر به بررسی تاثیر جیبرلیک اسید به عنوان یک ماده شیمیایی موثر در بهبود خصوصیات مرتبط با گلدهی و ویژگی‌های فیزیولوژیک این گیاه پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید بر گلدهی و رنگدانه‌های نورساختی گیاه آپارتمانی چمچه، در سال ۱۴۰۲ آزمایشی در گلخانه تجاری واقع در شهرستان تنکابن، استان مازندران صورت گرفت. این آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و چهار سطح تیمار طراحی و اجرا شد که تعداد پنج گلدان برای هر تکرار (در مجموع ۶۰ گلدان) در نظر گرفته شد. بستر کشت حاوی خاک برگ به طور کامل پوسیده، ماسه و پرلیت به نسبت حجمی (۱:۱:۱) تهیه و خاک برگ و ماسه پیش از کشت با بخار آب گندزدایی شد. در این روش نمونه با گرما به طور مستقیم تماس پیدا نمی‌کند. همچنین از محلول هیپوکلرید سدیم[1] ۵٪ برای ضدعفونی کردن گلدان‌ها و از پوسته برنج در کف گلدان‌ها جهت زهکشی استفاده گردید. گلدان‌های اندازه چهار با میزان یکسانی از ماده‌های بستر کشت پر شدند. در نهایت پاجوش‌های گیاه بعد از تهیه از گلخانه‌ای در استان مازندران که حدودا ۱۴ سانتی‌متر ارتفاع و دارای حداقل سه برگ بودند درون هر گلدان کشت گردید. لازم به ذکر است که نمونه خاک بستر کشت در آزمایشگاه خاکشناسی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل از آزمایش خاک در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات آمیخته خاکی مورد آزمایش.

Table 1- Some characteristics of the used soil mixture.

کلسیم Calcium (mgL^{-1})	پتاسیم Potassium (mgL^{-1})	فسفر Phosphorus (mgL^{-1})	نیتروژن Nitrogen (%)	ظرفیت نگهداری آب Water holding capacity (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})
487	324	38	0.32	85.30	7.2	1.7

برای تهیه محلول‌های جبرلیک اسید با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ گرم جبرلیک اسید (ساخت شرکت Merck، آلمان) با ترازوی دیجیتال با دقت بالا وزن و در چند قطره محلول پتاسیم هیدروکسید[2] یک نرمال حل گردید و درنهایت با آب مقطر به حجم یک لیتر رسانده شد. گیاهان پس از گذشت ۱۲ هفته از کشت پاجوش‌ها و رسیدن گیاهان به مرحله بلوغ، طی دو مرحله با محلول‌های تهیه شده جیبرلیک اسید در غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی برگی شدند (شکل ۱) و در پایان ۱۴ هفته بعد از آخرین محلول‌پاشی، صفات مورد نظر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Elbohy, 2018).

تغذیه گیاهان به‌صورت یکسان با کود مایع (میکرو غنچه) تهیه شده از شرکت سحاب غنچه با ترکیبی که در جدول ۲ ذکر شده به‌صورت محلول‌پاشی ۴۰۰ سی‌سی در ۱۰۰ لیتر آب، با غلظت سه درصد در چهار هفته متوالی، انجام گردید. همچنین علاوه بر آن جهت بهبود ریشه دهی و رشد رویشی گیاه، هر ۱۵ روز به‌مدت سه ماه از کود NPK (۱۰-۵۲-۱۰) با درصد فسفر بالا ساخت

۱- Sodium hypochlorite

۲- KOH

شرکت مستر کد آلمان با غلظت سه در هزار در مراحل بعدی استفاده گردید. گیاهان بعد از کشت در محیط گلخانه با میانگین دمای ۲±۲۵ و رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد قرار گرفتند. آبیاری به‌صورت دستی و دو بار در هفته صورت گرفت. نیاز نوری آن در فصل گلدهی با میزان نور طبیعی دریافتی گیاه درون گلخانه (به‌طور متوسط ۷۲۰۰ لوکس) تامین گردید و نیازی جهت تامین نور بیشتر در بهار و اوایل تابستان احساس نگردید. البته در فصول دیگر برای تامین نور از چهار عدد لامپ سدیمی فشار قوی ۴۰۰ وات که در ارتفاع ۱/۵ متری در بالای گلدان‌ها نصب شده بود استفاده گردید. همچنین مدت روشنایی ۱۱ ساعت (هفت صبح تا شش عصر) در نظر گرفته شد (Song *et al.*, 2022; Nabavi Mohajer *et al*., 2018).

جدول ۲- ترکیب کود مایع میکرو غنچه.

Table 2- Micro Ghoncheh liquid fertilizer composition.

نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن (کلات)	روی (کلات)	منگنز (کلات)	مس (کلات)	بور	مولیبدن
N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	Fe (EDTA) (mgL^{-1})	Zn (EDTA) (mgL^{-1})	Mn (EDTA) (mgL^{-1})	Cu (EDTA) (mgL^{-1})	B (mgL^{-1})	Mo (mgL^{-1})
7	5	5	1100	1020	790	170	522	80

اندازه‌گیری صفات

در پایان ۱۴ هفته بعد از آخرین محلولپاشی، صفات مورفولوژیک مربوط به گلدهی و همچنین سطوح رنگدانه‌های برگ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

ویژگی‌های مورد ارزیابی

ویژگی‌هایی شامل طول دمگل، قطر دمگل، تعداد گل، طول اسپات، عرض اسپات، تعداد روز تا گلدهی، سبزینه و کاروتنوئید اندازه‌گیری شد.

طول دمگل

طول دمگل از محل خروج ساقه گل از خاک تا زیر قاعده گل با کمک خط کش اندازه‌گیری و بر حسب سانتی‌متر ثبت گردید.

قطر دمگل

قطر دمگل از زیر قاعده گل به وسیله کولیس اندازه‌گیری و به میلی‌متر ثبت گردید.

تعداد گل

تعداد گل (اسپات به همراه اسپادیکس) در پایان ۱۴۰ روز از محلولپاشی در هر ۶۰ نمونه مورد شمارش قرار گرفت.

طول گل

طول اسپات یک گل به طور تصادفی در هر نمونه انتخاب و طول اسپات، از قاعده تا نوک آن توسط خط کش اندازه‌گیری و به سانتی‌متر ثبت گردید.

عرض گل

عرض اسپات توسط خط کش در قسمت میانی اسپات که بیشترین عرض را داراست اندازه‌گیری و به سانتی‌متر ثبت گردید.

تعداد روز تا گلدهی

برای اندازه گیری این صفت، تعداد روز از زمان آخرین محلولپاشی با سطوح مختلف جیبرلیک اسید تا مشاهده اولین ساقه گل دهنده مورد شمارش و ثبت گردید.

شکل ۱- مراحل آماده سازی، گلدان زنی و محلولپاشی چمچه (*Spathiphyllum wallisii* Regel).

Figure 1- Preparation steps, potting, and foliar spraying of peace lily plants (*Spathiphyllum wallisii* Regel).

سبزینه و کاروتنوئید

برای اندازه‌گیری سبزینه‌ها و کاروتنوئید، ابتدا ۵ میلی‌لیتر عصاره با ۳۰ میلی‌لیتر استون ۸۵ درصد در یک محفظه تیره مخلوط شده و به مدت ۱۵ ساعت در دمای اتاق باقی مانده و از کاغذ صافی عبور و درون یک فلاسک حجمی به وسیله استون ۸۵

درصد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس شدت جذب آن در ۴۴۰ ، ۶۴۶ و ۶۶۳ نانومتر با استفاده از اسپکتوفتومتر (مدل T80- UV/VIS Spectrometer+ ساخت شرکت PG انگلستان) خوانده شد. در نهایت غلظت رنگدانه‌های سبزینه‌های a ، b، سبزینه کل و کارتنوئید با استفاده از رابطه‌های ۴-۱ محاسبه گردید (Lichtenthaler & Buschmann, 2001).

$Chl.a= 12.5 \times Abs_{663} - 2.79 \times Abs_{646}$ (رابطه ۱)

$Chl.b = 21.12\times Abs_{643} - 5.1 \times Abs_{646}$ (رابطه ۲)

$Total\ Chl. = Chl.a + Chl.b$ (رابطه ۳)

$carotenoid = (1000\times A470 - 1.8\ chl.a - 85.2\ chl.b)/198$ (رابطه ۴)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۱ و ۵٪ انجام شد و جداول و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

اثر سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر صفات مورفولوژیک چمچه

طول دمگل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر مقدار طول دمگل در سطح احتمال ۱٪ بود. بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها، افزایش طول دمگل نسبت به شاهد در تمام سطوح محلول‌پاشی با جیبرلیک اسید مشاهده گردید (جدول ۳). بیشترین درصد میزان افزایش طول دمگل نسبت به شاهد (۵۸/۳۳٪) در گیاهان محلول‌پاشی شده با سطح ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و کمترین درصد افزایش نسبت به شاهد (۱۶/۷۱٪) مربوط به محلول‌پاشی در سطح ۵۰ میلی گرم در لیتر بود. جیبرلیک اسید با تحریک فعالیت برخی از آنزیم‌های پروتئاز باعث تبدیل پروتئین‌ها به اسید آمینه‌ای مانند تریپتوفان گردیده که پیش‌نیاز اکسین است. بنابراین برخی از اثرات خود را به صورت غیرمستقیم از طریق اکسین نیز اعمال می‌کنند که یکی از اثرات آن طویل شدن ساقه‌ها می‌باشد (Abbaspour *et al.*, 2011). جیبرلیک اسید در ابتدا سبب تقسیم یاخته‌ای و اکسین سبب بزرگ شدن یاخته می‌شود و اثر متقابل بین اکسین و جیبرلیک اسید سبب طویل شدن دمگل می‌گردد (Rietveld *et al.*, 2000). جیبرلین‌ها با افزایش کشش دیواره یاخته از راه هیدرولیز نشاسته به قند که کاهش پتانسیل آب یاخته را به دنبال دارد، سبب افزایش آب درون یاخته و بزرگ شدن آن می‌شوند که با نتایج حاضر همسو می‌باشد (Akbari Charmhini & Moalemi, 2011). همچنین این پاسخ‌های اسمزی تحت تأثیر جیبرلین‌ها ممکن است به افزایش فعالیت نورساختی، انتقال سریع و کارایی استفاده از محصولات نورساختی نسبت داده شود، بنابراین منجر به افزایش طول یاخته و تقسیم سریع یاخته ای در بخش در حال رشد می‌شود (Nowsheen *et al.*, 2017). در پژوهشی که روی گل داوودی[1] انجام شد نشان داد که افزایش کاربرد جیبرلیک اسید از ۷۵ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش طول ساقه گلدهنده می‌گردد که همسو با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد (Zarrin *et al.*, 2021).

۱- *Chrysanthemum*

قطر دمگل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر مقدار قطر دمگل در سطح احتمال ۱٪ بود. نتایج جدول مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر قطر دمگل، افزایش معنی‌دار این صفت در هنگام محلول‌پاشی با سطوح ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید را نشان داد (جدول ۳). بیشترین درصد افزایش قطر دمگل نسبت به شاهد (۴۴/۸۶٪) در گیاهان محلول‌پاشی شده با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و در مقابل کمترین درصد افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به شاهد (۳۰/۹۱٪) در میزان ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده گردید. قطر ساقه در استحکام گل آذین و ماندگاری گل در مراحل بازار رسانی مورد اهمیت است (Shoor *et al.*, 2008). افزایش قطر ساقه در تیمار با جیبرلیک اسید احتمالا به دلیل نقش جیبرلیک اسید در واکنش‌های سوخت‌وسازی (متابولیسمی) و زیست‌ساختی (بیوسنتزی) است (El-Nagar *et al.*,2009).

تعداد گل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر تعداد گل در سطح احتمال ۱٪ بود. همچنین بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین تاثیر محلول‌پاشی سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر تعداد گل، سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر این هورمون سبب افزایش معنی‌دار تعداد گل گردید (جدول ۳)، بر این اساس بیشترین تعداد گل بعد از محلول‌پاشی گیاه با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و کمترین تعداد معنی‌دار افزایش گل نسبت به شاهد بعد از محلول‌پاشی ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده گردید. تعداد گل در سطح ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و شاهد تفاوت معنی‌داری را نسبت به هم نشان ندادند و در یک گروه قرار گرفتند. نتایج ارائه شده توسط پژوهشی نشان داد که جیبرلیک اسید یک تنظیم کننده اساسی رشد برای تبدیل یک جوانه رویشی به یک جوانه زایشی در گیاهچه‌های چمچه است که بنابراین احتمالا افزایش تعداد گل در نتایج پژوهش حاضر به همین دلیل است (Dewir *et al.*, 2006). جیبرلیک اسید موجب افزایش گلدهی در گیاهان همیشه بهار آفریقایی[۱] و مینای چمنی[۲] گردید (Mishra *et al.*, 2018; Acharya *et al.*, 2021). در گیاهان روز بلند و در گیاهانی که نیاز به سرما دارند، جیبرلیک اسید می‌تواند تا حدی یا به طور کامل جایگزین سیگنال‌های محیطی مورد نیاز برای گلدهی شود (Levy & Dean 1998; Evans, 1999). در پژوهشی بر گل شیپوری[۳]، بیشترین شمار شاخه گلدهنده مربوط به غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید مورد استفاده بود که با میزان ۲۰۰ میلی گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت (Majidian *et al.*, 2011).

طول و عرض اسپات گل

نتایج جدول تجزیه واریانس اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر طول و عرض اسپات گل در سطح احتمال ۱٪ را نشان داد. در نتایج جدول مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر طول و عرض اسپات گل اثر تمام سطوح استفاده شده جیبرلیک اسید بر افزایش طول و عرض اسپات گل گیاهان محلول‌پاشی شده نمایان بود (جدول ۳). بیشترین درصد افزایش طول و عرض اسپات نسبت به شاهد به‌ترتیب ۲۸/۸۲٪ و ۵۰٪ مربوط به غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و

۱- *Calendula officinalis* ۲- *Bellis perennis* ۳- *Zantedeschia pentlandii*

کمترین درصد افزایش نسبت به شاهد ۸/۶۸٪ و ۱۹/۹۰٪ در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر مشاهده گردید. نقش جیبرلیک اسید در بهبود اندازه اسپات ممکن است به جابجایی متابولیت‌ها در محل توسعه اسپات نسبت داده شود. همچنین گزارش شده است که جیبرلیک اسید یک برنامه رشد کامل را با فعال کردن ژن‌های تنظیم کننده در مراحل بعدی رشد تاج گل القا می‌کند (Bordoloi & Talukdar, 2019). کاربرد جیبرلیک اسید روی گل درفش گیاه[1] منجر به افزایش معنی‌دار طول اسپات گل شد که با نتایج این پژوهش همسو بود (Lima *et al.*, 2014).

تعداد روز تا گلدهی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر تعداد روز تا گلدهی در سطح احتمال ۱٪ بود. همچنین نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید موجب کاهش معنی‌دار انتظار تا گلدهی در گیاهان محلول‌پاشی شده گردید (جدول ۳). بیشترین درصد کاهش معنی‌دار تعداد روز تا گلدهی نسبت به شاهد (۳۰٪/۷۸) مربوط به محلول‌پاشی با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و کمترین درصد معنی‌دار نسبت به شاهد (۱۴/۰۲٪) در گیاهان محلولپاشی شده با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده گردید. جیبرلیک اسید احتمالا با افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده از جمله آنزیم اینورتاز و افزایش هیدرولیز نشاسته و ساکارز به گلوکز و فروکتوز سبب تسریع فرآیندهایی مانند گلدهی زودتر می‌گردد که با نتایج حاضر همخوانی دارد (Rani & Singh, 2013).

جدول ۳- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر صفات گلدهی در چمچه (*Spathiphyllum wallisii* Regel).

Table 3- Analysis of variance and mean comparison of the effect of different levels of gibberellic acid on flowering traits in peace lily (*Spathiphyllum wallisii* Regel).

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares						
		طول دمگل Pedicel length	قطر دمگل Pedicel diameter	تعداد گل Flowers number	طول اسپات Spathe length	عرض اسپات Spathe width	تعداد روز تا گلدهی Number of days to flowering
سطوح جیبرلیک اسید levels of gibberellic acid	3	114.44**	1.42**	10.97**	2.90**	1.82**	863.22**
خطای آزمایش Error	8	0.71	0.03	0.16	0.05	0.08	20.75

۱- *Anthurium andraeanum*

ضریب تغییرات CV (%)	-	3.60	5.29	14.84	2.98	8.29	3.63

مقایسه میانگین (Mean comparison)

واحد اندازه گیری Unit of measurement		سانتی‌متر (cm)	میلی‌متر (mm)	تعداد Number	سانتی‌متر (cm)	سانتی‌متر (cm)	تعداد Number
سطوح جیبرلیک اسید levels of gibberellic acid (mgL^{-1})	0	17.17± 0.91^{d}	2.68± 0.12^{c}	1.00± 0.00^{c}	2.67± 0.56^{c}	6.83± 0.25^{c}	140.00± 5.00^{a}
	50	20.30± 0.50^{c}	3.01± 0.12^{c}	1.66± 0.57^{c}	3.26± 0.06^{bc}	7.45± 0.11^{bc}	136.33± 4.50^{a}
	100	25.28± 0.91^{b}	3.66± 0.07^{b}	3.00± 0.00^{b}	3.95± 0.14^{ab}	8.09± 0.27^{b}	121.66± 3.51^{b}
	200	31.31± 0.97^{a}	4.23± 0.30^{a}	5.33± 0.57^{a}	4.45± 0.08^{a}	9.13± 0.26^{a}	102.66± 5.03^{c}

** نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است.

در هرستون میانگین‌های دارای دستکم یک حرف مشترک بدون تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با آزمون LSD هستند.

** indicate a significance at the probability level of 1%.

In each column, means with the same letters are not significantly different at $P \leq 1\%$ according to the LSD test.

اثر سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر رنگدانه‌های گیاهی برگ

سبزینه برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر غلظت سبزینه a در سطح احتمال ۵٪ بود (جدول ۵). نمودار مقایسه میانگین تاثیر معنی‌دار تمام سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر میزان سبزینه a را نشان داد. بیشترین درصد افزایش سبزینه a نسبت به شاهد (۱۳/۴۸٪) مربوط به محلول‌پاشی جیبرلیک اسید در سطح ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و کمترین درصد افزایش (۷/۸۸٪ و ۱/۹۳٪) مربوط به سطوح پایین‌تر محلولپاشی جیبرلیک اسید (۱۰۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر) بود (شکل ۲ A).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر غلظت سبزینه b در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۵). با توجه به نمودار مقایسه میانگین، بیشترین درصد افزایش سبزینه b نسبت به شاهد (۱۹/۷۹٪) بعد از محلول‌پاشی با ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید و کمترین درصد افزایش نسبت به شاهد (۱۱/۶۳٪ و ۲/۶۸٪) در سطوح ۱۰۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده گردید (شکل ۲ B). پژوهش روی سه گیاه فیکوس بنجامین[۱]، شفلرا کوتوله[۲] و آرالیای کاذب[۳] نشان داد که مقدار سبزینه a با افزایش غلظت جیبرلیک اسید تا ۲۵۰ میلی گرم در لیتر افزایش می‌یابد (Salehi Sardoei *et al.*, 2014a, b, c)، که با نتایج پژوهش حاضر همسو بود. بدیهی است که محتوای بالای سبزینه a می‌تواند نورساخت را افزایش داده

۱- *Ficus benjamina* L. ۲- *Schefflera arboricola* ۳- *Dizigotheeca elegantissima*

و در نتیجه رشد گیاه را تقویت کند (Ali *et al.*, 2015). پژوهشی که روی گیاه همیشه بهار انجام شد نشان داد که میزان سبزینه b با افزایش غلظت مصرف جیبرلیک اسید، به‌تدریج افزایش یافت (Salehi Sardoei & Shahdadneghad, 2014)؛ که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت. جیبرلیک اسید تجزیه و از بین رفتن سبزینه را در طی فرایند پیری کاهش می‌دهد که ممکن است به دلیل نقش ساختاری آن در غشاء کلروپلاست باشد (Skutink *et al.*, 2001).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر غلظت سبزینه کل در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۵). نمودار مقایسه میانگین افزایش معنی‌دار میزان سبزینه در سطوح بالاتر جیبرلیک اسید (۲۰۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) را نشان داد. بر این اساس بیشترین درصد افزایش سبزینه کل نسبت به شاهد (۱۷/۷۵٪) بعد از محلول‌پاشی با جیبرلیک اسید در سطح ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و کمترین درصد افزایش معنی‌دار نسبت به شاهد (۱۰/۳۴٪) مربوط به محلول‌پاشی با سطح ۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده گردید (شکل ۲ C). پژوهشی روی گیاه شیپوری نشان داد که استفاده از جیبرلیک اسید میزان سبزینه در برگ گیاه را افزایش می‌دهد (Majidian *et al.*, 2011). نتایج یک بررسی نشان داد که کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در غلظت‌های بالاتر تأثیر مثبتی بر میزان سبزینه برگ گیاه اسپاتی فیلوم دارد (Rahbarian *et al.*, 2014). همچنین سبزینه از نظر جذب و استفاده از انرژی نور در نورساخت نقش اساسی دارد. بنابراین اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاه به طور مستقیم بر بیوسنتز و تجزیه سبزینه‌ها بر نورساخت موثر است.

کاروتنوئید برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر غلظت کاروتنوئید در سطح احتمال ۱٪ بود (جدول ۵). بر اساس نمودار مقایسه میانگین بیشترین درصد افزایش کاروتنوئید نسبت به شاهد (۱۶/۳۹٪ و ۱۲/۸۹٪) بعد از محلول‌پاشی با ۲۰۰ و۱۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده گردید، در حالی که کمترین درصد افزایش معنی‌دار نسبت به شاهد (۷/۳۷٪) مربوط به محلول‌پاشی ۵۰ میلی گرم در لیتر این تنظیم کننده رشد بود (شکل ۲ D). مطالعات انجام شده در زمینه تنظیم کننده‌های رشد مانند جیبرلیک اسید نشان می‌دهد که این تنظیم کننده‌ها احتمالا می‌توانند باعث افزایش میزان رنگدانه‌های غالب مانند کاروتنوئیدها شوند (Kim *et al,* 2007; Vainstein *et al,* 2007).

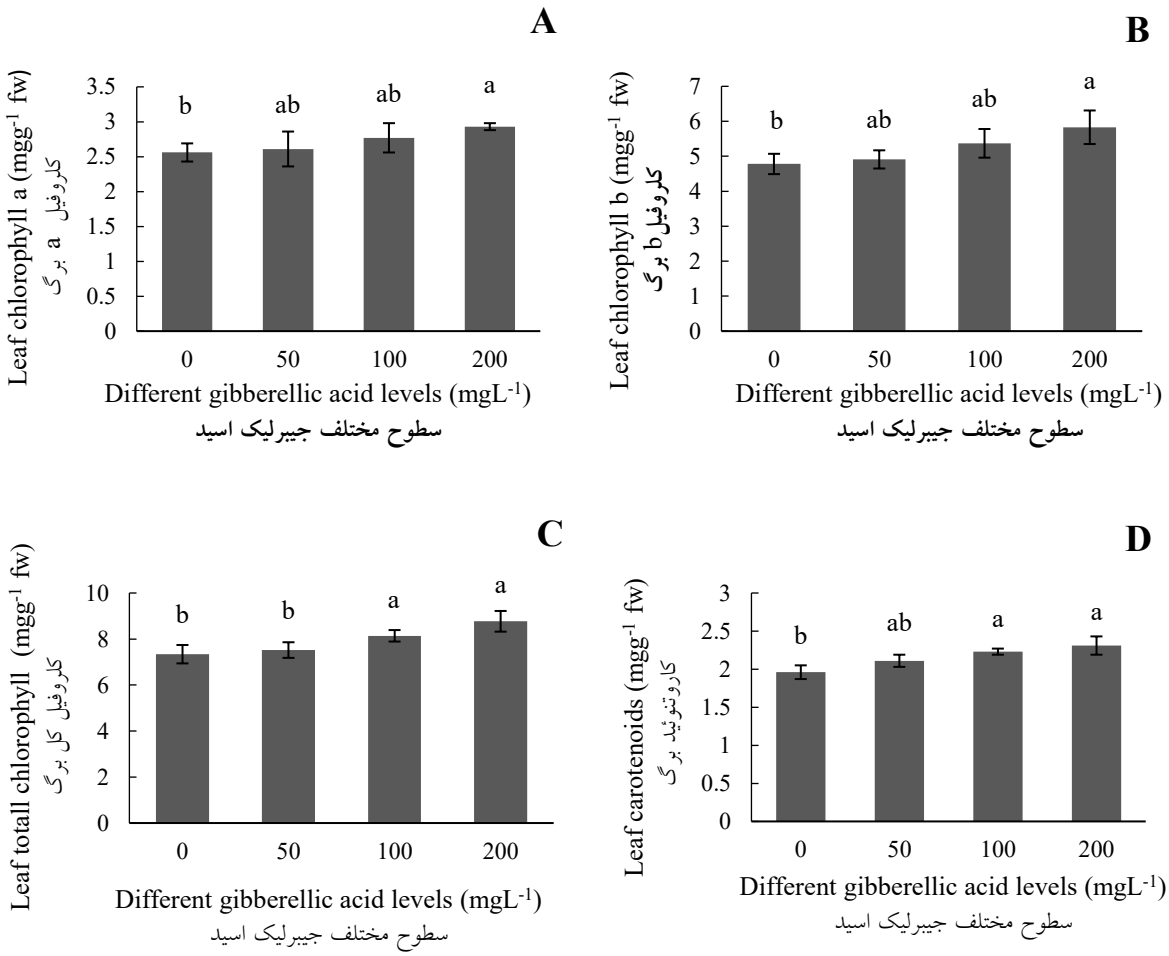
جدول ۵- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر رنگدانه‌های نورساختی برگ در چمچه (*Spathiphyllum Wallisii* Regel).

Table 5- Analysis of variance of the effect of different levels of gibberellic acid on photosynthetic pigments in peace lily (*Spathiphyllum wallisii* Regel).

منابع تغییرات Source of variation	میانگین مربعات صفات				
	درجه آزادی df	سبزینهa Chlorophyll a	سبزینهb Chlorophyll b	سبزینه کل Totall chlorophyll	کاروتنوئید Cartenoeid
سطوح مختلف جیبرلیک اسید Different levels of gibberellic acid	3	0.08*	0.69**	1.26**	0.07 **
خطای آزمایش Error	8	0.03	0.14	0.13	0.008
ضریب تغییرات CV (%)	-	6.68	7.20	4.67	4.17

**، * به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ است.

**, * indicate significance at 1% and 5% level, respectively.



شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف جیبرلیک اسید بر محتوای سبزینه a (A)، سبزینه b (B)، سبزینه کل (C) و کاروتنوئید (D) گیاه اسپاتی فیلوم (*Spathiphyllum wallisii* Regel) (میله‌های روی هر ستون نشان دهنده خطای استاندارد هستند، همچنین حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ و ۵٪ با آزمون LSD می‌باشد).

Figure 2- Mean comparison effect of different levels of gibberellic acid on the content of chlorophyll a (A), chlorophyll b (B), total chlorophyll (C) and carotenoids (D) of Spathiphyllum plants (*Spathiphyllum wallisii* Regel). (Error bars indicate the standard error of the mean, also Non-identical letters indicate a of LSD test, significant difference at the 1 and 5% probability level respectively).

نتیجه‌گیری

پژوهش انجام گرفته نشان می‌دهد که استفاده از جیبرلیک اسید به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاه، تاثیر مثبتی بر گلدهی و رنگدانه‌های نورساختی گیاهان محلول‌پاشی شده نسبت به شاهد گذاشته است. ضمنا می‌توان اظهار داشت که سطوح بالاتر استفاده از این تنظیم کننده رشد در این پژوهش تاثیرات بیشتری در افزایش صفات مورد بررسی نسبت به شاهد داشته است (شکل ۳). بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در چمچه می‌توان با استفاده از غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلیک اسید سبب کاهش مدت زمان تا گلدهی و افزایش کیفیت این گل با ارزش شد.

شکل ۳- گیاهان محلول‌پاشی شده با سطوح مختلف جیبرلیک اسید.

Figure 3- Plants sprayed with different levels of gibberellic acid.

منابع

Abbaspour, J., Ehsanpour, A. A., Amini, F. (2011). The role of Gibberellic acid on some physiological responses of transgenic tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) plant carrying Ri T-DNA. *Journal of Cell and Molecular Research*, *3*(2), 75-80.

Acharya, S., Ghimire, B., Gaihre, S., Aryal, K., Chhetri, L. B. (2021). Effect of gibberellic acid on growth and flowering attributes of African marigold (*Tagetes erecta*) in inner terai of Nepal. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, *4*(2), 134-147.

Ali, B., Gill, R. A., Yang, S., Gill, M. B., Farooq, M. A., Liu, D., Zhou, W. (2015). Regulation of cadmium-induced proteomic and metabolic changes by 5-aminolevulinic acid in leaves of *Brassica napus* L. *Plos One*, *10*(4), 1-23.

Bordoloi, S., Talukdar, M. C. (2019). Effect of GA3 and biofertilizer on growth and yield parameters of anthurium (*Anthurium andreanum* Lindex ex Andre) cv. tropical in soilless culture. *International journal of current Microbiology and applied sciences*, *8*(7), 1157-1165.

Brooking, I. R., Cohen, D. (2002). Gibberellin-induced flowering in small tubers of Zantedeschia 'Black Magic'. *Scientia Horticulturae*, *95*(1-2), 63-73.

Chehrazi, M., Hosseini, H. R., Dehkordi, E. H., Vafa, K. A. (2017). The effects of gibberellic acid on some morpho-physiological characteristics of two varieties of white and yellow flowers (Alba and Apollo) Snapdragon (*Antirrhinum majus*). *Iranian Journal of Horticultural Science*, *48*(2), 265-273 (In Persian).

Chen, J., Henny, R. J. (2008). Role of micropropagation in the development of the foliage plant industry. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology*, *5*, 206-218.

Dayan, J., Voronin, N., Gong, F., Sun, T. P., Hedden, P., Fromm, H., Aloni, R. (2012). Leaf-induced gibberellin signaling is essential for internode elongation, cambial activity, and fiber differentiation in tobacco stems. *The Plant Cell*, *24*(1), 66-79.

Dewir, Y. H., Chakrabarty, D., Hahn, E. J., Paek, K. Y. (2006). A simple method for mass propagation of *Spathiphyllum cannifolium* using an airlift bioreactor. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, *42*, 291-297.

Elbohy, N. F. (2018). Response of Peacelily (*Spathiphyllum Wallisii* Regel) plants to foliar spray with some growth regulators and micro elements. *Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants, 5*(4), 275-291.

El-Nagar, A. H., El-Naggar, A. A. M., Naglaa, M. I. (2009). Effect of phosphorus application and gibberellic acid on the growth and flower quality of *Dianthus caryophyllus* L. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, *6*(4), 400-410.

Evans, L. T. (1999). Gibberellins and flowering in long day plants, with special reference to *Lolium temulentum*. *Functional Plant Biology*, *26*(1), 1-8.

Hojatipour, M., Hassanpour Asil, M. (2022). Effect of Gibberellic Acid and Putrescine on Growth, Flowering and Vase Life of Lily Cut Flower ('Lesotho'). *Journal Of Horticultural Science*, *36*(1), 163-175 (In Persian).

Kim, H. J., Fonseca, J. M., Choi, J. H., Kubota, C. (2007). Effect of methyl jasmonate on phenolic compounds and carotenoids of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55*(25), 10366-10372.

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*, 998-1007.

Jamali Moghadam, H., Hassanpour Asil, M. (2021). Improving morpho-physiological characteristics and extending vase life of Lily (*Lilium* LA Hybrid) cv. Original Love using gibberellic acid and humic acid. *Flower and Ornamental Plants*, *6*(1), 49-7. (In Persian).

Janowska, B., Andrzejak, R. (2010). Effect of gibberellic acid spraying and soaking of rhizomes on the growth and flowering of calla lily (*Zantedeschia Spreng*). *Acta Agrobotanica, 63*(2), 155-160.

Levy, Y. Y., Dean, C. (1998). The transition to flowering. *The Plant Cell*, *10*(12), 1973-1989.

Lichtenthaler, H. K., Buschmann, C. (2001). Extraction of photosynthetic tissues: chlorophylls and carotenoids. *Current protocols in food analytical chemistry, 1*(1), 4-2.

Lima, J. D., Ansante, N. F., Nomura, E. S., Fuzitani, E. J., Silva, S. H. M. G. D. (2014). Growth and yield of anthurium in response to gibberellic acid. *Ciência Rural*, *44*(8), 1327-1333.

Majidian, N., Naderi, R., Khalighi, A., Majidian, M. (2011). Effect of gibberellin and BA on the production of potted plants horny c.v Chayldsyana. *Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 25*(4), 368-361.

McConnell, D. B., Chen, J., Henny, R. J., Pennisi, S. V., Kane, M. E. (2002). Growth responses of *Spathiphyllum* cultivars to elevated production temperatures. *International Horticultural Congress: Asian Plants with Unique Horticultural Potential: Genetic Resources, Cultural, 620*, 273-279.

Mishra, P. P., Pandey, G., Kumura, A., Naik, R., Pujahari, L. P. (2018). Effect of foliar application of gibberellic acid (GA3) concentrations and spraying frequencies on vegetative and floral attributes of China aster [*Callistephus chinensis* (L.) Nees]. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *7*(1), 1889-1894.

Nabavi Mohajer, Z.S., Hassanpour Asil, M., Olfatiy, J.A., Khaledian, M. (2018). Effect of macro elements concentration on quantitative and qualitative traits of lily flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio) in soilless culture. *Iranian Journal of Horticultural Science, 50*(1), 47-60 (In Persian).

Norouzi, P., Naderi, R., Babalar, M., Kalantari, S., Kafi, M. (2012). The effect of gibberellic acid (GA3) on some characteristics of cyclamen flowering during the second flowering year. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *43*(3), 305-310.

Nowsheen N, M.K. Shama, A. Khalil, R., Bhat (2017). Influence of exogenous application of plant growth regulators on growth, fruit numbers and leaf and fruit nutrient status of Kiwifruit cv. Hayward. *Journal of Life Sciences, 12*(3), 1645-1647.

Othman, E. Z., El-Ziat, R. A., Farag, H. M., El-Sayed, I. M. (2023). Influence of Gibberellic acid and Methionine on growth, flowering quality, leaf anatomical structure and genetic diversity of *Chrysanthemum morifolium* Ramat plant. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *35*(9), 813-825.

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*(1), 3076-3084.

Rahbarian, P., Salehi Sardoei, A., Fallah Imani, A. (2014). Stimulatory effect of benzyladenine and gibberellic acid on growth and Photosynthetic pigments of (*Spathiphyllum wallisii* Regel) Plants. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2*(1), 230-237.

Rani, P., Singh, P. (2013). Impact of gibberellic acid pretreatment on growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Prajwal. *Journal of Tropical Plant Physiology*, *5*(1), 33-41.

Rietveld, P. L., Wilkinson, C., Franssen, H. M., Balk, P. A., van der Plas, L. H., Weisbeek, P. J., Douwe de Boer, A. (2000). Low temperature sensing in tulip (*Tulipa gesneriana* L.) is mediated through an increased response to auxin. *Journal of Experimental Botany*, *51*(344), 587-594.

Safeena, S. A., Shilpa, S. K., Kumar, P. N., Saha, T. N., Prasad, K. V. (2023). Effect of growth regulators on growth and flower production of a popular indoor plant, peace lily (*Spathiphyllum wallisii). Environment and Ecology, 41* (2), 979-984.

Salehi Sardoei, A. (2014c). Plant Growth regulators effects on the growth and Photosynthetic pigments on three indoor ornamental Plants. *International European Journal of Experimental Biology, 4*(2), 311-318.

Salehi Sardoei, A., Rahbarian, P., Fallah Imani, A. (2014a). Stimulatory Effect of gibberellic acid and benzyladenine on growth and Photosynthetic pigments of *Ficus benjamina* L. Plants. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, *2*(1), 34-42.

Salehi Sardoei, A., Rahbarian, P., Shahdadneghad, M. (2014b). Evaluation of estimated chlorophyll contents on three indoor ornamental plants with growth regulators**.** *International European Journal of Experimental Biology, 4*(2), 306-310.

Salehi Sardoei, A., Shahadadi, F., Shahdadneghad, M., Imani, A. F. (2014). The effect of benzyladenine and gibberellic acid on reducing sugars of *Spathiphyllum wallisii* plant. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, *3*(3), 328-332.

Salehi Sardoei, A., Shahdadneghad, M. (2014). Effects of foliar application of gibberellic acid on chlorophyll and carotenoids of Marigold (*Calendula officinalis* L.). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, *2*(6), 1887-1893.

Salehi Sardoei, A., Tahmasebi, M., Bovand, F., Ghorbanpour, M. (2024). Exogenously applied gibberellic acid and benzylamine modulate growth and chemical constituents of dwarf schefflera: a stepwise regression analysis. *Scientific Reports*, *14*(1), 7896.

Shoor, M., Tehrani far, A., Nemati, H., Salah varzi, Y., Alizadeh, B. (2008). Effect of gibberellic acid and cold storage on some quantitative traits of cut flowers (*Poliatenus tuberosa* L.). *Agricultural Research: Water, Soil and Agricultural Plant*s, 4, 247-239. (In Persian).

Skutnik, E., Lukaszewska, A., Serek, M., Rabiza, J. (2001). Effect of growth regulators on postharvest characteristics of Zantedeschia aethiopica. *Postharvest Biology and Technology*, *21*(2), 241-246.

Song, Y., Shang, W., Wang, Z., He, S., Shi, L., Shen, Y., Sun, Y. (2022). Effects of different light-emitting diode qualities on the growth and photosynthetic characteristics of *Spathiphyllum floribundum*. *Canadian Journal of Plant Science*, *102*(4), 911-925.

Thakur, R., Kanwar, B., Chandermohan, C. N., Sharma, S. (2023). An overview of flowering pot plants for tropical and subtropical climate. *International Journal of Science and Research, 12*(7), 1274-1280.

Vainstein, A., Meir, A., Tadmor, Y., Meir, S., Glick, A., Philosoph-Hadas, S. (2007). Methyl jasmonate enhances color and carotenoid content of yellow-pigmented cut rose flowers. In *International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals, 755*, 243-250.

Zarrin, N., Shoor, M., Tehranifar, A., Karimian, Z. (2021). Effect of day length and gibberellic acid on some morphological and biochemical characteristics of chrysanthemum. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *51*(4), 979-993. (In Persian).

Flower and Ornamental Plants (2025), 10(1): 1-14
Research article

Effect of different concentrations of gibberellic acid on flowering and photosynthetic pigments of peace lily (*Spathiphyllum wallisii* Regel)

Tayebeh Motevali Shahrestani*, Moazzam Hassanpour Asil

Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht
✉ tayyebeh28102@gmail.com

Received: 2024/07/12, Revised: 2024/11/12, Accepted: 2024/11/15

Abstract

Gibberellin, a plant growth regulator, significantly impacts ornamental plant morphology, physiology, quantity, and quality, especially in flowering plants. This study evaluated the effect of varying Gibberellic Acid (GA_3) concentrations on the morphological and physiological characteristics of peace lilies (*Spathiphyllum wallisii*) during the flowering stage under greenhouse conditions in Northern Iran. A completely randomized design with three replications was employed, testing GA_3 concentrations of 50, 100, and 200 mgL^{-1} against a control. Results indicated that higher GA_3 levels significantly improved measured traits ($p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$). The 200 mgL^{-1} GA treatment maximized trait values and reduced days to flowering (102 days). Compared to the control, this treatment significantly increased pedicel length (58.33%), pedicel diameter (44.86%), number of flowers (4), flower spathe length (28.82%), spathe width (50%), chlorophyll a (13.48%), chlorophyll b (19.79%), total chlorophyll (17.75%), and carotenoid content (16.39%). Thus, gibberellin plays a crucial role in enhancing flowering traits, with 200 mgL^{-1} GA_3 proving most effective and therefore recommended.

Keywords: Gibberellin, Growth regulators, Morphological traits, Spathe.