نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص.۲۶۸-۲۵۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 257-268
ISSN: 2008 - 4730

اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و سرما در بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک سینرر (*Pericallis* × *hybrida*)

کاظم بشیری[۱] - ابوالفضل جوکار[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۲

چکیده

کاربرد خارجی تنظیم کننده‌های رشد یک راهکار شناخته شده برای افزایش کیفیت، عملکرد و تولید خارج از فصل گلها است. بدین منظور جهت برطرف کردن نیاز سرمایی و تولید خارج از فصل گل سینرر و بهبود صفات مورفولوژیکی آن، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد. تیمارها شامل تیمار سرمایی (شاهد)، جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در زمان‌های مختلف (قبل از تیمار سرمایی، اواسط تیمار سرمایی و بعد از تیمار سرمایی)، جیبرلین (۱۰۰و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر)، بنزیل آدنین (۱۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر) و پاکلوبوترازول (۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر) بودند. نتایج نشان داد که جیبرلین می‌تواند جایگزین نیاز سرمایی سینرر برای گلدهی شود. تیمار ۱۰۰ mg/L جیبرلین + ۲۵۰mg/L پاکلوبوترازول باعث شد تا نسبت به شاهد گلدهی سینرر به مدت ۳۲ روز تسریع و طول عمر گل‌ها ۲۴ روز افزایش یابد. تیمار سرمایی همراه با پاکلوبوترازول به غلظت ۵۰۰ میلی-گرم در لیتر با ایجاد شکل جدید پاکوتاه و افزایش قطر گلها بالاترین کیفیت ظاهری را بدست داد. در مجموع با توجه به اینکه تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین همراه با ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین علاوه بر جایگزینی نیاز سرمایی سینرر برای گلدهی، دوره رشد آن را ۲۱ روز کاهش داد و توانست وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر ریشه، سطح برگ، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، کیفیت ظاهری، تعداد گل و عمر گلدانی آن را افزایش داد، می‌توان آن را به عنوان تیمار برتر معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: زودرسی، سینرر، عمر گلدانی، کیفیت ظاهری

مقدمه

شرایط اقلیمی هر منطقه اجازه تولید در تمام سال را نمی‌دهد. از سوی دیگر تولید خارج از فصل دارای مزایایی اقتصادی زیادی است که برنامه‌ریزی صحیح جهت تولید در زمان معینی از سال می‌تواند سوددهی بالایی برای تولید کننده داشته باشد. استفاده از تنظیم-کننده‌های رشد گیاهی یکی از روش‌های رایج تولید خارج از فصل گلها و افزایش کیفیت و عملکرد گیاهان است (۲ و ۷). برخی ترکیبات شیمیایی با شکست خواب، نیاز سرمایی گیاهان را کاهش می‌دهند (۳۲). جیبرلین یکی از مهمترین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است که می‌تواند جانشین نیاز سرمایی شود و دوره پرورش گیاه را کوتاه نماید (۵). نقش مهم جیبرلین تولید اندام های زایشی گیاه است (۳۷) و باعث گلدهی در بسیاری از گونه‌های مختلف گیاهی می‌شود که در حالت عادی رشد رویشی یا گلدهی با تأخیر دارند (۲۸). سیتوکینین یکی دیگر از محرک‌های گلدهی در گیاهان است (۳)، کاربرد خارجی سیتوکینین باعث افزایش مریستم فعال گلاذین و تحریک انگیزش گلدهی در بسیاری از گونه های گیاهی می‌شود (۴۶). ترکیبات تریازولی مثل پاکلوبوترازول، از فعالیت آنزیم کائورن‌اکسیداز که مسؤول تبدیل انت‌کائورن به کائورونیک‌اسید است، جلوگیری می‌کنند، در نتیجه میزان سنتز جیبرلین کاهش می یابد (۲۰). از اثرات ثانویه این ترکیبات کاهش میزان اتیلن می‌باشد که به دنبال آن عمر گل افزایش می‌یابد (۴۳).

گل سینرر با نام علمی *Pericallis* × *hybrida* از گیاهان خانواده Asteraceae است. گل سینرر یک گیاه گلدانی گلساره‌ای مهم است که در روز تحویل سال و جشنواره‌های بهاری متقاضیان زیادی دارد (۱۳ و ۴۵). این گیاه برای گلدهی نیاز به سرمای ۷ تا ۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۶-۵ هفته دارد. پژوهش حاضر به منظور بررسی امکان برطرف کردن نیاز سرمایی و تولید خارج از فصل گل سینرر با کاربرد اسید جیبرلیک و بهبود صفات مورفولوژیکی این گیاه زینتی با استفاده از سیتوکینین و پاکلوبوترازول، طراحی و اجرا شد.

۱ و ۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و استادیار بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(*- نویسنده مسؤول: (Email: ajowkar@shirazu.ac.ir
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.50419

مواد و روش‌ها

بذرهای F_1 گل سینرر (*Pericallis × hybrida*) رقم 'Satellite' از نمایندگی شرکت بذر Sakata ژاپن تهیه شد. بذرها در سینی نشاء با نسبتهای مساوی از خاک لومی، ماسه و خاک‌برگ (۱:۱:۱) کشت شدند و به گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز منتقل و در دمای ۱۸/۲۴ درجه سلسیوس (روز/شب) قرار داده شدند. دانهال‌های سینرر در مرحله ۴ برگی به گلدان های ۶ سانتی‌متری انتقال داده‌شدند. طرح آزمایش به صورت کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد. با توجه به نیاز سرمایی گل سینرر برای گل‌انگیزی، گیاهان شاهد در مرحله ۸ برگی به مدت ۶ هفته به انکوباتور با شرایط محیطی کنترل شده (دمای ۷ تا ۱۰ درجه سیلسیوس، رطوبت نسبی ۷۵ درصد و طول روز ۱۲ ساعت) منتقل شدند. تیمارها شامل محلول‌پاشی جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در سه زمان (قبل از تیمار سرمایی، اواسط تیمار سرمایی و بعد از تیمار سرمایی) و ترکیب جیبرلین (۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر) با بنزیل آدنین (۱۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر) و پاکلوبوترازول (۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم در لیتر) بودند. گیاهان بعد از یک هفته پس از دریافت سرما با بنزیل آدنین و پاکلوبوترازول محلول‌پاشی شدند. شاهد تنها با آب مقطر محلول‌پاشی شد. هنگام محلول‌پاشی برگی، بستر گلدان‌ها پوشانده شد. برای مشاهده بهتر تأثیر پاکلوبوترازول، محلول‌پاشی آن ۱۴ روز پس از محلول‌پاشی جیبرلین انجام شد. گیاهان بعد از اعمال تیمارها و رشد کافی به گلدان‌های سه کیلوگرمی منتقل شدند. بعد از گلدهی کامل شاخصهای زایشی، سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه اندازه‌گیری شدند. ارتفاع گیاه با خط‌کش و قطر ساقه و گل با کولیس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری کیفیت ظاهری گیاهان از ۵ نفر دعوت شد تا به گیاهان از اعداد ۱ تا ۹ امتیاز بدهند، عدد ۱ معرف کیفیت ضعیف و عدد ۹ معرف کیفیت بالا بود. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمونLSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد روز از کشت بذر تا ظهور اولین جوانه گل، شکوفایی ۵۰ درصد گل‌ها و گلدهی کامل

جیبرلین توانست تعداد روز از کشت بذر تا ظهور اولین جوانه گل را کاهش بدهد. کمترین تعداد روز تا ظهور اولین جوانه گل در تیمار جیبرلین ۱۰۰ mg/L+ بنزیل آدنین ۱۵۰ mg/L به‌دست آمد که ۳۵ روز نسبت به شاهد در گلدهی تسریع حاصل شد (جدول ۱). از طرف دیگر محلول‌پاشی جیبرلین ۱۰۰ mg/L در اواسط تیمار سرمایی زمان ظهور اولین جوانه گل را نسبت به شاهد کمی تسریع کرد. تیمار سرمایی+ بنزیل آدنین ۱۵۰mg/L نسبت به شاهد منجر به تسریع ۱۲ روز در شکوفایی ۵۰درصد گل‌ها شد. بیشترین تأخیر در شکوفایی ۵۰ درصد گل‌ها (۱۸ روز) نسبت به شاهد در تیمار جیبرلین ۲۰۰ mg/L+ بنزیل آدنین ۳۰۰mg/L مشاهده شد. اگرچه جیبرلین توانست ظهور اولین جوانه گل را تسریع کند اما تعداد روز از ظهور اولین جوانه گل تا شکوفایی ۵۰ درصد گلها را به تأخیر انداخت. تسریع بیش از اندازه جیبرلین در ظهور اولین جوانه گل باشد ممکن است باعث شود اندام‌های گل به طور کامل نمو نیابند، در نتیجه شکوفایی ۵۰ درصد گل‌ها به تأخیر افتد. همچنین محلول‌پاشی جیبرلین ۱۰۰ mg/L در اواسط و اوخر تیمار سرمایی به ترتیب باعث تأخیر و تسریع ۷ روزه در شکوفایی ۵۰ درصد گل‌ها شد. با در نظر گرفتن تعداد روز از کشت بذر تا شکوفایی کامل گلها، بنزیل آدنین و پاکلوبوترازول باعث تسریع در گلدهی کامل به مدت ۱۶–۹ روز شدند، درحالیکه جیبرلین در غلظتهای ۱۰۰ mg/L و ۲۰۰ باعث تسریع ۱۵–۶ روزه در گلدهی کامل شد. حداکثر تسریع در گلدهی کامل (۳۲ روز) در تیمار جیبرلین ۱۰۰ mg/L+ پاکلوبوترازول ۲۵۰ mg/L و بیشترین تأخیر در گلدهی کامل (۱۴ روز) در تیمار جیبرلین ۲۰۰ mg/L+ بنزیل آدنین ۳۰۰ mg/L به‌دست آمد (جدول ۱). نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی جیبرلین بر روی گل سینرر می‌تواند جایگزین نیاز سرمایی و سبب تسریع در گلدهی کامل شود. جیبرلین در گونه‌های مختلف گیاهی چون زنبق، سوسن، لاله و سنبل برای جایگزینی سرما استفاده شده است (۹). کاربرد جیبرلین در گلهای زنبق (۱۹)، جعفری (۴۲)، سیکلامن (۳۳) و آهار (۱۲) باعث تسریع در گلدهی شد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در تحقیقات پژوهشگران دیگر، کاربرد بنزیل‌آدنین گلدهی ارکید (۴) و مریم (۳۹) را تسریع کرده است که با نتایج این تحقیق همسو است (جدول ۱). علیرغم اینکه در تحقیق حاضر بر روی گل سینرر استفاده از پاکلوبوترازول باعث تسریع در گلدهی شد (جدول ۱)، اما کاربرد پاکلوبوترازول در گلهایی چون لاله (۳۰) و مریم (۱۷) باعث تأخیر در گلدهی آنها شد. نورماک و اندرسون (۳۴) گزارش کردند که تأخیر یا تسریع در گلدهی توسط پاکلوبوترازول بسته به گونه گیاهی متفاوت است.

تعداد روز تا پژمردگی ۵۰ درصد گل‌ها

بیشترین عمر گلدانی گل سینرر در تیمار جیبرلین ۱۰۰ mg/L+ پاکلوبوترازول ۲۵۰ mg/L به‌دست آمد (۳۱/۸ روز) که نسبت به شاهد ۲۴ روز عمر گلدانی سینرر افزایش یافت. کمترین عمر گلدانی سینرر در تیمار شاهد (۷/۶ روز) مشاهده شد (جدول ۱). نتایج نشان داد که کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی عمر گلدانی سینرر را افزایش می دهند. ایسون (۱۰) نشان داد که جیبرلین به علت تأخیر در فعالیت آنزیم پروتئاز باعث افزایش عمر گل *Sandersonia* می‌شود. از

طرفی اسید جیبرلیک عمر گیاه را از طریق ممانعت از تجزیه شدن و از بین رفتن کلروفیل طی فرآیند پیری، که ممکن به دلیل نقش ساختاری جیبرلین در غشاء کلروپلاست و تحریک فتوسنتز باشد، افزایش می‌دهد (۱۸ و ۴۰).

جدول ۱- زمان گلدهی و عمر گلدانی سینرر تحت تأثیر سرما، زمان محلول‌پاشی جیبرلین و کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی

Table 1- Flowering time and pot longevity of Cineraria affected by cold, time of gibberellin spraying and application of plant growth regulators

تیمار Treatment	مدت زمان از کشت بذر تا ظهور اولین جوانه گل (ماه) Time from seed cultivation to first flower bud emergence (month)	مدت زمان از ظهور اولین جوانه گل تا شکوفایی ۵۰ درصد گل‌ها (روز) Time from first flower bud emergence to 50 percent blooming (day)	مدت زمان از کشت بذر تا گلدهی کامل (روز) Time from seed cultivation to full blooming (day)	تعداد روز تا پژمردگی ۵۰ درصد گل‌ها No. of days to 50 percent flower wilting
سرما Cold	7.3a	30.2fg	249.18b	7.6k
جیبرلین ۱۰۰mg/L قبل از سرما 100 mg/L GA before cold	7.12ab	29.8f-h	255.4b	12.6ij
جیبرلین ۱۰۰mg/L اواسط سرما 100 mg/L GA in middle of cold	6.63d-f	39.8de	255b	20fg
جیبرلین ۱۰۰mg/L بعد از سرما 100 mg/L GA after cold	6.88b-d	38de	248.6b	11.4j
سرما + بنزیل آدنین ۱۵۰mg/L Cold + 150 mg/L BA	7.04a-c	21.2i	239.98c-e	17.4gh
سرما + بنزیل آدنین ۳۰۰mg/L Cold + 300 mg/L BA	6.9b-d	32.8f	232.46fg	14.6hi
سرما + پاکلوبوترازول ۲۵۰ mg/L Cold + 250 mg/L PA	7.03a-c	29.2gh	233.92c-g	20fg
سرما + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L Cold + 500 mg/L PA	6.9b-d	26.8h	240.16cd	20fg
جیبرلین ۱۰۰ mg/L 100 mg/L GA	6.19g	37.8de	223.74hi	26.6bc
جیبرلین۱۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین۱۵۰ mg/L 100 mg/L GA + 150 mg/L BA	6.17g	43.8bc	240.72bc	29.2ab
جیبرلین۱۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۳۰۰ mg/L 100 mg/L GA + 300 mg/L BA	6.7d-g	39.6de	228.9gh	24.4cd
جیبرلین۱۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۲۵۰ mg/L 100 mg/L GA + 250 mg/L PA	6.21g	30.6fg	216.96i	31.8a
جیبرلین۱۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۵۰۰ mg/L 100 mg/L GA + 500 mg/L PA	6.43fg	45.8b	238.88c-f	23.8c-e
جیبرلین ۲۰۰ mg/L 200 mg/L GA	6.39fg	41cd	232.94e	22.6d-f
جیبرلین۲۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۱۵۰ mg/L 200 mg/L GA + 150 mg/L BA	6.5e-g	36.8e	231.92fg	26.4bc
جیبرلین۲۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۳۰۰ mg/L 200 mg/L GA + 300 mg/L BA	7.1ab	50.2a	263.26a	25.4cd
جیبرلین۲۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۲۵۰ mg/L 200 mg/L GA + 250 mg/L PA	6.46fg	30.4fg	232.88c-e	20.8ef
جیبرلین۲۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۵۰۰ mg/L 200 mg/L GA + 500 mg/L PA	6.83b-e	27.8gh	224.26h	31a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.05) با استفاده از آزمون LSD نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05) based on LSD test.

سیتوکینین نیز باعث تحریک فتوسنتز، ساخت کربوهیدرات و افزایش عمر گلدانی می‌شود (۲۷). همچنین در تحقیقی بر روی گل لیلیوم نشان داده شده است که ترکیب جیبرلین و بنزیل‌آدنین باعث افزایش طول عمر گلها می‌شود (۱۱) که با نتایج این پژوهش همسو است (جدول ۱). نشان داده شده است پاکلوبوترازول با کاهش تولید اتیلن و افزایش سنتز پلی‌آمین‌ها می‌تواند باعث تأخیر در پیری گیاهان شود (۳۲ و ۴۳).

وزن تر و خشک شاخساره

روند افزایشی در میزان وزن تر و خشک تحت تأثیر جیبرلین و بنزیل آدنین و روند کاهشی تحت تأثیر پاکلوبوترازول در گیاهان مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین میزان وزن تر و خشک شاخساره در تیمار جیبرلین ۱۰۰ mg/L+ بنزیل آدنین ۳۰۰ mg/L به ترتیب با میانگین ۹۴/۳۴ و ۲۷/۴۹ گرم به دست آمد که با شاهد اختلاف معنی‌داری دارد. با افزایش غلظت پاکلوبوترازول میزان وزن تر شاخساره کاهش یافت. کمترین میزان وزن تر و خشک شاخساره به ترتیب در تیمارهای سرما + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L با میانگین ۴۲/۳۸ گرم و سرما + پاکلوبوترازول ۲۵۰ mg/L با میانگین ۱۴/۵۷ گرم مشاهده شد که نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان دادند. اثر بازدارندگی پاکلوبوترازول بر وزن تر و خشک شاخساره در گیاهانی که با جیبرلین تیمار شده‌اند، با افزایش غلظت جیبرلین کاهش یافت. از طرفی هرچه زمان محلول‌پاشی به انتهای تیمار سرمایی انتقال یافت بر میزان وزن تر و خشک شاخساره افزوده شد (جدول ۲). ماتیو و همکاران (۲۹) نشان دادند که جیبرلین به دلیل سنتز هورمون های گیاهی، تثبیت نیتروژن، سنتز برخی آنزیم‌ها چون آمینوکربوکسیلات دی‌آمیناز که سطح هورمون های گیاهی را تغییر می دهد، انحلال فسفر معدنی و کاهش آسیب پاتوژن ها به دلیل سنتز آنتی بیوتیک ها و سایدروفورها باعث افزایش میزان وزن تر و خشک گیاهان می شود. خانکاوه و همکاران (۲۶) گزارش کردند که جیبرلین و بنزیل آدنین ممکن است به دلیل افزایش میزان عناصر درون گیاه یا رشد شاخه جدید، وزن تر گیاهان را افزایش دهند. پاکلوبوترازول با ممانعت از سنتز جیبرلین باعث کاهش رشد رویشی می‌شود که به دنبال آن میزان وزن تر و خشک کاهش می‌یابد (۱۵). کاهش رشد رویشی تحت تأثیر پاکلوبوترازول در گیاهانی چون آهار (۲۱) و شمعدانی (۴۱) گزارش شده است.

وزن تر و خشک ریشه

با افزایش غلظت جیبرلین و بنزیل آدنین میزان وزن تر ریشه افزایش یافت و بیشترین میزان وزن تر ریشه در تیمار جیبرلین ۲۰۰mg/L+ بنزیل آدنین ۳۰۰ mg/L به دست آمد که افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد دارد (جدول ۲). افزایش وزن تر ریشه تحت تأثیر جیبرلین و بنزیل آدنین ممکن است به دلیل انتقال کربوهیدارت به ریشه باشد. از طرفی با افزایش غلظت پاکلوبوترازول روند کاهش در وزن تر ریشه مشاهده شد و کمترین میزان وزن تر ریشه در تیمار سرمایی + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L به دست آمد که کاهش معنی-داری نسبت به شاهد دارد. اثر بازدارندگی پاکلوبوترازول بر ریشه با افزایش غلظت جیبرلین کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان وزن خشک ریشه به ترتیب در تیمار سرمایی + بنزیل آدنین ۳۰۰mg/L و تیمار سرمایی + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L مشاهده شد (جدول ۲). گل سینرر به دلیل داشتن سطح برگ زیاد تبخیر و تعرق بالایی دارد (۱۳). بنابراین داشتن یک سیستم قوی و کارآمد به بهبود کیفیت گیاه کمک می‌کند. بر حسب نوع گیاه و غلظت به کار رفته، ترکیبات تریازولی می‌توانند بر رشد ریشه اثر بازدارندگی و تحریک کنندگی داشته باشند. مشخص شده است که پاکلوبوترازول بازدارنده رشد ریشه گیاهانی چون آهار (۲۱) و سیب‌زمینی هندی (*Dioscorea rotundata*) (۱) است.

سطح برگ

با افزایش غلظت جیبرلین و بنزیل آدنین میزان سطح برگ افزایش یافت. بیشترین میزان سطح برگ در جیبرلین ۱۰۰ mg/L+ بنزیل آدنین ۳۰۰ mg/L با میانگین ۱۵۲۹/۴۷سانتیمتر مربع به دست آمد (جدول ۲). از طرفی هرچه زمان محلول‌پاشی جیبرلین به انتهای تیمار سرمایی پیش می رفت بر میزان سطح برگ گیاه افزوده می‌شد. با افزایش میزان غلظت پاکلوبوترازول سطح برگ کاهش یافت و کمترین سطح برگ در تیمار سرمایی + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L با میانگین ۵۸۷/۰۴ سانتیمتر مربع مشاهده شد که نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری دارد (جدول ۲). اثر بازدارندگی پاکلوبوترازول بر میزان سطح برگ با افزایش غلظت جیبرلین کاهش یافت (جدول ۲). گزارش شده است که با کاربرد پاکلوبوترازول به دلیل ممانعت از سنتز جیبرلین سطح برگ کاهش می‌یابد (۱۶). همچنین کاهش سطح برگ ناشی از بکارگیری پاکلوبوترازول در گیاهانی چون شمعدانی (۶) و کوکب کوهی (۲۲) نیز مشاهده شده است.

ارتفاع و قطر گیاه

با افزایش غلظت جیبرلین میزان ارتفاع گیاه افزایش یافت. بیشترین ارتفاع گیاه با میانگین ۲۱/۴ سانتیمتر در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین به دست آمد که نسبت به کاهش افزایش معنی داری دارد (جدول ۳). از طرفی محلول‌پاشی جیبرلین قبل از تیمار سرمایی اثر معنی‌داری بر افزایش ارتفاع نداشت.

جدول ۲- شاخص‌های فیزیولوژیک سینرر تحت تأثیر سرما، زمان محلول‌پاشی جیبرلین و کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی

Table 2- Physiological characteristics of Cineraria affected by cold, time of gibberellin spraying and application of plant growth regulators

تیمار Treatment	وزن تر شاخساره (گرم) Shoot fresh weight (g)	وزن خشک شاخساره (گرم) Shoot dry weight (g)	وزن تر ریشه (گرم) Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (g)	سطح برگ (cm^2) Leaf area (cm^2)
سرما Cold	57.82f	21.54de	10.61g	6.14d-f	1025.34f
جیبرلین ۱۰۰mg/L قبل از سرما 100 mg/L GA before cold	45.56hi	15.37gh	13.98b-e	7.4bc	1463.23bc
جیبرلین ۱۰۰mg/L اواسط سرما 100 mg/L GA in middle of cold	51.74g	21.23de	14.76ab	7.74b	1430.5cd
جیبرلین ۱۰۰mg/L بعد از سرما 100 mg/L GA after cold	57.82f	22.55c-e	15.08a	7.72b	1469.47a-c
سرما + بنزیل آدنین ۱۵۰mg/L Cold + 150 mg/L BA	67.8b-d	22.29de	12.38f	7.21bc	1351.59e
سرما + بنزیل آدنین ۳۰۰mg/L Cold + 300 mg/L BA	72.36b	24.32a-d	13.63c-e	9.02a	1319.71e
سرما + پاکلوبوترازول ۲۵۰ mg/L Cold + 250 mg/L PA	50.87gh	14.57h	8.36h	4.55gh	799.21g
سرما + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L Cold + 500 mg/L PA	42.38i	17.92fg	6.81i	3.69h	587.04h
جیبرلین ۱۰۰ mg/L 100 mg/L GA	65.45c-e	21.89de	14.27a-d	5.9ef	1338.58e
جیبرلین۱۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین۱۵۰ mg/L 100 mg/L GA + 150 mg/L BA	91.35a	26.2ab	14.69a-c	6.89b-d	1459.03bc
جیبرلین۱۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۳۰۰ mg/L 100 mg/L GA + 300 mg/L BA	94.34a	27.49a	14.8ab	7.58b	1529.47a
جیبرلین۱۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۲۵۰ mg/L 100 mg/L GA + 250 mg/L PA	70.89bc	23.61b-d	10.28g	5.42fg	1086.73f
جیبرلین۱۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۵۰۰ mg/L 100 mg/L GA + 500 mg/L PA	61.47ef	22.75c-e	10.75g	5.47fg	1046.38f
جیبرلین ۲۰۰ mg/L 200 mg/L GA	70.74bc	25.73a-c	14.82ab	7.71b	1470.19a-c
جیبرلین۲۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۱۵۰ mg/L 200 mg/L GA + 150 mg/L BA	65.3c-e	22.96b-d	14.44a-d	7.22bc	1447.84bc
جیبرلین۲۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۳۰۰ mg/L 200 mg/L GA + 300 mg/L BA	92.86a	23.31b-d	15.5a	7.6b	1508.1ab
جیبرلین۲۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۲۵۰ mg/L 200 mg/L GA + 250 mg/L PA	64.68de	23.36b-d	13.53de	7.7b	1377.39de
جیبرلین۲۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۵۰۰ mg/L 200 mg/L GA + 500 mg/L PA	58.87e	19.38ef	12.99ef	6.55c-e	1339.7e

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) با استفاده از آزمون LSD نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P<0.05$) based on LSD test.

با افزایش غلظت پاکلوبوترازول میزان ارتفاع گیاه کاهش یافت. کمترین میزان ارتفاع گیاه در تیمار سرمایی + پاکلوبوترازول mg/L ۵۰۰ با میانگین ۸/۲ سانتیمتر به دست آمد که نسبت شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. اثر بازدارندگی پاکلوبوترازول بر میزان ارتفاع گیاه با افزایش غلظت جیبرلین کاهش یافت. تیمارها اختلاف معنی داری در قطر ساقه نشان ندادند اما بیشترین و کمترین قطر ساقه به ترتیب در تیمار سرمایی + پاکلوبوترازول mg/L ۵۰۰ با میانگین ۸/۷۱ میلی-متر و جیبرلین ۱۰۰mg/L قبل از تیمار سرمایی با میانگین۵/۹۷

میلی‌متر به دست آمد (جدول ۳). جیبرلین باعث افزایش طولی ساقه می‌شود (۲۴) و پاکلوبوترازول با ممانعت از سنتز جیبرلین باعث کاهش طول ساقه می‌شود (۴۴). افزیش ارتفاع گیاه ناشی از کاربرد جیبرلین در گلهایی چون مریم (۳۹)، زنبق (۱۹) و سیکلمن (۳۳) مشاهده شده است و در مقابل کاهش ارتفاع گیاه تحت تأثیر پاکلوبوترازول در گلهای مریم (۱۷)، آهار (۲۱) و سوسن شرقی (۱۴) گزارش شده است که با نتایج این تحقیق همسو هستند (جدول ۳).

تعداد گل

نتایج نشان داد جیبرلین در غلظت پایین می‌تواند جایگزین نیاز سرمایی در گل سینرر بشود اما میزان تولید گل آن به اندازه سرما نیست. با افزایش غلظت جیبرلین و بنزیل‌آدنین تعداد گل افزایش یافت (جدول ۳). هنگامی که جیبرلین با بنزیل‌آدنین ترکیب شد تعداد گل را افزایش داد به طوری که بیشترین تعداد در تیمار جیبرلین ۱۰۰ mg/L+ بنزیل آدنین ۳۰۰ mg/L مشاهده شد که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. در تحقیقات دیگر بر روی گلهای شیپوری (۳۱) و سوسن (۳۵) محلول پاشی توأمان بنزیل آدنین و جیبرلین توانست تعداد گلها را افزایش دهد. با انتقال زمان محلول-پاشی سینرر با جیبرلین به بعد از تیمار سرمایی، تعداد گل افزایش یافت که ممکن به دلیل نقش تکمیلی جیبرلین در رفع نیاز سرمایی باشد (جدول ۳). علاوه بر آن محلول‌پاشی جیبرلین قبل از تیمار سرمایی باعث کاهش تولید گل شد که ممکن به دلیل اختلاف زمان محلول‌پاشی باشد که محلول‌پاشی بعد از تیمار سرمایی مکمل تولید گل و قبل از تیمار سرمایی بازدارنده تولید گل است. با افزایش غلظت پاکلوبوترازول تعداد گل در گیاه کاهش یافت که کمترین تعداد گل در تیمار جیبرلین ۱۰۰ mg/L+ پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L دیده شد (جدول ۳). اثر بازدارندگی پاکلوبوترازول بر تعداد گل در گیاهانی که نیاز سرمایی آنها با جیبرلین برطرف شده بود، بیشتر مشهود بود.

کاهش تعداد گل تحت تأثیر پاکلوبوترازول در گل‌های یاسمن (۲۳)، کوکب کوهی (۲۲) و مریم (۱۷) گزارش شده است که با نتایج این پژوهش همسو است. کاربرد خارجی سیتوکینین باعث افزایش مریستم فعال گلازین و تحریک انگیزش گلدهی در بسیاری از گونه های گیاهی می شود (۴۶). گزارشهایی مبنی بر افزایش تعداد گل تحت تأثیر بنزیل‌آدنین در گلهای ارکید (۴) مریم (۲۵) و آهار (۱۲) وجود دارد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارند (جدول ۳).

قطر گل

پاکلوبوترازول قطر گل‌ها را افزایش داد. بیشترین میزان قطر گل در تیمار سرمایی + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L به دست آمد که قطر گل را نسبت به شاهد نزدیک به یک سانتیمتر افزایش داده است (جدول ۳). افزایش قطر گل در این تیمار می‌تواند مرتبط با کاهش رشد رویشی (جدول ۲)، ارتفاع گیاه و تعداد گل سینرر باشد (جدول ۳). کمترین میزان قطر گل در تیمار محلول‌پاشی جیبرلین ۱۰۰mg/L قبل از تیمار سرمایی با میانگین ۱/۹۸ سانتیمتر مشاهده شد که با تیمار جیبرلین ۱۰۰mg/L بعد از تیمار سرمایی و جیبرلین ۲۰۰ mg/L + بنزیل‌آدنین ۳۰۰mg/L اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کاهش قطر گل در غلظت‌های بالای جیبرلین و بنزیل آدنین ممکن است به دلیل انتقال بیشتر کربوهیدارت‌ها برای رشد رویشی شاخه‌ها باشد. در تحقیقی مشابه با تحقیق حاضر، محلول‌پاشی اندام هوایی گیاه اوستئوسپرموم با پاکلوبوترازول باعث افزایش قطر گل گردید (۳۶)، اما اثر محلول‌پاشی پاکلوبوترازول روی گل داوودی متفاوت بوده باعث کاهش قطر آن شد (۱۵). حجتی و همکاران (۲۱ و ۲۲) گزارش کردند که قطر گل آهار و کوکب کوهی تحت تأثیر تیمار پاکلوبوترازول قرار نمی گیرند. اثر ترکیبات کندکننده‌ی رشد بر قطر گل به تعداد مرتبه کاربرد، شرایط محیطی، حساسیت گیاه و نحوه کاربرد آن بستگی دارد (۳۸).

شکل ۱- اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و سرما بر کیفیت ظاهری سینرر: الف) سرما + ۵۰۰ mg/L پاکلوبوترازول؛ ب) سرما + ۳۰۰ mg/L بنزیل آدنین؛ ج) ۲۰۰ mg/L جیبرلیک اسید

Figure 1- Effect of plant growth regulators and cold on visual quality of Cineraria: A) Cold + 500 mg/L paclobutrazole; B) Cold + 300 mg/L benzyl adenine; C) 200 mg/L gibberellin

جدول ۳- صفات مورفولوژیک سینرر تحت تأثیر سرما، زمان محلول‌پاشی جیبرلین و کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی

Table 3- Morphological traits of Cineraria affected by cold, time of gibberellin spraying and application of plant growth regulators

تیمار Treatment	ارتفاع گیاه (cm) Plant height (cm)	قطر ساقه (mm) Stem diameter (mm)	تعداد گل No. of flower	قطر گل (cm) Flower diameter (cm)	کیفیت ظاهری Visual quality
سرما Cold	11.2i	7.46a-e	24.4f	2.44f-h	6.4fg
جیبرلین ۱۰۰mg/L قبل از سرما 100 mg/L GA before cold	13hi	5.97e	15hi	1.98i	7.2d-f
جیبرلین ۱۰۰mg/L اواسط سرما 100 mg/L GA in middle of cold	20.4a-c	6.2de	32.2e	2.45e-h	8.4ab
جیبرلین ۱۰۰mg/L بعد از سرما 100 mg/L GA after cold	17.6d-f	6.5c-e	34.2e	2.26hi	7.4c-e
سرما + بنزیل آدنین ۱۵۰mg/L Cold + 150 mg/L BA	15.8fg	8.01a-c	41.2d	2.94b-d	8.6a
سرما + بنزیل آدنین ۳۰۰mg/L Cold + 300 mg/L BA	18.2c-f	7.05b-e	44.4cd	2.76d-g	5.8g
سرما + پاکلوبوترازول ۲۵۰ mg/L Cold + 250 mg/L PA	8.4j	7.9a-c	19gh	3.18ac	8.4ab
سرما + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L Cold + 500 mg/L PA	8.2j	8.71a	21g	3.38a	8.6a
جیبرلین ۱۰۰ mg/L 100 mg/L GA	17.4ef	6.53c-e	20.2g	2.97b-d	7d-f
جیبرلین۱۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین۱۵۰ mg/L 100 mg/L GA + 150 mg/L BA	20.8ab	7.64a-d	55.2b	2.7d-g	8.6a
جیبرلین۱۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۳۰۰ mg/L 100 mg/L GA + 300 mg/L BA	20.6a-c	8.52ab	91a	2.81c-g	8.4ab
جیبرلین۱۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۲۵۰ mg/L 100 mg/L GA + 250 mg/L PA	11.8hi	6.84c-e	25.4f	2.69d-g	7d-f
جیبرلین۱۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۵۰۰ mg/L 100 mg/L GA + 500 mg/L PA	11.2i	6.6c-e	14.4i	2.83c-e	6.6e-g
جیبرلین ۲۰۰ mg/L 200 mg/L GA	21.4a	6.95b-e	34.2e	2.86bc	7d-f
جیبرلین۲۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۱۵۰ mg/L 200 mg/L GA + 150 mg/L BA	20a-d	6.25de	48.4c	2.42gh	8.2a-c
جیبرلین۲۰۰ mg/L+بنزیل‌آدنین ۳۰۰ mg/L 200 mg/L GA + 300 mg/L BA	18.8b-e	6.87c-e	31e	2.28hi	7.2d-f
جیبرلین۲۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۲۵۰ mg/L 200 mg/L GA + 250 mg/L PA	13.8gh	7.3a-e	20g	3.23ab	7.4c-e
جیبرلین۲۰۰ mg/L+پاکلوبوترازول۵۰۰ mg/L 200 mg/L GA + 500 mg/L PA	13.4g-i	7.51a-e	14.8i	2.83c-e	7.6b-d

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) با استفاده از آزمون LSD نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($P<0.05$) based on LSD test

کیفیت ظاهری

برترین کیفیت ظاهری در تیمار سرما + بنزیل‌آدنین ۱۵۰mg/L، تیمار سرما + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L و جیبرلین ۱۰۰ mg/L + بنزیل‌آدنین ۱۵۰mg/L مشاهده شد (جدول ۳). تیمار سرمایی + پاکلوبوترازول ۵۰۰ mg/L با ایجاد فرم پاکوتاه، گلازین متراکم و افزایش قطر گلها توانست بالاترین امتیاز را در کیفیت ظاهری به دست آورد (جدول ۳) (نگاره ۱- الف). از طرفی کمترین میزان کیفیت ظاهری در تیمار سرمایی + بنزیل‌آدنین ۳۰۰mg/L مشاهده شد. غلظت بالای بنزیل‌آدنین باعث خمیده شدن برخی از شاخه‌های جانبی به سمت بیرون گلدان شد که ممکن است به دلیل فرآیند رقیق‌سازی رخ داده باشد که میزان جذب کلسیم کمتر از میزان رشد شاخه بوده باشد (نگاره ۱- ب). فرم جدید دیگر با کیفیت ظاهری پایین در تیمار

جیبرلین ۲۰۰mg/L دیده شد. در این تیمار گلها فاقد گلچه‌های زبانه-ای بودند که به دلیل تسریع در گلدهی سینرر (جدول ۱) احتمالاً همه اندام‌های گل نتوانسته‌اند بطور کامل نمو پیدا کنند (نگاره ۱- ج).

نتیجه‌گیری کلی

محلول‌پاشی با جیبرلین، بنزیل‌آدنین و پاکلوبوترازول توانست تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی سینرر بگذارد و رشد و نمو آن را افزایش دهد. به دلیل اینکه گلدهی سینرر وابسته به تأمین سرمایی آن است، استفاده از اسید جیبرلیک با جایگزینی سرما می‌تواند محدودیت کشت آن را برطرف کند. از آنجایی که گل سینرر یک گیاه گلدار گلدانی گلساره‌ای می باشد، ایجاد فرم جدید گلدانی می‌تواند جنبه زینتی آن را بهبود بخشد. تیمار سرمایی همراه با پاکلوبوترازول به غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب شد تا قطر گلها بزرگتر و شکل گیاه فشرده‌تر ایجاد شود. همچنین تیمار اسید جیبرلیک به غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم همراه با پاکلوبوترازول به غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش ۳۲ روزه دوره‌ی رشد سینرر و ایجاد فرم جدید پاکوتاه شد. در مجموع با توجه به اینکه محلول‌پاشی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین همراه با ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل‌آدنین علاوه بر جایگزینی نیاز سرمایی سینرر برای گلدهی، دوره رشد آن را ۲۱ روز کاهش داد و همچنین وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر ریشه، سطح برگ، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، کیفیت ظاهری، تعداد گل و عمر گلدانی آن را نیز افزایش داد، به عنوان تیمار برتر معرفی می‌شود.

منابع

1- Abdul Jaleel C., Kishorekumar A., Manivannan P., Sankar B., Gomathinayagam M., Gopi R., Somasundaram, R. and Panneerselvam R. 2007. Alterations in carbohydrate metabolism and enhancement in tuber production in white yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) under triadimefon and hexaconazole applications, Journal of Plant Growth Regulation, 53(1):7-16.

2- Akram, N.A. and Ashraf M. 2013. Regulation in plant stress tolerance by a potential plant growth regulator, 5-aminolevulinic acid, Journal of Plant Growth Regulation, 32:663-679.

3- Bernier G., Havelange A., Houssa C., Petitjean, A. and Lejeune P. 1993. Physiological signals that induce flowering. Plant Cell, 5:1147-1155.

4- Blanchard, M.G. and Runkle E.S. 2008. Benzyladenine promotes flowering in *Doritaenopsis* and *Phalaenopsis* orchids, Journal of Plant Growth Regulation, 27:141-150.

5- Chang, Y.S. and Sung F.H. 2000. Effects of gibberellin and dormancy-breaking chemicals on flower development of *Rhododendron pulchrum* 'Sweet' and *R. scabrum* Don, HortScience, 83:331-337.

6- Cox, D.A. and Keever G.J. 1988. Paclobutrazol inhibits growth of zinnia and geranium, HortScience, 23:1029-1030.

7- Dashora, L.D. and Jain P.M. 1994. Effect of growth regulators and phosphorus levels on growth and yield of soybean, Madras Agriculture Journal, 81:235-237.

8- Davies P.J. 2010. Plant Hormones. Springer, New York.

9- Da Silva Vieira M.R., Citadini V., Preira Lima G.P., de Souza, A.V. and de Souza Alvez L. 2010. Use of gibberellin in floriculture, African Journal of Biotechnology, 9(54):9118-9121.

10- Eason J.R. 2002. *Sandersonia aurantiaca*: an evaluation of postharvest pulsing solutions to maximize cut flower quality, HortScience, 30:27-279.

11- Emongor, V. and Tshwenyane S.O. 2004. Effect of Accel on the postharvest vase life of easter lily, Journal of Agronomy, 3(3):170-174.

12- Esmaeili S., Rouhi V., Shiran, B. and Mohamadkhani A. 2013. Effects of calcium chloride, gibberellin and benzyladenine on qualitative and quantitative characteristics and flower longevity of zinnia (*Zinnia elegans* J.), Journal of Horticulture Science, 27(4):444-452. (in Persian with English abstract)

13- Ghasemi Ghehsareh, M. and Kafi M. 2009. Scientific and practical floriculture, vol. 1. Razavi Publications, p. 310. (in Persian)

14- Gianfagna, T.J. and Wulster G.J. 1986. Comparative effects of Ancymidol and Paclobutrazol on easter lily, HortScience, 21:463-464.

15- Gilbertz D.A. 1992. *Chrysanthemum* response to timing of paclobutrazol and uniconazole sprays, HortScience, 27: 322-323.

16- Gopi R., Sridharan R., Somasundaram R., Alagu Lakshmanan, G.M. and Panneerselvam R. 2005. Growth and photosynthetic characteristics as affected by triazoles in *Amorphophallus campanulatus*, General and Applied Plant Physiology, 31(3-4):171-180.

17- Hadizadeh H., Tehranifar A., Shoor, M. and Nemati S.H. 2010. Investigation of dwarfness effect of paclobutrazol on tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) and possibility of pot tuberose production, Journal of Horticulture Science, 24(1):7-13. (in Persian with English abstract)

18- Halevy, A.H. and Mayak S. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, p. 59-258. In: J. Janick

(ed.) Horticultural Reviews, Part 4. AVI, Westport.
19- Hassanpur Asil M., Mortazavi S.H., Hatam Zadeh, A. and Ghasem Nezhad M. 2012. Effects of gibberellin and calcium on reducing growth period of iris (*Iris holandica* var. Blue Magic) in greenhouse and extension of its cut flower life, Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 3(9):63-70. (in Persian with English abstract)
20- Hazraika B.N. 2003. Acclimatization of tissue-cultured plants, Current Science, 85(12-25): 1704-1712.
21- Hojjati M., Etemadi, N. and Baninasab B. 2009. Effect of paclobutrazol and cycocel on vegetative growth and flowering of zinnia (*Zinnia elegans*), Journal of Horticulture Science, 13(47):649-656. (in Persian with English abstract)
22- Hojjati M., Etemadi, N. and Baninasab B. 2010. Effect of paclobutrazol and cycocel on vegetative growth and flowering of rudbeckia, Journal of Horticulture Science, 24(2):122-127. (in Persian with English abstract)
23- Kamoutsis A.P., Chronopoulou-Sereli, A.G. and Paspatis E.A. 1999. Paclobutrazol affects growth and flower bud production in *Gardenia* under Different Light Regimes, HortScience, 34(4):674-675.
24- Khangoli S. 2001. Potential of growth regulators on control of size and flowering of ornamental plants, Proceeding of the first applied seminar on flowering and ornamental plants, Mahalat, Iran.
25- Kheiry A., Khalighi A., Mostofi, Y. and Naderi R. 2011. Effects of gibberellin (GA_3) and benzyladenine on tuberose quality and quantity, Journal of Crops Improvement, 13(1):9-20. (in Persian with English abstract)
26- Khuankaew T., Ohyama, T. and Ruamrungsri S. 2008. Effect of gibberellin application on growth and development of *Curcuma alismatifolia* Gagnep, Bulletin of the Faculty of Agriculture of Niigata University, 60(2):135-140.
27- Kubo, M. and Kakimoto T. 2000. The cytokinin-hypersensitive genes of *Arabidopsis* negatively regulate the cytokinin-signaling pathway for cell division and chloroplast development, The Plant Journal, 23:285-294.
28- Lang A. 1970. Gibberellins: Structure and metabolism, Annual Review of Plant Physiology, 21:537-570.
29- Matthew C., Hofmann, W.A. and Osborne M.A. 2009. Pasture response to gibberellins: a review and recommendations, New Zealand Journal of Agriculture Research, 52:213-225.
30- Mc Daniel G.L. 1983. Growth retardation activity of paclobutrazol on chrysanthemum, HortScience, 18:199-200.
31- Naderi, R. and Majidian N. 2009. Effects of four levels of gibberellin and 6-benzyl adenine plant growth regulators on quantitative and qualitative characteristics of zantedeschia flower (*Zantedeschia aethiopica*) cv. Childsiana, Sixth horticultural congress, Shiraz University. (in Persian)
32- Naseri, M. and Ebrahimi Geravi A. 1998. Physiology of bulbous flowers, Persian translation, Mashad University Publications. (in Persian)
33- Norouzi P., Naderi R., Babalar M., Kalantari, S. and Kafi M. 2012. The effect of gibberellin (GA_3) on some characteristics of cyclamen flowering during the second flowering year, Iranian Journal of Horticulture Sciences, 43(3):305-310. (in Persian)
34- Norremark, I. and Andersen A. 1990. Effect of Paclobutrazol on seed propagated *Pelargoniam hortorum* L.H. Bailey, Gartenbauwissenschaft, 55:1-8.
35- Ohkawa K. 1979. Effects of gibberellins and benzyladenine on dormancy and flowering of *Lilium speciosum*, Scientia Horticulturae, 10:255-260.
36- Olsen, W.W. and Andersen A.S. 1995. The influence of five growth retardants on growth and post production qualities of *Osteospermum ecklonis* cv. 'Calypso', Scientia Horticulturae, 62:263-270.
37- Pharis, R.P. and King R.W. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed plants, Annual Review of Plant Physiology, 36:517-568.
38- Pinto A.C.R., Rodrigues T.D.D., Leits, I.C. and Barbosa J.C. 2005. Growth retardants on development and ornamental quality of potted 'Liliput' *Zinnia elegans* Jacq, Scientia Agricola, 62:337-345.
39- Shoor M., Khalighi A., Omidbeighy, R. and Naderi R. 2005. Effects of gibberellin and 6-benzyl adenine on quantitative characteristics of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.), Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 12(4):12-7. (in Persian with English abstract)
40- Skutink E., Lukaszews A., Serek, M. and Rabiza J. 2001. Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedeschia aethiopica*, Postharvest Biology and Technology, 21:241-246.
41- Tayama, H.K. and Carver S.A. 1990. Zonal geranium growth and flowering responses to six growth regulators, HortScience, 25:82-83.
42- Tripathi A.N., Tripathi S.N., Shukla, R.K. and Pandey G. 2003. Effect of GA, NAA and CCC on growth and flowering of French marigold (*Tagetes patula*), Journal of Applied Horticulture, 5(2):112-113.
43- Wang C.K. 1985. Modification of chilling susceptibility in seedlings of cucumber and zucchini squash by the bioregulator paclobutrazol (PP333), Scientia Horticulturae, 26:293-298.
44- Wang H.Q., Li H.S., Liu, F.L. and Xiao L.T. 2009. Chlorocholin chloride application effects on photosynthetic capacity and photoassimilates partitioning in potato (*Solanum tuberosum* L.), Scientia Horticulturae, 119(2):113-116.

45- Wang J., Wei L., Hong-wei R., Yuan-da L., Ding, B. and Jing X. 2014. Cloning and expression analysis of *Mlo* gene from *Pericallis hybrida* B. Nord, Journal of Northeast Agricultural University, 21(1):10-15.

46- Werner, T. and Schmulling T. 2009. Cytokinin action in plant development, Current Opinions in Plant Biology, 12:527-538.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, P. 257-268
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص.۲۶۸-۲۵۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Plant Growth Regulators and Cold on Improvement of Morphological Characteristics of Cineraria (*Pericallis* × *hybrida*)

K. Bashiri[1] **- A. Jowkar**[2*]
Received: 28-10-2015
Accepted: 01-06-2016

Introduction: The climate of every region does not let to have year-round production of crops. Use of plant growth regulators allows to produce the flowers out of season and improve their quality and yield. Gibberellin is one of the plant growth regulators which can substitute cold requirement of plants, while cytokinin is another plant growth regulator to stimulate floral initials. Paclobutrazol is a triazole compound that inhibits gibberellin synthesis. Cineraria (*Pericallis* × *hybrida*) as a prominent flowering pot plant has a growing demand during the spring festivals especially Nowrouz, which needs further improvement of quality and yield. In this regard a study was designed to examine the morphological characteristics of cineraria using gibberellin, cytokinin, paclobutrazol and cold.

Materials and Methods: Seeds of cineraria (*Pericallis* × *hybrida* cv. Satellite) were sown in plug trays at the research greenhouse of college of agriculture, Shiraz University. A study was carried out with a completely randomized design and five replications. Control plants were transferred to incubators at eight leaves stage to receive six weeks of cold. Spraying treatments consisted of control (water), 100 mg/L gibberellin at three times (before cold, middle of cold and after cold), combinations of cold and/or gibberellin (100, 200 mg/L) with benzyl adenine (150, 300 mg/L) and/or paclobutrazol (250, 500 mg/L). In order to better understand the effects of paclobutrazol, its treatments were applied two weeks after gibberellin treatments. Data analysis was done by SAS 9.1 software and means were compared by LSD at 5 percent probability level.

Results and Discussions: Gibberellin can be used as a replacement for cold. The maximum acceleration of full flowering (32 days) and the greatest delay of full bloom (14 days) were observed in 100 mg/L gibberellin + 250 mg/L paclobutrazol and 200 mg/L gibberellin + 300 mg/L benzyl adenine, respectively. These results were consistent with other studies on iris, lily, tulip and hyacinth. The highest longevity of cineraria was observed in 100 mg/L gibberellin + 250 mg/L paclobutrazol (31.8 days) which showed increasing of 24 days compared to control. Gibberellin and cytokinin lengthened the life of flowers, while paclobutrazol reduced the ethylene production and delayed the senescence. The greatest shoot fresh and dry weight was evaluated in 100 mg/L gibberellin + 300 mg/L benzyl adenine, while paclobutrazol decreased the plant growth. Similar results have been reported in zinnia and geranium. Gibberellin and cytokinin increased leaf area, while paclobutrazol decreased it. The highest leaf area was detected using 100 mg/L gibberellin + 300 mg/L benzyl adenine. . Maximum flower number was obtained using 100 mg/L gibberellin + 300 mg/L benzyl adenine, while the lowest number was obtained by 100 mg/L gibberellin + 500 mg/L paclobutrazol application. In addition, observations in orchid and jasmine were showed similar result. Gibberellin enhanced and paclobutrazol decreased plant height. Plants spraying with 200 mg/L gibberellin and cold + 500 mg/L paclobutrazol showed the maximum and minimum height, respectively. Similar observations have been found in cyclamen and tuberose. number. . Also, Paclobutrazol application enlarged flower diameter. The greatest enhancement of flower diameter (1 cm) was found by cold + 500 mg/L paclobutrazol spray. Flower diameter improvement is related to the severed growth, height and flower number by paclobutrazol. Flower diameter reduction in higher concentrations using gibberellin and cytokinin may be attributed to increasing translocation of carbohydrates to shoots and vegetative growth rather than flowers. Osteospermum and chrysanthemum showed similar and opposite results, respectively with this study. The effect of chemicals inhibitor depends on the number of applications, environmental conditions, plant sensitivity and how it is used. The bestvisual quality was detected in cold + 150 mg/L benzyl adenine, 100 mg/L gibberellin + 150 mg/L benzyl adenine and cold + 500 mg/L paclobutrazol. Application of cold + 500 mg/L paclobutrazol showed dwarf form, compact inflorescence and widened flower diameter. Additionally, minimumvisual quality was evaluated by cold + 300 mg/L benzyl adenine which may be related to decreasing calcium uptake and subsequent lateral shoot bending.

1 and 2- Master of Science Graduate and Assistant Professor, Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Shiraz University
(*- Corresponding Author Email: ajowkar@shirazu.ac.ir)

Conclusions: Spraying with gibberellin, benzyl adenine and paclobutrazol had a positive effect on morphological traits of cineraria and increased its growth and development. Cineraria's limited cultivation, due to its six weeks cold requirement, could be overcome by gibberellin application. Application of cold + 500 mg/L paclobutrazol increased flowers and new compact form. Generally, 100 mg/L gibberellin + 250 mg/L paclobutrazole spraying could reduce cineraria's growth period for 32 days and make a new dwarf form. Overall, 100 mg/L gibberellin + 300 mg/L benzyl adenine spraying reduced cineraria's growth period for 21 days and also increased its fresh and dry weight, fresh root weight, leaf area, plant height, stem diameter, visual quality, flower number and flower longevity compared to other treatments.

Keywords: Cineraria, earliness, flower longevity, visual quality