گل و گیاهان زینتی (۱۳۹۹)، ۵(۲): ۹۹-۱۰۸
مقاله پژوهشی

اثر تیمارهای سرمادهی و برگ‌پاشی جیبرلیک اسید بر برخی ویژگی‌های رشدی و گلدهی جعفری آفریقایی

علی صالحی ساردویی[1*]، مژگان شهدادنژاد[2]، محمد علی بهمنیار[3]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
۲. گروه علوم باغبانی، موسسه آموزش عالی سنا، ساری
۳. گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران
alisalehisardoei@gau.ac.ir
تاریخ دریافت: ۹۹/۳/٤، تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۱/۱۹

چکیده

یکی از ویژگی‌های گیاهان برگ زینتی تولید برگ‌های کافی و شاخه‌های جانبی برای ایجاد ظاهر متراکم است. شایع‌ترین عامل تحریک کننده رشد، جیبرلیک اسید می‌باشد که شاخساره گیاه را تولید می‌کند. هدف پژوهش حاضر، تعیین اثرهای سرمادهی تحت سطح‌های مختلف جیبرلیک اسید بر برخی ویژگی‌های ریخت شناسی جعفری آفریقایی و همچنین تعیین بهترین زمان سرمادهی تحت سطح‌های مختلف جیبرلیک اسید بود. در این بررسی سرمادهی به‌عنوان عامل اول در سه سطح (صفر، ٤۵ و ۹۰ روز پس از نشاکاری) و جیبرلیک اسید به عنوان عامل دوم در چهار سطح (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) استفاده شد. گیاهان پس از این‌که در گلدان استقرار یافتند (حدود ۱۵ روز پس از نشاکاری)، تحت تیمار سرمادهی و محلول‌پاشی جیبرلیک اسید قرار گرفتند. این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل شامل سه سطح سرمادهی (عامل اول) و چهار سطح جیبرلیک اسید (عامل دوم) به‌صورت طرح به‌طور کامل تصادفی با چهار تکرار و در هر تکرار چهار گلدان انجام شد. بذرها در نیمه نخست شهریورماه کشت شدند و پس از شش برگچه‌ای شدن (ارتفاع ۷ سانتی‌متر) به گلدان نشایی انتقال یافتند. محلول‌پاشی جیبرلیک اسید در سه مرحله با فاصله‌های زمانی ۱۰ روزه صورت گرفت. نتیجه‌ها نشان داد که تیمار سرمادهی به همراه محلول‌پاشی جیبرلیک اسید به صورت هم‌زمان، باعث افزایش مقدار شاخص سبزینه، ارتفاع گیاه و حجم ریشه شد. همچنین ویژگی‌های شمار گل بازشده، شمار غنچه و قطر ساقه بالاترین عملکرد را در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه داشتند. نتیجه‌های به دست آمده نشان داد که با توجه به ویژگی‌های مورد بررسی، کاربرد جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه سرمادهی بهترین تیمار برای افزایش گلدهی و بهبود ویژگی‌های مورد بررسی در این پژوهش بود.

واژه‌های کلیدی: نشا، جیبرلیک اسید، سرمادهی، گل‌های بازشده، سبزینه.

مقدمه

جعفری آفریقایی (*Tagetes erecta* L.) از تیره میناسانان[1] بومی مرکز و جنوب آمریکا به‌ویژه مکزیک است. این گیاه یک‌ساله و آفتاب دوست است، در دماهای کمتر از ۱٦ درجه سلسیوس رشد آن کند بوده و گیاهان زرد می‌شوند. گیاه جعفری به‌صورت مستقیم رشد کرده تا این‌که جوانه گل انتهایی تشکیل شود (Ghasemi Ghehsareh and Kafi, 2011). درصورتی‌که بخش انتهایی ساقه زودتر بریده شود انشعاب‌های جانبی زودتر تشکیل شده و تعداد گل بیشتر با کیفیت بهتر و اندازه یکنواخت پدیدار می‌شود.

۱- Asteraceae

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

سربرداری باعث تحریک جوانه‌های جانبی و تولید شاخه‌های جانبی بیشتر می‌شود. کاربرد جیبرلیک اسید پس از سرزنی می‌تواند اثرهای فیزیولوژیک مختلفی بر گیاه داشته باشد از جمله بر ویژگی‌های گلدهی اثر می‌گذارد و تعداد غنچه‌ها بیشتر، گل‌ها درشت‌تر، و مدت زمان گلدهی بیشتر می‌شود. اثر سربرداری تحت محلول‌پاشی جیبرلیک اسید باعث افزایش دوره گلدهی، تعداد گل و پرپشت شدن بوته می‌شود و از نظر ظاهری گیاه زیباتر و جذاب‌تر می‌شود. حذف جوانه انتهایی با گل‌دار شدن همزمان جوانه‌های جانبی، باعث عملکرد بالا و تولید یکنواخت‌تر خواهد شد (Amrau *et al*., 2007). گزارش شده است که جیبرلیک اسید با افزایش فاصله میانگره‌ها، نقشی که در تقسیم و طویل شدن یاخته‌ای دارد و نیز جذب عناصر به‌ویژه کلسیم به دیواره یاخته‌ای، هیدرولیز پلی‌ساکاریدها، و نیز پیشگیری از تخریب سبزینه برگ‌ها و کاهش تنفس، به ترتیب سبب افزایش ارتفاع گیاه و افزایش قطر ساقه می‌شود (Bhattacharjee, 2014). محلول‌پاشی جیبرلیک اسید در گل جعفری باعث افزایش شاخص‌های رشدی در گیاه شده است (Kishan *et al*., 2007; Tripathi *et al*., 2003).

یکی از اهداف کشاورزی نوین افزایش عملکرد در واحد سطح می باشد به طوری که تا حد امکان پسمان و آسیب‌های ناشی از عامل‌های ناجور را به کمینه برساند. یکی از رهیافت‌های نوین در بهبود کمی و کیفی گیاهان زینتی کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی می‌باشد. در پژوهش حاضر، هدف بررسی اثرهای سربرداری و زمان آن و سطح‌های مختلف جیبرلیک اسید روی برخی ویژگی‌های رشدی و گلدهی جعفری آفریقایی بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط کشت: این پژوهش در گلخانه دانشگاه آزاد جیرفت انجام شد. منطقه جیرفت در جنوب شرقی استان کرمان و با طول جغرافیایی ۵۵ تا ٦٣ درجه و عرض جغرافیایی ۲۷ تا ۳۲ درجه قرار دارد. میانگین دمای روزانه و شبانه در محل آزمایش در اواخر پاییز و زمستان ۲ ± ۲۲ و ۲ ± ۱۸ و در اوایل بهار ۲ ± ۳۲ و ۲ ± ۲۸ درجه سلسیوس است. در این پژوهش از گلدان‌های پلاستیکی با رنگ مشکی با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد. برای خروج آب اضافی از ته گلدان‌ها، سوراخ زهکش آن‌ها کنترل و سپس لایه‌ای از سنگریزه در کف گلدان‌ها ریخته شد. آمیخته‌ای از خاک باغچه، ماسه شسته شده و کود گاوی پوسیده به نسبت حجمی مساوی ۱:۱:۱ تهیه و به‌صورت یکنواخت گلدان‌ها با این محیط کشت پر شدند (Salehi Sardoei *et al*., 2014c). این پژوهش در مدت ۸ ماه انجام و بررسی شد. در این طرح، آبیاری هر دو روز یک بار انجام شد. اما با گرم شدن هوا آبیاری به صورت روزانه صورت گرفت. تغذیه گیاهان به‌طور یکسان با کود مایع میکروغنچه با غلظت ۳٪ در ۲، ٤، ٦ و ۸ هفته پس از کاشت، هر بار ۱۰۰ میلی لیتر پای هر گیاه ریخته شد. محلول غذایی میکروغنچه دارای عناصر نیتروژن ۸٪، فسفر ٤٪، پتاس ۵٪ و عناصر کم‌مصرف شامل آهن، مس، روی، منگنز، مولیبدن و بر بود. جیبرلیک اسید و توئین-۲۰ از شرکت سیگما توسط شرکت واردکننده شیمی گستران آران و بذر نسل اول جعفری از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد.

روش کاربرد تیمارها: سربرداری به‌عنوان عامل اول در سه سطح شامل صفر، ٤۵ و ۹۰ روز پس از نشاکاری و جیبرلیک اسید به‌عنوان عامل دوم در چهار سطح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بذرها در نیمه اول شهریورماه کشت شدند و پس از شش برگچه‌ای شدن (ارتفاع ۷ سانتی‌متر) به گلدان نشایی انتقال یافتند. گیاهان پس از این‌که در گلدان استقرار یافتند (حدود ۱۵ روز پس از نشاکاری)، تحت تیمار سربرداری و محلول‌پاشی جیبرلیک اسید قرار گرفتند. هر محلول به‌وسیله آب‌فشان روی شاخساره ها افشانه شد. این کار در ساعت‌های آغازین صبح انجام گرفت. محلول‌پاشی در سه مرحله و برای ماندگاری بیشتر محلول روی برگ و جذب بهتر آن، ماده توئین-۲۰ (۰/۱٪) به مقدار۱۰ میلی لیتر در محلول به کار برده شد (Salehi Sardoei *et al*., 2014b). زمان انتقال نشاء اول آبان‌ماه، نخستین محلول‌پاشی ۱۵ آبان‌ماه و دو مرحله بعدی محلول‌پاشی در بازه زمانی ۱۰ روزه در سال ۱۳۹٦ صورت گرفت. گیاهان شاهد با آب مقطر محلول‌پاشی شدند.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

تیمارها:

تیمارنخست: بدون سربرداری + محلول‌پاشی با آب مقطر

تیمار دوم: بدون سربرداری + محلول‌پاشی (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

تیمار سوم: بدون سربرداری + محلول‌پاشی (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

تیمار چهارم: بدون سربرداری + محلول‌پاشی (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

تیمار پنجم: سربرداری نشاها ٤٥ روز پس از نشاکاری + محلول‌پاشی با آب مقطر

تیمار ششم: سربرداری نشاها ٤٥ روز پس از نشاکاری + محلول‌پاشی (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

تیمار هفتم: سربرداری نشاها ٤٥ روز پس از نشاکاری+ محلول‌پاشی (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

تیمار هشتم: سربرداری نشاها ٤٥ روز پس از نشاکاری + محلول‌پاشی (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

تیمار نهم: سربرداری نشاها ۹۰ روز پس از نشاکاری + محلول‌پاشی با آب مقطر

تیمار دهم: سربرداری نشاها ۹۰ روز پس از نشاکاری + محلول‌پاشی (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

تیمار یازدهم: سربرداری نشاها ۹۰ روز پس از نشاکاری + محلول‌پاشی (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

تیمار دوازدهم: سربرداری نشاها ۹۰ روز پس از نشاکاری + محلول‌پاشی (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید)

ویژگی‌های مورد بررسی: شمار گل باز شده، شمار غنچه باز نشده، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، محتوای سبزینه برگ، شمار شاخه، وزن تر اندام هوایی و ریشه، و وزن خشک اندام هوایی و ریشه در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. حجم ریشه به‌وسیله استوانه مدرج در سانتی‌متر مکعب تعیین شد (Salehi Sardoei and Hassanpour Asil, 2014d). طول شاخه جانبی در هر نمونه با خط‌کش اندازه‌گیری شد. وزن خشک اندام هوایی و ریشه با خشک کردن در دستگاه آون به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۲ درجه سلسیوس تعیین شد. میزان سبزینه برگ نیز با دستگاه سبزینه‌سنج SPAD مدل CL-01 ساخت انگلستان در ساعت‌های آغازین صبح در برگ‌های جوان (برگ های انتهایی ساقه) انجام شد (Hasibi, 2007).

اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌های نورساخت با روش Lichtenthaler (1987) انجام شد. براساس این روش ۰/۲ گرم بافت تازه برگی (از برگ‌های میانی گیاه) با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن و در هاون چینی دارای ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ کوبیده شد و در ادامه محتوای هاون چینی روی کاغذ صافی واتمن شماره یک در قیف شیشه‌ای صاف شد. سپس حجم محلول با افزودن استن ۸۰٪ به ۱۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سه میلی‌لیتر از این محلول در کووت ریخته شد و شدت جذب آن در طول موج‌های ٦٦٣/٢ (سبزینه a)، ٦٤٦/٨ (سبزینه b) و ٤٧٠ (کاروتنوئید) نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و با کمک رابطه‌های زیر، میزان رنگیزه‌های نورساختی برحسب میکروگرم در میلی‌لیتر به دست آمد.

$$\text{Chlorophyll } a = (12.25 \times A663.2) - (2.79 \times A646.8) \quad \text{رابطه(۱)}$$

$$\text{Chlorophyll } b = (21.50 \times A646.8) - (5.10 \times A663.2) \quad \text{رابطه(۲)}$$

$$\text{Total Chlorophyll} = \text{Chlorophyll } a + \text{Chlorophyll } b \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\text{Carotenoids} = (1000 \times A470) - (1.82 \times \text{Chl. } a) - (85.02 \times \text{Chl. } b)/198 \quad \text{رابطه (٤)}$$

واکاوی آماری داده ها: این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل ٤×۳ شامل سه سطح سربرداری (عامل اول) و چهار سطح جیبرلیک اسید (عامل دوم) به‌صورت طرح به‌طور کامل تصادفی با چهار تکرار و در هر تکرار چهار گلدان انجام شد. واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/٤ انجام شد و میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح $P\leq$۰/۰۵ مقایسه شدند.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

نتایج و بحث

کاربرد ترکیبی تیمار سربرداری و جیبرلیک اسید روی افزایش شمار گل معنی‌دار نبود (جدول ۱). تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید منجر به افزایش شمار گل بازشده نسبت به تیمار شاهد شد. نتیجه‌ها نشان داد استفاده از تنظیم‌کننده رشد گیاهی جیبرلیک اسید با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بالاترین تعداد غنچه در مقایسه با تیمارهای دیگر تولید کرد (جدول ۲). کاربرد جیبرلیک اسید باعث افزایش گلدهی و غنچه‌دهی جعفری آفریقایی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر شد (جدول ۱). بالاترین سطح معنی‌داری ارتفاع گیاه در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و تیمار ٤٥ روز پس از سربرداری با میانگین ٤٤/٩٧ سانتی‌متر بود (جدول ۲). نتیجه‌ها نشان داد با افزایش غلظت جیبرلیک اسید به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر ارتفاع گیاه نیز افزایش یافت. در رابطه با قطر ساقه و طول شاخه جانبی زمانی که ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید استفاده شد، بیشترین طول شاخه جانبی در مقایسه با دیگر تیمارها به وجود آمد (جدول ۱).

جدول ۱- اثر تکی تیمارهای سربرداری و جیبرلیک اسید بر شاخص‌های مختلف رشد جعفری آفریقایی.

Table 1- Effects of single-factors of topping and gibberellic acid on different growth indices of African marigold.

سر برداری (روز) Topping (days)	جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر) mg) Gibberellic acid (L^{-1}	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد گل بازشده Number of opened flowers	تعداد غنچه Number of buds	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	شمار شاخه Number of shoots	طول شاخه جانبی (سانتی‌متر) The length of lateral branch (cm)	حجم ریشه (سانتی متر مکعب) Root volume (cm^3)
0		38.58^{b}	13.56^{a}	10.62^{a}	0.23^{a}	7.18^{a}	13.31^{b}	8.56^{b}
45		41.56^{a}	17.87^{b}	11.43^{a}	0.23^{a}	6.62^{b}	14.94^{a}	6.62^{b}
90		40.26^{a}	16.37^{b}	10.68^{b}	0.21^{a}	10.7^{a}	11.15^{a}	12.25^{a}
	0 (Distilled water)	39.26^{a}	12.25^{b}	10.91^{a}	0.21^{ab}	7.44^{a}	11.55^{b}	7.50^{a}
	100	40.19^{a}	21.50^{a}	12.16^{a}	0.26^{a}	8.19^{a}	16.10^{a}	10.83^{a}
	200	41.10^{a}	16.00^{b}	11^{a}	0.25^{a}	8.71^{a}	13.10^{b}	7.91^{a}
	300	40^{a}	14.00^{b}	9.58^{a}	0.18^{b}	8.33^{a}	11.78^{b}	10.33^{a}

در هر ستون میانگین‌های با حرف(های) مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

In each column, means with same letter(s) are not significantly different according to DMRT at 5% level.

جدول ۱- ادامه.

Table 1- Continued.

سربرداری (روز) Topping (days)	جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر) Gibberellic acid (mg L^{-1})	سبزینه a (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) Chlorophyll a (mg ml^{-1})	سبزینه b (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) Chlorophyll b (mg ml^{-1})	کاروتنوئید (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) Carotenoid (mg ml^{-1})	سبزینه کل (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) Total chlorophyll (mg ml^{-1})	وزن تر شاخساره (گرم) Shoot fresh weight (g)	وزن تر ریشه (گرم) Root fresh weight (g)	وزن خشک شاخساره (گرم) Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (g)
0		8.79^{a}	5.18^{a}	4.17^{b}	13.97^{a}	13.54^{a}	8.78^{a}	6.9^{a}	2.78^{ab}
45		8.92^{a}	5.75^{a}	4.26^{b}	14.68^{a}	16.4^{a}	7.19^{a}	4.26^{b}	3.8^{a}
90		9.26^{a}	4.84^{a}	4.47^{a}	14.1^{a}	18.43^{a}	4.14^{b}	5.92^{ab}	2.31^{b}
	0 (Distilled water)	8.62^{b}	5.07ab^{ab}	4.31^{a}	13.69^{a}	12^{b}	4.68^{b}	5.17^{a}	2.99^{a}
	100	8.98^{ab}	4.66^{b}	4.37^{a}	13.64^{a}	21.08^{a}	7.39^{ab}	5.65^{a}	3.51^{a}
	200	9.2^{a}	5.38^{ab}	4.38^{a}	14.59^{a}	16.8^{a}	10.01^{a}	6.79^{a}	2.69^{a}
	300	9.16^{ab}	5.92^{a}	4.29^{a}	15.08^{a}	14.59^{a}	4.73^{b}	5.17^{a}	2.66^{a}

در هر ستون میانگین‌های با حرف(های) مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

In each column, means with same letter(s) are not significantly different according to DMRT at 5% level.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

جدول ۲- برهمکنش سربرداری و جیبرلیک اسید بر شاخص‌های مختلف رشد جعفری آفریقایی.

Table 2- The interaction effects of topping and gibberellic acid on different growth indices of African marigold.

سربرداری (روز) Topping (days)	جیبرلیک اسید (میلی‌گرم درلیتر) Gibberellic acid (mg L^{-1})	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	شمار گل بازشده Number of opened flowers	شمار غنچه Number of buds	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	شمار شاخه Number of shoots	طول شاخه جانبی (سانتی‌متر) The length of lateral branch (cm)	حجم ریشه (سانتی‌مترمکعب) Root volume (cm^3)
0	0	42.87^{ab}	15.75^{a}	11^{ab}	0.22^{a}	5.4^{a}	12.8^{a}	7.5^{a}
	100	37.87^{bc}	28.75^{a}	16.75^{a}	0.33^{a}	6.62^{a}	16.3^{a}	9.25^{a}
	200	39.72^{abc}	13.5^{a}	10.5^{ab}	0.21^{a}	5.25^{a}	12.5^{a}	7.5^{a}
	300	40.6^{abc}	13.5^{a}	7.5^{b}	0.18^{a}	6.12^{a}	11.65^{a}	10^{a}
45	0	38.87^{bc}	14.5^{a}	10.75^{ab}	0.21^{a}	6.5^{a}	12.43^{a}	7.25^{a}
	100	42.37^{ab}	18.5^{a}	9.75^{b}	0.25^{a}	5.87^{a}	18.22^{a}	6.25^{a}
	200	44.97^{a}	19.07^{a}	8.75^{b}	0.29^{a}	5.62^{a}	15.52^{a}	4.5^{a}
	300	40.05^{abc}	13.5^{a}	13.5^{ab}	0.17^{a}	7^{a}	13.6^{a}	8.5^{a}
90	0	36.05^{c}	11.75^{a}	11^{ab}	0.2^{a}	7.12^{a}	9.42^{a}	7.75^{a}
	100	40.32^{abc}	17.25^{a}	10^{b}	0.2^{a}	8.62^{a}	13.8^{a}	17^{a}
	200	38.62^{bc}	15.5^{a}	9.5^{b}	0.26^{a}	8.31^{a}	11.29^{a}	11.75^{a}
	300	39.35^{abc}	9.75a	12^{ab}	0.2^{a}	8.25^{a}	10.1^{a}	12.5^{a}

در هر ستون میانگین‌های با حرف(های) مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

In each column, means with same letter(s) are not significantly different according to DMRT at 5% level.

جدول ۲- ادامه.

Table 2- Continued.

سر برداری (روز) Topping (days)	جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر) mg) Gibberellic acid (L^{-1})	رنگدانه‌های نورساختی (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) Photosynthetic pigments (mg ml^{-1})				
		سبزینه a Chlorophyll a	سبزینه b Chlorophyll b	کاروتنوئید Carotenoid	سبزینه کل Total chlorophyll	مجموع رنگدانه‌ها Total pigments
0	0	8.29^{c}	3.03^{d}	4.4^{abc}	11.32^{c}	15.71^{d}
	100	8.6bc	5.71^{abc}	4.23^{cd}	14.31^{abc}	18.54^{bcd}
	200	8.99^{bc}	4.27^{cd}	4.54^{a}	13.26^{bc}	17.81^{bcd}
	300	9.4^{ab}	4.75^{bcd}	4.43^{ab}	14.15^{abc}	18.59^{bcd}
45	0	8.19^{c}	3.28^{d}	4.29^{bcd}	11.47^{c}	15.76^{cd}
	100	9.41^{ab}	7.4^{a}	4.17^{d}	16.82^{ab}	20.99^{ab}
	200	10.36^{a}	7.32^{a}	4.53^{a}	17.68^{a}	22.22^{a}
	300	9.07^{bc}	5.54^{abc}	4.32^{bcd}	14.61^{abc}	18.94^{abcd}
90	0	8.97^{bc}	4.33^{ed}	4.41^{abc}	13.3^{bc}	17.72^{bcd}
	100	8.98^{bc}	6.46^{abc}	4.3b^{cd}	15.45^{bc}	19.75^{ab}
	200	9.09^{bc}	6.09^{abc}	4.16^{d}	15.18^{ab}	19.34^{abc}
	300	8.56^{bc}	4.91^{bc}	4.28^{bcd}	13.48^{bc}	17.76^{bcd}

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف(های) مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

In each column, means with same letter(s) are not significantly different according to DMRT at 5% level.

در این بررسی تنظیم‌کننده‌های رشد اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های ظاهری گیاهان داشتند و سطح‌های مختلف جیبرلیک اسید موجب افزایش معنی‌داری در ارتفاع جعفری آفریقایی شد. در این آزمایش، تیمار سربرداری باعث تحریک جوانه‌های جانبی و تولید شاخه‌های جانبی بیشتر شد و در نتیجه گیاه پاکوتاه و پرپشت شد. به طور کلی ارتفاع گیاه ویژگی است که به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود. با این حال بررسی‌های متعددی نشان داده که کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد می‌تواند باعث افزایش یا کاهش

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

ارتفاع گیاه شود. در پژوهش حاضر، تفاوت معنی‌داری در اثر کاربرد جیبرلیک اسید دیده شد و شایان ذکر است که تمامی تیمارها در مقایسه با شاهد، ارتفاع گیاه را افزایش دادند. بیشترین ارتفاع گیاه از تیمار سربرداری ٤٥ روزه + ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، برای جعفری آفریقایی به دست آمد. این نتیجه‌ها به روشنی نشان می‌دهد که شیوه کارکرد این ماده‌ها متناسب با نوع ماده و غلظت آن، تغییر پیدا می‌کند. افزایش ارتفاع در اثر تیمار با جیبرلیک اسید توسط پژوهشگران دیگری چون (Pawar *et al*., 2008) در رعنا زیبا[1]و مینا[2] گزارش شده است. کاربرد تنظیم‌کننده رشد جیبرلیک اسید در مقایسه با تیمار شاهد، منجر به افزایش شمار شاخه در ۹۰ روز پس از محلول‌پاشی شد. تیمار ۹۰ روز پس از محلول‌پاشی، بالاترین شمار شاخه از تیمار سربرداری ۹۰ روزه + ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به دست آمد. افزایش شمار شاخه‌ها می‌تواند ناشی از بهبود رشد افقی (شاخه‌دهی) جدا از رشد عمودی باشد. افزایش شمار شاخه در اثر کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد می‌تواند ناشی از اثر ناهمسازی (آنتاگونیستی) اکسین باشد، که موجب چیرگی انتهایی می‌شود. بدین ترتیب رشد جوانه انتهایی کاهش‌یافته و ماده‌های غذایی بیشتری در اختیار جوانه‌های جانبی قرار می‌گیرد و این منجر به افزایش تحریک شاخه‌زایی جانبی می‌شود. نتیجه‌های مشابهی توسط سایرین (Sunitha, 2006) در جعفری آفریقایی[3] گزارش شده است. افزایش شمار شاخه ممکن است ناشی از افزایش انتقال سایتوکنین به جوانه‌های پایین‌تر باشد که باعث افزایش شمار شاخه می‌شود، به همین ترتیب افزایش تعداد برگ می‌تواند ناشی از افزایش تولید شاخه‌های ثانویه باشد (Krishnamooorthy and Madalageri, 2000). در آراسه[4] کاربرد تنظیم‌کننده رشد جیبرلیک اسید باعث کاهش قطر ساقه گیاه شفلرا[5] نسبت به تیمار شاهد شد (Salehi Sardoei and Hassanpour Asil, 2014d). کاهش قطر ساقه با افزایش غلظت جیبرلیک اسید، به احتمال به دلیل نقش این ماده در آسان نمودن رشد گیاه باشد. به این صورت که جیبرلین با تحریک و سرعت بخشی به تقسیم یاخته‌ای، افزایش طول یاخته و بزرگ شدن آن بر سرعت رشد گیاه اثر می‌گذارد و باعث کاهش قطر ساقه می‌شود (Khangoli, 2001). جیبرلیک اسید کشش‌پذیری دیواره یاخته‌ای را افزایش داده و با غلیظ کردن شیره یاخته‌ای، ممکن است به دلیل هیدرولیز نشاسته به قند، سبب کاهش پتانسیل آب در یاخته گیاهی شده و موجب ورود آب بیشتر به درون یاخته و افزایش طول آن می شود (Stephen *et al*., 2005).

وجود مقادیر کافی از سبزینه برای تأمین انرژی و ماده‌های ذخیره‌ای حیاتی است. بنابراین اندازه‌گیری سبزینه برگ جعفری آفریقایی به عنوان شاخص کیفی مناسب می‌باشد. ترکیبی از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه تیمار سربرداری ٤٥ روز پس از نشاکاری بالاترین میزان سبزینه a، کاروتنوئید، سبزینه کل و مجموع رنگدانه‌ها را در مقایسه با دیگر تیمارهای به کار رفته تولید کرد (جدول ۲). بالاترین سطح معنی‌داری سبزینه b در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه تیمار سربرداری ٤٥ روز پس از نشاکاری با میانگین ۷/٤۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود (جدول ۲). با افزایش غلظت تنظیم‌کننده رشد گیاهی جیبرلیک اسید به ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بالاترین میزان سبزینه a و b در مقایسه با دیگر سطح ها تولید شد (جدول ۲).

کاربرد جیبرلیک اسید ، میزان محتوای سبزینه را در برگ‌های گل شیپوری[6] افزایش داد (Janowsk and Jerzy, 2003; Majidian *et al*., 2011) که این نتیجه‌ها با نتیجه‌های نامبردگان همسو می باشد. کاربرد تیمار سربرداری به همراه محلول‌پاشی جیبرلیک اسید به‌صورت هم‌زمان، مقدار سبزینه را افزایش داد که این ناشی از بهبود کارایی نورساخت است. افزایش رشد پس از تیمار سر برداری به همراه محلول‌پاشی جیبرلیک اسید، ناشی از افزایش رشد گیاه و افزایش شمار شاخه و برگ در هر گیاه است. این مشاهده‌ها را می‌توان به انتقال ماده‌ها از منبع به مخزن نسبت داد.

۱- *Gaillardia aristata* ۲- *Bellis perennis* ۳- *Tagetes erecta* ٤- Araceae ٥- *Schefflera arboricola*

٦- *Zantedeschia aethiopica*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

نورساخت به عنوان یک فرآیند مهم فیزیولوژیک بیشترین حساسیت را به دمای بالا دارد که این حساسیت بسته به نوع گیاه و مرحله نموی آن متفاوت است (Salehi Sardoei and Hassanpour Asil, 2014d). ترکیبی از عوامل زیست شیمیایی و فیزیولوژیک به همراه اثرات محیط عملکرد گیاه را تعیین می‌کنند. درک این رابطه‌ها بسیار مشکل است زیرا خیلی پیچیده هستند و باعث بروز تغییر در رشد و نمو و فیزیولوژی گیاه می‌شوند (Salehi Sardoei and Hassanpour Asil, 2014d). در این پژوهش مشخص شد که بین تیمارها تفاوت زیادی از نظر میزان سبزینه و کاروتنوئید برگ وجود داشت. کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه استفاده از تیمار سربرداری باعث افزایش میزان سبزینه برگ شد. افزایش میزان سبزینه برگ به وسیله جیبرلیک اسید می‌تواند نشان‌دهنده افزایش سرعت نورساخت (Salehi Sardoei and Shahdadneghad, 2014a)، کاهش تخریب سبزینه و افزایش ساخت سبزینه باشد. همچنین افزایش میزان سبزینه کل برگ می‌تواند ناشی از اثر تنظیم‌کننده‌های رشد در افزایش ساخت سبزینه و کلروپلاست باشد. جیبرلیک اسید نقش ساختاری در غشاء کلروپلاست داشته و باعث تحریک ساخت سبزینه می‌شود (Janowsk and Jerzy, 2003). سبزینه در گیاهان از نظر جذب و به کارگیری انرژی نورانی در نورساخت نقش اساسی اولیه را دارد. از این رو اثر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی روی زیست‌ساخت و تجزیه سبزینه به‌طور مستقیم روی نورساخت اثرگذار می‌باشد (Yaqoubi *et al*., 2013). پژوهش های انجام‌شده به کمک تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند جیبرلیک اسید نشان می‌دهد که این ماده‌ها می‌توانند سبب افزایش میزان رنگیزه‌هایی همچون کاروتنوئیدها شوند (Glick *et al*., 2007). در آزمایشی روی گیاه همیشه‌بهار[۱] محلول‌پاشی جیبرلیک اسید اثر مثبتی روی سبزینه این گیاه داشت که با افزایش غلظت جیبرلیک اسید تا ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، سبزینه a و b افزایش یافتند (Salehi Sardoei and Shahdadneghad, 2014a). جیبرلیک اسید موجب تحریک ساخت سوکرز و انتقال آن از برگ به آوند آبکش می‌شود (Arteca and Dong, 1996). به احتمال، تحریک ساخت سوکروز و انتقال آن به آوند آبکش در اثر کاربرد جیبرلیک اسید نه تنها موجب افزایش رشد در بخش‌های هوایی گیاه که به‌عنوان محل مصرف مطرح هستند می‌شود، بلکه به بخش دیگری از ماده‌های درون اندام‌های زیرزمینی نیز منتقل می‌شود که باعث افزایش رشد ریشه می شود. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که تغییرپذیری میزان رشد به‌وسیله جیبرلیک اسید ممکن است به دلیل افزایش در سطح مؤثر برگ، تحریک میزان نورساخت، افزایش فعالیت برخی آنزیم‌ها یا تغییر در توزیع ماده‌های نورساختی و یا اثر مشارکتی این موارد باشد (Arteca and Dong, 1996). از سوی دیگر، جیبرلیک اسید با تحریک فعالیت برخی آنزیم‌های پروتئاز موجب تبدیل پروتئین‌ها به اسیدهای آمینه ازجمله تریپتوفان که پیش‌ساز اکسین است، می‌شود. بنابراین برخی اثرهای خود را به‌صورت غیرمستقیم به کمک اکسین نیز خواهد گذاشت (Leshem, 2014). جیبرلیک اسید سبب افزایش نرمی دیواره یاخته‌ای نیز می‌شود، که این مسئله می‌تواند به دلیل اسیدی شدن دیواره یاخته‌ای یا درنتیجه جذب یون کلسیم به درون سیتوپلاسم باشد (Bani Nasab and Rahami, 1998). ثابت شده است که جیبرلیک اسید فعالیت آنزیم ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز-اکسیژناز که آنزیم نورساختی در گیاهان است را افزایش می‌دهد. جیبرلیک اسید تجزیه و از بین رفتن سبزینه را در طی فرایند پیری کاهش می‌دهد که ممکن است به دلیل نقش ساختاری جیبرلیک اسید در غشاء کلروپلاست باشد که در پایان منجر به تحریک نورساخت می شود (Stephen *et al*., 2005). محلول‌پاشی برگی پرومالین ($BA+GA_{4+7}$) به‌عنوان عامل پیشگیری کننده از زردی برگ‌ها گزارش شده است (Krishnamooorthy and Madalageri, 2000). کاربرد جیبرلیک اسید باعث افزایش سبزینه در مقایسه با تیمار شاهد در گیاهان برگ زینتی آرالیا[۲]، شفلرا و فیکوس بنجامین[۳] شد (Salehi Sardoei *et al*., 2014c). با توجه به نتیجه‌ها، افزایش غلظت جیبرلیک اسید تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، وزن تر و خشک ریشه را افزیش داد (جدول ۳). این در حالی است که کاربرد ترکیب ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به همراه تیمار سربرداری ۹۰ روز پس از نشاکاری به

۱- *Calendula officinalis* ۲- *Dizygotheca elegantissima* ۳- *Ficus benjamina*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

طور چشمگیری سبب افزایش وزن تر ریشه جعفری آفریقایی شد. این نتیجه بیانگر اثر همسازی سربرداری بر جیبرلیک اسید برای افزایش زیست‌توده گیاه می‌باشد (جدول ۳). اگرچه افزایش غلظت جیبرلیک اسید به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه تیمار سربرداری ٤٥ روز پس از نشاکاری منجر به افزایش وزن تر ریشه و وزن خشک اندام هوایی شد (جدول ۳).

جدول ۳- برهمکنش سربرداری و جیبرلیک اسید بر شاخص‌های وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی جعفری آفریقایی.

Table 3- The interaction effects of topping and gibberellic acid on fresh and dry weights of root and shoots of African marigold.

وزن خشک (گرم) Dry weight (g)		وزن تر (گرم) Fresh weight (g)		جیبرلیک اسید (میلی‌گرم در لیتر)	سر برداری (روز)
ریشه Root	شاخساره Shoot	ریشه Root	شاخساره Shoot	Gibberellic acid (mg L^{-1})	Topping (days)
2.2[a]	5.4[bc]	3.55[b]	7.46[a]	0	0
1.86[a]	4.23[bc]	3.36[b]	19.07[a]	100	
3.92[a]	3.67[bc]	7.23[b]	16.95[a]	200	
2.89[a]	3.71[bc]	6.81[b]	14.12[a]	300	
2.14[a]	5.33[bc]	5.22[b]	10.67[a]	0	45
2.35[a]	2.87[c]	4.17[b]	21.77[a]	100	
4.73[a]	5.51[bc]	9.03[b]	21.69[a]	200	
2.89[a]	11.24[a]	3.83[b]	22.2[a]	300	
3.17[a]	6.05[bc]	3.15[b]	12.5[a]	0	90
3.46[a]	8.57[ab]	8.98[b]	19.8[a]	100	
2.28[a]	7.6[abc]	19.46[a]	14.38[a]	200	
3.65[a]	4.15[bc]	5.69[b]	12.84[a]	300	

در هر ستون میانگین‌های با حرف(های) مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

In each column, means with same letter(s) are not significantly different according to DMRT at 5% level.

انتقال ناکافی مواد نورساختی به اندام‌های در حال رشد، مهم‌ترین عامل محدودکننده در بسیاری از گیاهان است. این محدودیت را می‌توان با استفاده از ماده‌های مصنوعی تنظیم‌کننده رشد که باعث بهبود ساختار سایه انداز گیاه و افزایش تولید به روش دست‌ورزی رابطه منبع و مخزن می‌شود، برطرف نمود. در تمامی تیمارها، وزن تر و خشک گیاه در مقایسه با گیاه شاهد افزایش یافت. وزن تر ریشه در جعفری آفریقایی به شکل معنی‌داری با کاربرد تیمار سربرداری به همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید افزایش یافت. افزایش وزن تر گیاه می‌تواند ناشی از افزایش تعداد برگ در هر گیاه باشد. نتیجه‌های مشابهی نیز (Krishnamooorthy and Madalageri, 2000) در گیاه زنیان رومی گزارش شده است. این افزایش ماده خشک می‌تواند ناشی از افزایش ارتفاع گیاه، و تعداد شاخه‌ها و برگ‌ها باشد. همچنین مشاهده شد میزان سبزینه و کاروتنوئید برگ نیز افزایش یافتند که این ویژگی‌ها می‌تواند باعث افزایش وزن خشک گیاه شود. کاربرد جیبرلیک اسید باعث افزایش وزن خشک برگ شیپوری در مقایسه با تیمار شاهد شد (Majidian *et al*., 2011) که نتیجه‌های این پژوهش با گزارش آن‌ها همسو می‌باشد. اثر جیبرلیک اسید بر افزایش میزان ماده خشک گیاه را می‌توان به اثر آن بر افزایش میزان نورساخت از راه افزایش سطح برگ و تعداد آن نسبت داد (Lester *et al*., 2002). این پژوهشگران نشان دادند که وزن خشک گل‌حسرت[۲] در اثر کاربرد تنظیم‌کننده رشد جیبرلیک اسید افزایش یافت.

۱- *Trachyspermum ammi* ۲- *Colchicum autumnale*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

نتیجه‌گیری

یکی از رهیافت‌های نوین در بهبود کمی و کیفی محصولات گلکاری استفاده از هورمون‌های رشد گیاهی می‌باشد. این ماده‌ها در غلظت بسیار کم، اثرهای شگرفی بر فرآیندهای مختلف گیاهی دارند. جیبرلیک اسید به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاهی در فرآیندهای زیست شیمیایی و فیزیولوژیکی اثر بسزایی دارد. جیبرلیک اسید رشد جوانه‌های جانبی را تحریک کرده و باعث ایجاد شاخه‌های جانبی بیشتری می‌شود. به طور معمول گل جعفری به‌صورت مستقیم رشد کرده تا اینکه جوانه گل انتهایی تشکیل شود. در صورتی‌که بخش انتهایی شاخساره زودتر قطع شود، شاخه‌های جانبی زودتر تشکیل شده و تعداد گل بیشتر باکیفیت بهتر و اندازه یکنواخت پدیدار می شود. در پژوهش حاضر، جیبرلیک اسید بر افزایش رشد و رنگدانه‌های نورساختی در جعفری آفریقایی اثر معنی‌داری داشت. کاربرد جیبرلیک اسید باعث افزایش گلدهی و غنچه‌دهی جعفری آفریقایی در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر شد. جیبرلیک اسید پس از سرزنی اثرهای فیزیولوژیک در گیاه داشت و بر ویژگی‌های زایشی از جمله گلدهی اثر گذاشت و باعث افزایش شمار غنچه‌ها و طولانی تر شدن دوره گلدهی شد. تنظیم‌کننده رشد گیاهی جیبرلیک اسید با افزایش رشد به پرورش‌دهندگان و کارشناسان فضای سبز این امکان را می‌دهد تا بتوانند در مدت زمان پیش‌بینی‌شده در طی سال برنامه‌ریزی خوبی برای بازار و فضای سبز در جعفری آفریقایی داشته باشند.

منابع

Arteca, R.N., Dong, C.N. (1996). Stimulation of photosynthesis by application of phytohormones to the root systems of tomato plants. *Photosynthesis Research, 2*, 243-249.

Baninasab, B., Rahami, M. (1998). The effect of the use of gibberellic acid on the growth and development of coriander seeds and Kalkhong. *Iranian Journal of Agricultural Sciences, 29* (1), 65-74.

Bhattacharjee, S.K. (2014). Studies on the effect of gibberellic acid on growth, flowering and post harvest life of *Rosa hybrida* cv. Raktagandha. *Indian Rose Annals, 11*, 567-574.

Ghasemi Ghehsareh, M., Kafi, K. (2011). Scientific and Practical Floriculture (Volume II). Razavi Publications. 394p.

Glick, A., Phllosoph-Hadas, S., Vainstein, A., Meir, A., Tadmor, Y., Meir, S. (2007). Methyl jasmonate enhances color and carotenoid content of yellow pigmented cut rose flowers. *Acta Horticulturae, 755,* 243-250.

Hasibi, P. (2007). Physiological study of the effect of cold stress on seedling stage of different rice genotypes. PhD Thesis. Shahid Chamran University of Ahvaz. 145p.

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

Khangoli, S. (2001). Potential of growth regulators on control of size and flowering of ornamental plants. Proceeding of first applied scientific seminar on flowering and ornamental plants, Mahalat, Iran.

Kishan, S., Singh, K.P., Raju, D.V.S. (2007). Vegetative growth, flowering and seed characters of African marigold (*Tagetes erecta* L.) as influenced by different growth substances during mild off seasons. *Journal of Ornamentals Horticulture*, *10*(4), 268-270.

Krishnamooorthy, V., Madalageri, M.B. (2000). Influence of plant growth regulating on growth and seed yield and oil content in ajowan *(Trachyspermum ammi* L.). *Indian Perfumer, 44*(4), 255-259.

Leshem, Y. (2014). The Molecular and Hormonal Basis of Plant Growth Regulation. Department of life science. Bar-Ilon University Ramat. Israel. 159p.

Lester, D.C., Carter, O.G., Kelleher, F.M., Laing, D.R. (2002). The effect of gibberellic acid on apparent photosynthesis and dark respiration of simulated swards of pennisetum clandestinum Hochst. *Australian Journal of Agriculture Research, 23*, 205-213.

Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods of Enzymology, 148,* 350-380.

Majidian, N., Naderi, R., Khaliqi, A., Majidian, M. (2011). The effect of gibberellin and benzyladenine growth regulators on the production of Shipoori potted cultivar *Zantedeschia* cultivar. *Journal of Horticultural Sciences, 25* (4), 361-368.

Pawar, V.A., Naik, D.M., Katkar, P.B. (2008). Effect of foliar application of growth regulators on growth and yield of gaillardia *(Gaillardia pulchella). South Indian Horticulture, 53*(1-6), 386-388.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

Salehi Sardoei, A., Shahdadneghad, M. (2014a). 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), 120-127.

Salehi Sardoei, A. (2014b). Gibberellic acid and benzyladenine application increase offsets in *Aloe barbadensis*. *International European Journal of Experimental Biology, 4*(1), 646-650.

Salehi Sardoei, A., Shahdadi, F., Shahdadneghad, M., Sadeghi, T. (2014c). Positive effect of growth regulators on the soluble carbohydrates of *Ficus benjamina, Schefflera arboricola and Dizigotheeca elegantissima* plants. *International Journal of Biosciences, 4*(10), 263-268.

Salehi Sardoei, A., Hassanpour Asil, M. (2014d). Response of application gibberellic acid and benzyladenine to Schefflera **(***Schefflera arboricola* L.) plants. *Trends in Life Sciences, 3*(2), 290-297.

Sunitha, H.M. (2006). Effect of plant population, nutrition and growth regulators on plant growth, seed yield and quality of African marigold (*Tagetes erecta* L.). M.Sc. (Agri) Thesis, Univ. Agril. Sci., Dharwad, Karnataka (India).

Stephen, G.T., Ivo, R., Camille, M.S. (2005). Gibberellin metabolism and signaling. *Vitamins and Hormones, 72*, 289-338.

Tripathi, A., Tripathi, N., Shukla, S.N., 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.

Yaqoubi, L., Hatamzadeh, A., Bakhshi, D. (2013). The effect of gibberellic acid and methyl jasmonate on some morphological and physiological characteristics of two cultivars of *Bellis perennis*. Proceedings of the 8th Iranian Horticultural Sciences Congress. Bu Ali Sina University.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]

Flower and Ornamental Plants (2021): 5(2): 99-108
Research article

Effects of topping and foliar application of gibberellic acid on some growth and flowering chracteristics of African marigold

Ali Salehi Sardoei[1*], Mojgan Shahdadnejad[2], Mohmmad Ali Bahmanyar[3]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources, Gorgan
2. Department of Horticultural Science, Sari Institute of Higher Education, Sari
3. Department of Horticultural Sciences, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

alisalehisardoei@gau.ac.ir

Abstract

One of the characteristics of ornamental foliage plants is the production of enough leaves and lateral branches to create a dense appearance. In some cases, it is necessary to treat some non-growing branches with some growth regulators to produce enough leaves and lateral shoots. The most common treatments are topping the branch and gibberellic acid application to produce more foliage on the plant. This research was conducted to study the influence of topping and application of gibberellic acid on vegetative and reproductive growth of African marigold as a bedding plant. In this study, topping as the first factor at three levels (0, 45, and 90 days before transplanting) and gibberellic acid as the second factor at four levels (0, 100, 200, and 300 mg L^{-1}) were applied in a pot experiment outdoor under a factorial experiment with a completely randomized design, 4 replications in each treatment (4 pots in each replication). The seeds were planted in late summer. Then, approximately 7 cm long seedlings with six leaflets were transferred to pots. Plants were treated with gibberellic acid and topping 15 to 20 days after transplanting. Foliar spraying was carried out at three stages with 10 days' intervals. Distilled water was sprayed on control plants. Results showed that using of gibberellic acid combined with a topping treatment increased the amount of chlorophyll index, plant height, length, and lateral roots volume. The number of opened flowers, bud and stem diameter had the highest performance at 120 days after spraying with 100 mg L^{-1} gibberellic acid. Therefore, topping combined with gibberellic acid at the concentration of 100 mg L^{-1} increased flowering and most other characteristics studied.

Keywords: Chlorophyll, Gibberellic acid, Opened flowers, Topping, Transplant.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.26765993.1399.5.2.3.6]
[DOI: 10.52547/flowerjournal.5.2.99]