نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۵۲۴-۵۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.3, Fall 2019, P. 511-524
ISSN: 2008 - 4730

اثر غنچه‌گیری، محلول‌پاشی نیتروژن و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر صفات رویشی و زایشی گل جعفری

محبوبه زمانی پور[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۵

چکیده

این مطالعه با هدف بهبود ویژگی‌های رویشی و زایشی بر روی گیاهچه‌های گل جعفری آفریقایی در قالب دو آزمایش جداگانه در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ولایت ایرانشهر در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایش اول شامل غنچه‌گیری در دو سطح (عدم غنچه‌گیری و غنچه‌گیری در ۲۰ روز بعد از کاشت) و نیتروژن در چهار سطح (۰ درصد، ۲ درصد، ۴ درصد و ۶ درصد) و تیمارهای آزمایش دوم شامل سه سطح ایندول استیک اسید (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر) و سه سطح اسید جیبرلیک (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر) و آب مقطر به عنوان شاهد بودند. کیفیت گیاهچه‌ها بر اساس ارتفاع و قطر گیاهچه، تعداد برگ، تعداد و طول شاخه فرعی، تعداد و قطر گل، وزن تر و خشک گل و تعداد روز تا گلدهی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان دادند که بیشترین ارتفاع گیاه (۴۷/۵ سانتی متر)، طول شاخه (۲۱/۵۰ سانتی متر)، قطر گل (۵/۲۵ سانتی متر)، وزن خشک گل (۳/۶۰ گرم) و وزن تر گل (۰/۸ گرم) در تیمار عدم غنچه‌گیری به همراه ۶ درصد نیتروژن بدست آمد. بیشترین تعداد برگ (۹۱)، تعداد شاخه (۱۰) و تعداد گل (۷) با غنچه‌گیری همراه با تیمار ۶ درصد نیتروژن بدست آمد. کیفیت گیاهچه‌ها با محلول‌پاشی اسید جیبرلیک نسبت به ایندول استیک اسید افزایش چشمگیری داشت و با افزایش غلظت، کیفیت گیاهچه‌ها نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع گیاه (۳۴/۲۵ سانتی متر)، طول شاخه (۲۳ سانتی متر)، تعداد برگ (۴۲)، تعداد شاخه (۱۴)، قطر گل (۳ سانتی متر)، وزن خشک گل (۰/۶۵ گرم)، وزن تر گل (۳/۱۳ گرم)، تعداد گل (۶) و کمترین تعداد روز تا گلدهی (۳۱ روز) در محلول پاشی با اسید جیبرلیک در غلظت ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر ایجاد گردید.

واژه‌های کلیدی: اسید جیبرلیک، ایندول استیک اسید، اوره، کیفیت گیاهچه

مقدمه

گل جعفری آفریقایی که عضوی از خانواده کلاپرک‌سانان است، یکی از محبوب‌ترین گل‌های تجاری یکساله در اغلب کشورها می‌باشد. این گیاه به دلیل کاشت آسان، مقاومت به آفات و سازگاری وسیع در شرایط دمایی مختلف از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است (۱). از این گیاه در طراحی منظر به دلیل گل‌های جذاب و طیف رنگی گسترده آن استفاده می‌شود (۲۰). در اغلب گل‌های زینتی، گلدهی و عملکرد بستگی به تعداد شاخه‌های باردهی دارد که با کاهش رشد و افزایش شاخه‌های جانبی، افزایش می‌یابد (۲۵). پیرایش گیاه توسط غنچه‌گیری در گل‌های زینتی انجام می‌گیرد. زمان بهینه و شدت غنچه‌گیری توسط محققان مختلف در گل‌هایی مانند جعفری، مینای چینی و داوودی مشخص شده است (۶). غنچه‌گیری به منظور شاخه‌دهی بیشتر بوده که این امر تعداد گل‌ها را نیز افزایش می‌دهد. یک گیاه به طور کلی به دلیل غالبیت انتهایی به سمت بالا رشد می‌نماید. اگر نوک شاخه چیده شود، مواد غذایی به سمت شاخه‌های جانبی رفته و شاخه‌دهی انجام می‌پذیرد. بدون تیمار غنچه‌گیری، رشد گیاه تسریع شده و گیاه طویل‌تر گشته و بنابراین عملکرد کاهش می‌یابد (۱). سهراوات و همکاران (۲۷) گزارش نمودند که تعداد گل در ارتباط با تعداد شاخه بوده و افزایش تعداد شاخه سبب افزایش تعداد گل‌های جعفری شده است. باج و همکاران (۱) گزارش نمودند که بهترین زمان غنچه‌گیری، ۱۵ روز بعد از کاشت است، چرا که ماده خشک بیشتری در این زمان توسط گیاه تولید شده و جذب نیتروژن و فسفر از خاک در این زمان نیز بیشتر است. بعلاوه، آن‌ها بیان کردند که غنچه‌گیری زودهنگام سبب افزایش تعداد شاخه و افزایش تعداد گل می‌گردد. هم چنین، پوشکار و سینگ (۲۱) گزارش نمودند که غنچه‌گیری ۲۰ روز بعد از کاشت نسبت به تیمارهای دیگر به منظور افزایش تعداد گل موثرتر بود. از طرفی، نیتروژن موثر بر رشد، تولید و

۱- استادیار، گروه کشاورزی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email:m.zamanipour@velayat.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v33i3.79030

بهبود کیفیت گل‌های جعفری می‌باشد (۱۶). در بین تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، اکسین و جیبرلین نقش حیاتی در تنظیم فرآیندهای توسعه در گل جعفری دارند (۷). اکسین در افزایش طویل‌شدن سلول به ویژه شاخه‌ها و القای غالبیت انتهایی نقش دارد، اما غلظت‌های بالای اکسین بازدارنده آن می‌باشد (۲ و ۸). بنابراین، تنها غلظت‌های پایین اکسین در افزایش رشد، موثر می‌باشند (۳۳). بعلاوه، ایندول استیک اسید سبب افزایش تقسیم سلولی، رشد شاخه و ریخت‌زایی سلولی می‌گردد (۱۴). جیبرلین به رشد ساقه، برگ و دیگر بخش‌های هوایی گیاه کمک نموده و سبب طویل‌شدن سلول و افزایش طول میان گره‌ها می‌شود (۲). بعلاوه، محلول‌پاشی با اسید جیبرلیک تعداد گل در هر گیاه، وزن و عملکرد گل و طول ساقه و طول اسپات را در گیاه آنتوریوم افزایش داد (۵ و ۱۱). افزایش گلدهی و کیفیت گل‌های میخک نیز می تواند به وسیله کاربرد خارجی هورمون‌های گیاهی مانند ایندول استیک اسید و اسید جیبرلیک به واسطه تقسیم سلول و طویل‌شدن سلول در قسمت انتهایی گیاه روی دهد (۱۴). خوندوس و همکاران (۹) در بررسی اثرات نفتالین استیک اسید، سایکوسل و اسید جیبرلیک بر خصوصیات زایشی گل همیشه بهار بیان نمودند که بالاترین تعداد و کیفیت گل در غلظت های ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نفتالین استیک اسید به دست آمد. ساجید و همکاران (۲۴) و کومار و همکاران (۱۳) در بررسی اثرات غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک و سایکوسل بیان نمودند که غلظت‌های ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، تعداد برگ و تعداد گل های داوودی و جعفری شد و تعداد روز تا گلدهی را کاهش داد. کومار و همکاران (۱۵) در بررسی کاربرد خاکی نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به همراه کاربرد برگی اسید جیبرلیک به میزان ۲۰۰ پی پی ام در ۲۰ و ۵۰ روز پس از کاشت در گل جعفری گزارش نمودند که تمامی پارامترهای رویشی و زایشی اندازه‌گیری شده، افزایش یافت. باج و همکاران (۱) گزارش نمودند که محتوای نیتروژن، پتاسیم و فسفر گیاه جعفری با کاربرد ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک به همراه غنچه‌گیری در ۱۵ روز پس از کاشت افزایش یافت. سینگ و همکاران (۳۱) در بررسی غنچه‌گیری و محلول پاشی نیتروژن بر کیفیت گیاهچه جعفری بیان نمودند که کاربرد غلظت ۳ درصد نیتروژن سبب افزایش ارتفاع، وزن خشک گل و قطر گل شدند، در حالی‌که غلظت ۲ درصد نیتروژن سبب افزایش وزن تر گل شد. بعلاوه، تعداد برگ در غلظت ۱ درصد نیتروژن به همراه غنچه‌گیری افزایش یافت. این مطالعه با هدف بررسی اثرات غنچه‌گیری، محلول پاشی نیتروژن و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر خصوصیات رشدی و زایشی گل جعفری انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه ولایت ایرانشهر در قالب دو آزمایش جداگانه در دی ماه سال ۱۳۹۶ اجرا شد. خاک گلخانه شنی لومی با pH برابر ۷/۲ بود. طول جغرافیایی منطقه بین ۵۸ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۱۹ دقیقه، عرض جغرافیایی بین ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع منطقه از سطح دریا ۵۷۱ متر بود. ۱۰/۵ کیلوگرم کود دامی، ۱۵ گرم نیتروژن، ۲۰ گرم فسفر و ۲۰ گرم پتاسیم در بلوک‌های مورد آزمایش قبل از کاشت اعمال شدند. پس از آماده سازی بستر با ترکیب خاک و کود دامی، بذور گیاه جعفری آفریقایی رقم African Double Orange در بسترها به فاصله ۱۰ سانتی متر بین ردیف و ۲ تا ۳ سانتی‌متر روی ردیف کاشته شدند. انتقال نشای گیاهچه در مرحله ۳ تا ۴ برگی در فواصل ۴۵ سانتی‌متر × ۳۵ سانتی‌متر انجام گرفت (۱).

آزمایش اول:اثرات غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر ویژگی‌های رشدی و زایشی گل جعفری

تیمارها شامل غنچه‌گیری در ۲ سطح (عدم غنچه‌گیری و غنچه‌گیری ۲۰ روز پس از کاشت) و محلول‌پاشی نیتروژن در ۴ سطح (۰ درصد، ۲ درصد، ۴ درصد و ۶ درصد) بودند. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۶ گیاهچه اجرا شد. غنچه‌گیری با حذف ۴ تا ۵ سانتی‌متر از قسمت انتهایی نوک شاخه، ۲۰ روز پس از کاشت انجام گرفت. از اوره به عنوان محلول‌پاشی نیتروژن یک روز پس از غنچه‌گیری استفاده شد.

آزمایش دوم: اثرات تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر ویژگی‌های رشدی و زایشی گل جعفری

تیمارها شامل ۳ سطح اسید جیبرلیک (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و ۳ سطح ایندول استیک اسید (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) و آب مقطر به عنوان شاهد بودند. اولین مرحله محلول‌پاشی اکسین و جیبرلین، ۲۰ روز بعد از کاشت و دومین مرحله محلول‌پاشی، ۵۰ روز بعد از کاشت انجام گرفت. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۶ گیاهچه اجرا شد.

فاکتورهای اندازه‌گیری شده

در زمان برداشت (یعنی زمانی‌که آخرین گل برداشت شد)، فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل صفات رویشی (ارتفاع و قطر گیاه، تعداد شاخه، تعداد برگ و میانگین طول شاخه ها) و صفات زایشی

(تعداد گل، قطر گل، وزن خشک و وزن تر گل) بودند. تعداد روز تا گلدهی از تاریخ کاشت تا روز باز شدن جوانه‌های گل محاسبه شد. برای به حداقل رساندن کاهش وزن گل ابتدا وزن تر با ترازوی دیجیتالی (۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها به آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شدند و پس از گذشت این زمان با ترازوی دیجیتالی وزن شدند.

آنالیز داده‌ها

داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و SPSS تجزیه و تحلیل آماری شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش اول

پارامترهای رشدی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر ارتفاع، تعداد شاخه، تعداد برگ، قطر ساقه و طول هر شاخه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱).

تأثیر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر ارتفاع و قطر گیاه

غنچه‌گیری اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشدی گل جعفری داشت، به طوری‌که ارتفاع و قطر گیاه را نسبت به سایر تیمارها کاهش چشمگیری داد. برعکس، تیمارهای نیتروژن همگی سبب افزایش ارتفاع و قطر گشتند، به گونه‌ای که بالاترین میزان ارتفاع (۴۷/۵ سانتی‌متر) و قطر گیاه (۲/۵۰ سانتی‌متر) در محلول‌پاشی ۶ درصد نیتروژن بدون عمل غنچه‌گیری و کمترین میزان ارتفاع (۱۹/۸۳ سانتی‌متر) و قطر گیاه (۰/۵ سانتی‌متر) در تیمار غنچه‌گیری به‌تنهایی بدست آمد (شکل ۱ و ۲). افزایش در ارتفاع توسط تیمارهای نیتروژن به اثر مثبت محلول‌پاشی نیتروژن در غلبه انتهایی و رشد طولی گیاه مربوط می‌گردد. بعلاوه نیتروژن سبب تشکیل کلروفیل و پروتئین در گیاه می‌شود. نتایج مشابهی توسط ساسیکومار و همکاران (۲۵) و پراکاش و همکاران (۲۰) بدست آمد.

تأثیر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد برگ

تعداد شاخه‌های فرعی هر گیاه در بین تیمارها به‌طور معنی‌داری متفاوت بود و تیمارهای غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن نسبت به شاهد، تعداد شاخه فرعی بالاتری را ایجاد نمودند. با افزایش غلظت نیتروژن، تعداد شاخه‌های فرعی افزایش یافت، به گونه‌ای‌که بیشترین تعداد (۱۰) در تیمار ۶ درصد نیتروژن به همراه غنچه‌گیری به‌دست آمد (شکل ۳).

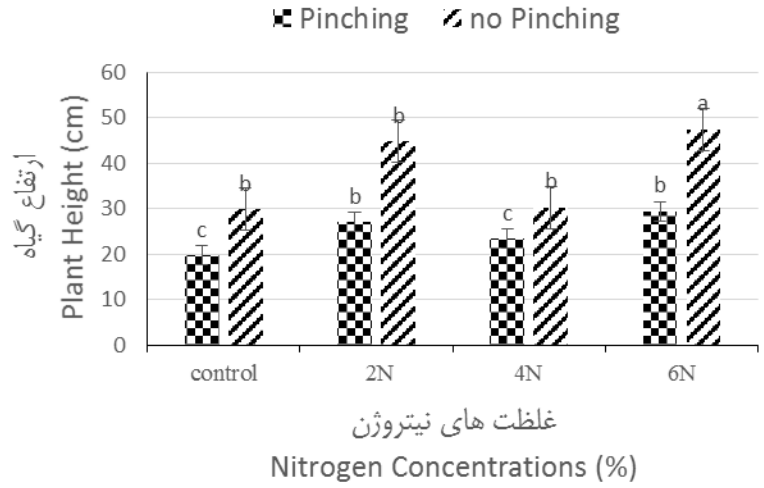
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر صفات رشدی گل جعفری

Table 1- ANOVA results of pinching and nitrogen spraying effect on vegetative traits of African marigold

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean square				
		ارتفاع Height	تعداد شاخه Branch number	تعداد برگ Leaf number	قطر ساقه Stalk diameter	طول شاخه Branch length
تکرار Replication	2	0.10^{ns}	0.12^{ns}	0.00^{ns}	0.025^{ns}	6.40^{ns}
غنچه‌گیری Pinching	1	1036.70**	73.50**	13208.00**	8.967**	520.3**
درصد نیتروژن Nitrogen percent	3	218.80**	43.00**	1246.00**	0.472**	91.20**
غنچه‌گیری× درصد نیتروژن Pinching× Nitrogen percent	3	97.70**	14.50**	969.00**	0.376**	47.8**
خطا Error	14	0.070	0.700	1.000	0.208	0.100
ضریب تغییرات CV (%)	-	3.40	9.63	2.76	4.3	6.15

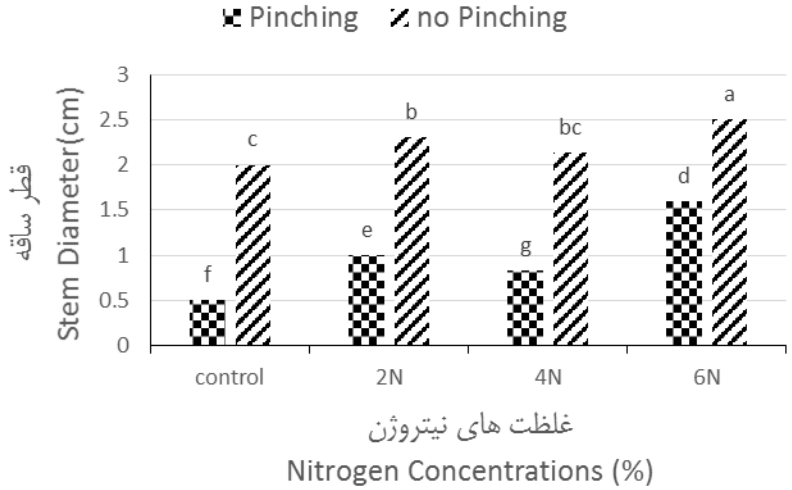
** و ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، و عدم معنی‌داری

** and ns: significant at 1% of probability level and non-significant, respectively.



شکل ۱- اثر متقابل محلول پاشی نیتروژن × غنچه گیری بر ارتفاع گل جعفری

Figure 1- Interaction effect of nitrogen spraying ×pinching on plant height of African marigold. (DMRT, $p\leq0.01$)



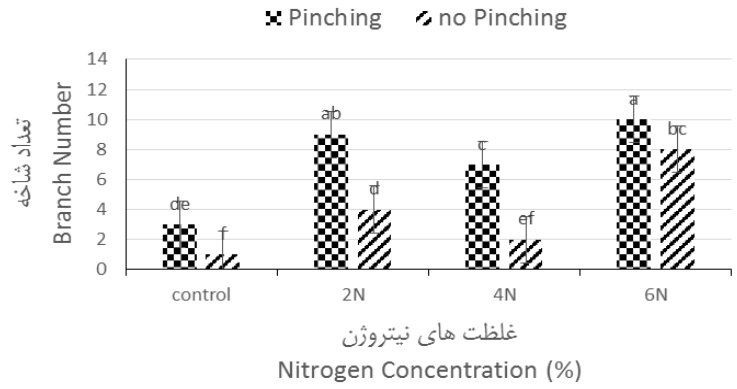
شکل ۲- اثر متقابل محلول‌پاشی نیتروژن × غنچه‌گیری بر قطر ساقه گل جعفری

Figure 2- Interaction effect of nitrogen spraying ×pinching on flower stem diameter of African marigold. (DMRT, $p\leq0.01$)

افزایش در تعداد شاخه‌های فرعی هر گیاه ممکن است به‌دلیل اثرات توام حذف جوانه انتهایی گیاه و محلول‌پاشی برگی نیتروژن باشد. هنگامی که جوانه‌های انتهایی حذف می‌شوند، غلظت ایندول استیک اسید کاهش یافته که به نوبه خود غلبه انتهایی از بین رفته و این امر سبب تشویق جوانه‌های جانبی به رشد و ایجاد شاخه‌های جدید می‌گردد. از طرفی، نیتروژن سبب سنتز آمینواسید، آلکالوئید و پروتوپلاسم در گیاه می‌شود که به افزایش تعداد شاخه جانبی کمک می‌نماید. تعداد برگ‌های هر گیاه در همه تیمارها نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد و بیشترین تعداد (۹۱) در تیمار ۶ درصد نیتروژن به همراه غنچه‌گیری ایجاد گردید (شکل ۴). این افزایش در تعداد برگ‌ها ممکن است به دلیل افزایش در شاخه‌دهی ثانویه و اثر مثبت محلول‌پاشی نیتروژن باشد. این نتایج با یافته‌های مینا و همکاران (۱۷)، پراکاش و همکاران (۲۰) و سینگ و همکاران (۳۱) مطابقت دارد.

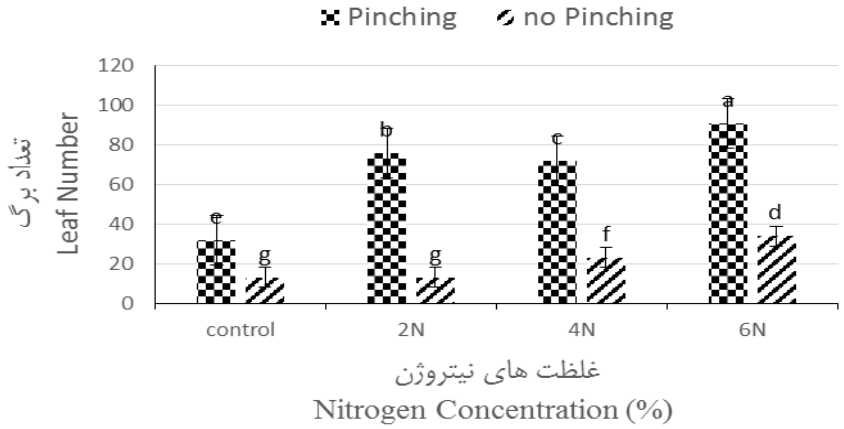
تأثیر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر طول شاخه

طول هر شاخه در همه تیمارها نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد و بیشترین طول (۲۱/۵ سانتی‌متر) در تیمار ۶ درصد نیتروژن بدون عمل غنچه‌گیری ایجاد شد (شکل ۵).



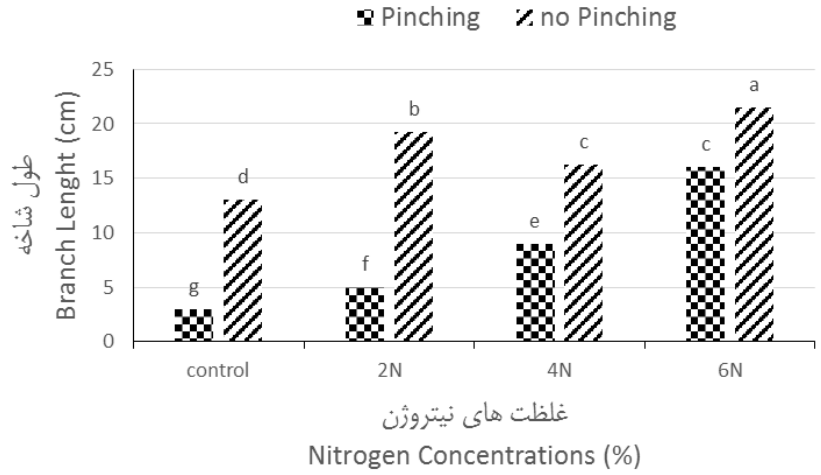
شکل ۳- اثرمتقابل محلول‌پاشی نیتروژن × غنچه‌گیری بر تعداد شاخه گل جعفری

Figure 3- Interaction effect of nitrogen spraying ×pinching on branch number of African marigold. (DMRT, $p \leq 0.01$)



شکل ٤- اثر متقابل محلول‌پاشی نیتروژن × غنچه‌گیری بر تعداد برگ گل جعفری.

Figure 4- Interaction effect of nitrogen spraying ×pinching on leaf number of African marigold. (DMRT, $p \leq 0.01$)



شکل ۵- اثر متقابل محلول‌پاشی نیتروژن × غنچه‌گیری بر طول شاخه گل جعفری

Figure 5- Interaction effect of nitrogen spraying ×pinching on branch lenght of African marigold. (DMRT, $p \leq 0.01$)

پارامترهای زایشی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر قطر گل معنی‌دار نبوده ولی بر تعداد گل، وزن تر و وزن خشک گل در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۲).

تأثیر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر تعداد گل

تعداد گل در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد، به طوری که بیشترین تعداد گل (۷) در تیمار ۶ درصد نیتروژن به همراه غنچه‌گیری و کمترین تعداد (۱) در تیمار صفر درصد نیتروژن بدون عمل غنچه‌گیری بدست آمد (شکل ۶). به طور کلی، غنچه‌گیری توام با محلول‌پاشی نیتروژن سبب تعداد شاخه بیشتر و تعداد گل بالاتر می‌شود. این افزایش در تعداد گل هر گیاه با غنچه‌گیری، هم‌چنین ممکن است به خاطر وجود انرژی بیشتر در تولید گل بیشتر باشد. این نتایج با گزارشات پراکاش و همکاران (۲۰) و سینگ و همکاران (۳۱) در گل جعفری رقم پوسا نارانگی گایندا و دالال و همکاران (۴) در میخک مطابقت دارد.

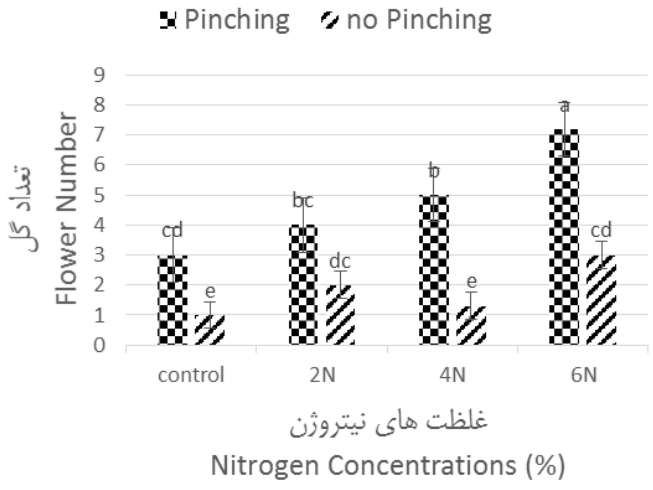
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر صفات زایشی گل جعفری

Table 2- ANOVA result of pinching and nitrogen spraying effect on reproductive traits of African marigold

		میانگین مربعات Mean square				
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	قطر گل Flower diameter	تعداد گل Flower number	وزن تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	تعداد روز تا گلدهی Day number to flowering
تکرار Replication	2	1.11^{ns}	1.54^{ns}	0.005^{ns}	0.001^{ns}	0.80^{ns}
غنچه‌گیری Pinching	1	48.88**	54.00**	0.005^{ns}	0.01760**	2340.40**
درصد نیتروژن Nitrogen percent	3	12.90**	9.89**	0.3718**	0.01986**	331.90**
غنچه‌گیری× درصد نیتروژن Pinching× Nitrogen percent	3	1.07^{ns}	2.78**	0.7436**	0.06032**	182.40**
خطا Error	14	0.330	0.450	0.005	0.001	0.600
ضریب تغییرات CV (%)	-	12.60	14.00	1.69	5.40	25.00

** و ns و به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد و عدم معنی‌داری

**, and ns: significant at 1% of probability level and non-significant, respectively.

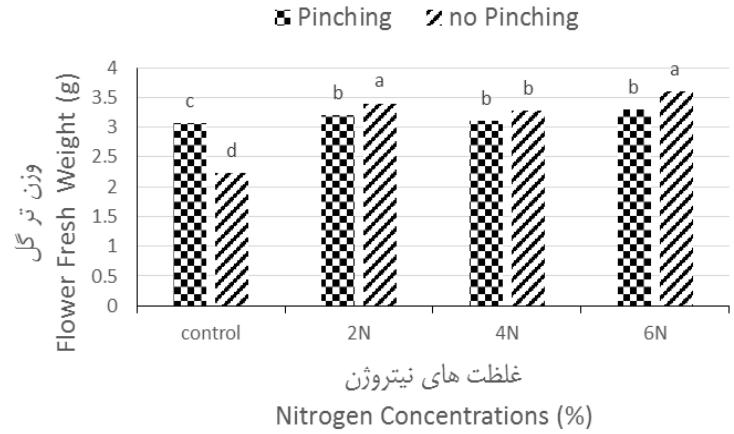


شکل ٦- اثر متقابل محلول‌پاشی نیتروژن × غنچه‌گیری بر تعداد گل جعفری

Figure 6- Interaction effect of nitrogen spraying and pinching on flower number of African marigold. (DMRT, *p≤0.01*)

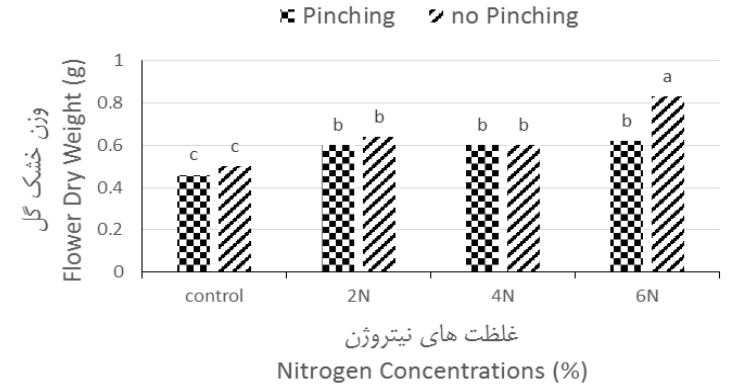
تأثیر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر وزن تر و وزن خشک گل

وزن تر و خشک گل در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. به طوری‌که بیشترین وزن تر (۳/۶۰ گرم) و وزن خشک گل (۰/۸ گرم) در تیمار ۶ درصد نیتروژن بدون عمل غنچه‌گیری و کمترین وزن تر (۲/۳۰ گرم) و وزن خشک گل (۰/۴ گرم) در تیمار ۰ درصد نیتروژن بدون عمل غنچه‌گیری ایجاد شد (شکل‌های ۷ و ۸). دلیل افزایش قطر گل، وزن تر و وزن خشک گل شاید به دلیل فراهمی بیشتر مواد غذایی در اثر کاربرد نیتروژن و تخصیص انرژی به گل‌ها باشد. از آنجایی که حذف جوانه انتهایی منجر به تولید گل‌های بیشتر اما کوچک‌تر می‌گردد، بیشترین وزن تر و خشک گل در تیمارهای بدون غنچه‌گیری مشاهده شده است. نتایج مشابهی در گزارشات ساسیکومار و همکاران (۲۵) و راتور و همکاران (۲۲) در گل جعفری وجود دارد.



شکل ۷- اثر متقابل محلول‌پاشی نیتروژن × غنچه‌گیری بر وزن تر گل جعفری

Figure 7- Interaction effect of nitrogen spraying and pinching on flower fresh weight of African marigold. (DMRT, $p\leq0.01$)



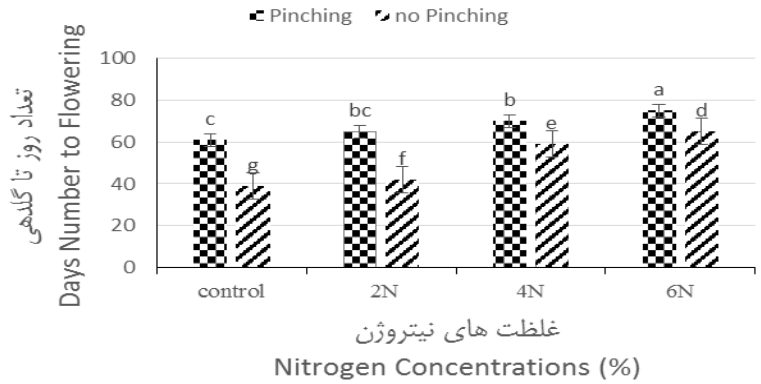
شکل ۸- اثر متقابل محلول‌پاشی نیتروژن × غنچه‌گیری بر وزن خشک گل جعفری

Figure 8- Interaction effect of nitrogen spraying and pinching on flower dry weight of African marigold. (DMRT, $p\leq0.01$)

تأثیر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر تعداد روز تا گلدهی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن بر تعداد روز تا گلدهی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۳). تعداد روز تا گلدهی در بین تیمارها متفاوت بود و تیمارهای غنچه‌گیری و محلول‌پاشی نیتروژن هر دو تعداد روزهای شروع گلدهی را به تاخیر انداختند. تیمار ۶ درصد نیتروژن به همراه غنچه‌گیری نیاز به تعداد روز بالاتری (۷۵ روز) نسبت به دیگر تیمارها تا گلدهی داشت و این میزان در تیمار ۰ درصد

نیتروژن بدون عمل غنچه‌گیری، کمترین میزان (۳۸ روز) بود (شکل ۹). این امر شاید به دلیل حذف جوانه انتهایی باشد که با توقف تقسیم سلولی در مریستم جانبی، فرآیند آغازش جوانه را مانع گردیده و از توسعه پریمودیای گل در این ضمن جلوگیری می‌نماید. بعلاوه، فراهمی نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی گیاه شده و نتیجه آن تاخیر در گلدهی و کوتاه‌شدن دوره گلدهی است. نتایج مشابهی توسط پارهی و همکاران (۱۸) در گل جعفری و دالال و همکاران (۴) در میخک گزارش شده است.



شکل ۹- اثر متقابل محلول‌پاشی نیتروژن × غنچه‌گیری بر تعداد روز تا گلدهی جعفری

Figure 9- Interaction effect of nitrogen spraying and pinching on days number to flowering of African marigold. (DMRT, *p≤0.01*)

نتایج آزمایش دوم

پارامترهای رشدی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر ارتفاع و قطر گیاه، تعداد برگ و تعداد شاخه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۳).

تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر ارتفاع و قطر گیاه

مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد که کاربرد هر دو تیمار اسید جیبرلیک و ایندول استیک اسید سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه نسبت به شاهد شدند. بعلاوه، با افزایش غلظت در هر دو تیمار، ارتفاع افزایش یافت، به طوری‌که بالاترین ارتفاع گیاه (۳۴/۲۵ سانتی‌متر) با کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین ارتفاع گیاه (۲۳/۱۶ سانتی‌متر) در شاهد بدست آمد (جدول ۴). کومار و همکاران (۱۲) دریافتند که غلظت‌های بالاتر اسید جیبرلیک (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، بیشترین تاثیر را بر تقسیم سلول و طویل شدن بافت‌های جوان گیاهان جعفری داشتند، در حالی‌که غلظت‌های پایین‌تر (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)، نتایج قابل قبولی را ایجاد نکردند. اشمیت و همکاران (۲۶) گزارش نمودند که افزایش ارتفاع به میزان ۱۶/۷۸ درصد در گل‌های داوودی مشاهده گردید، زمانی که غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک استفاده شد. کوریش و همکاران (۱۰) بیان نمودند که اثر برانگیزاننده رشد توسط جیبرلین‌ها ممکن است به‌واسطه افزایش سطح اکسین بافت یا افزایش تبدیل تریپتوفان به ایندول استیک اسید و افزایش تقسیم و طویل‌شدن سلول باشد که منجر به افزایش فاصله میان‌گره‌ها می‌گردد. بیشترین قطر گیاه با محلول‌پاشی ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک و کمترین قطر گیاه در شاهد به دست آمد. بعلاوه، افزایش غلظت اسید جیبرلیک سبب افزایش قطر ساقه اصلی شد (جدول ۴). کومار و همکاران (۱۳) بیان نمودند که زمانی که ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد، به همان نسبت نیز قطر افزایش می‌یابد. نتایج مشابهی در گزارشات سابل و همکاران (۲۳) آمده است.

تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد برگ

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در سطوح مختلف، اثرات معنی‌داری بر تعداد شاخه و برگ جعفری داشتند. تعداد شاخه‌ها با افزایش غلظت اسید جیبرلیک در مقایسه با شاهد افزایش یافت، به طوری که بیشترین تعداد شاخه در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردید (جدول ۴). داباس و همکاران (۳) دریافتند که کاربرد برگی اسید جیبرلیک ممکن است بر طویل‌شدن ساقه به واسطه انگیزش تقسیم سلولی و طویل‌شدن سلول اثر گذاشته و سبب افزایش تعداد شاخه و رشد رویشی شود. تعداد برگ با افزایش غلظت اسید جیبرلیک افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد برگ در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایجاد گردید (جدول ۴). ساجید و همکاران (۲۴) بیان نمودند که کاربرد برگی اسید جیبرلیک

سبب افزایش تقسیم و طویل‌شدن سلول و بنابراین تمایزیابی بافت‌ها می‌گردد. از طرفی، جیبرلین تعداد شاخه‌ها را نیز افزایش داده که به نوبه خود در افزایش تعداد برگ نیز موثر می باشد. کومار و همکاران (۱۳) گزارش نمودند که افزایش در تعداد برگ با کاربرد اسید جیبرلیک نتیجه القای آغازش برگ و تمایزیابی پریموردیای برگی در ناحیه رشد انتهایی است. سینگ و همکاران (۳۰) بیان نمودند که اسید جیبرلیک سبب افزایش تعداد برگ در گل همیشه بهار نیز شده است.

تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر طول شاخه

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت هر دو تنظیم‌کننده رشد، طول شاخه نیز افزایش یافت و بیشترین طول شاخه (۲۳ سانتی‌متر) در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک ایجاد شد و با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد. کمترین طول شاخه (۲/۲۵ سانتی‌متر) در شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر صفات رویشی گل جعفری

Table 3- ANOVA results of PGRs effect on vegetative traits of African marigold

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean square				
		ارتفاع Height	تعداد شاخه Branch number	تعداد برگ Leaf number	قطر ساقه Stem diameter	طول شاخه Branch lenght
تکرار Replication	2	3.64**	5.14**	0.10ns	0.365*	5.58**
تیمار Treatment	6	42.70**	67.30**	407.40**	0.698**	143.31**
خطا Error	12	0.580	0.140	1.100	0.149	0.080
ضریب تغییرات CV (%)	-	12.10	37.00	9.50	31.00	21.00

** و ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد و عدم معنی‌داری.

** and ns: significant at 1%, and non-significant, respectively.

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین اثرات تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر صفات رویشی گل جعفری

Table 4- Mean comparison results of PGRs effect on vegetative traits of African marigold

تیمارها Treatments	ارتفاع Height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد شاخه Branch number	تعداد برگ Leaf number	طول شاخه Branch lenght
شاهد Control	23.16e*	0.50c	2.00d	19.00d	2.25e
۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک 100 mgL^{-1} GA_3	28.00d	0.66c	2.66c	20.00d	10.75c
۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک 200 mgL^{-1} GA_3	31.83b	1.50ab	12.00b	39.66ab	17.00b
۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک 300 mgL^{-1} GA_3	34.25a	1.70a	14.00a	41.50a	23.00a
۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید 50 mgL^{-1} IAA	29.66c	0.50c	3.00d	13.50e	7.50d
۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید 100 mgL^{-1} IAA	32.50b	0.75c	6.00c	23.50c	11.25c
۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید 150 mgL^{-1} IAA	32.73b	1.00c	7.50b	39.00b	17.16b

*وجود حروف مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در هر ستون است.

*Means followed by the same letters in each column are not significantly (DMRT, $p \leq 0.01$).

پارامترهای زایشی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر قطر و تعداد گل، وزن تر و وزن خشک گل و تعداد روز تا گلدهی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۵).

تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر تعداد و قطر گل

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تنظیم کننده‌های رشد در سطوح مختلف، اثر معنی‌داری بر تعداد و قطر گل در هر گیاه داشتند. حداکثر تعداد (۶) و قطر گل (۳ سانتی متر) در گیاهان تیمار

شده با اسید جیبرلیک در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین تعداد (۱) و قطر گل (۰/۶۳ سانتی متر) در شاهد و غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید به دست آمد (جدول ۶). افزایش در تعداد و قطر گل با کاربرد تیمارهای اسید جیبرلیک نتیجه افزایش ارتفاع گیاه و تعداد برگ در هر گیاه می‌باشد. افزایش تعداد برگ سبب افزایش در تولید و تجمع مواد فتوسنتزی شده و این مواد به سمت گل‌ها هدایت گردیده و سبب تولید تعداد و قطر گل بیشتر گردیده است. از نتایج ما این طور استنباط می‌شود که اسید جیبرلیک ممکن است مسئول فراهمی مواد غذایی در زمان گلدهی گیاهان باشد (جدول ۶). نتایج مشابهی توسط اسواروپ و همکاران (۳۲)، ساجید و همکاران (۲۴) و شریف الزمان و همکاران (۲۸) به دست آمده است.

تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر وزن تر و خشک گل

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد تنظیم کننده‌های رشد، اثر معنی‌داری بر وزن گل ایجاد نمودند. حداکثر وزن تر (۳/۱۳ گرم) و خشک گل (۰/۶۵ گرم) در گیاهان تیمار شده در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین وزن تر (۲ گرم) و خشک گل (۰/۴۶ گرم) در شاهد و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول استیک اسید ایجاد گردید (جدول ۶). افزایش در وزن تر گل ممکن است به دلیل افزایش تعداد برگ‌ها و در نتیجه افزایش تولید مواد آسیمیلاته و تخصیص آن به گل‌ها باشد. کومار و همکاران (۱۴) گزارش نمودند که وزن تر گل‌های میخک با محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک افزایش یافته است. هم چنین، سینگ (۲۹) دریافت که تیمار اسید جیبرلیک سبب افزایش وزن تر گل‌های همیشه بهار می‌گردد.

تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر تعداد روز تا گلدهی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر تعداد روز تا گلدهی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تنظیم کننده‌های رشد در سطوح مختلف اثر معنی‌داری بر گلدهی و ظهور گل‌ها داشتند. سریع‌ترین گلدهی، ۳۱ روز بعد از کاشت با تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ثبت شد، در حالی‌که در گیاهان شاهد، ۷۰ روز بعد از کاشت، گلدهی به طول انجامید (جدول ۶). تسریع در گلدهی و پدیدار شدن گل‌ها با محلول‌پاشی اسید جیبرلیک ممکن است به دلیل افزایش در سطوح جیبرلین داخلی در گیاهان باشد. پریموردیای گل توسط جیبرلین توسعه می‌یابد. نتایج مشابهی توسط کومار و همکاران (۱۲) به دست آمده است.

فنگپاچون و همکاران (۱۹) گزارش نمودند که اثر اسید جیبرلیک بر آغازش گل و تسریع گلدهی به واسطه کاهش در غلظت هورمون آبسایزیک اسید در شاخه گیاهان بوده است. بعلاوه، ساجید و همکاران (۲۴) بیان نمودند که زمانی که تعداد برگ افزایش می‌یابد، مواد فتوسنتزی بیشتری برای تسریع در گلدهی فراهم می‌گردد. کومار و همکاران (۱۴) دریافتند که تمامی غلظت‌های اسید جیبرلیک سبب تسریع در گلدهی در میخک نسبت به شاهد شده است.

نتیجه‌گیری

از نتایج ما این گونه استنباط می‌شود که غنچه‌گیری به همراه کاربرد برگی ۶ درصد نیتروژن سبب افزایش تعداد شاخه و تعداد گل و کاربرد برگی ۶ درصد نیتروژن به تنهایی سبب افزایش قطر گل و وزن تر و خشک گل شدند. بعلاوه، کاربرد برگی اسید جیبرلیک رابطه مستقیمی با افزایش ارتفاع، تعداد شاخه و قطر گل و رابطه معکوسی با تعداد روز تا گلدهی نشان دادند. غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک، بیشترین تاثیر را بر خصوصیات رشدی و زایشی گل جعفری داشت.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر صفات زایشی گل جعفری

Table 5- ANOVA results of PGRs effect on reproductive traits of African marigold

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean square				
		قطر گل Flower diameter	تعداد گل Flower number	وزن تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	تعداد روز تا گلدهی Day number to flowering
تکرار Replication	2	0.48**	2.58**	0.3733**	0.0036**	7.00**
تیمار Treatment	6	2.66**	10.03**	0.4705**	0.014**	4.492**
خطا Error	12	0.057	0.240	0.123	0.0005	0.050
ضریب تغییرات CV (%)	-	23.00	32.00	20.40	3.20	20.06

** و ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد و عدم معنی‌داری.

** and ns: significant at 1%, and non-significant, respectively.

جدول ٦- نتایج مقایسه میانگین اثرات تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر صفات زایشی گل جعفری

Table 6- Mean comparison results of PGRs effect on reproductive traits of African marigold

تیمارها Treatments	تعداد گل Flower number	قطر گل Flower diameter	وزن تر گل Flower fresh weight	وزن خشک گل Flower dry weight	تعداد روز تا گلدهی Day number to flowering
شاهد Control	1.00d*	0.63d	2.00c	0.46e	70.00a
۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک 100 mgL^{-1} GA_3	2.00c	1.25c	2.30bc	0.49d	62.00d
۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک 200 mgL^{-1} GA_3	4.00b	2.50b	2.50abc	0.52c	58.00e
۳۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید جیبرلیک 300 mgL^{-1} GA_3	6.00a	3.00a	3.13a	0.65a	31.00f
۵۰ میلی گرم بر لیتر ایندول استیک اسید 50 mgL^{-1} IAA	1.00d	0.75d	2.10c	0.47e	65.00b
۱۰۰ میلی گرم بر لیتر ایندول استیک اسید 100 mgL^{-1} IAA	2.72c	1.50c	2.40bc	0.53c	64.00c
۱۵۰ میلی گرم بر لیتر ایندول استیک اسید 150 mgL^{-1} IAA	4.00b	2.55b	2.80ab	0.59b	62.00d

*وجود حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در هر ستون است.

* Means followed by the same letters in each column are not significantly (DMRT, $p\leq0.01$).

از آنجایی که گل جعفری در طراحی باغ و پارک کـاربرد بسـیاری دارد، بنابراین کاربرد برگی ۶ درصد نیتروژن و یـا ۳۰۰ میلـی‌گـرم بـر لیتر اسید جیبرلیک به منظور بهبود صفات زایشی گل توصیه می‌گردد.

منابع

1- Badge S., Panchbhai D.M., and Gajbhiye R.P. 2015. Nutrient content, uptake and yield in African marigold (*Tagetes erecta* Linn) as influenced by pinching and foliar application of gibberellic acid. Indian Journal of Agricural Research 49(6): 534-538.

2- Bora R.K., and Sarma C.M. 2006. Effect of gibberellic acid and cycocel on growth, yield and protein content of pea. Asian Journal of Plant Sciences 5: 324-330.

3- Dabas H.K., Mitra L., and Dabas. S. 2001. Effect of different concentrations of GA3 MH and NAA on primary branches of marigold (*Tagetes erecta* L.). Journal of Indian Agriculture 45(3-4): 265-267.

4- Dalal S.R., Nandre D.R., Bharad S.G., Utgikar S., and Shinde R.D. 2006. Effect of pinching on carnation cv. Yellow Solar under polyhouse condition. International Journal of Agricultural Science 2(2): 356-357.

5- Dhaduk B.K., Kumara S., Singh A., and Desai J.R. 2007. Response of gibberellic acid on growth and flowering attributes in anthurium (*Anthurium andreanum* Lind.). Journal of Ornamental Horticulture 10(3): 187-189.

6- Dorajeerao A.V.D., and Mokashi A.N. 2012. Growth analysis as influenced by pinching time in garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium* L.). The Global Journal of Biochemistry and Biotechnology 1(2): 242-247.

7- Gou J., Strauss S.H., Tsai C.J., Fang K., Chen Y., Jiang X., and Busov. V.B. 2010 Gibberellins regulate lateral root formation in *Populus* through interactions with Auxin and other hormones. The Plant Cell 22: 623-639.

8- Hussain K., Hussain M., Majeed A., Nawaz K., Nisar M.F., and Afghan. S. 2010. Morphological response of scurf pea (*Psoralea corylifolia* L.) to indole acetic acid (IAA) and nitrogen (N). World Applied Sciences Journal 8: 1220-1225.

9- Khudus S., Prasad V.M., and Jogdand S.M. 2017. Effect of Plant Growth Regulators on Growth and Flower Yield of Calendula (*Calendula officinalis* L.) cv. Bon Bon. Chemical Science Review Letter 6(22): 1290-1294.

10- Koriesh E.M., Dahab A.M.A., and Ali. E.W.M. 1989. Physiological studies on *Chrysanthemum morifolium* Ramat. Effect of cycocel, gibberellic acid and nucleic acids on vegetative growth and some chemical components. Assiut Journal of Agricultural Science 20 (1): 27-41.

11- Kumar P., Raghava, S.P.S., Mishra R.L., and Singh. K.P. 2003. Effect of GA3 on growth and yield of China aster. Journal of Ornamental Horticulture, 6(2): 110-112.
12- Kumar R., Mohan R., and Gaur. G.S. 2010. Effect of GA3 and Ethrel on growth and flowering of African marigold cv. Pusa Narangi Gainda. Indian Journal of Horticulture 67: 362-366.
13- Kumar A., Kumar J., Mohan B.J.P., Singh J., Rajbeer P., and Ram. N. 2011. Effect of plant growth regulators on growth, flowering and yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusa Narangi Gainda. The Asian Journal of Horticulture.
14- Kumar V., Kumar V., Umrao V., and Singh. M. 2012. Effect of GA3 and IAA on growth and flowering of carnation. HortFlora Research Spectrum 1(1): 69-72.
15- Kumar H., Kumar J., Dev P., Ram N., and Kaviraj J. 2016. Effect of Nitrogen and GA3 on growth and flowering behavior of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusa Narangi Gainda. International Journal of Agricultural Invention 1(1): 84 – 87.
16- Maharnor S.I., Chopde N., Thakre S., and Raut, P.D. 2011. Effect of nitrogen and pinching on growth and yield of African marigold. Asian Journal of Horticulture: 6(1): 43-45.
17- Meena Y., Sirohi H.S., Tomar S.B., and Kumar S. 2015. Effect of planting time, spacing and pinching on growth and seed yield of African marigold cv. Pusa Narangi Gainda. Indian Journal of Agricultural Science, 85(6): 797-801.
18- Parhi R., Mohanti A., and Harichandan S. 2016. Performance of various characters in African marigold due to different in pinching levels and planting dates. Annals of Agri-Bio Research 21(1): 44-48.
19- Phengphachanh B., Naphrom D., Bundithya W., and Potapohn. N. 2012. Effects of Day-length and Gibberellic Acid (GA3) on Flowering and Endogenous Hormone Levels in *Rhynchostylis gigantea* (Lindl.) Ridl. Journal of Agricultural Science 4(4): 217-222.
20- Prakash S., Anitha P., Giridharan M.P., Rajgopalan A., and Rao S.V.G. 2016. Impact of seasons and pinching on growth and flowering in African marigold. Journal of Tropical Agriculture 54(1): 50-54.
21- Pushkar N.C., and Singh A. K. 2012. Effect of pinching and growth retardants on flowering and yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.) var. Pusa Narangi Gainda. International Journal of Horticulture 2:1-4.
22- Rathore I., Mishra A., Moond S.K., and Bhatnagar P. 2011. Studies on effect of pinching and plant bio regulators on growth and flowering of marigold (*Tagetes erecta* L.). Progressive Horticulture 43(1): 52-55.
23- Sable P.B., Ransingh U.R., and Waskar D.P. 2015. Effect of Foliar Application of Plant Growth Regulators on Growth and Flower Quality of Gladiolus Cv. 'H.B.Pitt'. Journal of Horticulture 2: 141.
24- Sajid M., Amin, N., Ahmad H., and Khan. K. 2016. Effect of gibberellic acid on enhancing flowering time in *Chrysanthemum morifolium*. Pakistan Journal of Botany 48(2): 477-483.
25- Sasikumar K., Baskaran V., and Abirami K. 2015. Effect of pinching and growth retardants on growth and flowering in African marigold cv. Pusa Narangi Gainda. Journal of Horticultural Science 10(1): 109-111.
26- Schmidt C., Bellé A.B., Nardi C., Toledo A.K. 2003. The gibberellic acid) GA3) in the cut chrysanthemum (*Dedranthema grandiflora* Tzevelev.) viking: planting summer/autumn. Revista Ciência Rural 33(2): 1451-1455 .
27- Sehrawat S.K., Dahiya D.S., Singh S., and Rana, G.S. 2003. Effect of nitrogen and pinching on growth, flowering and yield of marigold (*Tagetes erecta* L.) Cv. African Giant Double Orange. Haryana Journal of Horticultural Science 32(1, 2): 59-61.
28- Sharifuzzaman S.M., Ara K.A., Rahman M.H., Kabir K., and Talukdar M.B. 2011. Effect of GA3, CCC and MH on vegetative growth, flower yield and quality of chrysanthemum. International Journal of Experimental Agriculture 2(1): 17-20.
29- Singh K. 2003. Effect of growth regulators and shoot tip pinching on calendula. Journal of Ornamental Horticulture 6(2): 134-136.
30- Singh A.K. 2003b. Effect of growth regulators on growth and flowering in calendula (*Calendula officinalis*). Indian Perfumer 47(3): 275-278.
31- Singh V., Singh A.k., and Sisodia A. 2017. Growth and flowering of marigold as influenced by pinching and spraying of nitrogen. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 6(7): 2283- 2287.
32- Swaroop K., Singh K.P., and Raju D.V.S. 2007. Vegetative growth, flowering and seed characters of African marigold (*Tagetes erecta* L.) as in fluenced by different growth substances during mild off seasons. Journal of Ornamental Horticulture 10(4): 268-270.
33- Vwioko E.D., and Longe M.U. 2009. Auxin and gibberellin effects on growth and fruit size in *Lagenaria siceraria* (*Molina standley*). Bioscience Research Communications 21: 263-271.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.3, Fall 2019, P. 511-524
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ص. ۵۲۴-۵۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Pinching, Spraying of Nitrogen and Plant Growth Regulators on Vegetative and Reproductive Characteristics of African Marigold

M. Zamanipour[1*]

Received: 25-02-2019
Accepted: 06-07-2019

Introduction: African marigold is one of the most popular annual flowers in almost of countries. In the most ornamental plants, the flowering and yield depends on the flowering branches that can be increased with pinching. Nitrogen spraying is beneficial on the growth, production and quality improvement of marigold flowers. Among plant growth regulators, auxin and gibberellin play a crucial role in regulating the development processes of African marigold.

Material and Methods: This study was carried out in the research greenhouse of Velayat University of Iranshahr in two separate experiments in December 2017. The beds were prepared after mixing the soil with FYM (Farm Yard Manure) and the seeds of African marigold var. "African Double Orange" were sown on the bed at a distance of 10 cm between the row and 2 to 3 cm within the row. Transplanting of plantlets were performed in the 3 to 4 leaves stages in distances of 45 cm×35 cm. Treatments of the first experiment were contains of two stages of pinching (no pinching and pinching in 20 days after planting) and nitrogen spraying in four stages (0%, 2%, 4% and 6%). A factorial experiment was laid out in a complete randomized block design with three replications where each replication was comprised of six plantlets. Treatments of the second experiment consisted of three levels of indole acetic acid (50, 100 and 150 mgL^{-1}) and three levels of gibberellic acid (100, 200 and 300 mgL^{-1}) and distilled water as control. The first stage of auxin and gibberellin spraying, 20 days after planting and the second stage of spraying, was performed 50 days after planting.

On the harvest time (when the last flower harvested), measurement factors were contains of vegetative parameters (plant height and diameter, branch number, leaf number and branch length) and reproductive parameters (flower number, flower diameter, flower fresh weight and flower dry weight). Days taken to flowering were counted from transplanting till the date of flower bud opening.

Result and Discussion: Analysis of variance showed that pinching and nitrogen spraying had significant effects on plant height and diameter, branch number, leaf number and branch length per plant ($P< 0.01$). The highest plant height (47.5 cm), plant diameter (2.5 cm) and branch length per plant (21.5 cm) obtained in no pinching with 6% N treatment. This result showed that spraying of nitrogen could increase apical dominance and growth of longitudinal growth of plant. The maximum leaf number (91) and branch number (10) obtained in pinching 20 days after harvesting with 6% N treatment. When the apical dominance is removed, the lowering of IAA (Indol acetic acid) concentration increased the new branches. Increasing in new branches and positive effect of nitrogen spraying created new leaves. Analysis of variance showed that pinching and nitrogen spraying were not effective on flower diameter but had significant effects on flower number, flower fresh weight and flower dry weight. The highest flower number (7) were created in pinching supplemented with 6% N treatment. The highest flower fresh weight (3.60 g) and flower dry weight (0.8 g) were obtained in no pinching and 6% N treatment. Sing et al. (2017) reported that no pinching increased availability of more food material and better allocation of energy pertaining to less number of flowers. Therefore, this action increased the fresh and dry weight of flower. Analysis of variance showed that pinching and nitrogen spraying had significant effects on the number of days to bud flower initiation. The highest number of days to flowering (75 day) were obtained in pinching supplemented with 6% N treatment. Pinching of apical bud prevents from cell division in the lateral meristem. Nitrogen spraying also increased vegetative growth of plant and therefore, resulted in delaying the initiation of flower bud. The quality of seedlings significantly increased with gibberellic acid spraying compared to indole acetic acid. As the concentration increased, seedling quality increased, so that the highest plant height (34.25 cm), the length of each branch (23 cm), Leaf number (42), the number of branches (14), flower diameter (3 cm), dry weight of flower (0.65 g), fresh weight of flower (3.13 g), flower number (6) and the minimum number of days to flowering (31 days) were sprayed with gibberellic acid at a concentration of 300 mgL^{-1}.

1- Assistant Professor, Department of Agriculture, Faculty of Technical and Engineering, Velayat University, Iranshahr, Iran
(*- Corresponding Author Email: m. zamanipour@velayat.ac.ir)

Increasing the number of flowers by application of gibberellic acid treatments resulted from an increasing in plant height and the number of leaves per plant. Increasing the number of leaves increased the production and accumulation of photosynthetic assimilates, and these assimilates were directed to the flowers and resulted in the production of more flowers.

Conclusion: Pinching and Spraying of nitrogen had significant effects on the vegetative and reproductive traits of African marigold. Pinching reduced the apical dominance and induced more lateral branches that ultimately increased the flower number of marigold., Nitrogen spraying was also effective on the growth and quality improvement of marigold flowers and the highest number of flower and fresh and dry weight of flowers induced with application of 6% N. In addition, the application of spraying of gibberellic acid had a direct correlation with height, the number of branches and the diameter of flowers and inversed relationship with the number of days to flowering. The concentration of 300 mgL^{-1} gibberellic acid had the greatest effect on the growth and reproductive characteristics of African marigold. Since, the African marigold is widely used in the garden and park landscapes, the application of 6% nitrogen or 300 mgL^{-1} of gibberellic acid is recommended to improve the reproductive characteristics of the flower.

Keywords: IAA, GA_3, Plantlet quality, Urea