



مقاله علمی - پژوهشی

تأثیر پرایمینگ هورمونی و وزن بنه بر عملکرد گل و خصوصیات بنه‌های دختره زعفران در سال اول

مرجان سادات حسینی فرد^۱، مجید قربانی جاوید^{۲*}، ایرج اله دادی^۳ و الیاس سلطانی^۲

تاریخ پذیرش: ۹ بهمن ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: ۹ مهر ۱۳۹۵

حسینی فرد، م.س.، قربانی جاوید، م.، دادی، ا.، و سلطانی، ا. ۱۳۹۷. تأثیر پرایمینگ هورمونی و وزن بنه بر عملکرد گل و خصوصیات بنه‌های دختره زعفران در سال اول. زراعت و فناوری زعفران، ۶(۱): ۳-۱۵.

چکیده

زعفران یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی و دارویی ایران است که نقش مهمی در صادرات غیرنفتی دارد. با وجود این که ایران بیش‌ترین سطح زیر کشت را دارا می‌باشد ولی میزان عملکرد آن در مقایسه با تولید جهانی اندک است. این پژوهش به منظور بررسی عملکرد گل و خصوصیات کمی بنه‌های دختره زعفران تحت تأثیر پرایمینگ تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و دو اندازه مختلف بنه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار، تحت شرایط گلدانی در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان - دانشگاه تهران اجرا شد. بنه‌های بزرگ (۸-۱۰ گرم) و کوچک (۳-۵ گرم) مادری زعفران با اسیدجیبرلیک (GA_3)، سایتوکینین (BA) و اکسین (IBA) با غلظت ۲۵۰ ppm به صورت مجزا و قبل از کاشت پرایمینگ هورمونی شدند. صفاتی از قبیل زمان شروع گلدهی، تعداد و عملکرد گل، وزن تر گل، وزن تر و خشک کلاله، تعداد و وزن بنه‌های دختره حاصل از بنه‌های مادری اندازه‌گیری شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد بنه بزرگ با وزن ۸ الی ۱۰ گرم در مقایسه با بنه کوچک در تمام صفات به جز شروع گلدهی در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار دارد. کاربرد هورمون سایتوکینین در مقایسه با شاهد برای تمام صفات به جز آغاز گلدهی و وزن بنه‌های دختره در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار نشان داد. کاربرد هورمون جیبرلین نیز گلدهی را تسریع نمود و در کورم مادری بزرگ وزن بنه‌های دختره را ۵۶٪ نسبت به شاهد افزایش داد و با شاهد در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشت. اکسین (IBA) در صفت تعداد گل با شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت و برای سایر صفات نیز با وجود اینکه از شاهد بهتر بود، با دو تیمار GA_3 و BA دارای اختلاف معنی‌دار بود. بطور کلی نتایج نشان داد که کاربرد بنه مادری بزرگ به همراه پرایمینگ هورمونی آنها با استفاده از BA و GA_3 عملکرد گل و بنه زعفران را در سال اول بهبود خواهد بخشید.

کلمات کلیدی: اسید جیبرلیک، سایتوکینین، عملکرد، کلاله، وزن بنه.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۲- استادیار گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- استاد گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
* - نویسنده مسئول: (mjavid@ut.ac.ir)

مقدمه

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus* L.) به عنوان مهم‌ترین و گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان از جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران برخوردار است. در ایران کشت زعفران از جنبه‌های مختلف نظیر بهره‌وری آب، اشتغال و صادرات غیرنفتی مورد توجه است. با وجود اینکه ایران یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان زعفران در جهان است و حدود ۹۰٪ از تولید این گیاه و بیش از ۸۴٪ سطح زیر کشت زعفران در دنیا به ایران تعلق دارد (Koocheki, 2013) اما میزان عملکرد آن در مقایسه با سایر کشورهای تولیدکننده بسیار پایین است به طوری که متوسط عملکرد زعفران در ایران ۳/۹۶ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با کشورهایمانند اسپانیا با ۱۵ و پاکستان با ۹ کیلوگرم در هکتار تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد (Behdani et al., 2008). به نظر می‌رسد که با بهره‌گیری مناسب عوامل تولید، میانگین عملکرد زعفران به ۱۱ کیلوگرم در هکتار قابل افزایش باشد (Perme et al., 2010). از این‌رو بررسی مسائل زراعی جهت بهبود کیفیت و افزایش عملکرد محصول زعفران بسیار مهم است و برای افزایش تولید و صادرات این محصول باید روش‌های مدرن جایگزین روش‌های سنتی در مناطق مختلف تولید زعفران شود تا محصول از کیفیت بالاتری برخوردار گردد. اندازه بنه مادری از مهم‌ترین شاخص‌ها در انتخاب بنه‌های با کیفیت جهت کشت زعفران می‌باشد (Gresta et al., 2008). با تحلیل بنه مادری در طی فصل رشد، بنه‌های دختری تشکیل می‌گردند که این بنه‌ها باعث شکل‌گیری رشد زایشی و عملکرد در فصل بعد می‌شوند (Renau et al., 2012). از آنجا که در زعفران مرحله رشد زایشی قبل از رشد رویشی رخ می‌دهد مشخص است که ذخیره بنه می‌تواند نقش مؤثری بر گلدی و عملکرد در واحد سطح داشته باشد. با افزایش اندازه بنه مادری، سطح برگ و تولید ماده خشک زعفران در طی دوره رشد

افزایش یافته و منجر به تولید بنه‌های دختری بزرگ‌تر و بیش‌تر در انتهای فصل رشد می‌شود (Koocheki et al., 2007). نقش تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نیز در بهبود عملکرد گیاهان مختلف به‌خوبی ثابت شده است (Setia et al., 1993). فیتوهورمون‌ها با تغییر متابولیسم گیاه بر ویژگی‌های کمی و کیفی محصول اثر می‌گذارند. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در گیاهان مختلف می‌توانند در تعادل روابط منبع-مخزن مؤثر باشند و به‌طور فزاینده‌ای برای افزایش عملکرد در بسیاری از گیاهان به‌کاربرده می‌شوند. علاوه بر این با افزایش اشکال در تهیه انرژی، استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی به‌منظور افزایش محصول، سهم فزاینده مهمی را در حفاظت از انرژی خواهد داشت. تیمار پیازها با مواد تنظیم‌کننده رشد، ظهور و نمو گل را تحریک نموده، ارتفاع گل و تعداد گل را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Davis, 1988). آغشته نمودن پیازهای درشت زعفران با جیبرلین، نشان داده است که با افزایش غلظت جیبرلین، گلدی تسریع و تعداد و وزن گل‌ها در هر پیاز نیز افزایش می‌یابد (Chrungoo & Farooq, 1984). بنزیل‌آمینوپورین اولین نسل از سایتوکینین‌های مصنوعی است که در رشد و نمو گیاه، گلدی، پرشدن میوه و غده‌زایی به وسیله تقسیم سلولی دخالت دارد (Arteca, 2000). به‌طور کلی مقدار ذخایر بنه‌ها (به‌عنوان عامل تکثیر گیاه) و هورمون‌های رشد به دلیل نقشی که در فعالیت‌های فیزیولوژیکی و فرآیندهای بیوشیمیایی گیاه دارند از فاکتورهای مهم در تولید این گیاه زراعی محسوب می‌شوند (Amirshakari et al., 2006). با توجه به تحقیقات ذکرشده، از آنجا که میزان عملکرد زعفران در سال اول به‌شدت متأثر از اندازه و ذخایر پیازهای است که به‌عنوان بذر کشت می‌شوند لذا تحقیقات هدفمند در جهت شناسایی عوامل مؤثر بر رشد و نمو این گیاه در سال اول مانند تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و شناخت رابطه آن با عملکرد می‌تواند ما را در رسیدن به عملکرد مطلوب یاری دهد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پرایمینگ هورمونی و اندازه مختلف بنه مادری بر عملکرد گل و خصوصیات بنه‌های دختری زعفران، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار به صورت گلدانی در محل مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران در سال ۹۵-۹۴ اجرا شد. به منظور کنترل بهتر تیمارها و جلوگیری از اختلاط هورمون‌ها از روش کشت گلدانی استفاده شد و به منظور رعایت شرایط محیطی، گلدان‌ها در مزرعه مستقر گردیدند. ارتفاع محل انجام طرح آزمایشی از سطح دریا ۱۰۹۰ متر، عرض و طول جغرافیایی آن به ترتیب ۲۸' ۳۵" درجه شمالی و ۴۴' ۵۱" درجه شرقی می‌باشد. این منطقه دارای تابستان‌های گرم و خشک، زمستان‌های ملایم با میانگین بارندگی سالانه ۱۷۰ میلی‌متر می‌باشد و به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، قبل از اجرای آزمایش از ۱۰ نقطه در مزرعه نمونه خاک از عمق ۳۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه فرستاده شد (جدول ۱). عوامل آزمایش شامل اندازه بنه در دو سطح شامل بنه کوچک (۵-۳ گرم) و بنه بزرگ (۱۰-۸ گرم) و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی شامل اسیدجیبرلیک (GA_3)، سائوکینین (BA) و اکسین (IBA) هریک با غلظت ۲۵۰ ppm بودند و تیمارهای هورمون‌ها به صورت مجزا و پیش از کاشت بنه‌ها (پرایمینگ) انجام شدند. تمام بنه‌های مورد استفاده پیش از کاشت با ترازوی یک صفر آزمایشگاهی به دقت توزین و به دو گروه بنه‌های ۵-۳ گرم و ۸-۱۰ گرم تفکیک شد. برای اعمال تیمار، بنه‌ها قبل از کاشت به مدت سه ساعت در محلول‌های هورمونی غوطه‌ور شدند. به منظور فراهمی شرایط بهینه در طول مدت پرایمینگ ظرف‌های حاوی بنه‌ها با کاغذ فویل پیچیده شده و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. بستر کشت شامل گلدان‌هایی با ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و قطر دهانه ۲۲ سانتی‌متر (سایز ۷) و حاوی ۲ کیلوگرم خاک مزرعه با بافت لومی‌شنی بود و رشد گیاهان در

شرایط مزرعه و مطابق محیط طبیعی صورت گرفت. قبل از کشت، فلس انتهایی بنه‌ها به منظور جذب بهتر آب و تسهیل رویش حذف شد. بنه‌های مادری تهیه شده از مزرعه‌های ۵ ساله در تربت‌حیدریه در تاریخ ۲۰ شهریور ۱۳۹۴ کشت شدند و در هر گلدان ۳ بنه در عمق ۱۰ سانتی‌متری قرار داده شد. اولین آبیاری در ۲۵ شهریور انجام شد. از زمان رشد تا خزان گیاه ۶ مرتبه آبیاری انجام شد. صفات مورد مطالعه شامل زمان آغاز گلدهی، تعداد و وزن تر گل، وزن تر و خشک کلاله و تعداد و وزن بنه‌های دختری تولید شده بود. در مرحله گل‌دهی (آبان‌ماه) تا اردیبهشت ماه نمونه‌گیری انجام گرفت. با آغاز گلدهی، تعداد روزهای سپری شده از زمان کشت تا رویش گل‌ها و همچنین تعداد گل‌های روییده (صفت عملکرد گلدهی بر حسب تعداد گل در بنه) شمارش و یادداشت شد. با شروع گلدهی، روزانه گل‌ها در ساعات ابتدایی صبح برداشت و کلاله‌ها از گل‌ها جدا شدند. پس از خشک شدن کلاله‌ها در شرایط یکسان، وزن تر و خشک آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱/ گرم اندازه‌گیری شد. پس از خزان کامل گیاه در اوایل اردیبهشت‌ماه تعداد و وزن بنه‌های دختری تولید شده (برحسب تعداد و وزن بنه دختری در بنه) اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از صفات مورد بررسی، توسط نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم و ارائه شد.

نتایج و بحث

تعداد گل

تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده کاربرد تنظیم‌کننده رشد گیاهی و اندازه بنه بر عملکرد گل‌دهی در سطح ۱٪ معنی‌دار است در حالی که اثر متقابل آن‌ها اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۲).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی (تا عمق ۳۰ سانتی متری)

Table 1- Physical and chemical traits of farm soil (Depth 0-30 cm)

بافت Texture	شاخص واکنش pH	نیتروژن قابل دسترس Available nitrogen (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل دسترس Available phosphorus (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل دسترس Available potassium (mg.kg ⁻¹)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	ماده آلی Organic carbon (%)
لومی شنی (Loamy sand)	7.57	0.118	29.6	165.14	3.16	1.006

خارجی سایتوکینین‌ها از جمله بنزیل آدنین در مرحله بنیان‌گذاری گل تعداد گل را افزایش می‌دهد (Arteca, 2000). سایتوکینین خواب‌بنه‌های زعفران را برطرف کرده و به افزایش و گسترش گلدهی کمک می‌کند (Sheibani et al., 2007). جیبرلین باعث تحریک مریستم بنه زعفران برای تولید گل می‌شود (Azizbikova et al., 1978). محققان دیگر نیز تأثیر مثبت جیبرلین و سایتوکینین بر افزایش تعداد گل در گیاهان پیازی را خاطر نشان کردند (Dhua et al., 2005; Leite et al., 2003). نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات این محققان مطابقت دارد.

وزن تر گل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد هریک از اثرات ساده کاربرد تنظیم‌کننده رشد گیاهی و اندازه بنه و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل حاکی از آن بود که کاربرد BA و GA₃ در بنه بزرگ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند و با افزایش وزن تر گل (به ترتیب با مقادیر ۷۱٪ و ۶۸٪ نسبت به شاهد) بیش‌ترین تأثیر را در بهبود وزن تر گل نشان می‌دهند. در مورد بنه‌های کوچک نیز تنظیم‌کننده‌های رشد بیش‌ترین تأثیر بر وزن تر گل، متعلق به تیمار BA (۳۴۶/۵ میلی‌گرم در بنه) و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار شاهد (۲۲۳/۲۵ میلی‌گرم در بنه) بود (شکل ۲). تشکیل گل و وزن تر گل زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد

اطلاعات حاصل از مقایسه میانگین اثر اندازه بنه نشان‌دهنده برتری بنه بزرگ نسبت به بنه کوچک با اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (جدول ۳). کاربرد BA و GA₃ در بنه بزرگ به ترتیب با افزایش ۷۱٪ و ۵۰٪ نسبت به شاهد بیش‌ترین تأثیر را در افزایش تعداد گل داشت. همچنین در بنه کوچک نیز BA و GA₃ نسبت به شاهد بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش تعداد گل داشتند، به طوری که تعداد گل را نسبت به شاهد به ترتیب ۵۷٪ و ۴۸٪ افزایش دادند. کم‌ترین تعداد گل، در گروه شاهد و تیمار با IBA (در هر دو اندازه بنه) مشاهده شد (شکل ۱). از آنجا که عملکرد گل زعفران در سال اول کاشت این گیاه عمدتاً در ارتباط مسقیم با میزان اندوخته‌غذایی در بنه بوده، بنابراین اندازه بنه‌های زعفران از تأثیرگذارترین عوامل در افزایش عملکرد این گیاه است (Nassiri et al., 2007) و افزایش وزن بنه مادری موجب بهبود تعداد گل نیز می‌شود، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. محققان دیگر نیز اعلام کردند بنه‌های با وزن بیش از ۸ گرم نقش اصلی را در گلدهی ایفا می‌کنند (Azizi et al., 2008). گزارش‌های محققان دیگر نیز نتایج به‌دست‌آمده را تأیید می‌کنند (De Juan et al., 2003; Mashayekhi et al., 2006). دلیل افزایش عملکرد زعفران در صورت استفاده از بنه‌های درشت‌تر را می‌توان به تقسیم سلولی بیش‌تر و سریع‌تر و در نتیجه تسریع در وقوع مراحل فنولوژیکی تولید گل نسبت داد (Molina et al., 2004). کاربرد

گیاهان شاهد با بنه‌های بزرگ و کوچک به ترتیب پس از ۵۶/۵ و ۵۹ روز به گل نشستند و این طولانی‌ترین زمان برای شروع گلدهی بود (شکل ۳). درحالی‌که کاربرد GA_3 گلدهی حدود ۱۵ روز تسریع شد. جیبرلین با فعال کردن آنزیم‌های هیدرولیتیک (پروتازها و آلفا‌امیلاز)، ذخایر موجود در گیاه تجزیه و انرژی فعال متابولیکی برای رشد و نمو فراهم می‌شود و افزایش غلظت جیبرلین موجب افزایش فعالیت هورمون‌های فعال مؤثر در رشد و نمو و تسریع گلدهی می‌شود (Long et al., 2010). آغشته نمودن پیازهای درشت زعفران با جیبرلین، نشان داده است که با افزایش غلظت جیبرلین، گلدهی تسریع و تعداد و وزن گل‌ها در هر پیاز نیز افزایش می‌یابد (Chrunqoo & Farooq 1984). گزارش شده است که در اثر تیمار بنه‌ها با جیبرلین دوره خواب بنه‌های زعفران کاهش می‌یابد (Sadeghi, 1996). محققان گزارش کردند کاربرد خارجی BA موجب افزایش سایتوکینین‌های فعال درون‌زا و القای گلدهی شد (Letham, 2008; Matthew et al., 1994). سایتوکینین قادر به تسریع انتقال و جابه‌جایی مواد آلی و انتقال هیدرات‌های کربن در برگ‌ها به سمت اندام‌های زایشی است (Asthir et al., 1998; Arteca, 2000) کاربرد خارجی سایتوکینین‌ها با تحریک تقسیم سلولی در مریستم انتهایی و با انتقال هیدرات‌های کربن و اسیمیلاسیون از برگ‌ها می‌تواند بر گل‌آغازی و تسریع گلدهی مؤثر باشد. جیبرلین تشکیل و نمو گل را در بسیاری از گیاهان روز بلند و گیاهانی که نیاز به سرما دارند تحریک می‌کند (Arteca, 2000)؛ بنابراین جلو افتادن تاریخ گلدهی در تیمار جیبرلین و سایتوکینین قابل توجیه است.

وزن‌تر کلاه

طبق جدول تجزیه واریانس اثرات ساده کاربرد تنظیم‌کننده رشد گیاهی و اندازه بنه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، درحالی‌که اثر متقابل آن‌ها اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۲). کاربرد BA و

فتوستنتزی در بنه مادری زعفران است و مواد فتوستنتزی ذخیره شده در بنه جهت تشکیل بنه‌های جدید، آغازش و تکامل گل به اندام‌های گیاه منتقل می‌شود، به همین دلیل با افزایش وزن بنه، میزان عملکرد بیش‌تر و در پی آن وزن‌تر گل بیش‌تر قابل انتظار است. با خیساندن پیازهای لاله در جیبرلین به غلظت ۲۵۰-۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه گل بزرگ و وزن آن افزایش می‌یابد (Hanks, 1984). بنزیل‌آمینو پورین اولین نسل از سایتوکینین‌های مصنوعی است که در رشد و نمو گیاه، گلدهی و پرشدن میوه به وسیله تقسیم سلولی دخالت دارد (Zaferanchi et al., 2011). سایتوکینین‌ها دارای اثر بارز بر تحریک تقسیم سلولی و بزرگ شدن و انبساط سلولی دارند و بزرگ شدن سلول‌ها به دلیل جذب آب می‌باشد که علت آن کاهش پتانسیل اسمزی سلول است که از طریق تأثیر سایتوکینین بر تبدیل چربی‌ها به قندهای گلوکز و فروکتوز کاهش می‌یابد (Arteca, 2010; Taiz & Zeiger, 2000). کربوهیدرات‌ها نیز منبع اصلی تغذیه گل‌ها و منبع انرژی مورد نیاز برای تمامی فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه است (Teixcia & Jaime, 2003). سایتوکینین نیز سبب تولید، تجمع و انتقال هیدرات‌های کربن می‌شود (Asthir et al., 1998). می‌توان انتظار کاربرد محرک‌های رشد گیاهی همچون سایتوکینین و جیبرلین در زمان کاشت باعث بهبود صفات عملکردی گل زعفران همچون تعداد و وزن‌تر گل و همچنین آغاز گلدهی در زمان کوتاه‌تر شود.

آغاز گلدهی

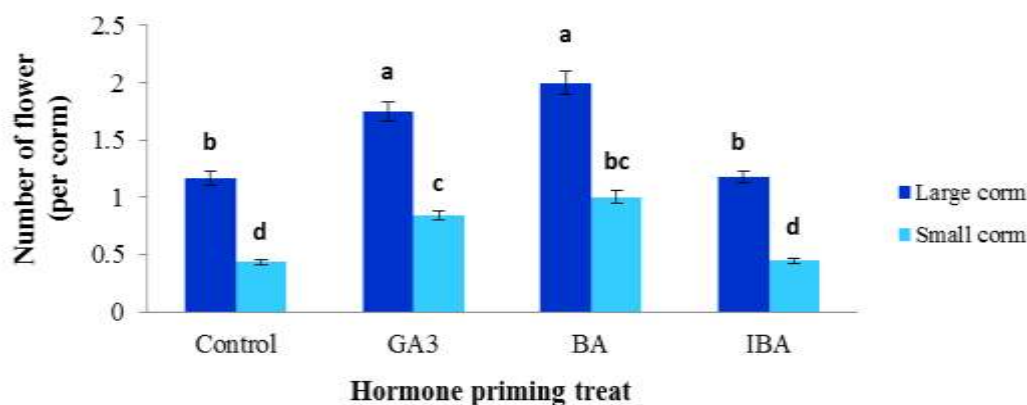
با توجه به اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس تنها اثر ساده کاربرد تنظیم‌کننده رشد گیاهی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر ساده برای اندازه بنه تأثیر معنی‌داری برای آغاز گلدهی نداشت (جدول ۳). GA_3 به‌عنوان مؤثرترین تنظیم‌کننده رشد گیاهی در زمان آغاز گلدهی در بنه بزرگ و کوچک به ترتیب با ۴۲ و ۴۳/۵ روز پس از کاشت شناخته شد.

کاربرد BA بیشترین تأثیر را در افزایش وزن خشک کلاله که مهم‌ترین جزء اقتصادی زعفران است داشت، به طوری که وزن خشک کلاله را در کورم بزرگ و کوچک به ترتیب با مقادیر ۵۵ و ۵۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. GA₃ نیز با BA اختلاف معنی‌دار نداشت و بر افزایش وزن خشک کلاله تأثیرگذار بود (شکل ۵). همچنین نتایج نشان‌دهنده برتری بنه بزرگ نسبت به بنه کوچک با اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بود (جدول ۳). در حضور سایتوکینین تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها انجام می‌شود و همچنین با افزایش کلروفیل، پلاست‌های بی‌رنگ تبدیل به کلروپلاست شده و فتوسنتز بهبود می‌یابد و از طرفی سایتوکینین قادر به تسریع انتقال و جابه‌جایی مواد آلی در برگ‌ها و بنه‌ها به سمت اندام‌های زایشی است (Arteca, 2000) به همین دلیل بهبود ظرفیت گلدهی و وزن تر گل و در نتیجه افزایش وزن تر کلاله انتظار می‌رود. تحقیقات نشان داده است تیمار بنه‌های زعفران با جیبرلین موجب افزایش محصول زعفران یعنی کلاله‌ها به میزان ۳۰-۵۰ درصد می‌شود (Amirghasemi, 2004)، که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

در بنه بزرگ به ترتیب با افزایش ۴۲٪ و ۳۶٪ نسبت به شاهد بیشترین تأثیر را در افزایش وزن تر کلاله داشت. همچنین در بنه کوچک نیز BA و GA₃ به ترتیب با افزایش ۳۷٪ و ۳۶٪ نسبت به شاهد بیشترین تأثیر را در افزایش وزن تر کلاله داشتند (شکل ۴). وزن بنه یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر میزان گلدهی و عملکرد زعفران است (Molina et al., 2005) از این رو افزایش وزن بنه مادری موجب بهبود عملکرد گل و کلاله نیز می‌شود. جیبرلین با تأثیر مستقیم بر رشد اندام هوایی و تأثیر غیر مستقیم بر رشد ریشه، موجب افزایش ماده خشک گیاهی می‌شود (Leite et al., 2003). در تیمار بنه‌های درشت زعفران با جیبرلین وزن گل‌ها افزایش یافت (Chrungoo & Farooq, 1984) که در نتیجه افزایش وزن کلاله نیز مورد انتظار است.

وزن خشک کلاله

تجزیه واریانس اثر تنظیم‌کننده رشد گیاهی و اندازه بنه بر وزن خشک کلاله نشان داد هریک از اثرات ساده کاربرد تنظیم‌کننده رشد گیاهی و اندازه بنه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید و اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۲).



شکل ۱- اثرات متقابل اندازه بنه و تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر تعداد گل زعفران

Figure 1- Interaction effects of corm size and plant growth regulators on the number of flower of saffron.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر اندازه بنه و کاربرد تنظیم کننده رشد گیاهی بر عملکرد گل و بنه زعفران
Table 2 - Variance analysis for the effect of corm size and the application of plant growth regulators on flower and corm yield in saffron

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات						
		تعداد گل Number of flower	وزن تر گل Fresh weight of flower	زمان گلدهی Start of flowering	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	تعداد بنه دختری Number of daughter corms	وزن بنه دختری Weight of daughter corms
تکرار Replication	3	0.583 ^{ns}	1577.125 ^{ns}	20.031 ^{ns}	45.114 [*]	0.335 ^{ns}	0.114 ^{ns}	0.017 ^{ns}
اندازه بنه Corm size (a)	1	55.125 ^{**}	233244.500 ^{**}	22.781 ^{ns}	750.781 ^{**}	55.651 ^{**}	38.281 ^{**}	5.865 ^{**}
تنظیم کننده رشد گیاهی Plant growth regulators (b)	3	8.500 ^{**}	57959.208 ^{**}	343.031 ^{**}	520.947 ^{**}	32.522 ^{**}	9.114 ^{**}	0.574 ^{**}
bsa	3	0.458 ^{ns}	7358.750 ^{**}	0.614 ^{ns}	25.614 ^{ns}	1.155 ^{ns}	0.447 ^{ns}	0.197 ^{**}
اشباه آزمایش Error	21	0.297	1328.244	17.031	11.186	0.510	0.281	0.009
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	16.78	9.51	8.38	9.53	11.92	12.20	12.12

ns* and **: not significant, significant at P ≤ 0.01 and P ≤ 0.05 respectively.
ns* و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال 1% و 5%.

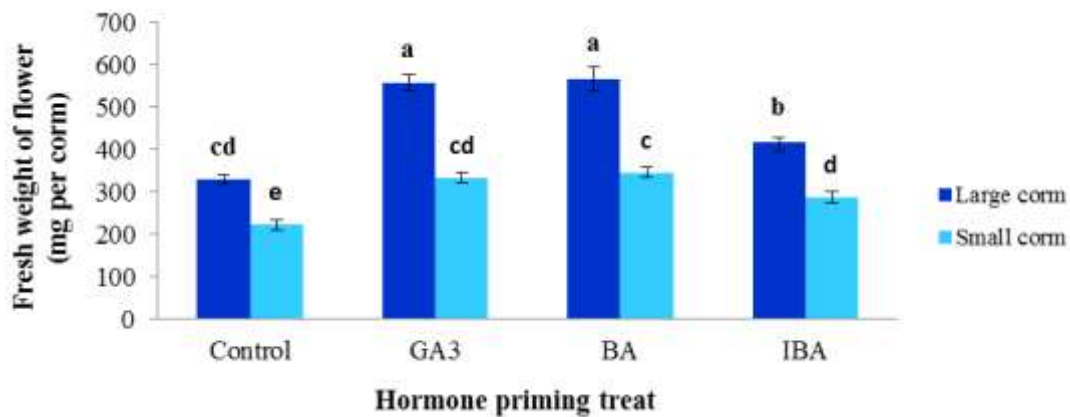
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده اندازه بنه و تنظیم کننده رشد گیاهی بر عملکرد گل و بنه زعفران

Table 3 – Mean comparison of simple effect of corm size and plant growth regulators on flower and corm yield in saffron

تیمار Treatment	تعداد گل Number of flower	زمان گلدهی Start of flowering (DAP)	وزن تر کلاله Wet weight of stigma (mg)	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma (mg)	تعداد بنه دختری Number of daughter corms
اندازه بنه					
Large corm 8-10 g	4.562 ^a	48.375 ^a	39.938 ^a	7.312 ^a	5.437 ^a
Small corm 3-5 g	1.937 ^b	50.063 ^a	30.250 ^b	4.675 ^b	3.250 ^b
تنظیم کننده رشد گیاهی					
Plant growth regulators					
Control شاهد	2.375 ^b	57.750 ^c	25.500 ^c	3.500 ^d	3.000 ^c
اسید جیبرلیک Gibberellic acid	3.875 ^a	42.750 ^a	40.375 ^a	7.212 ^b	5.000 ^a
سایتوکینین Cytokinin	4.375 ^a	45.750 ^a	43.000 ^a	7.987 ^a	5.375 ^a
اکسین Auxin	2.375 ^b	50.625 ^b	31.000 ^b	5.275 ^c	4.000 ^b

* میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD محافظت شده هستند ($P \leq 0.05$).

* The means within each column by the different letter are significantly different based on LSD test ($P \leq 0.05$).



شکل ۲- اثرات متقابل اندازه بنه و تنظیم کننده رشد گیاهی بر وزن تر گل

Figure 2- Interaction effects of corm size and plant growth regulators on the fresh weight of flower.

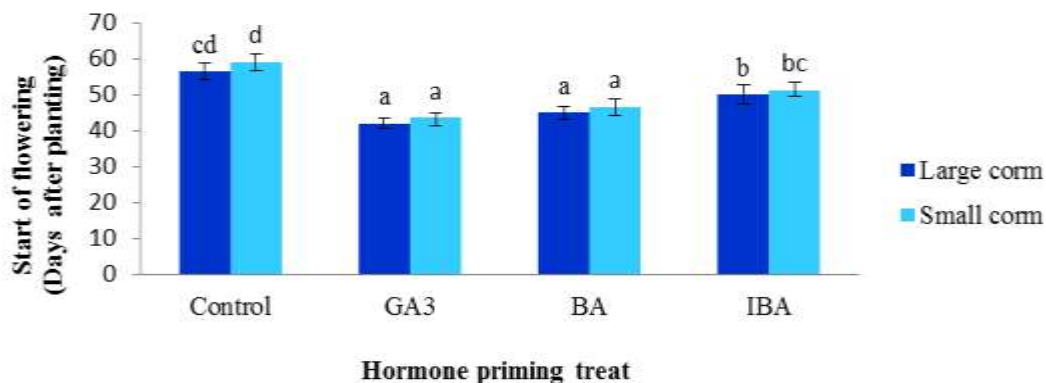
اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر ساده اندازه بنه نشان داد با افزایش اندازه بنه مادری تعداد بنه‌های دختری تشکیل شده به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ افزایش یافت. با توجه به مقایسه میانگین اثر ساده تنظیم کننده رشد گیاهی بیش‌ترین تعداد بنه دختری در کاربرد تیمارهای BA

تعداد بنه‌های دختری

کاربرد تنظیم کننده رشد گیاهی سایتوکینین و اندازه بنه بزرگ بر تعداد بنه‌های دختری تأثیرگذار بود. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده کاربرد تنظیم کننده رشد گیاهی و اندازه بنه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، درحالی‌که اثر متقابل آن‌ها

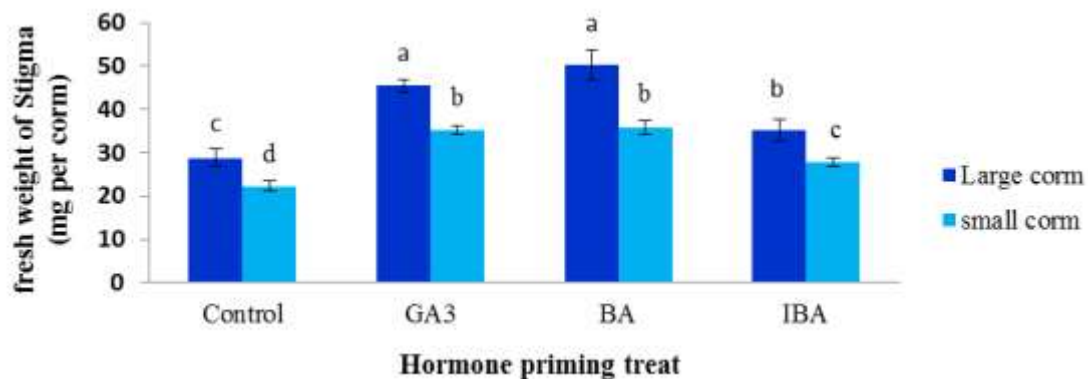
بنه‌های دختری را بهبود بخشد به طوری که کاربرد سایتوکینین با تأثیر بر تقسیم سلولی، اندازه و همچنین با تحریک رشد جوانه جانبی تعداد بنه‌های دختری را افزایش می‌دهد.

تولید شد (جدول ۳). شکل ۶ نشان‌دهنده برتری کاربرد سایتوکینین بر شاهد است به طوری که تیمار سایتوکینین در بنه بزرگ و کوچک به ترتیب ۶/۵ و ۴/۲۵ و شاهد به ترتیب ۳/۷۵ و ۲/۲۵ بنه دختری در بوته تولید کرد. سایتوکینین می‌تواند رشد



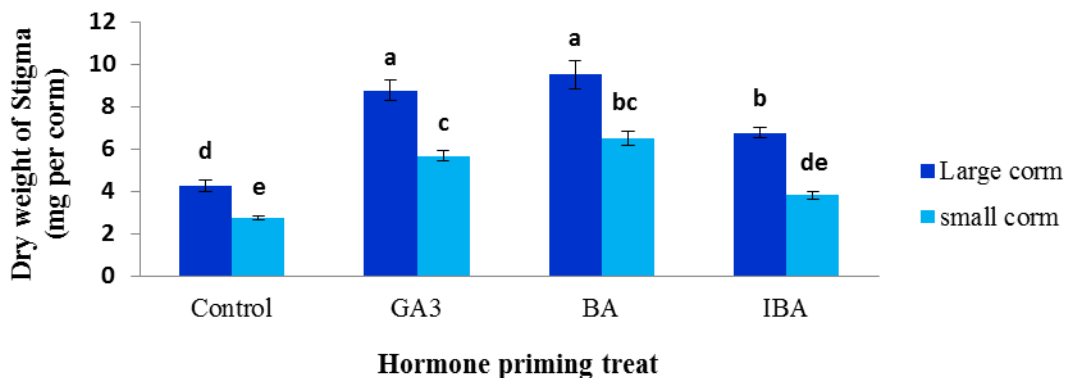
شکل ۳- اثرات متقابل اندازه بانه و تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر زمان آغاز گلدهی

Figure 3- Interaction effects of corm size and plant growth regulators on the start of flowering.



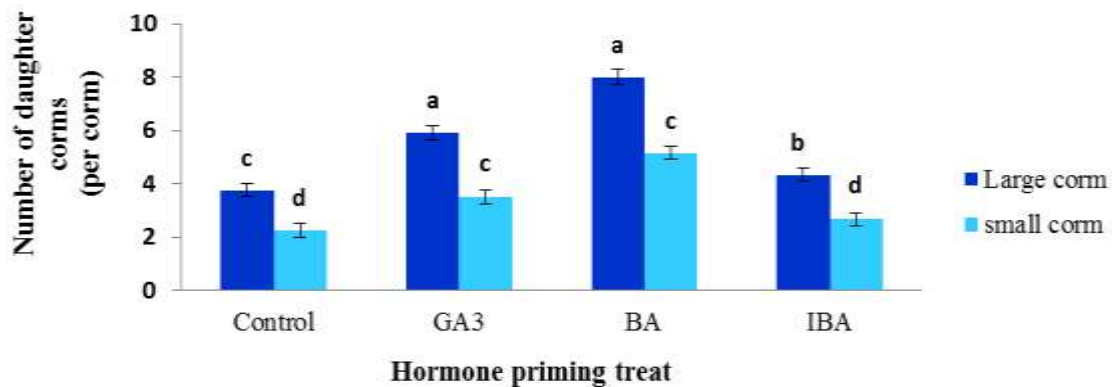
شکل ۴- اثرات متقابل اندازه بانه و تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر وزن تر کلاله

Figure 4- Interaction effects of corm size and plant growth regulators on the fresh weight of stigma.



شکل ۵- اثرات متقابل اندازه بانه و تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر وزن خشک کلاله

Figure 5- Interaction effects of corm size and plant growth regulators on the dry weight of stigma.



شکل ۶- اثرات متقابل اندازه بنه و تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر تعداد بنه‌های دختری در گیاه زعفران

Figure 6- Interaction effects of corm size and plant growth regulators on the number of daughter corms in saffron plant.

سال دوم افزایش می‌دهند و این یافته با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد. از این رو بنه‌های درشت از طریق تولید تعداد بنه بیش‌تر و درشت‌تر، ظرفیت گل‌آوری و عملکرد مزرعه را برای سال دوم و سوم نیز به میزان قابل‌توجهی افزایش می‌دهند. محققان دیگر نیز این نتایج را خاطر نشان کردند (Koocheki et al., 2006; Molina et al., 2005). تیمار بنه‌های زعفران با جیبرلین موجب بزرگ‌شدن بنه‌ها در گیاه زعفران می‌شود (Greenberg-Kaslasi, 1991). در نتایج دیگر نیز گزارش شده است کاربرد بیرونی GA_3 در گل مریم^۱ که مانند زعفران یک گیاه پیازی است موجب افزایش وزن قابل‌توجه پیازهای دختری نسبت به تیمار شاهد شده است (Mortezaejzhad & Etemadi, 2010). با توجه به نتایج تحقیقات فوق که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد کاربرد جیبرلین در بنه‌های بزرگ منجر به تولید بنه‌های دختری بزرگ‌تر در سال اول و رسیدن به عملکرد بهتر در سال‌های بعد خواهد شد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد کاربرد بنه‌های مادری با وزن بیش از ۸ گرم به همراه پرایمینگ هورمونی آن‌ها با استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تأثیر مثبتی بر عملکرد گل و بنه

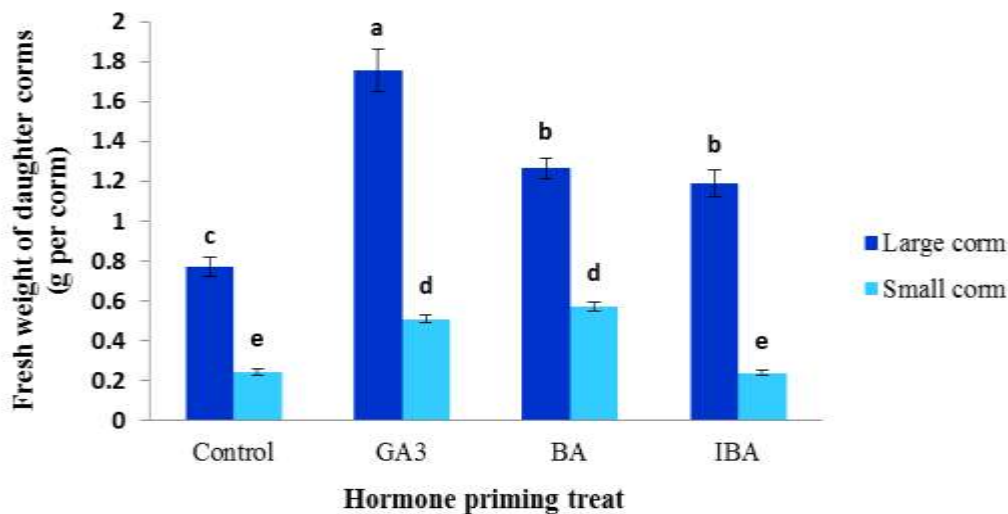
با افزایش اندازه بنه مادری، سطح برگ و تولید ماده خشک زعفران در طی دوره رشد افزایش یافته و منجر به تولید بنه‌های دختری بزرگ‌تر و بیش‌تر در انتهای فصل رشد می‌شود (Koocheki et al., 2007) و بنه‌های دختری مسئول شکل‌گیری رشد زایشی و عملکرد در فصل بعد هستند (Renau et al., 2012)، در نتیجه با کاربرد سایتوکینین به همراه بنه مادری بزرگ تعداد بنه دختری افزایش یافته و در نهایت عملکرد زعفران در سال‌های بعد نیز افزایش می‌یابد.

وزن بنه‌های دختری

تجزیه واریانس داده‌ها برای وزن بنه‌های دختری نشان داد علاوه بر اثرات ساده کاربرد تنظیم‌کننده رشد گیاهی و اندازه بنه اثر متقابل این دو نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد پرایمینگ بنه‌های مادری بزرگ با GA_3 تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر افزایش وزن بنه‌های دختری تولید شده دارد (شکل ۷). به طوری که وزن بنه‌های دختری نسبت به شاهد ۵۶٪ افزایش داشت. مطابق گزارش امیدبیگی (Omidbaigi, 2005) کشت بنه‌های درشت از طریق افزایش رشد رویشی و با فراهم کردن مواد فتوسنتزی و انتقال این مواد به بنه‌های دختری سبب رشد بیش‌تر این بنه‌ها شده و با تولید بنه‌های دختری بزرگ‌تر و بیش‌تر محصول را در

دختری داشت. GA_3 نیز با افزایش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز و تجزیه نشاسته به قند گلدی را تسریع کرد و باعث افزایش قابل توجه وزن بنه‌های دختری شد و این پیازهای درشت‌تر، اساس رشد و عملکرد در سال‌های بعد هستند. IBA نیز تأثیر چشم‌گیری بر بهبود صفات اندازه‌گیری نداشت.

زعفران داشت. اختلاف معنی‌دار کاربرد بنه بزرگ و بنه کوچک نشان می‌دهد عملکرد بنه مادری به‌طور مستقیم بر عملکرد زعفران مؤثر واقع می‌شود. در میان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مورد استفاده BA با تحریک تقسیم سلولی، بهبود فتوسنتز و تولید، تجمع و انتقال هیدرات‌های کربن بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش تعداد و وزن تر گل، وزن تر و خشک کلاله و تعداد بنه



شکل ۷- اثرات متقابل اندازه بنه و تنظیم‌کننده رشد گیاهی بر وزن بنه‌های دختری در گیاه زعفران

Figure 7- Interaction effects of corm size and plant growth regulators on the weight of daughter corms in saffron plant.

کاشت که منجر به بهبود متابولیسم و فتوسنتز گیاه می‌شود، می‌توان افزایش عملکرد زعفران در سال اول را انتظار داشت.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از بنه‌های با وزن تقریبی بیش از ۸ گرم که اندوخته غذایی بیش‌تری دارند توأم با کاربرد محرک‌های رشد گیاهی هم‌چون GA_3 و BA در زمان

منابع

- Amirghasemi, T. 2004. Saffron, Red Gold of Iran. Nashr- Ayandegan Publication. 112 pp. (In Persian).
- Amirshakari, H., Sorouszadeh, A., Modares Sanavi, A., and Jalali Joran, M. 2006. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Biology 19 (1): 5-18. (In Persian with English Summary).
- Arteca, R.N. 2000. Plant Growth Sustances Principles and Application. Translated by: Fathi, G. and Esmailpour, B. Publications University of Mashhad. 72: 161-162.
- Asthir, B., Kaur, A., and Basra, A.S. 1998. Do phytohormones influence the uptake and metabolism of sucrose in spikelets of wheat? Phyton Horn 38: 293-299.
- Azizbikova, N.S.H., and Milaeva, E.L. 1978. Saffron Cultivation in Azerbaijan. In: Negbi.

- M.(ed). *Crocus Sativus* L. Harwood Academic Publishers. Australia. p. 63-71.
- Azizi-Zehan, A.A., Kamgar-Haghighi, A.A., and Sepaskhah, A.R. 2008. Crop and pan coefficients for saffron in a Semi-arid region of Iran. *Journal of Arid Environments* 72: 270-278.
- Behdani, M.A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Jami Al-Ahmadi, M. 2008. Agroecological zoning and potential yield of saffron in Khorasan-Iran. *Journal of Biological Sciences* 8 (2): 298-305. (In Persian with English Summary).
- Chungoo, N.K., and Farooq, S. 1984. Influence of GA and NAA on the yield and growth of saffron. *Indian Journal of Plant Physiology* 27: 201-205.
- Davis, P.J. 1988. *Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development*. Kluwer Academic Publishers. 432 pp.
- De Juan, A., Moya, A., Lopez, S., Botella, O., Lopez, H., and Munoz, R. 2003. Influence of the corm size and the density of plantation in the yield and the quality of the production of corms of *Crocus sativus* L. *ITEA* 99: 169-180.
- Dhua, R.S., Ghosh, S.K., Mitra, S.K., Yadav, L.P., and Bose, T.K. 2005. Effect of bulb size, temperature treatment of bulbs and chemicals on growth and flower production in tuberose. *Acta Horticulture* 205: 121-128.
- Greenberg-Kaslasi, D. 1991. Vegetative and reproductive development in the saffron corms (*Crocus Sativus* L.). M.Sc Thesis, The Hebrew University of Jerusalem.
- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G., 2008. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. *Journal Science Food Agriculture* 88: 1144-1150.
- Hanks, G.R. 1984. Factors affecting the response of tulips to gibberlin. *Scientia Horticulturae* 23: 3-390.
- Koocheki, A. 2013. Research on production of Saffron in Iran: Past trend and future prospects. *Saffron Agronomy & Technology* 1 (1): 3-21. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Ganjeali, A., and Abbassi, F. 2007. The effect of duration and condition of incubation, weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal Field Crops Research* 4: 315-331. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Nassiri, M., and Behdani, M.A. 2006. Agronomic attributes of saffron yield at agroecosystems scale in Iran. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology*. Mashhad, Iran, 28-30 October 2006, p. 33-40.
- Leite, V.M., Rosolem, C.A., and Rodrigues, J.D. 2003. Gibberlin and Cytokinin effects on soybean growth. *Scientia Agricola* 60: 537-541.
- Letham, D.S. 1994. Cytokinins as phytohormones-sites of biosynthesis, translocation, and function of translocated cytokinin. In: Mok, D.W.S., Mok, M.C. (eds) *Cytokinins: Chemistry, Activity, and Function*. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 57-80.
- Long, R.L., Williams, K., Griffiths, E.M., Flematti, G.R., Merritt, D.J., Stevens, J.C., Turner, S.R., Powles, S.B., and Dixon, K.W. 2010. Prior hydration of *Brassica tournefortii* seeds reduces the stimulatory effect of karrikinolide on germination and increases seed sensitivity to abscisic acid. *Annals of Botany* 105: 1063-1070.
- Mashayekhi, K., Soltani, A., and Kamkar, B. 2006. The relationship between corm weight and total flower and leaf numbers in saffron. In *proceedings 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology*, 28-30th October 2006, Mashhad, Iran, p. 93-96.

- Matthew, G., Blanchard, M., Erik, and Runkle, S. 2008. Benzyladenine Promotes Flowering in *Doritaenopsis* and *Phalaenopsis* orchids. *Journal of Plant Growth Regulation* 27:141–150.
- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola J.L., and Garcia-Luice, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia Horticulturae* 103: 361-379
- Mortezainejzhad, F., and Etemadi, N. 2010. Effect of gibberellic acid on the quality of flowers and flowering *Salvia* (*Polianthes tuberosa* L.). *Journal of New Agricultural Science* 6 (18): 89-96. (In Persian).
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 5: 155-166. (In Persian with English Summary).
- Omidbaigi, R. 2005. Effect of corms weight on quality of saffron (*Crocus sativus* L.) *Indian Journal of Natural Products and Resources* 4 (3): 193-194.
- Perme, Z., Mohebi, R., Nabizade, A., and Hosseini, M.A. 2010. Export capacity and target bazaars of Iranian saffron. *Journal of Stound Research of Economics* 51: 59-95.
- Renau-Morata, B., Nebauer, S.G., Sánchez, M., and Molina, R.V. 2012. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Indian Crop Product* 39: 40-46.
- Sadeghi, B. 1996. effect of warehousing and planting dates on flowering corms of saffron. Iranian Research Organization for Science and Technology, Khorasan Institute.
- Setia, N., Sangeetha, R., Setia, R.C., and Malik, C.P. 1993. Alterations in growth and yield componse to foliar application of naphthyl acetic acid (NAA). *Indian Journal Plant physiology* 1: 47-52.
- Sheibani, M., Nemati, S., Davarinejad, G., Azghandi, A., and Habashi, A. 2007. Induction of somatic embryogenesis in saffron using thidiazuron (TDZ). *Acta Horticulturae* 10 (20): 3564-3570.
- Taiz, L., and Zeiger, E. 2010. *Plant Physiology*, Fifth edition. Translated by: Kafii, M., Zand, E., Kamkar, B., Abasi, F., Mahdavi, M. Publications University of Mashhad. p: 337, 347, 368, 381, 383.
- Teixcia, D.S., and Jaime, A. 2003. The cut flower, postharvest condition. *Biological Science Journal* 3: 406-442.
- Zaferanchi, S., Safari, M., Safari, V., and Mohamadinejad, G. 2011. The effect of plant growth regulators, naphthalene acetic acid and benzyl amino purine and performance characteristics of four genotypes of sesame. *Journal of Crop Production in Environmental stress* (2): 49-62.

The Effect of hormone priming and corm weight on the yield of flowers and characteristics of daughter corms of saffron in the first year

Marjan Sadat Hoseinifard¹, Majid Ghorbani Javid^{2}, Iraj Allahdadi³ and Elias Soltani²*

Submitted: 30 September 2016

Accepted: 28 January 2017

Hoseinifard, M.S., Ghorbani Javid, M., Allahdadi, I., and Soltani, E. 2018. The Effect of hormone priming and corm weight on the yield of flowers and characteristics of daughter corms of saffron in the first year. *Saffron Agronomy & Technology* 6(1): 3-15.

Abstract

Saffron is one of the most important crops and medicinal plants in Iran and plays an important role in non-oil exports of the country. Although Iran has the largest area under cultivation of saffron, its yield is low compared with global production. The main objective of this study is to investigate the yield of flowers and quantitative characteristics of daughter corms under the effects of application of plant growth regulators priming and two different corm sizes. A factorial experiment arrangement in RCBD with four replications was conducted, under the terms of pot at the College of Abouraihan-University of Tehran, Iran during 2015. Small (3-5g) and large (8-10g) mother corm sizes were hormonal priming by gibberellic acid (GA₃), cytokinin (BA), auxin (IBA) with 250 ppm concentration and before cultivation. The start of flowering, number and flowers yield, fresh weight of flower, fresh and dry weight of stigma, number and weight of daughter corms per mother corms were measured. The results showed that in all traits except the start of flowering large corms weighing of 8 to 10 g were cultivated in comparison with small corms and this was significant at the 1% level. Application of cytokinins hormone in comparison with control for all traits except the start of flowering and weight of daughter corms showed a significant difference at 1%. Application of gibberellic acid hormone treatment also accelerated flowering. In addition, it increased the weight of daughter corms by 56% in large mother corms compared to control and this had a significant difference from control at 1%. Auxin (IBA) in the number of flowers had no significant difference with control and also in other traits, although IBA was better than control, with both BA and GA₃ treatments had a significant difference. The results indicated that the use of large mother corms with hormonal priming with BA and GA₃ will improve flower and corm yield in the first year.

Keywords: Corm weight, Cytokinin, Gibberellic acid, Stigma, Yield

1- MSc student, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Abouraihan, University of Tehran.

2-Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Abouraihan, University of Tehran.

3-Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, College of Abouraihan, University of Tehran.

(*-Corresponding author Email: mjavid@ut.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2017.62317.1196