

بررسی تنوع صفات مورفولوژیکی و میزان پیکروکروسئین در ژنوتیپ‌های مختلف زعفران (*Crocus sativus* L.)

بنفشه قوامی^۱، حسین زینلی^{۲*}، محمود خسرو شاهلی^۳ و سعید دوازده‌امامی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲- نویسنده مسئول، استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، پست الکترونیک: hoszeinali@yahoo.com

۳- استاد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۴- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۲

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۱

چکیده

زعفران (*Crocus sativus* L.) از مهمترین گیاهان دارویی و گران‌ترین ادویه جهان می‌باشد. این تحقیق به منظور بررسی تنوع صفات مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های زعفران جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان انجام شد. تعداد ۲۷ ژنوتیپ در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و در ردیف‌هایی با فاصله ۳۰ سانتی‌متر کشت گردیدند. صفات عملکرد کلالة خشک، وزن تر گل، تعداد گل در مترمربع، تعداد روز تا ظهور اولین گل، ارتفاع گیاه در زمان گلدهی، طول دوره گلدهی و میزان جذب پیکروکروسئین اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بسیار معنی‌داری ($P < 0.01$) بین ژنوتیپ‌ها برای همه صفات وجود داشت. مقایسه میانگین صفات نشان داد که ژنوتیپ همدان بیشترین و ژنوتیپ‌های قائن و بشرویه کمترین تعداد روز تا ظهور اولین گل را به خود اختصاص دادند. دامنه تغییرات میزان جذب پیکروکروسئین از ۰/۴۲۵ تا ۰/۶۸۱ نانومتر متغیر بود. ژنوتیپ‌های نیشابور (خوجان) به ترتیب بیشترین و اصفهان کمترین میزان عملکرد کلالة خشک را داشتند. همچنین، ژنوتیپ نیشابور (خوجان) بیشترین تعداد گل در مترمربع را نیز به خود اختصاص داد. براساس تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها در ۷ گروه مختلف قرار گرفتند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه ششم دارای ویژگی‌های مطلوبی از نظر تعداد روز تا ظهور اولین گل، عملکرد کلالة، وزن تر گل، تعداد گل و طول دوره گلدهی می‌باشند. بر همین اساس، همه ژنوتیپ‌های قرار گرفته در این گروه جزء ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی از نظر صفات مهم زراعی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی زعفران وجود دارد که احتمالاً ناشی از متنوع بودن اجداد و یا پدیده جهش بوده‌است. همچنین، تنوع مورفولوژیکی ژنوتیپ‌ها از تنوع جغرافیایی تبعیت نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: زعفران (*Crocus sativus* L.)، تجزیه خوشه‌ای، پیکروکروسئین.

مقدمه

جنس زعفران (*Crocus*) متعلق به خانواده زنبقی‌ها (ایریداسه) است. گیاه *Crocus sativus* L. گیاهی پایا، چندساله، به ارتفاع ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر و بدون کرک است. برگ‌های آن به تعداد ۶ تا ۱۰ عدد ایستاده است. گل زعفران به تعداد ۱ تا ۲ عدد به رنگ بنفش و نسبتاً بزرگ است (Wendelbo & Mathew, 1975). هم‌اکنون زعفران گران‌ترین ادویه دنیاست و ایران مهم‌ترین تولیدکننده این محصول می‌باشد. اهمیت زعفران در ایران از جنبه‌های گوناگونی نظیر: نیاز اندک به آب (در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی)، از نظر اجتماعی و سیاسی (اشتغال‌زایی و جلوگیری از مهاجرت روستاییان و ارتزاق بیش از ۴۰۰ هزار نفر) و از لحاظ توسعه صادرات غیرنفتی (با توجه به سیاست دولت مبنی بر افزایش صادرات غیرنفتی) قابل بررسی می‌باشد. دیگر کشورهای تولیدکننده زعفران عبارتند از: هندوستان، یونان، آذربایجان، اسپانیا، مراکش و ایتالیا می‌باشند (کافی، ۱۳۸۱؛ سابقی، ۱۳۸۴؛ فرشادفر، ۱۳۷۸). در ایران زعفران در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی، فارس، کرمان و یزد کشت می‌شود (سابقی، ۱۳۸۴).

از زعفران به‌عنوان ماده طعم‌دهنده استفاده می‌شود. این گیاه به‌عنوان آرامش‌بخش و ضد اسپاسم مورد مصرف قرار می‌گیرد (زرگری، ۱۳۷۵). این گیاه دارای خواص دارویی متعددی از جمله: درمان فشار خون، کاهش کلسترول، درمان کم‌خونی و ضدتومور می‌باشد (Nair et al., 1993).

تفاوت مشاهده شده در صفات ظاهری مختلف گیاهان در تنوع فنوتیپی گفته می‌شود. توجه به مقدار تنوع دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای در اصلاح نباتات است، زیرا مبنای انتخاب مؤثر ارقام را فراهم می‌آورد. این تنوع از تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی ناشی می‌گردد (فرشادفر، ۱۳۷۶).

اولین مرحله در هر برنامه اصلاحی تشخیص و شناسایی گیاهانی است که تنوع را برای صفت یا صفات

مورد علاقه اصلاحگر نشان می‌دهد. فقدان تنوع ژنتیکی، آسیب‌پذیری ژنتیکی ارقام گونه‌های گیاهی در مقابل عوامل نامساعد محیطی را افزایش می‌دهد (فارسی و باقری، ۱۳۷۷). صبورا (۱۳۸۱) با بررسی تنوع آیزوزایمی پروتئینی و فلاونوئیدی زعفران‌های ایران گزارش نموده‌است که تنوع میان و درون گونه‌ای در ۲۳ جمعیت از گونه‌های مختلف زعفران وجود دارد. کیفی (۱۳۸۶) با بررسی ۲۴ ژنوتیپ وحشی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور و ۶ کلون زراعی از استان خراسان، گلستان و فارس با استفاده از نشانگرهای مولکولی SRAP و RAPD گزارش نموده که کلن‌های زراعی رایج در ایران همگی یک جد واحد نداشته بلکه از اجداد متفاوت حاصل شده و دارای تنوع ژنتیکی می‌باشند.

تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی یکی از اساسی‌ترین مراحل در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد، چون امکان طبقه‌بندی دقیق نمونه‌های تحت ارزیابی را فراهم کرده و اصلاحگر را در تشخیص مواد ژنتیکی مورد نیاز خود برای اجرای برنامه‌های بعدی و پیشبرد سریعتر اهداف اصلاحی یاری نموده‌است (Mohammadi & Prasanna, 2003). این تحقیق به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی کلن‌های زعفران جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور به منظور ارزیابی صفات و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر طراحی گردید.

مواد و روشها

در این تحقیق ۲۷ ژنوتیپ زعفران جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان کشت و ارزیابی شدند. ابعاد هر کرت ۳×۴ متر و پیازها در ۱۲ ردیف به طول ۳ متر در هر کرت کشت شدند. فاصله ردیف‌ها و بین بوته‌ها در هر کرت به ترتیب ۳۰ و ۵ سانتی‌متر بود. آبیاری به صورت غرقابی و در پاییز و جین علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام گردید.

$$V_p = VG + VE$$

$$PCV = \frac{\sqrt{P}}{x} \times 100$$

$$GCV = \frac{\sqrt{G}}{x} \times 100$$

در این فرمول V_e : واریانس محیطی، V_g : واریانس ژنتیکی، V_p : واریانس فنوتیپی، M_{se} : میانگین مربعات خطای آزمایش، M_{sg} : میانگین مربعات ژنوتیپها (تیمار)، PCV : ضریب تغییرات فنوتیپی و GCV : ضریب تغییرات ژنوتیپی می‌باشند.

برآورد وراثت‌پذیری صفات نیز از طریق فرمول زیر انجام شد (Hallurer & Miranda Filho, 1988).

در این فرمول $\sigma^2 g$ برآوردی از واریانس ژنتیکی و $\sigma^2 c$ برآورد واریانس خطا در جدول تجزیه واریانس و h^2 وراثت‌پذیری عمومی صفت می‌باشد.

$$h^2 = \frac{\sigma^2 g}{\sigma^2 g + \frac{\sigma^2 c}{r}}$$

نتایج

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات

نتایج تجزیه واریانس صفات در جدول ۲ نشان داد که اختلاف ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای همه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد که بیانگر وجود تنوع گسترده برای صفات مورد مطالعه در این ژنوتیپ‌ها می‌باشد. مقایسه میانگین صفات بین ژنوتیپ‌ها در جدول ۳ نشان داد که ژنوتیپ یک بیشترین و ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۲۲ کمترین تعداد روز تا ظهور اولین گل را به خود اختصاص دادند. دامنه تغییرات تعداد گل در مترمربع در بین ژنوتیپ‌ها از ۱۶ در ژنوتیپ ۱۹ از اصفهان تا

صفات مورد مطالعه شامل تعداد گل در مترمربع، وزن تر گل در مترمربع، عملکرد کلالة خشک در مترمربع، ارتفاع گیاه در زمان گلدهی، تعداد روز تا گلدهی، طول دوره گلدهی و میزان جذب پیکروکروستین اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پیکروکروستین از روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۲۵۷ نانومتر استفاده شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۳؛ ISO, 1993). برای محاسبه تعداد گل در مترمربع هر روز گل‌های هر مترمربع را شمارش نموده و اعداد یادداشت شدند و در پایان تعداد گل‌ها در طول دوره گلدهی جمع شد. برای محاسبه عملکرد کلالة خشک در مترمربع بعد از اینکه کلالة‌های تر هر مترمربع خشک شدند با ترازوی ۰/۰۰۱ گرم توزین و وزن آنها یادداشت شد. ارتفاع گیاه در زمان گلدهی با اندازه‌گیری ارتفاع گیاه از ابتدای ساقه تا بالای گل محاسبه شد. برای محاسبه وزن تر گل در هر مترمربع هر روز گل‌های هر مترمربع را جمع‌آوری نموده و با ترازوی دقیق تا ۰/۰۰۱ توزین و یادداشت شد. طول دوره گلدهی با شمارش روزها از اولین روز تا آخرین روز گلدهی محاسبه شد.

صفات مورد بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و با استفاده از آزمون دانکن، مقایسه میانگین صفات در بین ژنوتیپ‌ها بررسی شد. اجزای واریانس محیطی و ژنتیکی براساس امید ریاضی میانگین مربعات برآورد گردیدند. ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی به ترتیب به صورت نسبت انحراف معیار فنوتیپی و ژنتیکی به میانگین هر صفت محاسبه گردید (Nair et al., 1993).

$$V_e = \frac{Mse}{r}$$

$$V_g = \frac{Msg - Mse}{r}$$

جدول ۱- شماره ژنوتیپ و محل جمع آوری

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه زعفران

شماره ژنوتیپ	محل جمع آوری
۱	همدان
۲	نیشابور بخش میان جلگه (روستای گلگوی سفلی)
۳	نیشابور (روستای زیرجان)
۴	نیشابور (خوجان)
۵	نطنز (قیبد)
۶	سبزوار (روستای حسن آباد)
۷	فیض آباد مشهد
۸	فیض آباد مشهد
۹	نطنز باغستان پایین
۱۰	خواف خراسان رضوی
۱۱	تایباد
۱۲	ترت جام
۱۳	کاشان، مشهد، اردهال (روستای علوی)
۱۴	گناباد
۱۵	ترت حیدریه
۱۶	مهدیه (بیرجند)
۱۷	یزد
۱۸	شیراز (اصطهبانات)
۱۹	اصفهان
۲۰	کاشمر (بردسکن)
۲۱	قائن
۲۲	بشروه
۲۳	فردوس
۲۴	طرقرود (نطنز)
۲۵	بجنورد
۲۶	یزد (طبین)
۲۷	یزد (مهاباد)

۶۶/۶۶ در ژنوتیپ ۱ از همدان متغیر بود. بیشترین طول دوره گلدهی در ژنوتیپ ۴ از نیشابور و کمترین آن در ژنوتیپ ۱۹ از اصفهان دیده شد. بیشترین وزن تر گل در مترمربع متعلق به ژنوتیپ شماره ۴ از نیشابور و کمترین آن متعلق به ژنوتیپ شماره ۱۹ از اصفهان بود. دامنه تغییرات میزان جذب پیکروکروسئین از ۰/۴۲۵ تا ۰/۶۸۱ نانومتر متغیر بود. ژنوتیپ ۲۱ از قائن بیشترین و ژنوتیپ ۵ از نطنز کمترین ارتفاع گیاه را در زمان گلدهی به خودشان اختصاص دادند. بیشترین میزان عملکرد کلاله خشک در مترمربع متعلق به ژنوتیپ شماره ۴ و کمترین میزان عملکرد کلاله خشک متعلق به ژنوتیپ ۱۹ بود.

برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع و قابلیت توارث نتایج برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و قابلیت توارث صفات اندازه گیری شده در جدول ۵ آمده است. به طوری که ملاحظه می شود ضرایب تنوع ژنتیکی برای صفات عملکرد کلاله در مترمربع، وزن تر گل و تعداد گل در مترمربع بالاتر از بقیه صفات و به ترتیب برابر با ۴۹/۶۶، ۵۰/۲۳ و ۵۱/۱۰ بود که نشان دهنده وجود تنوع بالا در بین نمونه های مورد مطالعه برای این صفات می باشد. ضرایب تنوع ژنتیکی برای صفات طول دوره گلدهی و میزان جذب پیکروکروسئین به ترتیب ۱۰/۱۴۳ و ۱۲/۴۴۸ بود که حکایت از تنوع خوب برای این صفات دارد. صفات میزان جذب پیکروکروسئین، تعداد روز تا ظهور اولین گل، تعداد گل در مترمربع و عملکرد کلاله خشک در مترمربع از قابلیت توارث بالایی بین ۷۵ تا ۹۰ برخوردار بودند. قابلیت توارث عمومی برای ارتفاع گیاه در زمان گلدهی برابر با ۵۳٪ و طول دوره گلدهی برابر با ۳۸/۱۱۸٪ بود. این نتایج نشان می دهد که بازده ناشی از انتخاب برای بیشتر این صفات در برنامه های اصلاحی مثبت خواهد بود.

تجزیه خوشه‌ای

یکی از کاربردهای تجزیه خوشه‌ای تعیین فاصله ژنتیکی میان گروه‌هاست (فرشادفر، ۱۳۷۸). در این آزمایش بیشترین فاصله ژنتیکی میان ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۵ بدست آمد. با توجه به حداکثر فاصله ژنتیکی از همدیگر انتظار می‌رود با انجام تلاقی بین این دو ژنوتیپ حداکثر هتروزیس ایجاد شده و از نتایج آن به‌عنوان مواد اولیه خام برای اصلاح ارقام یا جمعیت جدید استفاده نمود (فرشادفر، ۱۳۷۸). همچنین کمترین فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های شماره ۱۰ و ۱۹ بدست آمد. براساس تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها در ۷ گروه مختلف قرار گرفتند (شکل ۱). خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های ۱۸، ۱۹، ۲۵، ۱۷، ۱۵، ۱۴، ۱۰ و ۸، خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۲۰، خوشه سوم شامل ژنوتیپ‌های ۲۴، ۲۶، ۲۳، ۲۲ و ۲۷، خوشه چهارم شامل ژنوتیپ‌های ۱۲، ۱۳، ۵ و ۷، خوشه پنجم شامل ژنوتیپ ۱۶، خوشه ششم شامل ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۶ و ۱۱ و خوشه هفتم شامل ژنوتیپ ۹ بود (شکل ۱). نتایج مربوط به تجزیه واریانس و مقایسه میانگین در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای

(جدول ۴) نشان داد که میانگین مربعات بین گروه‌ها از نظر کلیه صفات معنی‌دار می‌باشد. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در خوشه ششم از نظر صفاتی مانند تعداد روز تا ظهور اولین گل، عملکرد کلالة خشک در مترمربع، وزن تر گل در مترمربع، طول دوره گلدهی و تعداد گل در این گروه نسبت به سایر گروه‌ها برتر بودند. ژنوتیپ ۴ در این گروه از نظر صفاتی مانند وزن تر گل، عملکرد کلالة خشک و تعداد گل در مترمربع از سایر ژنوتیپ‌ها برتر بود. همچنین ژنوتیپ ۹ متعلق به خوشه هفتم از نظر صفاتی نظیر عملکرد کلالة خشک در مترمربع، وزن تر گل و تعداد گل در مترمربع در سطح بالایی قرار داشت. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه‌های ۱ و ۵ میزان وزن تر گل در مترمربع کمتری را نسبت به سایر گروه‌ها داشتند و از بین این ژنوتیپ‌ها ژنوتیپ ۱۹ از گروه یک کمترین میزان وزن تر گل در مترمربع را داشت. ژنوتیپ‌های گروه دوم بیشترین ارتفاع را در زمان گلدهی داشتند که ژنوتیپ ۲۱ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بود. ژنوتیپ‌های گروه سوم از نظر میزان جذب پیکروکروستین نسبت به سایر گروه‌ها برتر بودند.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مختلف زعفران

صفات (میانگین مربعات MS)								منابع تنوع
پیکروکروستین	تعداد گل	طول دوره گلدهی	وزن تر گل	وزن خشک کلالة در مترمربع	ارتفاع گیاه در زمان گلدهی	تعداد روز تا ظهور اولین گل	درجه آزادی	
۰/۰۱۴ **	۱۳۲۶/۲۰۰ **	۱۴/۹۲۰ *	۱۳۰/۰۷۰ **	۰/۰۳۱ **	۰/۲۰۳ **	۴/۴۶۲ **	۲۶	تیمار
۰/۰۰۳ ns	۱۶۷۹ **	۱۳/۱۹۰ **	۱۱۸/۵۰۰ **	۰/۰۳۲ **	۰/۴۰۰ ns	۱۷/۸۲۰ **	۲	تکرار
۰/۰۰۳	۱۴۲	۹/۲۳۰	۱۷/۲۰۰	۰/۰۰۴	۰/۱۴۲	۰/۹۴۲	۵۲	خطا
۴۱/۳۵۱	۱۴/۵۸۸	۳۶/۲۴۰	۱۲/۸۷۰	۱۵/۲۳۰	۲۸/۳۶۰	۱۳/۲۳۰		ضریب تنوع

***، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و غیرمعنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در بین ژنوتیپ‌های مختلف زعفران

ژنوتیپ	تعداد روز تا ظهور اولین گل	ارتفاع گیاه	عملکرد کلاله خشک در مترمربع	وزن تر گل در مترمربع	طول دوره گلدهی	تعداد گل در مترمربع	میزان جذب پیکروکروستین
۱	۲۰/۶۶۶ a	۵/۶۶۰ abcd	۰/۲۷۶ bcde	۱۶/۴۲۹ bcde	۱۵/۶۶۷ a	۶۶/۶۶۷ bc	۰/۵۱۷ cdefghi
۲	۱۹/۳۳۳ abc	۵/۴۶۶ bcde	۰/۲۵۶ cdef	۱۹/۵۲۷ bcd	۱۵/۳۳۳ ab	۵۷ cde	۰/۵۹۵ abcde
۳	۱۹ abcd	۵/۹۸۳ abc	۰/۳۳۰ abcd	۲۰/۲۸۹ bc	۱۱ abcd	۵۸ cde	۰/۶۸۱ a
۴	۱۷/۶۰۶ cdef	۵/۵۱۶ abcde	۰/۴۲۸ a	۲۹/۶۳۳ a	۱۳/۳۳۳ abc	۹۰ a	۰/۶۵۳ ab
۵	۱۸ cdef	۴/۸۷۳ e	۰/۱۶۵ efghi	۱۰/۹۶۱ ef	۱۱/۶۶۷ abcd	۳۵/۳۳۳ fgh	۰/۵۶۲ bcdefg
۶	۱۷/۶۶۶ cdef	۶/۲۳۰ a	۰/۳۳۲ abcd	۲۱/۳۸۰ b	۱۱/۳۳۳ abcd	۶۴ bcd	۰/۴۹۹ defghi
۷	۱۷/۳۳۳ defg	۵/۷۷۳ abcd	۰/۱۸۹ efghi	۱۲/۷۳۰ cdef	۱۱ abcd	۴۱/۳۳۳ efg	۰/۴۶۴ fghi
۸	۱۷ efg	۵/۵۵۳ abcde	۰/۰۹۸ ghi	۶/۳۴۵ f	۹/۳۳۳ bcd	۱۹/۳۳۳ gh	۰/۴۴۹ hi
۹	۱۷/۶۶۶ cdef	۴/۱۰۶ de	۰/۳۸۴ ab	۲۲/۲۶۶ b	۱۳ abc	۷۴ abc	۰/۵۴۱ cdefgh
۱۰	۱۸/۳۳۳ bcdef	۵/۶۳۰ abcd	۰/۰۹۰ hi	۵/۷۴۴ f	۷/۳۳۳ cd	۱۸ gh	۰/۵۱۰ cdefghi
۱۱	۱۷/۳۳۳ defg	۵/۷۷۶ abcd	۰/۳۷۰ abc	۲۳/۱۳۱ ab	۱۳ abc	۸۲ ab	۰/۵۶۸ bcdef
۱۲	۱۸/۳۳۳ bcdef	۵/۶۸۳ abcd	۰/۱۹۵ efghi	۱۱/۸ def	۱۳/۳۳۳ abc	۴۵ def	۰/۴۸۵ efghi
۱۳	۱۸/۶۶۶ bcde	۵/۳۹۶ cde	۰/۱۳۵ fghi	۹/۱۹۸ ef	۱۲ abcd	۳۲ fgh	۰/۴۸۶ efghi
۱۴	۱۸/۳۳۳ bcdef	۵/۷۳۶ abcd	۰/۱۵۸ efghi	۹/۸۲۵ ef	۸/۳۳۳ cd	۲۸/۶۶۷ fgh	۰/۵۳۸ cdefgh
۱۵	۲۰ ab	۵/۷۸۶ abcd	۰/۱۰۸ ghi	۵/۹۱۹ f	۱۱/۶۶۷ abcd	۲۲/۳۳۳ fgh	۰/۵۰۸ cdefghi
۱۶	۱۹ abcd	۵/۷۴۰ abcd	۰/۱۱۵ ghi	۷/۶۷۴ f	۹/۶۶۷ abcd	۲۵/۳۳۳ fgh	۰/۵۰۶ cdefghi
۱۷	۱۹/۳۳۳ abc	۶/۱۵۳ abc	۰/۰۸۶ hi	۵/۶۴۵ f	۱۱/۳۳۳ abcd	۱۹ gh	۰/۴۵۴ ghi
۱۸	۱۸/۶۶۶ bcde	۵/۶۴۳ abcd	۰/۰۸۹ hi	۶/۳۰۳ f	۹/۶۶۷ abcd	۲۱/۳۳۳ gh	۰/۴۲۵ i
۱۹	۱۸/۶۶۶ bcde	۵/۵۹۶ abcd	۰/۰۶۸ i	۴/۶۶۸ f	۹ cd	۱۶ h	۰/۴۹۳ efghi
۲۰	۱۶/۶۶۶ fg	۶/۱۸۳ ab	۰/۱۵۴ efghi	۱۰/۲۱۱ ef	۹/۶۶۷ abcd	۲۹ fgh	۰/۴۶۹ fghi
۲۱	۱۵/۶۶۶ g	۶/۲۶۷ a	۰/۱۶۰ efghi	۱۰/۱۱۵ ef	۸/۳۳۳ cd	۳۰ fgh	۰/۵۰۹ cdefghi
۲۲	۱۵/۶۶۶ g	۵/۹۷۶ abc	۰/۲۱۱ efgh	۱۲/۹۱۸ cdef	۱۲ abcd	۳۴ fgh	۰/۶۱۳ abc
۲۳	۱۶/۶۶۶ fg	۶/۰۳۳ abc	۰/۱۹۷ efgh	۱۲/۷۶۴ cdef	۱۱/۳۳۳ abcd	۳۳/۳۳۳ fgh	۰/۵۸۸ abcde
۲۴	۱۶/۶۶۶ fg	۵/۸۶۳ abc	۰/۱۳۷ fghi	۹/۱۱۸ ef	۱۱/۳۳۳ abcd	۲۹ fgh	۰/۶۱۲ abc
۲۵	۱۷/۶۶۶ cdef	۵/۸۳۳ abcd	۰/۰۹۳ ghi	۴/۹۱۷ f	۶/۶۶۷ d	۱۷/۳۳۳ h	۰/۵۸۴ abcde
۲۶	۱۶/۶۶۶ fg	۵/۸۰۶ abcd	۰/۱۲۹ ghi	۷/۴۶۴ f	۱۳/۳۳۳ abc	۲۵/۳۳۳ fgh	۰/۶۰۶ abcd
۲۷	۱۷/۶۶۶ cdef	۵/۵۹۶ abcd	۰/۲۱۸ defg	۱۲/۶۷۱ cdef	۹/۳۳۳ bcd	۳۶/۶۶۷ efgh	۰/۶۵۸ ab

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات حاصل از تجزیه خوشه‌ای در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

ژنوتیپ‌ها	خطا	میانگین گروه‌ها						
		۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱۳/۱۰۰۰	۰/۸۹۵	۱۷/۶۶۰ ab	۱۸/۵۹۶ a	۱۰/۰۰۰ c	۱۸/۰۸۰ ab	۱۶/۶۶۰ ab	۱۶/۱۶۰ b	۱۶/۴۹۶ a
۰/۶۰۰	۰/۰۶۵	۱/۱۰ c	۵/۷۶۸ ab	۵/۷۶۰ ab	۵/۴۰۵ b	۵/۸۵۰ ab	۶/۲۲۰ a	۵/۷۳۷ ab
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۳۸۰ a	۰/۳۲۸ a	۰/۱۱۰ b	۰/۱۶۵ b	۰/۱۷۲ b	۰/۱۵۵ b	۰/۰۹۲ b
۱۶۱/۰۰۰	۱۲/۴۶۹	۲۲/۲۶۰ a	۲۱/۷۲۷ a	۷/۶۷۰ b	۱۱/۱۷۰ b	۱۲/۷۸۲ b	۱۰/۱۶۰ b	۰/۱۶۵ b
۱۲/۰۰۰	۲/۶۳۱	۱۳ ab	۱۳/۷۷۵ a	۹/۶۶۰ bc	۱۱/۹۹۸ abc	۱۱/۴۶۴ abc	۸/۹۹۵ c	۹/۱۶۳ c
۱۷۱۶/۰۰۰	۵۹/۸۴۸	۷۶ a	۶۹/۶۱۰ a	۲۵/۳۳۰ bc	۳۸/۴۱۵ b	۳۱/۶۶۴ bc	۲۹/۵۰۰ bc	۲۰/۲۴۸ c
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۵۴۰ ab	۰/۵۸۰ ab	۰/۵۰۰ ab	۰/۴۹۵ ab	۰/۶۱۰ a	۰/۴۸۰ b	۰/۴۹۰ b

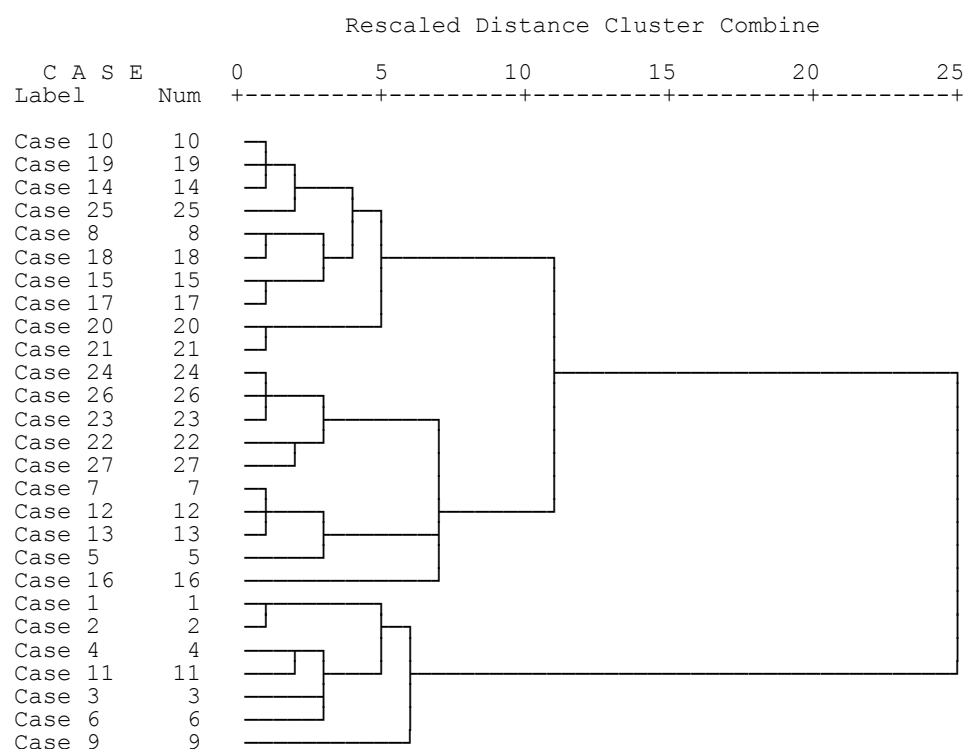
دار می‌باشند.

جدول ۵- برآورد اجزای واریانس، ضرایب تنوع و قابلیت توارث صفات مختلف زعفران

قابلیت توارث عمومی (%)	ضریب تنوع (CV%)		برآورد اجزای واریانس		
	فنوتیپی	ژنوتیپی	فنوتیپی	ژنتیکی	محیطی
۷۸/۸۸۰	۶/۸	۶/۰۳	۱/۴۸۷	۱/۱۷۳	۰/۳۱۴
۵۳	۵/۵۱۳	۴/۰۱۴	۰/۱	۰/۰۵۳	۰/۰۴۷
۹۰	۵۲/۳۵۶	۴۹/۶۶۹	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱
۰/۸۶۷	۵۳/۹	۵۰/۲۳۱	۴۳/۳۵۹	۳۷/۶۰۴	۵/۷۵۵
۳۸/۱۱۸	۲۰/۱۶۳	۱۲/۴۴۸	۴/۹۷۴	۱/۸۹۶	۳/۰۷۸
۸۹/۳۲۰	۵۴/۰۶۷	۵۱/۱۰۰	۴۴۲/۰۷۶	۳۹۴/۸۹۵	۴۷/۱۸۱
۷۵	۱۱/۷۱۲	۱۰/۱۴۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱

*****HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS*****

Dendrogram using Ward Method



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward's روی ۲۷ ژنوتیپ انتخابی از گونه زراعی زعفران بر مبنای ۷ صفت مورد مطالعه

بحث

خصوصیات زراعی مطلوب اقدام نمود. Cantrell و Lage (۲۰۰۹) به اندازه‌گیری عملکرد و بررسی تنوع صفات کیفی از قبیل کروسئین و پیکروکروستین و سافراناال با کشت زعفران در ۱۲ محیط متفاوت از نظر خاک، ارتفاع و شرایط آب و هوایی در قالب طرح کاملاً تصادفی پرداختند و گزارش کردند که عملکرد در محیط‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان داد. همچنین با توجه به تجزیه و تحلیل‌های آماری که انجام داده بودند ترکیب‌های زعفران در تمامی مکان‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری را نشان داد. Baghalian و همکاران (۲۰۱۰) تنوع ژنتیکی و قابلیت توارث را در ۸ جمعیت زعفران بررسی نموده و گزارش کرده‌اند که تنوع برای صفاتی از قبیل میزان پیکروکروستین، سافراناال و کروسئین در بین جمعیت‌های مورد بررسی وجود

قبل از اجرای یک برنامه درازمدت اصلاحی، به‌طور معمول مطالعات ژنتیکی انجام می‌شود تا بدین طریق اطلاعاتی در مورد مقدار و ماهیت تنوع ژنتیکی و همبستگی صفات بدست آمده و بر این اساس یک برنامه مؤثر اصلاحی نظیر گزینش یا تلاقی برای اصلاح یک رقم به اجرا درآید. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای از نظر صفات مهم زراعی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود دارد. از این رو، جمعیت مورد مطالعه با توجه به هدف برنامه‌های اصلاحی، زمینه ژنتیکی مناسبی را برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر فراهم می‌کند. بنابراین، می‌توان با انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب و با استفاده از برنامه‌های به‌ترادی نسبت به تولید جمعیت جدید با

- صورا، ع.، ۱۳۸۱. بررسی تنوع آیزوزایمی، پروتئینی و فلاونوئیدی زعفران‌های ایران. پایان‌نامه دکترای فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تهران.
- فارسی، م. و باقری، ع.، ۱۳۷۷. اصول اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۹۵ صفحه.
- فرشادفر، ع.، ۱۳۷۶. روش‌شناسی اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی کرمانشاه، ۶۱۶ صفحه.
- فرشادفر، ع.، ۱۳۷۸. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. انتشارات طاق بستان، ۴۰۴ صفحه.
- کافی، م.، ۱۳۸۱. زعفران: فناوری تولید و فرآوری. دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۸۰ صفحه.
- کیفی، ف.، ۱۳۸۶. بررسی تنوع ژنتیکی گونه‌های زعفران ایران با استفاده از نشانگرهای مولکولی SRAP و RAPD. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان.

- Baghalian, K., Shabni Sheshtamand, M. and Jamshidi, A.H., 2010. Genetic variation and heritability of agro-morphological and phytochemical traits in Iranian saffron (*Crocus sativus* L.) populations. *Industrial Crops and Products*, 31(2): 401-406.
- Hallurer, A.R. and Miranda Filho, J.B., 1988. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State University Press, 468p.
- ISO, 1993. Saffron (*Crocus sativus* Linnaeus): (a) ISO-3632-1-1993 part1: Specification; (b) ISO-3632-2-19939 (E) Part2:Test methods. International Organization for standardization, Geneva.
- Lage, M. and Cantrell, C.L., 2009. Quantification of saffron (*Crocus sativus*) metabolites crocin, Picrocrocin and Safranal for quality determination of the spice grown under different environmental Moroccan conditions. *Scientia Horticulturae*, 121: 366-373.
- Mohammadi, S.A. and Prasanna, B.M., 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, 43(4): 1235-1248.
- Nair, S.C., Pannikar, K.R. and Pathrod, R.K., 1993. Protective effects of crocetin on the bladder toxicity induced by cyclophosphamide. *Cancer Biotherapy*, 89(4): 339-343.
- Wendelbo, P. and Mathew, B., 1975. Iridaceae: 9-10. In: Rechinger, K.H., (Ed.). *Flora Iranica* (Vol 112). Graz: Akademische Druck-u, Verlagsanstalt.

داشته است. نتایج بدست‌آمده از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه ششم دارای ویژگی‌های مطلوبی از نظر صفاتی از قبیل تعداد روز تا ظهور اولین گل، عملکرد کلاله خشک، وزن تر گل و تعداد گل در مترمربع و طول دوره گلدهی می‌باشند. بر همین اساس همه ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه چهارم جزء ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند (جدول ۴). از بین ژنوتیپ‌های برتر ژنوتیپ ۴ از نظر صفاتی مانند وزن تر گل، عملکرد کلاله خشک و تعداد گل در مترمربع از ژنوتیپ‌های دیگر برتر بود، در نتیجه این ژنوتیپ برای تولید محصول بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها برای کشت در منطقه اصفهان ممکن است مناسب‌تر باشد. قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها از مناطق مختلف در تمام خوشه‌ها (یک، دو، سه، چهار، پنج، شش و هفت) بیانگر این است که تنوع ژنتیکی از تنوع جغرافیایی تبعیت نمی‌کند. این امر می‌تواند بدین دلیل باشد که ژنوتیپ‌های زعفران که از آن استان تهیه شده یک نمونه وارداتی از استان دیگر تولیدکننده زعفران بوده باشد. Baghalian و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نموده‌اند که الگوی مشخص بین توزیع جغرافیایی و ژنتیکی در گیاه زعفران وجود ندارد. نتایج این بررسی گرچه اطلاعاتی را پیرامون توانمندی‌های موجود در ذخائر ژنتیکی زعفران فراهم می‌نماید، ولی بکارگیری ژنوتیپ‌های بیشتر و ارزیابی طیف وسیع‌تری از ژرم‌پلاسم موجود در ایران و جهان می‌تواند در تسریع و افزایش بازده برنامه اصلاح و عملکرد کلاله مفید باشد.

منابع مورد استفاده

- استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۳. زعفران- روش‌های آزمون. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره ۲-۲۵۹. چاپ اول (تجدید نظر).
- زرگری، ع.، ۱۳۷۵. گیاهان دارویی (جلد ۴). انتشارات دانشگاه تهران، ۹۲۳ صفحه.
- سابقی، ح.، ۱۳۸۴. طرح جامع ساماندهی محصول زعفران ایران. وزارت جهاد کشاورزی- سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی.

Study of morphological traits and picrocrocin variation in different genotypes of saffron (*Crocus sativus* L.)

B. Ghavami¹, H. Zeinali^{2*}, M. Khosrowchahli³ and S. Davazdahemami⁴

1- MSc. Student, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2*- Corresponding author, Esfahan Research Center of Agriculture and Natural Resources, Esfahan, Iran

E-mail: hoszeinali@yahoo.com

3- Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- Esfahan Research Center of Agriculture and Natural Resources, Esfahan, Iran

Received: July 2012

Revised: August 2013

Accepted: August 2013

Abstract

Crocus sativus L. is one of the most important medicinal plants and expensive spice in the world. This study was carried out to evaluate morphological traits and picrocrocin composition of 27 genotypes derived from different regions of country. Twenty-seven genotypes were cultivated in a randomized complete blocks design with three replications at Shahid Fozveh Station of Esfahan Research Center of Agriculture and Natural Resources. Stigma yield, flower fresh weight, number of flower, number of days to appearance of the first flower, plant height at flowering stage, flowering period and picrocrocin content were measured. Variance analysis of data showed significant differences among genotypes for all traits ($p < 0.01$). Based on mean comparison, the highest and the lowest number of days to appearance of the first flower were recorded for Hamedan genotype and Ghaen and Boshroye genotypes, respectively. The variation range of picrocrocin varied from 0.425 to 0.681. Neishaboor and Esfahan genotypes had the highest and the lowest stigma yield, respectively. In addition, the highest number of flower was recorded for Neishaboor genotype. Cluster analysis divided the genotypes in to seven clusters. According to the obtained results, the genotypes classified in the 6th cluster showed appropriate traits of stigma yield, flower fresh weight, number of flower, flowering period, and number of days to appearance of the first flower. Results of this study revealed considerable variation among the genotypes probably because of the variety of ancestors or mutation phenomenon. Our results showed no relationship between agronomic diversity and geographic distribution.

Keywords: Saffron (*Crocus sativus* L.), Cluster analysis, Picrocrocin.