

بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه در گلرنگ با استفاده از تجزیه به عامل‌ها

Study on Traits Related to Seed Yield in Safflower by Factor Analysis

حسین حاتم‌زاده

محقق، معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۱/۱۱

چکیده

حاتم‌زاده، ح. ۱۳۸۷. بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه در گلرنگ با استفاده از تجزیه به عامل‌ها. نهال و بذر ۲۴: ۵۶۳-۵۷۸.

در این بررسی ۵۶ ژنوتیپ گلرنگ در قالب طرح لاتیس مستطیل در سال ۱۳۸۰ در ایستگاه کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین ژنوتیپ‌ها برای صفت تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۵٪ و برای بقیه صفات بررسی شده در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد، یعنی بین ژنوتیپ‌ها برای صفات مورد مطالعه تنوع زیادی وجود دارد. تجزیه مسیر (Path analysis) نشان داد بیشترین اثر مستقیم مربوط به تعداد قوزه در بوته (۰/۵۵۷) بود. در تجزیه عامل‌ها، چهار عامل استخراج شد. بردار بار عامل‌های مربوط به سه ریشه مشخصه اول نشان داد که سه عامل اول ۹۷/۲۳٪ کل واریانس را توجیه می‌کند، که سهم عوامل اول و دوم وسوم به ترتیب ۳۵/۱۹٪ و ۳۱/۱۱٪ و ۳۰/۹۳٪ بود. عامل اول، عامل بهره‌وری (صفات عملکرد دانه و عملکرد روغن از بار عاملی مثبت بالا به ترتیب ۰/۹۶ و ۰/۹۵)، عامل دوم، عامل مخزن (صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد قوزه در بوته از بار عاملی مثبت بالا به ترتیب ۰/۸۴۷ و ۰/۹۳۹)، عامل سوم، عامل سرمایه ثابت گیاه (صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تارسیدن و ارتفاع بوته بار عاملی مثبت بالایی به ترتیب ۰/۶۸، ۰/۸۹ و ۰/۹۷) نام‌گذاری شد. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را به چهار گروه تقسیم کرد. گروه سوم با ۱۷ ژنوتیپ دارای تعداد شاخه فرعی، تعداد قوزه در بوته، عملکرد دانه و روغن برتر از میانگین کل بودند. در نهایت با توجه به نتایج می‌توان شاخص‌های گزینش در شرایط دیم را عملکرد دانه در واحد بوته، تعداد قوزه در بوته، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد روز تا رسیدن معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، ژنوتیپ‌ها، عملکرد دانه، تجزیه به عامل‌ها، شرایط دیم.

مقدمه

تنوع ژنتیکی از نیازهای اساسی اصلاح نباتات بوده که محققین با استفاده از آن روش‌های صحیح اصلاحی را انتخاب می‌کنند. در برنامه‌های به نژادی گزینش براساس تعداد زیادی صفت زراعی انجام می‌شود که ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد، بنابراین روش‌های تجزیه و تحلیل آماری که تعداد صفات موثر در عملکرد را کاهش دهند برای اصلاح گران با ارزش هستند. در این رابطه استفاده همبستگی‌های بین صفات مرسوم است، ولی این همبستگی‌ها رابطه علت و معلولی بین صفات را بیان نمی‌کند، چون این ارتباطات توسط تعدادی عامل ناشناخته پدید می‌آیند (Johnson and Wichern, 1988). کارایی رگرسیون چندگانه به خاطر پدیده هم‌راستایی بین صفات، و محدودیت در بیان روابط علت و معلولی بین صفات مورد تردید است (Walton, 1971)؛ (Lawley and Maxwell, 1963). به این دلیل برای حل چنین مشکلاتی از تجزیه عامل‌ها استفاده می‌شود (Lawley and Maxwell, 1963). تجزیه به عامل‌ها، روش آماری چند متغیره قدرتمندی است که برای برآورد اجزای عملکرد، زیر مجموعه‌ای از متغیرهای آن، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چند متغیره، شناخت ارتباطات بیولوژیک و کاربردی موجود بین صفات، کاهش تعداد زیادی از صفات

همبسته به تعداد کمی از عامل‌ها، و تشریح همبستگی‌های بین متغیرها به کار برده شده است (Guertin and Bailey, 1982). اشکانی و همکاران (Ashkani *et al.*, 2004) در تحقیقی در شرایط تنش خشکی روی گلرنک اعلام کردند پنج عامل ۹۶٪ از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. عاملی که در آن عملکرد دانه دارای بزرگ‌ترین ضریب عاملی معنی‌دار بود عامل بهره‌وری نامیده شد که ۴۰٪ از کل تغییرات داده‌ها را به خود اختصاص داد. آن‌ها عملکرد بیولوژیک و وزن قوزه‌های بوته را به عنوان دو شاخصی که می‌توانند در گزینش ارقام پر محصول بکار روند، معرفی کردند. جانسون و همکاران (Johnson *et al.*, 2001) با بررسی ۲۰۷ ژنوتیپ کلکسیون جهانی گلرنک، تنوع زیادی را در بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات زراعی گزارش کردند. امینی و سعیدی (Amini and Saeedi, 2006) در تحقیقی اعلام کردند بین ژنوتیپ‌های گلرنک برای صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد و برای کلیه صفات وراثت پذیری عمومی بالایی مشاهده شد که نشان می‌دهد اکثر تنوع مشاهده شده منشا ژنتیکی داشته و در انتخاب برای ژنوتیپ‌های برتر برای صفات مورد نظر می‌تواند مفید باشد. در آن بررسی صفات تعداد دانه در قوزه و تعداد قوزه در بوته بیشترین ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی را با عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح داشتند. بررسی تنوع ژنتیکی گلرنک در

ژنتیکی مورد انتظار برای تعداد قوزه در بوته و تعداد دانه در قوزه به نسبت بالا بود (به ترتیب ۱۴/۸۴٪ و ۱۴/۳۳٪). آن‌ها هم‌چنین صفات تعداد قوزه در بوته و تعداد دانه در قوزه را به عنوان معیار گزینش برای بهبود عملکرد دانه نشان دادند. عباس‌علی و همکاران (Abbasali *et al.*, 2006) نشان دادند بین ژنوتیپ‌های گلرنگ برای صفات مختلف تنوع کافی وجود دارد. هم‌چنین همبستگی تعداد قوزه در بوته با عملکرد دانه در واحد تک بوته مثبت و با شاخص برداشت منفی بود و بین درصد روغن با تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی همبستگی مثبتی دیده شد. اشکانی و پاک‌نیت (Ashkani and Pakniat, 2002) در مطالعه‌ای در شرایط آبیاری محدود بر روی گلرنگ اعلام کردند شش عامل ارتفاع بوته و درصد روغن، عملکرد و اجزای آن، خصوصیات فنولوژیک و رشد و نمو گیاه، شاخص برداشت، درصد پروتئین و وزن صد دانه ۸۲/۴۵٪ کل تغییرات را توجیه کردند. بر اساس گزارش آن‌ها صفات عملکرد دانه بیشتر بوته، ارتفاع بیشتر و شاخه‌بندی با فاصله بیشتر از سطح زمین و شاخص سطح برگ بزرگ‌تر در مرحله گلدهی، می‌توانند شاخص‌های مفیدی برای انتخاب در شرایط آبیاری محدود باشند. حسین‌پور و احمدوندی (Hosseinpour and Ahmadvand, 2002) در آزمایشی گزارش کردند بین ژنوتیپ‌های گلرنگ برای صفات فنولوژیک، ارتفاع بوته،

شریط دیم از طریق تجزیه به عامل‌ها نشان داد که شش عامل اصلی و مستقل در مجموع ۸۰/۰۴٪ از کل تغییرات را توجیه کرد. عوامل اول، دوم و پنجم به عنوان عامل فنولوژیک و مورفولوژیک (۴۷/۰۵٪)، عامل‌های سوم و چهارم به عنوان عامل عملکرد و اجزای آن (۲۵/۵۶٪) و عامل ششم به عنوان عامل کیفی (۷/۱۳٪) نامگذاری شد (Jamshid Moghaddam *et al.*, 2006). حاتم‌زاده (Hatamzadeh, 2006) در مطالعه‌ای در شرایط دیم نشان داد بین ژنوتیپ‌ها و لاین‌های گلرنگ برای صفات مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود دارد که این امر می‌تواند کارایی انتخاب جهت اصلاح این صفات را افزایش دهد. سینگ و همکاران (Sing *et al.*, 1981) ۵۳۱ ژنوتیپ بومی هند را از نظر نه صفت زراعی در شرایط دیم مورد مطالعه قرار دادند، آن‌ها تنوع زیادی را در بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات زراعی گزارش و ارقامی زودرس با طول دوره رویش ۱۶۴ روز را گزینش کردند. شهبازی و سعیدی (Shahbazi and Saeedi, 2006) در آزمایشی اعلام کردند وراثت پذیری عمومی، وراثت پذیری خصوصی و بازده ژنتیکی مورد انتظار برای صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد قوزه در بوته و تعداد دانه در قوزه در گلرنگ به نسبت بالا و برای عملکرد دانه پایین بود (وراثت‌پذیری خصوصی ۲۵٪ و بازده ژنتیکی ۶/۹۲٪). بازده

شد. میزان کود شیمیایی مورد استفاده ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره و ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص از منبع سوپر فسفات تریپل بود. میزان بذر مصرفی ۲۵ کیلوگرم در هکتار، فاصله خطوط کشت ۳۰ سانتی متر و طول خطوط شش متر در نظر گرفته شد و هر ژنوتیپ در یک کرت پنج ردیفی کاشته شد.

در طول دوره رشد گیاه صفاتی از قبیل تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه یادداشت برداری شد و پس از برداشت وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد دانه (در واحد تک بوته) و عملکرد روغن (در واحد تک بوته) محاسبه شد. برای حذف اثر حاشیه، برداشت فقط از سه خط میانی با حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای کرت انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به طریق دستی و در مرحله ابتدای رشد سریع، در اول بهار انجام شد. به منظور مبارزه با آفات (مگس گلرنگ و کرم قوزه) از سم دیازینون به نسبت دو در هزار استفاده شد. در طول دوره رویش، پوسیدگی و بوته میری تنها در موارد معدودی مشاهده شد و در صد آن‌ها قابل توجه و در حد اقتصادی و خسارت‌زا نبود. واریانس ژنتیکی بر اساس امیدهای ریاضی به دست آمد و واریانس فنوتیپی بعد از برآورد واریانس ژنتیکی در واحد تیمار محاسبه شد. ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی از نسبت انحراف معیار به میانگین تعیین

تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. هم‌چنین بین عملکرد دانه با وزن هزار دانه، تعداد قوزه در بوته، ارتفاع بوته، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت و با تعداد روز تا رسیدن و شاخه فرعی همبستگی منفی وجود داشت. هدف از این مطالعه برآورد تنوع ژنتیکی برای صفات کمی و کیفی و شناخت عوامل موثر در تنوع آن‌ها و شناخت صفاتی که برای بهبود عملکرد باید به طور مستقیم مورد گزینش قرار گیرند، بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۱۳۸۰ در ایستگاه سرارود کرمانشاه در موسسه تحقیقات کشاورزی دیم به اجرا در آمد. ایستگاه مذکور دارای موقعیت جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه طول غربی با ارتفاع ۱۳۵۱/۶ متر از سطح دریاست. براساس آمار طولانی مدت هواشناسی، متوسط بارندگی ایستگاه ۴۶۳ میلی‌متر و میانگین حداقل مطلق و حداکثر مطلق دما به ترتیب ۲۴- و ۴۴+ درجه سانتی‌گراد است. در این تحقیق ۵۶ ژنوتیپ گلرنگ ارسالی از بانک جهانی گلرنگ (داشگاه ایالتی واشنگتن) و ایکاردا (ICARDA) در قالب طرح لاتیس مستطیل در اواخر مهر ماه ۱۳۸۰ در ایستگاه فوق مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور زمین مورد آزمایش در اوایل مهر شخم، دیسک و سپس با ردیف‌کار آماده و کاشت

تغییرات زیاد نیز تا کیدی بر وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای برای همه صفات بود (جدول ۳). وجود چنین اختلاف معنی‌داری بین صفات و تنوع مشاهده شده، توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Hatamzadeh, 2006؛ Johnson *et al.*, 2001؛ Singh *et al.*, 1981؛ Abbasali *et al.*, 2006). بیشترین میزان تغییرات برای ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در قوزه و تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و کمترین میزان تغییرات به تعداد شاخه فرعی، درصد روغن و عملکرد روغن تعلق داشت، ضمن این که تعداد روز تا رسیدن، عملکرد دانه و تعداد قوزه در بوته دامنه متوسطی را دارا بودند (جدول ۲). جمشید مقدم و همکاران (Jamshid Moghaddam *et al.*, 2006) نیز برای صفات تعداد شاخه فرعی و تعداد قوزه در بوته کمترین میزان تغییرات و برای صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در قوزه و ارتفاع بوته بیشترین میزان تغییرات را گزارش کردند. ضرایب تنوع فنوتیپی کلیه صفات بیشتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بود (جدول ۳). در اکثر صفات این ضرایب تفاوت کمی داشتند یعنی اثر عوامل محیطی، بر روی این صفات کم بوده است. چنین نتیجه‌ای توسط سایر محققین در دیگر محصولات نیز گزارش شده است (Chaubev and Richliaria, 1993؛ Estilai *et al.*, 1992). بیشترین مقدار ضرایب تنوع فنوتیپی مربوط به صفات عملکرد روغن،

و درجه تبیین ژنتیکی برآورد شد (Farshadfar, 1998). تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد. برای تعیین صفات موثر بر عملکرد دانه از رگرسیون چندگانه به روش گام به گام (Keinbaum *et al.*, 1988) و تجزیه مسیر (Path analysis) برای بررسی ماهیت همبستگی‌ها استفاده شد. برای درک روابط علت معلولی بین صفات، شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفا می‌کردند و شناخت عوامل پنهانی موثر بر عملکرد، از تجزیه به عامل‌ها به روش تجزیه مولفه‌های اصلی (Moghaddam *et al.*, 1994) استفاده شد و عوامل به دست آمده به روش وریماکس (Varimax) که توسط کیزر (Kaiser, 1958) معرفی شده است چرخش داده شد.

نتایج و بحث

آمار هواشناسی در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ مربوط به ایستگاه سرارود در جدول ۱ خلاصه شده است. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲ و ۲ الف) نشان داد بین ژنوتیپ‌ها برای صفت تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۵٪ و برای بقیه صفات در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت، یعنی بین ژنوتیپ‌ها برای صفات مختلف تنوع زیادی وجود دارد که این امر می‌تواند کارایی انتخاب جهت اصلاح این صفات را افزایش دهد. دامنه

جدول ۱- آمار هواشناسی فصل زراعی ۸۱-۱۳۸۰ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود

Table 1. Meteorological parameters during the cropping season (2001-2002) in Dryland Agricultural Research Station of Sararood, Kermanshah

Month	ماه	حداقل دما Min. temp. (°C)	حداکثر دما Max. temp. (°C)	بارندگی Precipitation (mm)	متوسط دما Mean temp. (°C)	روز زیر صفر Days below 0	متوسط تبخیر Mean evaporation (mm)
October	مهر	9.80	28.37	10.2	28.37	0	8.55
November	آبان	3.85	19.74	24.7	11.70	7	4.48
December	آذر	1.41	12.82	67.2	6.61	11	0.00
January	دی	-0.40	10.10	71.2	4.46	19	0.00
February	بهمن	-2.80	9.40	57.2	2.72	22	0.00
March	اسفند	0.30	16.70	43.3	9.06	15	0.00
April	فروردین	4.65	16.06	150.4	10.36	1	1.59
May	اردیبهشت	6.00	23.41	8.1	16.01	0	6.05
June	خرداد	9.75	32.12	0.0	23.95	0	11.76
July	تیر	15.40	35.92	9.5	28.16	0	14.47
Sum	مجموع	47.96	204.64	441.80	141.40	75	46.90

جدول ۲- برآورد آماره‌های توصیفی و میانگین مربعات صفات مختلف در ژنوتیپ‌های گلرنگ

Table 2. Evaluation of descriptive statistics and mean squares of different traits in safflower genotypes

Traits	صفات	دامنه Range	میانگین Mean	انحراف استاندارد Std. deviation	میانگین مربعات MS		
					خطا Error	ژنوتیپ Genotype	تکرار Replication
Days to flowering 50%	روز تا ۵۰٪ گلدهی	169.00-190.50	182.3125	3.2257	0.48	20.81**	10.94
Days to maturity	روز تا رسیدن	191.50-204.00	199.7679	1.6208	0.54	5.25**	11.57
Plant height	ارتفاع بوته	72.22-114.83	95.2475	7.8948	26.12	124.67**	20.95
Sub branch	تعداد شاخه فرعی	4.15-8.76	6.3075	1.0518	Analyzed in Rectangular Lattice		
Head per plant	تعداد قوزه در بوته	5.67-23.00	11.4816	4.1269	6.50	34.07**	30.73
Seed per head	تعداد دانه در قوزه	9.32-31.65	16.1352	4.5715	2.22	41.79**	38.90
Thousand kernel weight	وزن هزار دانه	26.51-51.12	35.8409	5.2367	3.08	54.84**	7.54
Oil %	درصد روغن	25.17-31.39	28.5802	1.1329	Analyzed in Rectangular Lattice		
Seed yield (g/plant)	عملکرد دانه	2.29-15.52	5.4212	2.7294	0.26	14.90**	0.30
Oil yield (g/plant)	عملکرد روغن	0.64-4.67	1.5592	0.8275	0.03	1.37**	0.07

۵۴

* , ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

Degree of freedom for replication, genotype and error are 1, 55 and 55, respectively.

درجه آزادی برای تکرار، ژنوتیپ و خطا به ترتیب ۱، ۵۵ و ۵۵ است.

جدول ۲ الف - میانگین مربعات صفات تعداد شاخه فرعی و درصد روغن ژنوتیپ‌های گلرنگ

Table 2 A. Mean squares of traits of number of sub branches and oil percent of safflower genotypes

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	تعداد شاخه فرعی Sub branch	درصد روغن Oil %
Replication	تکرار	1	0.30	3.72
Treatments	تیمار			
Unadjusted	تصحیح نشده	55	2.25	2.55
Adjusted	تصحیح شده	55	2.21*	2.57**
Blocks within Reps (adj.)	بلوک‌های داخل تکرار	14	1.32	0.45
Error	خطا			
Effective	مؤثر	41	1.15	0.40
RCB Design	خطای طرح بلوک کامل تصادفی	55	1.16	0.40
Intra block	خطای داخل بلوک	41	1.11	0.39
Efficiency of Lattice	کارآیی طرح لاتیس		100.73%	100.48%

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪. *: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نشان دادند. دامنه درجه تبیین ژنتیکی (توارث‌پذیری عمومی) بین ۴۹/۹۳ و ۹۸/۲۳ به ترتیب مربوط به تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه (گرم در بوته) بود (جدول ۳). تواریث‌پذیری‌های عمومی برای همه صفات به جز صفت تعداد شاخه فرعی بالا بود. در حقیقت درجه تبیین ژنتیکی یا تواریث‌پذیری در مفهوم عام (Broad sense heritability) درجه تبیین فنوتیپ افراد را به وسیله‌ی ژنوتیپ آن‌ها بیان می‌کند (Valizadeh and Moghaddam, 1998). علت این که مقادیر درجه‌های تبیین ژنتیکی برای بیشتر صفات بزرگ شده‌اند این است که وقتی آزمایشی در یک سال و یک مکان انجام شود، اثر متقابل ژنوتیپ در محیط روی واریانس ژنوتیپی اضافه می‌شود و در نتیجه مقادیر

عملکرد دانه، تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه، تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه بود. این نشان می‌دهد که صفات فوق نقش تعیین کننده‌ای در تنوع فنوتیپی دارند. هم‌چنین کمترین مقدار ضرایب تنوع فنوتیپی را صفات تعداد روز تا رسیدن، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، درصد روغن و ارتفاع بوته نشان دادند. بیشترین مقدار ضرایب تنوع ژنتیکی را صفات عملکرد روغن، عملکرد دانه، تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه، وزن هزار دانه و تعداد شاخه فرعی نشان دادند. این امر حاکی از آن است که صفات ذکر شده نقش تعیین کننده‌ای در تنوع ژنتیکی دارند. کمترین مقدار ضرایب تنوع ژنتیکی را صفات تعداد روز تا رسیدن، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، درصد روغن و ارتفاع بوته

جدول ۳- اجزای واریانس، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی و توارث پذیری عمومی صفات مختلف در ژنوتیپ‌های گلرنگ

Table 3. Components of variance, coefficient of phenotypic and genotypic variation and broad heritability of different traits of safflower genotypes

Traits	صفات	Components of variance اجزای واریانس			Coefficients of variation ضرایب تنوع %		توارث پذیری عمومی Broad sense heritability%
		محیطی Environ.	ژنوتیپی Genotypic	فنوتیپی Phenotypic	ژنوتیپی Genotypic	فنوتیپی Phenotypic	
Days to flowering 50%	روز تا ۵۰٪ گلدهی	0.24	10.16	10.41	1.75	1.77	97.68
Days to maturity	روز تا رسیدن	0.27	2.36	2.63	0.77	0.81	89.82
Plant height	ارتفاع بوته	13.06	49.28	62.34	7.37	8.29	79.05
Sub branch	تعداد شاخه فرعی	0.55	0.55	1.11	11.78	16.67	49.93
Head per plant	تعداد قوزه در بوته	3.25	13.78	17.04	32.33	35.95	80.91
Seed per head	تعداد دانه در قوزه	1.11	19.79	20.90	27.57	28.33	94.70
Thousand kernel weight	وزن هزار دانه	1.54	25.88	27.42	14.19	14.61	94.39
Oil %	درصد روغن	0.19	1.09	1.28	3.65	3.96	84.96
Seed yield (g/plant)	عملکرد دانه	0.13	7.32	7.45	49.90	50.35	98.23
Oil yield (g/.plant)	عملکرد روغن	0.01	0.67	0.68	52.58	53.06	98.17

سه عامل اول ۹۷/۲۳۹٪ کل واریانس را توجیه می‌کرد، که سهم عوامل اول و دوم و سوم به ترتیب ۳۵/۱۹۵٪ و ۳۱/۱۱۴٪ و ۳۰/۹۳۰٪ بود. در عامل اول صفات عملکرد دانه و عملکرد روغن از بار عاملی مثبت بالا (به ترتیب ۰/۹۶۴ و ۰/۹۵۴) برخوردار بودند این عامل را می‌توان به عنوان عامل بهره‌وری نامگذاری کرد.

در عامل دوم صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد قوزه در بوته از بار عاملی مثبت بالا (به ترتیب ۰/۹۳۹ و ۰/۸۴۷) برخوردار بودند، چون همبستگی این دو صفت با همدیگر ۰/۸۰ و در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود و نیز همبستگی آن‌ها با عملکرد دانه (به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۵۶) در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی دار نشان دادند می‌توان این عامل را به عنوان عامل مخزن یا اجزای عملکرد نامگذاری کرد. در عامل سوم صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تارسیدن و ارتفاع بوته بار عاملی مثبت بالایی (به ترتیب ۰/۶۸۴، ۰/۸۹۱ و ۰/۹۷۳) را نشان دادند. با توجه به ضریب همبستگی ارتفاع بوته که نمادی از رشد رویشی گیاه است، با تعداد روز تا رسیدن ۰/۴۲ و در سطح احتمال ۱٪ معنی دار)، و نیز رشد رویشی بیشتر در گیاهان دیررس، می‌توان این عامل را به عنوان عامل سرمایه ثابت گیاه یا ساختار داخلی و مبدا ساخت مواد فتوسنتزی نامید. این عامل نشان می‌دهد صفات فنولوژیک با تاثیر بر روی صفات رشد رویشی (مربوط به سرمایه ثابت گیاه) موجب ذخیره مواد قابل دسترس برای

درجه‌های تبیین ژنتیکی نیز زیاد خواهد شد. شهبازی و سعیدی (۲۰۰۶) وراثت‌پذیری عمومی به نسبت بالایی برای صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد قوزه در بوته و تعداد دانه در قوزه و وراثت‌پذیری عمومی کمتری را برای عملکرد دانه گزارش کردند. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون به روش گام به گام صفات مؤثر بر عملکرد دانه، دو صفت تعداد قوزه در بوته و درصد روغن بود که با ضریب تبیین ۷۶/۷٪ در مدل قرار گرفتند. صفات تعداد قوزه در بوته و درصد روغن به ترتیب با ضرایب ۰/۲۸۶ و ۰/۱۱۰ اثر مثبت معنی‌داری را نشان دادند.

تجزیه مسیر (جدول ۴) بر اساس صفات مؤثر بر عملکرد دانه در رگرسیون گام به گام نشان داد، بیشترین اثر مستقیم مربوط به تعداد قوزه در بوته است. تعداد قوزه در بوته دارای اثر مستقیم مثبت و بالا (۰/۵۷۷) و اثر غیرمستقیم منفی ناچیز از طریق درصد روغن (۰/۰۰۲-) بر روی عملکرد دانه بود. در واقع مقدار همبستگی بین تعداد قوزه در بوته و عملکرد دانه رابطه واقعی بین این دو صفت را نشان می‌دهد. بنابراین صفت تعداد قوزه در بوته به دلیل دارا بودن اثر مستقیم مثبت و قابل توجه می‌تواند به عنوان معیار گزینشی برای بهبود عملکرد دانه در برنامه‌های اصلاحی معرفی شود. در تجزیه به عامل‌ها (جدول ۵) چهار عامل استخراج شد، چون ضرایب ماتریس باقی‌مانده خیلی کم بود در نتیجه اجازه استخراج عامل‌های بیشتر را نداد.

جدول ۴- تجزیه مسیر صفات مؤثر بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گلرنگ

Table 4. Path analysis for traits effective on seed yield of safflower genotypes

Traits	صفات	اثر مستقیم Direct	اثر غیرمستقیم Indirect		همبستگی r
			Head per Plant	Oil%	
Head per Plant	تعداد قوزه در بوته	0.557	-	-0.002	0.555**
Oil %	درصد روغن	0.320	-0.003	-	0.317*

**، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار.

**، * and ns: Significant at 1%, 5% level and not significant, respectively.

چهار گروه تقسیم کرد. گروه اول شامل ۲۴ ژنوتیپ بود که برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد قوزه در بوته، تعداد دانه در قوزه، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن کمتر از میانگین کل و برای بقیه صفات بیشتر از میانگین کل بود. گروه دوم شامل ۱۴ ژنوتیپ بود و برای صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد قوزه در بوته، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن کمتر از میانگین کل بود (جدول ۶).

گروه سوم دارای ۱۷ ژنوتیپ بود و برای صفات تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد دانه در قوزه و درصد روغن از میانگین کل کمتر و برای صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد قوزه در بوته، عملکرد دانه و روغن از میانگین کل بیشتر بود. گروه چهارم با یک ژنوتیپ برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد قوزه در بوته، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن کمتر از میانگین کل بود.

بررسی گروه‌ها نشان داد که گروه چهارم ژنوتیپی زودرس، پاکوتاه، با کمترین میانگین

رشد زایشی گیاه می‌شوند. اشکانی و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی پنج عامل را که ۹۶٪ از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کرد در شرایط آبیاری محدود معرفی کردند. آن‌ها عاملی را که در آن عملکرد دانه دارای بزرگ‌ترین ضریب عاملی معنی‌دار بود عامل بهره‌وری نامیدند. در تحقیقی دیگر شش عامل اصلی و مستقل که ۸۰/۰۴٪ از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کرد در شرایط دیم معرفی شدند (جمشیدی مقدم و همکاران، ۲۰۰۶). آن‌ها عوامل اول، دوم و پنجم را با عنوان عامل فنولوژییک و مورفولوژییک (۴۷/۰۵٪)، عامل‌های سوم و چهارم را به عنوان عامل عملکرد و اجزای آن (۲۵/۵۶٪) و عامل ششم را به عنوان عامل کیفی (۷/۱۳٪) نامگذاری کردند. باید خاطر نشان کرد که تفسیر عوامل استخراج شده تا حد قابل ملاحظه‌ای به ژنوتیپ‌های مورد بررسی و صفات اندازه‌گیری شده بستگی دارد. تجزیه خوشه‌ای بر اساس تمامی صفات اندازه‌گیری شده به روش Ward و بر اساس تابع تشخیص، ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به

جدول ۵- بار عامل‌ها، واریانس توجیه شده، جمع کل واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه صفات مختلف گلرنگ

Table 5. Factor loading, explained variance, sum of explained variance and eigen value of safflower traits

Traits	صفات	Factor loading			
		اول First	دوم Second	سوم Third	چهارم Forth
Days to flowering 50%	روز تا ۵۰٪ گلدهی	0.151	0.192	0.684*	-0.118
Days to maturity	روز تا رسیدن	0.143	0.038	0.891*	-0.169
Plant height	ارتفاع بوته	-0.027	0.102	0.973*	-0.048
Sub branch	تعداد شاخه فرعی	0.136	0.939*	0.158	-0.125
Head per plant	تعداد قوزه در بوته	0.385	0.847*	-0.028	-0.002
Seed per head	تعداد دانه در قوزه	-0.046	-0.092	-0.048	0.137
Thousand kernel weight	وزن هزار دانه	0.058	0.048	0.060	-0.012
Oil %	درصد روغن	0.233	-0.071	-0.022	0.071
Seed yield (g/plant)	عملکرد دانه	0.964*	0.195	-0.011	-0.037
Oil yield (g./plant)	عملکرد روغن	0.954*	0.193	-0.013	-0.031
Explained variance	واریانس توجیه شده	35.165%	31.114%	30.93%	2.761%
Sum of explained variance	جمع کل واریانس توجیه شده	35.195%	66.309%	97.239%	100%
Eigen value	ریشه‌های مشخصه	1.9102	1.6034	1.5471	0.2356

* : Significant factor coefficient

* : ضریب عاملی معنی دار

در بوته در عامل دوم، روز تا ۵۰٪ گلدهی در عامل سوم نمود پیدا کردند. این حاکی از این است صفات فوق در ارتباط با همدیگر، باعث افزایش عملکرد دانه در شرایط دیم شده‌اند. مهم‌ترین جنبه رگرسیون چندگانه و تجزیه عامل‌ها توانایی آن‌ها در کاهش تعداد صفات موجود در مدل است. در این تحقیق تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد تعداد قوزه در بوته در مرحله اول وارد مدل رگرسیون شد و در عامل دوم تجزیه به عامل‌ها نمود پیدا کرد.

شاخه فرعی و تعداد قوزه در بوته و نیز کمترین وزن هزار دانه، درصد روغن و کمترین عملکرد دانه و روغن بود. در مقابل گروه سوم دارای ژنوتیپ‌هایی با تعداد شاخه فرعی، تعداد قوزه در بوته، عملکرد دانه و روغن برتر از میانگین کل بودند. در تجزیه رگرسیون دو صفت تعداد قوزه در بوته و درصد روغن در ارتباط با عملکرد دانه وارد معادله رگرسیون شدند و در تجزیه به عامل‌ها صفات عملکرد دانه و روغن در عامل اول، تعداد شاخه فرعی و تعداد قوزه

جدول ۶- میانگین و انحراف از میانگین کل برای هر گروه در صفات اندازه گیری شده

Table 6. Mean and deviation from general mean for traits in clusters

Traits	صفات			تعداد و اجزای گروه‌ها No. of Clusters and their components			
				Cluster 1 24	Cluster 2 14	Cluster 3 17	Cluster 4 1
Days to flowering 50%	روز تا ۵۰٪ گلدهی	Mean	میانگین	181.83	183.75	182.59	169.00
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	-0.48	1.44	0.28	-13.31
Days to maturity	روز تا رسیدن	Mean	میانگین	200.10	200.04	199.56	191.50
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	0.34	0.27	-0.21	-8.27
Plant height	ارتفاع بوته	Mean	میانگین	101.60	91.43	90.78	72.22
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	6.35	-3.82	-4.46	-23.03
Sub branch	تعداد شاخه فرعی	Mean	میانگین	6.43	5.88	6.61	4.15
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	0.12	-0.43	0.30	-2.16
Head per plant	تعداد قوزه در بوته	Mean	میانگین	11.05	10.06	13.54	6.83
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	-0.43	-1.42	2.06	-4.65
Seed per head	تعداد دانه در قوزه	Mean	میانگین	14.8	17.48	16.00	31.65
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	-1.34	1.35	-0.13	15.51
Thousand kernel weight	وزن هزار دانه	Mean	میانگین	36.03	31.14	39.95	27.23
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	0.19	-4.70	4.11	-0.61
Oil %	درصد روغن	Mean	میانگین	28.39	29.27	28.32	27.88
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	-0.19	0.69	-0.26	-0.70
Seed yield (g/plant)	عملکرد دانه	Mean	میانگین	5.40	4.53	6.31	3.27
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	-0.02	-0.89	0.89	-2.15
Oil yield (g/plant)	عملکرد روغن	Mean	میانگین	1.54	1.33	1.81	0.91
		Deviation Mean	انحراف از میانگین	-0.02	-0.22	0.25	-0.65

عملکرد به حساب می آیند. به عنوان پیشنهاد لازم است آزمایش دو سال دیگر تکرار شود تا بتوان با اطمینان بیشتری روی این دو روش قضاوت کرد.

در نهایت می توان اظهار داشت در ژرم پلاسما مورد مطالعه تنوع کافی وجود داشت که از این تنوع می توان در برنامه های اصلاحی بهره جست. هم چنین می توان شاخص های گزینش در شرایط دیم را، عملکرد دانه در واحد بوته، تعداد قوزه در بوته، تعداد روز تا رسیدن معرفی کرد.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر سیدسعید پورداد و دکتر خشنود علیزاده به خاطر راهنمایی هایشان تشکر و قدردانی می شود.

درصد روغن در مرحله دوم وارد مدل رگرسیونی شد. حال آن که درصد روغن در هیچ عاملی از تجزیه به عامل ها نمود پیدا نکرد. تجزیه به عامل ها ارتباط بین اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک، فیزیولوژیک و فنولوژیک را نشان داد ولی در رگرسیون گام به گام این موضوع مشخص نبود. تجزیه به عامل ها نشان داد چه اجزایی از عملکرد با صفات مورفولوژیک و فنولوژیک در ارتباط هستند. صفاتی چون تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا رسیدن، تعداد شاخه فرعی و ارتفاع بوته که در رگرسیون چندگانه وارد نشدند ولی در تجزیه به عامل ها خود را نشان دادند، زیرا علاوه بر اجزای عملکرد، عملکرد به فعلیت ساختارهای فتوسنتزی نیز مربوط است و صفات فنولوژیک که نقش اساسی در فتوسنتز گیاه و در نهایت عملکرد دارند، در مجموعه اجزای

References

- Abbasali, M., Aghaee, M. J. and Vaezi, Sh. 2006.** Evaluation of statistic parameters, correlation between traits and genetic variation in safflower germplasm of Iranian National Plant Gene Bank. Abstracts of the 9th. Iranian Congress of Crop Sciences. Aburayhan Campus of Tehran University, Pakdasht, Iran. Page 293 (in Farsi).
- Akbari, Gh. A., Sadat Nouri, S. A., Eidee Tabrizi, A. H., Hoesinzadeh, K. and Dadresan, M. 2006.** Study on physiologic and agronomic charactors in winter safflower varieties. Abstracts of the 9th. Iranian Congress of Crop Sciences. Aburayhan Campus of Tehran University, Pakdasht, Iran. Page 293 (in Farsi).
- Amini, F. and Saeedi, Gh. 2006.** Study on genetic variation in external and Iranian safflower cultivars using agronomic traits. Abstracts of the 9th. Iranian Congress of

- Crop Sciences. Aburayhan Campus of Tehran University, Pakdasht, Iran. Page 293 (in Farsi).
- Ashkani, J., Pakniat, H. 2002.** Factor analysis in spring safflower (*Carthamus tinctorius L.*) traits under suitable and limited irrigation conditions. Abstracts of the 7th. Iranian Congress of Crop Sciences. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. Page 340 (in Farsi).
- Ashkani, J., Pakniat, H. and Ghotbi, V. 2004.** Study on traits in relation to seed yield in spring safflower (*Carthamus tinctorius L.*) using genetic factor analysis. Abstracts of 8th. Iranian Congress of Crop Sciences. Guilan University, Rasht, Iran. Page 8 (in Farsi).
- Chaubev, P. K. and Richliaria, A. K. 1993.** Genetic variability, correlations and path coefficients in Indica rices. Indian Journal of Genetics 53:356-360.
- Estilai, A., Ehdaie, B., Naqvi, H. H., Dierig, D. A., Ray, D. T., and Thompson, A.E. 1992.** Correlations and path analysis of agronomic traits in guayule. Crop Sci. 32: 953-957.
- Farshadfar, E. A. 1998.** Application of Biometrical Genetics in Plant Breeding. Razi University of Kermanshah Publications, Iran. 381 pp. (in Farsi).
- Guertin, W. H. and Bailey, J. P. 1982.** Introduction to Modern Factor Analysis. Edwards Brothers Inc., Michigan, 405pp.
- Hatamzadeh, H. 2006.** Investigation on yield and stability of safflower lines and cultivars in entezari planting under rain fed conditions of Kermanshah. Abstracts of the 9th. Iranian Congress of Crop Sciences. Aburayhan Campus of Tehran University, Pakdasht, Iran. Page 252 (in Farsi).
- Hosseinpour, T. and Ahmadvandi, A. R. 2002.** Study on correlation between some agronomic traits and seed yield in safflower genotypes under rainfed conditions. Abstracts of the 7th. Iranian Congress of Crop Sciences. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. Page 378 (in Farsi).
- Jamshid Moghaddam, M., Pouredad, S., S. and Hatamzadeh, H. 2006.** Study on safflower germplasm in fall planting under rain fed conditions. Abstracts of the 9th. Iranian Congress of Crop Sciences. Aburayhan Campus of Tehran University, Pakdasht, Iran. Page 249 (in Farsi).

- Johnson, R. C., Ghorpade, P. B. and Bradley, V. L. 2001.** Evaluation of the USDA core safflower collection for seven quantitative traits. Proceedings of the Vth. International Safflower Conference, Williston, North Dakota, Sidney, Montana, U.S.A.
- Johnson, R. A. and Wichern, D. W. 1988.** Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall International Inc., London, 607pp.
- Kaiser, H. F. 1958.** The Varimax criterion for analysis rotation in factor analysis. Psychometrika 23:187-200.
- Kleinbaum, D. G., L. L. Kupper and K. E. Muller. 1988.** Applied Regression Analysis and other Multivariable Methods. PWS-Kent Pub. Co., Boston, 718pp.
- Lawley, D. N. and A. E. Maxwell. 1963.** Factor Analysis :As a Statistical Method. Butterworths, London, 453pp.
- Moghaddam, M., Mohammadi Shoti, S. A. and Aghaie Sarbarzeh, M. 1994.** Multivariate Statistical Methods. Pishtaz Elm Publications. Tabriz, Iran. 208 pp. (in Farsi).
- Shahbazi, A. and Saeedi, Gh. 2006.** Estimating heritability for variety traits in safflower using different generations variance. Abstracts of the 9th. Iranian Congress of Crop Sciences. Aburayhan Campus of Tehran University, Pakdasht, Iran. Page 283 (in Farsi).
- Singh, R. B., Kumar, H., and Agrawal, R. K. 1981.** Genetic resources of safflower germplasm collection. Proceedings of the 1st. International Safflower Conference, University of California, Davis California, U.S.A.
- Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 1998.** Introduction to Quantitative Genetics. Publication Center, Tehran University, Tehran, Iran. 548 pp.
- Walton, P. D. 1971.** The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica 20: 416-421.

