دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی صفات فنولوژیکی و عملکرد در ژنوتیپ‌های بین‌المللی نخود تیپ کابلی

پیام پزشکپور[۱] و ابراهیم روحی[۲]

۱- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران. خرم آباد
(نویسنده مسوول: Papezeshkpour@yahoo.com)
۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران. سنندج
تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۱۵
صفحه: ۱۴۴ تا ۱۵۲

چکیده

نخود به‌عنوان سومین حبوبات مهم جهان نه‌تنها منبع مهمی برای تغذیه محسوب می‌گردد بلکه با افزودن نیتروژن باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود. این مطالعه باهدف بررسی تنوع ژنتیکی از طریق تخمین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار صفات کمی در نخود انجام شد تعداد ۲۷ ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲ تکرار در پایگاه نوآوری شهرستان کامیاران کاشته شدند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ٤ مؤلفه اول تقریباً ۷۸/۳ ٪ تنوع ژنوتیپ‌ها را برای صفات بررسی‌شده توجیه کردند. در این تحقیق بالاترین میزان وراثت‌پذیری به ترتیب برای صفات وزن صد دانه (۸۸٪)، تعداد روز تا گلدهی (۸۳٪)، ارتفاع بوته (۷۹٪)، تعداد روز تا غلاف دهی (٦٦٪)، تعداد روز تا رسیدگی (٦١٪) و تعداد دانه در غلاف (٥٥٪) محاسبه شد. بالاترین مقدار واریانس ژنوتیپی و فنوتیپی برای عملکرد دانه به دست آمد از سویی بیشترین مقدار پیشرفت ژنتیکی نیز برای این صفت مشاهده شد لذا عملکرد دانه می‌تواند مهم‌ترین معیار برای انتخاب لاین‌های والدینی در برنامه‌های اصلاحی محسوب گردد. در تجزیه کلاستر با روش ward ژنوتیپ‌ها در ۳ گروه قرار گرفتند و بالاترین فاصله ژنتیکی بین کلاستر۱و ۳ مشاهده شد لذا می‌توان از ژنوتیپ‌های این دو کلاستر برای دورگ گیری درجهت تولید واریته‌های اصلاح‌شده استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه کلاستر، تنوع ژنتیکی، نخود، وراثت‌پذیری

مقدمه

حبوبات بعد از غلات، دومین منبع مهم غذایی و یکی از مهم‌ترین منابع گیاهی غنی از پروتئین می‌باشند که با داشتن قدرت تثبیت نیتروژن نقش مهمی در ثبات و افزایش عملکرد غلات، به‌ویژه در مناطق خشک، دارند (۲۶). نخود زراعی یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده حبوبات است که با داشتن درصد بالایی از ترکیبات پروتئین و نشاسته، در جیره غذایی انسان و دام از اهمیت خاصی برخوردار هست (۱۰). این گیاه در ایران در بین انواع حبوبات، چه از نظر سطح زیر کشت و چه از نظر تولید در درجه اول اهمیت قرار دارد (۲۹). با توجه به این‌که ایران یکی از خاستگاه‌های اولیه نخود است، لذا ژنوتیپ‌های موجود در ایران دارای تنوع بسیار بالایی می‌باشند و با توجه به اهمیت تنوع ژنتیکی به‌عنوان یک اصل مهم به نژادی، بررسی تنوع ژنتیکی این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار هست.

اصولاً لازمه پاسخ به‌گزینش مطلوب در هر برنامه به‌نژادی، وجود سه عامل مهم تنوع ژنتیکی کافی، شدت گزینش زیاد و قابلیت توارث‌پذیری بالا برای صفت موردنظر است (۲). درواقع، انتخاب کارآمد برای یک صفت زمانی امکان‌پذیر است که اثرات ژنتیکی افزایشی و وراثت‌پذیری صفت بالا باشد (۳۰). قبل از انتخاب هر روش به‌نژادی، به‌ویژه در گیاهان خودگشن، تعیین درجه انتقال صفت از نسلی به نسل دیگر، یعنی تعیین وراثت‌پذیری صفت لازم است (۱) زیرا علاوه بر این‌که وراثت‌پذیری عمومی برآورد بیشتری از واریانس ژنتیکی ارائه می‌دهد، اطلاعات مهمی را جهت برنامه‌ریزی برای استراتژی‌های اصلاحی نیز در اختیار به‌نژادگر قرار می‌دهد (۲۶). در تحقیقی تعداد بیست ژنوتیپ نخود زراعی در کشور ایران و در شهرستان کرمانشاه (۴) حداکثر عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش به ژنوتیپ X96th414k تعلق داشت. در تحقیق دیگری با استفاده از نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط عدم تنش خشکی ، صفات آب نسبی ازدست‌رفته و درصد پوکی نیام و در شرایط تنش رطوبتی صفات آب نسبی از دست‌رفته، تعداد نیام در بوته و پایداری غشاء سلولی بودند، که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میانگین صفات عملکرد دانه با صفات عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته، آب نسبی از دست‌رفته و شاخص تحمل تنش در شرایط تنش مشاهده شد (۴).

گنجعلی و همکاران (۵) گزارش کردند که بین ۱۵۰ ژنو تیپ مطالعه شده ازنظر صفات وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه و تعداد روز تا گل‌دهی تنوع فراوانی وجود دارد. در تحقیقیاتی دیگر (۱۴، ۲۰)، نتایج رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که مؤثرترین صفت بر عملکرد در شرایط عدم تنش رطوبتی، صفت زیست‌توده بود درحالی‌که در شرایط تنش رطوبتی مؤثرترین صفات وزن دانه و تعداد نیام در بوته بودند. جهان سوز و همکاران (۱۳)، ضمن مشاهده تنوع زیاد در بین ژنوتیپ‌ها، بر اساس نتایج رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه همبستگی نشان دادند که صفات وزن صد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]
[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]

دانه و تعداد کل دانه بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد دانه داشتند. در تحقیقی دیگر نتایج همبستگی‌های ساده، رگرسیون چندگانه و تجزیه علیت در شرایط نرمال نشان داد که صفات وزن بذر با نیام و تعداد بذر در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد بوته دارا بودند (۱۷). چقا میرزا و فرشاد فر (۲) تعداد ۱۰۳ ژنو تیپ نخود کابلی را موردمطالعه قراردادند، نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که جهت گزینش برای بیشترین عملکرد دانه، صفات تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه می‌توانند به‌عنوان توصیف‌کننده تغییرات به‌کاربرده شوند. طی مطالعات انجام شده صفات تعداد نیام در واحد سطح، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه به‌عنوان اجزای اصلی عملکرد در نخود شناسایی‌شده که در این بین، تعداد نیام در واحد سطح با عملکرد همبستگی زیادی نشان داده است (۲۷) که با نتایج کومار و همکاران (۱۱) منطبق بود. لذا با توجه به اهمیت نخود در بخش کشاورزی، این مطالعه به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مختلف، ارزیابی تنوع فنوتیپی صفات مختلف و تعیین میزان توارث‌پذیری آن‌ها و شناسایی مطلوب‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در راستای اجرای پروژه ارتقای امنیت غذایی ایران- ایکاردا در استان کردستان و با هدف دسترسی به ارقام دانه‌درشت، پابلند و پر محصول، تعداد ۲۶ ژنو تیپ نخود سفید از مرکز تحقیقات بین‌المللی ایکاردا در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ دریافت و در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی دیم کشور سارال کردستان ارزیابی شد. در این تحقیق، ۲۶ ژنو تیپ نخود کابلی دریافتی از ایکاردا به همراه رقم شاهد سارال در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار در ایستگاه تحقیقات سارال کردستان با ارتفاع ۲۱۷۰ متر از سطح دریا به صورت بهاره کشت شدند. براساس داده‌های این سال زراعی، میانگین بارندگی محل اجرای آزمایش ۳۴۳/۴ میلی‌متر بود. عملیات تهیه زمین با عمق شخم ۲۵ سانتی‌متر در پاییز ۱۳۹۴ آغاز و قبل از کشت آماده‌سازی زمین با اجرای یک شخم بهاره، دیسک انجام شد. کاشت بذر به صورت دستی انجام گرفت و هر کرت آزمایشی شامل پنج خط کاشت به طول ۱۲ متر و با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متری و فاصله بذور بر روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر و عمق بذر حدود ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در مراحل داشت، برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی صورت گرفت. پس از رسیدگی حدود ۹۰ درصد از بوته‌های کرت‌ها و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، نمونه‌برداری از سطح ۴ مترمربع از هر کرت آزمایشی انجام شد. عملکرد دانه بر اساس کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. صفات موردبررسی شامل ارتفاع بوته،ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، ارتفاع آخرین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف بارور در بوته،تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، وزن صد دانه بود که پس از میانگین‌گیری از تعداد ده بوته مشاهدات برای صفات موردبررسی مورد تجزیه آماری قرار گرفتند.

برای آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس از نرم‌افزار Minitab 16، برای تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و ترسیم نمودارهای دوبعدی از نرم‌افزارهای SPSS22، Minitab16 استفاده گردید. ضرایب عامل‌ها پس از چرخش وریماکس (Varimax) بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد شدند. البته در ابتدا به‌منظور تشخیص مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی از دو شاخص KMO (کایزر- میر- اولکین) و آزمون کرویت بارتلت استفاده شد. همچنین برای تعیین اعتبار داده‌ها، آن‌ها به دو قسمت تصادفی تقسیم شدند و سپس تجزیه به عامل‌ها برای هر قسمت به‌طور جداگانه انجام شد. با توجه به اینکه نتایج در دو گروه یکسان بود بنابراین تغییر افراد روی نتایج تأثیری نداشته و می‌توان یک جمع‌بندی کلی داشت. برای تأیید صحت گروه‌بندی انجام‌شده از تجزیه واریانس چند متغیره ،تجزیه تابع تشخیص استفاده شد.همچنین برای بررسی تفاوت گروه‌ها ازلحاظ صفات مختلف، مقایسه میانگین گروه‌ها برای صفات مورد بررسی انجام گردید. از فرمول $\sqrt{\frac{N}{2}}$ که در آن n تعداد افراد را مشخص می‌کند (۲۴،۱۸) برای تعیین تعداد گروه‌های ایجادشده توسط خط برش استفاده شد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های بررسی‌شده در این تحقیق

Table 1. Description of studied genotypes in this research

کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	نام ژنوتیپ
G1	FLIP 09-68C	G14	FLIP 98-121C
G2	FLIP 86-5C	G15	FLIP 09-7C
G3	FLIP 09-77C	G16	FLIP 09-67C
G4	FLIP 84-48C	G17	FLIP 09-72C
G5	FLIP 84-79C	G18	FLIP 09-84C
G6	FLIP 84-182C	G19	FLIP 09-120C
G7	FLIP 85-01C	G20	FLIP 09-159C
G8	FLIP 85-17C	G21	FLIP 09-220C
G9	FLIP 86-06C	G22	FLIP 09-289C
G10	FLIP 87-08C	G23	Elixir
G11	FLIP 97-137C	G24	FLIP 90-96C
G12	FLIP 97-266C	G25	Nour
G13	FLIP 97-503C	G26	FLIP 97-530C
		G27	Saral

همچنین وراثت‌پذیری عمومی هر صفت از رابطه $h^2_{b.s}=(VG/Vp)\times100$ به دست آمد که VP = واریانس فنوتیپی و VG= واریانس ژنتیکی و $h^2_{b.s}$ = وراثت‌پذیری هست. با توجه به امید ریاضی واریانس ژنوتیپ‌ها و خطا در جدول تجزیه واریانس، مقادیر واریانس ژنو تیپی و واریانس فنوتیپی محاسبه و برای به دست آوردن پیشرفت ژنتیکی از فرمول $GA=h^2_{b.sK}\sqrt{VP}$ که = مقادیر شدت انتخاب است، استفاده شد (۳۴). پس از آزمون همگنی واریانس‌ها و بدون تنش بودن داده‌ها، تجزیه داده‌ها با استفاده از برنامه‌های SAS 9.1 و MSTATC انجام شد. تعیین ضرایب همبستگی ساده، رگرسیون چندگانه، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه به عامل و تجزیه خوشه‌ای با استفاده از برنامه Spss 19 صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی اصولاً قبل از تجزیه خوشه‌ها انجام می‌شود تا اهمیت نسبی صفاتی که در کلاستر بندی نقش دارند مشخص شود (۲۱). پارامترهای اصلی در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شامل مقادیر ویژه، درصد واریانس توجیه شده، درصد واریانس تجمعی و ضریب همبستگی صفات با مؤلفه‌ها برای مؤلفه اول تا چهارم می‌باشد. نتایج حاصل نشان داد که ۴ مؤلفه اول تقریباً ۷۸/۳ درصد کل تغییرات را توجیه می‌کنند، به‌طوری‌که مؤلفه اول به‌تنهایی ۳۲/۴ درصد از کل تغییرات را بیان می‌کند. ضرایب همبستگی متغیرها با مؤلفه‌های اصلی نشان داد که صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا غلاف دهی، تعداد روز تا رسیدگی با بالاترین ضریب عامل مثبت و عملکرد دانه با بالاترین ضریب عامل منفی مهم‌ترین صفات در مؤلفه اول هستند. مؤلفه اول را می‌توان عامل مؤثر بر عملکرد دانه نام‌گذاری کرد. ضرایب صفات در مؤلفه اول نشان‌دهنده این است که ژنوتیپ‌های برخوردار از مقادیر بالای عامل اول دارای عملکرد بیشتری هستند.

مؤلفه دوم ۲۳/۱ درصد از کل تغییرات را در برگرفت و صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته با بالاترین ضریب عامل مثبت مهم‌ترین صفات در مؤلفه دوم هستند. مؤلفه سوم نیز ۱۲/۸۵ درصد از کل تغییرات را به خود اختصاص داد و عمدتاً با صفات تعداد بوته سبز شده با بالاترین ضریب منفی و وزن صد دانه با بالاترین ضریب مثبت مرتبط بود. مؤلفه چهارم ۹/۹۷ درصد تغییرات را توجیه کرد و در بردارنده صفات تعداد دانه در غلاف با بالاترین ضریب منفی و ارتفاع بوته با بالاترین ضریب مثبت بود (جدول ۲).

انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس افزایش عامل اول و دوم می‌تواند منجر به افزایش عملکرد اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های مطالعه شده گردد. در بررسی توده‌های بومی عدس در شمال غرب ایران نیز مشخص شد که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی بالاترین ضرایب را در مؤلفه اول داشتند (۷).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]

جدول ۲- مقادیر ویژه درصد واریانس تجمعی صفات مختلف در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

Table 2. Eigenvalue and of cumulative variance different traits in principal component analysis

مؤلف‌ها	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
اول	۳/۲۳۸۹	۰/۳۲۴	۰/۳۲۴
دوم	۲/۳۱۲۵	۰/۲۳۱	۰/۵۵۵
سوم	۱/۲۸۵۳	۰/۱۲۹	۰/۶۸۴
چهارم	۰/۹۹۷۸	۰/۱۰۰	۰/۷۸۳

جدول ۳- ضرایب تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مربوط به صفات مطالعه شده در ژنوتیپ‌های نخود

Table 3. Coefficients principal components analysis of studied traits in chickpea genotypes

صفات	اول	دوم	سوم	چهارم
تعداد بوته سبز شده	-۰/۲۴۶	-۰/۲۴۷	-۰/۵۶۹	۰/۲۰۰
روز تا گلدهی	۰/۴۹۹	۰/۰۸۵	-۰/۱۱۳	-۰/۰۷۴
روز تا غلاف دهی	۰/۴۵۵	۰/۲۳۲	-۰/۲۱۳	۰/۰۶۶
روز تا رسیدگی	۰/۴۴۱	۰/۱۰۷	۰/۰۵۴	۰/۲۵۲
ارتفاع (cm)	۰/۲۷۲	۰/۱۱۸	-۰/۳۸۷	۰/۴۱۳
تعداد غلاف در بوته	-۰/۱۶۶	۰/۶۱۱	۰/۱۱۷	۰/۰۵۲
دانه در بوته	-۰/۱۱۷	۰/۶۲۲	۰/۰۷۲	-۰/۱۴۵
وزن صد دانه (گرم)	۰/۱۱۶	-۰/۱۶۹	۰/۵۹۴	۰/۳۱۹
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	-۰/۳۴۴	۰/۲۴۸	-۰/۲۵۷	۰/۱۷۸
تعداد دانه در غلاف	۰/۲۰۳	-۰/۰۴۴	-۰/۱۶۹	-۰/۷۴۷

تجزیه کلاستر

با توجه به اینکه عملکرد دانه صفتی پیچیده است که توسط ساختار ژنتیکی و محیط رشد گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد، به کمک تجزیه کلاستر می‌توان ژنوتیپ‌های مطالعه شده را بر اساس عملکرد طبقه‌بندی کرد و بای پلات ژنوتیپ‌های موجود در کلاسترهایی بافاصله نسبتاً زیاد می‌توان انتخاب هیبریدهای مناسب را تسهیل کرد (۱۶). تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش WARD و فاصله اقلیدسی به ۳ گروه اصلی تقسیم شد (شکل ۱). گروه یک شامل ژنوتیپ‌های G26, G11,G8, G4, G3, G13, G1 بود و ژنوتیپ‌های G25, G21, G7, G18, G17, G15, G2, G16, G1, G6, G24, G23, G5 در گروه دو قرار گرفتند. گروه سه نیز شامل ژنوتیپ‌های G27, G12, G19, G20, G14, G10 بود. نهایتاً ژنوتیپ‌های موجود در دو گروهی که بیشترین فاصله را از هم دارند، برای دستیابی به هتروزیس بیشتر می‌توانند به‌عنوان والدهای تلاقی‌ها مد نظر قرار گیرند (۱۵). انتخاب والدین برای هیبریداسیون ژنتیکی برای به دست آوردن نوترکیبی بیشتر و تفکیک متجاوز موردنظر باید بر اساس تنوع ژنتیکی و نه تنوع جغرافیایی صورت گیرد. بنابراین هیبریداسیون می‌تواند با ژنوتیپ‌های متعلق به کلاسترهای متنوع با میانگین بالا برای اکثر صفات شروع شود. پیشنهاد می‌شود ژنوتیپ‌های متنوع از این گروه‌ها همراه با سایر ویژگی‌های مطلوب در برنامه‌های اصلاحی استفاده شوند تا تفکیک بهتری برای عملکرد بذر بالا و اجزاء عملکرد حاصل گردد (۳۳). ژنوتیپ‌های موجود در کلاستر ۳ و ۱ به ترتیب بالاترین مقدار عملکرد بذر را به خود اختصاص دادند. با توجه به فاصله بین گروه‌های ۱ و ۳ احتمالاً بیشترین موفقیت در تلاقی بین ژنوتیپ‌های این دو گروه و کمترین هتروزیس از تلاقی ژنوتیپ‌های گروه ۱ و ۲ حاصل خواهد شد (جدول ۴). نتایج حاصل از نتایج تجزیه کلاستر ۴۰ ژنو تیپ عدس نشان داد که ژنوتیپ‌هایی از مناطق مشابه در کلاسترهای متفاوتی قرار می‌گیرند و برعکس این نتیجه می‌تواند نشان‌دهنده عدم وجود رابطه بین تنوع ژنتیکی و جغرافیایی باشد (۳۳).

جدول ۴- فاصله ژنتیکی (اقلیدسی) بین سه کلاستر به روش WARD

Table 4. Genetic distance between three clusters (ward method)

	کلاستر ۱	کلاستر ۲
کلاستر ۲	۲۱۹/۹۱	
کلاستر ۳	۴۶۰/۷۳	۲۳۰/۹۴

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]

تنوع ژنتیکی عموماً نتیجه چندین فاکتور مختلف ازجمله مواد اصلاحی، رانش ژنتیکی، تغییرات محیطی و گزینش مصنوعی علاوه بر تنوع جغرافیایی و اکولوژیکی است (۳۳).

در تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های مختلف لوبیای معمولی (*Phaseolus Valgaris* L.)، چهار کلاستر به دست آمد که ژنوتیپ‌های موجود در کلاستر اول ازنظر میانگین صفات وزن غلاف با بذر، تعداد غلاف پر در بوته، تعداد بذر در بوته و عملکرد تک بوته بالاترین مقدار را داشتند و ژنوتیپ‌های موجود در کلاستر چهارم در اکثر صفات و از جمله تعداد روز تا رسیدگی کمترین میزان میانگین را نشان دادند. این نتایج نشان داده که تلاقی ژنوتیپ‌های این دو کلاستر امکان تولید هیبریدهای زودرس با میانگین عملکرد بالا را نوید می‌دهد (۳۰). در مطالعه ۳۶ لاین نخود زراعی تیپ کابلی با استفاده از تجزیه کلاستر، لاین‌های موردبررسی در سه گروه قرار گرفتند. لاین‌هایی که در کلاسترهای مختلف قرار گرفتند دارای کمترین قرابت ژنتیکی بودند (۳). قرار گرفتن ژنوتیپ‌های مطالعه شده در گروه‌های متفاوت نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی است که می‌توان از این تنوع برای برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد.

ضریب تغییرات ژنوتیپی، فنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی

واریانس ژنتیکی و فنوتیپی، ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنو تیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی به‌عنوان درصدی از میانگین برای صفات مختلف ارزیابی می‌شود. تغییرپذیری ژنو تیپی و فنوتیپی و وراثت‌پذیری برای صفات متفاوت در جدول ۵ نمایش داده‌شده است. بالاترین مقدار واریانس ژنو تیپی و فنوتیپی برای عملکرد دانه و به دنبال آن برای درصد جوانه‌زنی به دست آمد، اما برای تعداد دانه در غلاف دارای کمترین مقدار بود.

ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای تعداد بوته سبز شده و تعداد دانه در غلاف به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار بود. بالا بودن ضریب تغییرات فنوتیپی برای صفات نشان می‌دهد که بیان این صفات تا حدود زیادی تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد. همچنین بالا بودن ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی برای صفات نشان‌دهنده دامنه گسترده تغییرات برای این صفات است (۳۱). در بررسی روابط تعدادی از ارقام نخود (*Cicer Arietinum* L.) از مجموعه ارقام بومی و اصلاح‌شده ایرانی، مشخص شد که بالاترین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنو تیپی مربوط به صفت تعداد شاخه ثانویه و کمترین مقدار ضریب تغییرات ژنو تیپی و فنوتیپی برای عملکرد بیولوژیکی بوده است (۱۹).

همچنین در یک تحقیق، نتایج ارزیابی‌های کانونی روی ۶۰ ژنو تیپ نخود کابلی نشان داد که بالاترین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی مربوط به عملکرد دانه و تعداد غلاف در گیاه است (۸) که نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر در مورد عملکرد دانه مطابقت دارد. با توجه به متفاوت بودن ژنوتیپ‌های استفاده‌شده در این تحقیق، نتایج در مورد تعداد غلاف در گیاه دور از انتظار نیست. به‌طورکلی نزدیک بودن مقدار ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی در برخی صفات نشان‌دهنده ناچیز بودن اثرات محیطی بر بیان صفات است، درحالی‌که زمانی که ضریب تغییرات فنوتیپی بسیار بیشتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی باشد دلالت بر بالا بودن میزان اثرات محیطی است (۳۱). تفاوت ناچیز بین ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفات وزن صد دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و تعداد روز تا۵۰ درصد گلدهی نشان می‌دهد که این صفات بیشتر توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شوند و انتخاب والدین بر اساس این صفات برای دو رگ‌گیری باهدف اصلاح مناسب هست. اما این تفاوت برای صفات تعداد دانه در غلاف (۳۰/۲ و ۲۲/۵)، تعداد دانه در بوته (۰/۶۱ و ۰/۲۲) و تعداد غلاف در بوته (۰/۵۶ و ۰/۱۶) بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد که می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر عوامل محیطی در کنترل این صفات باشد. در بررسی توده‌های مختلف عدس در اتیوپی و سایر کشورها مشخص شد که ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی برای صفت وزن صددانه تفاوت ناچیزی باهم دارند که نشان‌دهنده تأثیر نسبتاً کم محیط روی این صفت است (۱۸). وراثت‌پذیری مهم‌ترین پارامتر در مطالعات ژنتیکی صفات کمی است و در تصمیم‌گیری برای گزینش یک صفت خاص نقش حیاتی ایفاء می‌کند (۱۲). در این تحقیق بالاترین میزان وراثت‌پذیری به ترتیب برای صفات وزن صد دانه (۸۸٪)، تعداد روز تا گلدهی (۸۳٪)، ارتفاع بوته (۷۹٪)، تعداد روز تا غلاف‌دهی (۶۶٪)، تعداد روز تا رسیدگی (۶۱٪) و تعداد دانه در غلاف (۵۵٪) محاسبه شد. بالا بودن وراثت‌پذیری صفات نشان‌دهنده پایین بودن اثرات محیطی بر صفات بررسی‌شده است (۳). لذا انتخاب بر اساس فنوتیپ برای این صفات مؤثر است. در آزمایش دیگری (منبع) تغییرپذیری و وراثت‌پذیری برای صفات مختلف در لاین‌های نخود محاسبه و مشخص شد که وراثت‌پذیری برای ارتفاع بوته و عملکرد بذر در بوته دارای بالاترین مقدار بود. با توجه به پارامترهای ذکرشده انتخاب برای ارتفاع گیاه برای اصلاح عملکرد بذر می‌تواند مؤثر باشد که با نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش هم‌خوانی دارد. در بررسی ژنوتیپ‌های نخود در شرایط کشت نرمال و تنش خشکی بالاترین میزان وراثت‌پذیری برای عملکرد دانه به ترتیب ۸۸/۴۹٪ و ۹۳/۹۸٪ به دست آمد (۲۲).

در بررسی وراثت‌پذیری برخی صفات در تعدادی ژنو تیپ نخود در دو منطقه از کنیا مشخص شد (۳۱) که وراثت‌پذیری صفات عملکرد بذر و وزن صد دانه به ترتیب (۹۹٪-۴۵٪) و (۹۹٪-۸۳٪) است. در ارزیابی تغییرپذیری ژنوتیپ‌های نخود ازنظر مقدار پروتئین بذر و اجزای عملکرد، وراثت‌پذیری بالا برای صفات عملکرد بیولوژیکی (۹۹٪)، تعداد غلاف در بوته (۹۸/۱۸٪) و عملکرد بذر (۹۶/۷۸٪) مشاهده شد که دلالت بر کنترل این صفات توسط ژن‌هایی با اثرات افزایشی در ژنوتیپ‌های مطالعه شده دارد که تائیدکننده وراثت‌پذیری بالای صفات وزن صد دانه و تعداد روز تا گلدهی و ارتفاع بوته در این

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]

آزمایش است. در میان لاین‌های نخود کابلی بررسی‌شده برخی از صفات مثل تعداد دانه در غلاف از ضریب تغییرات ژنتیکی بالایی برخوردار بود (۱۲).

اگرچه وراثت‌پذیری بالا، مؤثر بودن گزینش را بر اساس کارایی فنوتیپی نشان می‌دهد اما هیچ‌گونه شاخصی از مقدار پیشرفت ژنتیکی را برای گزینش بهترین افراد نشان نمی‌دهد. این مورد با استفاده از پیشرفت ژنتیکی امکان‌پذیر است. ترکیب وراثت‌پذیری با پیشرفت ژنتیکی نسبت به وراثت‌پذیری به‌تنهایی، برای تخمین اثرات انتخاب مفیدتر است (۹). عملکرد دانه و وزن صد دانه بالاترین پیشرفت ژنتیکی و تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته پایین‌ترین مقدار برای پیشرفت ژنتیکی را نشان دادند. پایین بودن پیشرفت ژنتیکی صفات احتمالاً دلالت بر وجود اثرات اپیستازی در مکان‌های ژنی کنترل‌کننده این صفات است (۶). پیشرفت ژنتیکی برای صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته پائین بود که احتمالاً با وراثت‌پذیری بالای آن‌ها جبران می‌شود. مشخص‌شده است که همیشه وراثت‌پذیری بالا با پیشرفت ژنتیکی بزرگ همراه نیست (۲۳).

از طرف دیگر پیوسته بودن وراثت‌پذیری بالا با پیشرفت ژنتیکی پائین برای برخی صفات نشان‌دهنده اثرات غالبیت و اپیستازی ژن‌های کنترل‌کننده این صفات است (۳۳). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بالاترین میزان وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی ژن‌های کنترل‌کننده این صفات است (۳۳). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بالاترین میزان وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی برای صفت وزن صددانه وجود دارد. انتخاب برای صفاتی که هم‌زمان وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالایی دارند می‌تواند موفقیت‌آمیز باشد (۶).

جدول ۵- پارامترهای ژنتیکی برای صفات کمی در ژنوتیپ‌های نخود

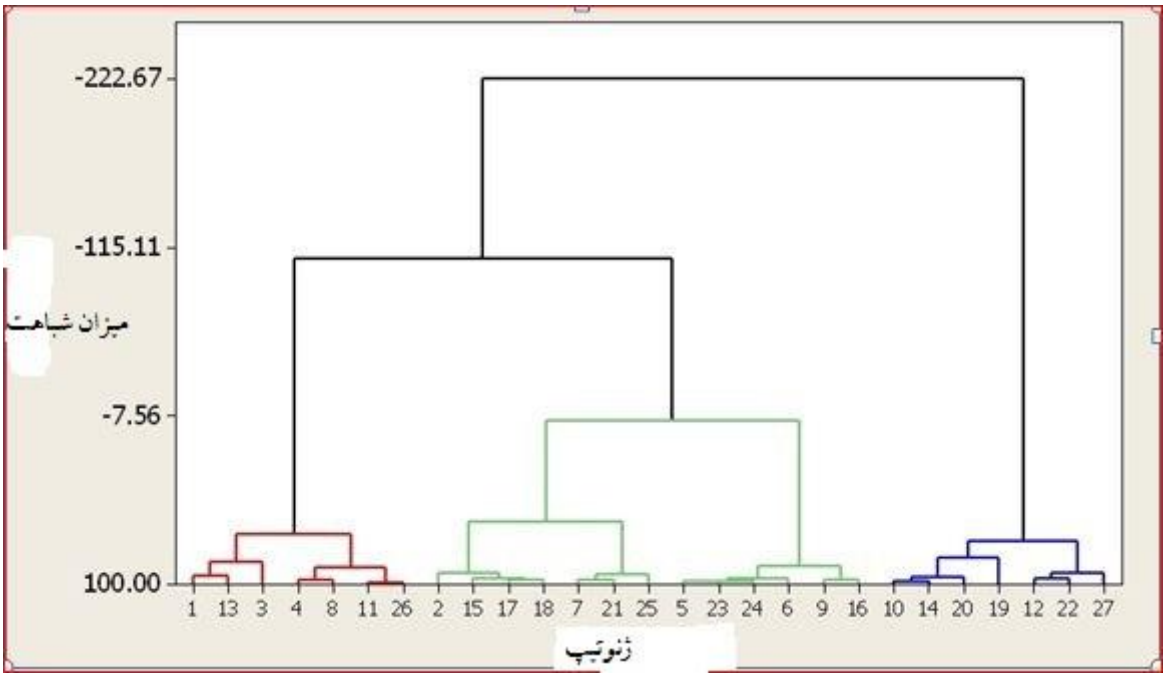
Table 5. Genetic parameters for morphological traits in chickpea genotypes

صفات	واریانس محیطی	واریانس ژنو تیپی	واریانس فنوتیپی	ضریب تغیرت فنوتیپی	ضریب تغییرات ژنوتیپی	ضریب تغییرات محیطی	وراثت‌پذیری	درصد پیشرفت ژنتیکی
تعداد بوته سبز شده	۷۲/۶۱۵	۵۲/۱۳۶	۱۲۴/۷۵۱	۰/۱۵۰	۰/۰۹۷	۰/۱۱۵	۰/۴۱۸	۹/۶۱۶
روز تا گلدهی	۱/۳۲۱	۶/۸۰۶	۸/۱۲۷	۰/۶۷۴	۰/۶۱۷	۰/۲۷۲	۰/۸۳۷	۴/۹۱۸
روز تا غلاف دهی	۱/۰۸۳	۲/۱۸۸	۳/۲۷۱	۱/۰۵۲	۰/۸۶۰	۰/۶۰۵	۰/۶۶۹	۲/۴۹۲
روز تا رسیدگی	۲/۰۵۱	۳/۳۴۵	۵/۳۹۶	۰/۸۲۶	۰/۶۵۰	۰/۵۰۹	۰/۶۲۰	۲/۹۶۶
ارتفاع	۱/۴۶۲	۵/۷۵۶	۷/۲۱۸	۰/۷۱۳	۰/۶۳۷	۰/۳۲۱	۰/۷۹۷	۴/۴۱۳
تعداد غلاف در بوته	۸/۹۳۳	۰/۸۸۱	۹/۸۱۴	۰/۵۶۳	۰/۱۶۹	۰/۵۳۷	۰/۰۹۰	۰/۵۷۹
دانه در بوته	۸/۰۲۹	۱/۱۵۹	۹/۱۸۸	۰/۶۱۹	۰/۲۲۰	۰/۵۷۹	۰/۱۲۶	۰/۷۸۸
وزن صد دانه	۲/۴۱۷	۱۷/۸۴۰	۲۰/۲۵۷	۰/۴۲۴	۰/۳۹۷	۰/۱۴۶	۰/۸۸۱	۸/۱۶۵
عملکرد دانه	۳۸۱۶۷/۶۰۰	۱۴۴۱۱/۵۸۰	۵۲۵۷۹/۱۸۰	۰/۲۲۲	۰/۱۱۶	۰/۱۸۹	۰/۲۷۴	۱۲۹/۴۷۱
تعداد دانه در غلاف	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۳۰/۲۱۷	۲۲/۵۲۳	۲۰/۱۴۵	۰/۵۵۶	۰/۰۷۷

به‌طورکلی نتایج و یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که امکان بهبود ژنتیکی ژنوتیپ‌های موردمطالعه نخود در برنامه‌های اصلاحی متفاوت به‌منظور گسترش ژنوتیپ‌های مطلوب از طریق دو رگ‌گیری وجود دارد. در ضمن می‌توان از صفت وزن صددانه به علت بالا بودن مقدار وراثت‌پذیری به همراه پیشرفت ژنتیکی به‌عنوان شاخص مناسب برای انتخاب والدین در برنامه‌های دو رگ‌گیری استفاده کرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]



شکل ۱- دندروگرام مربوط به صفات کمی نخود به روش Ward
Figure 1. Dendrogram of morphological traits in chickpea genotypes with ward method

منابع

1. Adeniji, O. 2007. Heritability and number of genes governing pod yield in West African okra (*Abelmoschus caillei*) (A. Chev) stevels. Agricultural Journal, 2(4): 483-486.
2. Chaghamirza, K. and E. Farshadfar. 2005. Study of relationships between yield and yield components in chickpea. *In:* Proceeding of 9th Iranian Congress of Crop Science and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran (In Persian).
3. Crippa, I., C. Bermejo, M.A. Esposito, E.A. Martin, V. Cravero, D. Liberatti, F.S.L. Anido and E.L. Cointry. 2009. Genetic variability, correlation and path analyses for agronomic traits in Lentil genotypes. International Journal of Plant Breeding, 3: 76-80.
4. Farshadfar, E. and J. Javadinea. 2011. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for drought tolerance. Seed and Plant Improvement Journal, 27(4): 517-535 (In Persian).
5. Ganjali, A., A. Bagheri and H. Porsa. 2009. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm for drought resistance. Iranian Journal of Agronomy Researchers, 7: 183-194 (In Persian).
6. Gul, R., H. Khan, M. Bibi, Q.U. Ain and B. Imran. 2013. Genetic analysis and interrelationship of yield attributing traits in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). The Journal of Animal and Plant Sciences, 23: 521-526.
7. Hashemzadeh, J. and H. Monirifar. 2016. Agro-Morphological traits variation in some Lentil landrace cultivars from Northwest of Iran. Journal of Crop Breeding, 8(19): 102-111 (In Persian).
8. Kanouni, H. 2012. Evaluation of seed yield and some traits in chickpea cultivars in winter planting in rainfed farmers' fields in Kurdistan. Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal, 1: 27-35.
9. Kanouni, H., M.R. Shahab, M. Imtiaz and M. Khalili. 2012. Genetic variation in drought tolerance in chickpea (*Cicer arientinum* L.) genotypes. Crop Breeding Journal, 2: 133-138.
10. Kochaki, E. and M. Banayaneaval. 1995. Agricultural Crops. University Jihad Press of Mashhad. 5th End. Mashhad, 288 pp.
11. Kumar, L. and P.P. Arora. 1991. Basis of selection in chickpea. Research Reports International. Chickpea News, 24: 14-15.
12. Lotfi Aghmioni, M., M.J. Aghaei, Sh. Vaezi and E. Majidi Heravan. 2015. Evaluation of genetic diversity, heritability and genetic progress in Kabuli type Chickpea genotypes. Iranian Journal of Pulses Research, 6: 100-107 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]

13. Jahansouz, M.R., M.R. Naghavi and M. Dolatitaperasht. 2004. A study of relationships between different traits inwhite and black chickpea. Iranian Journal of Agriculture Science, 35: 573-579 (In Persian).
14. Jamshidimoghadam, M., H. Pakniyat and E. Farshadfar. 2007. Evaluation of drought tolerance of chickpea (*Ciceraretinum*L.) Lines using agro-physiologic Characteristics Seed and Plant Improvement Journal, 23: 325-342 (In Persian).
15. Masoudi, B., M.R. Bihamta, H.R. Babaei and S.A. Peyghambari. 2008. Evaluation of Genetic Diversity for Agronomic, Morphological and Phenological Traits in Soybean. Seed and Plant Improvement Journal, 24: 413-427 (In Persian).
16. Malik, S.R., A. Bakhsh, M.A. Asif, U. Iqbal and S.M. Iqbal. 2010. Assessment of genetic variability and interrelationship among some agronomic traits in Chickpea. International Journal of Agriculture and Biology, 12: 81-85.
17. Mardi, M., A.R. Taleei and M. Omidi. 2003. A study of genetic diversity and identification of yield components indesi chickpea. Iranian Journal of Agricultural Science, 34: 345-351 (In Persian).
18. Mekonnen, F., F. Mekbib, S. Kumar, S. Ahmed and T.R. Sharma. 2014. Agromorphological traits variability of the Ethiopian lentil and exotic genotypes. Advance in Agriculture, 2014: 1-15.
19. Mohammadi, K. and R. Talebi. 2015. Interrelationships and genetic analysis of seed yield and morphological traits in mini core collection of Iranian landrace, breeding lines and improved Chickpea (*Cicerarietinum*L.) cultivars. Genetika, 47: 383-393.
20. Mohammad Ali Pour Yamchi, H., M.R. Bihamta, S.A. Peighambari, M. Naghavi and M. Shafiee Khorshidi. 2011. Evaluation of Genetic Diversity and Classification of Kabuli Chickpea Genotypes in late Season Drought Stress. Journal of Crop Breeding, 3(7): 53-70 (In Persian).
21. Montgomery, D.C. 2002. Design and Analysis of Experiment, 5th End. New York: John Wiley and Sons, USA, 655 pp.
22. Moucheshi, A.S., B. Heidari and A. Dadkhodaie. 2010. Genetic variation and agronomic evaluation of chickpea cultivars for grain yield and its components under irrigated and rainfed growing conditions. Iran Agricultural Research, 29: 39-50.
23. Ogunniyan, D.J. and S.A. Olakojo. 2014. Genetic variation, heritability, genetic advance and agronomic character association of yellow elite inbred lines of maize (*zea mays* L.). Nigerian Journal of Genetics, 28: 24-28.
24. Pezeshkpour P. and S. Afkar. 2018. The Study of Genetic Diversity, Heritability and Genetic Advance of Morphological Traits, Yield and Yield Components in Different Chickpea (Cicer arietinum) Genotypes. Journal of Crop Breeding, 9(24): 61-68 (In Persian).
25. Phillips, R.D. and B.W. Abbey. 1989. Composition and flatulence-producing potential of commonly eaten Nigerian and American legumes. *Food Chemistry* 33: 271-280.
26. Phudenpa, A., S. Jogloy., B. Toomsan., S. Wongkaew., T. Kesmala and A. Patanothai. 2004. Heritability and phenotypic correlation of traits related to N2-fixation and agronomic traits in peanut (*Arachishypogaea*L.). Journal of Science and Technology, 26: 317-325.
27. Saxena, M.C. 1984. Agronomic studies on winter chickpeas. pp: 123-139. *In:* M. C. Saxena and K. B. Singh (Eds.), Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas, MartinusNijh off Dr.W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, pp: 55-65.
28. Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool season food legumes. pp: 3-14. *In:* M. C. Saxena and K. B. Singh (Eds.), Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes,John Wiley & Sons, New York.
29. Saxena, N.P., M.C. Saxena and S.M. Johansen. 1996. Adaptation of chickpea in the west Asia and North Africaregion. ICARDA Publication. Aleppo, Syria, 258 pp.
30. ShafieeKhorshidi, M., M.R. Bihamta, F. Khialparast and M.R. Naghavi. 2012. Assessment of genetic variation incommon Bean (*Phaseolus vulgaris* L) genotypes under drought condition using cluster and canonicaldiscriminant analysis (CDA). Journal of Crop Breeding, 4: 1-17 (In Persian).
31. Singh, T.P., H.L. Raiger, J. Kumari Singh and P.S. Deshmukh. 2014. Evaluation of Chickpea genotypes forvariability in seed protein content and yield components under restricted soil moisture condition. Indian Journalof Plant Physiology, 19: 273-280.
32. Soghani, M., S.H. Vaezi and S.H. Sabaghpor. 2010. Study on correlation and path analysis for seed yield and itsdependent traits in white bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agronomy and Plant Breeding, 6: 27-36.
33. Tyagi, S.D. and M.H. Kahn. 2010. Genetic diversity in Lentil. African Crop Science Journal, 18: 69-74.
34. Valizadeh, M. and M. Moghadam. 1998. Quantitative Genetics. 1th end. Publications Center, Tehran, Iran, 548 pp (In Persian).
33. Zali, H., E. Farshadfar and S.H. Sabaghpour. 2011. Genetic variability and interrelationships among agronomictraits in chickpea (*Cicerarietinum*L.) genotypes. Crop Breeding Journal, 1: 127-132.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]

The Study of Genetic Diversity, Heritability and Genetic Advance of Phenological Traits and Yield in Kabuli Chickpea International Genotypes

Payam Pezeshkpour[1] and Ebrahim Rohei[2]

1- Research Assistant, Seed and Plant Improvement Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, AREEO, Khoramabad, Iran, (Corresponding author: papezeshkpour@yahoo.com)
2 - Research assistant, Seed and Plant improvement Research Department, Kordestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran
Received: November 12, 2018 Accepted: July 17, 2019

Abstract

Chickpea (*Cicerarietnum*) as the third most important grain legume in the world is not only an important source of feed but also an improve soil fertilizer by adding nitrogen. This study was aimed to assess the variability of morphological trait, to estimate PCV, GCV, heritability, and expected genetic advance of quantitative traits of Chickpea. The genotypes were planted in a randomized complete block design with two replications. PCA analysis showed first four factors justified almost near to 78.3 percent variance among studied characters. Cluster analysis via Ward method classified all genotypes in three groups and the highest genetic distance wasobserved between cluster 1 and cluster 3. It is shown that the seed yield (0.88) trait has the highest PCV and GCV. The highest heritability was found for 100- seed weight (0.88), number of day to flowering (0.83) and plant height whereas high heritability coupled with high genetic advance was found for seed yield. So seed yield can be the most important criteria for selection parental lines in breeding programs. Also in regard to the highest genetic distance between cluster 1 and cluster 3, genotypes of two clusters could be used for intercrossing to develop improved cultivars.

Keywords: Chickpea, Cluster analysis, Genetic variation, Heritability, Principal Component Analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-09]

[DOI: 10.29252/jcb.11.31.144]