نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۳، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۶-۷، نیمهٔ اول ۱۳۹۱

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 1, 2012, p. 7-16

ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات مورفولوژیک ژرم‌پلاسم‌های نخود کابلی و دسی

محمد دشتکی[1*]، محمدرضا بی‌همتا[2] و هادی محمدعلی پوریامچی[3]

۱- کارشناس‌ارشد اصلاح‌نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج
۲- استاد گروه زراعت و اصلاح‌نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج
۳- دانشجوی کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۲۶

چکیده

آگاهی از روابط بین صفات زراعی با عملکرد اقتصادی، از اهمیت زیادی در تحقیقات بِه‌زراعی و بِه‌نژادی برخوردار است. به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد، ۵۶۸ژرم‌پلاسم نخود کابلی و ۳۹۰ژرم‌پلاسم نخود دسی موجود در کلکسیون حبوبات دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران،کرج در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده، در قالب طرح آگمنت به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی در این تحقیق، شامل تعداد روز تا ۵۰درصد گلدهی، وزن ۱۰۰دانه، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه درغلاف، تعداد شاخهٔ اصلی و عملکرد دانه بودند. نتایج حاصل از بررسی همبستگی‌های فنوتیپی و رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد که در هر دو تیپ کابلی و دسی، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه و ارتفاع گیاه، ازجمله صفات مهم و مؤثر بر روی عملکرد می‌باشند. از طرف دیگر، تجزیهٔ علیت نشان داد که تعداد غلاف در بوته، بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه در هر دو تیپ دارد. بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از هفت صفت زراعی، در هر دو تیپ، سه مؤلفهٔ اصلی انتخاب شدند که در مجموع در ژنوتیپ‌های تیپ کابلی ۶۱/۳درصد و در ژنوتیپ‌های تیپ دسی ۶۶/۵درصد از تنوع کل را توجیه کردند و در هر دو تیپ، مؤلفه‌های اول و دوم به‌عنوان مؤلفه‌های عملکرد و اجزای عملکرد و مؤلفهٔ سوم، به عنوان مؤلفهٔ فنولوژیک معرفی شدند. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در هر دو تیپ دسی و کابلی، براساس صفات مورد بررسی با استفاده از تجزیهٔ خوشه‌ای به‌روش Ward انجام شد که بر این اساس، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هر دو تیپ در چهار کلاستر، گروه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه کلاستر، رگرسیون گام‌به‌گام، همبستگی

مقدمه

حبوبات بعد از غلات، دومین منبع غذایی انسان به‌شمار رفته و به‌عنوان یک مکمل غذایی طبیعی و باارزش برای غلات محسوب می‌شوند. نخود (*Cicer arietinum* L.) در بیش از ۵۰کشور جهان مورد کشت و کار قرار می‌گیرد و از نظر سطح زیرکشت جهانی، در بین حبوبات در ردهٔ سوم قرار دارد. نخود در بین حبوبات کشور، چه از نظر سطح زیرکشت و چه از نظر تولید، در درجهٔ اول اهمیت قرار دارد و کشت آن به‌جُز در نواحی مرطوب شمالی، در اکثر نقاط کشور انجام می‌گیرد. در ایران، ۹۸درصد سطح زیرکشت و ۹۳درصد تولید نخود به‌صورت دیم صورت می‌گیرد و عملکرد آن در شرایط دیم، ۳۵۷کیلوگرم در هکتار و در اراضی آبی، ۱۱۱۱کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Anonymous, 2009). باوجود وسعت زیاد کشت نخود، در بسیاری از کشورها، تولید کل آن پایین است؛ به‌طوری‌که یک شکاف عمیق بین عملکرد بالقوه (پنج تُن در هکتار) و عملکرد واقعی (۰/۸تن در هکتار) این محصول وجود دارد (FAO, 2008). با توجه به افزایش جمعیت و کمبود مواد غذایی، افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌تواند به عنوان یک راهبرد اساسی در حل این مشکل به‌شمار آید. انتخاب ارقام مطلوب و تعیین روابط علت و معلولی مابین صفات در آنها، به اصلاح‌گر این توانایی را می‌دهد که مناسب‌ترین و منطقی‌ترین نسبت بین اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌گردد، انتخاب نماید. با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و ژنتیکی می‌توان به بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد پرداخت. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی تنوع ژنتیکی، در انتخاب روش‌های مناسب تلاقی و پرهیز از تلاقی‌های بی‌ثمر و محاسبهٔ همبستگی ژنتیکی بین صفات مختلف، به‌کار برده می‌شود (Eyvazi, 1997). اصلاح‌گران معمولاً از صفات مورفولوژیکی به‌عنوان معیارهای گزینش جهت بهبود عملکرد استفاده می‌نمایند.

* **نویسنده مسئول:** کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، همراه: ۰۹۱۲۵۶۷۵۹۷۳
md_dashtaki@yahoo.com

Meena *et al.* (2010) نشان دادند که عملکرد دانهٔ نخود، با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی، همبستگی منفی معنی‌دار دارد. Kamel & Moradi (2008) به‌منظور تعیین صفات مؤثر بر عملکرد و تعیین تنوع، ۳۶لاین نخود تیپ کابلی را در شرایط دیم مورد بررسی قرار دادند. Farshadfar & Farshadfar (2008)، ۳۶۰رقم و لاین نخود را به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین صفات مؤثر عملکرد و تعیین فاصله، ارزیابی کردند. Yucel *et al.* (2006) در بررسی ۱۵ژنوتیپ نخود زراعی طی دو سال متوالی نشان دادند که عملکرد دانه در گیاه، روابط مثبت و معنی‌داری با ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد کل غلاف، تعداد غلاف‌های پُر و تعداد دانه در گیاه دارد. Naghavi & Jahansouz (2005) با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیهٔ کلاستر، تنوع ژنتیکی ۳۶۲ژنوتیپ نخود را مورد ارزیابی قرار دادند. همچنین Jahansouz *et al.* (2004) در مطالعه روابط بین صفات زراعی در ارقام نخود سیاه و سفید، با استفاده از همبستگی ساده و رگرسیون گام‌به‌گام، صفاتی که بیشترین تأثیر را در عملکرد داشتند، مشخص کردند. Mardi *et al.* (2003) نیز به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد، ۴۱۸ژنوتیپ نخود تیپ دسی را مورد مطالعه قرار دادند. Toker & Cagirgan (2004) برای ارزیابی عملکرد نخود با استفاده از همبستگی‌های فنوتیپی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ۱۷ژنوتیپ نخود کابلی را مورد بررسی قرار دادند. Eser *et al.* (1991) با بررسی ژرم‌پلاسم‌های نخود در ترکیه و اندازه‌گیری صفات مختلف کیفی و کمّی، اهمیت صفات وزن ۱۰۰۰دانه و تعداد بذر در غلاف را در جهت افزایش عملکرد نشان دادند. همچنین Ozdemir (1996) نشان داد که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه، اجزای عملکرد نخود را تشکیل می‌دهند. Kanouni & Malhotra (2003) به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات زراعی، ۴۸لاین بین‌المللی نخود را مورد بررسی قرار دادند. Singh *et al.* (1990) طی سال‌های ۱۹۸۳ تا ۱۹۸۷، مطالعهٔ گسترده‌ای بر روی ۳۲۶۹نمونه ژرم‌پلاسم نخود کابلی انجام داده و ضرایب همبستگی بین صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و فنولوژیک را برآورد کردند.

این تحقیق به منظور شناسایی و احیای منابع ژنتیکی موجود در کلکسیون و همچنین ارزیابی تنوع ژنتیکی عملکرد دانه و برخی صفات مرتبط با آن اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد، تعداد ۵۶۸ژرم پلاسم نخود کابلی و ۳۹۰ژرم‌پلاسم نخود دسی موجود در کلکسیون حبوبات دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران-کرج، انتخاب شد و در قالب طرح آگمنت به صورت دو آزمایش جداگانه در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران واقع در دولت‌آباد کرج با عرض جغرافیایی ۳۵درجه و ۵۶دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۰درجه و ۵۸دقیقهٔ شرقی با ارتفاع ۱۱۱۲/۵متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفتند. عملیات تهیهٔ زمین با شخم به‌عُمق ۲۵سانتی‌متر در پاییز۱۳۸۸ آغاز شد و قبل از کشت نیز یک شخم بهاره و دیسک به زمین زده شد. کاشت بذر در اسفندماه به‌صورت دستی انجام شد؛ به‌طوری‌که هر کرت آزمایشی شامل دو خط به طول دو متر و با فاصلهٔ خطوط ۵۰سانتی‌متری و فاصلهٔ بذور بر روی خطوط ۱۰سانتی‌متر و عمق بذر حدود پنج سانتی‌متر درنظر گرفته شد. در مرحلهٔ داشت، برای مبارزه با علف‌های‌هرز، وجین دستی صورت گرفت و برداشت، زمانی انجام شد که حدود ۹۰درصد بوته‌های آزمایش، رسیده بودند. یادداشت‌برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های لازم از دَه بوته که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند، انجام گرفت. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه، تعداد روز تا ۵۰درصد گلدهی، تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخهٔ اصلی و عملکرد دانه بودند. ارقام شاهد برای نخود کابلی شامل کوروش و جم و ارقام شاهد برای نخود دسی شامل کاکا و پیروز درنظر گرفته شدند. پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل تجزیهٔ واریانس، تجزیهٔ رگرسیون، برآورد ضرایب همبستگی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیهٔ علیت و تجزیهٔ کلاستر با نرم‌افزارهای SAS 9.1، MSTAT-C، SPSS 18 و Path74 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس طرح آگمنت نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها، از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد که نشان‌دهندهٔ وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد. نتایج بررسی شامل میانگین، مینیمم، ماکزیمم، انحراف‌معیار، درصد تغییرات، چولگی و کشیدگی در هر دو تیپ کابلی و دسی برای هفت صفت مورد بررسی به‌ترتیب در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، بیشترین درصد ضریب تغییرات در تیپ کابلی به‌ترتیب برای عملکرد دانه (۴۰/۷۲) و تعداد

غلاف در بوته (۴۰/۱۸) و کمترین ضریب تغییرات، برای صفت تعداد روز تا گلدهی (۳/۳۶) مشاهده شد. در تیپ دسی نیز بیشترین درصد ضریب تغییرات برای صفات عملکرد دانه (۵۴/۵۳) و تعداد غلاف در بوته (۵۱/۸۳) و کمترین آن برای تعداد روز تا گلدهی (۱/۵۳) مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هر دو تیپ از نظر صفات عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته، بیشترین تنوع وجود دارد و می‌توان از این صفات به‌منظور انتخاب و اصلاح برای دستیابی به ژنوتیپ‌های مطلوب در بین ژنوتیپ‌های نخود کابلی و دسی بهره جست. Naghavi & Jahansouz (2005) و Farshadfar & Farshadfar (2008) نیز تنوع بالایی را برای صفات تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه مشاهده کردند و همچنین نشان دادند که درصد ضریب تغییرات برای صفت تعداد روز تا گلدهی پایین است که نشان‌دهندهٔ تنوع کم برای این صفات می‌باشد.

جدول ۱- آمار توصیفی صفات مورد بررسی در ۵۶۸ژنوتیپ نخود کابلی
Table 1. Descriptive statistics for traits in 568 Kabuli chickpea genotypes

Traits	صفات	مینیمم Min.	ماکزیمم Max.	میانگین Mean	انحراف معیار STDEV	درصد ضریب تغییرات C.V.	چولگی Skewness	کشیدگی Kurtosis
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰درصد گلدهی	71.00	94.00	78.90	2.65	3.36	2.08	7.01
Plant height (cm)	ارتفاع گیاه	11.76	116.17	37.66	8.38	22.26	-2.51	18.74
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	8.88	217.38	85.73	34.45	40.18	0.56	0.84
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	1.00	2.00	1.10	0.30	27.27	2.67	5.13
100-seed weight (g)	وزن ۱۰۰دانه	4.25	35.85	18.38	4.95	26.94	0.13	-0.25
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	1.00	6.00	2.93	0.62	20.94	0.40	1.88
Yield/plant (g)	عملکرد دانه	5.13	364.63	104.62	42.61	40.72	1.05	3.58

جدول ۲- آمار توصیفی صفات مورد بررسی در ۳۹۰ژنوتیپ نخود دسی
Table 2. Descriptive statistics for traits in 390 Desi chickpea genotypes

Traits	صفات	مینیمم Min.	ماکزیمم Max.	میانگین Mean	انحراف معیار STDEV	درصد ضریب تغییرات C.V.	چولگی Skewness	کشیدگی Kurtosis
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰درصد گلدهی	73.60	83.60	76.78	1.53	1.99	1.43	2.77
Plant height (cm)	ارتفاع گیاه	17.75	47.25	34.13	4.79	14.04	-0.28	0.04
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	3.60	274.85	76.30	39.54	51.83	1.04	2.31
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	1.00	2.00	1.79	0.41	22.67	-1.45	0.09
100-seed weight (g)	وزن ۱۰۰دانه	7.44	28.34	12.34	2.79	22.62	2.33	8.01
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	1.15	7.65	2.97	0.87	29.38	0.69	2.01
Yield/plant (g)	عملکرد دانه	5.20	234.20	70.35	38.36	54.53	1.02	1.53

ضرایب همبستگی ارتباط بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد (جداول ۳ و ۴). در رابطه با نخود کابلی (جدول ۳)، بیشترین همبستگی مثبت معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته (۰/۶۷)، وزن ۱۰۰دانه (۰/۱۹)، تعداد شاخهٔ اصلی (۰/۱۴) و ارتفاع بوته (۰/۱۱) مشاهده شد. همچنین همبستگی معنی‌داری بین تعداد شاخه‌های اصلی با تعداد غلاف در بوته و همچنین بین وزن ۱۰۰دانه با تعداد روز تا رسیدگی به‌دست آمد. برای نخود دسی نیز بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته (۰/۴۹)، ارتفاع گیاه (۰/۳۳) و تعداد شاخه‌های اصلی (۰/۲۵) مشاهده شد (جدول ۴). Farshadfar & Farshadfar (2008) نیز نشان دادند که بیشترین همبستگی مثبت (۰/۷۸) بین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته وجود دارد. Mardi *et al.* (2003) نشان دادند که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد بوته با غلاف حاویِ دانه (۰/۹۷) وجود دارد. همچنین Kanouni & Malhotra (2003) نشان دادند که عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های ثانویه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری دارد که تحقیق حاضر نتایج حاصل از آزمایشات پیشین را تصدیق می‌کند. در مطالعه‌ای که توسط Saleem *et al.* (2002) بر روی ۲۰رقم نخود زراعی صورت گرفت، عملکرد دانه در گیاه به‌طور مثبت و معنی‌داری با تعداد روز تا گلدهی، کل وزن خشک گیاه، تعداد غلاف در گیاه و وزن ۱۰۰دانه همبستگی نشان داد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی و عملکرد در ۵۶۸ژنوتیپ نخود کابلی
Table 3. Simple correlation coefficients between traits and yield in 568 Kabuli chickpea genotypes

Traits	صفات	1	2	3	4	5	6	7
1. Day to 50% flowering	روز تا ۵۰درصد گلدهی	1						
2. Plant height	ارتفاع گیاه	-0.140**	1					
3. Pods/plant	تعداد غلاف در هر بوته	0.015^{ns}	-0.101*	1				
4. Seeds/plant	تعداد بذر در هر غلاف	0.023^{ns}	-0.077^{ns}	0.043^{ns}	1			
5. 100-seed weight	وزن ۱۰۰دانه	-0.183**	0.083*	0.046^{ns}	-0.146**	1		
6. Branches/plant	تعداد شاخه های اصلی	-0.052^{ns}	0.059^{ns}	0.252**	0.055^{ns}	0.068^{ns}	1	
7. Yield/plant	عملکرد	-0.042^{ns}	0.143**	0.671**	-0.036^{ns}	0.192**	0.113**	1

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در در سطح α= 0.05 و α= 0.01.
ns :Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively.

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی و عملکرد در ۳۹۰ژنوتیپ نخود دسی
Table 4. Simple correlation coefficients between traits and yield in 390 Desi chickpea genotypes

Traits	صفات	1	2	3	4	5	6	7
1. Day to 50% flowering	روز تا ۵۰درصد گلدهی	1						
2. Plant height	ارتفاع گیاه	-0.170**	1					
3. Pods/plant	تعداد غلاف در هر بوته	0.095^{ns}	0.375**	1				
4. Seeds/plant	تعداد بذر در هر غلاف	-0.162**	0.140**	-0.064^{ns}	1			
5. 100-seed weight	وزن ۱۰۰دانه	0.114*	-0.067*	0.040^{ns}	-0.396**	1		
6. Branches/plant	تعداد شاخه های اصلی	0.072^{ns}	0.332**	0.497**	-0.030^{ns}	0.075^{ns}	1	
7. Yield/plant	عملکرد	0.006^{ns}	0.325**	0.478**	0.000^{ns}	0.246**	0.095^{ns}	1

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در در سطح α= 0.05 و α= 0.01.
ns :Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively.

با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون گام‌به‌گام (جداول ۵ و ۶)، مشاهده گردید که صفات تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه و ارتفاع بوته برای هر دو نوع نخود کابلی و نخود دسی به‌ترتیب وارد مدل شده و بیشترین تأثیر را روی عملکرد داشتند. همچنین با توجه به نتایج، تعداد غلاف در بوته به تنهایی ۴۸/۴درصد و ۲۲/۹درصد از تغییرات عملکرد را به‌ترتیب برای نخود کابلی و نخود دسی توجیه می‌نماید. البته معنی‌دارشدن این روابط نیز مانند نتایج حاصل از همبستگی‌های ساده (جداول ۳ و ۴)، ناشی از زیادبودن تعداد نمونه بوده و ممکن است از نظر بیولوژیکی ارتباط معنی‌داری بین این صفات وجود نداشته باشد. با این وجود Farshadfar & Farshadfar (2008) نیز با توجه به نتایج تجزیهٔ رگرسیون نشان دادند که تعداد غلاف در بوته، بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه در نخود داشته، به‌طوری‌که تقریبا ۶۲درصد از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند و Mardi *et al.* (2003) نشان دادند که غلاف حاوی دانه، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارد.

تجزیه به عامل‌ها قبل از تجزیهٔ خوشه‌ای انجام شد تا اهمیت متغیرهایی که در گروه‌ها نقش دارند، روشن شود (Jackson, 1991). ضرایب عامل‌ها در هر دو تیپ کابلی و دسی پس از چرخش وریماکس[1]، بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد شدند (جداول ۷ و ۸).

1. Varimax

جدول ۵- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی در ۵۶۸ژنوتیپ نخود کابلی
Table 5. Stepwise regression analysis for seed yield per plant and other studied traits in 568 Kabuli type chickpea genotypes

مرحله Step	Traits	صفات	a	b1	b2	b3	R^2 تصحیح‌شده	P-value مدل
1	Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	30.785^{**}	0.861^{**}	-	-	0.486	<0.001
2	100-seed weight	وزن ۱۰۰دانه	0.580^{ns}	0.858^{**}	1.667^{**}	-	0.526	<0.001
3	Plant height	ارتفاع بوته	-28.503^{**}	0.885^{**}	1.572^{**}	0.771^{**}	0.555	<0.001

جدول ۶- تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی در ۳۹۰ ژنوتیپ نخود دسی
Table 6. Stepwise regression analysis for seed yield per plant and other studied traits in 390 Desi type chickpea genotypes

مرحله Step	Traits	صفات	a	b1	b2	b3	R^2 تصحیح‌شده	P-value مدل
1	Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	35.448^{**}	0.455^{**}	-	-	0.227	<0.001
2	Plant height	ارتفاع بوته	-6.411^{ns}	0.395^{**}	1.361^{**}	-	0.249	<0.001
3	100-seed weight	وزن ۱۰۰دانه	-23.759^{ns}	0.388^{**}	1.431^{**}	1.256^{*}	0.256	<0.001

البته در ابتدا به‌منظور تشخیص مناسب‌بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی، از دو شاخص KMO (کایزر- میر- اولکین) و آزمون کرویت بارتلت استفاده شد. در هر دو تیپ کابلی و دسی مقدار KMO بالاتر از ۰/۶ به‌دست آمد؛ بدین مفهوم که همبستگی‌های موجود بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشد و همچنین آزمون کرویت بارتلت در هر دو شرایط بسیار معنی‌دار بود که وجود همبستگی کافی بین متغیرها را نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب می‌باشند. همچنین برای تعیین اعتبار داده‌ها[1] در هر دو تیپ، داده‌ها به دو قسمت تصادفی تقسیم شدند و سپس تجزیه به عامل‌ها برای هر قسمت به‌طور جداگانه انجام شد (با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19). با توجه به این‌که نتایج در دو گروه برای هر دو تیپ یکسان بود، بنابراین تغییر افراد روی نتایج، تأثیری نداشته و می‌توان یک جمع‌بندی کلی داشت. در رابطه با نخود کابلی، براساس مقادیر ویژه، سه مؤلفهٔ اصلی انتخاب شدند که جمعاً ۶۱/۳درصد از کل تنوع را توجیه کردند (جدول ۷) که از این مقدار، سهم اولین مؤلفه، ۲۸/۶درصد، دومین مؤلفه ۱۸/۴درصد و مؤلفهٔ سوم، ۱۴/۳درصد بود. در مؤلفهٔ اول، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه و تعداد شاخه‌های اصلی، تأثیر زیادی داشته و درصورتی‌که انتخاب براساس مؤلفهٔ اول انجام شود، این انتخاب بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه خواهد داشت و ژنوتیپ‌های برگزیده‌شده، بیشترین میزان عملکرد دانه را نشان خواهند داد. در مؤلفهٔ دوم، تعداد بذر در بوته با بار منفی و ارتفاع بوته و وزن۱۰۰دانه، با بار مثبت مهم‌ترین نقش را دارند و در مؤلفهٔ سوم، روز تا۵۰درصد گلدهی، به‌تنهایی بیشترین نقش را دارد. در رابطه با نخود دسی نیز سه مؤلفهٔ اصلی انتخاب شدند که در مجموع، ۶۶/۵درصد از کل تنوع را توجیه کردند. همان‌طوری‌که در جدول ۸ ملاحظه می‌شود، مؤلفه‌های۱ تا ۳، به‌ترتیب ۳۰/۶، ۲۲/۱ و ۱۳/۸درصد از کل واریانس را تبیین می‌کنند. در مؤلفهٔ اول، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه‌های اصلی، عملکرد دانه و ارتفاع گیاه، تأثیر زیادی داشته و در مؤلفهٔ دوم، تعداد بذر در بوته با بار منفی و وزن۱۰۰دانه با بار مثبت، مهم‌ترین نقش را دارند و در مؤلفهٔ سوم، روز تا ۵۰درصد گلدهی با بار منفی، به‌تنهایی بیشترین نقش را دارد.

Naghavi & Jahansouz (2005) در بررسی ۱۰صفت مورفولوژیک روی ۳۶۲لاین نخود زراعی، با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌ها نشان دادند که حدود ۸۴/۱درصد از تغییرات کل را چهار مؤلفهٔ اصلی تشکیل می‌دهد. در مؤلفهٔ اول که ۲۸/۹درصد از کل تنوع را توجیه می‌کرد، روز تا رسیدگی اولیه، روز تا ۵۰درصد گلدهی و روز تا ۵۰درصد رسیدگی، بیشترین نقش را داشتند و در مولفهٔ دوم، تعداد بذر در بوته، عملکرد دانه و تعداد

1. Data validation

بذر در غلاف، مهم‌ترین عوامل بودند. همچنین Farshadfar & Farshadfar (2008) در بررسی تنوع ژنتیکی ۳۶۰لاین و رقم نخود با ۱۵صفت نشان دادند که پنج مولفهٔ اصلی، ۶۳/۵درصد از تغییرات کل را توجیه می‌کند.

جدول ۷- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۵۶۸ژنوتیپ نخود کابلی
Table 7. Principal component analysis in 568 Kabuli chickpea genotypes

Traits	صفات	مؤلفهٔ اول (First)	مؤلفهٔ دوم (Second)	مؤلفهٔ سوم (Third)
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰درصد گلدهی	0.062	-0.281	0.782
Plant height	ارتفاع گیاه	0.010	0.521	-0.347
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	-0.627	-0.115	0.020
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	-0.033	-0.561	-0.287
100-seed weight	وزن ۱۰۰دانه	-0.133	0.513	0.403
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	-0.461	-0.184	-0.128
Yield/plant	عملکرد دانه	-0.610	0.156	0.078
Proportion of Variance	درصد واریانس نسبی	28. 6	18.4	14.3
Cumulative of Variance	درصد واریانس تجمعی	28.6	47.0	61.3

جدول ۸- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در ۳۹۰ژنوتیپ نخود دسی
Table 8. Principal component analysis in 390 Desi chickpea genotypes

Traits	صفات	مؤلفهٔ اول (First)	مؤلفهٔ دوم (Second)	مؤلفهٔ سوم (Third)
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰درصد گلدهی	-0.023	0.413	-0.804
Plant height	ارتفاع گیاه	-0.454	-0.283	0.225
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	-0.567	0.055	-0.148
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	0.018	-0.629	-0.258
100-seed weight	وزن ۱۰۰دانه	-0.073	0.589	0.424
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	-0.488	0.055	-0.164
Yield/plant	عملکرد دانه	-0.478	0.013	0.094
Proportion of Variance	درصد واریانس نسبی	30. 6	22.1	13.8
Cumulative of Variance	درصد واریانس تجمعی	30.6	52.7	66.5

به‌طورکلی نتایج حاصل از همبستگی‌های فنوتیپی، رگرسیون چندگانه و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در هر دو نوع نخود کابلی و دسی نشان داد که تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰دانه و ارتفاع گیاه از مهم‌ترین صفات مؤثر و تأثیرگذار بر عملکرد بوته می‌باشند و اصلاح در جهت بهبود این صفات می‌تواند عملکرد بوته را به نحو مطلوبی افزایش دهد.

به‌منظور شناسایی اجزای عملکرد و بررسی روابط علت و معلولی بین عملکرد دانه و سایر صفات مورفولوژیک، همبستگی‌های فنوتیپی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک شد. با توجه به نتایج تجزیهٔ علیت (جداول ۹و۱۰)، تعداد غلاف در بوته، بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه و ارتفاع، بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد دانه در نخود کابلی و دسی دارد. Mardi *et al.* (2003) نیز نشان دادند که وزن بذر با غلاف بیشترین اثر مستقیم و تعداد کل غلاف، بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد بوته دارد. Saleem *et al.* (2002) نشان دادند که تعداد غلاف در گیاه، اثر مستقیم و مثبت با عملکرد دانه داشته و با توجه به نتایج تجزیهٔ همبستگی و علیت نتیجه گرفتند که تعداد غلاف در گیاه و وزن۱۰۰دانه می‌توانند به‌عنوان صفات انتخابی جهت اصلاح عملکرد دانه در نخود زراعی باشد. Yucel *et al.* (2006) نیز نشان دادند که تعداد دانه در گیاه و تعداد غلاف‌های پُر، به‌ترتیب با نسبت‌های ۴۷/۴۹ و ۴۴/۷۳درصد، بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد دانه داشتند. بنابراین صفات تعداد دانه در گیاه و تعداد غلاف پُر در گیاه را به‌عنوان بهترین صفات جهت اصلاح عملکرد دانه در ارقام نخود زراعی معرفی نمودند.

جدول ۹- تجزیهٔ علیت برای عملکرد دانه در ۵۶۸ژنوتیپ نخود کابلی
Table 9. Path analysis for grain yield in 568 Kabuli chickpea genotypes

Trait	صفات	ضریب همبستگی Correlation Coff.	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect		
				تعداد غلاف در بوته Pods/plant	وزن۱۰۰دانه 100-seed weight	ارتفاع بوته Plant height
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	0.671	0.731	-	-0.042	-0.020
100-seed weight	وزن۱۰۰دانه	0.192	0.282	-0.107	-	0.160
Plant height	ارتفاع بوته	0.143	0.193	-0.074	0.143	-

جدول ۱۰- تجزیهٔ علیت برای عملکرد دانه در ۳۹۰ژنوتیپ نخود دسی
Table 10. Path analysis for grain yield in 390 Desi chickpea genotypes

Trait	صفات	ضریب همبستگی Correlation Coff.	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect		
				تعداد غلاف در بوته Pods/plant	ارتفاع بوته Plant height	وزن۱۰۰دانه 100-seed weight
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	0.478	0.395	-	0.072	0.009
Plant height	ارتفاع بوته	0.325	0.192	0.148	-	-0.017
100-seed weight	وزن۱۰۰دانه	0.246	0.243	0.015	-0.013	-

به‌منظور تعیین تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف و تعیین قرابت بین ژنوتیپ‌ها، تجزیهٔ خوشه‌ای به‌روش Ward، بر مبنای هفت صفت مورد مطالعه انجام شد و ژنوتیپ‌های کابلی در چهار کلاستر گروه‌بندی شدند (جدول ۱۱) که ۲۳۲ژنوتیپ در کلاستر اول، ۱۸ژنوتیپ در کلاستر دوم، ۱۵۶ژنوتیپ در کلاستر سوم و۱۶۲ژنوتیپ در کلاستر چهارم قرار گرفتند. محاسبهٔ میانگین و انحراف‌معیار صفات مورد بررسی در هر کلاستر نشان داد که ژنوتیپ‌های کلاستر اول، متوسط ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰دانهٔ بیشتری نسبت به سایر کلاسترها داشته و از نظر عملکرد در رتبهٔ دوم قرار داشتند و ژنوتیپ‌های کلاستر دوم، از نظر صفات تعداد روز تا ۵۰درصد گلدهی، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه، بیشترین میانگین را نشان دادند. بنابراین در این کلاستر، تعداد روز تا ۵۰درصد گلدهی و تعداد غلاف در بوته ازجمله صفات مؤثر در عملکرد می‌باشند. ژنوتیپ‌های کلاستر سوم که ژنوتیپ شاهد کوروش نیز در این کلاستر گروه‌بندی شد، تقریباً برای اکثر صفات مورد بررسی حد متوسطی را نشان دادند و ژنوتیپ‌های کلاستر چهارم که شامل ژنوتیپ شاهد جم نیز بود، از نظر عملکرد دانه و سایر صفات مورد بررسی، کمترین مقادیر را نشان دادند.

بر اساس نتایج تجزیهٔ کلاستر، ژنوتیپ‌های نخود دسی در چهار کلاستر گروه‌بندی شدند (جدول ۱۲)؛ به‌طوری‌که ۱۷۳ژنوتیپ در کلاستر اول، ۱۴۲ژنوتیپ در کلاستر دوم، ۳۸ژنوتیپ در کلاستر سوم و ۳۷ژنوتیپ در کلاستر چهارم قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های کلاستر اول نسبت به سایر کلاسترها، از نظر عملکرد دانه و میانگین صفات مورد بررسی، کمترین مقادیر را نشان دادند. کلاستر دوم که شامل ژنوتیپ‌های شاهد پیروز و کاکا بود، از نظر صفات مورد بررسی در حدمتوسطی قرار داشتند. ژنوتیپ‌های کلاستر سوم و چهارم به‌ترتیب از نظر عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته، بیشترین میانگین را داشتند. اطلاعات موجود در هر یک از گروه‌ها منجر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با صفات منحصربه‌فرد گشته و با تعیین فاصلهٔ ژنتیکی، می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی و هیبریداسیون استفاده کرد (Upadhyaya *et al.*, 2001).

جدول ۱۱- نتایج تجزیهٔ کلاستر در ۵۶۸ژنوتیپ نخود کابلی

Table 11. Cluster analysis results in 568 Kabuli chickpea genotypes

Traits	صفات	کلاستر۱ Cluster I	کلاستر۲ Cluster II	کلاستر ۳ Cluster III	کلاستر ۴ Cluster IV
No. of genotype	تعداد ژنوتیپ	232	18	156	162
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰درصد گلدهی	78.53±3.08	79.74±2.41	78.84±2.36	79.39±2.16
Plant height	ارتفاع گیاه	37.76±4.92	33.12±3.57	35.52±15.48	38.74±5.49
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	91.17±33.62	99.16±20.89	82.71±33.27	79.38±36.53
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	1.08±0.27	1.28±0.46	1.14±0.35	1.07±0.25
100-seed weight	وزن۱۰۰دانه	20.10±4.67	13.94±5.59	17.17±2.89	17.39±4.89
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	3.02±0.52	2.89±0.32	2.74±0.60	3.01±0.73
Yield/plant	عملکرد دانه	109.66±36.00	114.07±42.04	103.71±45.18	97.22±47.73

جدول ۱۲- نتایج تجزیهٔ کلاستر در ۳۹۰ژنوتیپ نخود دسی

Table 12. Cluster analysis results in 390 Desi chickpea genotypes

Traits	صفات	کلاستر۱ Cluster I	کلاستر۲ Cluster II	کلاستر ۳ Cluster III	کلاستر ۴ Cluster IV
No. of genotype	تعداد ژنوتیپ	173	142	38	37
Day to 50% flowering	روز تا ۵۰درصد گلدهی	76.72±1.45	76.74±1.51	76.97±2.01	76.99±1.38
Plant height	ارتفاع گیاه	32.14±4.76	35.18±4.01	36.29±4.54	37.17±4.24
Pods/plant	تعداد غلاف در بوته	45.02±18.15	89.75±17.94	86.67±25.43	158.51±33.25
Seeds/plant	تعداد بذر در بوته	1.77±0.42	1.80±0.40	1.84±0.37	1.81±0.40
100-seed weight	وزن۱۰۰دانه	12.20±2.82	12.47±2.70	12.43±3.23	12.44±2.60
Branches/plant	تعداد شاخه‌های اصلی	2.59±0.70	3.18±0.88	3.10±0.78	3.81±0.81
Yield/plant	عملکرد دانه	44.32±21.72	73.08±18.31	143.75±31.14	106.19±32.14

منابع

1. Anonymous. 2009. Ministry of Jahad-e-Agriculture, I.R. of Iran. Agriculture Statistical Yearbook of Iran. Vol. 1.
2. Bagheri, A., Nezami, A., Ganjeali, A., and Parsa, M. 1997. Cultivation and breeding of chickpea (Translation), Jahad Daneshgahi of Mashhad. (In Persian).
3. Eser, D., Gectt, H.H., and Mclier, H.Y. 1991. Evaluation of germplasm in chickpea landraces in Turkey. Chickpea Newsletter 24: 22-23.
4. Eyvazi, A. 1997. Assessment of genetic diversity of wheat lines. Agriculture Research Center, Shiraz. M.Sc. Thesis. p: 116.
5. FAO. 2008. Food Outlook, Global Market Analysis. http://www.fao.Food outlook.com.
6. Farshadfar, M., and Farshadfar, E. 2008. Genetic variability and path analysis of chickpea (*Cicer arientinum* L.) landraces and lines. J. Applied sci. 8: 3951-3956.
7. Jackson, J.E. 1991. A User's Guide to Principal Components. Wiley Inter-science. New York, U.S.A. 569 pp.
8. Jahansouz, M.R., Naghavi, M.R., and Dolati Tape Rasht, M. 2004. A study of relationships between different traits in white and black chickpea. Iranian Journal of Agricultural Science 35: 573-579.
9. Kamel, M., and Moradi, P. 2008. Determination of traits effective on seed yield of 36 lines of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in northwest provinces of Iran in dry land conditions. Journal of seedling and seed 24: 347-357.
10. Kanouni, H., and Malhotra, R.S. 2003. Genetic variation and relationships between traits in Chickpea (*Cicer arientinum* L.) lines under dry land conditions. Iranian J. of Crop sci. 5: 185-191.

11. Mardi, M., Taleei, A.R., and Omidi, M. 2003. A study of genetic diversity and identification of yield components in Desi Chickpea. Iranian J. Agric. Sci. 34: 345-351.
12. Meena, H.P., Kumar, J., Upadhyaya, H.D., Bharadwaj, C., Chauhan, S.K., Verma, A.K., and Rizvi, A.H. 2010. Chickpea mini core germplasm collection as rich sources of diversity for crop improvement. SAT eJournal 8: 1-5.
13. Naghavi, M.R., and Jahansouz, M.R. 2005. Variation in the agronomic and morphological traits of Iranian chickpea accessions. Journal of Integrative Plant Biology 47: 375-379.
14. Ozdemir, S. 1996. Path coefficient analysis for yield and its components in chickpea. International Chickpea and Pigeon pea Newsletter 3: 9-21.
15. Saleem, M., Shahzad, K., Javid, M., and Rauf, S.A. 2002. Heritability estimates for grain yield and quality characters in chickpea. Int. J. Agri. Biol. 4.
16. Singh, K.B., Bejiga, G., and Malhotra, R.S. 1990. Associations of some characters with seed yield in chickpea collection. Euphytica 49: 83-88.
17. Toker, G., and Cagirgan, M.I. 2004. The use of phenotypic correlation and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Hereditas 140: 226-228.
18. Upadhyaya, H.D., Bramel, P.J., and Singh, S. 2001. Development of a chickpea core subset using geographical distribution and quantitative traits. Crop Sci. 41: 206-210.
19. Yucel, D.Ö., Anlarsal, A.E., and Yucel, C. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turk. J. Agri. For. 30: 183-188.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 3, No. 1, 2012, p. 7-16

Evaluation of genetic diversity and morphological traits of Kabuli and Desi chickpea germplasm

Dashtaki[1*], M., Bihamta[2], M.R. & Mohammad Ali Pour Yamchi[3], H.

1- Former MSc. Student of Plant Breeding
2- Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran
3- MSc. Student of Plant Breeding, Agronomy and Plant Breeding Department, University of Tehran

Received: 3 May 2011
Accepted: 15 February 2012

Abstract

Knowledge of the relation between agronomical traits with economical yield is very important in crop improvement and breeding. In order to study of genetic diversity and identifying yield components, 568 Kabuli type germplasm and 390 Desi type chickpea germplasm that were available in pulses collection of Faculty of Agriculture, University of Tehran, was investigated in this research in 2009 in two separate experiments based on Augmented design. The traits were included data to 50% flowering, 100 mature seeds weight, plant height, no. of pods/plant, no. of seeds/pod, no. of branches/plant and seed yield. The results of the phenotypic correlation and stepwise regression showed that in both Kabuli and Desi chickpea types, no. of pods per plant, 100 seed weight and plant height are important and effective traits on yield. Also, results of path analysis showed that in both chickpea types, the number of pods per plant imposed the largest direct effects on yield. According to principal component analysis using seven agronomic traits in both chickpea types, three main components were selected that in total, they explained %61.3 of variation in Kabuli type and %66.5 in Desi chickpea type genotypes, respectively. In both chickpea types, first and second component were introduced as components of yield and yield components and third component was introduced as a phonological component. Genotypes grouping in both Kabuli and Desi chickpea types were conducted based on studying traits with Ward's method and the square Euclidean distance and in both types studying genotypes were grouped in four clusters.

Key words: Cluster analysis, Correlation, Principal component analysis, Stepwise regression

[*] **Corresponding author**: md_dashtaki@yahoo.com; Mobile: 09125675973