

تجزیه تنوع ژنتیکی در صفات زراعی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

ملیحه یوسفی سروشک^۱، حسین دشتی^{۲*}، محمدرضا بی‌همتا^۳ و شهاب مداح‌حسینی^۴
۱، ۲ و ۴: دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار، اصلاح نباتات، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
۳: استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۲)

چکیده

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های نخود زراعی، ۵۷ ژنوتیپ مختلف نخود به همراه شش شاهد (جم، کوروش، هاشم، آزاد، آرمان، بومی) در دو سال در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۲ در منطقه شهربابک کشت شدند و صفات زراعی روز از کاشت تا گلدهی، شمار کل غلاف‌ها در بوته، شمار غلاف‌های پر و خالی در هر بوته، شمار دانه در بوته، عملکرد در بوته، وزن خشک بوته، شاخص برداشت و وزن صددانه اندازه‌گیری شدند. بیشتر صفات، دامنه گسترده‌ای از تغییرپذیری‌ها را نشان دادند که بیانگر وجود تنوع بالا در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. بالاترین ضریب تغییرپذیری برای صفت شمار غلاف پر در بوته (۳۵/۵۶ درصد) و پایین‌ترین ضریب تغییرپذیری فنوتیپی، برای صفت شمار روز از کاشت تا گلدهی (۷/۵۰ درصد) مشاهده شد. ژنوتیپ‌ها در سه خوشه (کلاستر) گروه‌بندی شدند. در تجزیه به عامل‌ها پنج عامل، ۸۹/۹ درصد از کل تغییرپذیری بین داده‌ها را توجیه کردند. تجزیه رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که صفات شمار غلاف پر در بوته، شاخص برداشت، وزن خشک زیست‌توده (بیوماس) بوته و وزن صددانه بیشترین تأثیر را بر عملکرد داشتند. در نهایت، بر پایه مجموع رتبه ژنوتیپ‌ها در صفاتی که بیشترین تأثیر را بر عملکرد داشتند و همچنین شاخص پایداری عملکرد، ژنوتیپ‌های (606) Mahan، ILC482، Esfahan (478) و Uromyeh (129) انتخاب شدند تا مجدداً همراه با نمونه بومی شهربابک در یک آزمایش تکراردار در منطقه شهربابک کشت شده و بهترین ژنوتیپ برای منطقه انتخاب و معرفی شود.

واژه‌های کلیدی: پایداری، خوشه، رتبه، عامل‌ها، نخود.

Analysis of genetic diversity in agronomic traits of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes using multivariate methods

Malihe Usefi¹, Hossein Dashti^{2*}, Mohammad Reza Bihamta³ and Shahab Madah Hosseini⁴

1, 2, 4. M.Sc. Student, Professor and Associate Professor, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran
3. Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Jun. 27, 2016 - Accepted: Feb. 20, 2017)

ABSTRACT

To study the genetic diversity of chickpea cultivars, 57 chickpea genotypes along with six controls (Jam, Korosh, Hashem, Azad, Arman and local variety) were planted in Shahrabak during 2014-2015. Agronomic traits including, number of days to flowering, the total number of pod per plant, number of empty pods per plant, number of full pod per plant, number of seeds per plant, biologic dry weight, harvest index and seed weight was measured. Results indicated that most traits have a wide range of variation, as indicating high variability in genotypes. The highest coefficient of variability for the number of pods per plant (34.8%) and the lowest coefficient of phenotypic variations was observed for the number of days to flowering (7.52%). Genotypes were grouped in three clusters. Five factors extracted in factor analysis explained 89.59 % of total variations. The results of stepwise regression showed that the number of pods per plant, harvest index, biological dry weight per plant and 100KW had the greatest impact on yield. Finally, based on genotypes rank in traits that had most effectiveness on grain yield and yield stability index, the genotypes: Mahan (606), ILC482, Esfahan (478) and Uromyeh (129) were selected to replanting along with local genotype in an experimental design in Shahrabak for selecting the best genotype and introduce for shahbabak region.

Keywords: Chickpea, cluster, factor, rank, stability.

* Corresponding author E-mail: dashti@vru.ac.ir

مقدمه

حبوبات از جمله نخود (*Cicer arietinum* L.) در اغلب نظام‌های زراعی مناطق خشک و دیمزارهای کشورهای در حال توسعه، به‌طور گسترده‌ای کشت می‌شوند. این گیاه از جمله مهم‌ترین منابع پروتئینی است که نقش مهمی در تأمین مواد غذایی مردم این مناطق ایفا می‌کند و به خاطر همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارد و به همین علت در تناوب با دیگر گیاهان زراعی کشت‌شده و یا به‌عنوان کود سبز استفاده می‌شوند (Majnoon & Hossini, 2008). در ایران استان‌های کرمانشاه، لرستان، آذربایجان غربی و شرقی، کردستان، همدان و خراسان مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده نخود هستند (Parsa & Bagheri, 2008). اطلاع از تنوع ژنتیکی، نخستین گام در امر به‌نژادی هر گیاه است. تنوع و انتخاب، دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی بوده و انجام انتخاب، منوط به وجود تنوع مطلوب از جنبه هدف مورد بررسی است. برای بهره‌مندی از تنوع موجود و ایجاد تغییر جدید، ارزیابی ذخایر توارثی (ژرم‌پلاس) ضروری به نظر می‌رسد (Walton, 1971). با توجه به حجم زیاد ذخایر توارثی گیاهان مختلف، گروه‌بندی افراد به گروه‌های ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) و ژنتیکی، اهمیت زیادی در بهره‌برداری از ذخایر توارثی دارد. روش‌های آماری چند متغیره برای تعیین تأثیر صفات مستقل بر صفت وابسته، تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، تشخیص و طبقه‌بندی صفات در قالب مؤلفه‌های جدید و تعریف شاخص‌های انتخاب استفاده می‌شود (Zoble et al., 1988). از سویی، در بین روش‌های چندمتغیره، تجزیه به عامل‌ها در شناسایی عامل‌های مستقلی که به‌طور جداگانه بر صفات مهم گیاهی مؤثر باشند، بسیار اهمیت داشته و روزبه‌روز گسترش می‌یابد (Naghdi Pour et al., 2011).

عملکرد دانه، صفت پیچیده‌ای است که با دیگر صفات همبستگی نشان می‌دهد. تجزیه علیت، اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات را بر عملکرد مشخص می‌سازد و اصلاح‌گر را در انتخاب صفات و اولویت‌بندی آن‌ها و انتخاب غیرمستقیم کمک می‌کند (Mardi et al., 2003).

صفات وزن صددانه، شمار دانه در گیاه، شمار غلاف در گیاه و ارتفاع بوته به‌عنوان صفاتی که بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد گیاه نخود دارند، معرفی شده‌اند (Guler et al., 2001). بر پایه پژوهشی، عملکرد دانه در واحد سطح، همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در بوته، شمار غلاف در بوته، عملکرد زیست‌توده (بیوماس) و شاخص برداشت داشت. اما وزن صددانه هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری با عملکرد نشان نداد (Acikgoz, 1994). رابطه‌های مثبت و معنی‌داری بین عملکرد و صفات شمار غلاف در بوته، دانه در غلاف و عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت و همچنین اثرگذاری مستقیم و معنی‌داری از سوی صفات شاخص برداشت، عملکرد زیست‌توده و شمار غلاف در بوته بر عملکرد دانه مشاهده شد (Singh et al., 1990; Fayyaz & Talebi, 2009). در بررسی رابطه‌های موجود بین صفات مؤثر بر عملکرد دانه نخود، بیشترین همبستگی صفت عملکرد دانه با صفت عملکرد زیست‌توده و پس‌از آن شاخص برداشت به دست آمد و بنا بر نتایج به‌دست‌آمده توسط تجزیه علیت، عملکرد زیست‌توده بیشترین اثر مثبت و مستقیم را داشت (Ebrahimi et al., 2010).

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزای عملکرد، ۵۶۸ رگه (لاین) نخود کابلی و ۳۹۰ رگه نخود دسی در آزمایشی بررسی شدند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، هر دو تیپ کابلی و دسی، شمار غلاف در بوته، وزن صددانه و ارتفاع گیاه، از جمله صفات مهم بر عملکرد هستند و همچنین شمار غلاف در بوته، بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه در هر دو تیپ داشت (Dashtaki et al., 2012). بررسی پانزده رگه نخود زراعی در دو سال متوالی نشان داد، عملکرد دانه در گیاه، رابطه‌های مثبت و معنی‌داری با شمار کل غلاف، شمار غلاف‌های پر و شمار دانه در گیاه دارد (Yucel et al., 2006). به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی در رقم‌ها و توده‌های نخود زراعی، آزمایشی با استفاده از ۹۶ توده مختلف تیپ کابلی به همراه پنج رقم شاهد (آرمان، بیونج، جم، هاشم و ILC-482)، انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه خوشه‌ای و تحلیل ممیزی بر پایه عملکرد دانه نشان داد، توده‌های

مورد بررسی در چهار گروه رتبه‌بندی شدند. به‌طوری‌که گروه اول قادر به انتخاب توده‌هایی با عملکرد بالا و زودرس (در مجموع ۲۴ توده)، گروه دوم توده‌هایی با عملکرد بالا و دیررس (در مجموع ۱۳ توده)، گروه سوم توده‌هایی با عملکرد پایین و دیررس (در مجموع ۲۱ توده) و گروه چهارم شامل توده‌هایی با عملکرد پایین و زودرس (در مجموع ۲۴ توده) بود (Chaghmirza *et al.*, 2012). نتایج بررسی‌های دیگری نشان دادند، شمار دانه در بوته و شمار غلاف در بوته، بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد اقتصادی دارند. بنابراین این صفات را، صفاتی مناسب افزایش عملکرد اقتصادی معرفی کردند. از سویی صفات شمار دانه، وزن هزاردانه و شمار غلاف پر، وراثت‌پذیری بالاتری نسبت به دیگر صفات مورد بررسی داشتند (Ozveren Yucel *et al.*, 2006).

به‌طورکلی میزان عملکرد نخود در ایران پایین است (FAO, 2010). پایین بودن عملکرد نخود در ایران به استفاده از رقم‌های کم محصول و کشت بهاره نسبت داده می‌شود (Habibpour mehraban *et al.*, 2014). لذا ارزیابی ذخایر توارثی نخود در مناطقی که نخود کشت می‌شود، بررسی تنوع ژنتیکی و نیز شناسایی و جایگزینی رقم‌های سازگار و پرمحصول‌تر امری همیشگی و ضروری در اصلاح نباتات است. کشت نخود در منطقه شهر بابک به‌صورت پراکنده با سطح زیر کشت ۲۰ هکتار در مناطق کوهستانی و پرباران با عملکرد تقریبی ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. منبع تهیه بذر تولید محلی است. هدف‌های این پژوهش، بررسی تنوع ژنتیکی موجود در ذخایر توارثی نخود در منطقه شهر بابک و نیز امکان سنجی کشت آن در پاییز و جایگزینی رقم‌های بومی با رقم‌های زودرس‌تر و پرمحصول‌تر بود.

مواد و روش‌ها

بذرهای مورد استفاده

در این آزمایش شمار ۶۲ ژنوتیپ نخود که از کلکسیون دانشکده کشاورزی کرج تهیه شده بود (جدول ۱)، همراه با رقم بومی شهر بابک کشت و مقایسه شدند.

جدول ۱. مبدأ و شماره کلکسیونی ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Collection number and origin of genotypes used in study

Code	Collection.no	Origin	Code	Collection.no	origin
403	12-071-03753	Torbatjam	59	12-071-02940	Ardabil
245	12-071-03760	Jiroft	490	12-071-04084	Ardabil
259	12-071-03776	Jiroft	534	12-071-06912	Ardabil
284	12-071-03805	Jiroft	128	12-071-03718	oromyeh
289	12-071-03811	Jiroft	129	12-071-03746	oromyeh
307	12-071-03832	Jiroft	198	12-071-03703	oromyeh
308	12-071-03833	Jiroft	216	12-071-03725	oromyeh
317	12-071-03845	Jiroft	233	12-071-03746	oromyeh
318	12-071-03846	Jiroft	235	12-071-03749	oromyeh
306	12-071-03831	Jiroft	236	12-071-03750	oromyeh
563	12-071-06942	Khoy	239	12-071-03753	oromyeh
109	12-071-06678	Mamaghan	508	12-071-06885	oromyeh
473	12-071-04052	Daragaz	511	12-071-06888	oromyeh
474	12-071-04053	Daragaz	512	12-071-06889	oromyeh
56	12-071-02740	Shiraz	525	12-071-06903	oromyeh
492	12-071-04091	Fao	29	12-071-02270	esfahan
23	12-071-01837	Qazvin	36	12-071-02316	esfahan
38	12-071-02351	Ghochan	466	12-071-04043	esfahan
2	12-071-01834	Karaj	478	12-071-04063	esfahan
16	12-071-01972	Karaj	629	12-071-07007	esfahan
22	12-071-02090	Karaj	642	12-071-07021	bam
154	12-071-03641	Karaj	139	12-071-03885	torbatjam
606	12-071-06985	Mahan	323	12-071-03852	torbatjam
552	12-071-06931	Miyaneh	325	12-071-03854	torbatjam
-	ILC 482	Icarda	328	12-071-03859	torbatjam
-	Arman	Icarda	370	12-071-03916	torbatjam
-	Azad	Icarda	357	12-071-03900	torbatjam
-	Jam	Esfahan	345	12-071-03884	torbatjam
-	Shahrabak	Shahrabak	375	12-071-03922	torbatjam
-	Korosh		335	12-071-03871	torbatjam
-	Hashem	Icarda	356	12-071-03899	torbatjam
-			394	12-071-03946	torbatjam

آگمنت در هر سال و برای صفاتی که تفاوت میان بلوک‌ها معنی‌دار بود، انجام شد و در تجزیه‌های آماری از میانگین ژنوتیپ‌ها در دو سال استفاده شد. تجزیه مرکب برای شاهدها در دو سال، آمار توصیفی، مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها، تجزیه خوشه‌ای (کلاستر)، رگرسیون گام‌به‌گام، تحلیل مسیر و تجزیه به عامل‌ها و تجزیه پایداری توسط نرم‌افزار آماری Minitab انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه مرکب شاهدهای آزمایشی نشان داد، بین رقم‌های شاهد در دو سال برای صفات شمار کل غلاف‌ها در بوته، شمار غلاف‌های پر در بوته، شمار غلاف‌های خالی در بوته، شمار بذر در بوته، وزن بذر در بوته، تاریخ گلدهی و شاخص برداشت در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲). از خطای آزمایشی تجزیه مرکب (خطای دوم e_2) برای مقایسه میانگین دو ساله ژنوتیپ‌ها استفاده شد. به‌علت گستردگی زیاد جدول مقایسه میانگین‌ها، تنها بخشی از این جدول که شامل ژنوتیپ‌هایی است که از نظر برخی صفات مهم در گروه a قرار گرفتند، در جدول ۱۲ ارائه شده است (این صفات شرح داده خواهد شد).

کاشت آزمایش در شهرستان شهربابک که در فاصله ۱۲۵ کیلومتری شمال غرب کرمان، با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۸ دقیقه و ۱۸۴۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع است، انجام شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح برابر زراعت معمول منطقه شهربابک و آبیاری هر هفت روز یک بار انجام گرفت. به دلیل کمبود بذر، هر ژنوتیپ بدون تکرار در قالب طرح آماری آگمنت در دو سال در بهمن‌ماه ۱۳۹۲ و ۹۳ در شهربابک کشت شد و شش رقم به‌عنوان شاهد (جم، کوروش، هاشم، آزاد، آرمان و بومی شهربابک) در نظر گرفته شدند و رقم‌های شاهد در ۳ بلوک و هر یک از ژنوتیپ‌ها در یک خط ۱ متری، فاصله بوته روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. صفات تاریخ گلدهی، شمار کل غلاف‌ها، شمار غلاف‌های پر، شمار غلاف‌های خالی، عملکرد دانه، وزن خشک، شاخص برداشت و وزن صدانه بر هر بوته اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌های آماری

تجزیه واریانس برای شاهدها و تصحیح مشاهده‌های طرح

جدول ۲. تجزیه مرکب رقم‌های شاهد برای صفات مختلف مورد بررسی در دو سال

Table 2. Combined analysis of check varieties over two years for different traits under study

S.O.V	df	(MS)								
		HI [†]	Days to flowering	Dry weight/p	Yield/p	100KW [†]	No. of seed/p	No. of Empty pod/p	No. of Full pod/plant	No. of Totalpod/plant
Y	1	4283.54***	472.62***	5.65 ^{ns}	56.87***	198.61 ^{ns}	695.14***	42.75***	539.47***	885.95***
R (Y) (e_1)	4	233.35	17.62	21.24	5.24	102.01	61.85	4.49	48.62	80.88
Cultivar	5	576.59**	150.59***	28.14**	15.32**	268.03**	129.25***	4.19**	111.30***	150.33***
Y*cultivar (e_2)	5	289.56*	89.13**	30.99**	11.81**	193.77 ^{ns}	115.65***	4.99**	88.07***	127.95***
Total	34	91.51	17.83	6.21	2.15	76.26	14.58	0.94	9.87	14.02

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده، معنی‌دار در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰/۱ درصد.

† HI= شاخص برداشت، 100KW = وزن صدانه، 19 = کاهش یک درجه از درجه آزادی خطا به دلیل برآورد کرت گمشده.

* ** and *** denote, significant at 0.05, 0.01 and 0.001 respectively.

†: HI= Harvest Index, 100KW = 100 kernel weight, 19 = one degree of freedom has reduced due to missing data estimation.

تنوع بالا در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی است. بالاترین ضریب تغییرات برای صفت شمار غلاف پر در بوته (۳۵/۵۰ درصد) و پایین‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی، برای صفت شمار روز از کاشت تا گلدهی (۷/۵۰ درصد) مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفت،

آمار توصیفی مربوط به صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های نخود شامل میانگین، انحراف معیار، مقادیر بیشینه و کمینه (دامنه تغییرات) به همراه ضریب‌های تغییرپذیری فنوتیپی در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به این نتایج، دامنه تغییرات برای بیشتر صفات طیف گسترده‌ای را نشان داد که بیانگر وجود

جدول ۴. آماره‌های تنوع و شمار ژنوتیپ‌های درون خوشه‌ها

Table 4. Diversity statistics and number of genotypes within clusters

	No. of observation	Within group variance	Individual maximum distance from the center	Average of individual Distance from the center	Within SS
Cluster1	21	4.044	3.215	1.931	84.941
Cluster2	23	4.967	5.088	2.034	114.251
Cluster3	19	4.913	3.271	2.018	93.356

جدول ۵. فاصله بین گروه‌ها در گروه‌بندی ۶۳ ژنوتیپ

نخود مورد بررسی

Table 5. Distance between clusters of 63 chickpea genotypes under study

	Group1	Group2	Group3
Group1	0	2.712	5.112
Group2	2.712	0	2.504
Group3	5.112	2.504	0

جدول ۶. بردار میانگین صفات مورد بررسی برای اعضای هر

خوشه

Table 6. The centroid is the vector of variable means for the observations in that cluster

Traits	Cluster1	Cluster2	Cluster3
Days to flowering	0.432	-0.127	-0.323
Totalpods/plant	-1.054	0.008	1.154
No.of full pod/plant	-1.015	0.013	1.106
No.of empty pod/plant	-0.734	0.011	0.797
Seed no/plant	-1.025	0.036	1.088
Yield/plant	-1.028	0.016	1.116
Dryweight/plant	-0.882	0.108	0.844
100kernel weight	-0.471	0.288	0.172
Harvest index	-0.638	0.128	0.549

جدول ۷. تجزیه واریانس چند متغیره نامتعادل برای سه

خوشه

Table 7. Unbalanced multivariate analysis of variance for 3 groups

Statistic	Test Statistic	F	P
Wilks	0.121	10.798	0.000
Lawley-Hotelling	6.093	17.266	0.000
Pillais	1.016	6.088	0.000

چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به نژادی برای افزایش عملکرد دانه اهمیت زیادی دارد، زیرا انتخاب یک‌سویه برای صفات زراعی بدون در نظر گرفتن صفات دیگر نتیجه مطلوبی به دست نخواهد آمد. لذا در برنامه‌های اصلاحی می‌بایستی به همبستگی بین صفات توجه شود. همبستگی بین صفات مختلف نشان داد، همبستگی‌های معنی‌داری بین بیشتر صفات وجود دارد (جدول ۸) که با نتایج Zali *et al.* (2008) همخوانی داشت. به‌عنوان نمونه، همبستگی منفی و معنی‌داری بین شمار روز از کاشت تا گلدهی با صفات

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، مرکز خوشه‌های یک و سه بیشترین اختلاف را دارند (۵/۱۱۲) که نشان‌دهنده فاصله ژنتیکی زیاد بین افراد این دو گروه است که می‌توان از این اطلاعات برای انتخاب والدین و انجام تلاقی در برنامه‌های اصلاح نباتات استفاده کرد. علت بیشترین فاصله بین خوشه یک و سه با توجه به بردار میانگین صفات در هر خوشه روشن می‌شود (جدول ۶). بردار میانگین‌ها نشان می‌دهند که ژنوتیپ‌های خوشه اول کمترین میزان برای همه صفات به جز صفت شمار روز از کاشت تا گلدهی نسبت به دیگر خوشه‌ها دارد و ژنوتیپ‌های با گلدهی دیر دارند و در نتیجه عملکرد و همه صفات در این گروه منفی و از دیگر گروه‌ها کمتر است. در نتیجه هر چه گیاه نخود دیرتر به گل رود، عملکرد پایین‌تری خواهد داشت که به دلیل همزمان شدن دوره پر شدن غلاف‌ها با گرمای پایان فصل بهار است. ژنوتیپ‌های خوشه سوم که ژنوتیپ شاهد بومی شهر بابک در این خوشه گروه‌بندی شد، از نظر صفات شمار غلاف در بوته، شمار غلاف پر در بوته، شمار بذر در بوته و وزن بذر در بوته (عملکرد) بیشترین میزان نسبت به دیگر خوشه‌ها و کمترین میزان را برای تاریخ گلدهی داشت (میزان منفی ۰/۳۲۳- یعنی زودرسی). با توجه به نتایج به دست آمده برای عملکرد بالا باید از گروه ۳ انتخاب انجام داد. به نظر می‌رسد، ژنوتیپ‌های خوشه ۳ سازگاری بیشتری به منطقه شهر بابک دارند و همه ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در این خوشه هستند.

تجزیه واریانس چند متغیره نامتعادل برای سه خوشه انتخاب شده (جدول ۷) نشان داد که بر پایه ۳ معیار Wilks، Lawley-Hotelling و Pillais بین سه خوشه تفاوت معنی‌دار زیادی وجود دارد و انتخاب سه خوشه صحیح و منطقی است.

چهارم ۱۱/۹ درصد و در نهایت عامل پنجم، ۱۱/۸ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند. این موضوع را می‌توان به چندزنی بودن و پایین بودن وراثت‌پذیری عملکرد دانه نسبت داد (Syah Push *et al.*, 2003). Ebrahimi *et al.* (2010) با انجام تجزیه‌ی عاملی برای ۱۴ صفت روی ۲۰ رگه‌ی نخود توانستند شش عامل استخراج کنند که حدود ۸۶/۱۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کرد که در عامل اول بالاترین ضریب‌های عاملی مربوط به عملکرد دانه و زیست‌توده و شاخص برداشت و غلاف در بوته و دانه در بوته و همچنین دانه در غلاف بود که با توجه به ارتباط مستقیم با عملکرد، می‌توان این مؤلفه را به‌عنوان مؤلفه‌ی عملکرد یا رشد مورفولوژیک نامید که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

رگرسیون گام‌به‌گام

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات زراعی به‌عنوان متغیرهای مستقل در ژنوتیپ‌های نخود (جدول ۱۰)، مشاهده شد که صفات شمار غلاف پر در بوته، شاخص برداشت، وزن خشک زیست‌توده در بوته و وزن صدانه به ترتیب وارد مدل شده و بیشترین تأثیر را بر عملکرد داشتند. این چهار متغیر در مجموع ۸۹/۷۰ درصد از تغییرپذیری‌های عملکرد دانه را توجیه کرد. در این زمینه شمار غلاف پر در بوته که ۷۹/۶۶ درصد تغییرپذیری‌های عملکرد دانه را توجیه کرده است، اهمیت بیشتری دارد. این صفات می‌توانند برحسب رابطه‌های نزدیک‌ترشان به عملکرد دانه، نسبت به دیگر صفات برحسب اولویت و تجزیه‌وتحلیل دیگر روش‌های آماری مانند تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه‌ی علیت به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای گزینشی انتخاب و معرفی کردند. نشانه‌های جبری ضریب خطی متغیرها در مدل نهایی (۲) نشانگر اثر افزایشی این صفات بر عملکرد دانه است. نتایج رگرسیون گام‌به‌گام با نتایج تجزیه‌ی عامل‌ها نیز همخوانی می‌کند. صفات شمار غلاف پر در بوته، شاخص برداشت، وزن خشک زیست‌توده در بوته و وزن صدانه صفاتی هستند که در عامل اول که ۴۱/۹ درصد واریانس را توجیه می‌کند و ضرایب بالا و معنی‌دار دارند.

شمار غلاف در بوته، شمار غلاف پر در بوته، شمار بذر در بوته، وزن بذر در بوته و شاخص برداشت مشاهده شد یعنی هر چه شمار روز از کاشت تا گلدهی بیشتر باشد و گیاه دیرتر به گل رود به دلیل برخورد مرحله‌ی پر شدن غلاف‌ها به گرمای بهاره میزان صفات بالا کاهش می‌یابد. همبستگی عملکرد دانه با دیگر صفات مثبت و معنی‌دار است که با نتایج پژوهش‌های دیگران همخوانی دارد (Yucel *et al.*, 2006; Arshad *et al.*, 2002; Toker & Cagirgan, 2004). در این پژوهش همبستگی عملکرد با شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار بود که مغایر نتایج دیگران در شرایط دیم است، چون در شرایط دیم رطوبت ذخیره‌ای اولیه‌ی خاک صرف مرحله‌ی رویشی گیاه می‌شود و در مرحله‌ی زایشی رطوبت کم می‌شود و عملکرد کاهش می‌یابد. در پژوهشی که روی ۷۰ رگه‌ی نخود انجام شد، عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع بوته، شمار غلاف در بوته و شمار شاخه در بوته داشت.

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌های مستقل، روشی است برای کاهش شمار متغیر که هر عامل نشان‌دهنده‌ی ویژگی‌های متفاوتی از داده‌های اصلی است (Farshadfar, 2005). ۵ عامل استخراجی ۸۹/۹۰ درصد از کل تغییرات بین داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۹) عامل اول که ۴۱/۹ درصد از تغییرات داده‌ها را در بر گرفته، ضریب‌های بزرگ و مثبت برای شمار کل غلاف در بوته، شمار غلاف پر در بوته، شمار بذر در بوته و عملکرد دانه دارد. این عامل را می‌توان عامل عملکرد و اجزای آن نام‌گذاری کرد. نتایج همبستگی ساده‌ی صفات نشان داد که این صفات با یکدیگر و عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند. بدیهی است در صورتی که انتخاب بر پایه‌ی عامل اول انجام شود، این عامل بیشترین میزان عملکرد دانه را نشان خواهد داد. این نتایج نشان می‌دهند، افزایش عملکرد دانه، می‌تواند از راه انتخاب غیرمستقیم صفات مؤثرتر باشد و پیشرفت ژنتیکی بیشتری داشته باشد. با توجه به نتایج تجزیه‌ی خوشه‌ای می‌توان گفت که افراد خوشه‌ی ۳ عامل اول بسیار بالایی دارند (جدول ۶). عامل دوم، ۱۲/۴ درصد از کل تغییرات، عامل سوم، ۱۱/۹ درصد، عامل

جدول ۸. ضریب همبستگی بین صفات مختلف در نخود بر پایه میانگین دو سال

Table 8. The correlation coefficients between traits in pea based on average of two years

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Days to flowering (1)	1								
Totalpods/plant (2)	-0.33**	1							
No.of full pod/plant (3)	-0.33**	0.98***	1						
No.of empty pod/plant (4)	-0.14	0.61***	0.45***	1					
Seed no/plant (5)	-0.31*	0.95***	0.96***	0.47***	1				
Yield/plant (6)	-0.39**	0.88***	0.89***	0.43***	0.88***	1			
Dryweight/plant (7)	-0.37	0.73***	0.71***	0.48***	0.68***	0.71***	1		
100kernel weight (8)	-0.19	0.16	0.15	0.12	0.12	0.35**	0.18	1	
Harvest index(9)	0.44***	0.53***	0.55***	0.21	0.57***	0.69***	0.22	0.37**	1

*** و ** و * به ترتیب نشان‌دهنده، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و ۰/۱ درصد هستند.

*, **, ***: Significantly difference at 0.05, 0.01 and 0.001 probability levels, respectively.

جدول ۹. عامل‌ها، ضریب عامل‌ها روی صفات و درصد واریانس توجیه‌شده توسط هر عامل

Table 9. Factors and their loads on traits and amount of explained variance by each factor

Traits	Fac-1	Fac-2	Fac-3	Fac-4	Fac-5
Days to flowering	-0.180	-0.034	0.083	-0.965*	0.167
Totalpods/plant	0.898*	0.324	-0.051	0.136	-0.165
No.of full pod/plant	0.941*	0.139	-0.047	0.140	-0.179
No.of empty pod/plant	0.292	0.945*	-0.048	0.034	-0.043
Seed no/plant	0.930*	0.171	-0.006	0.111	-0.223
Yield/plant	0.778*	0.130	-0.218	0.179	-0.360
Dryweight/plant	0.592*	0.218	-0.105	-0.066	0.012
100kernel weight	0.062	0.044	-0.981*	0.079	-0.150
Harvest index	0.370	0.047	-0.202	0.215	-0.879*
Expained variance%	41.9	12.4	11.9	11.9	11.8

In this analysis factor loads greater than 0.5 were considered significant.

در این تجزیه ضرایب عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵ معنی‌دار در نظر گرفته شده‌اند.

استفاده شد (جدول ۱۱). شمار غلاف پر در بوته اثر مستقیم بالایی (۰/۵۳۱) بر عملکرد دانه دارد و این مطلب نشان می‌دهد، ضریب همبستگی بالای بین شمار غلاف پر در بوته و عملکرد (۰/۵۳۱) به‌طور عمده مربوط به اثر مستقیم شمار غلاف پر در بوته است و اثر غیرمستقیم شمار غلاف پر در بوته از راه دیگر صفات ناچیز بوده است. پس از شمار غلاف پر در بوته، شاخص برداشت در بوته بیشترین اثر مستقیم (۰/۳۰۷) را بر عملکرد دانه داشت. Dasgupta *et al.* (1992) در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند شمار غلاف در بوته، شمار بذر در بوته و وزن صدانه بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد بوته دارند. همچنین Singh *et al.* (1990) نیز اثر مستقیم وزن صدانه و شمار بذر در غلاف و Jahansouz *et al.* (2003) اثر مستقیم وزن صدانه و شمار کل دانه را روی عملکرد بوته بالا گزارش کردند که این پژوهش‌ها با نتایج این آزمایش همخوانی دارند.

Bahrami Ahmadi (1997) با انجام رگرسیون گام‌به‌گام در نخود سفید دریافت که به ترتیب صفات شمار غلاف پر، وزن صدانه و شمار بذر در غلاف بیشترین رابطه با عملکرد بوته داشتند. Farshadfar & Farshadfar (2008) نیز با توجه به نتایج تجزیه رگرسیون نشان دادند که شمار غلاف در بوته، بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه نخود داشته، به‌طوری‌که نزدیک به ۶۲ درصد از تغییرپذیری‌های عملکرد را توجیه می‌کند. Mardi *et al.* (2003) نیز نشان دادند، غلاف حاوی دانه، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارد. در این بررسی نیز نخستین متغیری که وارد مدل شد، شمار غلاف پر در بوته بود که نشان می‌دهد این صفت اهمیت بیشتری در عملکرد دارد. از روش تجزیه علیت برای تفسیر گویاتر و دقیق‌تر نتایج به‌دست‌آمده از همبستگی‌های ساده و رگرسیون مرحله‌ای، و پی بردن به رابطه‌های علت و معلولی بین عملکرد و دیگر صفات وارد شده در مدل رگرسیونی

پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو سال با استفاده از متقابل (رقم × سال) محاسبه شد. هرچه میزان عددی روش ریک بررسی شد و سهم هریک از آن‌ها در اثر (اکووالانس) کمتر باشد، ژنوتیپ پایدارتر است (جدول ۱۲).

جدول ۱۰. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای عملکرد دانه در بوته به‌عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات زراعی به‌عنوان متغیرهای مستقل

Table 10. Result of stepwise regression analysis: grain yield per plant as dependent variable and the other agronomic traits as independent variables

Step	Traits	Intercept	Partial coefficients of regression				Cumulative R ²	Mallow's Cp
			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄		
1	Full pod/plant (X ₁)	0.495	0.263***				79.66	61.2
2	HI (X ₂)	-0.186	0.216***	0.034***			85.41	27.8
3	Dryweight/plant (X ₃)	-1.201	0.145***	0.042***	0.150***		88.81	8.9
4	100kernel weight (X ₄)	-1.320	0.157***	0.036***	0.130***	0.013*	89.70	4.9

*** و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و ۰/۱ درصد.

*, **, *** denote significant at 0.05, 0.01 and 0.001, respectively.

$$y = -1.32 + 0.157 x_1 + 0.0364 x_2 + 0.130 x_3 + 0.0139 x_4$$

$$y = 0.532 x_1 + 0.307 x_2 + 0.244 x_3 + 0.112 x_4 \quad \text{Standard model}$$

جدول ۱۱. نتایج تجزیه مسیر برای عملکرد دانه در بوته

Table 11. Results of path analysis for grain yield per plant

Trait	Indirect effect				Direct effects	Correlation with yield
	1	2	3	4		
No. of full pod/plant	--	0.169	0.175	0.017	0.531	0.894***
Harvest index	0.292	--	0.053	0.041	0.307	0.695***
Dryweight/plant	0.382	0.067	--	0.02	0.244	0.715***
100kernel weight	0.084	.0114	0.045	--	0.111	0.356**

Residual = 0.311

جدول ۱۲. میانگین صفات شمار غلاف پر در بوته، شاخص برداشت، وزن خشک زیست‌توده در بوته، وزن صدانه و میزان شاخص اکووالانس برای نمونه بومی شهربابک و شماری از ژنوتیپ‌ها که در مقایسه میانگین‌ها در گروه a قرار گرفته‌اند.

Table 12. Means of traits: number of pods per plant, harvest index, biological dry weight per plant, 100 kernel weight and ecovalance index for the genotypes that have been grouped in Group A in means comparison, and Shahrabak landrace

Genotype (code)	Num. of full pod/plant	Harvest index	Dryweight/plant	100kernel weight	Yield/plant	Wi
Arman	16.0	46.80	11.88	34.03	5.65	7.719
Esfahan (36)	14.1	48.26	11.19	38.59	5.26	1.919
Esfahan (478)	<u>18.2</u>	<u>50.12</u>	<u>10.16</u>	<u>31.80</u>	<u>5.18</u>	<u>2.552</u>
Esfahan (629)	11.5	54.85	9.43	51.08	3.48	1.618
ILC482	<u>19.5</u>	<u>51.60</u>	<u>12.49</u>	<u>38.83</u>	<u>6.48</u>	<u>3.102</u>
Jiroft (318)	18.5	36.62	13.91	29.13	4.92	0.115
Jiroft (284)	7.5	49.38	9.76	24.52	2.67	0.232
Jiroft (259)	15	38.20	12.66	30.90	4.62	0.319
Jiroft (308)	12.1	36.16	12.51	45.03	4.92	4.087
Mahan (606)	<u>20.3</u>	<u>49.29</u>	<u>11.84</u>	<u>26.73</u>	<u>5.80</u>	<u>1.600</u>
Torbatjam (325)	20.5	37.39	14.76	29.60	5.63	8.401
Torbatjam (356)	14.2	46.58	11.00	39.80	5.03	0.096
Torbatjam (357)	18.5	43.66	12.41	35.27	5.67	9.327
Torbatjam (139)	13	26.00	14.16	19.89	4.81	3.562
Torbatjam (345)	12.5	32.48	12.36	30.33	3.66	4.266
Torbatjam (394)	15	26.00	14.16	19.89	3.68	16.365
Oromyeh (198)	12.5	29.33	13.33	28.77	3.61	4.902
Oromyeh (239)	10.5	26.91	16.02	23.76	3.61	2.400
Oromyeh (129)	<u>18.5</u>	<u>35.79</u>	<u>15.58</u>	<u>31.71</u>	<u>5.31</u>	<u>0.055</u>
Oromyeh (233)	16.5	42.07	10.78	30.62	4.45	0.185
Oromyeh (525)	8.5	44.91	8.71	20.05	2.80	0.452
Oromyeh (512)	10.5	45.44	7.80	24.01	3.22	0.026
Ghochan (38)	14.5	56.64	7.46	31.26	3.98	0.179
Karaj (154)	9.4	47.15	8.40	42.22	3.94	2.858
Miyaneh (552)	14.5	47.93	8.10	36.83	5.23	4.002
Khoy (536)	19	31.84	13.86	27.57	4.33	0.833
Shahrabak	15.2	44.90	12.23	45.20	5.59	4.216

در گروه a قرار گرفتند از نظر صفات مشروحه بالا و همچنین شاخص پایداری ریک، رتبه‌بندی شدند و سپس مجموع رتبه‌های ژنوتیپ‌ها برای صفات شمار غلاف پر در بوته، شاخص برداشت، وزن خشک زیست‌توده بوته، وزن صددانه و عملکرد محاسبه شد و ژنوتیپ‌هایی که نخست رتبه پایین‌تری از نظر شاخص اکووالانس (Wi) از نمونه بومی شهربابک داشتند و از نظر مجموع رتبه‌های دیگر صفات (Σ) بالاتر از بقیه قرار داشتند، انتخاب شدند (جدول ۱۳). بر پایه معیارهای بالا، می‌توان ژنوتیپ‌های Mahan (606)، ILC 482، و Uromyeh (478) را برای کشت دوباره در یک آزمایش تکراردار و مقایسه با نمونه بومی شهربابک معرفی کرد تا از بین آن‌ها بهترین را برای منطقه انتخاب کرد، چون این ژنوتیپ‌ها پایداری بیشتری از ژنوتیپ شهربابک داشته و در ضمن از نظر دیگر صفات یا از شهربابک بیشترند و یا تفاوت معنی‌داری با آن ندارند.

متخصصین اصلاح نباتات به دنبال رقم‌هایی هستند که افزون بر عملکرد بالا، پایداری بیشتری نیز دارند. لذا چنانچه بخواهیم ژنوتیپ‌هایی را به‌منظور جایگزینی رقم بومی شهربابک معرفی کنیم، این ژنوتیپ‌ها را باید بر پایه این معیارها انتخاب کرد: ۱- میانگین صفات شمار غلاف پر در بوته، شاخص برداشت، وزن خشک زیست‌توده بوته، وزن صددانه و عملکرد که در تجزیه به عامل‌ها در عامل اول قرار گرفته‌اند، ۲- صفات یا متغیرهای وارده شده در مدل رگرسیون چندمتغیره، ۳- صفاتی که در تجزیه علیت اثر مستقیم بالاتری بر عملکرد داشته‌اند، ۴- ژنوتیپ‌هایی که عضو خوشه ۳ هستند، ۵- پایداری بیشتری (اکووالانس کمتر) داشته و در مقایسه میانگین صفات بالا در گروه a قرار دارند (جدول ۱۲) (جدول کامل مقایسه میانگین به دلیل گستردگی زیاد آورده نشده است). لذا برای انتخاب چنین ژنوتیپ‌هایی در آغاز ژنوتیپ‌هایی که در مقایسه میانگین عملکرد

جدول ۱۳. رتبه صفات شمار غلاف پر در بوته، شاخص برداشت، وزن خشک زیست‌توده در بوته، وزن صددانه، عملکرد بوته و مجموع رتبه‌های صفات (Σ) و رتبه شاخص اکووالانس (wi) برای نمونه شهربابک و شماری از ژنوتیپ‌ها که در مقایسه میانگین‌ها در گروه a قرار گرفته‌اند.

Table 13. Ranks of pods per plant, harvest index, biological dry weight per plant, 100 kernel weight, yield per plant and sum of traits ranks (Σ) and ecovalance index for the genotypes that have been grouped in Group A in means comparison, and Shahrabak landrace.

Genotype (code)	Num.of full pod/plant	Harvest index	Dryweight/plant	100kernel weight	Yield/plant	Σ	Wi
Oromyeh (512)	5	16	2	5	3	31	1
Oromyeh (129)	21	7	26	16	21	91	2
Torbatjam (356)	11	17	10	23	17	78	3
Jiroft (318)	22	9	22	10	15	78	4
Ghochan (38)	15	27	1	15	10	68	5
Oromyeh (233)	19	12	9	13	12	65	6
Jiroft (284)	1	23	7	6	1	38	7
Jiroft (259)	12	11	19	14	13	69	8
Oromyeh (525)	2	15	5	3	2	27	9
Khoy (536)	24	5	21	8	11	69	10
Mahan (606)	26	22	12	7	26	93	11
Esfahan (629)	6	26	6	27	4	69	12
Esfahan (36)	10	21	11	21	20	83	13
Oromyeh (239)	4	3	27	4	6	44	14
Esfahan (478)	20	24	8	17	18	87	15
Karaj (154)	3	19	4	24	9	59	16
ILC482	25	25	17	22	27	116	17
Torbatjam (139)	13	1	23	1	14	52	18
Miyaneh (552)	16	20	3	20	19	78	19
Jiroft (308)	7	8	18	25	16	74	20
Shahrabak	18	14	14	26	22	94	21
Torbatjam (345)	8	6	15	12	7	48	22
Oromyeh (198)	9	4	20	9	5	47	23
Arman	17	18	13	18	24	90	24
Torbatjam (325)	27	10	25	11	23	96	25
Torbatjam (357)	23	13	16	19	25	96	26
Torbatjam (394)	14	2	24	2	8	50	27

REFERENCES

- Acikgoz, N. (1994). Path analysis for evaluation of characters affecting seed yield in chickpeas at different sowing time. *Crop Science Congress*, 2, 121-125.
- Aghaali, Z., Alipour Yamchi, H., Bihamta, M. R. & Abdollahi, B. (2016). Identification of molecular markers associated with yield. *Modern Genetic*, 1, 675-684. (in Farsi)
- Arshad, M., Bakhsh, A., Bashir, M. & Haqqani, M. (2002). Determining the heritability and relationship between yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 34, 237-245.
- Bagheri, A., Nezami, A., Ganjali, A. & Parsa, M. (1997). Crop peas. Mashhad University Press. (in Farsi)
- Bahram Ahmadi, A. (1997). Genetic diversity in 633 white chickpea cultivars using multivariate statistical methods. *Master Thesis College of Agriculture*, Tehran University. (in Farsi)
- Cheghamirza, Sh., Cheghamirza, K. & Mohammadi, R. (2012). Genetic diversity in different lines pea cultivars for agronomic characteristics in dryland conditions. *Journal of Iranian Dryland Farming*, 1, 119-108. (in Farsi)
- Dasgupta, T., Slam, S. & Gayem, P. (1992). Genetic variability and analysis of yield components in chickpea. *Annals of Agriculture Research*, 132, 157-160.
- Dashtaki, M., Bihamta, M. R. & Puryamchy, H. (2012). Genetic diversity and relationships between morphological assessment germplasm Kabuli and Desi chickpea. *Iran Bean Journal of Preceding Studies*, 3(1), 16-7. (in Farsi)
- Ebrahimi, P., Farshadfar, A. A. & Farshadfar, M. (2010). Relationships between agronomic traits and physiological lines peas in normal and drought conditions. *Conference on New Ideas in Agriculture*, 111-100. (in Farsi)
- Farshadfar, E. (2005). Principles of multivariate statistics (Second Edition). *Press Taghe Bostan in Kermanshah*, 73. (in Farsi)
- Farshadfar, E. (1998). *Application of biometrical genetics in plant breeding*. Razi University Publication.
- Farshadfar, M. & Farshadfar, E. (2008). Genetic variability and path analysis of chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces and lines. *Journal Applied Science*, 8, 3951-3956.
- Fayyaz, F. & Talebi, T. (2009). Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Iran Agronomy Researchs*, 7, 135-141.
- Food and Agriculture Organization. (2010). Food outlook, global market analysis in FAO. Retrieved May 22, 2012. From: http://www.fao.food_outlook.com
- Guler, M., Adak, M. S. & Ulukan, H. (2001). Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal Agronomy*, 14, 161-166.
- Habibpour mehranan, F., Maali, R., Zynali, H. & Dashtaki, M. (2014). Morphological variations black chickpeas by using multivariate analysis methods. *Journal of Iran Agronomy Researchs*, 1, 23-30. (in Farsi)
- Jahansouz, M. R., Naghavi, M. R. & Dolati-Tapehrasht, M. (2004). Study of relationships between the different characteristics in white and black chickpea. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 2(35), 579-573. (in Farsi)
- Majnoon Hossini, N. (2008). *Agriculture and grain production*. Publications University of Tehran. (in Farsi)
- Malhk, Sh. R., Shabbir, Gh., Zubir, M., Iqbal, S. M. & Ali, A. (2014). Genetic diversity analysis of morpho-genetic traits in desi chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 16(5), 956-960.
- Mardi, M., Taleei, A. R. & Omid, M. (2003). A study of genetic diversity and identification of yield components in Desi chickpea. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 34, 345-351. (in Farsi)
- Naghavi, M. R. & Jahansouz, M. R. (2005). Variation in the agronomic and morphological traits of Iranian chickpea accessions. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47, 375-379.
- Naghdi Pour, A., Khodarahmi, M., Poorshahbazi, A. & Esmaeil Zade, M. (2011). Factor analysis for yield and other traits in durum wheat. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 7(1), 84-96.
- Nezami, A. & Bagheri, A. (2005). Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting- phenology and morphology. *Iran Journal of Field Crops Research*, 3, 143-155.
- Nezami, A., PourAmir, F., Mumeni, S., Presa, H., Ganjali, A. & Bagheri, A. R. (2012). Evaluation germplasm pea seed bank is part of Ferdowsi University of Mashhad Part II: Kabuli peas. *Iran Bean Journal of preceding Studies*, 3(1), 30-17. (in Farsi)
- Ozveren Yucel, D., Anlarsal, A. E. & Yucel, C. (2006). Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal Agriculture*, 30, 183-188.

26. Parsa, M. & Bagheri, A. (2008). Beans. *Publications University of Mashhad*. (in Farsi)
27. Singh, K. B., Bejiga, G. & Malhorta, R. S. (1990). Associations of some characters with seed yield in chickpea collections. *Euphytica*, 49, 83-88.
28. Syahpush, M. R., Imam, Y. & Saidi, A. (2003). Genetic variation, inheritance and phenotypic and genotypic correlation coefficients of grain yield, its components and some morpho-physiological traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 5(2), 86-98. (in Farsi)
29. Toker, C. & Cagirgan, M. I. (2004). The use of phenotype correlations and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Hereditas Lund Sweden*, 140, 226-228.
30. Walton, P. D. (1971). Use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. *Euphytica*, 20, 416-421.
31. Yucel, D. O., Anlarsal, A. E. & Yucel, C. (2006). Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turkey Journal Agriculture*, 30, 183-188.
32. Zali, H., Farshadfar, A. A. & Sbaghpour, S. H. (2008). Genetic variability and interrelationships among agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Crop Breeding Journal*, 1(2), 127-132.
33. Zoble, R. W., Wright, M. J. & Gauch, H. G. (1988). Statistical analysis of yield traits. *Journal of Agronomy*, 88, 388-393.