

ارزیابی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در ژنوتیپ‌های نخود کابلی (*Cicer arietinum* L.) بر اساس عملکرد دانه و اجزای عملکرد
Assessment of general and specific combining abilities of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes based on seed yield and yield components

همایون کانونی^۱، معروف خلیلی^۲ و اسماعیل قلی نژاد^۳

چکیده

کانونی، ه. م. خلیلی و ا. قلی نژاد. ۱۳۹۹. ارزیابی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی در ژنوتیپ‌های نخود کابلی (*Cicer arietinum* L.) بر اساس عملکرد دانه و اجزای عملکرد. نشریه علوم زراعی ایران. ۲۲ (۲): ۲۶۳-۲۷۴.

به منظور بررسی فراسنجه‌های (پارامترهای) ژنتیکی عملکرد دانه و اجزای آن، شش ژنوتیپ نخود در آرایش دای آئل کامل در سال ۱۳۸۶ در گلخانه‌های مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تلاقی داده شدند. در ادامه، والدین و تلاقی‌های مستقیم و معکوس (۳۶ تیمار) در یک آزمایش مزرعه‌ای قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در بهار ۱۳۹۶ در ایستگاه گریزه سنج مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طول فصل زراعی صفات گیاهی شامل تعداد روز از کاشت تا گلدهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، امتیاز تحمل به خشکی، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. ارزیابی جمعیت‌های F1 و والدین و تجزیه دای آئل بر اساس روش اول مدل دوم گریفینک انجام شد. نتایج نشان داد که درون والدین و ژنوتیپ‌های F1 تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت که نشان دهنده وجود تنوع وسیع ژنتیکی برای صفات مورد ارزیابی بود و مشخص شد که با استفاده از این خزانه ژنتیکی، امکان اصلاح صفات زراعی نخود وجود دارد. برای ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار بوده و نقش اجزای غیرافزایشی در توارث این صفات مشخص گردید. وراثت مادری نقش بالایی در توارث تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، امتیاز تحمل به خشکی و عملکرد دانه داشت. والدین ثمین و FLIP 96-154C به ترتیب بهترین ترکیب‌پذیری عمومی را برای عملکرد دانه داشتند. بر مبنای نتایج ترکیب‌پذیری خصوصی، تلاقی Azad×FLIP 96-154C بهترین ترکیب شونده خصوصی برای عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف شناخته شد. بر اساس نتایج این تحقیق، در ژنوتیپ‌های نخود مورد ارزیابی از لحاظ ژن‌های سیتوپلاسمی تنوع قابل ملاحظه‌ای وجود داشت که می‌توان از آن در اصلاح ارقام سازگار، پرمحصول و زودرس نخود استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تلاقی دای آئل، روش گریفینک، صفات مورفولوژیک، عمل ژن و نخود.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۷ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۹۵۰۴-۹۵۰۴-۱۵۵۱-۰۳-۵۳ مشترک موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و دانشگاه پیام نور می‌باشد.

۱- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران. (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: h.kanouni@areeo.ac.ir)

۲- دانشیار گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران.

۳- دانشیار گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران..

مقدمه

در مناطق غرب کشور، نخود بعنوان یک گیاه بهاره، غالباً به صورت دیم کشت شده و با اتکاء به رطوبت ذخیره شده در خاک، چرخه زیستی آن تکمیل می شود. غرب کشور، یکی از مناطق اصلی تولید نخود در کشور است و سالیانه حدود ۳۰۰ هزار هکتار از اراضی دیم این منطقه به کشت نخود اختصاص می یابد (Ahmadi et al., 2016). علی رغم اهمیت و رغبت روزافزون کشاورزان منطقه برای کشت نخود و قرار دادن آن در تناوب با گندم دیم، عملکرد دانه نخود در واحد سطح غالباً کم و ناپایدار است. کشاورزان نخودکار این مناطق، جهت مقابله با علف های هرز و آفت غلاف خوار، معمولاً بسیار دیر به کشت نخود مبادرت می کنند؛ به طوریکه قسمت اعظم بارندگی های بهاره و رطوبت ذخیره شده در خاک، از دسترس گیاه خارج شده و دوره پرشدن دانه با تنش شدید کم آبی مصادف می شود. از طرف دیگر، کشاورزان اغلب از ارقام بومی که پتانسیل عملکرد پایینی داشته و حساس به انواع تنش های زنده و غیر زنده هستند، برای کشت استفاده می کنند (Kanouni et al., 2015). جهت دستیابی به ارقامی که در شرایط دیم عملکرد مطلوبی داشته باشند، باید اطلاعات مبسوطی از ساختار ژنتیکی والدین و میزان وراثت پذیری صفات وابسته به عملکرد در شرایط تنش خشکی در دسترس باشد. دستیابی به چنین اطلاعاتی مستلزم استفاده از تجزیه ژنتیکی صفات کمی است (Kearsey and Pooni, 1996).

تجزیه دای آلل یک روش کارآمد برای تفکیک اجزای واریانس فوتیپی است که باعث درک بهتری از اندازه و نسبت تنوع که ناشی از اثر افزایشی ژن و حاصل ترکیب خاصی از ژن ها است، می شود (Mather and Jinks, 1982). برای تجزیه دای آلل روش های مختلفی وجود دارد که معروف ترین آن ها توسط جینکز و همین (Jinks and Hayman, 1953) و گریفینگ (Griffing, 1956) ارائه شده اند. در روش اول

مقدار و ماهیت فراسنجه های ژنتیکی برآورد شده و در روش دوم ترکیب پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) محاسبه می شود.

در خصوص بهره برداری از تلاقی های دای آلل و تجزیه های مرتبط، تحقیقات زیادی روی گیاهان زراعی انجام شده است (Vieira et al., 2009; Ahmadi and Samizadeh, 2006; Basal and Turgut, 2003). لبدی و همکاران (Labdi et al., 2015) از تجزیه دای آلل برای برآورد اثرات ژنی و ترکیب پذیری در بیماری برقرزدگی نخود استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که قابلیت ترکیب پذیری عمومی اهمیت بیشتری نسبت به قابلیت ترکیب پذیری خصوصی در کنترل برقرزدگی داشت و اثرات افزایشی بیشترین سهم را در مقاومت به این بیماری داشتند. همتی و همکاران (Hemati et al., 2010) با بررسی فراسنجه های ژنتیکی صفات زراعی نخود از طریق تجزیه دای آلل، نشان دادند که صفات تعداد شاخه های اولیه و ثانویه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه توسط ژن هایی با اثر فوق غالبیت کنترل می شوند و کنترل صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، زیست توده و وزن صد دانه توسط ژن های با اثر غالبیت صورت می گیرد. کرمی و طالبی (Karami and Talebi, 2013) به منظور شناسایی اثرات ژنی و فراسنجه های ژنتیکی صفات آگرومورفولوژیک، پنج ژنوتیپ نخود را به صورت نیمه دای آلل تلاقی داده و برای ارتفاع بوته و تعداد شاخه های اولیه، اثر ژنی افزایشی معنی داری گزارش کردند. نتایج این پژوهش نشان دهنده وجود اثرات ژنی افزایشی و غالبیت برای تعداد روز از کاشت تا گلدهی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، زیست توده، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه بود. در تحقیق دیگری، اهمیت هر دو اجزای ژنتیکی واریانس افزایشی و غیر افزایشی در توارث عملکرد دانه و اجزای آن در نخود مهم تشخیص

داده شدند (Amadabade et al., 2014).

این تحقیق با هدف بررسی ماهیت عمل ژن‌های مؤثر بر عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن و برآورد ترکیب پذیری عمومی و خصوصی شش ژنوتیپ نخود و نسل‌های F_1 حاصل از تلاقی دای آلل آن‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در ایستگاه گریزه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان انجام شد. ایستگاه مذکور در جنوب شرقی شهر سنندج ($35^{\circ}16'$ شرقی و $47^{\circ}01'$ شمالی) در ارتفاع ۱۳۸۰ متری از سطح دریا در حاشیه رودخانه قشلاق قرار گرفته است. اطلاعات مربوط به خاک و اقلیم ایستگاه گریزه در جدول ۱ ارائه شده است.

در این تحقیق برای ارزیابی وراثت صفات نخود در شرایط دیم، ۳۰ هیبرید حاصل از تلاقی دای آلل، به انضمام والدین، (جمعاً ۳۶ ژنوتیپ) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار کشت شدند. والدین این تحقیق، شش رقم و لاین نخود به اسامی؛ آرمان، آزاد، ثمین، ILC482، رقم ترکیه‌ای گوکچه (Gökçe) و لاین FLIP 96-154C بودند که جمعیت‌های F_1 آن‌ها در بهار و تابستان ۱۳۸۶ در گلخانه‌های مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به دست آمده بودند. ژنوتیپ‌های یاد شده بر مبنای تفاوت‌های آن‌ها در تعداد روز از کاشت تا گلدهی، وزن ۱۰۰ دانه و ارتفاع بوته (جدول ۲) برای این تحقیق انتخاب شدند. به منظور فراهم شدن شرایط تنش خشکی، کاشت بذر دو هفته دیرتر از زمان معمول کشت آزمایشات بهاره، در تاریخ ۲۷ فروردین انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل چهار خط چهار متری به فاصله ۳۰ سانتیمتر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتیمتر بود. در طول اجرای آزمایش مراقبت‌های زراعی شامل وجین دستی علف‌های هرز در دو مرحله (چهار برگی بوته‌های نخود و قبل از

گلدهی) و مبارزه بر علیه آفت هلیوتیس با سم سون به نسبت دو در هزار (همزمان با تشکیل اولین غلاف‌ها) انجام شد. تهیه زمین شامل شخم پاییزه، دیسک بهاره و تسطیح بود و کود پایه بر مبنای ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار محاسبه و قبل از کاشت در سطح کرت‌های آزمایشی پخش و با خاک مخلوط شد. در ادامه به ثبت صفات تعداد روز از کاشت تا گلدهی و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی (بر اساس ۵۰ درصد گلدهی و ۹۰ درصد رسیدگی بوته‌ها) اقدام شد. برای ثبت سایر صفات شامل؛ تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه، پس از حذف اثرات حاشیه، تعداد پنج بوته از هر کرت بطور تصادفی انتخاب و یادداشت برداری‌های لازم انجام شد. امتیازدهی به لاین‌ها از نظر تحمل در برابر تنش خشکی یا امتیاز تحمل خشکی (Drought Tolerance Score; DTS)، به شرح زیر انجام شد (ICARDA, 1999): امتیاز ۱: متحمل به خشکی، قدرت رشد اولیه خیلی خوب، گلدهی زود و غلاف‌دهی ۱۰۰ درصد، امتیاز ۲: بسیار متحمل به خشکی، قدرت رشد اولیه خوب، گلدهی زود و غلاف‌دهی ۹۹-۹۶ درصد، امتیاز ۳: متحمل به خشکی، قدرت رشد اولیه خوب، گلدهی زود و غلاف‌دهی ۹۵-۸۶ درصد، امتیاز ۴: تحمل به خشکی متوسط، قدرت رشد اولیه متوسط، گلدهی زود و غلاف‌دهی ۸۵-۷۶ درصد، امتیاز ۵: تحمل بینابین، قدرت رشد اولیه کم، گلدهی متوسط و غلاف‌دهی ۷۵-۵۱ درصد، امتیاز ۶: نسبتاً حساس، قدرت رشد اولیه بسیار پایین، گلدهی متوسط و غلاف‌دهی ۵۰-۲۶ درصد، امتیاز ۷: حساس، قدرت رشد اولیه بسیار پایین، گلدهی دیر و غلاف‌دهی ۲۵-۱۱ درصد، امتیاز ۸: بسیار حساس، قدرت رشد اولیه بسیار پایین، گلدهی دیر و غلاف‌دهی ۱۰-۱ درصد، امتیاز ۹: ۱۰۰ درصد بوته‌ها خشک شده، قدرت رشد اولیه بسیار پایین، عدم گلدهی و بدون غلاف دهی.

جدول ۱- اطلاعات خاکشناسی و هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گریزه سنندج

Table 1. Soil and climatology information of Gerizeh experimental station of Sanandaj, Iran

						Climate and temperature data		اطلاعات دمایی و اقلیمی		
بافت خاک	اسیدیته اشباع	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	نیترژن کل	میانگین حداقل دما	میانگین حداکثر دما	میانگین بارندگی	رطوبت نسبی	روزهای یخبندان
Soil texture	pH	OC (%)	Pava. mg.kg ⁻¹	Kava.(mg.kg ⁻¹)	Total N (%)	Average Min. Temp. (°C)	Average Max. Temp. (°C)	Average rainfall (mm)	RH (%)	Frost days
Clay loam	7.7	1.53	7	220	0.09	4.5	21.3	305	47	107

جدول ۲- مشخصات ژنوتیپ‌های نخود کابلی مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Characteristics of Kabuli type chickpea genotypes used in the experiment

		Characteristics مشخصات							
ژنوتیپ‌های نخود	شناسه بین المللی	کد	تیپ بوته	ارتفاع بوته	وزن ۱۰۰ دانه	واکنش در برابر AB	واکنش در برابر FW	متوسط عملکرد دانه	
Chickpea genotypes	International ID code	Code	Plant type	Plant height (cm)	100 Seeds weight (g)	Response to <i>Ascochyta</i>	Response to <i>Fusarium</i>	Average seed yield (kg.ha ⁻¹)	
Arman	آرمان	FLIP 90-96C	V ₁	E	55	35	R	T	1400
Azad	آزاد	FLIP 93-93C	V ₂	E	47	35	T	T	1300
Samin	ثمین	ILC 1799	V ₃	PS	32	39	T	R	920
ILC 482		ILC 482	V ₄	PS	30	31	MR	S	850
Gökçe		FLIP 87-7C	V ₅	SE	33	34	R	T	900
FLIP 96-154C		FLIP 96-154C	V ₆	E	42	33	R	T	1200

تیپ بوته: E: ایستاده، PS: خوابیده، SE: نیمه ایستاده. واکنش در برابر برق‌زدگی (AB) و فوزاریوم (FW): R: مقاوم، MR: نیمه مقاوم، T: متحمل، S: حساس

Plant type; E: Erect, PS: Prostrate, SE: Semi-erect. Response to *Ascochyta* and *Fusarium*: R: Resistant, MR: Moderately Resistant, T: Tolerant, S: Susceptible

غلاف در بوته را داشتند. ارقام ثمین و آرمان به ترتیب کمترین (۱/۱۳) و بیشترین (۵/۵۳) امتیاز تحمل به خشکی را داشتند. به عبارت دیگر ثمین بیشترین آرمان کمترین تحمل به خشکی را داشتند. تلاقی $\text{Azad} \times \text{ILC 482}$ بیشترین میزان DTS را داشتند. تحمل بالا نسبت به تنش خشکی یکی از خصوصیات مطلوب برای معرفی رقم ثمین گزارش شده است (Sabaghpour et al., 2018).

تجزیه واریانس دای آلل صفات مطابق با روش اول مدل دوم گریفینگ نشان داد که اثر ترکیب پذیری عمومی برای هیچ یک از صفات معنی دار نبود. در مقابل مقدار ترکیب پذیری خصوصی برای ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه معنی دار به دست آمد و نشان دهنده اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل صفات یاد شده است. میانگین مربعات اثرات معکوس برای تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، امتیاز تحمل خشکی و عملکرد دانه معنی دار و نشان دهنده نقش اثر مادری در توارث این صفات بوده و بنابراین در اصلاح این صفات، گزینش والدین مادری مطلوب برای برنامه‌های به‌نژادی از اهمیت بالایی برخوردار است. در مقابل، این اثر برای ارتفاع بوته و وزن ۱۰۰ دانه معنی دار نبود. عدم معنی داری اثرات معکوس برای این صفات نشان می‌دهد که نقش اثر مادری روی این صفات قابل توجه نیست.

همتی و همکاران (Hemati et al., 2010) نیز گزارش کردند که در کنترل تعداد روز تا گلدهی، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های نخود اثر غیر افزایشی ژن‌ها دخالت بیشتری داشت، ولی نتیجه تحقیق یاد شده در مورد وزن ۱۰۰ دانه برخلاف نتایج تحقیق حاضر بود. شرایط محیطی و تفاوت در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی از دلایل اصلی عدم مشابهنه در نتایج این آزمایشات بیان شده است (Golkar et al., 2012; Zare-kohan and Heidari, 2012; Karami, 2011).

پس از اجرای تجزیه واریانس و ارزیابی آماری جمعیت‌های F_1 و والدینی، فراسنجه‌های ژنتیکی در قالب طرح دای آلل به روش اول گریفینگ برآورد شدند. بر اساس این روش، میانگین مربعات تیمار، GCA و SCA در برابر خطای آزمایشی آزمون شده و برای ارزیابی اثرات GCA و SCA از آزمون t استفاده شد. محاسبات آماری با استفاده از برنامه DIALLEL-SAS انجام شد (Zhang et al., 2005).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های نخود برای کلیه صفات، به جز تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی، تفاوت معنی داری وجود داشت. بنابراین با استفاده از تجزیه تلاقی دای آلل، برآورد فراسنجه‌های ژنتیکی برای صفات مذکور امکان پذیر بود (Singh and Chaudhary, 1979). نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین ضریب تغییرات به ترتیب مربوط به صفات تعداد روز از کاشت تا رسیدگی و تعداد غلاف در بوته بود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بوته‌های F_1 حاصل از تلاقی $\text{Gokce} \times \text{Samin}$ با ۱۱۹/۵ روز، زودرس‌ترین و $\text{Gokce} \times \text{ILC 482}$ با ۱۲۶/۷۵ روز، دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۳). در لاین FLIP 96-154C اغلب غلاف‌ها دو دانه‌ای بودند. این لاین با ۱/۷ دانه در غلاف از لحاظ این صفت بالاتر از والدین قرار گرفت. رقم Gokce کمترین تعداد دانه در غلاف را داشت (۰/۹۲). تلاقی FLIP 96-154C با ارقام آرمان، آزاد و Gokce با ۱/۷ دانه در غلاف، بیشترین و تلاقی $\text{Gokce} \times \text{ILC 482}$ با ۰/۹۲ دانه در غلاف، کمترین تعداد دانه در غلاف را دارا بودند. از لحاظ تعداد غلاف در بوته، ارقام ثمین و Gokce به ترتیب بیشترین (۱۱/۶) و کمترین (۶/۹) تعداد غلاف در بوته را داشتند. در نتاج حاصل از تلاقی دای‌الل والدین، $\text{ILC 482} \times \text{Samin}$ با ۶/۸۸ و $\text{Azad} \times \text{FLIP 96-154C}$ با ۱۱/۸ بیشترین تعداد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی در والدین و نسل F₁ آن‌ها در تلاقی دای آلی ۶×۶ نخود کابلی

Table 3. Mean comparison of plant traits of parents and F₁ generation of Kabuli type chickpea in 6×6 diallel cross

والدین و تلاقی‌ها	روز تا گلدهی	روز تا رسیدگی	دانه در غلاف	غلاف در بوته	امتیاز تحمل خشکی	ارتفاع بوته	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه
Parents and crosses	Days to flowering	Days to maturity	Seed.pod ⁻¹	Pod.plant ⁻¹	Drought Tolerance Score	Plant height (cm)	100 Seed weight (g)	Seed yield (kg.ha ⁻¹)
V ₁ : Arman	69.5	126.7	1.03	8.7	5.5	33.2	33.0	480.0
V ₂ : Azad	68.5	122.0	0.93	8.4	3.7	29.0	35.6	372.0
V ₃ : Samin	61.0	115.0	1.13	11.6	1.1	27.7	37.3	713.7
V ₄ : ILC 482	69.5	124.5	0.67	10.5	5.1	27.2	33.7	804.7
V ₅ : Gökçe	67.7	125.2	0.92	6.9	3.5	27.8	32.4	502.5
V ₆ : FLIP 96-154C	69.0	125.2	1.72	11.0	3.9	28.2	34.5	549.5
V ₁ ×V ₂	69.7	123.0	1.00	9.2	2.7	29.6	35.6	311.5
V ₁ ×V ₃	67.5	122.2	1.02	10.7	2.1	23.7	33.0	474.0
V ₁ ×V ₄	68.7	124.2	1.00	9.3	4.2	27.8	33.7	442.5
V ₁ ×V ₅	68.5	122.5	1.35	10.5	2.7	27.0	32.4	542.2
V ₁ ×V ₆	69.2	123.0	1.01	8.1	2.7	25.2	34.5	495.5
V ₂ ×V ₁	68.5	124.5	0.94	9.5	3.7	29.0	35.6	558.5
V ₂ ×V ₃	67.7	121.5	0.93	10.8	1.9	26.1	34.4	472.7
V ₂ ×V ₄	70.7	126.0	0.96	7.5	5.1	27.0	38.6	579.7
V ₂ ×V ₅	67.5	124.5	0.98	8.3	2.5	26.1	35.0	495.5
V ₂ ×V ₆	70.5	120.7	1.25	11.8	2.7	25.7	34.4	819.5
V ₃ ×V ₁	69.2	125.7	1.21	11.7	1.4	28.7	34.9	709.0
V ₃ ×V ₂	71.5	124.7	1.09	10.3	1.9	28.0	29.6	686.5
V ₃ ×V ₄	66.2	124.7	1.14	10.9	1.3	25.3	36.4	640.7
V ₃ ×V ₅	70.2	126.0	1.67	11.0	1.6	22.8	35.3	606.2
V ₃ ×V ₆	68.5	123.0	1.10	10.5	1.6	28.7	34.3	626.0
V ₄ ×V ₁	69.0	125.7	1.02	7.5	4.7	28.1	31.6	459.0
V ₄ ×V ₂	69.2	125.2	0.95	8.1	3.0	26.8	29.4	228.2
V ₄ ×V ₃	71.2	121.5	0.97	11.1	2.0	24.7	30.4	589.7
V ₄ ×V ₅	68.7	125.7	1.02	6.8	3.4	26.8	32.4	229.2
V ₄ ×V ₆	71.7	125.5	1.00	10.4	2.0	29.7	36.7	530.0
V ₅ ×V ₁	70.2	122.2	1.43	8.4	4.2	30.0	31.3	430.5
V ₅ ×V ₂	69.0	124.00	0.99	10.0	3.5	26.2	33.4	353.5
V ₅ ×V ₃	69.7	119.5	1.15	12.0	1.9	22.7	31.2	451.5
V ₅ ×V ₄	71.0	126.7	0.92	8.8	3.7	29.3	34.2	474.5
V ₅ ×V ₆	68.0	120.5	1.01	10.0	4.6	28.0	31.4	411.2
V ₆ ×V ₁	70.0	126.2	1.75	8.2	4.9	25.3	24.9	459.7
V ₆ ×V ₂	68.5	125.7	1.75	7.2	4.7	26.8	32.3	392.5
V ₆ ×V ₃	69.7	120.7	1.41	11.0	2.2	27.5	26.3	559.0
V ₆ ×V ₄	68.5	125.7	1.66	8.0	2.5	26.1	35.7	570.7
V ₆ ×V ₅	66.7	125.0	1.75	9.3	5.0	27.8	20.3	536.7
Mean	68.9	123.7	1.162	9.59	3.1	27.25	32.9	515.5
LSD 5%	3.0	3.8	0.29	2.73	2.1	3.9	6.8	144.2

بر اساس نتایج اثرات ترکیب پذیری عمومی (جدول ۴)، والد ثمین از نظر عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته، والد آرمان از لحاظ امتیاز تحمل به خشکی و ارتفاع بوته، والد آزاد برای وزن ۱۰۰ دانه و والد ILC 482 از نظر تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی، ترکیب پذیری عمومی مطلوبی داشتند. در نتایج سایر تحقیقات نیز گزارش شده است که والدین واجد ترکیب پذیری عمومی مثبت، به طور بالقوه والدین مطلوبی برای برنامه های اصلاحی محسوب می شوند (Basal and Turgut, 2003; Ferreira, 1988). هر چند در بسیاری از موارد، والد با مقدار بالا برای صفات مورد ارزیابی، بهترین ترکیب پذیری عمومی و والد با کمترین مقدار برای صفات مورد ارزیابی، ضعیف ترین ترکیب پذیری عمومی را داشتند، ولی همبستگی بین ترکیب پذیری عمومی و میانگین صفات والدین ($r_{GCA, Mean}$)، فقط در مورد تعداد دانه در غلاف و امتیاز تحمل به خشکی معنی دار بود (جدول ۴). نتایج اثرات ترکیب پذیری خصوصی شش رقم و لاین نخود نشان داد که برای عملکرد دانه و تعداد دانه در غلاف، تلاقی Azad×FLIP 96-154C بهترین ترکیب شونده خصوصی بود (جدول ۵). در جدول ۲ نیز ملاحظه گردید که بیشترین عملکرد دانه نیز متعلق به همین هیبرید بود، هر چند که تفاوت معنی داری با ترکیب های Arman× Gokçe و Azad×FLIP 96-154C نداشت. ترکیب Azad×FLIP 96-154C بالاترین میزان هتروزیس را برای عملکرد دانه داشت که نشان می دهد والدین یاد شده از نظر تعداد زیادی از ژن ها تفاوت داشته و به اصطلاح از یکدیگر دور هستند. در بررسی سایر ترکیب پذیری های خصوصی ملاحظه شد که تلاقی Samin×Gokçe بهترین ترکیب شونده خصوصی از لحاظ تعداد روز از کاشت تا گلدهی بود. به علاوه، دورگ Arman×Samin از نظر تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، تلاقی ILC 482×FLIP 96-154C از نظر تعداد غلاف در بوته،

تلاقی Gokçe×FLIP 96-154C از نظر امتیاز تحمل خشکی، Samin×FLIP 96-154C از نظر ارتفاع بوته و تلاقی ILC 482×FLIP 96-154C از نظر وزن ۱۰۰ دانه، مناسب ترین ترکیب شونده های خصوصی بودند.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، ترکیب پذیری عمومی برای هیچ کدام از صفات معنی دار نشد و بنابراین ژن های افزایشی بر این صفات اثری نداشتند. از طرف دیگر، صفات ارتفاع بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه که اثر ترکیب پذیری خصوصی در آنها معنی دار بود، تحت تاثیر ژن های غیرافزایشی بودند. در مورد صفاتی که نه برای ترکیب پذیری عمومی و نه برای ترکیب پذیری خصوصی معنی دار نبودند، نمی توان در مورد نوع ژن های کنترل کننده آنها اظهار نظری کرد، اما معنی دار بودن اثر معکوس برای عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و امتیاز تحمل به خشکی، نشان داد که در لاین های مورد ارزیابی از نظر ژن های سیتوپلاسمی، تنوع قابل ملاحظه ای وجود دارد که بر اکثر خصوصیات نخود، بویژه عملکرد دانه موثر بوده و می تواند در اصلاح ارقام سازگار، پرمحصول و زودرس نخود مورد استفاده قرار گیرد. به علاوه در اصلاح چنین صفاتی در گیاه نخود، گزینش والدین مادری مطلوب از اهمیت بالایی برخوردار است. برای تعیین ترکیبات تلاقی ها، باید از والدین با ترکیب پذیری بالا و متنوع ژنتیکی استفاده کرد. بر این اساس والدین ثمین و FLIP 96-154C به ترتیب بعنوان بهترین ترکیب شونده های عمومی برای عملکرد دانه شناسایی شدند. به علاوه، بهترین ترکیب پذیری خصوصی برای اصلاح عملکرد دانه مربوط به تلاقی Azad × FLIP 96-154C بود.

جدول ۴- ترکیب پذیری عمومی و میانگین شش والد نخود کابلی برآورد شده توسط تجزیه دای ال

Table 4. General combining ability and mean of 6 Kabuli type chickpea parents estimated by diallel analysis

Parents	والدین	صفات گیاهی Plant traits							
		روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	دانه در غلاف Seed.pod ⁻¹	غلاف در بوته Pod.plant ⁻¹	امتیاز تحمل خشکی Drought Tolerance Score	ارتفاع بوته Plant height	وزن ۱۰۰ دانه 100 Seed weight	عملکرد دانه Seed yield
Arman	GCA	-0.16	0.07	-0.01	-0.31	0.41	0.64	-1.12	-20.38
	Mean	69.50	126.75	1.03	8.75	5.53	33.25	37.33	480.00
Azad	GCA	0.13	0.14	-0.12	-0.36	0.19	0.32	2.11	-18.41
	Mean	68.50	122.00	0.93	8.40	3.75	28.00	35.68	372.00
Samin	GCA	-0.03	-1.15	-0.02	1.79	-1.53	-1.31	1.18	96.25
	Mean	61.00	115.00	1.13	11.63	1.13	28.75	24.18	713.75
ILC 482	GCA	0.41	1.54	-0.14	-0.91	0.21	0.32	1.60	-37.63
	Mean	69.50	124.50	0.67	10.55	5.13	27.25	36.70	804.75
Gökçe	GCA	-0.28	-0.27	0.06	-0.06	0.36	-0.24	-0.57	-64.28
	Mean	67.75	125.25	0.92	6.93	3.50	27.88	35.05	502.50
FLIP 96-154C	GCA	-0.06	-0.33	0.24	-0.16	0.36	0.27	-3.20	44.44
	Mean	69.00	125.25	1.72	11.03	3.98	28.25	39.13	549.50
S.E.gca		0.24	0.88	0.13	0.93	0.75	0.71	2.01	59.23
r GCA, Mean		0.17	0.54	0.89	0.41	0.86	0.29	-0.45	0.29

جدول ۵- ترکیب پذیری خصوصی برای تلاقی‌های دای آلل ۶ رقم و لاین نخود کابلی

Table 5. Specific combining ability for diallel crosses of 6 Kabuli type chickpea lines and cultivars

Crosses	صفات گیاهی							عملکرد دانه
	روز تا گلدهی	روز تا رسیدگی	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	امتیاز تحمل خشکی	ارتفاع بوته	وزن ۱۰۰ دانه	
تلاقی‌ها	Days to flowering	Days to maturity	Seed.pod ⁻¹	Pod.plant ⁻¹	Drought Tolerance Score	Plant height	100 Seed weight	Seed yield
Arman×Azad	-0.04	-0.35	-0.08	0.48	-0.41	1.44	1.98	-30.77
Arman ×Samin	-0.64	1.18	-0.04	0.16	-0.14	0.01	1.23	11.08
Arman ×ILC482	-0.58	-0.51	-0.02	0.05	0.84	-0.13	-0.47	4.20
Arman ×Gokçe	0.61	-1.32	0.16	0.25	-0.32	1.19	0.87	66.48
Arman ×FLIP96-154C	0.64	0.99	-0.02	-0.95	0.03	-2.51	-3.61	-50.99
Azad×Samin	0.33	0.24	-0.04	-0.42	0.22	1.14	-1.43	-2.77
Azad ×ILC482	0.27	0.06	0.04	-0.52	0.62	-0.60	-2.35	-44.52
Azad ×Gokçe	-0.79	0.49	-0.13	0.01	-0.59	-0.80	0.02	2.64
Azad × FLIP96-154C	0.24	-0.44	0.21	0.45	0.17	-1.19	1.78	75.42
Samin×ILC482	-0.83	-1.16	0.03	0.54	-0.07	-0.85	-1.99	52.08
Samin×Gokçe	1.11	0.28	0.019	0.20	-0.12	-2.55	2.49	-7.64
Samin× FLIP96-154C	0.02	-0.54	-0.15	-0.49	0.10	2.25	-0.31	-52.74
ILC482×Gokçe	0.55	1.09	-0.12	-0.76	-0.03	1.15	-0.36	-50.77
ILC482× FLIP96-154C	0.58	0.53	0.06	0.69	-1.36	0.44	5.16	39.01
Gokçe× FLIP96-154C	-1.48	-0.54	-0.09	0.30	1.06	1.00	-3.02	-10.71
S.E. _{sca}	0.89	0.97	0.14	0.63	0.73	1.77	2.91	53.29

سپاسگزاری

کشور و دانشگاه پیام نور تأمین شده است
که بدین وسیله از مسئولین مربوطه قدردانی
می شود.

بودجه این تحقیق از طریق اعتبارات پروژه
مشترک مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم

References

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, K., H. Gholizageh, H.R. Ebadzadeh, F. Hatami, M. Fazli Estabragh, R. Houseinpour, A. Kazemian and M. Rafiei. 2016. Agricultural statistics yearbook 2014-2015. Center for Information Technology and Communications, Deputy of Programming and Economics, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. (In Persian).
- Ahmadi, M.R. and H. Samizadeh. 2006. A study of combining ability and genetic analysis of some quantitative traits in rapeseed (*B. napus*). Iran. J. Agric. Sci. 37-1(3): 435-443. (In Persian with English abstract).
- Amadabade, J., A. Arora and H. Sahu. 2014. Combining ability analysis for yield contributing characters in chickpea. Electronic J. Plant Breed. 5(4): 664-670.
- Basal, H. and I. Turgut. 2003. Heterosis and combining ability for yield components and fiber quality parameters in a half diallel cotton (*G. hirsutum* L.) population. Turk. J. Agric. 27: 207-212.
- Ferreira, P.E. 1988. A new look at Jinks-Hayman's method for the estimation of genetical components in diallel crosses. Heredity, 60: 347-353.
- Golkar, P., A. Arzani and A. Rezaei. 2012. Genetic analysis of agronomic traits in safflower (*Carthamus tinctorious* L.). Not. Bot. Hort. Agro. 40(1): 276-281.
- Griffing, B. 1956. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 436-493.
- Hemati, I., S.H. Sabaghpour, M. Taeb and R. Choukan. 2010. Study on genetic parameters for different agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes using diallel analysis. Seed Plant Improv. J. 26-1(2): 205-218. (In Persian with English abstract).
- ICARDA. 1999. Germplasm Program Legumes Annual Report for 1998. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Jinks, J.L. and B.I. Hayman. 1953. The analysis of diallel crosses. Maize Genet. Newslet. 27: 48-54.
- Kanouni, H., Y. Farayedi, A. Saeid and S.H. Sabaghpour. 2015. Stability analyses for seed yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in the western cold zone of Iran. J. Agric. Sci. 7 (5): 219-228.
- Karami, E. 2011. Genetic analysis of some agronomic characters in chickpea (*Cicer aretinum* L.). Afr. J. Agric. Res. 6(6): 1349-1358.
- Karami, E. and R. Talebi. 2013. Nature of gene action and genetic parameters for yield and its components in chickpea. Afr. J. Biotechnol. 12(51): 7038-7042.
- Kearsey, M.J. and H.S. Pooni. 1996. The Genetical Analysis of Quantitative Traits. Chapman and Hall,

London, UK.

- Labdi, M., S. Ghomari and S. Hamdi. 2015.** Combining ability and gene action estimates of eight parent diallel crosses of chickpea for ascochyta blight. Hindawi Publishing Corporation, Adv. Agric. 31(6):1-7.
- Mather, K. and J.L. Jinks. 1982.** Biometrical Genetics. Methuen and Co Ltd, London. UK.
- Sabaghpour, S.H., Y. Ferayedi, M. Kamel, A.A. Mahmoodi, M. Mahdeyeh, F. Mahmoodi, A. Saeed, H. Kanouni, H.R. Pouralibaba, M. Khaledahmadi, A. Shabani, M. Nematifard, M.R. Shahab and I. Karami, 2018.** Samin, a new drought tolerant, large seed size and high potential yield chickpea cultivar for spring planting on cold dryland condition of Iran. Res. Achiev. Field Hort. Crops. 6(2): 111-121. (In Persian with English abstract).
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1979.** Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyan Publisher, New Delhi, India.
- Vieira, R.A., C.A. Scapim, L.M. Moterle, D.J. Tessmann, T.V. Conrado and A.T. Amaral Junior. 2009.** Diallel analysis of leaf disease resistance in inbred Brazilian popcorn cultivars. Genet. Mol. Res. 8(4): 1427-1436.
- Zare-kohan, M. and B. Heidari. 2012.** Estimation of genetic parameters for maturity and grain yield in diallel crosses of five wheat cultivars using two different models. J. Agric. Sci. 4(8): 74-85.
- Zhang, Y., M. Kang and K.R. Lamkey. 2005.** DIALLEL-SAS05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner-Eberhart analyses. Agron. J. 97: 1097-1106.

Assessment of general and specific combining abilities of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes based on seed yield and yield components

Kanouni, H.¹, M. Khalili² and E. Gholinezhad³

ABSTRACT

Kanouni, H., M. Khalili and E. Gholinezhad. 2020. Assessment of general and specific combining abilities of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes based on seed yield and yield components. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 22(3): 263-274. (In Persian).

To estimate genetic parameters of yield and yield component of chickpea, six chickpea genotypes were crossed in complete diallel crossing scheme in glass houses of Seed and Plant Improvement Institute in 2007. Parents, direct and reciprocal crosses (36 entries) were evaluated using randomized complete block design with four replications at Grizeh station, Sanandaj, Iran in spring of 2017 growing season. Plant traits including day to flowering, day to maturity, plant height, seed no.pod⁻¹, pod no.plant⁻¹, drought tolerance score, 100 seed weight and seed yield were measured and recorded during the growing season. Statistical analysis for F₁ hybrids and parents as well as diallel analysis were performed using Griffing's model 2 of method 1. The results showed that there were significant differences between parents and F₁ hybrids, which indicated a wide genetic variability for traits of interest. It was revealed that it would be possible to improve the agronomic traits of chickpea using this genetic resources. Specific combining ability (SCA) was significant for plant height, 100 seed weight and seed yield and the important role of non-additive component in inheritance of these traits was identified. Maternal inheritance had important role in heritability of seed no.pod⁻¹, pod no.plant⁻¹, drought tolerance score and seed yield. Samin" and FLIP 96-154C parents had the highest general combining ability for seed yield, respectively. The effects of specific combining ability revealed that, under conditions similar of this study, Azad × FLIP 96-154C cross was the best specific combiner for seed yield and seed no.pod⁻¹. Considering the results of this study, there was considerable variation in cytoplasmic genes carried by these chickpea genotypes that can be used in breeding for development of high yielding, with yield stability and early maturity, chickpea cultivars.

Keywords: Chickpea, Diallel cross, Gene action, Griffing's method and Morphological traits.

Received: September, 2019

Accepted: September, 2020

1. Associate Prof., Field and Horticultural Crops Sciences Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran. (Corresponding author) (Email: h.kanouni@areeo.ac.ir).

2. Associate Prof., Agricultural Sciences Department, Payam-e Nour University (PNU), Tehran, Iran.

3. Associate Prof., Agricultural Sciences Department, Payam-e Nour University (PNU), Tehran, Iran.