

تجزیه ژنتیکی غلاف دهی و خصوصیات غلاف در نخود (*Cicer arietinum* L.)

عزت کرمی*

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۹

چکیده

پنج رقم نخود تیپ کابلی بصورت طرح دی‌الل یک طرفه با یکدیگر تلاقی داده شد و در سال زراعی ۱۳۸۷، ۵ والد به همراه ۱۰ نتاج حاصل از تلاقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت گردیدند. صفات روز تا غلاف‌دهی، ارتفاع پائین‌ترین غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف دوقلو در بوته، تعداد غلاف تک قلو در بوته، تعداد غلاف پوک در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته در آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس تجزیه واریانس دی‌الل، برای صفات ارتفاع پائین‌ترین غلاف از سطح زمین و تعداد غلاف پوک در بوته فقط اثرات افزایشی ژن‌ها معنی‌دار گردید. برای صفت تعداد غلاف دوقلو در بوته فقط اثرات غیر افزایشی ژن‌ها معنی‌دار گردید و برای دیگر صفات مورد بررسی هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی معنی‌دار گردید. میانگین درجه غالبیت برای صفت ارتفاع پائین‌ترین غلاف کوچکتر از یک و برای دیگر صفات بزرگتر از یک شد. میزان توارث‌پذیری خصوصی جزء برای ارتفاع پائین‌ترین غلاف (۰/۴۷) که نسبتاً بالا بود در مورد دیگر صفات پائین بود که نشان‌دهنده توارث کمی و پیچیده این صفات است. لذا احتمال موفقیت انتخاب برای این صفات در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی پائین است. جهت غالبیت در مورد صفات روز تا غلاف دهی، تعداد غلاف دوقلو، تعداد دانه و عملکرد دانه در بوته منفی بود که بیانگر اثرات افزایشی ژن‌های غالب برای این صفات است در حالی که مثبت بودن جهت غالبیت برای صفات ارتفاع پائین‌ترین غلاف، تعداد غلاف، تعداد غلاف تک قلو و تعداد غلاف پوک در بوته نشان‌دهنده اثرات کاهنده ژن‌های غالب در مورد این صفات است.

واژه‌های کلیدی: اثرات افزایشی، دی‌الل، غالبیت، توارث‌پذیری، نخود

مقدمه

سطح زیر کشت نخود در ایران حدود ۷۰۰ هزار هکتار می‌باشد که ۶۴ درصد سطح زیر کشت حبوبات را به خود اختصاص داده است (۱). طبق آمار منتشره از سازمان فائو، میانگین عملکرد نخود در جهان ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار است در حالیکه میانگین عملکرد نخود در ایران ۳۸۵ کیلوگرم می‌باشد (۵). عملکرد نخود علی‌رغم پتانسیل بالای آن در کشورهای تولیدکننده نخود به واسطه تنش‌های محیطی پائین است (۲۶). عملکرد دانه و مؤلفه‌های آن در نخود صفات چند ژنی هستند که به صورت کمی توارث پیدا می‌کنند و به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی هستند (۱۸). آگاهی از مؤلفه‌های ژنتیکی صفات چند ژنی و اثرات محیطی برای انتخاب روش‌های اصلاحی، اندازه جمعیت‌ها و شدت انتخاب بسیار با ارزش و مهم است.

برای اصلاح ارقام پر محصول نیاز به اطلاعات کافی در مورد ساختار ژنتیکی والدین مورد تلاقی و همچنین ترکیب‌پذیری صفات مطلوب آنها می‌باشد که این امر از طریق استفاده از روش‌های ژنتیک کمی از جمله تلاقی‌های دی‌الل میسر می‌گردد. اصول و مبانی دی‌الل توسط جینکز و هیمن (۸، ۹، ۱۱ و ۱۷) و گریفینگ (۶ و ۷) در دهه ۱۹۵۰ میلادی ارائه شده است. تجزیه دی‌الل، یکی از تکنیک‌های بیومتریک مورد استفاده اصلاح‌گران نبات برای بررسی و ارزیابی ویژگی‌های زیستی گونه‌های گیاهی است (۲۵). تجزیه دی‌الل جهت تفکیک واریانس فنوتیپی به اجزاء آن و تعیین میزان و سهم آنها در ایجاد تنوع، تکنیک بسیار مفیدی است (۳).

بیشتر و ساکار (۳) با اجرای یک طرح دی‌الل کامل با ۴ رقم نخود گزارش کردند که در مورد صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف و دانه در بوته فقط اثرات افزایشی معنی‌دار بود اما برای صفات روز تا رسیدگی ارتفاع پائین‌ترین غلاف، تعداد شاخه‌های اولیه در بوته و وزن صد دانه علاوه بر اثرات افزایشی ژن‌ها اثر غالبیت ژن‌ها نیز معنی‌دار گردید، با این وجود مقدار اثرات افزایشی بسیار بزرگتر از

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سنندج، ایران

*- نویسنده مسئول: (Email : Karami_ezzat@iausdj.ac.ir)

اثرات غالبیت ژن‌ها بود.

مالهوترا و سینگ (۱۶) به اهمیت واریانس ژنتیکی افزایشی برای صفاتی مانند عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، وزن صد دانه، تعداد روز تا گلدهی و تعداد دانه در غلاف، همچنین واریانس ژنتیکی غالبیت برای روز تا رسیدگی و هر دوی واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غالبیت برای ارتفاع بوته در نخود اشاره کرده‌اند.

سینگ و همکاران (۲۳) با استفاده از طرح دی‌الل متد ۴ و مدل I گریفینگ توارث شمار زیادی از صفات فنولوژیک و مورفولوژیک در نخود را مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند که توارث صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته و اندازه بذر به صورت افزایشی است ولی در مورد صفات عملکرد دانه، تعداد شاخه، تعداد غلاف و دانه در بوته هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی دارای اهمیت هستند.

سینگ و بیشر (۲۰)، هواو و همکاران (۱۰)، انبسا و همکاران (۲) اثرات ژنتیکی افزایشی را برای صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته و اندازه بذر در نخود گزارش کردند.

موهل بائور و سینگ (۱۸) گزارش کردند که در کنترل ژنتیکی صفات تعداد شاخه‌های اولیه و غلاف در بوته هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی نقش دارند.

سالی مات و همکاران (۲۱) اهمیت هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی را در کنترل صفت ارتفاع بوته در نخود گزارش کرده‌اند.

سینگ و همکاران (۲۴) گزارش نمودند که هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی برای صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد غلاف و عملکرد دانه در بوته مؤثر می‌باشند.

این تحقیق به منظور برآورد ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و تعیین اثر ژن‌های کنترل‌کننده صفات مورد بررسی در ارقام نخود با استفاده از طرح دی‌الل یک طرفه با ۵ رقم ایرانی و خارجی در معاونت تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

پنج رقم ایرانی و خارجی به نام‌های هاشم، آرمان، ICCV2، ILC588 و ILC3279 که مشخصات آنها در جدول (۱) ذکر شده است در سال ۱۳۸۶ در محل معاونت تحقیقات دیم سرارود در شهرستان کرمانشاه به صورت طرح دی‌الل یک طرفه با یکدیگر تلاقی داده شدند. در سال زراعی ۱۳۸۷ نتایج تلاقی‌ها به همراه والدین در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در کرت‌هایی به طول ۲ متر و عرض ۳۵ سانتی‌متر با فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر و در ۳ تکرار کشت شدند. از ژنوتیپ‌های مذکور ۷ صفت کمی به منظور برآورد اثر ژن، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و همچنین قابلیت توارث آنها ارزیابی شدند. برای اندازه‌گیری هر کدام از این صفات از میانگین ۱۰ نمونه استفاده شد. این صفات عبارت بودند از: تعداد روز تا غلاف دهی، ارتفاع پائین‌ترین غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف دوقلو در بوته، تعداد غلاف تک قلو در بوته، تعداد غلاف پیوک در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته. نتایج بدست آمده به روش والترز و مورتون (۲۸) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. با توجه به معنی‌دار بودن واریانس ژنوتیپ‌ها از میانگین‌های موجود مشتمل بر ۵ والد و ۱۰ تلاقی با روش II و مدل مخلوط B گریفینگ (۶ و ۷) تجزیه دی‌الل به عمل آمد. مجموع مربعات ژنوتیپ‌ها به کمک فرمول‌های مربوطه (۷) به دو جزء ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی تفکیک و اثرات ترکیب‌پذیری خصوصی برای هر تلاقی برآورد گردید. به منظور مطالعه جامع اثر ژن‌ها در شکل گیری صفات مورد بررسی و همچنین برآورد پارامترهای ژنتیکی آنها تجزیه دی‌الل به روش هیمن (۸) و با استفاده از نرم افزار آماری D₂ نیز صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس دی‌الل به روش والترز و مورتون برای ۷ صفت مورد اندازه‌گیری در جدول ۲ مندرج است.

جدول ۱- خصوصیات ارقام نخود زراعی تیپ کابلی بکار رفته در آزمایش

ژنوتیپ‌ها	زمان رسیدگی	وزن صد دانه (گرم)	ارتفاع بوته	مقاومت به برق زدگی	مقاومت به سرما
ILC588	زودرس	≥ ۳۵	پاکوتاه	حساس	مقاوم
ILC3279	دیررس	≥ ۲۵	پابلند	مقاوم	حساس
ICCV2	زودرس	≥ ۳۰	پاکوتاه	حساس	مقاوم
آرمان	میان رس	≥ ۲۴	پابلند	مقاوم	حساس
هاشم	دیررس	≥ ۲۰	پابلند	مقاوم	حساس

جدول ۲- تجزیه واریانس تلاقی‌های دی‌الل حاصل از ۵ ژنوتیپ نخود تیپ کابلی به روش والترز و مورتون (۲۸)

منابع تغییرات	درجه آزادی	روز تا غلاف دهی	ارتفاع پائین‌ترین غلاف (cm)	تعداد غلاف در بوته	تعداد غلاف دو قلو در بوته	تعداد غلاف تک قلو در بوته	تعداد غلاف پوک در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه در بوته (gr)
بلوک	۲	۱/۱ ^{ns}	۶/۶ ^{ns}	۸۱۲/۵*	۲۲/۳ ^{ns}	۸۶۴/۳ ^{**}	۱۱/۴ ^{ns}	۹۸۰/۹*	۹۴/۳ ^{**}
اثر افزایشی (a)	۴	۱۳۰/۹ ^{**}	۱۹۴/۷ ^{**}	۲۴۹۰/۳ ^{**}	۱۸/۳ ^{ns}	۲۱۱۶/۴ ^{**}	۳۵/۳ ^{**}	۲۸۷۶/۵ ^{**}	۲۰۶/۲ ^{**}
اثر غالبیت (b)	۱۰	۱۱۳/۵ ^{**}	۱۷/۲ ^{ns}	۵۹۳/۹ ^{**}	۵۴/۷ ^{**}	۴۵۹/۲ ^{**}	۸/۷ ^{ns}	۸۴۶/۱ ^{**}	۷۴/۷ ^{**}
اثر هتروزیس (b ₁)	۱	۱۷/۸*	۳۲/۵ ^{ns}	۱۰۰/۰۳ ^{ns}	۱۳۱/۳ ^{**}	۷۳/۲ ^{ns}	۵/۷ ^{ns}	۶۵۸/۹ ^{ns}	۹۸/۴ ^{**}
ترکیب‌پذیری خصوصی (b ₂)	۴	۱۳۰/۳ ^{**}	۴۰/۱ ^{**}	۱۳۵۱/۱ ^{**}	۳۸/۶ ^{**}	۹۸۳/۲ ^{**}	۲۴/۴*	۱۳۶۵ ^{**}	۶۸/۳*
باقیمانده غالبیت (b ₃)	۵	۱۱۹/۲ ^{**}	-۴/۱ ^{**}	۸۶/۹ ^{ns}	۵۲/۲ ^{**}	۱۱۷/۱ ^{ns}	-۳/۳ ^{**}	۴۶۸/۴ ^{ns}	۷۵ ^{**}
خطای آزمایشی	۲۴	۳/۱	۸/۲	۱۶۸/۵	۷/۸	۱۲۵/۲	۶	۱۸۸/۹	۱۵

(** و *) به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ (ns): غیر معنی‌دار

(۴) گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه اثر فوق غالبیت مثبت را بروز داده‌اند اما وزن صد دانه فاقد غالبیت بوده است. بیشتر و ساکار (۳) برای بیشتر صفات مورفولوژیک در نخود اثر غالبیت نسبی را گزارش نموده‌اند.

نسبت ژن‌های دارای اثرات مثبت و منفی در والدین ($H^2/4H1$) در تمام صفات با عدد ۰/۲۵ اختلاف دارد بنابراین فراوانی ژن‌های مثبت و منفی در والدین به یک اندازه نیست. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب (K^{KD}/KR) در مورد تمام صفات بجز تعداد غلاف دوقلو در بوته بیشتر از عدد (۱) است لذا فراوانی ژن‌های غالب در کنترل این صفات بیش از ژن‌های مغلوب است (جدول ۳).

برآورد تعداد گروه‌های ژنی (K) برای صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد که در توارث صفات مورد بررسی حداقل یک گروه ژنی نقش دارند ($K < 1$) (جدول ۳). مقدار توارث‌پذیری خصوصی برای تمام صفات بجز صفت ارتفاع پائین‌ترین غلاف (۰/۴۷) پائین بود. که نشان‌دهنده توارث کمی و پیچیده‌ی این صفات است. لذا نمی‌توان به موفقیت انتخاب در نسل‌های اولیه برای این صفات امیدوار بود (جدول ۳).

ضریب همبستگی (r) بین ردیف والدینی غالبیت ($WT+VT$) و مقدار والدینی (YT) در صفات روز تا غلاف دهی، تعداد غلاف دوقلو، تعداد دانه و عملکرد دانه در بوته منفی است. لذا ژن‌های غالب افزایش‌دهنده‌ی این صفات هستند. ولی علامت مثبت ضریب همبستگی (r) برای صفات ارتفاع پائین‌ترین غلاف، تعداد غلاف، تعداد غلاف تک قلو و تعداد غلاف پوک در بوته نشان می‌دهد که ژن‌های کاهش‌دهنده‌ی این صفات غالب هستند. بیشتر و ساکار (۳) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

برای صفات ارتفاع پائین‌ترین غلاف و تعداد غلاف پوک در بوته فقط اثر افزایشی ژن‌ها معنی‌دار شده است. علاوه بر اثرات افزایشی ژن‌ها اثرات غالبیت نیز در مورد صفات تعداد روز تا غلاف دهی، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف تک قلو در بوته، تعداد دانه و عملکرد دانه در بوته معنی‌دار است اما برای صفت تعداد غلاف دوقلو در بوته فقط اثرات ژنتیکی غیر افزایشی معنی‌دار بود. ارزش مقداری اثر افزایشی ژن‌ها به مراتب بیشتر از اثر غالبیت ژن‌ها است. لذا می‌توان به پیشرفت ژنتیکی برای این صفات امیدوار بود. معنی‌دار شدن پارامتر b_1 در جدول ۲ برای صفات تعداد روز تا غلاف دهی، تعداد غلاف دوقلو و عملکرد دانه در بوته نشان‌دهنده وجود هتروزیس مثبت در مورد این صفات است. نتایج مشابهی توسط مالهورا و سینگ (۱۶)، سینگ و همکاران (۲۳ و ۲۴)، ساکار و بیشتر (۲۰) نیز گزارش شده است.

جدول ۳ پارامترهای ژنتیکی برآورد شده به روش همین را نشان می‌دهد. معنی‌دار شدن انحراف شیب خط رگرسیون ($\beta-1$) از یک، برای صفات تعداد روز تا غلاف دهی، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف دوقلو و عملکرد دانه در بوته نشان می‌دهد که مدل ساده افزایشی - غالبیت برای توجیه توارث این صفات کفایت نمی‌کند یعنی علاوه بر اثرات ساده افزایشی و غالبیت، اثرات اپی‌ستازی ژن‌ها نیز در توارث این صفات نقش دارند.

میانگین درجه غالبیت $(H^1/D)^{1/2}$ برای ارتفاع پائین‌ترین غلاف (۰/۸۴) کمتر از یک بدست آمده است که نشان‌دهنده غالبیت نسبی و سهم بیشتر اثرات ژنتیکی افزایشی در مقایسه با اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در کنترل این صفت است. ولی میانگین درجه غالبیت بالاتر از یک در مورد دیگر صفات مورد مطالعه نشان‌دهنده اثر فوق غالبیت ژن‌ها و سهم بیشتر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در مورد این صفات است. مالهورا و سینگ (۱۵) اثر فوق غالبیت را برای تعداد شاخه‌ها، تعداد غلاف و دانه در بوته گزارش کرده‌اند. ده‌ایول و گیل

در جدول ۴ مقادیر و درصد واریانس‌های افزایشی و غالبیت به روش گریفینگ و قابلیت توارث‌پذیری خصوصی به روش هیمن آمده است. نتایج حاصل از این دو روش یکدیگر را تأیید کرده و نشان می‌دهند که در تمام صفات مورد مطالعه بجز ارتفاع پائین‌ترین غلاف، درصد واریانس غالبیت به مراتب بالاتر از واریانس افزایشی است، در نتیجه آن قابلیت توارث‌پذیری عمومی این صفات بالا و خصوصی پائین است. بدین لحاظ گزینش برای این صفات بجز صفت ارتفاع پائین‌ترین غلاف در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی به منظور نیل به اهداف اصلاحی موفقیت آمیز نخواهد بود.

بطور کلی واریانس ژنتیکی (افزایشی و غالبیت) در اکثر صفات کاهش یافته و تغییرات ناشی از اثرات محیطی افزایش یافته است. همچنین سهم بیشتر واریانس غالبیت در مقایسه با واریانس افزایشی و توارث‌پذیری خصوصی پائین در این صفات امید به موفقیت انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی را منتفی می‌سازد (جدول ۳ و ۴). سینگ و همکاران (۲۳)، هواو و همکاران (۱۰)، ساکار و بیش (۲۰)، انسا و همکاران (۲)، بیش و ساکار (۳) نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند.

وجود ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ برای تمام صفات مورد مطالعه بیانگر حضور اثرات افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفات است. ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) که نشان‌دهنده اثرات غیر افزایشی ژن‌هاست برای صفت تعداد غلاف پوک در بوته غیر معنی‌دار، برای صفت ارتفاع پائین‌ترین غلاف در سطح ۵٪ و برای دیگر صفات مورد مطالعه در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید. البته محاسبه نسبت بیکر ۱ تصویر روشن‌تری از سهم اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی در کنترل صفات مربوطه را نشان می‌دهد، نزدیک شدن نسبت بیکر به ۱ نشان از سهم بیشتر اثرات ژنتیکی افزایشی در کنترل صفت مربوطه می‌باشد (جدول ۵).

قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) هر یک از والدین و ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدها (SCA) به روش گریفینگ برای هر یک از صفات در جدول ۶ نشان داده شده است.

تعداد روز تا غلاف‌دهی

مقادیر GCA و SCA برای صفت روز تا غلاف‌دهی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است (جدول ۵). این نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی والدین برای قدرت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی است. همچنین نشان از اهمیت واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفت است اما پائین بودن نسبت بیکر (۰/۶۷) برای این صفت حاکی از نقش پررنگ فاکتورهای ژنتیکی غیر افزایشی در مقایسه با فاکتورهای ژنتیکی افزایشی است که بالا بودن واریانس غالبیت در جدول ۴ نیز در تأیید این ادعاست. این نتایج با نتیجه

بدست آمده از تجزیه هیمن و جینکز مطابقت می‌کند در روش قبلی نیز بالا بودن مقدار H1 و H2 در مقایسه با مقدار D این نتیجه را تأیید کرده است.

بیشترین مقدار GCA مثبت و معنی‌دار برای تعداد روز تا غلاف‌دهی متعلق به والدین ILC3279 و آرمان می‌باشد که متوسط روز تا غلاف‌دهی برای آنها به ترتیب ۷۸ و ۷۰ روز بوده است. این نشان می‌دهد که این والدین می‌توانند صفت دیررسی را به نتاج خود منتقل کنند. رقم هاشم با متوسط ۷۴ روز تا غلاف‌دهی نیز GCA مثبت و معنی‌داری داشته است اما با وجود اینکه هاشم دیررس‌تر از آرمان است ولی در انتقال دیررسی به نتاج آرمان موفق‌تر از هاشم عمل کرده است.

بیشترین مقدار GCA منفی و معنی‌دار به ترتیب متعلق به ارقام ICCV2 و ILC588 با متوسط ۶۶ و ۶۱ روز تا غلاف‌دهی بود، که نشان‌دهنده توانایی این والدین در انتقال صفت زودرسی به نتاج خود است.

برای صفت تعداد روز تا غلاف‌دهی بالاترین SCA مثبت و معنی‌دار متعلق به هیبرید حاصل از تلاقی ارقام (آرمان × ILC588) با متوسط ۸۷ روز تا غلاف‌دهی بود که حاکی از توان بالای رقم آرمان در انتقال صفت دیررسی به نتاج خود است. هیبریدهای حاصل از تلاقی (ICCV2 × ILC588) و (آرمان × ICCV2) با متوسط ۶۲ و ۶۶ روز تا غلاف‌دهی بالاترین مقدار SCA منفی و معنی‌دار را به خود اختصاص دادند.

زودرس بودن هیبرید حاصل از تلاقی دو رقم زودرس (ILC588 × ICCV2) قابل پیش‌بینی است اما در مورد زودرس بودن هیبرید حاصل از تلاقی دو رقم آرمان و ICCV2 در حالیکه نتایج نشان می‌دهد رقم آرمان به خوبی می‌تواند دیررسی را به نتاج خود منتقل کند جای بحث و بررسی فراوان است. لذا می‌توان گفت رقم ICCV2 در این رقابت موفق‌تر عمل کرده و به خوبی توانسته است زودرسی را به نتاج خود منتقل کند (جدول ۶).

ارتفاع پائین‌ترین غلاف

این صفت در ارتباط با مکانیزاسیون نخود همانند ارتفاع بوته دارای اهمیت زیادی است، می‌توان گفت که ارتفاع پائین‌ترین غلاف بخش مفید و با ارزش ارتفاع بوته جهت برداشت ماشینی نخود است. مقدار GCA و SCA برای ارتفاع پائین‌ترین غلاف به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار شدند (جدول ۵). که نشان‌دهنده اهمیت هر دو اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفت است اما بالا بودن مقدار نسبت بیکر برای این صفت (۰/۹۵) بیانگر اهمیت بیشتر اثرات ژنتیکی افزایشی در مقایسه با اثرات ژنتیکی غیر افزایشی است. واریانس افزایشی نیز برای این صفت خیلی بیشتر از واریانس غالبیت برآورد شده است (جدول ۴).

$$1- \text{Bakar Ratio} = \frac{2MS(GCA)}{2MS(GCA)+2MS(SCA)}$$

جدول ۴- مقدار و درصد واریانس افزایشی و غالبیت و همچنین قابلیت توارث خصوصی در والدین و هیبریدهای نخود

صفات	واریانس افزایشی		واریانس غالبیت		وراثت پذیری خصوصی به روش هیمن و جینگز
	مقدار	درصد	مقدار	درصد	
روز تا غلاف دهی	۰/۳	۰/۸	۳۸/۲	۹۶	۴۷
ارتفاع پائین ترین غلاف	۱۵/۴۷	۶۸	۴/۴۶	۲۰	۴۷
تعداد غلاف در بوته	۷۶/۹	۲۰/۳	۲۴۵/۵	۶۴/۸	۱۸
تعداد غلاف دو قلو در بوته	۳/۳	۲۲/۳	۸/۹	۶۰/۱	۳۳
تعداد غلاف تک قلو در بوته	۱۰۲/۵	۳۴	۱۶۶/۵	۵۵/۳	۲۶
تعداد غلاف پوک در بوته	۱/۵	۲۸	۱/۹۴	۳۵/۷	۱۶
تعداد دانه در بوته	۱۵۰/۷	۳۱/۷	۲۶۱/۷	۵۵	۲۷
عملکرد دانه در بوته (gr)	۱۷/۰۳	۴۵/۲	۱۵/۵	۴۱/۲	۳۷

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس ترکیب پذیری عمومی، ترکیب پذیری خصوصی و نسبت بیکر برای صفات مختلف به روش گریفینگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	روز تا غلاف دهی	ارتفاع پائین ترین غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعداد غلاف دو قلو در بوته	تعداد غلاف تک قلو در بوته	تعداد غلاف پوک در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه در بوته
بلوک	۲	۱/۱ ^{ns}	۶/۷ ^{ns}	۸۱۲/۵*	۲۲/۲ ^{ns}	۵۱۹/۱**	۱۱/۴ ^{ns}	۹۸۱*	۹۴/۳**
نسل‌ها	۱۴	۱۱۸/۵**	۶۷/۹**	۱۱۳۵/۸**	۴۴/۲**	۹۰۳/۴**	۱۶/۳*	۱۴۲۶/۳**	۱۱۲/۲**
GCA	۴	۴۰/۳**	۶۱/۴**	۵۷۱/۰۳**	۲۲/۹**	۵۵۷/۳**	۹/۲*	۸۵۲/۲**	۷۹/۹**
SCA	۱۰	۳۹/۲**	۷/۲*	۳۰۱/۶**	۱۱/۵**	۱۹۸/۷**	۳/۹ ^{ns}	۳۲۴/۷**	۲۰/۴**
خطا	۲۸	۱/۰۲	۲/۷	۵۶/۲	۲/۶	۳۲/۲۳	۱/۹۹	۶۲/۹	۴/۹
نسبت بیکر	-	۰/۶۷	۰/۹۵	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۸	۰/۸۹

(** و *) به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ (ns): غیر معنی‌دار

برای این صفت (۰/۷۹) نیز بر این موضوع دلالت دارد. معنی‌دار شدن اثرات افزایشی (a) و غالبیت (b) در جدول تجزیه واریانس والتز و مورتون (۲۸) (جدول ۲) و اجزاء D، H1، H2 (جدول ۳) نیز چنین حالتی را تأیید می‌کنند. لذا انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای این صفت فاقد کارایی لازم است. مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای والدین و نتاج در جدول (۶) نشان داده شده است.

والدین زودرس ILC588 و ICCV2 بیشترین مقدار GCA مثبت و معنی‌دار را داشتند که متوسط تعداد غلاف در آنها به ترتیب ۶۹ و ۹۶ عدد بوده است به نظر می‌رسد این والدین برای انتقال تعداد غلاف بیشتر به نتاج مناسب می‌باشند.

والدین دیررس هاشم و ILC3279 بالاترین مقدار GCA منفی و معنی‌دار را داشته‌اند. این می‌تواند به دلیل دیررس بودن این ارقام و برخورد حساس‌ترین دوره رشدی گیاه (گلدهی) با خشکی باشد. در بین نتاج بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار به ترتیب مربوط به تلاقی‌های (هاشم × ILC588)، (آرمان × ILC3279) و (آرمان × ILC588) با متوسط تعداد ۷۹، ۶۱ و ۷۶ غلاف در بوته می‌باشد.

بیشترین SCA منفی و معنی‌دار مربوط به تلاقی × ICCV2 (ILC588) با متوسط تعداد ۴۲ غلاف در بوته می‌باشد. این در حالی است که والدین این تلاقی یعنی ICCV2 و ILC588 بالاترین

بالاترین مقدار GCA مثبت و معنی‌دار متعلق به ارقام پابلند هاشم و ILC3279 با داشتن متوسط ارتفاع پائین‌ترین غلاف ۳۴cm می‌باشد. به نظر می‌رسد این ارقام می‌توانند این صفت را به نتاج خود منتقل نمایند. مقدار GCA برای رقم آرمان نیز مثبت بود ولی معنی‌دار نشد. ارقام پاکوتاه ILC588 و ICCV2 بیشترین مقدار GCA منفی و معنی‌دار را داشتند. قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) فقط در مورد هیبرید حاصل از تلاقی × ILC588 (ICCV2) مثبت و معنی‌دار شد این در حالی است که ارقام ILC588 و ICCV2 هر دو پاکوتاه هستند و به ترتیب با ۱۷ و ۱۹ سانتی‌متر کمترین ارتفاع غلاف از سطح زمین را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۶). این نتیجه می‌تواند ناشی از تفکیک متجاوز و یا هتروزیس مثبت برای صفت ارتفاع پائین‌ترین غلاف از سطح زمین باشد.

تعداد غلاف در بوته

مقدار قدرت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است (جدول ۵). این نشان‌دهنده اهمیت هر دوی واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و گیرافزایشی در کنترل این صفت است. میزان متوسط نسبت بیکر

به نتاج بسیار موفق عمل می‌کند. قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) نتاج حاصل از تلاقی ($ILC588 \times ICCV2$) با وجود قدرت ترکیب‌پذیری عمومی مثبت والدین منفی است. علت چنین امری پائین بودن اثرات افزایشی و قابلیت توارث پذیری خصوصی ناچیز این صفت (۰/۳۳)، بالا بودن اثر غالبیت ژن‌ها و اثرات متقابل غیر الی است. نکته قابل توجه دیگر در مورد این صفت مشاهده میزان بالایی از هتروزیس نسبت به والد برتر در بین نتاج حاصل از تلاقی‌هاست.

معنی‌دار شدن اثر b_1 (متوسط هتروزیس) برای این صفت در جدول تجزیه واریانس دی‌الل نیز چنین حالتی را تأیید می‌کند. ترکیب (آرمان $\times ILC588$) بالاترین میزان هتروزیس نسبت به والد برتر را داشته است هر چند که در مورد دیگر ترکیبات (آرمان $\times ILC3279$)، (آرمان \times هاشم)، (آرمان $\times ICCV2$)، (هاشم $\times ILC588$) و ($ILC588 \times ILC3279$) نیز هتروزیس بالایی را نسبت به والد برتر شاهد هستیم.

تعداد غلاف‌های تک قلو در بوته

معنی‌دار بودن GCA و SCA در سطح احتمال ۱٪ برای این صفت نشان‌دهنده اهمیت هر دوی واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفت است. متوسط بودن میزان نسبت بیکر برای این صفت نیز بر این موضوع دلالت دارد (جدول ۵). معنی‌دار شدن اثرات افزایشی (a) و غالبیت (b) در تجزیه واریانس والتز و مورتون (۲۸) (جدول ۲) و همچنین مقادیر D، H1 و H2 معنی‌دار برای این صفت در تجزیه هیمن و جینکز (جدول ۳) نیز چنین حالتی را تأیید می‌کنند. بدین لحاظ انتخاب برای این صفت در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی نمی‌تواند کارآمد باشد. بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار به ترتیب متعلق به ارقام $ILC588$ و $ICCV2$ با متوسط تعداد ۷۹ و ۵۸ غلاف تک قلو در بوته می‌باشد (جدول ۶).

به نظر می‌رسد که این والدین می‌توانند صفت تعداد بیشتر غلاف‌های تک قلو در بوته را به نتاج خود منتقل کنند. ارقام هاشم، $ILC3279$ و آرمان قدرت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) منفی و معنی‌دار داشتند. چنین نتیجه‌ای نمی‌تواند به دلیل ضعف بنیه ژنتیکی این ارقام باشد بلکه به علت دیررسی و برخورد دوره گلدهی این ارقام با گرمای اواخر خرداد و اوایل تابستان بوده است (۳۳).

بیشترین مقدار قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) مثبت و معنی‌دار در مورد این صفت به ترتیب مربوط به نتاج حاصل از تلاقی‌های (هاشم $\times ILC588$) و (آرمان $\times ILC588$) با متوسط تعداد ۶۰ و ۵۵ غلاف تک قلو در بوته است (جدول ۶).

قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) در مورد تلاقی‌های (آرمان $\times ILC3279$)، (آرمان $\times ICCV2$)، (هاشم $\times ILC3279$) و ($ILC588 \times ILC3279$) مثبت و بالا اما غیرمعنی‌دار بود. قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) نتاج حاصل از تلاقی‌های (هاشم \times

GCA مثبت و معنی‌دار را بودند. علت چنین امری پائین بودن اثرات افزایشی و قابلیت توارث‌پذیری خصوصی ناچیز، بالا بودن اثر غالبیت ژن‌ها و وجود اثرات متقابل غیر الی برای صفت تعداد غلاف در بوته می‌باشد.

تعداد غلاف دوقلو در بوته

تعداد غلاف دوقلو در بوته از جمله صفات مهم مرتبط با عملکرد دانه در نخود محسوب می‌گردد، زیرا افزایش این صفت منجر به افزایش تعداد دانه در بوته و به تناسب آن عملکرد دانه در بوته می‌گردد. همچنین گیاه با داشتن تعداد غلاف دو قلو بیشتر در بوته می‌تواند تعداد کل غلاف در بوته را کاهش داده بدون اینکه تعداد بذر در بوته کاهش پیدا کند. لذا این صفت می‌تواند بعنوان یکی از صفات مهم در ایجاد تحمل به خشکی و مدیریت صحیح آب در گیاه در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار گیرد. معنی‌دار شدن قدرت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) در سطح احتمال ۱٪ برای این صفت بیانگر اهمیت هر دوی واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفت است (جدول ۵).

متوسط بودن میزان نسبت بیکر در مورد این صفت (۰/۸۰) نیز چنین حالتی را تأیید می‌کند. غیر معنی‌دار بودن مؤلفه افزایشی (a) و معنی‌دار شدن مؤلفه غالبیت (b) در سطح احتمال ۱٪ برای این صفت در جدول تجزیه واریانس والتز و مورتون (۲۸) (جدول ۲)، واریانس افزایشی (D) غیر معنی‌دار در مقابل واریانس غالبیت (H1) و (H2) معنی‌دار در تجزیه هیمن و جینکز (جدول ۳) نشان‌دهنده نقش مهمتر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی نسبت به اثرات افزایشی در کنترل این صفت است. لذا چنین به نظر می‌رسد که انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای این صفت ناکارآمد می‌باشد. مقادیر GCA و SCA برای تعداد غلاف‌های دو قلو در بوته در جدول ۶ نشان داده شده است.

بیشترین مقدار GCA مثبت و معنی‌دار به ترتیب مربوط به ارقام آرمان و $ILC588$ می‌باشد که متوسط تعداد غلاف‌های دوقلو در آنها به ترتیب ۷ و ۷/۵ عدد است. به نظر می‌رسد که این والدین می‌توانند تعداد بیشتر غلاف‌های دوقلو را به نتاج منتقل کنند. قدرت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) مربوط به ارقام هاشم و $ILC3279$ منفی و معنی‌دار است.

در بین نتاج هیبرید حاصل از تلاقی‌های (آرمان $\times ILC588$)، (آرمان $\times ILC3279$)، (هاشم $\times ILC588$) و (آرمان \times هاشم) به ترتیب با متوسط تعداد، ۱۶، ۱۴، ۱۱ و ۱۱ غلاف دوقلو در بوته بالاترین SCA مثبت و معنی‌دار را داشتند. انتخاب برای این صفت در بین نتاج این تلاقی‌ها می‌تواند مثمر ثمر باشد. با این نتیجه اثبات می‌شود که رقم آرمان در انتقال صفت تعداد بیشتر غلاف‌های دوقلو

بیشترین مقدار SCA مثبت و معنی‌دار مربوط به تلاقی (هاشم × ILC588) با متوسط تعداد ۸ غلاف پوک در بوته می‌باشد که با توجه به دیررس بودن رقم هاشم قابل پیش‌بینی است. از نظر اصلاح‌گران نبات، برای این صفت هتروزیس منفی حائز اهمیت است که در این تحقیق مقدار آن ناچیز و قابل چشم‌پوشی است. اثر ژنتیکی افزایشی بالا و معنی‌دار و معنی‌دار نشدن اثر متوسط هتروزیس (b_1) در ارتباط با توارث این صفت گواهی بر این ادعاست (جدول ۲ و ۵).

تعداد دانه در بوته

قدرت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است (جدول ۵). این نشان می‌دهد که در کنترل این صفت هر دوی واریانس‌های ژنتیکی افزایشی و غالبیت دخیل‌اند. میزان متوسط نسبت بیکر برای این صفت ($0/84$) نیز بر این موضوع دلالت دارد. معنی‌دار شدن مؤلفه‌های افزایشی و غالبیت (a) و (b) (جدول ۱)، مقادیر $H1$ ، D در تجزیه هیمن و جینکز (جدول ۳) نیز چنین حالتی را تأیید می‌کنند. با این وجود انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای این صفت نمی‌تواند مفید باشد. نتایج سایر محققین نیز این مطالب را تأیید می‌کند (۲۳ و ۲۵).

بیشترین مقدار GCA مثبت و معنی‌دار به ترتیب مربوط به والدین ILC588 و ICCV2 با متوسط ۷۲ و ۹۷ عدد دانه در بوته است. انتظار می‌رود که این والدین بتوانند تعداد بیشتر دانه در بوته را به نتاج خود منتقل کنند. مقدار GCA در ارتباط با ارقام ILC3279 و هاشم، منفی و معنی‌دار است اما برای رقم آرمان منفی و غیرمعنی‌دار می‌باشد. بدون شک GCA منفی و معنی‌دار نمی‌تواند صرفاً به خاطر ریخته‌ارشی ضعیف این ارقام باشد بلکه این صفت دیررسی است که باعث شده دوره‌زایشی در ارقام دیررس مثل ILC3279 و هاشم با خشکی برخورد نموده و کاهش شدید دانه در بوته را در این ارقام سبب می‌شود.

نتایج حاصل از تلاقی‌های (هاشم × ILC588)، (آرمان × ILC3279) و (آرمان × ILC588) به ترتیب با متوسط ۸۱، ۶۷ و ۸۶ عدد دانه در بوته بالاترین مقدار SCA مثبت و معنی‌دار را داشتند.

بیشترین SCA منفی و معنی‌دار مربوط به تلاقی ارقام زودرس × (ICCV2 ILC588) با متوسط ۵۰ عدد دانه در بوته است. این در حالی است که ارقام ILC588 و ICCV2 با متوسط تعداد ۷۱ و ۹۷ دانه در بوته بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار را دارا بودند. این می‌تواند به دلیل پائین بودن اثرات افزایشی، قابلیت توارث‌پذیری خصوصی ناچیز این صفت ($0/27$) و بالا بودن اثر غالبیت ژن‌ها باشد.

(ILC3279) و (آرمان × ILC3279) علیرغم منفی بودن GCA والدین مثبت و بالا و در نتاج حاصل از تلاقی (ICCV2 × ILC588) با وجود GCA مثبت و معنی‌دار والدین منفی و معنی‌دار بود.

علت چنین امری پائین بودن اثرات افزایشی و قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی ناچیز این صفت ($0/26$)، بالا بودن اثر غالبیت ژن‌ها و حضور اثرات متقابل غیراللی در کنترل این صفت است. با توجه به این نتایج می‌توان دریافت از بین دو رقم ICCV2 و ILC588، رقم ILC588 در انتقال این صفت به نتاج خود بهتر عمل کرده است و رقم ICCV2 در این زمینه ناموفق می‌باشد چونکه بالاترین میزان SCA منفی و معنی‌دار مربوط به تلاقی‌هایی است که رقم ICCV2 در آنها شرکت داشته است. غیر معنی‌دار شدن جزء b_1 (متوسط هتروزیس) در ارتباط با این صفت در تجزیه واریانس والترز و مورتون (۲۸) (جدول ۲) نشان‌دهنده‌ی عدم وجود هتروزیس در نسل‌های بعد از تلاقی برای این صفت است. عدم مشاهده‌ی میزان بالایی از هتروزیس بر اساس والد برتر در بین نتاج نیز بر این موضوع دلالت دارد. با این وجود بالاترین میزان هتروزیس نسبت به والد برتر را ترکیب (آرمان × ILC3279) داشته است.

تعداد غلاف پوک در بوته

معنی‌دار شدن GCA و غیر معنی‌دار شدن SCA برای این صفت نشان‌دهنده‌ی اهمیت بیشتر اثرات ژنتیکی افزایشی نسبت به اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در کنترل این صفت است (جدول ۵). میزان بالای نسبت بیکر برای این صفت نیز بر این موضوع دلالت دارد. معنی‌دار شدن مؤلفه افزایشی (a) در سطح احتمال ۱٪ و غیر معنی‌دار شدن مؤلفه غالبیت (b) برای این صفت در جدول تجزیه واریانس والترز و مورتون (۲۸) نیز چنین حالتی را تأیید می‌کند (جدول ۲). لذا می‌توان در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی در راستای حذف این صفت نامطلوب اقدام نمود.

بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار متعلق به والد دیررس ILC3279 با متوسط تعداد ۱۳ غلاف پوک در بوته است. به نظر می‌رسد که دیررس بودن این والد سبب شده تا حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه (گلدهی و پر شدن غلاف) با خشکی برخورد نموده و در نتیجه تعداد زیادی از غلاف‌ها پوک گردند. دیگر والدین GCA منفی و غیر معنی‌داری داشتند (جدول ۶).

در بین نتاج بالاترین مقدار SCA منفی و معنی‌دار مربوط به ترکیب (ICCV2 × ILC3279) با متوسط تعداد ۵ غلاف پوک در بوته می‌باشد که به نظر می‌رسد والد ICCV2 می‌تواند به عنوان کاهنده‌ی تعداد غلاف پوک در بوته در تلاقی‌ها مورد استفاده قرار گیرد، چونکه این رقم در ترکیب با تمام ارقام با داشتن SCA منفی، کاهش تعداد غلاف پوک در نتاج را سبب شده است (جدول ۶).

جدول ۶- ترکیب پذیری عمومی (روی قطر) و خصوصی و نتاج (بالای قطر) برای صفات مختلف در تلاقی های پنج رقم نخود

میانگین والدین	Arman	ICCV2	Hashem	ILC3279	ILC588	روز تا غلاف دهی
۶۱	۱۶/۳۵**	-۳/۵۶**	۰/۸۲۵	-۱/۲۷	-۱/۷۳**	ILC588
۷۸	-۱/۷۵*	-۰/۶۵۱	-۲/۹۴**	۲/۰۴**		ILC3279
۷۴	-۱/۹۸*	۲/۴۴**	۱/۲۸**			Hashem
۶۶/۴	-۳/۰۳۳**	-۳/۳۴**		SE(gca)=۰/۳۴۲		ICCV2
۶۹/۴	۱/۷۵**			SE(sca)=۰/۷		Arman
میانگین والدین	Arman	ICCV2	Hashem	ILC3279	ILC588	ارتفاع پائین ترین غلاف
۱۷/۲	۱/۷۱	۳/۳**	-۲/۸*	-۰/۹۸	-۳/۵۴**	ILC588
۳۴	-۱/۷۴	-۱/۲۰	-۲/۵۲*	۲/۹۶**		ILC3279
۳۴/۱۲	-۱/۱۱	-۲/۲۳*	۲/۴۷**			Hashem
۱۸/۸	۱/۶	-۲/۶۶**		SE(gca)=۰/۵۶		ICCV2
۲۶/۱۲	۰/۷۷			SE(sca)=۱/۱۴		Arman
میانگین والدین	Arman	ICCV2	Hashem	ILC3279	ILC588	تعداد غلاف در بوته
۶۹	۱۳/۲۰**	-۳۱/۵۳**	۲۵/۱۸**	۲/۵۵	۹/۶۶**	ILC588
۳۷/۵	۱۴/۰۷**	-۸/۶۷	۴/۰۴	-۵/۶۴*		ILC3279
۲۵/۸	-۵/۰۲	-۸/۰۳	-۱۰/۴۵**			Hashem
۹۵/۳	۴/۱۶	۹/۲۳**		SE(gca)=۲/۵		ICCV2
۳۵/۸	-۲/۸۰			SE(sca)=۵/۲		Arman
میانگین والدین	Arman	ICCV2	Hashem	ILC3279	ILC588	تعداد غلاف دو قلودر بوته
۷/۴	۳/۶۳**	-۰/۸۸	۲/۸۳*	۱/۴۶*	۱/۲۱*	ILC588
۳/۴	۴/۶۳**	-۰/۱۶۲	-۳/۲۳**	-۱/۸۷**		ILC3279
۳/۸	۲/۲۶*	-۰/۰۸	-۱/۸۸**			Hashem
۹/۲	۱/۴۲	۰/۴۴۸		SE(gca)=۰/۵۵		ICCV2
۶/۷	۲/۰۹۸**			SE(sca)=۱/۱۱		Arman
میانگین والدین	Arman	ICCV2	Hashem	ILC3279	ILC588	تعداد غلاف تک قلو در بوته
۵۶/۶	۹/۵۷**	-۲۸/۵۳**	۱۸/۷۹**	۲/۸۷	۸/۸۳**	ILC588
۲۱/۵	۷/۶۹	-۵/۱۷	۶/۱۲	-۶/۵۰**		ILC3279
۱۸/۷	-۷/۵۸	-۷/۸۸	-۸/۴۵**			Hashem
۷۸/۴	۷/۱۷	۱۰/۴۲**		SE(gca)=۱/۹۲		ICCV2
۲۳/۴	-۴/۲۸*			SE(sca)=۳/۹۲		Arman
میانگین والدین	Arman	ICCV2	Hashem	ILC3279	ILC588	تعداد غلاف پوک در بوته
۴/۹	۰/۹۹۴	-۰/۴۳۳	۲/۱۲*	-۲/۰۶*	-۰/۵۷۵	ILC588
۱۲/۶	-۰/۸۱۶	-۲/۸۹*	۱/۵۳	۲/۰۲۵**		ILC3279
۳/۹	۰/۸۲۳	-۰/۶۱۱	-۰/۲۴۸			Hashem
۷/۶	-۱/۲۵	-۰/۷۱۴		SE(gca)=۰/۴۸		ICCV2
۵/۶	-۰/۴۸۷			SE(sca)=۰/۹۸		Arman
میانگین والدین	Arman	ICCV2	Hashem	ILC3279	ILC588	تعداد دانه در بوته
۷۱/۲۳	۱۷/۴۵**	-۲۹/۷۶**	۲۴/۴۳**	۵/۲۶	۱۱/۳۳**	ILC588
۲۸/۳	۱۹/۹۴**	-۵/۳۴	-۰/۷۵۸	-۹/۶۹**		ILC3279
۲۵/۸	-۳/۴	-۶/۲۱	-۱۲/۲۰۳**			Hashem
۹۶/۷	۵/۴۴	۱۰/۷۷**		SE(gca)=۲/۷		ICCV2
۳۷/۱۳	-۰/۲۰۶			SE(sca)=۵/۵		Arman
میانگین والدین	Arman	ICCV2	Hashem	ILC3279	ILC588	عملکرد دانه در بوته
۲۰/۳	۴/۹۷**	-۶/۶۴**	۶/۹**	۱/۵	۴/۲**	ILC588
۷/۰۲	۴/۳**	-۰/۱۷	-۰/۰۷۱	-۲/۸**		ILC3279
۵/۷	-۰/۷۹	-۱/۴	-۳/۶۲**			Hashem
۲۳/۹	۱/۹	۲/۷۲**		SE(gca)=۰/۷۵		ICCV2
۹/۰۸	-۰/۵۱			SE(sca)=۱/۵۳		Arman

با بررسی SCA هیبریدها در می‌یابیم که از بین والدین تنها رقم ILC588 در انتقال مقدار بیشتر این صفت به نتاج خود موفق عمل نموده است. معنی‌دار نشدن اثر متوسط هتروزیس (b_1) در جدول تجزیه واریانس نشان‌دهنده‌ی عدم وجود هتروزیس در ارتباط با این صفت است (جدول ۲). با این وجود ترکیبات (آرمان \times ILC3279)، (آرمان \times ILC588) و (هاشم \times ILC588) به ترتیب با متوسط تعداد ۶۷، ۸۶ و ۸۱ دانه در بوته بالاترین میزان هتروزیس نسبت به والد برتر را نشان دادند.

عملکرد دانه در بوته

عملکرد دانه هدف نهایی از کشت و کار محصولات دانه‌ای است. محققین می‌کوشند تا با بهبود دیگر صفات زمینه افزایش عملکرد دانه را فراهم سازند زیرا عملکرد دانه با عوامل مختلفی مرتبط است و افزایش یا کاهش هر کدام از این عوامل می‌تواند تأثیر بسزایی بر روی کمیت و کیفیت عملکرد دانه داشته باشد. بر این اساس اصلاح گران معتقدند صرف انتخاب بر اساس این صفت ممکن است منجر به انتخاب ارقام پرعملکرد نشود. معنی‌دار شدن قدرت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) در سطح احتمال آماری ۱٪ برای این صفت نشان‌دهنده‌ی اهمیت هر دو مؤلفه ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفت است (جدول ۵)، میزان متوسط نسبت بیکر برای این صفت (۰/۸۸) نیز این موضوع را تأیید می‌نماید. لذا نمی‌توان به کارآمدی انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای این صفت امیدوار بود.

یافته‌های برخی محققین (۱۲، ۱۴، ۲۳، ۲۴) تأییدی بر این امر است. ارقام ILC588 و ICCV2 به ترتیب با متوسط وزن ۲۰/۵ و ۲۴ گرم دانه در بوته بیشترین مقدار GCA مثبت و معنی‌دار را داشتند

منابع

- ۱- صباغ پور، س. ح. ۱۳۸۲. توارث پذیری و پیشرفت ژنتیکی وزن دانه در گیاه نخود، هشتمین کنگره ژنتیک ایران، ۳۰ اردیبهشت لغایت ۱ خرداد ۱۳۸۲، تهران. صفحه ۹۸.
- 2- Anbessa, Y., T., A., Warkentin, Vandenberg and R. Ball. 2006. Inheritance of time to flowering in chickpea in short – season temperate environment. J. Hered; 97: 55 – 61.
- 3- Biçer, B.T., and D. Şakar. 2008. Heritability and gene effects for yield and yield components in chickpea. Hereditas; 145: 220-224.
- 4- Dhaiwal, H.S., and A. S. Gill. 1973. Studies of heterosis, combining ability and- inheritance of yield and yield components in a diallel cross of Bengal gram (*Cicer arietinum* L.). Theor. Appl. Genet; 43: 381 – 386.
- 5- Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2007. FAO Statistical Databases, FAO, Rome available at <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>.
- 6- Griffing, B. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity; 10: 31-50PP.
- 7- Griffing, B. 1956b. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust J. Biol. Sci; 9: 463-493PP.
- 8- Hayman, B.I. 1954a. The Analysis of variance of diallel tables. Biometrics; 10: 235-244.

(جدول ۶). به نظر می‌رسد این والدین می‌توانند صفت عملکرد دانه بیشتر را به نتاج خود منتقل کنند. مقدار GCA ارقام هاشم و ILC3279 منفی و معنی‌دار است ولی در مورد رقم آرمان منفی و غیر معنی‌دار می‌باشد. همانطور که قبلاً گفته شد GCA منفی و معنی‌دار این ارقام نمی‌تواند صرفاً به خاطر ضعف ریخته ارثی‌شان باشد بلکه با دیررسی و برخورد فاز زایشی این ارقام با خشکی ارتباط تنگاتنگی دارد.

بالاترین مقدار SCA مثبت و معنی‌دار به ترتیب متعلق به نتاج تلاقی‌های (هاشم \times ILC588)، (آرمان \times ILC588) و (آرمان \times ILC3279) با متوسط وزن ۲۳، ۲۴ و ۱۶/۵ گرم دانه در بوته بود (جدول ۶).

بیشترین مقدار قدرت ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) منفی و معنی‌دار متعلق به ترکیب (ICCV2 \times ILC588) با متوسط وزن ۱۵/۵ گرم دانه در بوته بود. با وجود GCA مثبت و معنی‌دار والدین این تلاقی چنین نتیجه‌ای می‌تواند بدلیل پائین بودن اثرات افزایشی، توارث‌پذیری خصوصی پائین برای این صفت (۰/۳۷) و اثر غالبیت بالای ژن‌ها باشد. همانند صفات تعداد دانه در بوته رقم ICCV2 علیرغم داشتن GCA مثبت و معنی‌دار در انتقال مقدار بیشتر عملکرد دانه به نتاج خود ضعیف عمل کرده و در ترکیب با دیگر والدین SCA منفی و عملکرد دانه پائینی را داشته است. معنی‌دار شدن اثر متوسط هتروزیس (b_1) در جدول تجزیه واریانس وجود هتروزیس در مورد این صفت را تأیید می‌کند (جدول ۲). بالا بودن اثر غالبیت ژن‌ها نیز مهر تأییدی بر وجود هتروزیس معنی‌دار در توارث این صفت است. بالاترین میزان هتروزیس نسبت به والد برتر را به ترتیب تلاقی‌های (آرمان \times ILC3279) و (آرمان \times ILC588) داشتند.

- 9- Hayman, B.I. 1954b. The Theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*; 39: 789-809.
- 10- Hovav, R., K. C., Upadhyaya, A., Beharav, and S. Abbo. 2003. Major flowering time gene and polygene effects on chickpea seed weight. *Plant. Breed*; 122: 539 – 541.
- 11- Jinks, J. L., and B. I. Hayman. 1953. The Analysis of diallel crosses. *Maize. Genet. Coop. Newl*; 27: 48-54PP
- 12- Kidambi, S.P., T. S., Sandhd, and B.S. Bhullar. 1988. Genetic analysis of developmental traits in chickpea. *Plant. Breed*; 101: 225-235.
- 13- Kumar, J., and H. A. Van Rheenen. 2000. A major gene for time of flowering in chickpea. *J. Hered*; 91: 67 – 68.
- 14- Kumar, S., and O. Singh. 1995. Inheritance of seed size in chickpea. *J. Genet Breed*; 49: 99 – 104.
- 15- Malhotra, R.S., G., Bejiga, and K.B. Singh. 1997. Inheritance of seed size in chickpea. *J. Genet Breed*; 51: 45 - 50.
- 16- Malhotra, R.S., and Singh, K.B. 1989. Detection of epistasis in chickpea. *Euphytica*; 40: 169 – 172.
- 17- Mather, K., and Jinks, J. L. 1985. *Biometrical genetics*. Chapman and Hall. London; P: 125-133.
- 18- Muehlbauer, F. J., and K. B. Singh. 1987. Genetics of chickpea. In: Saxena M.C., and-Singh, K.B. (eds) *The chickpea*. CABI; P: 99 – 125.
- 19- Niknejad, M., M., Khosh - khui, and S.R. Ghorashy. 1971. Inheritance of seed size in chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Crop Sci*; 11: 768 – 769.
- 20- Şakar, D., and B.T. Biçer. 2004. Inheritance of days to blooming and grain weigh in chickpea (*Cicer arietinum L.*) and efficiency of selection from early generation. *J. Genet Breed*; 58: 211 – 217.
- 21- Salimath, P.M., and P. N., Bahl, and K.B. Singh. 1996. Chickpea. In: Bahl, P.N., and Salimath, P. M. (eds) *Genetics, cytogenetics and breeding of crop plants*. Science Publishers, Pulses and Oilseed Inc, Enfield; P: 1 – 47.
- 22- Singh, K.B., Malhotra, R.S., and Respana, B.L. 1982. Inheritance studies for yield and its components in chickpea. *Genet Agaria*; 36: 231 – 245.
- 23- Singh, O., C. L. L., Gowda, S. C., Sethi, T., Dasgupta, and J.B. Smithson, 1992. Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. I. Estimates of genetic variances from diallel mating designs. *Theor. Appl. Genet*; 83: 956 – 962.
- 24- Singh, O., C. L. L., Gowda, S. C., Sethi, T., Dasgupta, and J.B. Smithson. 1993. Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. III. Estimates of genetic variances from line × tester mating designs. *Theor. Appl. Genet*; 85: 1010 – 1016.
- 25- Singh, O., and R. S. Paroda. 1984. A comparison of different diallel analysis. *Theor. Appl. Genet*; 67: 541 – 545.
- 26- Toker, C., C., Liuch, N.A., Tejera, and *et al.* 2007. Abiotic stresses. In: Yadav, S.S., Redden, R., Chen, W., and *et al.* (eds). *Chickpea breeding and management*. CABI; P: 474 - 496.
- 27- UK .Ai, Y. 1989. A microcomputer program DIALL for diallel analysis of quantitative characters. *Jpn J. Breed*; 39: 107 – 109.
- 28- Walters, D.E., and J.R. Morton. 1978. On the analysis of variance of a half diallel table. *Biometrics*; 34: 91-94.