10.22092/sppi.2021.124736.1083

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۷، شماره ۲، سال ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

برآورد وراثت پذیری صفات زراعی کنجد (*Sesamum indicum* L.) در شرایط بدون‌تنش و تنش خشکی با استفاده از تجزیه دی‌آلل

Estimation of Heritability of Agronomic Traits of Sesame (*Sesamum indicum* L.) under Non-Stress and Drought Stress Conditions using Diallel Analysis

محمد ضابط[۱]، فهیمه برازنده[۲] و علیرضا صمدزاده[۳]

۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۳- مربی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۰

چکیده

ضابط، م.، برازنده، ف. و صمدزاده، ع. ر. ۱۴۰۰. برآورد وراثت پذیری صفات زراعی کنجد (*Sesamum indicum* L.) در دو شرایط بدون‌تنش و تنش خشکی با استفاده از تجزیه دی‌آلل. **مجله نهال و بذر۳۷:** ۲۲۴ -۱۹۱.

به منظور برآورد ترکیب‌پذیری عمومی، خصوصی و نوع عمل ژن درکنجد، آزمایشی به صورت دی‌آلل یک طرفه ۷×۷ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط بدون‌تنش و تنش خشکی د سال های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تجزیه واریانس بیانگر تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها بود. تجزیه گریفینگ نشان داد که در شرایط بدون‌تنش و تنش ترکیب‌پذیری عمومی کلیه صفات معنی‌دار شد. ترکیب‌پذیری خصوصی در شرایط بدون‌تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول و تعداد کپسول در گیاه و در شرایط تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی و تعداد کپسول در گیاه معنی‌دار بود. تجزیه واریانس هیمن نشان داد که در شرایط بدون‌تنش و تنش واریانس ژنتیکی افزایشی برای کلیه صفات معنی‌دار بود. در شرایط بدون‌تنش واریانس ژنتیکی غالبیت برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه و ارتفاع تا اولین کپسول، و در شرایط تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه معنی دار بود. وراثت‌پذیری عملکرد و صفات وابسته با آن در هر دو محیط نسبتاً بالا بود. وراثت‌پذیری عمومی بین حداقل ۰/۵۱ (ارتفاع گیاه) تا ۰/۹۹ (چند صفت) و وراثت‌پذیری خصوصی بین ۰/۲۷ (شاخص برداشت) تا ۰/۹۹ (تعداد کپسول درگیاه) در دو شرایط رطوبتی متغیر بود. بیشترین هتروزیس(۲۹/۲ درصد) نسبت به میانگین والدین برای عملکرد دانه در محیط بدون‌تنش و کمترین هتروزیس(۹/۴۷- درصد) برای شاخص برداشت در شرایط تنش مشاهده شد. تنها برای صفت طول کپسول هتروزیس مثبت نسبت به والد برتر در محیط بدون‌تنش(۰/۰۳ درصد) مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: کنجد، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، ترکیب پذیری عمومی، ترکیب پذیری خصوصی، هتروزیس.

نگارنده مسئول: mzabet@birjand.ac.ir تلفن: ۰۵۶۱۳۲۲۵۴۰۴۲

مقدمه

کنجد یکی از دانه‌های روغنی مهم در بیشتر مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر جهان است و احتمالا قدیمی‌ترین دانه روغنی است که بشر آن را شناخته و مصرف نموده است (Rastegar, 2005). کنجد دانه روغنی با ارزشی است که بسته به شرایط و نوع رقم دارای ۴۵ تا ۶۲ درصد روغن بوده و روغن آن از دوام خوبی برخوردار است (Roebbelen *et al.*, 1987). روغن کنجد در قنادی و در صنعت به‌کار می‌رود و از نظر دارویی اهمیت دارد (Mozaffarian, 2012). میانگین عملکرد کنجد در ایران ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد جهانی آن حدود ۵۰۶ کیلوگرم در هکتار است (Mansouri *et al.*, 2016).

تنش‌های محیطی از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد گیاهان زراعی در سطح جهان هستند. طیف وسیعی از تنش‌های محیطی برای گیاهان مضر هستند (Van Breusegem and Vranova, 2001). خشکی به عنوان شایع‌ترین تنش غیر زنده شناخته می‌شود (Richards, 1996; Quarrie *et al.*, 1999). تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، تعداد کپسول، تعداد برگ و عملکرد بیولوژیک کنجد می‌شود (Murty and Bhatia, 1990; Mansouri, 2002; Eskandari and Zehtab, 2010). تنش خشکی با تاثیر بر سرعت رشد، توسعه سیستم ریشه‌ای، تعداد و اندازه برگ‌ها، ارتفاع گیاه و زیست توده سبب کاهش رشد کنجد شده و تاثیر تنش در مرحله گلدهی بیش از مرحله دانه بندی می‌باشد (Jain *et al.*, 2010).

یافتن روش‌های مناسب کشت و زرع کنجد و پرورش این گیاه در نواحی مختلف و تهیه ارقام اصلاح شده مناسب و سازگار با هر اقلیم می‌تواند وابستگی شدید کشور به واردات بیش از ۸۰ درصد روغن خوراکی از خارج را کاهش دهد (Ghobadi, 2006). تلاقی ارقام جدید و گزینش ژنوتیپ‌های برتر واجد صفات مطلوب در نتاج آن‌ها از روش‌هایی است که همواره مورد استفاده به‌نژادگران قرار گرفته است.

به منظور برآورد ترکیب‌پذیری عمومی (General Combining Ability = GCA) و خصوصی (Specific Combining Ability = SCA) روش‌های مختلفی از جمله تجزیه تلاقی‌های دی‌آلل توسط تعداد زیادی از محققان ارائه شده است (Hayman, 1954; Griffing, 1956; Hallauer and Miranda, 1982). دوازده ژنوتیپ متنوع از کنجد در یک تجزیه دی‌آلل برای مطالعه عمل ژن و انتخاب والد/دورگ مناسب با استفاده از تجزیه ترکیب‌پذیری مورد بررسی قرار گرفت. اثر ترکیب‌پذیری‌عمومی به طور قابل توجهی بالاتر از اثر ترکیب پذیری خصوصی برای صفات مختلف از جمله عملکرد دانه و روغن بود که حاکی از غالبیت عمل افزایشی ژن برای توارث این صفات بود. هر یک از تلاقی‌هایی که اثر ترکیب‌پذیری‌خصوصی

بالایی را برای عملکرد دانه نشان دادند، حداقل یک والد با ترکیب‌پذیری‌عمومی بالا داشتند. در مقابل ترکیباتی که اثر ترکیب‌پذیری‌خصوصی بالایی برای محتوای روغن داشتند، هیچکدام از والدین دارای ترکیب‌پذیری‌عمومی بالا برای محتوای روغن نبودند و این نشان دهنده نقش غالبیت و اپیستازی برای محتوای روغن در این تلاقی‌ها بود (Tripathy *et al.*, 2016).

بررسی ترکیب‌پذیری صفات فیزیولوژیکی کنجد در یک طرح دی‌آلل یک طرفه با استفاده از هفت والد نشان داد که برای درصد روغن اثر افزایشی و برای عملکرد روغن اثر غیرافزایشی ژن‌ها دارای نقش عمده‌ای بود (Banerjee and Kole, 2009). بررسی ده والد موتانت کنجد با استفاده از طرح دی‌آلل یک طرفه روشن نمود که عمل افزایشی ژن‌ها در بروز تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه، تعداد کپسول در بوته، درصد روغن، عملکرد تک بوته و طول کپسول نقش داشتند (Kumar *et al.*, 2012).

شش والد و ۳۰ دورگ آنها در یک طرح تلاقی دی‌آلل برای برآورد پارامترهای مختلف ژنتیکی در کنجد مورد بررسی قرار گرفتند. برای ارتفاع گیاه در زمان رسیدگی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوته عمل افزایشی ژن و برای تعداد شاخه در بوته، تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در بوته فوق غالبیت مشاهده شد. مقدار F منفی برای روزها تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد کپسول در بوته نشان داد که ژن‌های مغلوب در بروز این صفات بیشتر از ژن‌های غالب بودند (Suganthi, 2018).

تجزیه ترکیب‌پذیری برای عملکرد دانه، اجزای عملکرد و سایر صفات مورفولوژیکی در شش لاین والدینی کنجد و پانزده F_1 آنها در یک دی‌آلل یک طرفه نشان داد که هر دو نوع عمل افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها برای صفات مورد بررسی دارای اهمیت بودند. برای عملکرد دانه و صفات مرتبط با عملکرد یعنی وزن هزار دانه و عملکرد در بوته، اثر ترکیب‌پذیری‌خصوصی مثبت معنی‌داری در سه تلاقی مشاهده شد، در حالی که اثر ترکیب‌پذیری‌خصوصی منفی معنی‌دار در یک تلاقی دیده شد. بقیه تلاقی‌ها در فصل های مختلف متفاوت بودند، برخی از آنها در یک فصل اثر مثبت و در فصل دیگر اثر منفی را بروز دادند (Balla *et al.*, 2014).

کنترل صفات روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع اولین کپسول، تعداد کپسول و عملکرد تک بوته با عمل غیرافزایشی (Sakila *et al.*, 2007) و برآوردهای بالا برای وراثت‌پذیری ارتفاع گیاه و تعداد شاخه در گیاه و عمل غیرافزایشی ژن برای تعداد خورجین در شاخه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه نیز گزارش شده است (Mothilal and Manoharan, 2005). مطالعه نوع عمل ژن‌ها برای ارتفاع گیاه، وزن هزاردانه، عملکرد و مقاومت به بیماری‌های عمده کنجد

در یک طرح دی‌آلل یک طرفه با شش والد نشان داد که برای کلیه صفات غیر از تعداد روز تا رسیدگی و مقاومت به آلترناریا واریانس غیرافزایشی نقش بیشتری نسبت به واریانس افزایشی داشت (El-Bramawy and Shaban, 2007) .

تولید ارقام جدید و سازگار به محیط‌های مختلف از اهداف مهم به‌نژادگران به‌شمار می‌رود. آنچه مسلم است این است که تا کنون بر روی کنجد یکی از قدیمی‌ترین محصول زراعی در خراسان جنوبی فعالیت های به نژادی کنجد انجام نشده است. بنابراین پژوهش حاضر با استفاده از والدها و نتاج F_1 حاصل از تلاقی بین ژنوتیپ‌های مختلف کنجد به منظور تعیین بهترین ترکیب‌شونده‌های عمومی، بهترین ترکیب‌شونده‌های خصوصی، وراثت‌پذیری و نحوه عمل ژن برای صفات مختلف درکنجد در شرایط بدون‌تنش و تنش اجرا شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در ۸ کیلومتری جاده کرمان- بیرجند، با عرض جغرافیایی ′۵۶ °۳۲ شمالی، طول جغرافیایی ′۱۳ °۵۹ شرقی و ۱۴۸۰متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. شرایط آب و هوایی منطقه گرم و خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد است. بافت خاک محل آزمایش لومی رسی بود.

کشت ژنوتیپ‌ها و دورگ‌گیری بین آن‌ها در سال ۱۳۹۴ انجام شد. بذر چهار ژنوتیپ محلی کنجد شامل اردستان، سیرجان، فارس، سبزوار، جیرفت و دو رقم تجاری اولتان و TS-3 که دارای تفاوت های بارز ژنتیکی و مورفولوژیکی و مقاومت به تنش خشکی بودند، استفاده شد (Askari, 2014). برای انجام تلاقی‌ها هر ژنوتیپ در سه خط به طول سه متر و فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر در عمق دو تا پنج سانتی‌متری کشت و در مرحله ۸ تا ۱۰ سانتی‌متری ارتفاع بوته عمل تنک‌کردن همراه با وجین انجام شد. برای انجام تلاقی گل‌های مورد نظر عقیم و قفس های توری جهت جلوگیری از ورود حشرات بر روی بوته ها قرار داده شدند. وجود مادگی گوشتی بعد از پنج روز دلیل بر موفقیت در تلاقی بود. در اوایل پاییز بذر حاصل از بوته‌های مادری و دورگ‌ها برداشت شد.

در بهار سال زراعی ۱۳۹۵ بذرهای والدین (هفت ژنوتیپ) به همراه نتاج (۲۱ دورگ) مجموعا ۲۸ ژنوتیپ در دو شرایط بدون‌تنش (مطابق با دور آبیاری معمول در منطقه یعنی هر ده روز و برابر با ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر A) و تنش (مطابق با دو برابر دور آبیاری معمول در منطقه یعنی هر بیست روز و برابر با ۲۵۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر A) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. هر ژنوتیپ در خطی به طول دو متر، فاصله بذور روی هر ردیف ۱۰ سانتی‌متر و

فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر کشت شد. والدها هر کدام در سه خط و دورگ‌ها در یک خط کشت شدند. برداشت در اوسط مهر ۱۳۹۵ با دست انجام شد.صفات متعددی شامل ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، طول کپسول، وزن کپسول، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک اندازه گیری و ثبت شد.

داده ها در ابتدا با بررسی ضریب چولگی و کشیدگی (در بازه ۲ تا ۲- بدون‌تنش) و سپس با آزمون شاپیرو- ویلک با نرم افزار SPSS برای بدون‌تنش آزمون شدند. آزمون همگنی واریانس خطای آزمایشی با استفاده از آزمون‌های بارتلت نرم افزار (MSTAT-c) و لون (IBM SPSS V22) انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها انجام شد تا معنی‌داربودن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها آشکار شود .

با توجه به آنکه والدین به طور تصادفی انتخاب نشده بودند و از طرفی چون در آزمایش F1 ها به‌همراه والدین استفاده شدند، بنابراین تعیین ترکیب‌پذیری و نحوه عمل ژن با استفاده از روش دو مدل یک گریفینگ (Griffing, 1956) انجام شد. پارامترهای ژنتیکی به روش هیمن برآورد شدند (Hayman, 1954; Griffing, 1956). تجزیه واریانس ساده با نرم افزار SAS9.2، تجزیه هیمن با برنامه SASHAYDIALL (Makumbi *et al*,. 2018) و تجزیه گریفینگ با برنامه مانجیت اس. کانگ (Manjit, 2003) و با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس ساده نشان داد که در شرایط بدون‌تنش و تنش ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات تفاوت معنی دار ($P<0.01$) داشتند، بنابراین تجزیه دی آلل برای کلیه صفات مجاز شد (جدول ۱ و ۲).

تجزیه گریفینگ در شرایط بدون‌تنش و تنش

ترکیب‌پذیری عمومی برای کلیه صفات در شرایط بدون‌تنش و تنش معنی‌دار شد (جدول ۳ و ۴). این نتایج نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر ترکیب‌پذیری عمومی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در شرایط بدون‌تنش ترکیب‌پذیری خصوصی برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول و تعداد کپسول در گیاه و در شرایط تنش ترکیب‌پذیری خصوصی برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی و تعداد کپسول در گیاه معنی‌دار شد (جدول ۳ و ۴).

ترکیب‌پذیری عمومی در شرایط بدون‌تنش و تنش

برآورد مقادیر ترکیب‌پذیری عمومی صفات مختلف نشان داد که والدها دارای ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌داری در جهت مثبت و یا منفی بودند(جدول ۵ و ۶). در شرایط بدون‌تنش بهترین ژنوتیپ‌ها برای ارتفاع گیاه، طول کپسول، وزن کپسول، تعداد برگ، تعداد کپسول در گیاه، تعداد

جدول ۱-تجزیه واریانس برای صفات مختلف کنجد در شرایط بدون‌تنش

Table 1. Analysis of variance for different traits of sesame in non-stress conditions

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات Mean squares						
			ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Replication	تکرار	2	164.9**	1.50	0.24	0.009	127.0	2.04**	0.15
Genotype	ژنوتیپ	27	89.0**	81.80**	37.00**	2.360**	3126.9**	11.10**	79.60**
Error	خطا	54	20.8	1.62	0.32	0.005	59.9	0.38	0.29

ادامه جدول ۱-

Table 1. Continued.

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات Mean squares				
			عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Replication	تکرار	2	2989.6	641.8	0.001	0.25	4.08**
Genotype	ژنوتیپ	27	73410.9**	1601980.7**	0.005**	2.80**	42.70**
Error	خطا	54	3176.9	894.1	0.001	0.26	0.34

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

**: Significant at the 1% probability level.

جدول ۲- تجزیه واریانس برای صفات مختلف کنجد در شرایط تنش

Table 2. Analysis of variance for different traits of sesame in stress conditions

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات Mean squares						
			ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Replication	تکرار	2	5.2	0.49	0.13	0.06	56.2	0.08	0.51
Genotype	ژنوتیپ	27	37.0**	72.2**	33.2**	3.6**	4155.0**	5.9**	44.9**
Error	خطا	54	5.80	0.66	0.11	0.003	42.3	0.42	0.33

Table 2. Continued.

ادامه جدول ۲-

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات: عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Replication	تکرار	2	230.50**	364.7	0.00002**	0.67	1.33
Genotype	ژنوتیپ	27	64847.50**	840435.1**	0.0058**	10.70**	46.50**
Error	خطا	54	7.44	306.5	0.000003	0.27	0.50

**: Significant at the 1% probability level.

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۳- تجزیه گریفینگ برای صفات مختلف کنجد در شرایط بدون‌تنش

Table 3. Griffing analysis for different traits of sesame in non-stress conditions

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات: ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Replication	تکرار	2	164.9**	1.50	0.24	0.009	127.0	2.04**	0.15
GCA	ترکیب پذیری عمومی	6	356.0**	365.50**	90.00**	10.200**	12483.4**	17.9**	357.00**
SCA	ترکیب پذیری عمومی	21	12.7	0.75	21.80**	0.120**	453.6**	9.1**	0.35
Error	خطا	54	20.8	1.62	0.32	0.005	59.9	0.38	0.29

Table 3. Continued.

ادامه جدول ۳-

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات: عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Replication	تکرار	2	2989.6	641.8	0.0010	0.25	4.08**
GCA	ترکیب پذیری عمومی	6	248464.0**	6508551.1**	0.0103**	7.90**	135.40**
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	21	23395.8**	200103.5**	0.0043**	1.30**	16.20**
Error	خطا	54	3176.9	894.1	0.001	0.26	0.34

**: Significant at the 1% probability level.

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۴- تجزیه گریفینگ برای صفات مختلف کنجد در شرایط تنش

Table 4. Griffing analysis for different traits of sesame in stress conditions

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات						
			ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule Plant^{-1}
Replication	تکرار	2	5.20	0.49	0.13	0.060	56.2	0.08	0.51
GCA	ترکیب پذیری عمومی	6	164.40**	271.50**	128.70**	16.100**	16550.6**	24.90**	201.00**
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	21	0.60	15.20**	5.90**	0.006**	613.4**	0.47	0.32
Error	خطا	54	5.80	0.66	0.11	0.003	42.3	0.42	0.33

Table 4. Continued.

ادامه جدول ۴-

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات				
			عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Replication	تکرار	2	230.50**	364.7	0.00002**	0.67	1.33
GCA	ترکیب پذیری عمومی	6	291753.20**	3772998.2**	0.02600**	25.90**	165.00**
SCA	ترکیب پذیری خصوصی	21	17.30**	2559.9**	0.00010**	6.40**	12.60**
Error	خطا	54	7.44	306.5	0.000003	0.27	0.50

**: Significant at the 1% probability level.

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۵- برآورد ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات مختلف در ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط بدون‌تنش

Table 5. Estimation of general combining ability for different traits in sesame genotypes in non-stress conditions

Genotype	ژنوتیپ	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Ardestan	اردستان	-1.18	3.98**	2.32**	-0.05**	-4.00**	-0.72**	-0.97**
Sirjan	سیرجان	-4.40**	-1.44**	-1.89**	-0.58**	-11.22**	-1.13**	-1.04**
Fars	فارس	-2.27**	-5.86**	-1.27**	-0.41**	-31.26**	-0.06	-0.15
Oltan	اولتان	-2.91**	-1.09**	-0.99**	0.48**	0.41	1.24**	0.25*
Sabzevar	سبزوار	3.97**	-0.98**	-1.00**	-0.63**	-6.63**	-0.28*	-3.67**
Jiroft	جیرفت	1.67*	5.18**	0.10	0.15**	15.81**	0.24*	-2.12**
TS-3	تی اس-۳	5.12**	0.20	2.72**	1.05**	36.89**	0.72**	7.70**

Table 5. Continued.

ادامه جدول ۵-

Genotype	ژنوتیپ	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Ardestan	اردستان	49.11**	-118.75**	0.029**	-0.08	0.89**
Sirjan	سیرجان	-84.74**	-140.38**	-0.025**	-0.79**	-3.18**
Fars	فارس	-144.30**	-624.49**	-0.006	-0.64**	-2.55**
Oltan	اولتان	108.76**	783.59**	-0.018**	0.17	1.26**
Sabzevar	سبزوار	1.16	-248.12**	0.022**	0.69**	-0.77**
Jiroft	جیرفت	-37.51**	-204.34**	0.001	0.29**	1.45**
TS-3	تی اس-۳	107.52**	552.48**	-0.002	0.36**	2.89**

**: Significant at the 1% probability level.

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۶- برآورد ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات مختلف در ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط تنش

Table 6. Estimation of general combining ability for different traits in sesame genotypes in stress conditions

Genotype	ژنوتیپ	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Ardestan	اردستان	2.34**	2.70**	1.55**	0.50**	-2.77*	-0.34**	-1.84**
Sirjan	سیرجان	-3.38**	-2.96**	-2.65**	-0.18**	-12.55**	-0.75**	-1.02**
Fars	فارس	-2.02**	-4.22**	-1.72**	-0.89**	-30.66**	-0.83**	-0.84**
Oltan	اولتان	0.98**	0.67**	1.63**	0.54**	3.41**	1.28**	0.50**
Sabzevar	سبزوار	3.44**	-2.11**	-1.84**	-1.11**	-12.85**	-0.90**	-1.98**
Jiroft	جیرفت	-1.64**	4.38**	-0.16**	0.17**	6.97**	0.25*	-0.72**
TS-3	تی اس-۳	0.28	1.54**	3.19**	0.97**	48.45**	1.29**	5.90**

Table 6. Continued.

ادامه جدول ۶-

Genotype	ژنوتیپ	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Ardestan	اردستان	72.69**	-212.53**	0.052**	1.05**	2.38**
Sirjan	سیرجان	-128.31**	-223.94**	-0.039**	-1.17**	-2.62**
Fars	فارس	-105.29**	-263.60**	-0.026**	-1.16**	-2.92**
Oltan	اولتان	119.85**	285.99**	0.025**	0.79**	2.08**
Sabzevar	سبزوار	-65.52**	-209.94**	-0.011**	-0.65**	-1.99**
Jiroft	جیرفت	-8.61**	-108.16**	0.005**	0.24*	0.41**
TS-3	تی اس-۳	115.19**	732.17**	0.004**	0.90**	2.67**

**: Significant at the 1% probability level.

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

روز تا رسیدن فیریولوژیک ژنوتیپ TS-3، ارتفاع تا اولین گیاه رقم جیرفت، تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک رقم اولتان، شاخص برداشت رقم اردستان و تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی رقم سبزوار بودند. ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها برای ارتفاع گیاه، طول کپسول، تعداد شاخه فرعی، شاخص برداشت، تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی و تعداد روز تا رسیدن فیریولوژیک رقم سیرجان، ارتفاع گیاه تا اولین کپسول، تعداد برگ، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک رقم فارس و برای وزن کپسول و تعداد کپسول در گیاه رقم سبزوار بودند (جدول ۵).

در شرایط تنش بهترین ژنوتیپ‌ها برای ارتفاع گیاه رقم سبزوار، ارتفاع تا اولین کپسول رقم جیرفت، طول کپسول، وزن کپسول، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه و تعداد روز تا رسیدن فیریولوژیک ژنوتیپ TS-3، عملکرد بیولوژیک رقم اولتان، شاخص برداشت و تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی رقم اردستان بودند. ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها برای ارتفاع گیاه، طول کپسول، تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی رقم سیرجان، ارتفاع تا اولین کپسول، تعداد برگ، عملکرد بیولوژیک و تعداد روز تا رسیدن فیریولوژیک رقم فارس، وزن کپسول وتعداد کپسول در گیاه رقم سبزوار بودند (جدول ۶).

ترکیب‌پذیری خصوصی در دو شرایط بدون‌تنش و تنش

تنوع بالایی برای ترکیب‌پذیری خصوصی دورگ‌های مختلف حاصل از تلاقی ژنوتیپ‌های کنجد مورد مطالعه مشاهده شد (جدول ۷ و ۸). در شرایط بدون‌تنش بهترین دورگ برای ارتفاع گیاه و وزن کپسول فارس × TS-3، ارتفاع تا اولین کپسول سبزوار × TS-3، طول کپسول و تعداد کپسول اردستان × جیرفت، تعداد برگ فارس × جیرفت، تعداد شاخه فرعی و تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی اردستان × TS-3، عملکرد دانه و شاخص برداشت سیرجان × سبزوار، عملکرد بیولوژیک اولتان × TS-3 و تعداد روز تا رسیدن فیریولوژیک سیرجان × جیرفت بودند. ضعیف‌ترین دورگ برای ارتفاع گیاه فارس × سبزوار، ارتفاع تا اولین کپسول اردستان × اولتان، طول کپسول سبزوار × TS-3، وزن کپسول اردستان × فارس، تعداد برگ سیرجان × فارس، تعداد شاخه فرعی اردستان × جیرفت، تعداد خورجین اردستان × اولتان، عملکرد دانه سیرجان × TS-3، عملکرد بیولوژیک فارس× TS-3، شاخص برداشت سبزوار × TS-3، تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی و تعداد روز تا رسیدن فیریولوژیک جیرفت × TS-3 بودند (جدول ۷).

در شرایط تنش بهترین دورگ برای ارتفاع گیاه اردستان × TS-3، ارتفاع تا اولین کپسول و عملکرد دانه اردستان × سیرجان، طول کپسول اولتان × سبزوار، وزن کپسول و تعداد روز تا ۹۰

جدول ۷- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات مختلف در دورگ‌های کنجد در شرایط بدون‌تنش

Table 7. Estimation of specific combining ability for different traits in sesame hybrids in non-stress conditions

دورگ Hybrid	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Ardestan × Sirjan	1.75	-0.02	2.66**	0.01	-4.86	0.92**	-0.12
Ardestan × Fars	0.62	0.33	-1.17**	-0.18**	-11.49**	0.18	-0.34
Ardestan × Oltan	-1.07	-1.03	-1.21**	0.05	2.51	1.55**	-0.75*
Ardestan × Sabzevar	0.05	-0.64	1.90**	-0.15**	-0.79	-0.27	0.51
Ardestan × Jiroft	0.35	0.32	4.80**	-0.01	-6.23	-4.79**	0.62*
Ardestan × TS-3	-0.90	0.37	-2.45**	0.25**	19.28**	1.91**	-0.06
Sirjan × Fars	-0.82	-0.55	0.38	-0.10**	-24.60**	0.25	0.06
Sirjan × Oltan	-0.51	-0.32	-0.23	0.03	12.40**	-1.71**	-0.01
Sirjan × Sabzevar	-0.06	-0.29	1.11**	0.07	0.77	0.81*	-0.08
Sirjan × Jiroft	-0.10	-0.22	-0.99**	0.01	5.99	0.95**	-0.31
Sirjan × TS-3	-0.57	0.56	0.23	-0.07	8.61	-2.87**	0.17
Fars × Oltan	1.69	0.30	0.15	-0.06	12.77**	-1.12**	0.10
Fars × Sabzevar	-6.53**	-0.48	0.03	-0.01	9.81*	0.40	0.03
Fars × Jiroft	-2.90	0.26	-0.34	0.14**	27.69**	0.21	-0.19
Fars × TS-3	3.63	0.07	1.36**	0.45**	-2.61	-0.09	0.17
Oltan × Sabzevar	1.12	-0.08	-0.12	0.10**	-2.86	0.77 *	-0.05
Oltan × Jiroft	-0.59	0.16	-0.22	-0.05	-11.64**	0.92**	0.06
Oltan × TS-3	-0.50	0.53	1.43**	-0.13**	-12.61**	0.02	0.61
Sabzevar × Jiroft	0.53	0.05	3.79**	-0.02	0.40	0.44	0.32
Sabzevar × TS-3	2.99	0.61	-3.64**	-0.01	-8.17	-0.76*	-0.61
Jiroft × TS-3	1.21	-0.07	-2.94**	-0.10*	-5.83	1.69**	-0.28

ادامه جدول ۷-

Table 7. Continued.

دورگ Hybrid	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Ardestan × Sirjan	-38.70	222.41**	-0.033	-0.14	-0.17
Ardestan × Fars	25.86	-66.81**	0.032	-1.29**	-0.13
Ardestan × Oltan	7.99	-144.89**	0.004	-1.10**	1.39**
Ardestan × Sabzevar	-24.49	20.15	-0.009	0.05	3.76**
Ardestan × Jiroft	-11.60	-8.63	0.001	0.79**	-0.13
Ardestan × TS-3	32.82	-163.00**	0.017	0.87**	-2.15**
Sirjan × Fars	-19.69	178.15**	-0.033	0.08	-1.72**
Sirjan × Oltan	-36.36	-162.26**	0.002	-0.06	1.13**
Sirjan × Sabzevar	331.58**	18.44	0.145**	-0.58*	0.50
Sirjan × Jiroft	-50.35	83.00**	-0.028	0.82**	4.28**
Sirjan × TS-3	-104.96**	-57.11**	-0.035	-0.35	-0.59
Fars × Oltan	28.21	192.19**	-0.005	0.12	-0.17
Fars × Sabzevar	-7.86	135.22**	-0.015	0.27	1.20**
Fars × Jiroft	13.48	74.78**	0.002	1.01**	3.65**
Fars × TS-3	-84.61*	-690.11**	0.025	0.20	-0.81*
Oltan × Sabzevar	-46.59	-105.52**	-0.015	0.12	-3.28**
Oltan × Jiroft	16.41	-76.63**	0.008	-0.14	-0.50
Oltan × TS-3	27.19	251.00**	0.001	0.76*	1.07**
Sabzevar × Jiroft	-41.65	-102.26**	-0.007	-0.32	0.20
Sabzevar × TS-3	-103.00**	88.11**	-0.056**	0.54	-1.15**
Jiroft × TS-3	52.35	99.11**	0.013	-1.57**	-4.48

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

* and**: Significant at the 5% and 1% probability levels, respoectively.

جدول ۸- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات مختلف در دورگ‌های کنجد در شرایط تنش

Table 8. Estimation of specific combining for different traits in sesame hybrids in stress conditions

دورگ Hybrid	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsulelength	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Ardestan × Sirjan	-0.31	5.31**	0.91**	0.00	3.62	-0.58	0.08
Ardestan × Fars	-0.67	-1.53**	0.88**	0.09**	9.06**	-0.51	-0.44
Ardestan × Oltan	0.60	1.01*	-0.30	-0.05	-9.01**	0.71*	-0.10
Ardestan × Sabzevar	-0.50	2.18**	0.00	-0.08**	-0.42	-0.10	0.05
Ardestan × Jiroft	-0.38	-2.97**	0.69**	-0.02	-11.56**	-0.25	0.12
Ardestan × TS-3	0.79	-1.91**	-1.05**	0.00	5.13	0.72	0.06
Sirjan × Fars	0.01	0.43	-0.13	-0.01	-12.82**	0.23	0.08
Sirjan × Oltan	-0.09	-4.66**	0.70**	-0.03	9.10**	0.45	0.08
Sirjan × Sabzevar	-0.05	-2.15**	-0.24	-0.01	-6.97*	-0.03	0.23
Sirjan × Jiroft	-0.37	-0.23	0.62**	-0.03	29.88**	0.49	-0.03
Sirjan × TS-3	0.54	-0.60	-0.90**	0.03	-2.20	-0.39	-0.72
Fars × Oltan	-0.31	0.46	-0.04	-0.05	4.21	0.19	-0.10
Fars × Sabzevar	-0.07	-0.96*	-1.74**	-0.01	2.14	0.05	0.05
Fars × Jiroft	-0.05	-0.31	0.68**	0.02	12.66**	0.23	0.12
Fars × TS-3	0.34	1.85**	0.27	-0.01	0.46	-0.17	0.06
Oltan × Sabzevar	-0.90	1.21**	3.25**	-0.03	0.40	-0.06	0.38
Oltan × Jiroft	0.13	-2.04**	0.07	-0.01	-4.08	0.12	-0.21
Oltan × TS-3	0.47	2.37**	-1.46**	0.12**	7.24	-0.83*	0.06
Sabzevar × Jiroft	0.15	1.44**	-1.36**	0.06*	-1.16	-0.03	-0.40
Sabzevar × TS-3	0.58	-1.11*	-0.06	0.05	6.69	0.39	-0.17
Jiroft × TS-3	0.25	2.88**	1.07**	0.03	-13.76**	-0.39	0.39

Table 8. Continued.

ادامه جدول ۸-

دورگ Hybrid	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Dayto physiological maturity
Ardestan × Sirjan	6.52**	-22.30*	0.0064**	0.43	0.30
Ardestan × Fars	2.17	-21.63*	0.0061**	0.76**	2.26**
Ardestan × Oltan	-1.64	22.11*	-0.0080**	-2.54**	2.26**
Ardestan × Sabzevar	-1.61	-15.63	0.0032**	-1.09**	-1.33**
Ardestan × Jiroft	-2.18	-18.41*	0.0016	0.69*	-0.07
Ardestan × TS-3	-1.79	47.22**	-0.0136**	0.89**	-0.70
Sirjan × Fars	0.84	-6.89	-0.0048**	0.31	-1.41**
Sirjan × Oltan	-0.64	4.85	0.0074**	0.35	1.26**
Sirjan × Sabzevar	1.39	-15.89	-0.0017	-1.54**	3.00**
Sirjan × Jiroft	-3.51*	2.33	-0.0020*	0.24	1.59**
Sirjan × TS-3	-3.12	40.44**	0.0012	-1.11**	-1.04*
Fars × Oltan	-1.66	-17.81	0.0075**	-1.98**	0.56
Fars × Sabzevar	0.71	-18.89*	-0.0010	-1.87**	-0.37
Fars × Jiroft	-0.87	49.67**	-0.0036**	-1.09**	-2.44**
Fars × TS-3	-0.68	18.44	0.0007	1.56**	0.52
Oltan × Sabzevar	3.56*	2.52	0.0053**	0.83**	-3.37**
Oltan × Jiroft	1.99	12.41	0.0004	-0.06	1.56**
Oltan × TS-3	-0.45	-42.67**	-0.0068**	2.33**	-1.48**
Sabzevar × Jiroft	-1.31	-19.67*	0.0012	-0.61*	1.63**
Sabzevar × TS-3	-1.01	44.11**	-0.0026*	2.00**	-0.26
Jiroft × TS-3	2.44	-39.22**	0.0017	0.33	-1.15**

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

درصد گلدهی اولتان × TS-3، تعداد برگ سیرجان × جیرفت، تعداد شاخه فرعی اردستان × اولتان، تعداد کپسول در گیاه جیرفت × TS-3، عملکرد بیولوژیک فارس × جیرفت، شاخص برداشت فارس × اولتان و تعداد روز تا رسیدن فیریولوژیک سیرجان × سبزوار بودند. ضعیف‌ترین دورگ برای ارتفاع گیاه و تعداد روز تا رسیدن فیریولوژیک اولتان × سبزوار، ارتفاع تا اولین کپسول سیرجان × اولتان، طول کپسول فارس × سبزوار، وزن کپسول اردستان × سبزوار، تعداد برگ جیرفت × TS-3، تعداد شاخه فرعی و عملکرد بیولوژیک اولتان × TS-3، تعداد کپسول سیرجان × TS-3، عملکرد دانه سیرجان × جیرفت، شاخص برداشت اردستان × TS-3 و تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی اردستان × اولتان بودند (جدول ۸).

برآورد مقادیر هتروزیس برای صفات مختلف نشان داد که در شرایط بدون‌تنش میزان هتروزیس نسبت به میانگین والدین در کلیه صفات بجز وزن خورجین، تعداد شاخه فرعی و شاخص برداشت، مثبت بود (جدول ۹). بیشترین هتروزیس مثبت نسبت به میانگین والدین برای عملکرد دانه (۲۹/۲٪) و بیشترین هتروزیس منفی نسبت به میانگین والدین برای شاخص برداشت (۹/۴۷-٪) مشاهده شد. میزان هتروزیس نسبت به والد برتر برای کلیه صفات بجز طول کپسول (۰/۰۳+٪) منفی بود و برای عملکرد بیولوژیک (۳۸/۴۲-٪) بیشترین هتروزیس منفی نسبت به والد برتر مشاهده شد (جدول۹).

در شرایط تنش میزان هتروزیس نسبت به میانگین والدین برای ارتفاع گیاه، طول کپسول، تعداد برگ، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و روز تا رسیدن فیزیولوزیک مثبت و برای ارتفاع تا اولین کپسول ، وزن کپسول، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در گیاه، شاخص برداشت و روزتا ۹۰٪ گلدهی منفی بود. میزان هتروزیس نسبت به والد برتر برای کلیه صفات منفی بود و بیشترین هتروزیس منفی نسبت به والد برتر برای شاخص برداشت (۳۷/۲۸-٪) و عملکرد بیولوژیک (۳۷/۲۰-٪) مشاهده شد (جدول۹).

برآورد هتروزیس نسبت به میانگین والدین در دورگ‌های مختلف در شرایط بدون‌تنش نشان داد که دورگ فارس × اولتان برای ارتفاع تا اولین کپسول، تعداد برگ، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد بیولوژیک، روز تا ۹۰٪ گلدهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک (در مجموع شش صفت) و دورگ سیرجان × سبزوار برای ارتفاع گیاه و عملکرد دانه (در مجموع ۲ صفت) دارای بالاترین هتروزیس نسبی مثبت نسبت به والدین بودند (جدول ۱۰). دورگ فارس × TS-3 برای وزن کپسول دارای بالاترین هتروزیس نسبی مثبت و برای عملکرد بیولوژیک دارای بالاترین هتروزیس منفی نسبت به والدین بود. همین‌طور دورگ اردستان × جیرفت برای طول کپسول دارای بالاترین هتروزیس نسبی مثبت و برای تعداد شاخه فرعی دارای بالاترین هتروزیس نسبی مثبت بود. دورگ اردستان × فارس برای

جدول ۹- برآورد هتروزیس مطلق و نسبت میانگین والدین و والد برتر برای صفات مختلف کنجد در شرایط بدون‌تنش و تنش

Table 9. Estimation of absolute mid-parent (AMPH), high-parent (AHPH), relative to mid-parent (RMPH) and high-parent (RHPH) heterosis for different traits of sesame in non-strecs and stress conditions

		Non-stress بدون‌تنش				Stress تنش			
Trait	صفت	هتروزیس مطلق (٪) (میانگین) AMPH%	هتروزیس نسبی (٪) (میانگین) RMPH%	هتروزیس مطلق (٪) (والد برتر) AHPH%	هتروزیس نسبی (٪) (والد برتر) RHPH%	هتروزیس مطلق (٪) (میانگین) AMPH%	هتروزیس نسبی (٪) (میانگین) RMPH%	هتروزیس مطلق (٪) (والد برتر) AHPH%	هتروزیس نسبی (٪) (والد برتر) RHPH%
Plant height	ارتفاع گیاه	-1.65	0.90	-11.20	-9.26	-0.64	1.40	-7.80	-7.93
Height to first capsule	ارتفاع تا اولین کپسول	-0.41	0.16	-9.97	-25.10	-0.79	-2.79	-10.05	-31.04
Capsule length	طول کپسول	3.55	14.20	0.01	0.03	1.03	4.44	-4.17	-14.36
Capsule weight	وزن کپسول	-0.48	-2.61	-1.87	-12.40	-0.57	-3.59	-1.95	-14.92
Leaf number	تعداد برگ	10.70	11.60	-63.90	-21.70	15.63	10.80	-64.38	-24.23
Number of auxiliary branch	تعداد شاخه فرعی	-0.98	-8.29	-2.14	-22.90	-0.24	-0.04	-2.25	-30.74
Number of capsule plant^{-1}	تعداد کپسول در گیاه	0.13	2.21	-15.56	-24.00	-0.73	-0.67	-12.27	-22.72
Seed yield	عملکرد دانه	45.00	29.20	-237.3	-29.50	2.87	5.73	-238.47	-34.61
Biological yield	عملکرد بیولوژیک	68.84	16.12	-1621.48	-38.42	-9.31	2.76	-1461.76	-37.20
Harvest index	شاخص برداشت	-0.89	-9.47	-0.04	-17.10	-0.50	-4.04	-0.11	-37.28
Day to 90% flowering	روز تا ۹۰ درصد گلدهی	0.80	4.01	-1.33	-1.83	-2.26	-1.74	-3.43	-4.87
Day to physiological maturity	روز تا رسیدن فیزیولوژیک	5.49	8.08	-3.22	-2.16	1.16	3.25	-3.67	-2.55

جدول ۱۰- برآورد هتروزیس (٪) نسبت به میانگین والدین برای دورگ‌های مختلف کنجد در شرایط بدون‌تنش

Table 10. Estimation of heterosis (%) relative to mid-parents for differen hybrids of sesame in non-stress conditions

دورگ Hybrid	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Ardestan × Sirjan	1.92	-2.32	25.29	-0.29	-3.02	-2.56	-0.70	-0.41	12.88	-9.25	-0.93	2.02
Ardestan × Fars	-1.04	-0.11	4.69	-0.53	-3.44	-2.44	-1.04	-0.10	-11.15	16.15	-2.11	1.53
Ardestan × Oltan	-0.57	-4.75	3.36	-0.04	0.88	19.15	-1.72	0.33	-7.08	3.22	-2.30	1.71
Ardestan × Sabzevar	-0.44	-4.12	21.40	-1.48	-0.91	2.86	1.12	4.58	-1.01	6.80	-0.46	3.94
Ardestan × Jiroft	0.00	0.61	33.50	-0.35	-0.78	-72.73	1.45	-4.53	-1.91	-2.08	0.93	1.84
Ardestan × TS-3	0.00	-1.99	22.27	2.08	8.19	10.64	-0.60	0.50	-14.96	15.06	-0.46	1.81
Sirjan × Fars	-2.96	-4.34	8.97	0.03	-10.83	-9.52	-0.35	-0.40	12.92	-13.82	0.24	0.73
Sirjan × Oltan	-0.58	-3.39	5.05	-0.22	5.41	-29.17	-0.34	0.53	-1.41	5.74	-0.47	1.88
Sirjan × Sabzevar	78.80	11.14	26.64	-27.30	84.88	-51.81	29.76	394.46	116.70	-96.61	55.47	81.28
Sirjan × Jiroft	-32.57	-29.97	-24.26	-32.20	-28.14	-32.31	-34.45	-31.06	-24.54	-38.73	-32.18	-28.96
Sirjan × TS-3	-1.20	-2.58	27.71	-0.30	4.11	-70.83	-0.60	0.06	8.69	-3.31	-0.93	3.86
Fars × Oltan	-0.37	31.78	25.10	-9.42	145.35	-39.73	49.49	234.08	281.35	-97.85	63.98	85.41
Fars × Sabzevar	-8.38	-3.90	7.04	0.90	8.16	15.79	0.00	6.27	4.12	2.62	0.70	2.02
Fars × Jiroft	-5.16	1.68	7.46	2.01	19.08	-2.13	-0.36	-4.80	1.16	-4.58	2.12	4.35
Fars × TS-3	-2.71	-0.33	15.07	6.98	8.46	-8.00	-0.29	-0.39	-38.91	14.61	1.17	2.20
Oltan × Sabzevar	0.21	-2.46	5.13	0.43	-1.35	22.73	0.00	0.95	-3.23	1.08	0.00	-1.95
Oltan × Jiroft	-1.16	0.60	6.60	-0.71	-2.57	9.43	0.35	0.65	-2.05	-1.28	0.00	0.57
Oltan × TS-3	-0.53	-0.56	11.80	-0.81	-2.86	3.57	0.87	0.70	1.83	-1.38	0.46	1.01
Sabzevar × Jiroft	-3.06	18.84	33.15	6.16	10.15	43.75	4.80	6.16	-0.21	5.81	-0.91	2.57
Sabzevar × TS-3	-0.14	-2.26	11.96	0.43	-2.02	13.64	-0.94	6.71	2.07	3.55	0.92	1.14
Jiroft × TS-3	-1.13	1.81	19.86	-0.23	5.14	5.66	0.00	0.51	3.17	-4.70	-0.93	0.68

شاخص برداشت و سبزوار × جیرفت برای تعداد شاخه فرعی دارای بالاترین هتروزیس مثبت نسبت به میانگین والدین بودند. دورگ سیرجان × جیرفت برای ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، طول کپسول، وزن کپسول، تعداد برگ، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه، روز تا ۹۰٪ گلدهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک (در مجموع نه صفت) دارای بالاترین هتروزیس نسبی منفی نسبت به والدین بود. با توجه به این امر فارس × اولتان و سیرجان × سبزوار بهترین و سیرجان × جیرفت نامطلوب ترین دورگ‌ها شناخته شدند (جدول ۱۰).

بررسی مقادیر هتروزیس نسبت به میانگین والدین در شرایط تنش نشان داد که دورگ سیرجان × سبزوار برای ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد کپسول، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، روز تا ۹۰٪ گلدهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک (در مجموع هفت صفت) و دورگ اردستان × سیرجان (ارتفاع تا اولین کپسول)، اردستان × فارس (وزن کپسول)، اردستان × سبزوار (طول کپسول)، اردستان × اولتان (تعداد شاخه فرعی)، سیرجان × اولتان (شاخص برداشت) هر کدام برای یک صفت دارای بالاترین هتروزیس نسبی مثبت نسبت به والدین بودند (جدول ۱۱). دورگ سیرجان × جیرفت برای ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، طول کپسول، تعداد برگ، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، روز تا ۹۰٪ گلدهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک (در مجموع نه صفت) و دورگ سیرجان × سبزوار برای وزن کپسول، تعداد شاخه فرعی و شاخص برداشت (در مجموع سه صفت) دارای بالاترین هتروزیس نسبی منفی نسبت به والدین بودند (جدول ۱۱). به طور کل دورگ سیرجان × سبزوار در هفت صفت دارای بالاترین هتروزیس مثبت و در سه صفت دارای بالاترین هتروزیس منفی بود. دورگ سیرجان × جیرفت برای اکثر صفات دارای بالاترین هتروزیس منفی بود، بنابراین یک دورگ نامطلوب برای اکثر صفات و دورگ سیرجان × سبزوار یک دورگ مطلوب تشخیص داده شد.

بررسی میزان هتروزیس نسبت به والد برتر در شرایط بدون‌تنش نشان داد که برای ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، وزن کپسول، تعداد برگ، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (در مجموع هفت صفت) هیچ دورگی دارای هتروریس نسبی مثبتی نسبت به والد برتر نبود (جدول ۱۲). اما دورگ‌های اردستان × جیرفت برای طول کپسول، اولتان × جیرفت و اولتان × TS-3 برای تعداد شاخه فرعی، سیرجان × سبزوار برای شاخص برداشت، سبزوار × TS-3 در روزتا ۹۰٪ گلدهی و اولتان × TS-3 برای روز تا رسیدن فیزیولوژیک دارای هتروزیس نسبی مثبت و بالایی نسبت به والد برتر بودند (جدول ۱۲).

بررسی میزان هتروزیس نسبت به والد برتر در شرایط تنش نشان داد که برای ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، وزن کپسول، تعداد

جدول ۱۱- برآورد هتروزیس (٪) نسبت به میانگین والدین برای دورگ‌های مختلف کنجد در شرایط تنش

Table 11. Estimation of heterosis (%) relative to mid-parents for differen hybrids of sesame in stress conditions

دورگ Hybrid	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Ardestan × Sirjan	-0.76	24.51	8.71	-0.51	7.12	-13.04	-0.43	2.03	-1.24	3.91	-0.98	2.57
Ardestan × Fars	-1.40	-2.60	5.87	0.70	9.73	-13.04	-1.69	0.76	-1.23	3.07	-1.21	2.29
Ardestan × Oltan	0.34	4.83	5.25	-0.81	-3.41	17.65	-0.41	-0.05	0.33	-2.79	-4.99	2.81
Ardestan × Sabzevar	-1.17	16.35	2.04	-1.06	-0.91	0.00	0.00	0.00	-1.53	1.43	-3.85	-0.24
Ardestan × Jiroft	-0.82	-8.73	8.72	-0.37	-3.63	-3.45	0.00	-0.61	-1.35	-0.35	0.00	1.30
Ardestan × TS-3	0.16	6.17	5.58	-0.55	6.37	14.29	-1.08	0.00	1.23	-9.03	-1.42	2.80
Sirjan × Fars	-0.58	-3.40	1.61	-0.26	3.92	10.00	-0.41	0.85	-0.21	0.77	-2.24	0.00
Sirjan × Oltan	-0.30	-29.42	10.42	-0.75	13.41	16.13	0.00	0.15	-0.12	8.56	-1.22	2.56
Sirjan × Sabzevar	72.42	-22.95	0.85	-38.28	91.12	-72.60	27.87	141.88	98.01	-98.79	46.56	81.98
Sirjan × Jiroft	-33.38	-31.79	-24.25	-33.04	-11.80	-16.67	-33.52	-24.51	-32.12	-24.30	-33.67	-30.62
Sirjan × TS-3	0.25	-14.49	6.20	-0.49	20.61	0.00	-2.84	-0.31	1.57	7.73	-5.37	3.77
Fars × Oltan	-0.81	-1.95	4.42	-0.56	10.11	9.68	-0.40	-0.18	-1.03	7.38	-5.34	0.36
Fars × Sabzevar	-0.92	-4.31	-8.77	-0.04	7.09	5.26	0.00	0.66	-1.45	2.54	-6.14	-0.86
Fars × Jiroft	-0.65	-4.10	7.03	0.31	16.58	7.69	0.00	-0.69	2.12	-0.95	-3.69	-1.70
Fars × TS-3	-0.80	10.82	4.31	0.25	19.86	0.00	-1.06	-0.07	0.86	4.85	-3.63	-0.12
Oltan × Sabzevar	-1.41	3.28	18.40	-0.63	2.54	6.67	1.24	0.99	-0.72	5.48	-1.20	-2.39
Oltan × Jiroft	-0.06	-12.01	8.61	-0.32	2.95	8.11	-0.40	0.15	-0.13	1.44	-1.20	1.77
Oltan × TS-3	0.44	1.00	10.19	0.41	14.43	2.33	0.00	0.12	-1.95	0.67	0.24	0.23
Sabzevar × Jiroft	-0.41	4.55	-2.53	0.54	2.79	4.00	-0.85	-0.57	-1.74	1.74	-2.93	1.33
Sabzevar × TS-3	-0.56	0.72	2.53	0.29	10.08	16.13	-0.36	0.23	0.38	1.84	-2.88	-0.48
Jiroft × TS-3	-0.09	4.84	18.06	-0.22	7.96	0.00	0.35	-0.57	-1.81	0.00	-1.44	0.82

جدول ۱۲- برآورد هتروزیس (٪) نسبت به والد برتر برای دورگ‌های مختلف کنجد در شرایط بدون‌تنش

Table 12. Estimation of heterosis (%) relative to superior parent for hybrids of sesame in non-stress conditions

دورگ Hybrid	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first po capsuled	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Ardestan × Sirjan	-12.12	-18.49	7.21	-16.67	-28.99	-32.14	-27.32	-40.23	-39.10	-29.06	-3.20	-4.24
Ardestan × Fars	-11.29	-28.74	-3.44	-16.76	-38.05	-28.57	-26.29	-39.61	-57.42	2.66	-4.57	-3.79
Ardestan × Oltan	-13.22	-20.17	-2.66	-9.35	-22.54	0.00	-26.29	-10.34	-25.91	-12.44	-3.20	-0.22
Ardestan × Sabzevar	-6.61	-18.91	7.66	-18.09	-26.05	-35.71	-30.41	-27.78	-46.45	-2.28	-0.91	0.00
Ardestan × Jiroft	-8.26	-0.95	20.98	-11.95	-20.27	-78.57	-27.84	-30.98	-46.09	-7.23	-0.46	-1.12
Ardestan × TS-3	-5.79	-15.04	20.64	-4.50	-4.98	-7.14	-13.92	-8.42	-35.15	2.28	-1.37	0.22
Sirjan × Fars	-15.15	-44.62	-12.32	-19.81	-44.96	-32.14	-25.77	-61.93	-52.13	-42.64	-3.65	-7.59
Sirjan × Oltan	-15.43	-32.02	-13.43	-13.03	-21.63	-39.29	-25.26	-32.52	-26.83	-33.38	-2.74	-3.13
Sirjan × Sabzevar	-9.37	-31.68	-8.99	-20.15	-27.97	-28.57	-31.44	-0.12	-47.00	36.42	-2.74	-4.91
Sirjan × Jiroft	-11.29	-15.97	-12.32	-15.34	-18.57	-21.43	-29.38	-52.46	-44.43	-38.07	-1.37	-0.89
Sirjan × TS-3	-9.09	-28.66	10.99	-10.24	-11.10	-75.00	-13.92	-31.07	-23.12	-35.15	-3.20	-0.89
Fars × Oltan	-11.85	-41.60	-10.10	-12.46	-28.31	-21.43	-23.71	-31.90	-29.91	-29.70	-2.28	-3.57
Fars × Sabzevar	-12.95	-43.28	-10.54	-19.55	-31.71	-21.43	-29.90	-49.77	-55.70	-18.02	-1.37	-4.02
Fars × Jiroft	-11.85	-25.88	-8.10	-13.34	-18.01	-17.86	-27.84	-51.93	-56.10	-20.69	-0.91	-0.89
Fars × TS-3	-7.16	-39.08	7.66	-3.57	-17.21	-17.86	-12.37	-30.94	-60.47	-11.42	-1.37	-1.56
Oltan × Sabzevar	-7.16	-30.25	-10.10	-12.90	-25.25	-3.57	-29.38	-23.10	-28.04	-22.84	-0.46	-4.46
Oltan × Jiroft	-10.47	-14.12	-6.77	-8.71	-20.61	3.57	-26.80	-20.07	-26.32	-21.45	-1.37	-1.12
Oltan × TS-3	-7.44	-26.81	6.77	-3.66	-13.59	3.57	-10.82	-1.08	-1.71	-27.28	-0.46	0.67
Sabzevar × Jiroft	-3.86	-14.12	6.55	-15.94	-18.91	-17.86	-32.47	-40.69	-51.37	-12.18	-0.91	-2.01
Sabzevar × TS-3	-0.55	-27.31	0.78	-10.02	-14.95	-10.71	-18.56	-16.84	-27.65	-16.75	0.46	-1.12
Jiroft × TS-3	-3.58	-10.17	10.21	-5.41	-2.72	0.00	-15.46	-18.42	-25.99	-20.30	-2.28	-0.67

برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و روزتا ۹۰٪ گلدهی هیچکدام از دورگ ها دارای هتروریس نسبی مثبتی نسبت به والد برتر نبود، اما در صفات طول خورجین جیرفت × TS-3 و روز تا رسیدن فیزیولوژیک اردستان × TS-3 دارای هتروزیس نسبی مثبت و بالایی نسبت به والد برتر بودند (جدول ۱۳).

تجزیه واریانس به روش هیمن برای صفات مختلف در دو شرایط بدون‌تنش و تنش

جزء a که تنوع ژنتیکی افزایشی را نشان می‌دهد در شرایط بدون‌تنش و تنش برای کلیه صفات معنی‌دار شد، بنابراین واریانس ژنتیکی افزایشی درتنوع کلیه صفات نقش داشت (جدول ۱۴ و ۱۵). این جزء برآوردی از ترکیب‌پذیری عمومی گریفینگ است و در اینجا نیز نتایج حاصل از تجزیه گریفینگ تأیید شد. در شرایط بدون‌تنش جزء b برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه و ارتفاع تا اولین کپسول و در شرایط تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه معنی‌دار شد (جدول ۱۴). معنی دار شدن این جزء دلیل بر غالبیت است بنابراین واریانس غالبیت نیز برای اکثر صفات موثر است.

جزء b_1 که مقایسه والدها در برابر تلاقی‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهد در شرایط بدون‌تنش برای اکثر صفات بجز ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی و در شرایط تنش برای اکثر صفات بجز ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین و عملکرد دانه معنی‌دار شد. بنابراین برای اکثر صفات بجز صفات فوق الذکر هتروزیس وجود داشت.

جزء b_2 که هتروزیس خاص هر والد را نشان می‌دهد در شرایط بدون‌تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، تعداد کپسول و شاخص برداشت و در شرایط تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی و تعداد کپسول معنی‌دار شد. بنابراین برای کلیه صفات بجز صفات ذکر شده فراوانی نابرابر آلل‌های غالب و مغلوب وجود دارد (جدول ۱۵).

جزء b_3 که بخشی از انحراف غالبیت خاص هر تلاقی را اندازه‌گیری می‌کند در شرایط بدون‌تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه و ارتفاع تا اولین کپسول و در شرایط تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه معنی‌دار شد. این جزء معادل ترکیب‌پذیری خصوصی در تجزیه گریفینگ است و در اینجا نتایج حاصل ازآن کاملاً تأئید شد. با توجه به اینکه در اینجا تفاوتی بین تلاقی‌های متقابل وجود نداشت، بنابراین برای کلیه صفات اجزای c و d برابر با صفر به دست آمد (جدول ۱۴ و ۱۵).

بررسی پارامترهای ژنتیکی نشان داد که D یا اثر افزایشی در شرایط بدون‌تنش برای اکثر صفات بجز طول کپسول، تعداد شاخه فرعی و عملکرد بیولوژیک و در شرایط تنش برای کلیه صفات معنی‌دار شد. بنابراین برای اکثر صفات در هر دو شرایط بدون تنش و تنش عمل

جدول ۱۳- برآورد هتروزیس (٪) نسبت به والد برتر برای دورگ‌های مختلف کنجد در شرایط تنش

Table 13. Estimation of heterosis (%) relative to superior parent for hybrids of sesame in stress conditions

دورگ Hybrid	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Ardestan × Sirjan	-9.19	-15.24	-16.28	-12.40	-30.11	-54.55	-27.78	-41.75	-48.81	-31.03	-3.79	-2.78
Ardestan × Fars	-8.17	-40.27	-13.19	-17.20	-34.88	-54.55	-28.40	-39.04	-49.80	-26.53	-3.32	-1.62
Ardestan × Oltan	-3.83	-17.30	-5.73	-7.27	-28.86	-9.09	-25.31	-6.92	-34.70	-13.61	-5.21	1.86
Ardestan × Sabzevar	-2.44	-22.25	-16.63	-20.14	-31.74	-50.00	-29.63	-33.82	-48.28	-22.49	-5.21	-3.48
Ardestan × Jiroft	-7.49	-18.13	-8.49	-9.85	-28.48	-36.36	-27.16	-25.64	-45.76	-17.07	-1.42	-0.93
Ardestan × TS-3	-4.83	-17.18	0.92	-3.93	-7.78	-9.09	-15.43	-7.40	-22.93	-27.34	-1.42	2.09
Sirjan × Fars	-13.29	-51.70	-31.08	-23.15	-46.80	-50.00	-25.93	-68.41	-49.72	-62.05	-7.11	-7.66
Sirjan × Oltan	-10.34	-52.32	-16.74	-12.35	-25.72	-18.18	-23.46	-35.95	-35.43	-40.02	-4.27	-2.32
Sirjan × Sabzevar	-7.80	-53.14	-31.88	-24.81	-37.89	-54.55	-27.78	-62.55	-48.58	-55.94	-9.00	-3.94
Sirjan × Jiroft	-13.29	-27.19	-23.17	-15.14	-16.56	-31.82	-25.93	-55.01	-45.53	-50.06	-5.21	-3.25
Sirjan × TS-3	-10.68	-42.98	-13.53	-9.01	-5.27	-27.27	-15.43	-36.77	-23.11	-50.17	-8.06	-0.93
Fars × Oltan	-9.19	-40.37	-16.06	-17.97	-34.38	-22.73	-23.46	-32.75	-37.02	-35.41	-7.58	-3.02
Fars × Sabzevar	-6.44	-53.35	-33.83	-30.30	-41.28	-54.55	-27.78	-59.31	-49.66	-51.10	-9.48	-6.50
Fars × Jiroft	-11.59	-31.31	-19.72	-20.27	-29.86	-36.36	-25.31	-51.28	-45.33	-46.02	-7.11	-6.26
Fars × TS-3	-10.00	-33.57	-9.86	-14.17	-12.92	-27.27	-13.58	-33.21	-24.67	-46.37	-5.69	-3.25
Oltan × Sabzevar	-4.24	-31.51	-5.16	-19.53	-29.11	-27.27	-24.69	-26.22	-35.13	-31.14	-2.84	-5.10
Oltan × Jiroft	-8.36	-21.52	-10.32	-9.55	-23.34	-9.09	-23.46	-18.19	-32.29	-26.87	-2.84	0.00
Oltan × TS-3	-6.15	-21.73	3.56	-2.73	-0.50	0.00	-10.49	-0.41	-12.78	-30.80	0.00	0.00
Sabzevar × Jiroft	-5.83	-19.36	-27.18	-21.59	-28.36	-40.91	-28.40	-45.57	-45.73	-39.33	-5.69	-2.78
Sabzevar × TS-3	-4.24	-34.09	-11.70	-15.65	-9.54	-18.18	-15.43	-27.31	-23.32	-42.68	-4.27	-3.02
Jiroft × TS-3	-9.22	-7.42	4.59	-6.33	-5.52	-13.64	-12.35	-19.30	-22.58	-36.91	-2.84	-0.70

جدول ۱۴- تجزیه واریانس هیمن برای ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط بدون‌تنش

Table 14. Analysis of variance using Hayman method for sesame genotypes for non- stress conditions

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات: ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Replication	تکرار	2	164.90**	1.50	0.24	0.009	127.00	2.04**	0.15
a		6	549.61**	574.33**	171.02**	16.170**	19746.47**	32.35**	552.31**
b		21	21.08	1.12	30.63**	0.220**	850.51**	17.23**	0.66**
b_1		1	38.55	3.79	250.88**	0.050**	473.15**	2.00*	0.11
b_2		6	19.80	1.66	26.18**	0.130**	251.23**	6.25**	0.23
b_3		14	20.37	0.70	16.81**	0.270**	1134.30**	23.03**	0.89**
Error	خطا	96	18.50	1.60	0.36	0.010	59.83	0.40	0.29

Table 14. Continued.

ادامه جدول ۱۴-

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات: عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Replication	تکرار	2	2989.60	641.80	0.001	0.25	4.08**
a		6	381642.11**	9960463.51**	0.018**	12.87**	201.49**
b		21	42772.05**	365976.67**	0.008**	2.43**	26.34**
b_1		1	4006.66	19320.16**	0.002	0.04	124.97**
b_2		6	24421.84**	211304.50**	0.002	1.53**	11.01**
b_3		14	53405.38**	457025.92**	0.011**	2.99**	25.86**
Error	خطا	96	3550.74	943.19	0.001	0.24	0.33

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

* and**: Significant at the 5% and 1% probability levels, respoectively.

جدول ۱۵- تجزیه واریانس هیمن برای ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط تنش

Table 15. Analysis of variance using Hayman method for sesame genotypes in stress conditions

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات						
			ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
Replication	تکرار	2	5.20	0.49	0.13	0.060	56.20	0.08	0.51
a		6	253.80**	433.83**	218.73**	25.013**	27362.60**	40.36**	309.28**
b		21	1.02	28.11**	9.49**	0.012**	933.48**	0.87*	0.58*
b_1		1	4.10	1.37	38.64**	0.014*	4418.00**	1.31	0.55
b_2		6	0.82	14.73**	6.04**	0.008*	854.71**	0.26	0.30
b_3		14	0.89	35.75**	8.89**	0.013**	718.34**	1.10**	0.70*
Error	خطا	96	4.42	0.69	0.13	0.003	45.08	0.43	0.33

Table 15. Continued.

ادامه جدول ۱۵-

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	Mean squares میانگین مربعات				
			عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
Replication	تکرار	2	230.50**	364.70	0.00002**	0.67	1.33
a		6	453477.59**	5879701.36**	0.03960**	45.78**	271.58**
b		21	30.76**	4911.93**	0.00020**	5.02**	20.74**
b_1		1	2.72	1834.45*	0.00010**	22.22**	41.80**
b_2		6	24.28**	897.52*	0.00010**	0.80*	19.31**
b_3		14	35.54**	6852.21**	0.00030**	5.59**	19.85**
Error	خطا	96	5.83	316.97	0.00000	0.36	0.49

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

* and**: Significant at the 5% and 1% probability levels, respoectively.

افزایشی ژن‌ها مهم و موثر بود (جدول ۱۶ و ۱۷). پارامتر H_1 یا اندازه اثر غالبیت در شرایط بدون‌تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، وزن کپسول، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و در شرایط تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، کپسول و عملکرد دانه معنی‌دار شد. بنابراین برای کلیه صفات بجز صفات فوق عمل غیرافزایشی ژن‌ها نیز مهم و تاثیرگذار بود (جدول ۱۶ و ۱۷).

پارامتر H_2 یا اندازه اثر غالبیت، درصورت فراوانی مساوی آلل‌های افزاینده و کاهنده مانند H_1 است و در شرایط بدون‌تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول، وزن کپسول، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و در شرایط تنش برای کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول و عملکرد دانه معنی‌دار شد. بنابراین توزیع نامتقارن ژن‌ها با اثر مثبت و منفی در والدین در مورد کلیه صفات بجز صفات فوق الذکر وجود دارد.

پارامتر F یا میانگین کوواریانس اثر افزایشی × غالبیت در شرایط بدون‌تنش برای صفات تعداد کپسول در گیاه و در شرایط تنش برای صفات تعداد کپسول، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۱۶و ۱۷). بنابراین برای این صفات، فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب مساوی نیست و با توجه به آن که علامت این پارامتر در شرایط بدون‌تنش و تنش برای کلیه صفات مثبت است.

نتیجه گیری می‌شود که آلل‌های غالب صرف‌نظر از مثبت یا منفی بودن علامت آنها در بین والدین برای کلیه صفات فراوانی بیشتری داشتند. در اکثر صفات F غیر معنی‌دار بود و برابر با صفر در نظر گرفته شد. برای این صفات فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب مساوی است. پارامتر E یا واریانس محیطی نیز برای اکثر صفات در هر دو شرایط بدون تنش و تنش معنی‌دار شد (جدول ۱۶ و ۱۷). به عبارتی اثر محیط برای کلیه این صفات تاثیرگذار بود.

وراثت‌پذیری عمومی (h_b^2) در شرایط بدون‌تنش بین حداقل ۰/۵۱ برای ارتفاع گیاه تا حداکثر۰/۹۹ برای طول کپسول، وزن کپسول، تعداد کپسول در گیاه و عملکرد بیولوژیک (جدول ۱۶) و در شرایط تنش بین حداقل ۰/۸۹ برای ارتفاع گیاه تا حداکثر ۰/۹۹ برای ارتفاع تا اولین کپسول، طول کپسول، وزن کپسول، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت متغیر بود (جدول ۱۷). با توجه به این که این پارامتر سهم واریانس ژنتیکی از واریانس فنوتیپی کل را نشان می‌دهد، بنابراین مقادیر بالای این پارامتر در اکثر صفات نشان‌دهنده سهم بالای واریانس ژنتیکی است.

وراثت‌پذیری خصوصی (h_n^2) در شرایط بدون تنش بین حداقل ۰/۲۷ برای شاخص برداشت تا حداکثر ۰/۹۹ برای تعداد خورجین و در شرایط تنش بین حداقل ۰/۷۰ برای تعداد روز تا ۹۰ درصد گلدهی تا حداکثر ۰/۹۸ برای

جدول ۱۶ - پارامترهای ژنتیکی برای صفات مختلف در ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط بدون‌تنش

Table 16. Genetic parameters for different traits in sesame genotypes in non-stress conditions

پارامتر ژنتیکی Genetic parameter	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branch	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
E	18.50±1.3	0.50±0.0	0.1±1.1	0.001±0.01	21.37±29	0.4±0.6	0.09±0.02
D	39.30±3. 9	51.90±0.1	7.7±3.1	1.400±0.0	1765.00±84	1.9±1.7	53.80±0.10
F	0.00±9.3	0.00±0.2	0.0±7.6	0.000±0.1	0.00±201	0.2±4.1	1.30±0.10
H_1	0.00±9.3	0.00±0.2	26.3±7.6	0.200±0.1	568.00±202	11.9±4.1	0.20±0.20
H_2	0.00±8.2	0.00±0.2	20.1±6.7	0.100±0.1	524.00±178	10.6±3.6	0.20±0.10
h_b^2	0.52	0.98	0.99	0.99	0.98	0.91	0.996
h_n^2	0.51	0.97	0.57	0.95	0.75	0.32	0.994

ادامه جدول ۱۶ -

Table 16. Continued.

پارامتر ژنتیکی Genetic parameter	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
E	1207±31070	314±23946	0.0004±0.00	0.1±0.1	0.3±0.6
D	41744±87890	105769±67730	0.0009±0.00	1.2±0.2	24.8±1.6
F	10694±21086	159255±162484	0.0000±0.00	0.3±0.4	8.1±3.8
H_1	31053±21161	293441±163059	0.0050±0.00	1.7±0.4	19.3±3.8
H_2	26100±18646	243355±143678	0.0050±0.00	1.4±0.3	16.9±3.4
h_b^2	0.95	0.99	0.81	0.92	0.97
h_n^2	0.69	0.88	0.27	0.57	0.67

جدول ۱۷ - پارامترهای ژنتیکی برای صفات مختلف در ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط تنش

Table 17. Genetic parameters for different traits in sesame genotypes in stress conditions

پارامتر ژنتیکی Genetic parameter	ارتفاع گیاه Plant height	ارتفاع تا اولین کپسول Height to first capsule	طول کپسول Capsule length	وزن کپسول Capsule weight	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه فرعی Number of auxiliary branche	تعداد کپسول در گیاه Number of capsule plant^{-1}
E	1.40±0.03	0.2±1.1	0.04±0.3	0.002±0.00	15.30±29	0.10±0.02	0.1±0.02
D	23.60±0.10	38.9±3.1	14.00±0.8	2.400±0.00	2055.00±83	3.10±0.10	30.9±0.07
F	0.00±0.20	0.9±7.4	0.00±1.9	0.030±0.00	0.00±200	0.00±0.20	1.5±0.20
H_1	0.00±0.20	21.6±7.4	7.60±1.9	0.002±0.00	784.00±201	0.20±0.20	0.1±0.20
H_2	0.00±0.20	18.2±6.5	6.20±1.6	0.002±0.00	591.00±177	0.29±0.15	0.1±0.10
h_b^2	0.89	0.99	0.99	0.99	0.98	0.91	0.99
h_n^2	0.88	0.81	0.82	0.98	0.87	0.87	0.98

ادامه جدول ۱۷-

Table 17. Continued.

پارامترهای ژنتیکی Genetic parameters	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روز تا ۹۰ درصد گلدهی Day to 90% flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Day to physiological maturity
E	5.82±1.36	106.3±147.1	0.0000±0.00	0.1±0.1	0.2±0.3
D	43341.00±3.80	555491.0±416.0	0.0040±0.00	4.4±0.2	22.8±0.9
F	156.00±9.30	0.0±998.0	0.0005±0.00	0.2±0.4	1.5±2.4
H_1	10.40±9.30	3199.0±1001.0	0.0002±0.00	3.2±0.4	17.9±2.4
H_2	8.80±8.20	3061.0±882.0	0.0001±0.00	3.1±0.4	13.4±2.1
h_b^2	0.99	0.99	0.99	0.95	0.98
h_n^2	0.98	0.98	0.97	0.70	0.78

وزن کپسول، تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک متغیر بود (جدول ۱۷). با توجه به آن که مقدار بالای این پارامتر سهم بالای واریانس ژنتیکی افزایشی از واریانس فنوتیپی کل را نشان می‌دهد، بنابراین امکان ایجاد نوترکیب‌های مطلوب در نسل‌های در حال تفکیک برای اکثر صفات وجود دارد.

در این پژوهش ترکیب‌پذیری عمومی کلیه صفات در شرایط بدون تنش و تنش معنی‌دار شد، بنابراین جزء افزایشی واریانس قابل توارث در وراثت کلیه صفات نقش داشت. در شرایط بدون‌تنش ترکیب‌پذیری خصوصی کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، ارتفاع تا اولین کپسول میوه‌دهنده و تعداد کپسول در گیاه و در شرایط تنش ترکیب‌پذیری خصوصی کلیه صفات بجز ارتفاع گیاه، تعدا شاخه فرعی و تعداد کپسول در گیاه معنی‌دار شد. بنابراین جزء غیرافزایشی واریانس قابل توارث نیزدر کنترل اکثر صفات بجز صفات فوق الذکر نقش داشت که با نتایج گویال و سودین (Goyal and Sudhin, 1991) و گویال و کومار (Goyal and Kumar, 1991) برای تعداد شاخه، تعداد کپسول در گیاه و ارتفاع گیاه تطابق دارد و با نتایج دارد پادماواتی و همکاران (Padmavathi *et al.*, 1994) از نظر ترکیب‌پذیری خصوصی برای ارتفاع گیاه و عملکرد بوته مغایرت داشت.

ساکیلا و همکاران (Sakila *et al.*, 2007) در تحقیقات خود بر روی صفات روز تا گلدهی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع اولین کپسول ، تعداد کپسول در گیاه و عملکرد تک بوته تنها اثر غیرافزایشی را مشاهده نمودند که بر خلاف نتایج بدست آمده در این پژوهش می باشد. منصوری و احمدی (Mansouri and Ahmadi, 1998) و بانرجی و کول (Banerjee and Kole, 2009) ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای ارتفاع گیاه وعملکرد تک بوته را معنی‌دار گزارش دادند که با نتایج ما برای ارتفاع گیاه تناقض و برای عملکرد تک بوته مطابقت داشت. با توجه به اینکه هم واریانس افزایشی و هم غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی عملکرد و اجزای عملکرد دانه نقش داشتند، بنابراین روش‌های انتخاب دوره‌ای می‌تواند پیشنهاد شود، لیکن با توجه به بزرگتر بودن اثر افزایشی نسبت به غالبیت شاید انتخاب شجره‌ای گزینه مناسبتری باشد.

هتروزیس (نسبت به میانگین والدین) و ترکیب پذیری خصوصی دورگ‌ها برای صفات مختلف نشان داد که در شرایط بدون‌تنش دورگ سیرجان × سبزوار دارای بالاترین هتروزیس مثبت و بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای عملکرد دانه، فارس × اولتان دارای بالاترین هتروزیس مثبت و ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت بالا و معنی‌دار برای تعداد برگ و عملکرد بیولوژیک، اردستان × جیرفت دارای بالاترین هتروزیس مثبت و بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای طول کپسول و فارس × TS-3 دارای بالاترین هتروزیس مثبت و بالاترین ترکیب‌پذیری

خصوصی مثبت برای وزن کپسول بود. بنابراین دورگ‌های سیرجان × سبزوار، فارس × اولتان، اردستان × جیرفت و فارس × TS-S که دارای بالاترین هتروزیس مثبت و ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت بودند، به عنوان دورگ‌های برتر در شرایط بدون‌تنش شناخته شدند. از میان دورگ‌های فوق، سیرجان × سبزوار دارای هتروزیس مثبت نسبت به والد برتر برای شاخص برداشت و دورگ اردستان × جیرفت دارای هتروزیس مثبت نسبت به والد برتر برای طول خورجین نیز بودند و مطلوب ترین دورگ‌ها شناخته شدند.

در شرایط تنش دروگ سیرجان × سبزوار دارای بالاترین هتروزیس مثبت و بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای روز تا رسیدن فیزیولوژیک، اردستان × سیرجان دارای بالاترین هتروزیس مثبت برای ارتفاع تا اولین کپسول و هتروزیس مثبت برای عملکرد دانه و بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای ارتفاع تا اولین کپسول و عملکرد دانه، اردستان × فارس دارای بالاترین هتروزیس مثبت و ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای وزن کپسول، اردستان × اولتان دارای بالاترین هتروزیس مثبت و بالاترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برای تعداد شاخه فرعی بود. به طور کلی در شرایط تنش دورگ‌های سیرجان × سبزوار، اردستان × سیرجان، اردستان × فارس و اردستان × اولتان با بالاترین هتروزیس مثبت و بالاترین ترکیب پذیری خصوصی مثبت و معنی دار به عنوان بهترین دورگ‌ها شناخته شدند. با در نظر گرفتن هر دو شرایط دورگ سیرجان × سبزوار به عنوان مطلوب ترین دورگ در دو محیط بدون‌تنش و تنش شناسایی شد.

بررسی و مقایسه هتروزیس و ترکیب پذیری خصوصی دورگ‌ها برای صفات مختلف نشان داد که در شرایط بدون‌تنش و تنش دورگ‌های متفاوتی از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد دانه برتر بودند. متفاوت بودن نحوه توارث صفات در شرایط محیطی مختلف بیانگر آن است که با تغییر شرایط محیطی، نحوه عمل ژن‌ها، برآورد پارامترهای ژنتیکی، وراثت‌پذیری صفات (Dana and Dasgupta, 2001) و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (Sharma *et al.*, 2002) تغییر می‌نماید. بنابراین بررسی نحوه توارث صفات و در پیش گرفتن راهکارهای به نژادی مناسب برای هر شرایط محیطی ضروری می‌باشد (Golparvar *et al.*, 2011).

وراثت‌پذیری صفات مختلف نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش اکثر صفات و بویژه عملکرد دانه و صفات وابسته به آن دارای وراثت‌پذیری عمومی و خصوصی بالایی بودند که میشرا و یادا (Mishra and Yadav, 1997) برای عملکرد دانه و تعداد کپسول (وراثت‌پذیری بالا) تطابق و با نتایج بدست آمده برای روز تا گلدهی و روز تا بلوغ (وراثت‌پذیری متوسط) و تعداد شاخه (وراثت‌پذیری پایین) مغایرت داشت. نتایج این تحقیق با نتایج ماتیلال و مانوهاران

(Mothilal and Manoharan, 2005) برای ارتفاع گیاه و تعداد شاخه و با نتایج سولانکی و پالیوال (Solanki and Paliwal, 1981) برای طول کپسول و روزتا رسیدن فیزیولوژیک تطابق و با نتایج منصوری و همکاران (Mansouri *et al.*, 2016) تا حدودی مشابهت داشت. منصوری و همکاران (Mansouri *et al.*, 2016) بیشترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی را ۹۰/۵ درصد برای تعداد کپسول در گیاه و بیشترین وراثت‌پذیری خصوصی را ۶۷/۶ درصد برای تعداد کپسول شاخه اصلی گزارش کردند که با یافته های این پژوهش مغایرت داشت.

با توجه به برتر بودن دورگ‌های سیرجان × سبزوار، فارس × اولتان، اردستان × جیرفت و فارس × TS-3 در شرایط بدون‌تنش و دورگ‌های سیرجان × سبزوار، اردستان × سیرجان، اردستان × فارس و اردستان × اولتان در شرایط تنش، پیشنهاد می شود که تحقیقات تکمیلی بیشتری روی این دورگ‌ها در راستای بهبود سازگاری و پایداری عملکرد دانه آنها انجام شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با پشتیبانی مالی دانشگاه بیرجند انجام شد. نگارندگان بدینوسیله از همکاری کلیه کارکنان محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند بویژه کارکنان گروه زراعت و اصلاح نباتات که در اجرای این پژوهش همکاری بی شائبه ای داشتند، تشکر و قدردانی می کنند.

References

Askari, A. 2014. Effect of drought stress on yield and yield components of sesame. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran. 83 pp.

Ahmed, S. B. M., and Adam, S. I. 2014. Combining ability for yield and yield components in six parents and their 15 F_1 hybrids of sesame (*Sesamum indicum* L.) in half diallel mating design. Journal of Plant Breeding and Crop Science 6 (12): 179-184.

Banerjee, P. P., and Kole, P. C. 2009. Analysis of genetic architecture for some physiological characters in sesame (*Sesame indicium* L.). Euphytica 168 (1): 11-22.

Dana, I., and Dasgupta, T. 2001. Combining ability in black gram. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 61: 170-171.

El-Bramawy, M. A. S., and Shaban, W. I. 2007. Nature of gene action for yield, yield components and major diseases resistance in sesame (*Sesamum indicum* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3: 821-826.

Eskandari, H., and Zehtab, S. 2010. Evaluation of water use efficiency and grain yield of sesame cultivars as a second crop under different irrigation regimes. Journal of Sustainable Agriculture Science 2-20 (1): 39-51. (in Persian).

Ghobadi, M. 2006. Effect of drought stress and heat of end of growth period on morpho- physiological characteristics and performance of rapeseed cultivars. Ph.D. Thesis. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. 45 pp. (in Persian).

Golparvar, A., Moghighi, S., and Lotfifar A. 2011. DIallel analysis of grain yield and its components in bread wheat genotypes under drought stress conditions. Plant Production Technology 11 (1): 51-62 (in Persian).

Goyal, S. N., and Sudhin, K. 1991. Combining ability for yield components and oil content in sesame. Indian Journal of Genetic and Plant Breeding 51: 38-42.

Goyal, S. N., and Kumar, S. 1991. Combining ability for yield components and oil content in sesame. The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 51 (3): 311-314.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Science 9: 463-493.

Hallauer, A. R., and Miranda, J. B. 1982. Quantitative genetic in maize breeding. The Iowa State University. Ames, Iowa. 113 pp.

Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39: 789-809.

Jain, S., Yue-Lioang, R., Mei-wang, L. E., Ting-Xian, Y., Xiao-Wen, Y., and Hong-Ving, Z. 2010. Effect of drought stress on sesame growth and yield characteristics and comprehensive evaluation of drought tolerance. Chinese Journal of Oil Crops Sciences 4: 42-48.

Kumar, P., Madhusudan, K., Nadaf, H. L., Patil, R. K. & Deshpande, S. K. 2012. Combining ability and gene action studies in inter-mutant hybrids of sesame (*Sesamum indicum* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences 25: 1-4.

Makumbi, D., Alvarado, G., Crossa, J., and Burgueño, J. 2018. SASHAYDIALL: A SAS program for Hayman's diallel analysis. Crop Science 58: 1605-1615.

Manjit, S. K. 2003. Handbook of formulas and software for plant geneticists and breeders. Haworth Press/CRC Press. Binghamton, NY, USA. 348 pp.

Mansouri, S. 2002. Study of growth and yield of sesame cultivars under stress conditions. Agricultural Information and Scientific Documents Center. Tehran, Iran (in Persian). 146 pp.

Mansouri, S., and Ahmadi, M. R. 1998. Study of combining ability and gene effects on sesame lines by diallel cross method. Iranian Journal of Agricultural Sciences 29: 47-54 (in Persian).

Mansouri, S., Ismaeilov, M., and Aghaei Sarabazeh, M. 2016. Evaluation of genetic parameters and combining ability of important agronomic traits of sesame in irrigated and water limited conditions using diallel cross method. Seed and Plant Improvement Journal 32 (3): 401-430 (in Persian).

Mishra, A. K., and Yadav, L. N. 1997. Variability, heritability and genetic advance for different populations in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 12: 80-83.

Mothilal, A., and Manoharan, V. 2005. Diallel analysis for the estimation of genetic parameters in sesame (*Sesamum indicum* L.). Indian Agricultural Science Digest 25: 133-135

Mozaffarian, V. A. 2012. Identification of medicinal and aromatic herbs of Iran. Farhang Moaser Publisher. Tehran, Iran. 1444 pp. (in Persian).

Murty, G. S. A., and Bhatia, C. R. 1990. Effect of recurring water stress on growth, yield and other agronomic characters in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 5: 4-10.

Padmavathi, N., Thanavelu, S. O., and Reddy, V. K. 1994. Combining ability in *Sesamum indicum* L. Sesame and Safflower Newsletter 9: 7-12.

Quarrie, S. A., Stojanovic, J., and Pekic, S. 1999. Improving drought tolerance in small- grain cereals: A case study progress and prospects. Plant Growth Regulation 29: 1-21.

Rastegar, M. A, 2005. Industrial plant cultivation. Barahmand Publishing House. Tehran, Iran. 469 pp. (in Persian).

Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation 20: 157-166.

Roebbelen, G., Downey, R. K., and Ashri, A. 1987. Oil crops of the world. McGraw-Hill. New York. 553 pp.

Sakila, M. S., Ibrahim, M., Kalamani, A., and Backiyarani, T. 2007. Correlation studies in sesame (*Sesamum indicum L.*). Sesame and Sofflower Newsletter 15: 26-28.

Sharma, S. N., Sain, R. S., and Sharma, R. K. 2002. Gene system governing grain yield per spike in macaroni wheat. Wheat Information Service 94: 14-18.

Solanki, E. S., and Paliwal, R. S. 1981. Genetic variability and heritability studies on yield

and its components in Sesame. Indian Journal of Agricultural Science 8: 554-556.

Suganthi, S. 2018. Estimation of genetic parameters in sesame (*Sesamum indicum* L.) through diallel analysis. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7 (1): 2665-2667.

Tripathy, S. K., Mishra, D. R., Dash, G. B., Senapati, N., Mishra, D., Nayak, P. K., Mohanty, S. K., Dash, S., Pradhan, K., Swain, D., Mohapatra, P. M., Panda, S., and Mohanty, M. R. 2016. Combining ability analysis in sesame (*Sesamum indicum* L.). International Journal of Biosciences 9 (3):114-121.

Van Breusegem, F., and Vranova, E. 2001. The role of active oxygen species in plant signal transduction. Plant Science 161 (3): 405-414.