نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۶۶۶-۶۵۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2013, p. 659-666

# ارزیابی تنوع ژنتیکی در لاین‌های اصلاحی حاصل از توده‌های بومی کنجد (*Sesamum indicum*)

فروز نصیری[1*] - قدرت الله سعیدی[2]

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱۰
تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۶

## چکیده

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی در لاین‌های اصلاحی حاصل از توده‌های بومی کنجد، ۷۰ ژنوتیپ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲ تکرار، در سال ۱۳۸۷ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که لاین‌های مورد مطالعه از لحاظ کلیه صفات از جمله تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و عملکرد دانه با هم تفاوت معنی‌دار داشتند. با توجه به تفاوت اندکی که بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی در اکثر صفات وجود داشت، این‌طور استنباط می‌شود که اکثر تنوع مشاهده شده به علت عوامل ژنتیکی می‌باشد. عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها بین ۱۰۸۹ تا ۴۶۵۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. یک لاین اصلاحی انتخاب شده از توده بیرجند دارای طولانی‌ترین دوره رسیدگی (۱۷۰ روز) و ژنوتیپ یکتا دارای کمترین میانگین (۱۱۸ روز) برای این صفت بود. ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها بین ۱۲۳ تا ۱۷۹ سانتی‌متر و صفت تعداد کپسول در بوته بین۴۶ تا ۱۸۱ عدد تغییرات داشت. در این مطالعه صفت تعداد شاخه در بوته دارای بیشترین میزان وراثت پذیری عمومی (۸۱/۱٪) بود. وراثت‌پذیری عمومی عملکرد دانه ۷۵/۵ درصد بدست آمد. بر اساس تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها در ۳ دسته مختلف قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری در بین گروه‌ها برای صفات مختلف به جز تعداد روز تا رسیدگی وجود داشت. ژنوتیپ‌های گروه دوم دارای تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه بیشتری بودند و می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی از آن‌ها برای بهبود این صفات استفاده کرد، ضمن اینکه از ژنوتیپ‌های گروه اول نیز می‌توان برای بهبود و کاهش ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته بهره برد.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع ژنتیکی، صفات زراعی، تجزیه خوشه‌ای، کنجد

## مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی دانه روغنی می‌باشد (۴) که به دلیل سهولت استخراج و پایداری زیاد روغن آن و هم‌چنین تحمل خشکی، به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی مورد توجه می‌باشد (۱۵). روغن کنجد از نوع روغن‌های نیمه خشک شونده با کیفیت بالا است (۸) که به دلیل دارا بودن یک ترکیب فنلی آنتی-اکسیدان به نام سزامول (Sesamul) از دوام نسبتاً خوبی برخوردار می‌باشد (۲۰). اسیدهای چرب عمده موجود در روغن کنجد شامل ۳۳- ۵۴ درصد اولئیک، ۳۹- ۵۹ درصد لینولئیک، ۸- ۱۱ درصد پالمتیک و۳- ۶ درصد استئاریک است (۲۵) که موجب شده روغن کنجد از کیفیت خوراکی بالایی برخوردار باشد.

کنجد به عنوان گیاهی خودگشن شناخته‌شده‌است. میزان دگرگشنی در آن به میزان فعالیت حشرات بستگی دارد و به ندرت از ۱۰ درصد تجاوز می‌کند (۴).

استفاده از ارقام اصلاح شده می‌تواند موجب افزایش تولید و کیفیت محصولات زراعی از جمله افزایش کمی و کیفی روغن در گیاه کنجد گردد و میزان موفقیت در یک برنامه به‌نژادی و برنامه‌های انتخاب بستگی به دو عامل وجود تنوع ژنتیکی و انتخاب مؤثر ژنوتیپ‌های مطلوب دارد (۹)، لذا مطالعه تنوع ژنتیکی برای صفات و استفاده از این تنوع جهت بهبود ژنتیکی صفات دارای اهمیت می‌باشد (۲). تنوع موجود در جوامع گیاهی برای صفات کمی از عوامل محیطی نیز بسیار تأثیرپذیر است و این تنوع تشخیص تفاوت‌های ژنتیکی و انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را دشوار می‌کند (۳). در برنامه اصلاحی لازم است تنوع ناشی از عوامل ژنتیکی و غیر ژنتیکی از یکدیگر تفکیک گردند (۲۱) تا براساس میزان و نوع تنوع ژنتیکی، متخصص به‌نژادی بتواند برنامه‌های اصلاحی مناسبی را طرح‌ریزی نماید (۱۷). بیشت و همکاران (۷) در مطالعه‌ای که روی ۱۰۰ ژنوتیپ کنجد انجام

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
(*- نویسنده مسئول: E-mail: forouznasiri@yahoo.com)

دادند، دریافتند که تنوع زیادی از لحاظ صفات ارتفاع بوته، الگوی شاخه‌دهی، دوره رسیدگی، رنگ گل، شکل و اندازه کپسول، تعداد کپسول در زاویه برگ، تعداد برچه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه و عملکرد دانه در بوته بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. گوپتا و همکاران (۱۱) با بررسی صفات شاخص برداشت، روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد کپسول در بوته، دوره رسیدگی، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در بوته در ۵۰ ژنوتیپ کنجد بیان کردند که بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفات تنوع وجود دارد. تانگاول و همکاران (۲۴) نیز نتاج F3 حاصل از سه تلاقی در گیاه کنجد را مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که بین آن‌ها برای صفات روز تا گلدهی، تعداد شاخه، ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوته تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

موفقیت در برنامه اصلاحی علاوه بر وجود تنوع ژنتیکی، به مقدار قابلیت توارث صفات نیز بستگی دارد (۱۷). صفاتی که زیاد تحت تأثیر عوامل محیطی قرار نمی‌گیرند، معمولاً قابلیت توارث بالایی دارند (۱). تخمین میزان قابلیت توارث صفات و دیگر پارامترهای ژنتیکی بستگی به عوامل مختلف از جمله روش محاسبه، جامعه ژنتیکی مورد استفاده و شرایط محیطی در مناطق و سال‌های مختلف دارد (۱۰، ۱۲و ۱۴). در مطالعه‌ای، صفات عملکرد دانه در بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و وزن هزار دانه در کنجد وراثت‌پذیری بالایی داشته‌اند (۲۳). در مطالعات دیگر نیز برای صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، وزن دانه، عملکرد دانه در بوته، طول کپسول و درصد روغن وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی برآورد شده است (۱۸و ۲۴).

تجزیه خوشه‌ای روشی است که می‌تواند برای پیدا کردن شباهت بین ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گیرد. هدف از تجزیه خوشه‌ای اولاً پیدا کردن دسته‌های واقعی افراد و یا ژنوتیپ‌های مشابه و ثانیاً کاهش تعداد داده‌های آزمایش است (۵). تعیین مشخصات و گروهبندی ژرم-پلاسم به بهنژادگران این امکان را می‌دهد تا در نمونه‌گیری از جمعیت‌ها از دوباره‌کاری خودداری کنند و به میزان زیادی از حجم کارهای اصلاحی کاسته و در زمان و هزینه صرفه‌جویی گردد (۲۲). ناوال و همکاران (۱۶) ۵۰ ژنوتیپ کنجد از مناطق مختلف را با استفاده از صفات زراعی از طریق تجزیه خوشه‌ای به ۶ گروه تقسیم کردند و اظهار داشتند که تنوع ژنتیکی و تنوع جغرافیایی با هم مطابقت داشته است. در مطالعه دیگری (۶) از ۲۰ کشورجهان، ارقام زراعی متفاوتی از کنجد جمع‌آوری شد و تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد بررسی را به ۸ گروه تقسیم کرد، به طوری‌که ارقامی با کپسول ۴ برچه‌ای در یک گروه، ارقام زراعی که عموماً کوتاه، منشعب و زودرس بودند نیز در یک گروه مجزا و بقیه ارقام در گروه‌های مختلف دیگر قرار گرفتند. هدف از انجام این تحقیق بررسی تنوع ژنتیکی صفات زراعی در بین ژنوتیپ‌های کنجد وسپس گروهبندی آن ها به منظور استفاده در برنامه‌های بهنژادی بوده است.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش که در سال ۱۳۸۷ و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) اجرا گردید، ۷۰ ژنوتیپ کنجد شامل لاین‌های اصلاحی حاصل از انتخاب تک بوته در توده‌های بومی اردستان، اهواز، بیرجند، شیراز، گلپایگان، مرکزی و مبارکه به همراه ارقام اولتان، TN-240، ورامین، جیرفت۲، داراب۱، یکتا، برازجان، مغان ۱۱، داراب ۱۴، پاکستان سفید، صفی‌آبادی، چینی، پنجاب و لاین‌های حاصل از تک بوته‌های انتخابی این ارقام (جدول ۲) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر لاین در هر تکرار روی یک ردیف به طول ۴/۵ متر کشت شد، بطوری‌که فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۷ سانتی متر بود، لذا تراکم کاشت حدود ۳۰ بوته در متر مربع بود.

در این آزمایش صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن، ۵۰ درصد گلدهی، گلدهی کامل و رسیدگی فیزیولوژیک به طور مشاهده-ای برای هر واحد آزمایشی تعیین گردید. صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن دویست دانه (گرم) و عملکرد دانه در بوته (گرم) با استفاده از ۵ بوته تصادفی از هر واحد آزمایشی تعیین شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه در واحد سطح، کل بوته‌های یک ردیف برداشت و بعد از بوجاری عملکرد آن‌ها به صورت کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

وراثت پذیری عمومی صفات بر اساس اجزای واریانس و امید ریاضی میانگین مربعات طرح بلوک‌های کامل تصادفی (جدول ۱) برآورد شد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS 9.1 و EXCEL انجام گرفت. به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد استفاده گردید.

**جدول ۱- منابع تغییرات و امید ریاضی میانگین مربعات**

| منابع تغییر | درجه آزادی | MS | EMS |
|---|---|---|---|
| بلوک | r-1 | $MS_3$ | $\delta_e^2+ t\delta_r^2$ |
| ژنوتیپ | t-1 | $Ms_2$ | $\delta_e^2+ r\delta_t^2$ |
| خطا | (r- 1)(t- 1) | $MS_1$ | $\delta_g^2$ |

$$h_b^2 = \frac{\delta_g^2}{\delta_g^2 + \frac{\delta_e^2}{r}}$$

ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی با استفاده از فرمول‌های زیر برآورد گردید:

$$CV_g = \frac{\delta_g}{\mu}$$

$$CV_p = \frac{\delta_p}{\mu}$$

جدول ۲-ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این مطالعه

| شماره ژنوتیپ | نام ژنوتیپ | شماره ژنوتیپ | نام ژنوتیپ | شماره ژنوتیپ | نام ژنوتیپ | شماره ژنوتیپ | نام ژنوتیپ | شماره ژنوتیپ | نام ژنوتیپ | شماره ژنوتیپ | نام ژنوتیپ | شماره ژنوتیپ | نام ژنوتیپ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | توده مرکزی | ۱۱ | مرکزی ۳ | ۲۱ | داراب ۱۴ | ۳۱ | اردستان ۲ | ۴۱ | برازجان ۱ | ۵۱ | مبارکه ۳ | ۶۱ | بیرجند ۲ |
| ۲ | اردستان ۵ | ۱۲ | تک بوتهٔورامین | ۲۲ | اهواز ۵ | ۳۲ | رقم پاکستان سفید | ۴۲ | رقم چینی | ۵۲ | مبارکه ۱ | ۶۲ | شیراز ۱۰ |
| ۳ | اهواز ۷ | ۱۳ | بیرجند ۶ | ۲۳ | گلپایگان ۲ | ۳۳ | شیراز ۹ | ۴۳ | مرکزی ۱ | ۵۳ | شیراز ۲ | ۶۳ | اهواز ۸ |
| ۴ | گلپایگان ۱ | ۱۴ | شیراز ۵ | ۲۴ | تودهٔ گلپایگان | ۳۴ | توده اردستان | ۴۴ | توده شیراز | ۵۴ | اهواز ۴ | ۶۴ | اهواز۱۲ |
| ۵ | تک بوتهٔ اولتان | ۱۵ | شیراز۱ | ۲۵ | بیرجند ۵ | ۳۵ | رقم ناز تک‌شاخ | ۴۵ | اهواز ۱۱ | ۵۵ | رقم ورامین | ۶۵ | اهواز ۱۳ |
| ۶ | اهواز ۹ | ۱۶ | جیرفت۲ | ۲۶ | رقم مغان ۱۱ | ۳۶ | شیراز ۶ | ۴۶ | گلپایگان ۵ | ۵۶ | گلپایگان ۴ | ۶۶ | گلپایگان ۳ |
| ۷ | رقم TN-240 | ۱۷ | داراب ۱ | ۲۷ | اردستان ۴ | ۳۷ | تک‌بوتهٔ صفی‌آبادی | ۴۷ | بیرجند۱ | ۵۷ | اهواز ۱ | ۶۷ | شیراز ۳ |
| ۸ | اهواز۶ | ۱۸ | شیراز ۱۱ | ۲۸ | رقم اولتان | ۳۸ | مبارکه ۴ | ۴۸ | رقم یکتا | ۵۸ | بیرجند ۳ | ۶۸ | مبارکه ۲ |
| ۹ | تودهٔ بیرجند | ۱۹ | تک‌بوته یکتا | ۲۹ | شیراز ۷ | ۳۹ | اهواز ۱۱ | ۴۹ | رقم پنجاب | ۵۹ | توده مبارکه | ۶۹ | اهواز ۳ |
| ۱۰ | شیراز ۴ | ۲۰ | شیراز ۸ | ۳۰ | اردستان ۳ | ۴۰ | اردستان ۱ | ۵۰ | بیرجند ۴ | ۶۰ | مرکزی ۲ | ۷۰ | اهواز ۱۰ |

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ کلیه صفات از جمله صفات تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی دارای تفاوت معنی‌دار بودند (جدول ۳). تعداد روز تا رسیدگی در کنجد از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد و زودرسی برای همزمان نشدن دوره رسیدگی محصول با شرایط نامطلوب اقلیمی درآخر فصل صفتی مهم به‌شمار می‌رود. در این آزمایش بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ تعداد روز تا رسیدگی تنوع زیادی مشاهده شد، بطوری‌که میانگین این صفت برای کلیه ژنوتیپ‌ها برابر ۱۵۱ روز و ژنوتیپ انتخابی از توده بیرجند با ۱۷۰ روز دارای طولانی‌ترین دوره رسیدگی و ژنوتیپ یکتا با ۱۱۸ روز دارای کمترین میانگین برای این صفت بودند. ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای این صفت به ترتیب ۶ و ۵ درصد به‌دست آمد (جدول ۴). با توجه به تفاوت اندک بین این دو ضریب، می‌توان نتیجه گرفت که بخش قابل توجهی از تنوعات مشاهده شده برای این صفت توسط عوامل ژنتیکی ایجاد شده است. وراثت پذیری عمومی این صفت متوسط (۶۸/۴ درصد) می‌باشد. کانداسمی و تانگارلا (۱۳) ضریب تنوع ژنتیکی کم و وراثت‌پذیری بالایی را برای این صفت گزارش نمودند. وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام از لحاظ دوره رسیدگی امکان تولید ارقام با دوره رسیدگی مناسب را فراهم می‌کند.

اثر ژنوتیپ بر صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین ژنوتیپ‌ها برای این صفت برابر ۱۵۱/۱۱ سانتی متر و رقم پاکستان سفید با ۱۲۲/۸ سانتی‌متر کوتاه‌ترین و ژنوتیپ انتخابی از توده شیراز با ۱۷۹/۳ سانتی‌متر بلندترین بودند. برای این صفت ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی به ترتیب ۹/۲۵ و ۷/۴۹ درصد حاصل شد. مقادیر این ضرایب و وراثت‌پذیری عمومی این صفت (۶۵/۶ درصد) گویای این است که تأثیر عوامل محیطی بر این صفت نسبتاً کم می‌باشد (جدول ۴) و در سایر مطالعات نیز وراثت‌پذیری عمومی بالایی برای این صفت گزارش شده است (۱۸، ۲۳ و ۲۴). ارتفاع بوته مناسب جهت برداشت مکانیزه کنجد مؤثر می‌باشد. هم‌چنین ژنوتیپ‌هایی که ارتفاع بوته زیادی دارند احتمال خوابیدگی و در نتیجه کاهش عملکرد آن‌ها وجود دارد (۱۹). لذا ارتفاع بوته در کنجد حائز اهمیت بوده و وجود تنوع ژنتیکی برای این صفت امکان انتخاب بوته‌هایی مناسب از لحاظ ارتفاع را فراهم می‌نماید.

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ صفت تعداد شاخه در بوته با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۳). در مطالعات تانگاول و همکاران (۲۴) نیز بین ارقام کنجد مورد بررسی از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌دار مشاهده شده است. در این مطالعه یک لاین انتخابی از توده شیراز با میانگین ۸/۵ شاخه در بوته دارای بیشترین مقدار این صفت بود، ولی تعدادی از ژنوتیپ‌ها فاقد انشعاب بودند (جدول ۴). ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی برای این صفت به ترتیب ۶۶/۵۱ و ۵۹/۹۲ درصد بدست آمد (جدول ۴). با توجه به اختلاف اندک بین این دو ضریب و هم‌چنین بالا بودن وراثت‌پذیری این صفت (۸۱/۱ درصد) می‌توان استنباط کرد که بیشتر تنوعات مشاهده شده برای این صفت ناشی از عوامل ژنتیکی بوده و انتظار می‌رود بازدهی ناشی از انتخاب آن بالا باشد و بتوان با روش‌های انتخاب مناسب این صفت را بهبود داد. در سایر پژوهش‌ها (۱۸، ۲۳ و ۲۴) نیز وراثت‌پذیری بالایی برای صفت تعداد شاخه در بوته کنجد مشاهده شده است. صفت تعداد شاخه در بوته در برنامه اصلاحی کنجد صفتی مهم محسوب می‌شود، زیرا انواع تک‌ساقه زودرس‌تر هستند و معمولاً یکنواختی رسیدگی بیشتری نسبت به انواع منشعب دارند، هم‌چنین در انواع تک‌ساقه ریزش دانه کمتر است و عملیات برداشت و حمل ونقل آن‌ها نیز راحت‌تر از انواع منشعب می‌باشد (۴).

صفت تعداد کپسول در بوته از اجزای اصلی عملکرد دانه در کنجد است و افزایش آن یکی از اهداف مهم در برنامه اصلاحی کنجد محسوب می‌شود. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش یک لاین انتخابی از توده اهواز با ۱۸۱کپسول در بوته بیشترین میانگین و رقم TN– ۲۴۰ با ۴۶ کپسول در بوته دارای کمترین

میانگین برای این صفت بودند (جدول ۴). برای صفت تعداد کپسول در بوته، ضریب تنوع فنوتیپی ۲۷/۷۶ درصد، ضریب تنوع ژنتیکی ۱۸/۹۹ درصد و وراثت‌پذیری عمومی این صفت نسبتاً پائین (۴۶/۸ درصد) برآورد شد که نشان می‌دهند تأثیر عوامل محیطی بر بروز این صفت نسبتاً زیاد می‌باشد، ولی در سایر مطالعات (۱۸ و ۲۳) قابلیت توارث بالایی برای این صفت مشاهده شده است که این اختلاف در نتایج را می‌توان به تفاوت در شرایط محیطی و ژنوتیپ‌های مورد بررسی ارتباط داد.

در این پژوهش، بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ عملکرد دانه به عنوان مهم‌ترین ویژگی زراعی و اقتصادی کنجد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. میانگین این صفت ۲۷۴۳ کیلوگرم در هکتار بود و دامنه تغییرات وسیعی برای این صفت مشاهده شد، بطوری‌که یک لاین اصلاحی انتخابی از توده اهواز با عملکرد ۴۶۵۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین و رقم پاکستان سفید با ۱۰۸۹ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میانگین عملکرد دانه بودند. ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی این صفت به ترتیب ۲۵/۳۴ و ۲۲/۰۲ درصدبدست آمد و وراثت‌پذیری این صفت نیز بالا و برابر ۷۵/۵ درصد بود (جدول ۴). راجاراویندران و همکاران (۱۸) نیز وراثت‌پذیری بالایی را برای عملکرد دانه در کنجد گزارش نمودند.

تجزیه خوشه‌ای برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه انجام شد و بر اساس آزمون‌های $T^2$ کاذب هوتلینگ و معیار توان سوم خوشه‌ها (CCC)، ۳ گروه کاملاً مجزا شناسایی شد. در گروه اول ۲۸ ژنوتیپ (شامل لاین‌های انتخابی از توده‌های اردستان، اهواز ، بیرجند،گلپایگان و مرکزی به همراه توده‌های اردستان،گلپایگان،مبارکه و مرکزی و ارقام چینی و یکتا همچنین لاین‌های انتخابی از درون رقم یکتا) ، در گروه دوم ۱۳ ژنوتیپ (شامل لاین‌های انتخابی اردستان، اهواز،گلپایگان و مبارکه به همراه ارقام ناز تک‌شاخ و ورامین) و در گروه سوم ۲۹ ژنوتیپ (شامل توده-های شیراز و بیرجند به همراه ارقام مغان ۱۱، جیرفت۲، داراب ۱، داراب ۱۴، TN-۲۴۰، اولتان، پاکستان سفید، پنجاب و همچنین لاین‌های انتخابی از توده‌های شیراز و بیرجند) قرار گرفت (شکل ۱).

جهت اطمینان از صحت گروهبندی انجام شده و همچنین به منظور انجام مقایسه در بین گروه‌ها از نظر صفات اندازه‌گیری شده، تجزیه واریانس بر اساس طرح کاملاً تصادفی نامتعادل انجام شد و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها برای صفات مختلف به جز تعداد روز تا رسیدگی مشاهده شد (جدول ۵). ژنوتیپ‌های گروه دوم دارای بیشترین تعداد روز تا گلدهی، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه بودند و ژنوتیپ‌های گروه سوم دارای کمترین مقدار صفات تعداد کپسول در بوته و عملکرد بودند ولی بیشترین میانگین وزن دانه را داشتند. ژنوتیپ‌های گروه اول دارای تعداد شاخه در بوته و ارتفاع کمتر می‌باشند (جدول ۵).

## نتیجه‌گیری

بطورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ کلیه صفات دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند و تنوع زیادی بین لاین‌ها از نظر صفات تعداد شاخه در بوته و تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه وجود دارد که از این تنوع می‌توان در جهت بهبود ژنتیکی صفات مذکور استفاده کرد. کمترین وراثت‌پذیری مربوط به صفت تعداد روز تا سبز شدن بود، همچنین بین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی این صفت تفاوت زیادی وجود داشت که می‌توان نتیجه گرفت تأثیر عوامل محیطی روی این صفت قابل توجه می‌باشد. بیشترین وراثت‌پذیری برای صفت تعداد شاخه در بوته بدست آمد. در این بررسی عملکرد دانه، به عنوان مهم‌ترین ویژگی زراعی و اقتصادی گیاه دارای دامنه تغییرات وسیعی بود و وراثت‌پذیری بالایی (۷۵/۵ ٪) داشت. بر اساس تجزیه خوشه‌ای ۷۰ ژنوتیپ در ۳ گروه مجزا قرار گرفتند، بین ژنوتیپ‌های گروه‌های مختلف از لحاظ کلیه صفات به جز تعداد روز تا رسیدگی اختلاف معنی‌دار وجود داشت، ژنوتیپ‌های گروه ۲ به علت داشتن عملکرد بالا ارزشمند هستند، این ژنوتیپ‌ها همچنین دارای بیشترین تعداد کپسول در بوته بودند و میانگین تعداد شاخه در بوته آن‌ها نیز پائین بود ، در نتیجه می‌توان در برنامه‌های اصلاحی از این ژنوتیپ‌ها جهت انتقال صفات مذکور استفاده کرد.

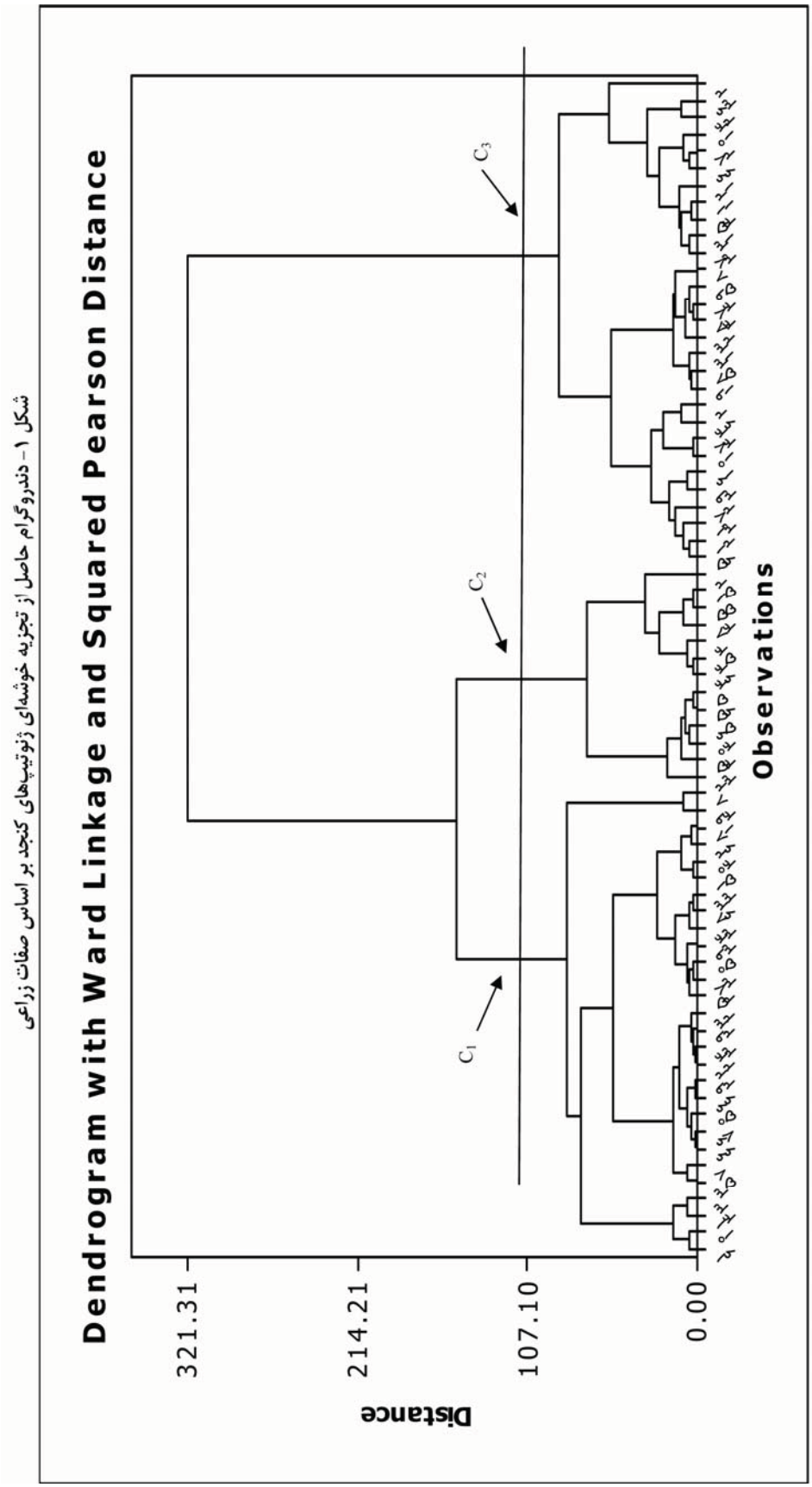
**جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس ( میانگین مربعات) برای صفات مختلف در ژنوتیپ‌های کنجد**

| منابع تغییر | درجه آزادی | روز تا سبز شدن | روز تا ۵۰٪ گلدهی | روز تا گلدهی کامل | روز تا رسیدگی | تعداد شاخه در بوته | تعداد کپسول در بوته | تعداد دانه در کپسول | ارتفاع بوته | وزن ۲۰۰ دانه | عملکرد دانه در بوته | عملکرد دانه در واحد سطح |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۱ | ۰/۳۵$^{ns}$ | ۶/۹$^{ns}$ | ۷۵/۸$^{**}$ | ۸/۸$^{ns}$ | ۰/۳۵$^{ns}$ | ۱۰۴$^{ns}$ | ۲۰۷/۵$^{*}$ | ۱۶/۰$^{ns}$ | ۰/۰۰۱۷$^{ns}$ | ۱۳/۲$^{ns}$ | ۷۶۸۸۶۲$^{ns}$ |
| ژنوتیپ | ۶۹ | ۰/۴۷$^{*}$ | ۱۰/۶$^{**}$ | ۲۲/۵$^{**}$ | ۱۶۴/۹$^{**}$ | ۸/۶۸$^{**}$ | ۱۵۵۶$^{**}$ | ۱۱۹/۳$^{**}$ | ۳۹۱/۰$^{**}$ | ۰/۰۰۶$^{**}$ | ۵۸/۲$^{**}$ | ۹۶۶۲۶۷$^{**}$ |
| خطا | ۶۹ | ۰/۳۱ | ۳/۳ | ۵/۳ | ۵۰/۵ | ۱/۶۴ | ۸۲۷ | ۵۱/۳ | ۱۳۴/۵ | ۰/۰۰۱۸ | ۳۰/۰۰ | ۲۳۶۷۰۲ |

ns،*و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ٤- دامنه، میانگین، واریانس‌های ژنتیکی و فنوتیپی، ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی و وراثت‌پذیری برای صفات مختلف ژنوتیپ‌های کنجد

| صفت | دامنه | | ژنوتیپ با مقدار | | میانگین | واریانس فنوتیپی | واریانس ژنتیکی | ضریب تنوع فنوتیپی (درصد) | ضریب تنوع ژنتیکی (درصد) | وراثت‌پذیری عمومی (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | بیشترین | کمترین | بیشترین | کمترین | | | | | | |
| تعداد روز تا سبز شدن | ۱۰/۵۰ | ۹ | تعدادی از ژنوتیپ‌ها | تعدادی از ژنوتیپ‌ها | ۹/۳ | ۰/۲۳۶ | ۰/۰۸۳ | ۵/۲۴ | ۳/۱ | ۳۵/۲ |
| تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی | ۶۴/۵۰ | ۵۱ | اردستان ۵ | مرکزی ۱ و مرکزی ۳ | ۵۶/۷ | ۵/۲۸ | ۳/۶۲ | ۴/۰۵ | ۳/۲۵ | ۶۸/۶ |
| تعداد روز تا گلدهی کامل | ۷۰/۵۰ | ۵۵ | اردستان ۵ و شیراز ۸ | مرکزی ۱و مرکزی ۳ | ۶۲/۱ | ۱۱/۲۶ | ۸/۶۳ | ۵/۴۰ | ۴/۷۳ | ۷۶/۶ |
| تعداد روز تا رسیدگی | ۱۶۹/۵۰ | ۱۱۸ | بیرجند ۶ | رقم یکتا و تک بوته یکتا | ۱۵۱/۲ | ۸۲/۴۴ | ۵۷/۲ | ۶/۰۰ | ۵/۰۰ | ۶۸/۴ |
| تعداد شاخه در بوته | ۸/۵۰ | ۱ | شیراز ۱۰ | تعدادی از ژنوتیپ‌ها | ۳/۱ | ۴/۳۴ | ۳/۵۲ | ۶۶/۵۱ | ۵۹/۹۲ | ۸۱/۱ |
| تعداد کپسول در بوته | ۱۸۱/۰۰ | ۴۶/۰۰ | اهواز ۶ | رقم TN_240 | ۱۰۰ | ۷۷۸ | ۳۶۴ | ۲۷/۷۶ | ۱۸/۹۹ | ۴۶/۸ |
| تعداد دانه در کپسول | ۷۹/۰۰ | ۳۹/۰۰ | مبارکه ۱ | شیراز ۱۱ | ۵۶ | ۶۰ | ۳۴ | ۱۲/۸۸ | ۱۰/۴۷ | ۵۶/۹ |
| ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | ۱۷۹/۳۰ | ۱۲۲/۸۰ | شیراز ۱۰ | پاکستان سفید | ۱۵۱/۱۱ | ۱۹۵ | ۱۲۸ | ۹/۲۵ | ۷/۴۹ | ۶۵/۶ |
| وزن ۲۰۰ دانه (گرم) | ۰/۷۸ | ۰/۵۰ | داراب ۱ | رقم یکتا | ۰/۶۸ | ۰/۰۰۲۹ | ۰/۰۰۲۱ | ۸/۰۶ | ۶/۷۷ | ۷۰/۶ |
| عملکرد دانه در بوته (گرم) | ۳۵/۹۳ | ۸/۲۶ | مبارکه ۱ | TN_240 رقم | ۱۸/۵۵ | ۲۹/۰۸ | ۱۴/۰۸ | ۲۹/۰۷ | ۲۰/۲۲ | ۴۸/۴ |
| عملکرد دانه در هکتار (کیلوگرم) | ۴۶۵۰/۰۰ | ۱۰۸۹/۰۰ | اهواز ۱۱ | رقم پاکستان سفید | ۲۷۴۳ | ۴۸۳۱۳۴ | ۳۶۴۷۸۲ | ۲۵/۳۴ | ۲۲/۰۲ | ۷۵/۵ |




شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های کنجد بر اساس صفات زراعی

**جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های کنجد بر اساس صفات زراعی**

| صفات | میانگین مربعات بین گروه‌ها | میانگین مربعات داخل گروه‌ها | میانگین گروه‌ها | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | گروه۱ | گروه۲ | گروه۳ |
| روز تا سبز شدن | ۲/۹۱** | ۰/۱۵۶ | ۹/۰۵a | ۹/۰۰a | ۹/۶۲b |
| روز تا۵۰٪گلدهی | ۴۸/۷۱۴** | ۳/۹۸۴ | ۵۵/۵۸۹a | ۵۸/۸۸۴b | ۵۶/۸۷۹c |
| روز تا گلدهی کامل | ۱۰۰/۱۲۷** | ۸/۶۱۰ | ۶۰/۱۷۸a | ۶۴/۶۱۵b | ۶۲/۸۱b |
| روز تا رسیدگی | ۱۰۴/۶۷۱ | ۸۱/۷۷۵ | ۱۴۹/۳۲۱a | ۱۵۳/۹۶۱a | ۱۵۱/۸۲۷a |
| تعداد شاخه در بوته | ۸۸/۲۸۱** | ۱/۸۳۲ | ۱/۶۷۳a | ۲/۰۷۶a | ۵/۰۱۲b |
| تعداد کپسول در بوته | ۱۰۶۰۷/۲۶۱** | ۴۸۴/۴۷۹ | ۱۰۳/۱۸۹a | ۱۳۱/۹۶۹b | ۸۳/۷۴۸c |
| تعداد دانه در کپسول | ۲۰۶/۷۲۹* | ۵۵/۲۴۵ | ۵۷/۲۲۲a | ۵۸/۵۷۸a | ۵۲/۸۱۶b |
| ارتفاع (سانتی‌متر) | ۱۰۳۲/۳۹۹** | ۱۷۰/۵۰۷ | ۱۴۴/۷۸۵a | ۱۵۸/۵۶۹b | ۱۵۳/۸۷۴b |
| وزن ۲۰۰ دانه (گرم) | ۰/۰۶۵** | ۰/۰۰۱ | ۰/۶۳۷a | ۰/۶۵۱a | ۰/۷۲۸b |
| عملکرد دانه در بوته (گرم) | ۴۵۲/۱۵۶** | ۱۶/۴۵۲ | ۱۸/۴۸۸a | ۲۵/۵۲۴b | ۱۵/۴۸۸c |
| عملکرد دانه در هکتار (کیلوگرم) | ۳۱۵۰۳۰۷** | ۴۰۳۵۱۶۰ | ۲۷۶۲a | ۳۳۰۸b | ۲۴۷۱a |

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

برای هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

ژنوتیپ‌های گروه ۱ نیز دارای کمترین ارتفاع و انشعاب می‌باشند. بنابراین برای اصلاح این دو صفت می‌توان از این گروه استفاده کرد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای می‌توان از طریق تلاقی بین ژنوتیپ‌های برتر خوشه‌های مختلف و آزمون نتاج، نسبت به تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب اقدام نمود. وجود تنوع ژنتیکی برای صفات مختلف و لاین‌های مطلوب نیز امکان تولید هیبریدهای برتر را فراهم می‌نماید.

## منابع


۱- ارزانی، ا. ۱۳۷۸. اصلاح گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحه ۸۷- ۱۰۰.

۲- امینی، ف. ۱۳۸۵. بررسی تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ با استفاده از صفات مورفولوژیک نشانگر مولکولی RAPD، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳- اهدایی، ب. ۱۳۷۹. اصلاح نباتات. نشر مشهد، صفحه ۵۱- ۱۰۰.

۴- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحه ۱۲۷- ۱۴۸.

۵- فرشادفر، ع. ا. ۱۳۸۴. اصول و روش‌های آماری چند متغیره. انتشارات طاق‌بستان، صفحه ۵۵۰- ۶۸۹.

6- Bedigian, D., C. A. Smyth and J. R. Harlan. 1986. Pattern of morphological variation in *Sesamum indicum.* Economic Botany. 3: 353- 365.

7- Bisht, I. S., R. K. Mahajan, T. R. Lokuathan, and R. C. Agrawal. 1998. Diversity in Indian sesame collection and stratification of germplasm accessions in different diversity groups. Genetic Resources and Crop Evolution. 5: 325- 335.

8- Brar, G. S. 1982. Variation and correlation in oil content and fatty acid composition of sesame. Indian Journal of Agricultural Sciences. 52: 27- 30.

9- Falconer, D. S. and T. F. C. Mackey. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longman Group Ltd. Harlow, UK, 187- 246.

10- Fanous, M. A., D. E. Weibel and R. D. Morrison. 1971. Quantitative inheritance of some head and seed characteristics in sorghum. Crop Science. 11: 787- 789.

11- Gupta, R. R., B. M. S. Pariha and P. K. Gupta. 2001. Genetic diversity for some metric characters in sesame. Crop Research. 28: 350- 354.

12- Hill, J., H. C. Becker and P. M. A. Tigerstedt. 1988. Quantitative and Ecological Aspect of Plant Breeding. Chapman and Hall. London, 43- 50.

13- Kandasmi, V. M. and S. Thangarella. 1992. Variability of metric and character association in sesame in two seasons. Sesame and Safflower Newsletter 58: 10- 12.

14- Kearsey, M. J. 1993. Biometrical genetic in plant breeding. In: Hayward, M. D. and Ramagosta, N. O. (eds.), Plant Breeding Principle and Prospects. Chapman and Hall. London, 48- 50.
15- Mkamilo, G.S. and D. Bedigian. 2007. *Sesamum indicum* L. In H.A.M. van der Vossen and G.S. Mkamilo, eds. Vegetable Oils. Plant Resources of Tropical Africa [PROTA]. 14: 153-158.
16- Navale, P. A., C. A. Nimbalkar and H. T. Gandhi. 2001. Genetic divergence in sesame. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. 26: 144- 146.
17- Omoigui, L. O., M. F. Ishiyoku, A. Y. Kamara, S. O. Alabi and S. G. Mohammed. 2006. Genetic variability and heritability studies of some reproductive traits in cowpea. African Journal of Biotechnology. 5: 1191- 1195.
18- Rajaravindran, G., M. Kingshlin and N. Shumagavalli. 2000. Heritability and genetic advance in sesame (*Sesamum indicum* L.). Sesame and Safflower Newsletter 15: 23- 26.
19- Ram, J. 2005. Genetic resource, chromosome engineering and crop improvement. Taylor & Francis Publication, 231.
20- Roebbelen, G., R. K. Downey and A. Ashri. 1989. Oil crop of the world. MC Graw- Hill Pub, New York, 375- 388.
21- Sakila, M., S. M. Ibrahim, A. Kalamani and S. Backiyarani,2000. Correlation studies in sesame *(Sesamum indicum* L.). Sesame and Safflower Newsletter 15: 26- 29.
22- Sharma, B. D. and D. K. Hore. 1993. Multivariate analysis of divergence in upland rice. Journal of Agricultural Science. 63: 515-517.
23- Solanki, Z. S. and D. Gupta. 2000. Genetic diversity, heritability and genetic advance in sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Oilseeds Research. 18: 25- 29.
24- Tangavel, P. K. Saravanan, P. Senthil- Kumar, Y. Anbuselvan and J. Ganesan. 2000. Variability, heritability and genetic advance in sesame (*Sesamum indicum* L.). Sesame and Safflower Newsletter 15: 19- 23.
25- Yermanos, D. M., S. Hemstreet, W. Saleeb and C. K. Huszar. 1972. Oil content and composition of the seed in the world collection of sesame introduction. Journal of American Oil Chemical Society. 49: 20-23.