

ارزیابی تنوع ژنتیکی در لاین‌های پیشرفته کلزای زمستانه

لیلی علیزاده^۱، بهرام علیزاده^۲، فرزاد جاویدفر^۲ و فرخ درویش^۳

چکیده

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی، شناسایی و نیز انتخاب لاین‌های برتر کلزا، تعداد ۲۰ لاین پیشرفته در آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین لاین‌ها برای تعداد روز تا گل‌دهی، پایان گل‌دهی و رسیدگی، طول دوره گل‌دهی، طول ساقه اصلی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، طول خورجین اصلی، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و بوته اختلاف معنی‌داری وجود دارد. برآورد وراثت‌پذیری عمومی نشان داد که تعداد روز تا آغاز گل‌دهی و رسیدگی و وزن هزار دانه به ترتیب با مقدار ۹۸/۲۷، ۹۲/۵۲ و ۹۱/۷۳ گرم دارای بیشترین مقدار وراثت‌پذیری عمومی بودند. تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و بوته به ترتیب با ۲۳/۱۳ و ۱۶/۷۲ بیشترین ضریب تغییرات ژنوتیپی را نشان دادند. مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که لاین‌های شماره ۱، ۹ و رقم شاهد زرفام به ترتیب با ۳/۴۹، ۳/۳۴ و ۳/۱۳ تن در هکتار بالاترین عملکرد را داشتند. عملکرد روغن در سطح احتمال ۱٪ همبستگی مثبت و معنی‌دار، درصد روغن همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و طول خورجین فرعی همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱۰٪ با عملکرد دانه داشتند. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مقایسه را به سه گروه متمایز دسته‌بندی نمود. یکی از این گروه‌ها در برگ‌گیرنده لاین‌های پر محصول بود که از آن می‌توان برای انتخاب لاین‌هایی با عملکرد بالا در برنامه‌های به‌نژادی بهره‌برداری نمود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، عملکرد، اجزای عملکرد، واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری عمومی.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۶/۶ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

۳-۱ به ترتیب فرهیخته کارشناسی ارشد و استاد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران I_alizadeh_87@yahoo.com

۲- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

مقدمه

پس از سویا و نخل روغنی، کلزا سومین گیاه روغنی مهم جهان می باشد که به علت دارا بودن دو تیپ بهاره و زمستانه کشت آن در طیف گسترده‌ای از شرایط اقلیمی امکان‌پذیر است (Ahmadi, 1996; Roodi et al. 2003). کلزا به‌عنوان یکی از دانه‌های روغنی جدید دارای ویژگی‌های منحصر به فرد می باشد که آن را از سایر دانه‌های روغنی متمایز می‌سازد. توانایی بذور گونه‌های کلزا برای جوانه زدن و رشد در دماهای پایین باعث شده است که این گونه‌ها به عنوان یکی از معدود گیاهان زراعی و روغنی در مناطق معتدل با ارتفاعات بالا و تحت شرایط سرما و خشکی به‌صورت زمستانه کشت شود (Azizi et al. 1997; Amiri Oghan et al., 2001). روغن ارقام اصلاح شده کلزا در مقایسه با روغن دانه‌های روغنی دیگر به دلیل داشتن درصد بیشتری از اسیدهای چرب اشباع نشده و فاقد کلسترول از کیفیت تغذیه‌ای بالایی برخوردار است (Ahmadi, 1996).

بررسی تنوع ژنتیکی ۷۹ لاین کلزای مصنوعی در مقایسه با دو رقم شاهد سرز و لیرادنا طی دو سال آزمایش در مزرعه و گلخانه نشان داد که کمترین تغییرات ژنتیکی برای تعداد روز تا شروع گل‌دهی و درصد روغن و بالاترین آن مربوط به مقاومت به سرما، رشد پس از زمستان، سطح برگ، قطر ساقه و عملکرد دانه وجود دارد (Ahmadi, 1991). تعداد روز تا شروع گل‌دهی با ۸۴/۵ درصد و مقدار روغن با ۷۹ درصد، بالاترین وراثت‌پذیری عمومی و تعداد خورجین در بوته و ریزش برگ‌ها به ترتیب با ۴۸/۶ و ۵۳/۴ درصد کمترین وراثت‌پذیری را نشان دادند. در مطالعات خان و همکاران (Khan et al. 2000) بر روی ۳۰ ژنوتیپ کلزا با منشاء متفاوت، همبستگی عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته به ترتیب ۰/۳۹۷، ۰/۲۸۲ و ۰/۲۸۲ گزارش شد. تریبوی-بلوندل (Triboi-Blondel, 1986) در شش رقم کلزای پاییزه دریافت که تعداد خورجین در بوته و واحد سطح، وزن خورجین و وزن هزار دانه در بین ارقام متفاوت است. میرموسوی و همکاران (Mir Moosavi et al., 2003) با بررسی ضرایب همبستگی ژنوتیپی ۲۹ رقم کلزا پاییزه نتیجه گرفتند که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه،

تعداد روز تا شروع گل‌دهی، طول دوره گل‌دهی و رویش و مقاومت به خوابیدگی و همبستگی منفی و معنی‌داری با درصد روغن داشت.

با توجه به این که تنوع و تغییرات ژنتیکی، پایه و فاصله، اساس شروع هر برنامه به‌نژادی است و موفقیت برنامه‌های اصلاحی در گرو وجود تنوع مناسب و کافی بین مواد گیاهی مورد استفاده می‌باشد، لذا این تحقیق برای بررسی تنوع ژنتیکی، خصوصیات مورفولوژیک، روابط صفات مختلف با یکدیگر و با عملکرد دانه، شناسایی و انتخاب لاین‌های برتر کلزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۰ ژنوتیپ کلزا شامل لاین‌های F_۱ حاصل از روش گزینش شجره‌ای به همراه والدین تلاقی اولیه و ارقام تجاری زمستانه (جدول ۱) در یک آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷، در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در زمینی که سال قبل آیش بود، مقایسه شدند. ارقام در کرت‌هایی به طول ۵ متر و با فاصله ۶۰ سانتی‌متر بین پشته‌ها و به صورت دو ردیف بر روی هر پشته به فاصله ۳۰ سانتی‌متر در تاریخ دهم مهر ماه ۱۳۸۷ به صورت هیرم‌کاری کشت شدند. کلیه عملیات زراعی به‌طور یکنواخت و طبق دستورالعمل مربوطه در همه کرت‌ها اعمال شد. هر کرت آزمایشی به صورت مجزا و دستی برداشت و توسط کمباین کوبیده شد. دانه‌ها بعد از بوجاری و حذف کلش توزین شدند.

صفات تعداد روز تا شروع و پایان گل‌دهی، طول دوره گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در ساقه‌های اصلی، شاخه‌های فرعی و بوته، طول ساقه اصلی، ارتفاع اولین شاخه فرعی از زمین، طول خورجین اصلی و فرعی، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن مورد بررسی قرار گرفتند. پس از یادداشت‌برداری، تجزیه واریانس انجام شد. واریانس ژنتیکی، وراثت‌پذیری عمومی، ضریب تغییرات محیطی و ژنوتیپی محاسبه شدند. برای مقایسه میانگین‌ها معیار حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) محاسبه شد. ضرایب همبستگی دو به دو بین صفات مورد بررسی برآورد شد.

به ترتیب با ۲۳/۱۳ و ۱۶/۷۲ دارای بیشترین ضریب تغییرات ژنوتیپی بودند. هم‌چنین تعداد روز تا پایان گل‌دهی و رسیدگی به ترتیب با ۱/۱ و ۱/۴۶ دارای کمترین ضریب تغییرات ژنوتیپی بودند (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که لاین‌های شماره ۵ و ۳ به ترتیب با ۱۸۹/۷ و ۱۸۹/۳ روز جزء دیررس‌ترین لاین‌ها بودند. ارقام SLM046 و زرفام به ترتیب با ۱۶۵/۳ و ۱۷۳/۳ روز جزء زودرس‌ترین لاین‌ها بودند. لاین‌های ۱۱ و ۲ به ترتیب با ۲۲۴/۳ و ۲۲۳/۳ روز بالاترین تعداد روز تا پایان گل‌دهی را نشان دادند. ارقام SLM046 و زرفام با ۲۰۹/۷ و ۲۱۹/۷ روز کوتاه‌ترین تعداد روز تا پایان گل‌دهی را داشتند. از نظر طول دوره گل‌دهی نیز ارقام زرفام و SLM046 با ۴۶/۳ و ۴۴/۳ روز دارای طولانی‌ترین و لاین‌های شماره ۵ و ۴ با ۳۱/۷ و ۳۳/۰ روز دارای کوتاه‌ترین طول دوره گل‌دهی بودند. با توجه به نقش موثر صفت مذکور در عملکرد دانه تنوع حاصله بسیار موثر می‌باشد. لاین‌های شماره ۱۱ و ۲ به ترتیب با میانگین ۲۵۴/۳ و ۲۵۴/۳ روز طولانی‌ترین دوره رشد و ارقام SLM046 و زرفام به ترتیب با میانگین ۲۳۷/۷ و ۲۴۴/۳ روز دارای کوتاه‌ترین دوره رشد بودند (جدول ۳).

بررسی ارتفاع بوته نشان داد که لاین‌های ۱۱ و ۴ به ترتیب با ۱۵۷/۷ و ۱۳۲/۵ سانتی‌متر بلندترین و رقم SLM046 و لاین شماره ۷ به ترتیب با ۱۰۸/۴ و ۱۱۵/۵ سانتی‌متر دارای کوتاه‌ترین ارتفاع بوته بودند. رقم SLM046 و لاین شماره ۱۱ به ترتیب با میانگین ۵/۸۷ و ۶/۲ بیشترین و لاین‌های شماره ۲۰ و ۱۳ به ترتیب با میانگین ۳/۰ و ۳/۶۷، کمترین شاخه فرعی در بوته را دارا بودند (جدول ۳).

رقم SLM046 و لاین شماره ۷ به ترتیب با میانگین ۱۲۳/۷ و ۸۷/۲ بیشترین و لاین‌های شماره ۲۰ و ۱۰ با میانگین ۳۳/۸ و ۳۶/۷ کمترین تعداد خورجین را دارا بودند. رقم SLM046 و لاین‌های شماره ۵ و ۱۱ به ترتیب با میانگین ۱۵۷/۴، ۱۲۱/۲۷ و ۱۱۵/۱۳ عدد دارای بیشترین و لاین شماره ۲۰ و رقم زرفام به ترتیب با میانگین ۵۸/۵۳ و ۷۳/۶۷ دارای کمترین تعداد خورجین در بوته بودند (جدول ۳).

ارقام SLM046, Fornax و لاین شماره ۱۱ به ترتیب با ۳۹/۰۷، ۳۷/۰۷ و ۳۹/۲ سانتی‌متر بلندترین و لاین شماره ۱۰ و

برای گروه‌بندی لاین‌های مورد آزمایش تجزیه خوشه‌ای (کلاستر بندی) با استفاده از ماتریس فاصله اقلیدسی و روش Ward انجام شد. برای رسم جداول و تجزیه‌های آماری نرم‌افزارهای SPSS, Excel, و MSTATC (Alizadeh and Tarinejad, 2010) مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده (جدول ۲) نشان داد که بین ژنوتیپ‌های کلزا از نظر تعداد روز تا شروع، پایان گل‌دهی و رسیدگی، طول دوره گل‌دهی، طول ساقه اصلی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، طول خورجین اصلی، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت. معنی‌دار شدن اختلاف لاین‌ها از نظر اکثر صفات مورد مطالعه در این آزمایش بیانگر این موضوع است که اختلاف ژنتیکی زیادی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود دارد و از تغییرات مطلوب بین ژنوتیپ‌ها می‌توان در برنامه‌های به‌هژادی مختلف بهره جست. نتایج به‌دست آمده در رابطه با واریانس ژنتیکی نشان داد که بیشترین واریانس ژنتیکی مربوط به تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و بوته به میزان ۲۱۰/۶۸ و ۲۶۳/۴۸ و کمترین واریانس ژنتیکی مربوط به طول خورجین اصلی و عملکرد روغن به ترتیب به میزان ۰/۰۹ و ۰/۰۲ بوده است. صفات تعداد روز تا شروع، پایان گل‌دهی و رسیدگی، طول دوره گل‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و بوته، طول ساقه اصلی، ارتفاع اولین شاخه فرعی از زمین، طول خورجین اصلی، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد دانه و روغن دارای وراثت‌پذیری بالای ۵۰٪ بودند. هم‌چنین تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی به ترتیب با ۹۸/۲۷ و ۹۲/۵۲ و ارتفاع بوته و تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی به ترتیب با ۵۱/۹۶ و ۵۰/۸۲ دارای بیشترین و کمترین وراثت‌پذیری بودند.

بیشترین ضریب تغییرات محیطی مربوط به تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و بوته به ترتیب با میزان ۳۹/۴ و ۲۵/۷۹ بود و کمترین ضریب تغییرات محیطی مربوط به تعداد روز تا شروع، پایان گل‌دهی و رسیدگی به ترتیب با میزان ۰/۸۱، ۱/۲۱ و ۰/۷۲ بوده است. تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و بوته

کلیدی در افزایش عملکرد ارقام جدید کلزا استرالیایی به شمار می‌رود.

آلن و مورگان (Allen and Morgan 1975) و تورلینگ (Thurling, 1974) رابطه مشخص و ثابتی بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه کلزا به دست نیاوردند و بیان داشتند که رابطه بین اجزای عملکرد در کلزا به شدت متأثر از تنش‌ها و شرایط محیطی می‌باشد. اوزر و همکاران (Özer et al. 1999) نیز در بررسی ۱۴ رقم کلزای بهاره طی دو سال این مطلب را تأیید کردند. اکبر و همکاران (Akbar et al. 2003) در مطالعه ارقام خردل، شاهد همبستگی منفی بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه بودند. لیونیتون و همکاران (Lionneton, et al. 2004) بین عملکرد دانه و وزن هزاردانه همبستگی مشاهده نکردند. ژانگ و ژویی (Zhang and Zhoui, 2006) بین عملکرد دانه و هیچ صفتی به جز وزن هزار دانه همبستگی معنی‌داری مشاهده نکردند.

تجزیه کلاستر ۲۰ ژنوتیپ مورد مطالعه را در سه گروه قرار داد. در گروه اول ۱۲ لاین، در گروه دوم ۷ لاین و در گروه سوم SLM046 قرار گرفت (شکل ۱). رقم اخیر به علت داشتن کمترین تعداد روز تا گل‌دهی، پایان گل‌دهی و رسیدگی و نیز پاکوتاهی و داشتن بیشترین تعداد خورجین از بقیه ژنوتیپ‌ها متمایز گردید. رشیدی‌فر و همکاران (Rashidifar et al. 2010) نیز تنوع ژنتیکی ۳۹ رقم کلزای زمستانه را بررسی و نشان داد که تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و معیار ضریب فاصله مربع اقلیدسی ارقام مختلف کلزا را در چهار گروه متمایز گروه‌بندی کرد.

نتایج این بررسی نشان داد که از نظر صفات مورد مطالعه، تغییرات بالایی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود دارد، به طوری که اختلاف لاین‌ها برای بیشتر صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌داری بودند. لذا جهت اهداف به‌نژادی از جمله افزایش عملکرد و زودرسی و دیگر صفات مهم زراعی می‌توان از آن‌ها بهره جست. کریمی (Karimi, 2009) در ۹۹ ژنوتیپ کلزای زمستانه نشان داد که بیشترین واریانس ژنتیکی مربوط به تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و کمترین آن مربوط به قطر ساقه، عملکرد دانه و طول خورجین فرعی بود. صفات فنولوژیک، ارتفاع بوته و اولین شاخه فرعی از زمین، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و بوته، طول

رقم زرفام با ۲۴/۲ و ۲۶/۳۸ سانتی‌متر دارای کوتاه‌ترین ساقه اصلی بودند. لاین‌های شماره ۱۱ و ۴ با میانگین ارتفاع ۹۹/۰۷ و ۸۷/۶۷ سانتی‌متر بیشترین و رقم SLM046 و لاین شماره ۷ با میانگین ۳۹/۶ و ۵۳/۲۷ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع اولین شاخه فرعی از سطح زمین بودند. لاین‌های شماره ۱۱ و ۱۲ با ۵/۶۴ و ۵/۳۷ سانتی‌متر بلندترین و ارقام Zرفام، Okapi و لاین شماره ۸ به ترتیب با ۴/۰۹، ۴/۵۷ و ۴/۵۷ سانتی‌متر دارای کوتاه‌ترین طول خورجین اصلی بودند. لاین‌های شماره ۱۴ و ۱ با میانگین ۳/۵۶ و ۳/۵۴ گرم بیشترین و لاین‌های شماره ۴ و ۱۰ با میانگین ۲/۹۸ و ۳ گرم کمترین وزن هزار دانه را داشتند. ارقام زرفام و Okapi با ۴۰/۳۶ و ۴۰/۲۳ درصد بیشترین و لاین‌های شماره ۳ و ۴ با ۳۵/۸ و ۳۶/۸ درصد دارای کمترین درصد روغن بودند (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که لاین‌های شماره ۹ و ۱ به ترتیب با ۳/۴۹ و ۳/۳۴ بیشترین و لاین‌های شماره ۷ و ۴ به ترتیب با میانگین ۲/۰۵ و ۲/۰۹ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشتند. هم‌چنین لاین‌های شماره ۸ و ۱ به ترتیب با میانگین ۱/۳۳ و ۱/۲۹ تن در هکتار دارای بیشترین و لاین‌های شماره ۷ و ۴ به ترتیب با میانگین ۰/۷۶ و ۰/۷۷ تن در هکتار دارای کمترین عملکرد روغن بودند (جدول ۳).

ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد دانه با عملکرد روغن همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ($r=0/985$)، با درصد روغن همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱۰٪ ($r=0/518$) و با طول خورجین فرعی همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱۰٪ ($r=-0/337$) دارا بود. بالاترین همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بین عملکرد روغن و دانه و بین تعداد خورجین در بوته و تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی به ترتیب با میزان ۰/۹۸۵ و ۰/۹۷۳ تعلق داشت. تورلینگ (Thurling, 1974) نشان داد که همبستگی بین تعداد دانه در هر خورجین و عملکرد معنی‌دار نیست. اما اگر تعداد خورجین در بوته ثابت نگه داشته شود، تعداد دانه در هر خورجین تاثیر قابل ملاحظه بر عملکرد نشان خواهد داد. تولیت ابوالحسنی (Toliat Abolhasani, 1996) وزن هزار دانه و پس از آن تعداد دانه در خورجین را در عملکرد دانه مهم دانست. مندهام و همکاران (Mendham et al. 1984) نشان دادند که افزایش تعداد دانه در خورجین عامل

تعداد روز تا شروع گل دهی کمتری برخوردار باشند، از عملکرد بالاتری نیز برخوردار هستند. با توجه به نتایج تجزیه کلاستر، به دلیل این که لاین های شماره ۹ و ۱ که دارای عملکرد دانه بالایی بودند و در گروه اول قرار گرفته اند، می توان نتیجه گرفت که این گروه شامل لاین های پرمحصولی بوده و از بین آنها می توان ارقام پرمحصول را استخراج و مورد بهره برداری قرار داد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نگارندگان از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و بخش تحقیقات دانه های روغنی به خاطر تامین بذر، زمین و امکانات پژوهش سپاسگزاری می نمایند.

ساقه اصلی، ارتفاع وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن از وراثت پذیری عمومی و ضریب تغییرات ژنتیکی بالایی برخوردار هستند. با توجه به مقایسه میانگین ها مشخص شد که بیشترین قطر ساقه مربوط به لاین شماره ۱۴ و SLM046 به ترتیب با میانگین قطر ۰/۸۳ و ۰/۹۳ سانتی متر بوده است. بلندترین ارتفاع اولین شاخه فرعی از زمین نیز مربوط به لاین های شماره ۱۱ و ۴ با میانگین ارتفاع ۹۹/۰۷ و ۸۷/۶۷ سانتی متر بوده است. کوتاه ترین تعداد روز تا شروع گل دهی به SLM046 و رقم زرفام با میانگین طول روز ۱۶۵/۳ و ۱۷۳/۳ روز تعلق داشت. از لحاظ عملکرد دانه نیز لاین های شماره ۱ و ۹ با میانگین ۳/۴۹ و ۳/۳۴ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد بودند.

با توجه به نتایج حاصل از بررسی همبستگی صفات مختلف مشخص شد هر چه ژنوتیپ ها از توان رشد بالاتر و

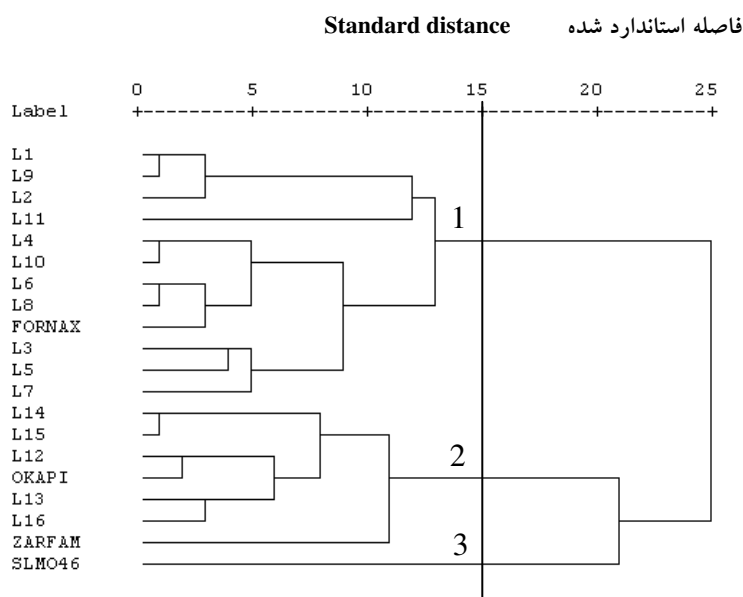
جدول ۱- ژنوتیپ های مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Genotypes used in the experiment

ژنوتیپ	شماره	ژنوتیپ	شماره
Genotype	Number	Genotype	Number
L11-SLM046	11	L1	1
L12	12	L2	2
L13	13	L3	3
L14	14	L4	4
L15	15	L5	5
Okapi	16	L6	6
Zarfam	17	L7	7
Fornax	18	L8	8
SLM046	19	L9	9
L16	20	L10	10

ژنوتیپ های L₁ تا L_{1۰} به استثنای L_{۱۱} لاین های F_۴ ایجاد شده به روش شجره ای از تلاقی Okapi به عنوان والد پدری و Fornax به عنوان والد مادری حاصل شده اند. L_{۱۱} یک لاین S_۴ حاصل از خودباروری رقم تجارتمی SLM046 می باشد

Genotypes L₁ to L₁₆ except L₁₁ are F₄ lines derived from cross between Okapi as male parent and Fornax as female parent using pedigree selection method and L₁₁ is a S₄ line derived from commercial variety SLM046



شکل ۱- دندروگرام ژنوتیپ‌های کلزا با استفاده از روش Ward و معیار فاصله اقلیدسی

Figure 1. Dendrogram of rapeseed genotypes using Ward's method and Euclidean distance measure

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) و برآورد اجزای ژنتیکی، محیطی و وراثت‌پذیری صفات مورد بررسی در آزمایش

Table 2. Analysis of variance (mean squares) and calculation of genetic and environmental components of variation and broad sense heritability for the traits examined in the experiment

صفات Traits	منبع تغییرات S.O.V.	واریانس			ضریب تغییرات محیطی Coefficient of environmental variation	ضریب تغییرات ژنتیکی Genetic coefficient of variation	وراثت‌پذیری عمومی Broad sense heritability	
		بلوک (۲) Block (2)	ژنوتیپ (۱۹) Genotype (19)	خطا (۳۸) Error (38)				ژنتیکی Genetic variance
تعداد روز تا گل‌دهی	No. of days to flowering	25.35**	125.70**	2.17	41.16	0.81	3.51	98.27
تعداد روز تا پایان گل‌دهی	No. of days to end flowering	16.01	24.90**	7.19	5.91	1.21	1.10	71.15
طول دوره گل‌دهی	Flowering period	2.13	59.90**	8.70	17.07	7.75	10.85	85.47
تعداد روز تا رسیدگی	No. of days to ripening	10.55	43.68**	3.27	13.47	0.72	1.46	92.52
ارتفاع بوته	Plant height	240.26	295.80*	142.13	51.24	9.47	5.69	51.96
قطر ساقه	Stem diameter	0.16**	0.01	0.02	-	-	-	-
تعداد شاخه فرعی	No. of branches	0.71	1.62*	0.71	0.30	18.40	12.03	56.18
تعداد خورجین در ساقه اصلی	No. of silique/main stem	7.95	78.20	70.66	2.50	24.46	4.60	9.61
تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی	No. of silique/branches	3731.10**	1243.70*	611.71	210.68	39.41	23.13	50.82
تعداد خورجین در بوته	No. of pods/plant	3395.30**	1417.80*	627.38	263.48	25.79	16.72	55.75
طول ساقه اصلی	Length of main stem	263.42*	56.07**	21.83	14.42	14.58	11.85	66.46
ارتفاع اولین شاخه فرعی	Height of first branch	551.70	497.07**	188.95	102.71	19.11	14.09	61.99
طول خورجین اصلی	Main pod length	0.53**	0.33**	0.07	0.09	5.29	5.98	79.34
طول خورجین ثانوی	Secondary pod length	0.05	0.15	0.08	0.02	5.79	3.07	45.75
وزن هزار دانه	Thousand seed weight	0.13	0.56**	0.04	0.17	6.36	12.22	91.73
درصد روغن	Oil content	0.11	5.16**	0.81	1.45	2.35	3.13	84.17
عملکرد دانه	Seed yield	0.14	0.53**	0.14	0.13	14.47	13.69	72.86
عملکرد روغن	Oil yield	0.01	0.09**	0.02	0.02	15.50	15.08	73.96

* and **: significant at 5 and 1% of probability levels, respectively

** و *** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات مختلف به روش LSD
Table 3. Mean comparison of rapeseed genotypes for the different traits using least significant difference (LSD) method

شماره	ژنوتیپ	تعداد روز تا گل‌دهی	تعداد روز تا پایان گل‌دهی	طول دوره گل‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد خوشه‌ها در شاخه‌ها	تعداد خوشه در بوته	طول شاخه اصلی	ارتفاع اولین شاخه	طول خوشه اصلی	طول خوشه ثانوی	وزن هزار دانه	درصد روغن	مجموعه دانه
		No. of days to flowering	No. of days to end of flowering	Flowering period (day)	No. of days to ripening	Plant height (cm)	No. of branches (cm)	No. of siliques/branches	No. of pods/plant (cm)	Length of main stem (cm)	Height of first branch (cm)	Main pod length (cm)	Secondary pod length (cm)	Thousands seed weight (g)	Oil content (%)	Seed yield (t/ha)
1	L1	187.30	222.30	35.00	252.00	131.60	4.67	54.47	87.20	26.47	82.40	4.81	3.54	38.57	3.34	1.29
2	L2	187.70	223.30	35.70	254.00	125.50	4.80	57.33	94.87	30.20	78.07	5.13	3.38	39.34	3.10	1.22
3	L3	189.30	222.70	33.30	253.70	130.30	4.67	74.73	110.53	36.40	65.73	5.36	3.06	35.81	2.41	0.87
4	L4	188.70	221.70	33.00	253.30	132.50	4.47	61.13	100.62	26.93	87.67	5.12	2.98	36.76	2.09	0.77
5	L5	189.70	221.30	31.70	252.30	130.90	5.33	81.13	121.27	28.47	78.13	4.89	3.17	38.89	2.38	0.92
6	L6	188.30	222.00	33.70	251.00	127.50	4.07	48.67	88.07	32.40	78.47	4.87	3.16	37.38	2.41	0.90
7	L7	179.00	221.70	42.70	250.00	115.50	5.27	87.20	118.20	36.18	53.27	5.00	3.04	37.12	2.05	0.76
8	L8	188.70	222.00	33.30	251.70	127.50	4.87	58.80	94.27	30.13	69.73	4.57	3.28	37.60	2.57	0.97
9	L9	187.30	221.70	34.30	253.30	122.00	4.40	62.00	97.80	28.33	71.07	4.75	3.16	38.09	3.49	1.33
10	L10	188.00	222.30	34.30	252.70	123.10	4.13	36.67	75.33	24.20	80.27	5.04	3.00	37.28	2.22	0.83
11	L11	187.70	224.30	36.70	254.30	157.70	6.20	72.20	115.13	39.20	99.07	5.64	3.04	37.75	3.00	1.13
12	L12	179.00	220.30	41.30	252.70	117.70	4.27	53.87	81.80	36.73	60.07	5.37	3.43	39.93	3.02	1.21
13	L13	179.00	220.70	41.70	252.30	116.00	3.67	42.40	73.80	32.87	67.63	5.19	3.50	40.03	2.17	0.87
14	L14	179.70	221.00	41.30	251.70	125.50	4.33	64.87	95.07	29.80	73.20	5.13	3.56	39.82	2.64	1.05
15	L15	178.30	220.70	42.30	253.00	121.50	4.80	78.00	109.85	29.53	64.53	5.01	3.97	39.57	2.32	0.92
16	Okapi	178.00	220.70	42.70	252.00	117.90	5.00	60.27	86.20	33.20	63.53	4.57	3.49	40.23	2.91	1.17
17	Zarfam	173.30	219.70	46.30	244.30	131.70	3.93	42.00	73.67	26.38	83.20	4.09	4.45	40.36	3.13	1.27
18	Fornax	182.00	220.70	38.70	251.70	129.40	4.13	61.73	102.60	39.60	74.13	4.85	3.29	37.93	2.57	0.98
19	SILM046	165.30	209.70	44.30	237.70	108.40	5.87	123.67	157.40	37.07	39.60	4.98	4.49	39.48	2.52	0.99
20	L16	182.70	221.70	39.00	251.30	124.70	3.00	33.87	58.53	36.80	68.67	5.05	3.27	37.92	2.39	0.91
LSD 5%	2.44	4.43	4.88	2.99	19.71	1.40	40.88	41.40	7.72	22.72	0.43	0.36	1.49	0.63	0.26	

References

منابع

- Ahmadi MR (1991) Investigation of genetic variability in synthetic rapeseed *B. napus* L. var Oleifera. Iranian Agricultural Science 21(3): 42-53. [In Persian with English Abstract].
- Ahmadi MR (1996) Rapeseed breeding. Extension program Bureau, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). [In Persian with English Abstract].
- Akbar M, Mahmood T, Yaqub M, Anvar M, Ali M, Iqbal N (2003) Variability, correlation and path coefficient studies in summer mustard (*Brassica juncea* L.). Asian Journal of Plant Science 2(9): 696-698.
- Alizadeh B, Tarinejad AR (2010) Application of MSTATC software in statistical analysis. 2nd Edition. Setoodeh Pub. Tabriz. [In Persian with English Abstract].
- Allen EJ, Morgan DG (1975) A quantitative comparison of the growth, development and yield of different varieties of oilseed rape. Journal of Agricultural Science 85: 159-74.
- Amiri Oghan H, Faraji A, Behmaram R, Arab Gh, Seyf Amiri S (2001) Yield stability of rapeseed genotypes in Caspian Sea coasts regions. Rapeseed Research Results. Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj. [In Persian with English Abstract].
- Azizi M, Soltani A, Khavari Khorasani S (1997) Rapeseed. Jahad Daneshgahi Pub. Mashhad. [In Persian with English Abstract].
- Karimi M (2009) Investigation of genetic variability in advanced winter lines of rapeseed (*Brassica napus* L.) regarding seed yield and agronomic traits at Karaj region. MS dissertation in plant breeding. Islamic Azad University, Ardabil Branch. [In Persian with English Abstract].
- Khan A, Khan MI, Riaz S (2000) Correlation and path coefficient analysis contributing parameters in *Brassica napus*. Pakistan Agricultural Research 16(2): 127-130.
- Lionneton E, Aubert G, Ochatt S, Merah O (2004) Genetic analysis of agronomic and quality traits in mustard (*Brassica juncea*). Theoretical and Applied Genetics. 109: 792-799.
- Mendham NJ, Russell J, Buzza GC (1984) The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus*). Journal Agricultural Science. Cambridge 103: 303-316.
- Mir Moosavi S (2003) Investigation of genetic correlation between seed yield, oil percent and protein content with some important agronomic traits in rapeseed using path analysis. MS dissertation in Plant Breeding. Faculty of Agriculture, Tehran University. [In Persian with English Abstract].
- Özer H, Oral E, Dogru Ü (1999) Relationships between yield and yield components on currently improved spring rapeseed cultivars. Tyrkish Journal Agricultural Forestry 23: 603-607.
- Rashidifar J, Dehghani H, Alizadeh B, Khodadadi M (2010) Classification of some winter rapeseed cultivars using cluster analysis and discriminant function analysis. 11th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding Sciences. 2-4 Mordad 1389. Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran. [In Persian with English Abstract].
- Roodi D, Rahmanpour S, Javidfar F (2003) Rapeseed cultivation. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj. [In Persian with English Abstract].
- Thurling N (1974) Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*Brassica campestris* and *Brassica napus*). Australian Journal Agricultural Research 25: 711-721.
- Toliyat Abolhasani M (1996) Effects if density and planting pattern on agronomic and quality traits of winter rapeseed in Mashhad region. MS dissertation in plant breeding. Tarbiat Modares University, Tehran. Iran. [In Persian with English Abstract].
- Triboi-Blondel AM (1986) Some observations on the yield components of winter rape. Bulletin CETIOM no. 93.
- Zhang G, Zhoui W (2006) Genetic analyses of agronomic and seed quality traits of synthetic oilseed *Brassica napus* produced from interspecific hybridization of *B. campestris* and *B. oleracea*. Journal Genetics. 85: 45-51.