ژنتیک نوین
دوره دوازدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹٦
صفحه ۱٦٦ - ۱۵۷

ارزیابی لاین‌های موتانت کلزا (*Brassica napus*. L) و مقایسه آن‌ها با والدین به‌منظور گزینش لاین‌های برتر

Evaluation of canola mutant lines (*Brassica napus*. L) comparing to their parents in order to select superior lines

مهرزاد احمدی[۱]، منصور امیدی*[۱]، بهرام علیزاده[۲]، علی‌اکبر شاه نجات بوشهری[۱]

۱- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استادان، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- دانشیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

Ahmadi M[1], Omidi M[*1], Alizadeh B[2], Shahnejat Bushehri AA[1]

1- PhD Student, Professors, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Associate Professor, Agricultural research, Education and Extension organization, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: momidi@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۹٤/۷/۱٤ - تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۲۸)

چکیده

در این تحقیق، به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی القا شده و انتخاب لاین‌هایی با صفات زراعی مطلوب، ۱٦ لاین موتانت کلزا حاصل از پرتوتابی سه رقم کلزا با نام‌های طلایه. زرفام و اکسپرس با دزهای ۸۰۰،۹۰۰ و ۱۲۰۰ گری پرتو گاما بعد از طی هفت نسل خویش‌آمیزی و رسیدن به خلوص ژنتیکی همراه با سه شاهد طلایه، زرفام و اکسپرس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد بررسی قرار گرفتند. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، تعداد خورجین در شاخه‌های اصلی، فرعی و کل بوته، تعداد شاخه فرعی، طول شاخه اصلی، تعداد دانه در خورجین اصلی و فرعی، ارتفاع اولین خورجین از زمین، قطر ساقه، طول خورجین اصلی و فرعی، تعداد روز تا شروع گل‌دهی، پایان گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی کامل، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن بود. نتایج تجزیه واریانس صفات حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین والدین و لاین‌های موتانت بود. بیش‌ترین ضریب تغییرات مربوط به تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی (۱۹/۲۳ درصد) در لاین‌های موتانت زرفام تعیین شد. هم‌چنین لاین موتانت Z-800-6 بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن را نسبت به شاهد زرفام، لاین موتانت T -800-6 بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن را نسبت به شاهد طلایه و موتانت E-900-1 بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن را نسبت به شاهد اکسپرس دارا بودند. لاین موتانت Z-800-6 با ۵۲۷۷ کیلوگرم دانه در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید و به‌عنوان لاین برتر موتانت تعیین شد.

واژه‌های کلیدی

پرتو گاما
کلزا
لاین موتانت

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) (2n=38) یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی جهان به‌شمار می‌آید که طبق آمار سازمان خواربار جهانی با داشتن ٤٠ تا ٤٥ درصد روغن منبع با ارزشی برای تامین روغن خوراکی بوده و بعد از سویا رتبه دوم از حیث تولید دانه و پس از سویا و نخل روغنی رتبه سوم از حیث تولید روغن را دارا می‌باشد (CarrépPet al. 2014; GuptaSK et al. 2007).

میزان تولید دانه کلزا در سال زراعی ٢٠١٤-٢٠١٣ برابر ٧١/٥ میلیون تن بوده و چین، کانادا، هندوستان، اتحادیه اروپا به ویژه کشورهای فرانسه، آلمان و انگلستان عمده‌ترین تولیدکنندگان کلزا و کشور کانادا مهم‌ترین صادر کننده دانه و روغن کلزا می‌باشد (FAO 2014). کلزای روغنی دارای دو تیپ بهاره و زمستانه و یک تیپ بینابینی است که ژنوتیپ‌های هر یک از آن‌ها با آب و هوا و شرایط اقلیمی خاص سازگاری یافته‌اند.

دوره رویش کلزا طولانی بوده و در ارقام زمستانه به حدود ٢٧٠ روز و در ارقام بهاره بسته به منطقه کشت (مازندران و گلستان ٢٢٥ روز و مناطق گرم جنوب حدود ١٨٢ روز) می‌باشد. با توجه به این واقعیت، اصلاح ارقام زودرس کلزا موجب کاهش هزینه‌ها و نیاز به دفعات کمتر آبیاری و کاهش خطر ابتلا به آفات و بیماری‌ها شده و یکی از اهداف مهم اصلاحی این گیاه در هر دو تیپ زمستانه و بهاره کلزا محسوب می‌شود (Oghan 2014). دستیابی به این هدف، مستلزم گسترش تنوع ژنتیکی به طرق مختلف نظیر وارد کردن ژنوتیپ‌های خارجی، ایجاد خزانه‌های دورگ‌گیری، موتاسیون و غیره برای تامین امکان انتخاب ژنوتیپ‌های زودرس می‌باشد.

با افزایش مصرف روغن خوراکی نیاز به ژرم‌پلاسم جدید و اصلاح ارقام با صفات زراعی و کیفیت دانه بالا افزایش یافته است. استفاده از موتاژن‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نرخ‌های بالایی از موتاسیون را در اختیار قرار می‌دهند که موجب ایجاد تنوع فراوان و مفید برای اصلاح محصولات زراعی شده و فرآیند به‌نژادی را در مقایسه با روش‌های اصلاح سنتی کوتاه‌تر می‌کند (Konzak et al.1976; Waugh et al. 2006; Parry et al.2009; Tomlek et al .2014).

به‌نژادی با استفاده از جهش در محصولات زراعی جنس Brassica از سال ١٩٤٠ آغاز شده و از آن زمان تاکنون ده‌ها رقم کلزا با صفات زراعی مطلوب با استفاده از موتاژن‌های فیزیکی و شیمیایی ایجاد شده و پیشرفت‌های بزرگی در روش‌های القای موتاسیون به‌دست آمده است (Jambhulkar et al. 2007).

ایجاد موتاسیون برای صفات پاکوتاهی و نیمه پاکوتاهی به‌همراه شاخص برداشت بالا می‌تواند برای غلبه بر تلفات ناشی از ورس واریته‌های پابلند کلزا و خردل مفید باشد. Mei et al. (2006) موتانت پاکوتاه 99CDAM را با کاهش ارتفاع گیاه به میزان ٨٥ سانتی‌متر در *B. Napus* به‌دست آوردند که با حفظ میزان و کیفیت عملکرد زودگل بوده و شاخه‌های فرعی فراوان دارد.

زمان گل‌دهی یک جز مهم برای سازگاری گیاه به شرایط نامساعد محیطی هم‌چون خشکی و دمای زیاد است. بنابراین گل‌دهی در زمان کوتاه‌تر تأثیر مثبتی بر روی عملکرد دانه گیاهان زراعی دارد. Barve et al. (2009) ٤٥ لاین زودرس از بین والد دیررس Heera با استفاده از EMS ایجاد نمودند. Depittayanan (1992) and Thurling کلزا را با EMS تیمار کرده و لاین‌هایی به‌دست آوردند که ٢٠ تا ٥٩ روز زودرس‌تر از والدین خود بودند.

عملکرد دانه حاصل بر هم‌کنش چندین جز عملکرد است که با یکدیگر مرتبط می‌باشند. تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد دانه در هر غلاف، وزن هزار دانه اجزای اصلی عملکرد در کلزا و خردل هستند (Brave et al. 2009).

Verma and Rai (1980) لاین موتانت T6342 را که دارای ٨/١٢ درصد وزن صد دانه بیش‌تر از واریته والدینی *B.juncea* بود جدا کردند. Khatri et al.(2005) واریته S-9 از گونه *B.juncea* را با تیمار اشعه گاما و EMS به‌دست آورده و لاین‌های موتانت کاملا متمایز از نظر اندازه بذر و عملکرد بالاتر از والدین جدا کردند. Brave et al. (2009) موتانت زودرس پرعملکرد EH1 را در *B.juncea* با استفاده از EMS ایجاد کردند.

Malek et al. (2012) موتانت با عملکرد بالا با اجزا عملکرد اصلاح شده در *B.napus* ایجاد کردند. Raza et al. (2009) مشاهده کردند که عملکرد بذر دو موتانت با نام‌های Roo-100/6 و Roo-125/14 از ژنوتیپ‌های Rainbow به‌ترتیب ٣٤ و ٣٢

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

درصد بیشتر بودند. در ایران تحقیقاتی بر روی موتانت‌های کلزا به‌دست آمده از پرتوتابی اشعه گاما صورت گرفته است. Samadi Gorji et al. (2015) به بررسی اثرات موتاسیون القایی حاصل از پرتوتابی سه دز اشعه گاما (۵۰۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ گری) در نسل M_2 دو رقم کلزا PF و RGS003 پرداختند و لاین‌های انتخابی نسل سوم موتاسیون از نظر صفات مختلف بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که اثر هر سه دز اشعه بر اکثر صفات مورد مطالعه در هر دو رقم معنی‌دار بوده و تعداد غلاف در بوته در هر یک از ارقام PF و RGS003 به‌ترتیب در دزهای ۵۰۰ و ۹۰۰ گری اشعه بیش‌ترین تنوع را داشت که این موضوع بیان کننده تاثیرپذیری بیش‌تر این صفت نسبت به پرتوتابی اشعه گاما است. دزهای اشعه گاما مورد استفاده در اکثر صفات مورد مطالعه بیش‌ترین ضریب تنوع را در رقم PF ایجاد کردند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد پرتودهی اشعه گاما قادر است تنوع مطلوبی در صفات مورد بررسی در برخی لاین‌ها ایجاد کند که می‌توانند به‌عنوان منابع مناسب ژرم‌پلاسم در تولید و بهبود واریته‌ها در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند. Mirabadi et al. (2014) با پرتوتابی بذر سه رقم کلزای ساری‌گل، RGS003 و زرفام با سه دز مختلف پرتو گاما لاین‌های موتانت دارای صفات مطلوب ایجاد نمودند. در این بررسی پایداری تغییرات ژنتیکی القایی صفات زراعی ٦٦ لاین موتانت انتخابی از نسل M_4 موتاسیون مورد مطالعه قرار گرفت. بیست و دو لاین انتخاب شده نسل M_5 نیز از حیث صفات زراعی مهم ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل، تفاوت معنی‌داری در تمامی صفات مورد مطالعه در لاین‌های آزمایشی نشان داد. بیشترین ضریب تغییرات مربوط به تعداد خورجین در شاخه فرعی (۵۷/۲۹ درصد) بود.

Abtahi Foroushani et al. (2014) اثر دز ۱۲۰۰ گری اشعه گاما بر خصوصیات مورفوفنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم کلزای RGS003 و ساری‌گل را بررسی نموده و تفاوت‌های معنی‌داری را مشاهده کردند. براساس نتایج حاصل در این بررسی، صفت وزن هزار دانه بالاترین ضریب همبستگی با صفت عملکرد دانه در بوته را نشان داد. در بررسی ارتباط صفات کمی با عملکرد دانه به کمک رگرسیون مرحله ای نیز وزن هزار دانه به عنوان مهم‌ترین صفت تعیین کننده عملکرد شناخته شد. بنابراین با توجه به تنوع القا شده در صفات مورفولوژیک می‌توان از بین لاین‌های موتانت ارزیابی شده، گزینه‌های مناسب را برای برنامه‌های به‌نژادی آینده کلزا انتخاب نمود. در بررسی موتانت‌های نسل M_4 خردل هندی (*Brassica juncea* L Czern) حاصل از پرتوتابی والد BARIsarisha-1 با اشعه گاما حاصل از ^{60}Co (۷۰۰ گری) که در ۱۳ مکان انجام شد، دو لاین MM-10-04 و MM-08-04 به‌ترتیب با تولید ۲۰٤۳ و ۱۸۹۳ کیلوگرم دانه در هکتار ۲۳ و ١٤ درصد بیشتر از والد عملکرد داشتند. هم‌چنین این دو موتانت بیشترین تعداد خورجین در گیاه، وزن هزار دانه و درصد روغن را نسبت به والد تولید نموده و در سال ۲۰۱۱ به‌عنوان رقم‌های تجاری جدید معرفی شدند (Malek et al. 2012). در یک مطالعه دیگر، لاین‌های موتانت با ارقام شاهد از حیث عملکرد و اجزای عملکرد مورد بررسی قرار گرفتند. تفاوت معنی‌دار برای کلیه صفات از جمله تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، عملکرد دانه و روغن و وزن هزار دانه تعیین شد. از بین موتانت‌های ارزیابی شده سه لاین از حیث عملکرد دانه و روغن نسبت به شاهد برتری داشتند (Ali et al. 2013).

در بررسی حاضر لاین‌های انتخاب شده از بین نتاج موتانت‌های به‌دست آمده از سه رقم کلزای زمستانه طلایه، زرفام و اکسپرس با هدف یافتن رقم‌های پرمحصول و برتر از والدین به‌منظور انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ١٦ لاین موتانت کلزا حاصل از پرتوتابی سه رقم کلزا با نام‌های طلایه، زرفام و اکسپرس با دزهای ۸۰۰، ۹۰۰ و ۱۲۰۰ گری پرتو گاما بعد از طی هفت نسل خویش آمیزی و رسیدن به خلوص ژنتیکی (Mozaffari et al. 2005)، از حیث زودرسی، عملکرد دانه و روغن و سایر صفات مهم زراعی در منطقه کرج همراه با سه شاهد طلایه، زرفام و اکسپرس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۱).

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

جدول۱- ارقام و لاین‌های کلزای مورد استفاده در این تحقیق

Variety	No	Variety	No
T-800-1	*11*	*Zarfam*	*1*
T-800-6	*12*	*Z-800-3*	*2*
T-900-4	*13*	*Z-800-6*	*3*
T-900-5	*14*	*Z-900-3*	*4*
T-1200-1	*15*	*Z-900-6*	*5*
Express	*16*	*Z-900-7*	*6*
Exp-800-1	*17*	*Z-900-8*	*7*
Exp-800-3	*18*	*Z-900-9*	*8*
Exp-900-1	*19*	*Z-900-10*	*9*
		Talayeh	*10*

در این بررسی هر تیمار در یک کرت چهار خطی به طول چهار متر کشت شد. فاصله خطوط از یکدیگر ۳۰ سانتی‌متر و مساحت هر کرت ۳/٦ مترمربع در نظر گرفته شد. زمین آزمایش در اواخر تابستان آماده شد و عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر در تابستان انجام شد و کودهای شیمیایی شامل کود کامل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در زمان تهیه زمین استفاده شد. کشت در هفته اول مهرماه انجام شد. در طول دوره رویش یادداشت برداری صفات مختلف مشتمل بر ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، تعداد خورجین در ساقه‌های اصلی، فرعی و کل بوته، تعداد شاخه فرعی، طول شاخه اصلی (سانتی‌متر)، تعداد دانه در خورجین اصلی و فرعی، ارتفاع اولین خورجین از زمین (سانتی‌متر)، قطر ساقه (میلی‌متر)، طول خورجین اصلی و فرعی (سانتی‌متر)، تعداد روز تا شروع گل‌دهی، پایان گل‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی کامل، وزن هزار دانه (گرم)، عملکرد، درصد روغن دانه یادداشت برداری شد. میزان روغن تیمارها با استفاده از دستگاه NMR[1] در آزمایشگاه تجزیه روغن بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تعیین و در نهایت لاین‌های برتر مشخص شد. در پایان سال زراعی، محصول هر کرت آزمایشی به‌طور جداگانه برداشت، ضمن ثبت مشخصات توزین شده و پس از جمع‌آوری اطلاعات، تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین لاین‌های موتانت و شاهد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که پرتوتابی گاما مورد استفاده در اکثر صفات مورد مطالعه تنوع قابل ملاحظه‌ای را در موتانت‌ها ایجاد نموده است. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های خصوصیات مورفولوژیک لاین‌های موتانت و ارقام زرفام، طلایه و اکسپرس (به‌عنوان شاهد) در جدول‌های ۲ الی ۱۰ ارائه شده‌است.

[1] nuclear magnetic resonance

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات زراعی در لاین‌های موتانت و رقم شاهد زرفام

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		ارتفاع بوته	تعداد خورجین در شاخه اصلی	تعداد خورجین در شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	تعداد شاخه فرعی	طول ساقه اصلی	تعداد دانه در خورجین اصلی	ارتفاع اولین خورجین از زمین	قطر ساقه	طول خورجین اصلی
بلوک	۲	۳۱٦/۹*	۱٦۹/۵**	۱۱۰۹/۵ns	۲۳۷/۰ns	۲/۳۳ns	۲۳٤/۳*	۳۲/۲۹**	۲۰/۱۷ns	۰/۲۰**	۰/۷۵**
ژنوتیپ	۸	٦۰۷**	۵۳۷/۲**	۲۷۱۲۷**	۳٤۵۳۳/٤**	۲/۸۳**	۱۹٦/۱**	۱۳/۵۳*	۳۱۸/٤۵**	۰/۰۹**	۰/۱۹ns
اشتباه آزمایش	۱٦	۸۸/۳٦	٤۲/۱۷	٦۸۹۲/٦	۷٤۷۱/۰	۰/۸۳	۳۷/٦۷	۲/۷۵	٦٤/۲٦	۰/۰۱٤	۰/۱۰
CV %		۵/۸	۰/۰۸	۱۹/۲۳	۱۷/٤٤	۱۲/۲٦	۱۱/۱۳	۵/٦	۸/٦	۸/۳	۵/۲

ns، * و** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات زراعی در لاین‌های موتانت و رقم شاهد زرفام

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا پایان گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی کامل	وزن هزار دانه	طول خورجین فرعی	عملکرد دانه	تعداد دانه در خورجین فرعی	درصد روغن	عملکرد روغن
بلوک	۲	۲۷/۰^{ns}	۳^{ns}	۱۲^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}	۰/۹۵**	۱۰/۷^{ns}	۱۵/۲۵^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۱۲۰۸/۰^{ns}
ژنوتیپ	۸	۳٤/۵۳^{ns}	٤۱/۲۵ ^{ns}	۲۱/۵^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۲۹۷۲٤٤۳/۷**	۱۳/۰۹^{ns}	۱۰/٤۵**	۵۱۰۳۳۰/٤۸**
اشتباه آزمایش	۱٦	۳۱/۰۸	۷/٦	۱۳/۲۵	۰/۲۱	۰/۰۸	۲۳۷۱۷/٤۸	۵/٤۲	۱/٤۹	۳۳۲۷/۲۹
CV %		۳/٤	۱/۳	۱/٤	۱۰/٤۱	٤/۸	٤/٤۸	۸/۰۸	۳/۱۹	٤/۳

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات زراعی در لاین‌های موتانت و رقم شاهد طلایه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		ارتفاع بوته	تعداد خورجین در شاخه اصلی	تعداد خورجین در شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	تعداد شاخه فرعی	طول ساقه اصلی	تعداد دانه در خورجین اصلی	ارتفاع اولین خورجین از زمین	قطر ساقه	طول خورجین اصلی
بلوک	۲	۷۱/۳۹^{ns}	۳۳٤/۳۸**	۲۷۵٤۷/۷**	۳۲۷۸۱/۵**	۳/۵^{ns}	۷/۰۲^{ns}	۳۳/۵۵^{ns}	۱۳/۵۱^{ns}	۰/۲۸**	۱/۲۱**
ژنوتیپ	۵	۲۲۸/۱۲^{ns}	۱۱٦/۳۲**	۵۱٦۰۳/۲**	۵۱۷۵۹/۸**	۱/۸۷^{ns}	۸۷/۱۹*	۵/۸۲ ^{ns}	۵۵۹/۳ *	۰/۱۲ *	۰/٤۷^{ns}
اشتباه آزمایش	۱۰	۱٤۲/۱۵	۱٤/۸۵	۳٤۳۲/٤	۳۲۰۹/٤	۱/۹٦	۳۲/٤۹	۲۳/۸۲	۲۰۷/۸۵	۰/۰۲۵	۰/۲۰۹
CV %		٦/۹۱	۵/۲۱	۱۱/۰۲	۹/۳۷	۱٦/۱۸	۱۰/۲۵	۱٦/۵۷	۱۳/۵۷	۹/۸۸	۷/۳۹

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات زراعی در لاین‌های موتانت و رقم شاهد طلایه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا پایان گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی کامل	وزن هزار دانه	طول خورجین فرعی	عملکرد دانه	تعداد دانه در خورجین فرعی	درصد روغن	عملکرد روغن
بلوک	۲	٦٦/۷ ^{ns}	٦/۰۵^{ns}	۵/۵٦^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۲٦**	٦۵۰۵۷۰/٤*	۱۲/۷۲^{ns}	۳/٤۱ ^{ns}	۹۰۲٤۳/۲۸^{ns}
ژنوتیپ	۵	۲۰/۳۲^{ns}	۲۵/۷۸^{ns}	۵۹/۷۹**	۰/۵۰*	۰/٦۲**	۹۵۹۰۷۸/۲۳**	۱۱/۷۹^{ns}	۷/٤۹**	۱۲۵۰۷۲٤*
اشتباه آزمایش	۱۰	۱۹/۹۸	۱۰/۹۸	۱٦/۲	۰/۱۰۳	۰/۱٤	۱۱۷۹۹۵/۷	٦/۷۲	۱/۳۱	۲۲۷۲/۸
CV %		۲/٦	۱/۵	۱/٦٤	٦/۹۵	۱/۹٦	۱۲/٤۳	۸/۷۲	۲/۹٦	۱٤/۱٦

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ٦- تجزیه واریانس صفات زراعی در لاین‌های موتانت و رقم شاهد اکسپرس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		ارتفاع بوته	تعداد خورجین در شاخه اصلی	تعداد خورجین در شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	تعداد شاخه فرعی	طول ساقه اصلی	تعداد دانه در خورجین اصلی	ارتفاع اولین خورجین از زمین	قطر ساقه	طول خورجین اصلی
بلوک	۲	۲۷/۵۲*	۲۷۰/۳ ^{ns}	۸۲۲۵/۳^{ns}	۵۹۰۵/۳^{ns}	۰/۰۸۳^{ns}	۱۳۳/۳٦ ^{ns}	۹ ^{ns}	۵۰٦/۷ ^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}
ژنوتیپ	۳	۲٦۵/۹۵**	٤۵۷/۵*	٤۲۷۳۸/۷**	۵٦۰٤۸/۵**	۰/۷۵ ^{ns}	٤٦/٦۳ ^{ns}	٦/۰۸ ^{ns}	۱۰۲/۱۵**	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/٦۰**
اشتباه آزمایش	٦	۵/۲۰	۹۷/۲	۳۸٤۷/۷	۳۸٤۰/۲۲	۰/٤۱	۲٦۵/۱۱	۵	۲۱/۰۹	۰/۰۲۷	۰/۰۲۹
CV %		۱/۳	۱٤/٤	۱٤/۷	۱/۲٤	۷/۹۸	۱٦/۲۸	٦/۸۲	٤/۵	۱۱/۵	۲/٦٤

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

جدول ۷– تجزیه واریانس صفات زراعی در لاین‌های موتانت و رقم شاهد اکسپرس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)								
		تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا پایان گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی کامل	وزن هزار دانه	طول خورجین فرعی	عملکرد دانه	تعداد دانه در خورجین فرعی	درصد روغن	عملکرد روغن
بلوک	۲	۳۹/۰^{ns}	۳/۲۵^{ns}	۱۲^{ns}	۰/۱۲۶^{ns}	۰/۱۰ *	۵۷٦٤۰/۸۹^{ns}	۵/۳*	٦/۹۱^{ns}	۳۳۹۵۱/۲^{ns}
ژنوتیپ	۳	٦۹/۷^{ns}	٦/۹۷^{ns}	۲۷/۷^{ns}	۰/۰۹٤^{ns}	۰/۳۰**	۱۹۹۹٤۸۹/۹*	۵/۸٦**	۵/۰٦^{ns}	۳۳۲۰۸۵/٦*
اشتباه آزمایش	٦	۹۰/۳	۲/۸	۹/۳	۰/۱٤	۰/۰۲۱۱	۲٦۸۲۹۵/۹	۱/۱۱	۳/٦۵	۳۸٦۷۳/٤
CV %		۵/۷	۰/۷۹	۱/۲٦	۸/٦۷	۲/۲٦	۱٤/۹٦	۳/۳۰	۲/۰٦	۱٤/٤٤

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۸– مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و زراعی لاین‌های موتانت رقم زرفام

شماره لاین‌ها	ارتفاع بوته	تعداد خورجین در شاخه اصلی	تعداد خورجین در شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	تعداد شاخه فرعی	طول ساقه اصلی	تعداد دانه در خورجین اصلی	ارتفاع اولین خورجین از زمین	قطر ساقه	عملکرد دانه	عملکرد روغن
Zarfam	۱۳۷/۳ ^{e}	٤۹/۷^{e}	٤٦۲/۷^{bc}	۵۱۱/٦۷^{bc}	۹/۳^{a}	٤۰/۸^{d}	۲۸/۷^{b}	۷۷/۷^{c}	۱/۵^{bc}	۲۸۵٦/٤^{e}	۹۷۲/۲ ^{f}
Z-800-3	۱۵۷/۹^{cd}	۷۵^{bc}	۳٦٦/۳^{bc}	٤٤۰/۳۳^{bc}	۷/٦^{abc}	۵۵/۸^{abc}	۲٤/۷^{c}	۹۵/۲^{bc}	۱/۲^{d}	۲٦۳٤/۲^{e}	۹۷۳/٦ ^{f}
Z-800-6	۱٦۱/۲^{cdb}	۷۳/۳^{cb}	۵۰۳/۳ ^{ab}	۵۷٦^{ab}	۷^{bc}	٦۱/٦^{ba}	۳۰/۳^{ab}	۸۷/۲^{dc}	۱/٦^{ab}	۵۲۷۷/۰^{a}	۱۹۹۱/۹^{b}
Z-900-3	۱٤۷/۳^{de}	۵۷ ^{ed}	۳۷٤/۷^{bc}	۳۷٤^{c}	۷/۳^{bc}	٤٦/۷^{dc}	۳۲/۰^{a}	۸۷/۹٦^{dc}	۱/٤^{cdb}	۳٤۳۹/۷^{d}	۱۳۱۵/۷ ^{e}
Z-900-6	۱۵۷/۹^{cd}	٦۳ ^{dc}	٤۰۲/۷^{bc}	٤٦٤/۷^{bc}	٦^{c}	۵۰/۵^{dbc}	۳۰/۰^{ab}	۹۲/٦^{bc}	۱/۲٦^{d}	۲۲۹٦/۳^{f}	۹۱۹/۲ ^{f}
Z-900-7	۱۸۱/۹ ^{a}	۸٤/۷^{ab}	٤۵۰/۳^{bc}	۵۳۲/۳^{bc}	٦/٦^{bc}	٦۳/٤^{a}	۳۰/۳^{ab}	۱۰۹/۱^{a}	۱/۷^{a}	٦۲۲۷ ^{f}	۸٦٦/۵ ^{f}
Z-900-8	۱۵٤^{d}	٦٦/۳^{cd}	۳۳۵/۷^{c}	٤۰۰/۳^{c}	۷^{bc}	۵۲/٦^{abc}	۳۰/۳^{ab}	۹۲/۲۳^{bc}	۱/۳^{cd}	٤٤٤٤/٤^{b}	۱۷٦۷/٦^{b}
Z-900-9	۱۷٦/٦^{ab}	۸۹/۳ ^{a}	٦۳٦/۷^{a}	۷۲٤/٦^{a}	۷/٦^{abc}	٦۲/۰^{ba}	۲۹/۰^{ab}	۹٤/۱^{ba}	۱/٦^{ab}	٤۰۳۲/٤^{c}	۱٦۰۸/۱^{c}
Z-900-10	۱۷۷^{abc}	۸۳/۳^{ab}	۳۵۳/۳^{bc}	٤۳۵^{bcd}	۸/۳^{ab}	٦۲/۸^{ab}	۳۱/۳^{ba}	۱۰۷/٦^{a}	۱/۲٦^{d}	۳۷۹۱/٦^{c}	۱٤۵٦/۷^{d}

تفاوت دو میانگین که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند در آزمون پنج درصد دانکن معنی‌دار نمی‌باشد.

ارتفاع گیاه یکی از صفات تاثیرگذار بر عملکرد کلزا به شمار می‌آید. کاهش ارتفاع باعث افزایش کودپذیری و تحمل به خوابیدگی و در نتیجه موجب افزایش عملکرد دانه و روغن می‌شود. علاوه بر این، پاکوتاهی در گیاه با زودرسی رابطه مستقیم دارد که صفتی مطلوب در گیاهان زراعی است. براساس نتایج مقایسه میانگین، تفاوت به صورت افزایشی و کاهشی در ارتفاع گیاه در برخی از لاین‌های موتانت نسبت به شاهد مشاهده شده‌است. در بین لاین‌های موتانت رقم زرفام، لاین Z-900-7 (۱۸۱/۹ سانتی‌متر) بیش‌ترین ارتفاع و زرفام (۱۳۷/۳ سانتی‌متر) کم‌ترین ارتفاع را داشتند. رقم اکسپرس با ارتفاع ۱۸۷/۸ بیش‌ترین ارتفاع و لاین موتانت Exp-900-1 (۱٦۸/۲ سانتی‌متر) کم‌ترین ارتفاع را داشت. در رقم طلایه تفاوت معنی‌داری از حیث ارتفاع گیاه مشاهده نشد. هرچند ارتفاع گیاه در لاین T-900-4، ۱۳ سانتی‌متر نسبت به والد کمتر شده‌است (جدول‌های ۸ الی ۱۰).

در یک مطالعه جهت بررسی و مقایسه لاین‌های موتانت کلزا و والد آن‌ها تعداد خورجین در بوته و ارتفاع در تیمار ٤۵ گراد در مقایسه با شاهد کاهش یافت (Muhammad Khan et al. 2015). در تحقیقی که بر روی موتانت ارقام PF و RGS حاصل از دزهای ۵۰۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ گری انجام شده، ارتفاع گیاه در ۱۱ لاین نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار نشان داد. اگرچه تغییرات ارتفاع در بعضی از لاین‌ها به صورت افزایشی بوده است (Mirabadi et al. 2014). در بررسی دیگر، موتانت‌های پاکوتاه با عملکرد بالا از طریق تیمار موتاژنی گاما در جمعیتی از خردل به‌دست آمد (Malek et al. 2012). در بررسی حاضر، تعداد خورجین گیاه در برخی از لاین‌های موتانت در هر سه دز اشعه گاما به‌طور معنی‌دار در مقایسه با شاهد افزایش یافت.

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

جدول ۹– مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و زراعی لاین‌های موتانت رقم طلایه

شماره لاین‌ها	تعداد خورجین در شاخه اصلی	تعداد خورجین در شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	طول ساقه اصلی	ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین	قطر ساقه	تعداد روز تا رسیدگی کامل	وزن هزار دانه	طول خورجین فرعی	عملکرد دانه	عملکرد روغن
Talaye	٦٥/٠^{c}	٣٣٨/٣^{b}	٤٠٣^{b}	٤٦/٨٣^{b}	١٢٤/١^{a}	١/٣^{b}	٢٤٢/٦٧^{b}	٤/٦^{ab}	٥/٦٣^{c}	٢١١١/١^{c}	٨٣٠^{b}
T-800-1	٧١^{cb}	٥٩٦/٣^{a}	٦٦٦^{a}	٥٥/٦٧^{ab}	٩٦/٦^{ab}	١/٥٣^{ab}	٢٤٢/٣٣ ^{b}	٤/٦^{ab}	٥/٩٦^{b}	٢٨١٩/٤^{b}	١١١٣/١^{a}
T-800-6	٨٣^{a}	٤٠٥/٦٧^{b}	٤٨٧/٣ ^{b}	٥٨/٥٠^{a}	١٢٠/٥٣^{a}	١/٥٣^{ab}	٢٥٣/٣^{a}	٤/٧^{b}	٥/٧^{c}	٣٦٥٢/٨^{a}	١٣٢٤/٢^{a}
T-900-4	٧٤/٣٣^{b}	٦٤٥ ^{a}	٧١٧/٦^{a}	٦٣/٢٠^{a}	٩١/٥^{b}	١/٧^{a}	٢٤٤^{b}	٥/١٦^{a}	٦/٦٧^{a}	٢٩٠٣/٧^{b}	١١٧٦/٦^{a}
T-900-5	٧٢^{bc}	٦٥٦ ^{a}	٧٢٧^{a}	٥٥/٢٣^{ab}	٩٧/٧^{ab}	١/٧^{a}	٢٤٢/٦٧^{b}	٤/٣^{b}	٦/٥^{a}	٢١٨٠/٦^{c}	٨٠٦/٩^{b}
T-1200-1	٧٨/٣ ^{ba}	٥٤٨^{a}	٦٢٥/٣^{a}	٥٤/١٣^{ba}	١٠٥/٩^{ab}	١/٨٣^{a}	٢٤١/٣٣^{b}	٥/٠^{a}	٦/٥^{a}	٢٩٠٢/٧^{b}	١١٣٣/٢^{a}

تفاوت دو میانگین که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند در آزمون پنج درصد دانکن معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۱۰– مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و زراعی لاین‌های موتانت رقم اکسپرس

شماره لاین‌ها	ارتفاع بوته (cm)	تعداد خورجین در شاخه اصلی	تعداد خورجین در شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	ارتفاع اولین خورجین از زمین (cm)	طول خورجین اصلی (cm)	طول خورجین فرعی (cm)	عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$)	عملکرد روغن ($kg\ ha^{-1}$)
Express	١٨٧/٨^{a}	٥١^{b}	٣٧٢/٧^{b}	٤٢١/٧^{b}	٩٧/١^{b}	٦/٤^{bc}	٦/٥^{ab}	٢٨٨٨/٨^{b}	١٠٧٨/١^{b}
Exp-800-1	١٧٠/٦^{ab}	٦٨/٧^{ab}	٥٩٠^{a}	٦٩١^{a}	٩٧/٩^{b}	٦/٦^{ab}	٦/٢^{b}	٣٠٤٨/٦^{b}	١٢١٠/٧^{b}
Exp-800-3	١٦٨/٣^{b}	٧٤/٣^{a}	٣٢٣ ^{b}	٣٨٥^{b}	١٠٩/٥^{a}	٧/٠٣^{a}	٦/٨^{a}	٣٢٤٠/٧^{b}	١٣١٧/٦^{b}
Exp-900-1	١٦٨/٢^{b}	٧٩/٣^{a}	٤٠٧/٧^{b}	٤٨٥^{b}	٩٨/٩^{b}	٥/٩٦^{c}	٦/١٣^{b}	٤٦٦٦/٦^{a}	١٨٣٨/١^{a}

تفاوت دو میانگین که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند در آزمون پنج درصد دانکن معنی‌دار نمی‌باشد

لاین Z-900-9 بیش‌ترین تعداد خورجین در شاخه‌های اصلی (٨٩ عدد)، فرعی (٦٣٦ عدد) و کل بوته (٧٢٤ عدد) را دارا بود. در میان موتانت‌های رقم طلایه بیش‌ترین تعداد خورجین در شاخه اصلی در لاین T-800-6 (٨٣ عدد) و بیش‌ترین تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی (٦٥٦ عدد) و کل بوته (٧٢٧ عدد) در لاین T-900-5 مشاهده شد. در میان موتانت‌های رقم اکسپرس بیشترین تعداد خورجین در شاخه اصلی در لاین Exp-800-3 (٧٤ عدد) و بیش‌ترین تعداد خورجین در شاخه فرعی (٥٩٠ عدد) و در کل بوته (٦٩١ عدد) در لاین Exp-800-1 مشاهده شد (جدول‌های ٨، ٩ و ١٠). در موتانت‌های رقم زرفام تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و کل بوته بیش‌ترین ضریب تغییرات را دارا بود. محققان زیادی به افزایش تعداد خورجین در کلزا تحت تیمار اشعه گاما اشاره نموده‌اند (Abtahi Foroushani et al.2014; Auld et al. 1992; Schnurbush et al.2000). در مطالعه‌ای دیگر بر روی نسل‌های M_1 و M_2 مشخص شد که صفت تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی در اکثر موارد بیش‌ترین ضریب تغییرات را نشان داده که بیان کننده تاثیرپذیری بیش‌تر این صفت نسبت به مقادیر مختلف پرتوتابی اشعه گاما می‌باشد (Samadi Gorji et al.2009). تعداد شاخه فرعی در عملکرد بوته تاثیرگذار بود. در بررسی حاضر بیشترین تعداد شاخه فرعی در رقم زرفام با ٩ شاخه فرعی و کم‌ترین مقدار آن در Z-900-6 با شش شاخه فرعی به‌دست آمد (جدول ٨). این صفت در سایر موتانت‌ها معنی‌دار نبوده است. در نتایج بررسی و مقایسه لاین‌های موتانت کلزا و والد آن‌ها دز بالای ٤٥ گراد باعث افزایش تعداد شاخه فرعی نسبت به تیمار شاهد شد (Muhammad Khan et al. 2015). طول ساقه اصلی در لاین Z-900-7 (٦٣/٤ سانتی‌متر) بیش‌ترین و در رقم زرفام (٤٠/٨ سانتی‌متر) کم‌ترین مقدار را دارا بود و در بین موتانت‌های رقم طلایه، لاین T-900-4 با ٥٨/٥ سانتی‌متر بیش‌ترین و رقم طلایه با ٤٨/٨٣ سانتی‌متر کم‌ترین طول ساقه اصلی را به خود اختصاص دادند (جدول‌های ٨ و ٩).

تعداد دانه در خورجین یکی از اجزای مهم عملکرد کلزا محسوب می‌شود. با انتخاب بر روی این صفت به‌طور غیرمستقیم می‌توان به افزایش عملکرد دانه و در نتیجه افزایش عملکرد روغن دست یافت. بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین اصلی در لاین Z-900-10

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

(۳۱ عدد) و کم‌ترین مقدار آن در لاین Z-800-3 (۲٤ عدد) مشاهده شد (جدول۸). در پاره‌ای از بررسی‌ها موتانت‌هایی با تعداد خورجین بیش‌تر از والدین‌شان در کلزا گزارش شده‌است. در مطالعه‌ای دیگر با تیمار بذور کلزا با اشعه گاما در نسل دوم لاین‌های موتانت، تعداد دانه بیشتر در مقایسه با شاهد مشاهده شد (Shah et al. 1990; 2005).

ارتفاع اولین خورجین از زمین صفتی مهم در هنگام برداشت ماشینی است. لاین Z-900-7 بیش‌ترین ارتفاع (۱۰۹/۱ سانتی‌متر) و رقم زرفام کم‌ترین مقدار (۷۷/۷ سانتی‌متر) را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین لاین Exp-800-3 بیش‌ترین ارتفاع (۱۰۹/۵ سانتی‌متر و رقم اکسپرس کم‌ترین مقدار (۹۷/۱ سانتی‌متر) را دارا بودند. در رقم طلایه تفاوت معنی‌داری در ارتفاع اولین خورجین از زمین مشاهده نشد. اگرچه در لاین T-900-4 این صفت ۳۳ سانتی‌متر کمتر شده‌است (جدول‌های ۸، ۹ و ۱۰).

قطر ساقه صفتی مهم در زودرسی گیاه می‌باشد. اکثر ژنوتیپ‌های با قطر ساقه کمتر دارای تیپ بهاره هستند. لاین Z-900-3 کم‌ترین قطر ساقه و لاین Z-900-7 بیش‌ترین قطر ساقه را دارا بودند (جدول ۸). در بررسی حاضر پرتوتابی اشعه‌ی گاما موجب افزایش معنی‌دار عملکرد برخی از لاین‌های موتانت در هر سه رقم شد. لاین‌های موتانت Z-800-6 (۵۲۷۷کیلوگرم در هکتار) و Z-900-8 (٤٤٤٤ کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین عملکرد را نسبت به شاهد زرفام (۲۸۵٦ کیلوگرم در هکتار) داشتند. لاین‌های موتانت T-800-6 (۳٦۵۲ کیلوگرم در هکتار) و T-900-5 (۲۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین عملکرد را نسبت به شاهد طلایه (۲۱۱۱ کیلوگرم در هکتار) دارا بودند. لاین موتانت E-900-1 با ٤٦٦٦ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد را نسبت به شاهد اکسپرس (۲۸۸۸ کیلوگرم در هکتار) به خود اختصاص داد (جدول‌های ۸ الی ۱۰).

در بررسی‌های متعدد سایر محققان نیز مشخص شده که میانگین عملکرد دانه لاین‌های موتانت تفاوت معنی‌دار افزایشی یا کاهشی را نشان می‌دهند (Mirabadi et al. 2014; Yadava et al.2010; Mostafavirad et al. 2013).

عملکرد روغن در هر سه گروه لاین‌ها با ارقام شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. لاین موتانت Z-800-6 با عملکرد ۲۰٤۵ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و لاین Z-900-7 با عملکرد ۸٦٦/۵ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد روغن را داشتند. لاین موتانت T-800-6 (۱۳۲٤کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین عملکرد و لاین T-900-5 (۸۰٦ کیلوگرم در هکتار) کم‌ترین عملکرد را داشتند. در میان موتانت‌های رقم طلایه لاین‌های موتانت T-800-6 و T-900-5 به‌ترتیب با ۱۳۲٤ و ۸۰٦ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد روغن را به خود اختصاص داده و هم‌چنین موتانت E-900-1 بیش‌ترین عملکرد (۱۸۳۸ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به شاهد اکسپرس (۱۰۷۸ کیلوگرم در هکتار) دارا بود (جدول‌های ۸ الی ۱۰). در دیگر مطالعات نتایج مقایسه میانگین تفاوت معنی‌دار به‌صورت افزایشی در عملکرد روغن برخی از لاین‌های موتانت نسبت به ارقام شاهد مشاهده شده‌است (Cerami et al. 2013).

از نظر صفت تعداد روز تا رسیدگی کامل، کم‌ترین مقدار مربوط به لاین T-1200-5 (۲٤۱ روز) و بیش‌ترین تعداد روز مربوط به لاین T-800-6 (۲۵۳ روز) و شاهد طلایه (۲٤۲ روز) بود (جدول ۹). طول خورجین یکی از اجزای مؤثر بر عملکرد کلزا می‌باشد که با انتخاب روی این صفت به‌طور غیرمستقیم می‌توان به افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش عملکرد روغن دست‌یافت. در بررسی حاضر طول خورجین در شاخه اصلی رقم‌های زرفام و طلایه با موتانت‌های به‌دست آمده از آن‌ها تفاوت معنی‌داری نشان نداد. طول خورجین فرعی در لاین T-900-4 با طول ٦/٦۷ سانتی‌متر بیش‌ترین و طلایه با ۵/٦ سانتی‌متر کم‌ترین مقدار و هم‌چنین طول خورجین اصلی و فرعی در لاین موتانت Exp-800-3 بیش‌ترین (٦/۸ سانتی‌متر) و در Exp-800-1 کم‌ترین (٦/۲ سانتی‌متر) مقدار را داشت (جدول‌های ۹ و ۱۰). موتانت‌هایی با افزایش طول غلاف در کلزا گزارش شده‌است (Shah et al.1990; Samadi Gorji et al. 2015).

ارزیابی صفات زراعی در موتانت‌های رقم زرفام، طلایه و اکسپرس نشان داد که اثر هر سه دز پرتو گاما اعمال شده در تعدادی از صفات مورد مطالعه در سطح یک و یا پنج درصد معنی‌دار بوده (جدول‌های۲ الی ۷) و بیانگر آن است که پرتوتابی گاما تاثیر معنی‌داری در تنوع صفات مورد بررسی داشته است. مقایسه میانگین صفات لاین‌های موتانت و ارقام شاهد نشان داد که تعدادی از لاین‌های موتانت دارای ارزش بیش‌تری از نظر

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

صفات مورد بررسی می‌باشند. در عین حال لازم به ذکر است که در میان لاین‌های موتانت، لاین‌هایی با ارزش‌های کمتر از رقم والد نیز وجود داشت و این امر نشان دهنده‌ی تصادفی بودن جهش‌ها می‌باشد (جدول‌های ۸ الی ۱۰).

در بررسی موتانت‌های رقم طلایه مشخص شد که اعمال دز ۱۲۰۰ گری به تولید لاین‌های مطلوب در این رقم منتهی نشده و لاین‌های دارای عملکرد بالا در رقم طلایه مشابه موتانت‌های ارقام اکسپرس و زرفام حاصل از دزهای ۸۰۰ و ۹۰۰ گری می‌باشد. در بررسی اثر پرتوتابی بر روی رقم طلایه با دزهای ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰ گری مشخص شد که با بالا رفتن دز پرتوتابی میزان عملکرد دانه، روغن، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه کاهش یافته است (Rahimi et al. 2011).

در هر رقم لاین‌هایی که از نظر چند صفت مورد مطالعه، وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر لاین‌ها و شاهد دارند، می‌توانند به عنوان لاین‌های برتر برای بررسی‌های بعدی انتخاب شوند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مشخص می‌شود که لاین Z-800-6 با عملکرد دانه ۵۲۷۷ کیلوگرم و عملکرد روغن ۲۰٤۵ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان لاین برتر قابل تعیین می‌باشد (جدول ۸). در بین موتانت‌های رقم طلایه لاین T-800-6 بیش‌ترین عملکرد دانه (۳٦۵۲ کیلوگرم) و عملکرد روغن (۱۳۲٤ کیلوگرم) را در هکتار تولید نمود (جدول ۹).

موتانت E-900-1 به‌عنوان بهترین موتانت نسبت به شاهد اکسپرس از نظر عملکرد دانه و روغن (به‌ترتیب ٤٦٦٦ و ۱۸۳۸ کیلوگرم در هکتار) تعیین شد (جدول ۱۰).

در نهایت، با مقایسه کلیه لاین‌های موتانت مشخص شد که لاین Z-800-6 از رقم زرفام بالاترین عملکرد دانه و روغن را داشته و با توجه به نیمه زمستانه بودن و طول دوره رویش کوتاه‌تر آن نسبت به دو رقم دیگر می‌تواند برای بررسی بیش‌تر جهت معرفی یک رقم جدید در نظر گرفته شود. این لاین هم‌چنین در مقایسه با دو موتانت T-800-6 و E-900-1 کم‌ترین ارتفاع بوته و بیشترین تعداد خورجین در شاخه اصلی و فرعی و کل بوته، تعداد شاخه فرعی و طول ساقه اصلی را داشته است (جدول‌های ۸ الی ۱۰).

در یک بررسی لاین‌های موتانت حاصل از پرتوتابی با درجات مختلف پرتو گاما از حیث صفات مختلف مانند تعداد روز تا گل‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین، وزن هزار دانه و درصد روغن مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی نشان داد که پرتوتابی گاما اثر معنی‌داری بر تعداد روز تا جوانه زدن و تعداد روز تا گل‌دهی نداشته، در صورتی‌که ارتفاع بوته، تعداد دانه در خورجین و طول خورجین در مقایسه با شاهد افزایش می‌یابد (Muhammad Khan et al. 2015).

براساس بررسی‌های انجام گرفته در این تحقیق مشخص شد ایجاد جهش با استفاده از اشعه گاما نقش موثری از حیث عملکرد دانه و روغن در برخی از صفات تاثیرگذار بر اجزای عملکرد داشته به‌طوری که پرتوتابی اشعه گاما در کاهش ارتفاع، افزایش تعداد خورجین در بوته، افزایش عملکرد دانه و روغن مؤثر بوده و منجر به ایجاد لاین‌های مطلوب ازنظر صفات مورد بررسی در هر سه رقم شده‌است.

منابع

Abtahi Foroushani S M, Arzani A and Hossein Fotoukian M (2014) Evaluation of genetic diversity of mutations induced by gamma irradiation on morphological traits in the second generation mutant lines of rapeseed. Iranian Journal of Field Crops Research.Vol 12, No 2: 254-263. (In Farsi).

Ali I, Ahmad HM, Shah SA (2013) Evaluation and selection of rapeseed (*Brassica napus* L.) mutant lines for yield performance using augmented design. Journal of animal and plant sciences. 23: page 1125-1130. ISSN: 1018-7081.

Auld DL, Heikkinen MK, Erickson DA, Sernyk JL and Romero JE (1992) Rapeseed mutants with reduced levels of polyunsaturated fatty acids and increased levels of oleic acid. Crop Sci.32: 657-662.

Barve YY, Gupta RK, Bhadauria SS, Thakre RP and Pawar SE (2009) Induced mutations for development of *B. juncea* canola quality varieties suitable for Indian agro-climatic conditions. In: Shu, Q.Y. (ed.) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. pp. 373-375.

Carré P, Pouzet A (2014) Rapeseed market, worldwide and in Europe. OCL, 21(1) D102.DOI: 10.1051/ocl/2013054. www.ocljournal.org.

FAO (2014) FAOSTAT. Food and agricultural commodities production. Available athttp://faostat.fao.org/site/339/default.aspx. FAO.

Gerami M, Babaeian Jelodar N, Moemeni Larimi R, Ghorbani A and Bagheri N (2013) Induction of variation in agronomic traits of oilseed rape (*Brassica napus* L.)

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]

Raza G, Siddique A, Khan IA, Ashraf MY and Khatri A (2009) Determination of essential fatty acid composition among mutant lines of canola (*Brassica napus*) through high pressure liquid chromatography. Journal of Integrative Plant Biology 51, 1080-1085.

Samadi Gorji M, Jelodar NB and Bagher N (2009) Assesment of gamma ray irradiation on germination and morphological characters in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Agriculture Science Nat.16: 315-324. (In Farsi).

Samadi Gorji M, Zaman Mirabadi A, Rammeah V, Hasanpour M and Esmailifar A (2015) Evaluation of Agronomic Traits of Mutants Induced by Gamma Irradiation in PF and RGS003 Varieties of Rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Crop Breeding Vol. 7, No. 15. (In Farsi).

Schnurbush T, C Mollers and HC Becker (2000) A mutant of *Brassica napus* with increased palmitic acid content. Plant Breed. 119: 141-144.

Shah SA, A Iftikhar, K Rahmkhan and A Mumtaz (2005) 'NIFA mustard canola'- First mutant variety of oil seed mustard (*Brassica juncea* L.) in Pakistan. Mutant Breed Rev Newsl. No. 1.

Shah SA, I Ali and K Rahman (1990) induction and selection of superior genetic variables of oilseed rape (*Brassica napus* L.). The Nucleus 27: 37-40.

Thurling N and Depittayanan V (1992) EMS Induction of early flowering mutants in spring rape (*Brassica napus*). Plant Breeding 108, 177-184.

Tomlekova NB, Kozgar MI, Wani MR (2014) Mutagenesis: exploring novel genes and pathways.pp.481.www.Wageningen Academic.com/mutagenesis.

Verma VD and Rai B (1980) Mutation in seed-coat color in Indian mustard. Indian Journal of Agricultural Sciences 50: 545-548.

Waugh R, Leader DJ, McCallum N, Caldwell D (2006) Harvesting the potential of induced biological diversity. Trends Plant Science 11: 71-9.

Yadava TP, Singh H, Gupta VP, and Rana, RK (2010) Heterosis and combining ability in raya for yield and its components. Indian Journal Genetics and Plant Breeding. 34: 684-695.

using gamma irradiation and investigation of induced mutation in loci of oleic acid by molecular markers. Journal of Plant Production. Vol 20: http://jopp.gau.ac.ir.

Gupta SK, (2007) advances in botanical research.rapeseed breeding. ELSEVIER. Vol. 45.

Jambhulkar SJ (2007) Mutagenesis: Generation and Evaluation of Induced Mutations. Advances in Botanical Research, 45: pp 417-434.

Khatri A, Khan IA, Siddiqui MA, Raza S and Nizamani GS (2005) Evaluation of high yielding mutants of *Brassica juncea* cv. S-9 developed through gamma rays and EMS. Pakistan Journal of Botany 37: 279-284.

Konzak CF, Nilan R A, Kleinhofs A (1976) Artificial mutagenesis as an aid in overcoming genetic vulnerability of crop plants. Basic Life Science 8: 163-77.

Malek MA, Ismail MR, Monshi FI, Mondal MMA and Alam MN (2012) Selection of promising rapeseed mutants through multi-location trials. Bangladesh Journal of Botany 41: 111-114.

Malek MA, Begum HA, Begum M, Sattar MA, Ismail MRand Rafii MY (2012) Development of two high yielding mutant varieties of mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern.] through gamma rays irradiation. Australian Journal of crop science 6:922-927.

Mei DS, Wang HZ, Li YC , Hu Q, Li YD and Xu YS (2006) The discovery and genetic analysis of dwarf mutation 99CDAM in *Brassica napus* L. Yi Chuan 28: 851-857.

Mirabadi AZ and Samadi Gorji M (2014) Effects of gamma irradiation on yield and yield components of rapeseed. Journal of Plant Production Research Vol. 21. http://jopp.gau.ac.ir. (In Farsi).

Mostafavirad M, Azad Marzabadi M, Faraji S (2013) Evaluation of agronomic traits and grain quality performance in some superior cultivars of winter oilseed rape. Journal of applied crop breeding. 1: 33-42. (In Farsi).

Mozaffari K and MR Ahmadi (2005) Early maturity breeding in rapeseed by inducing mutations using gamma-ray. Atomic energy organization of Iran. Proj Code: 5/1/1/26. Pp-66.

Muhammad Khan W, Zahir Shah S, Shah L, Saleem Khan M, Muhammad Z, Ahmad I, Anwar M, Ali S (2015) effect of gamma radiation on some morphological and biochemical characteristics of *Brassica napus* L. (variety Bulbul 98). Pure Applied biology. 4:236-243.

Oghan HA (2014) Inheritance of cold tolerance related traits in oilseed rape (*Brassica napus* L.). PhD dissertation of Tabriz University. Page 234.

Parry MAJ, Madgwick PJ, Bayon C, Tearall K, Hernandez-Lopez A, Baudo M, Rakszegi M,Hamada W, Al-Yassin A, Ouabbou H, Labhilili M, Phillips A L (2009) Mutation discovery for crop improvement. Journal Experimental Botany 60: 2817-2825.

Rahimi MM, Bahrani A(2011) effect of gamma irradiation on qualitative and quantitative characteristics of canola (*Brassica napus* L.). Middle- East journal of scientific research. 8: 519-525.

[Downloaded from mg.genetics.ir on 2025-08-24]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.2.1.3]