

## ارزیابی عملکرد کمی و کیفی ژنوتیپ‌های مختلف بهاره کلزا (*Brassica napus*) در پاسخ به تاریخ و فصل کشت در منطقه کرج

ترانه ثمرازده وژده فرا<sup>۱</sup>، فرزاد پاک‌نژاد<sup>۲\*</sup>، امیر حسین شیرانی راد<sup>۳</sup>، مصطفی اویسی<sup>۴</sup>، سعید وزان<sup>۵</sup>

۱ و ۲: دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، ۳-استاد  
موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ۴-دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات،  
دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۲۴)

### چکیده

کلزا به دلیل دارا بودن ژنوتیپ‌های بهاره و پاییزه و سازگاری با شرایط آب و هوایی، به عنوان نقطه امیدی برای تأمین روغن خوراکی کشور به شمار می‌آید. به منظور بررسی تأثیر فصل کاشت و تاریخ کشت بر عملکرد کمی و کیفی ژنوتیپ‌های کلزا، دو آزمایش جداگانه در فصل‌های پاییز و زمستان به صورت کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در طول دو سال (۱۳۹۳-۱۳۹۴ و ۱۳۹۴-۱۳۹۵)، در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. در این مطالعه، تاریخ‌های کشت پاییز شامل ۱۵ مهر، ۲۵ مهر و ۱۰ آبان و تاریخ‌های کشت زمستان شامل ۲۰ بهمن، ۳۰ بهمن و ۱۰ اسفند، به عنوان عامل اصلی و ژنوتیپ‌های کلزا شامل Zabol10، Dalgan، RGS003، Hyola401 و Hyola4815 به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های کلزا در فصل کشت پاییز، ۴۳۳۰ و ۱۸۴۰ کیلوگرم در هکتار بود، در حالی که با کشت در فصل زمستان، مقدار این صفات با کاهش ۴۳/۳ و ۶/۶ درصدی مواجه شدند. در فصل پاییز، بیشترین عملکرد دانه و روغن با میانگین ۵۰۳۳ و ۲۲۰۲ کیلوگرم در هکتار متعلق به تاریخ کشت ۱۵ مهر و در فصل زمستان با میانگین ۲۹۹۶ و ۱۲۴۸ کیلوگرم در هکتار، به تاریخ ۲۰ بهمن تعلق داشت. به طور کلی، ژنوتیپ Dalgan به دلیل صفات زراعی مناسب مانند تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین، وزن هزار دانه و همچنین عملکرد بالای دانه و روغن، برای کشت در نواحی معتدل با اقلیم‌های خشک و نیمه خشک مانند کرج پیشنهاد می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، روغن، عملکرد دانه، وزن دانه.

### Qualitative and quantitative yields of different spring rapeseed (*Brassica napus*) genotypes in response to sowing season and date in Karaj region

Taraneh Samarzadeh Vazhdehfar<sup>1</sup>, Farzad Paknejad<sup>2\*</sup>, Amir Hosein Shirani Rad<sup>3</sup>, Mostafa Oveisi<sup>4</sup>, Saeed Vazan<sup>2</sup>

1,2. Department of Agronomy, Faculty and Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University of Karaj, 3. Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, 4. Department of Agronomy and Plant Breeding, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran.

(Received: April 28, 2020 - Accepted: June 13, 2020)

### ABSTRACT

Due to having spring and autumn genotypes and adaptation to weather conditions, rapeseed is considered as a point hope to provide edible oil of country. Two separate experiments were set up as split-plot in a RCBD design with three replications in two fall and winter seasons during two years (2014-2015 and 2015-2016) at the research field of Seed and Plant Improvement Institute to investigate the effect of sowing season and date on the quantitative and qualitative yields of rapeseed genotypes in Karaj, Iran. In this study, the main plots were sowing dates (7, 17, and 27 October in fall sowing and 9 and 19 February, and 1 March in winter sowings) and sub-plots consisted of genotypes (RGS003, Dalgan, Zabol10, Hyola401, and Hyola4815). Rapeseed genotypes grain and oil yields were 4330 and 1840 kg ha<sup>-1</sup> in fall sowing, respectively, while these traits were decreased 43.3 and 46.6% respectively, when rapeseed genotypes were planted in winter season. The highest grain and oil yields (5033 and 2202 kg ha<sup>-1</sup>) belonged to 7 October sowing date in fall sowing, while 9 February had the highest grain and oil yields (2996 and 1248 kg ha<sup>-1</sup>) in winter sowing. In general, the Dalgan genotype is recommended for cultivation due to suitable agronomic traits such as number of silique per plant, number of grain per silique, silique length, 1000-grain weight, as well as high grain and oil yields in cold temperate regions with arid and semi-arid climates such as Karaj, Iran.

**Keywords:** Grain per silique, grain weight, grain yield, number of silique per plant.

\* Corresponding author E-mail: farzad\_paknejad@ykiu.ac.ir

## مقدمه

گیاهان دانه روغنی می‌توانند قسمت اعظمی از نیاز روغن خوراکی انسان را تأمین کنند. کلزا (*Brassica napus L.*) یکی از گیاهان دانه روغنی مهم است که طبق آخرین گزارش وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶، حدود ۱۹۱ هزار هکتار از اراضی زراعی کشور به این محصول اختصاص یافته است. کلزا با دارا بودن ویژگی‌های منحصر به فرد خود از جمله سازگاری با شرایط آب و هوایی، کنترل علف‌های هرز، ارزش تناوبی بالا، دارا بودن تیپ‌های بهاره و پاییزه و درصد روغن بالا (۴۴-۴۰ درصد) می‌تواند نقطه امید برای تأمین روغن کشور به حساب آید (Rezaie *et al.*, 2012).

این گیاه با داشتن تیپ‌های رشدی پاییزه و بهاره می‌تواند در تاریخ‌های مختلف کاشته شود و همین موضوع، سازگاری این گیاه را به شرایط محیطی افزایش داده است. در واقع، چنانچه کشاورزان به دلایل مختلف در کشت پاییز با تأخیر مواجه شوند، با توجه به سرمای ابتدای فصل، با محدودیت روبه‌رو می‌شوند و اگر کشاورزان نتوانند در زمان مناسب عملیات کاشت را انجام دهند، می‌توانند در تاریخ‌های مناسب، زمستانه کلزا را کشت کنند؛ بنابراین، معرفی جایگاه جدید کشت در این نواحی لازم و ضروری می‌باشد (Safavi fard *et al.*, 2018). در این شرایط، ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌های کلزا که در کشت زمستانه از پایداری عملکرد بالاتری برخوردارند، تأثیر شگرفی در افزایش سطح زیر کشت آن در کشور خواهد داشت. همچنین شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های پرمحصول در جایگاه جدید کشت، باعث گسترش سطح زیر کشت کلزا خواهد شد و کشاورزان با محدودیت زمان کشت در پاییز مواجه نخواهند بود (Safavi fard *et al.*, 2018). پاسخ ژنوتیپ‌ها به محیط، تحت عنوان برهمکنش ژنوتیپ و محیط شناخته شده (Mansour *et al.*, 2017) و می‌تواند عملکرد و اجزای عملکرد کلزا را تحت تأثیر قرار دهد (Moradbeigi *et al.*, 2019). در واقع به‌دلیل احتمال تأخیر در کشت کلزا به‌دلیل برداشت محصولات بهاره و

تابستانه، ریسک سرمازدگی در ابتدای دوره رشد کلزا افزایش می‌یابد و تاریخ کشت به‌عنوان یک عامل محیطی، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Koutroubas & Papadoska, 2005).

Faraji *et al.* (2009) در تحقیقی با بررسی پنج تاریخ کشت ۱۸ آبان (به‌عنوان تاریخ کشت مطلوب)، ۱۵ آذر، ۱۵ دی، ۱۵ بهمن و ۱۵ اسفند در شرایط آب و هوایی گلستان نشان دادند که کشت ژنوتیپ‌های کلزا پس از تاریخ بهینه، به‌ترتیب موجب کاهش ۱۸، ۱۹/۶، ۳۱/۳ و ۷۷/۵ درصدی عملکرد دانه شد. Doori *et al.* (2015) با بررسی تأثیر کشت دیر هنگام بر عملکرد دانه و روغن کلزا در اهواز نتیجه گرفتند که تأخیر در کشت (۲۶ آذر و ۹ دی)، باعث کاهش شدید عملکرد دانه و روغن کلزا در مقایسه با تاریخ کشت بهینه (شش آذر) شد. در پژوهشی، امکان کشت زمستانه ارقام بهاره کلزا مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که در تاریخ کشت پاییزه، ارقام Dalgan و Jeromeh با میانگین ۵۷۶۰ و ۵۷۰۱ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند، درحالی‌که در تاریخ کشت زمستانه، ارقام Dalgan و Hyola401 با میانگین عملکرد ۳۶۵۷ و ۳۴۰۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند (Safavi fard *et al.*, 2018).

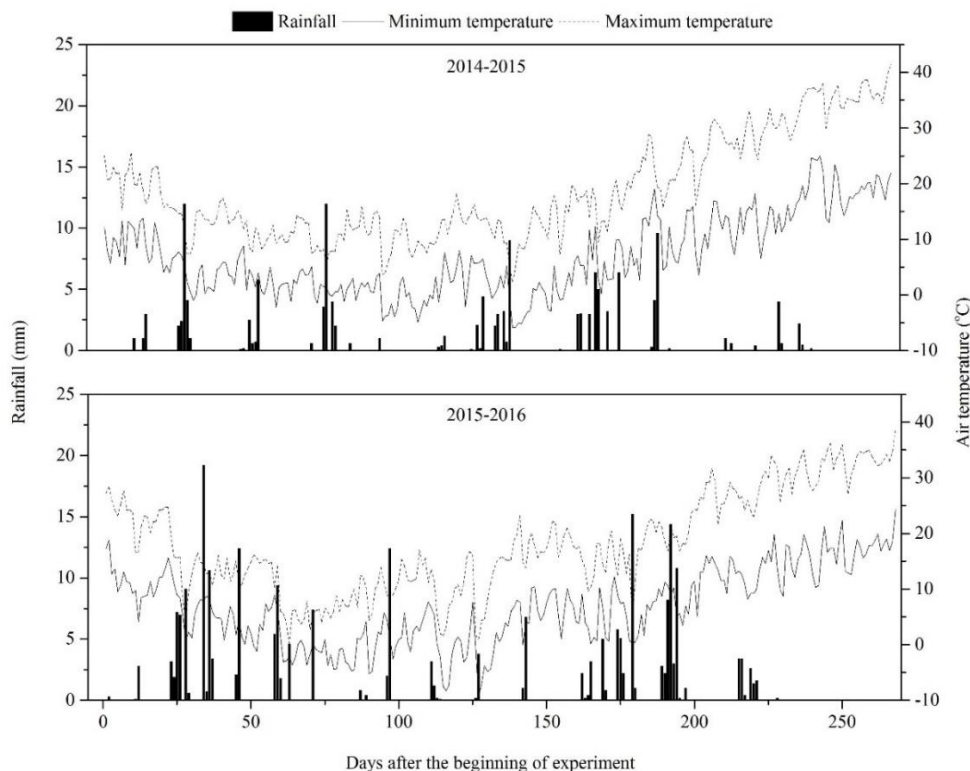
با توجه به اهمیت کشت کلزا به‌عنوان یک گیاه دانه روغنی لازم است تدابیری اندیشیده شود تا در مناطق مختلف، محدودیت‌ها برای کشت این محصول ارزشمند کمتر شود و در نهایت بتوان سطح زیر کشت آن را افزایش داد. بر همین اساس، تحقیق حاضر با هدف بررسی کشت ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در تاریخ‌های کشت پاییز و زمستان و معرفی ارقام پرمحصول از نظر عملکرد دانه و روغن در شرایط آب و هوایی کرج انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی (۱۳۹۴-۱۳۹۳ و ۱۳۹۴-۱۳۹۵) در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، در ارتفاع ۱۳۲۱ متر از

اوایل بهار اتفاق می‌افتند. داده‌های آب و هوایی روزانه محل اجرای آزمایش در طول دوره رشد کلزا در شکل ۱ آمده است.

سطح دریا و با مختصات جغرافیایی  $35^{\circ}59'$  عرض شمالی و  $50^{\circ}75'$  طول شرقی انجام شد. بر اساس آمار ۳۰ ساله سازمان هواشناسی، میانگین بارش سالانه آن ۲۴۳ میلی‌متر است که بارش‌ها عمدتاً در اواخر پاییز و



شکل ۱- بارش و دماهای کمینه و بیشینه در طول دوره رشد کلزا (۱۳۹۳-۱۳۹۴ و ۱۳۹۴-۱۳۹۵) در کرج، ایران.  
Figure 1. Rainfall (mm) and minimum and maximum temperatures ( $^{\circ}\text{C}$ ) during growing of rapeseed (2014-2015 and 2015-2016) in Karaj, Iran.

محل آزمایش، نمونه‌های خاک در دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر به صورت تصادفی از سطح مزرعه گرفته شد و بر همین اساس، خاک مزرعه آزمایشی رسی لومی تشخیص داده شد. بر اساس آزمون خاک و توصیه کودی کلزا، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به صورت پایه همزمان با آماده‌سازی بستر بذر، ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره (یک قسمت در زمان کشت، یک قسمت در شروع ساقه‌دهی و یک قسمت در مرحله ظهور اولین غنچه‌های گل) به مزرعه داده شد. مبارزه با علف‌های هرز با کاربرد ۲/۵ لیتر در هکتار علفکش تریفلورالین قبل از کشت و وجین دستی در طول دوره رشد کلزا انجام شد و برای کنترل آفات به ویژه شته مومی با استفاده از سم

در هر سال، دو آزمایش جداگانه در دو فصل پاییز و زمستان به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این مطالعه، تاریخ‌های کشت پاییزه در سه سطح شامل ۱۵ مهر، ۲۵ مهر و ۱۰ آبان و تاریخ‌های کشت زمستانه در سه سطح شامل ۲۰ بهمن، ۳۰ بهمن و ۱۰ اسفند به عنوان عامل اصلی و ژنوتیپ‌های کلزا شامل Hyola4815 به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. هر کرت آزمایشی شامل شش خط به طول شش متر و فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر از هم بود که دو خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند و فاصله بوته‌ها روی خطوط کشت، پنج سانتی‌متر بود. به منظور تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

برداشت بوته‌ها به دلیل کشت در تاریخ‌های مختلف و همچنین دوره رسیدگی مختلف ژنوتیپ‌ها متفاوت بود (جدول ۱).

در پایان، پس از اطمینان از مفروضات آزمایشی و بعد از انجام آزمون بارتلت و اثبات همگن بودن واریانس‌های آزمایشی در هر سال، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.2 انجام پذیرفت. با توجه به این‌که تاریخ‌های کشت پاییزه در زمین جداگانه‌ای از تاریخ‌های کشت زمستانه بودند، تجزیه مرکب به صورت مکان زمان انجام شد. در تجزیه آماری، مکان یک به عنوان کشت پاییزه و مکان دو به عنوان کشت زمستانه در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. تمامی شکل‌ها نیز با استفاده از نرم افزار Origin Pro 9.1 ترسیم شدند.

متاسیستوکس (۱/۵ لیتر در هکتار) استفاده شد. آبیاری نیز بر اساس عرف منطقه انجام شد، به طوری که تنش کم آبی در بوته‌ها مشاهده نشد. دور آبیاری بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A تنظیم شد و میزان آب ورودی به هر کرت آزمایشی با استفاده از کنتور اندازه‌گیری شد. تعداد آبیاری در تاریخ‌های کشت پاییزه، هشت مرتبه (معادل ۵۱۲۰ متر مکعب در هکتار) و در تاریخ‌های کشت زمستانه، شش مرتبه (معادل ۳۸۴۰ متر مکعب در هکتار) بود. با نزدیک شدن بوته‌های کلزا به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، ۱۰ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب شدند و صفات تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و دانه، شاخص برداشت و عملکرد و محتوای روغن (با دستگاه NMR مدل Mq20) اندازه‌گیری شدند. شایان ذکر است که تاریخ‌های

جدول ۱- تعداد روز از مرحله سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا تحت تأثیر فصل کشت و تاریخ کشت در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۵ و ۱۳۹۳-۱۳۹۴.

Table 1. Days from emergence to physiological maturity stages of rapeseed genotypes affected by sowing season and date during 2014-2015 and 2015-2016.

	2014-2015						2015-2016					
	7-Oct	17-Oct	27-Oct	9-Feb	19-Feb	1-Mar	7-Oct	17-Oct	27-Oct	9-Feb	19-Feb	1-Mar
RGS003	234	225	211	120	114	110	235	226	212	121	114	110
Dalga	228	219	205	114	109	106	229	220	205	114	109	106
Zabol10	226	218	202	112	108	105	228	219	204	112	108	105
Hyola401	233	222	209	119	114	109	234	224	210	120	114	109
Hyola4815	224	216	201	112	106	105	226	218	203	113	107	105

دانه در خورجین ( $P \leq 0.01$ )، وزن هزار دانه (در سطح پنج درصد)، عملکرد دانه (در سطح پنج درصد)، محتوای روغن ( $P \leq 0.01$ ) و عملکرد روغن (در سطح پنج درصد) معنی‌دار بود (جدول ۲).

### عملکرد دانه و اجزای عملکرد

در سال اول و دوم آزمایش، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین و عملکرد دانه کلزا در کشت پاییزه به طور معنی‌داری بیشتر از کشت زمستانه بود (جدول ۳).

نتایج نشان داد که اگرچه مقادیر این صفات در فصل پاییز در سال اول کمتر از فصل پاییز در سال دوم آزمایش بود، مقادیر این صفات در فصل زمستان در سال اول آزمایش، بیشتر از سال دوم آزمایش بود

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل سال × فصل برای صفات تعداد خورجین در بوته و طول خورجین ( $P \leq 0.01$ ) و عملکرد دانه و روغن (در سطح پنج درصد) معنی‌دار بود. اثرات متقابل فصل × تاریخ کشت برای شاخص برداشت (در سطح پنج درصد)، سال × فصل × تاریخ کشت برای تعداد دانه در خورجین (در سطح پنج درصد)، سال × فصل × ژنوتیپ برای وزن هزار دانه (در سطح پنج درصد)، سال × تاریخ کشت × ژنوتیپ برای وزن هزار دانه (در سطح پنج درصد) و در نهایت فصل × تاریخ کشت × ژنوتیپ برای تعداد خورجین در بوته (در سطح پنج درصد)، طول خورجین (در سطح پنج درصد)، تعداد

نشان داد که ژنوتیپ Dalgan در هر دو سال و فصل کشت آزمایش، بیشترین وزن دانه را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد (شکل ۳). همچنین مقایسه میانگین بدست آمده از برهمکنش سال × تاریخ کشت × ژنوتیپ نشان داد که ژنوتیپ Dalgan در هر دو سال آزمایش و تمامی تاریخ‌های کشت مورد بررسی، وزن دانه بیشتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشت (شکل ۴).

(جدول ۳). همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، تعداد دانه در خورجین، پاسخ متفاوتی به تاریخ‌های کشت در هر دو فصل پاییز و زمستان در هر دو سال آزمایش نشان داد. بیشترین تعداد دانه در خورجین در کشت پاییزه، به تاریخ کشت ۱۵ مهر تعلق داشت. همچنین تاریخ کشت ۲۰ بهمن در هر دو سال آزمایش در کشت زمستانه، بیشترین تعداد دانه در خورجین را به خود اختصاص داد (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سال × فصل × ژنوتیپ

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف کلزا تحت تأثیر فصل کشت، تاریخ کاشت و رقم

Table 2. Combined variance analysis of different rapeseed traits affected by sowing season and date and genotype

S.O.V	df	Mean Squared								
		Silique per plant	Length of silique	Grain per silique	1000-grain weight	Biological yield	Grain yield	Harvest index	Oil content	Oil yield
Year	1	3951.8 <sup>ns</sup>	43.90 <sup>ns</sup>	68.20 <sup>ns</sup>	26.59 <sup>ns</sup>	101896027*	64118445 <sup>ns</sup>	7.28 <sup>ns</sup>	65.98 <sup>ns</sup>	1699639 <sup>ns</sup>
Season	1	143606.1 <sup>ns</sup>	216.26 <sup>ns</sup>	2417.06*	66.74 <sup>ns</sup>	1876888542*	158008185*	65.54 <sup>ns</sup>	312.26*	33020216*
Year×Season	1	11271.8**	11.30**	6.12*	6.17*	641297 <sup>ns</sup>	725805*	28.10 <sup>ns</sup>	1.01 <sup>ns</sup>	179804*
Block(Year×Season)	8	294.5	0.61	1.55	0.11	744383	493496	33.53	1.97	58713
Planting date	2	139476.6**	72.10**	516.95*	14.30**	308387981*	23800992**	1.72 <sup>ns</sup>	169.07**	5901659**
Year×Sowing date	2	608.7 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	1365114 <sup>ns</sup>	80964 <sup>ns</sup>	2.00 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>	23120 <sup>ns</sup>
Season×Sowing date	2	2570.7 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	15.11 <sup>ns</sup>	0.36 <sup>ns</sup>	8727623 <sup>ns</sup>	299251 <sup>ns</sup>	16.88*	2.31*	112472 <sup>ns</sup>
Year×Season×Sowing date	2	612.7 <sup>ns</sup>	0.46 <sup>ns</sup>	6.00*	0.04 <sup>ns</sup>	1201313 <sup>ns</sup>	158577 <sup>ns</sup>	0.94 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	30389 <sup>ns</sup>
Sowing date	16	291.0	0.14	1.25	0.08	665956	151053	7.04	0.78	26470
×Block(Year× Season)										
Genotype	4	4435.4**	3.64**	40.38**	1.47*	30315819**	2158647**	1.53 <sup>ns</sup>	8.60*	503258**
Year× Genotype	4	27.4 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	6741 <sup>ns</sup>	10764 <sup>ns</sup>	1.81 <sup>ns</sup>	1.63 <sup>ns</sup>	789 <sup>ns</sup>
Season × Genotype	4	90.1*	0.26 <sup>ns</sup>	5.20 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	843066 <sup>ns</sup>	76769*	2.83 <sup>ns</sup>	1.66 <sup>ns</sup>	5519 <sup>ns</sup>
Year× Season × Genotype	4	7.1 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.89 <sup>ns</sup>	0.17*	451806 <sup>ns</sup>	5514 <sup>ns</sup>	3.41 <sup>ns</sup>	0.69 <sup>ns</sup>	1158 <sup>ns</sup>
Sowing date× Genotype	8	419.1*	0.15 <sup>ns</sup>	2.99**	0.05 <sup>ns</sup>	2892187**	195028 <sup>ns</sup>	5.46 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>ns</sup>	35884 <sup>ns</sup>
Year× Sowing date	8	134.5 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.90 <sup>ns</sup>	0.09*	286358 <sup>ns</sup>	55756 <sup>ns</sup>	2.02 <sup>ns</sup>	0.55 <sup>ns</sup>	9055 <sup>ns</sup>
×Genotype										
Season × Sowing date	8	424.8*	0.39*	5.10**	0.14*	5857878**	405675*	5.91 <sup>ns</sup>	2.72**	85819*
×Genotype										
Year× Season ×Sowing date×Genotype	8	84.9 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.37 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	315949 <sup>ns</sup>	103685 <sup>ns</sup>	2.94 <sup>ns</sup>	0.41 <sup>ns</sup>	18904 <sup>ns</sup>
Error	96	76.3	0.11	0.82	0.06	506775	90178	8.47	1.10	18072
CV (%)		6.47	6.38	5.07	7.32	5.59	8.84	10.94	2.56	9.52

ns: عدم اختلاف معنی‌دار، \* و \*\*: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: not significant, \* and \*\* significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.

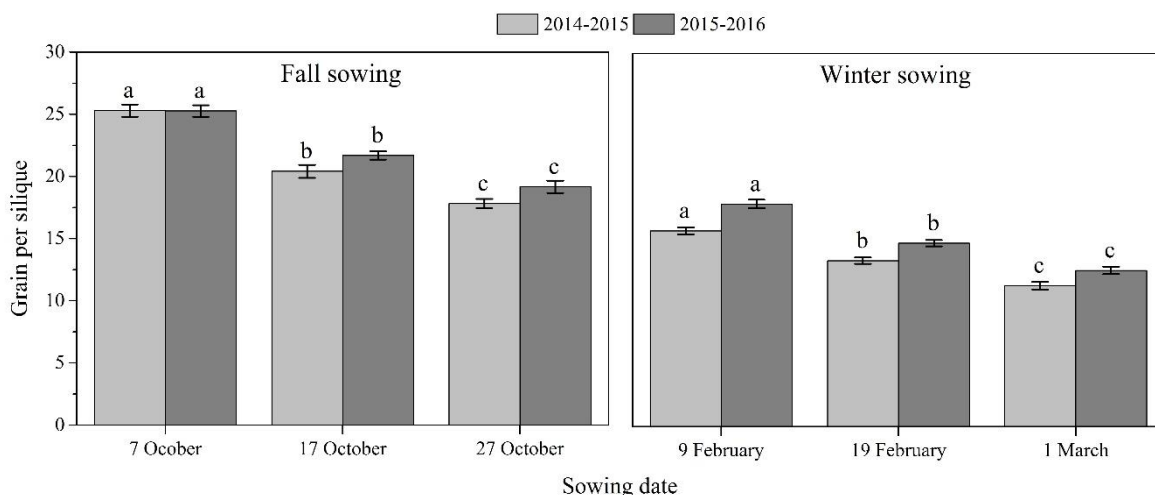
جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اجزای عملکرد کلزا تحت تأثیر برهمکنش سال × فصل کشت.

Table 3. Mean comparisons of rapeseed yield components affected by interaction between year × sowing season .

Year	Season	Silique per plant	Length of silique (cm)	Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Oil yield (kg ha <sup>-1</sup> )
2014-2015	Fall	150.59±6.8a	5.64±0.15a	4078±100a	1711±50a
	Winter	109.92±5.7b	3.94±0.14b	2331±117b	918±57b
2015-2016	Fall	175.79±7.5a	7.12±0.16a	4582±117a	1969±57a
	Winter	103.75±5.6b	4.43±0.14b	2582±91b	1049±42b

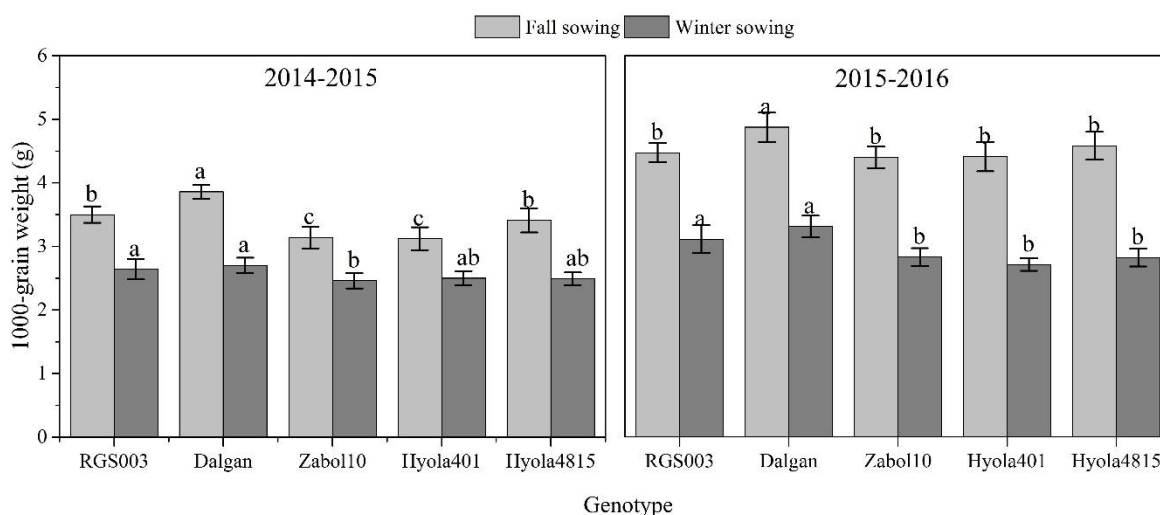
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از لحاظ آماری و در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level.



شکل ۲- برهمکنش سال × فصل کشت × تاریخ کشت کلزا بر تعداد دانه در خورجین. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر تیمار، از لحاظ آماری و در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 2. Year × sowing season × planting date of rapeseed interactions on number of grain per silique. Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level.

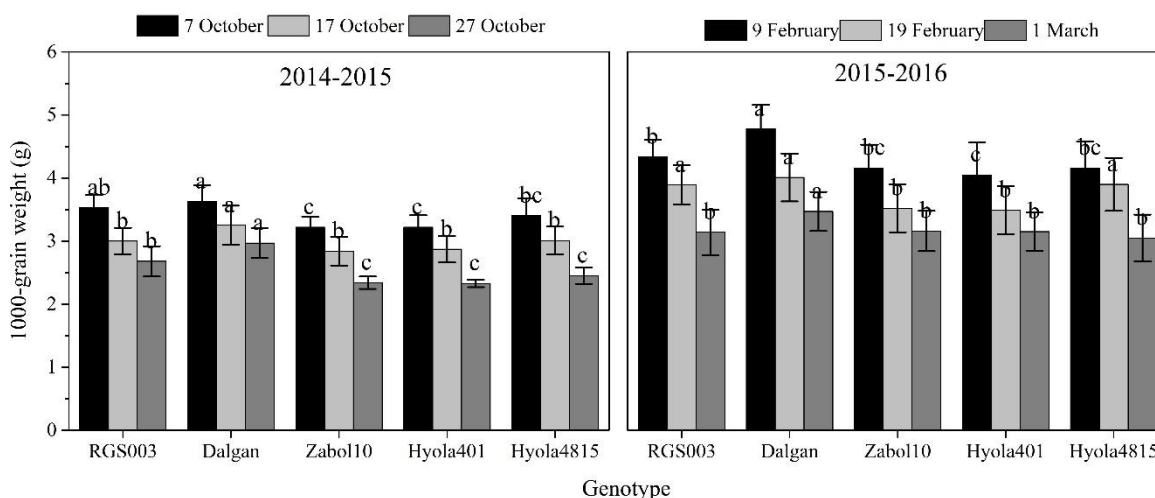


شکل ۳- برهمکنش سال × فصل کشت × ژنوتیپ کلزا بر وزن هزار دانه. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر تیمار، از لحاظ آماری و در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 3. Year × cultivation season × rapeseed genotype Interactions on 1000-grain weight. Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level.

(فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر) که برای عملکرد کمی و کیفی کلزا حائز اهمیت است، مقدار بارندگی در سال اول آزمایش، ۶۷ درصد کمتر از سال دوم آزمایش بود (شکل ۱). علاوه بر این، میانگین دما در سه ماه انتهایی دوره رشد در سال دوم آزمایش، ۳/۲ درجه سانتی‌گراد کمتر از سال اول بود (شکل ۱).

اختلاف بین صفات مورد بررسی در دو سال آزمایش می‌تواند به اختلاف آب و هوا نسبت داده شود (شکل ۱). همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، مجموع بارش در طول دوره رشد کلزا در سال اول آزمایش، ۱۴۰/۷ میلی‌متر بود، درحالی‌که در سال دوم آزمایش ۲۳۸ میلی‌متر بارش به ثبت رسید. از طرفی دیگر، در ماه‌های پایانی دوره رشد کلزا



شکل ۴- برهمکنش سال × تاریخ کشت × ژنوتیپ کلزا بر وزن هزار دانه. میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر تیمار، از لحاظ آماری و در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 4. Year × planting date × rapeseed genotype Interactions on 1000-grain weight. Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level.

ژنوتیپ Dalgan با میانگین ۲۸۷۶ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد دانه، برتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (جدول ۴).

یافته‌های این تحقیق نشان داد که عملکرد دانه کلزا در کشت پاییزه، بیشتر از کشت زمستانه کلزا بود. بررسی‌ها نشان داده است که در کشت پاییزه ژنوتیپ‌های کلزا در مناطق نیمه خشک، تعداد روز تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی، حدود ۲۰ روز زودتر رخ می‌دهد و طول دوره زایشی نیز در مقایسه با کشت زمستان افزایش می‌یابد. همچنین در شرایط کشت پاییزه ژنوتیپ‌های کلزا، زمان رسیدگی فیزیولوژیک در مقایسه با کشت بهاره، بسیار زودتر رخ می‌دهد و از این رو، مراحل حساس در دوره زایشی با شرایط آب و هوایی گرم و خشک مواجه نمی‌شود و در نهایت عملکرد نهایی افزایش می‌یابد (Kirkland & Johnson, 2000).

در واقع تفاوت در تاریخ‌های کاشت و فصل کاشت ارقام مورد بررسی باعث شد تا مراحل رشد زایشی در زمان‌های مختلفی رخ دهند. به‌طور کلی، تاریخ گلدهی ارقام مورد بررسی از یک تا ۷ فروردین در تاریخ کشت ۱۵ مهر، از دو تا هشت فروردین در تاریخ کشت ۲۵ مهر، از سه تا ۱۲ فروردین در تاریخ کشت ۱۰ آبان، از

میانگین دمایی کمتر از یک سو باعث طول دوره رشد بیشتر و از سوی دیگر، دوره رشد زایشی و در نتیجه فتوسنتز بیشتر در سال دوم آزمایش شد. عملکرد دانه کلزا (به‌طور میانگین در بین تیمارهای تاریخ کشت و ژنوتیپ) در کشت پاییزه، ۳۹۹۷ کیلوگرم در هکتار بود، در حالی که در کشت زمستان، مقدار این صفت با کاهش ۳۸/۵ درصدی، به ۲۴۵۶ کیلوگرم در هکتار رسید (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه (۵۰۳۳ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ‌های کشت پاییزه، در تاریخ ۱۵ مهر مشاهده شد. کشت ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های ۲۵ مهر و ۱۰ آبان نسبت به ۱۵ مهر، به‌ترتیب موجب کاهش ۱۴/۵ و ۴۰/۵ درصدی در عملکرد دانه کلزا شد (جدول ۴). در تاریخ‌های کشت پاییزه، ژنوتیپ Dalgan با میانگین ۴۶۸۲ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد دانه، برتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (جدول ۴).

در تاریخ‌های کشت زمستانه، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۹۹۶ کیلوگرم در هکتار به ۲۰ بهمن تعلق داشت. کشت ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های ۳۰ بهمن و ۱۰ اسفند نسبت به ۲۰ بهمن، به‌ترتیب موجب کاهش ۱۵/۹۵ و ۳۸/۱۱ درصدی عملکرد دانه شد (جدول ۴). در مجموع در تاریخ‌های کشت زمستانه،

گلدھی، طول دوره زایشی و زمان رسیدگی متفاوت نیز تحت تأثیر دما و رطوبت هوا در زمان‌های مختلف قرار گرفت و عملکرد نهایی را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). نتایج به‌دست آمده از برهمکنش فصل کشت × تاریخ کشت نیز نشان می‌دهد که شاخص برداشت ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های کشت پاییزه (۲۷٪ درصد)، بیشتر از تاریخ‌های کشت زمستانه (۲۶٪ درصد) بود.

یک تا چهار اردیبهشت در تاریخ کشت ۲۰ بهمن، از سه تا هفت اردیبهشت در تاریخ کشت ۳۰ بهمن و از سه تا نه اردیبهشت در تاریخ کشت ۱۰ اسفند متغیر بود (داده‌ها نشان داده نشده است). همچنین تاریخ رسیدگی ارقام مورد بررسی از پنج تا ۱۵ خرداد در تاریخ کشت ۱۵ مهر، از هشت تا ۱۷ خرداد در تاریخ کشت ۲۵ مهر، از ۱۱ تا ۲۲ خرداد در تاریخ کشت ۱۰ آبان، از ۱۴ تا ۲۵ خرداد در تاریخ کشت ۲۰ بهمن، از ۱۵ تا ۲۶ خرداد در تاریخ کشت ۳۰ بهمن، از ۳۱ خرداد تا پنج تیر در تاریخ کشت ۱۰ اسفند متغیر بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های صفات کمی و کیفی کلزا تحت تأثیر برهمکنش فصل کشت × تاریخ کشت × ژنوتیپ.

Table 4. Mean comparisons of qualitative and quantitative traits of rapeseed affected by interaction of sowing season × planting date × genotype.

Cultivation season	Planting date	Genotype	Number of silique per plant	Silique length (cm)	Number of grain per silique	1000- grain weight (g)	Biomass (kg ha <sup>-1</sup> )	Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Oil content (%)	Oil yield (kg ha <sup>-1</sup> )
Fall	7 October	RGS003	204.5±6b	7.6±0.4b	24.8±0.8b	4.4±0.3bc	17183±714c	4764±179b	44.0±0.3ab	2097±75b
		Dalغان	241.4±7a	7.9±0.4a	26.5±0.5a	4.9±0.3a	21299±628a	5581±247a	44.6±0.2a	2488±111a
		Zabol10	201.5±6b	7.1±0.4c	23.8±0.4c	4.3±0.3c	17606±773bc	4812±247b	43.4±0.4b	2089±113b
		Hyola401	208.7±5b	7.0±0.4c	24.2±0.6bc	4.4±0.4bc	18315±539b	4997±310b	43.2±0.3b	2159±131b
		Hyola4815	233.5±9a	8.1±0.3a	27.2±0.4a	4.6±0.3b	18007±587b	5012±164b	43.5±0.5b	2179±82b
	17 October	RGS003	175.8±8a	6.4±0.3b	22.1±0.3b	4.0±0.3b	15976±474a	4396±257ab	42.7±0.3ab	1880±116ab
		Dalغان	181.0±10a	6.9±0.4a	23.3±0.5a	4.4±0.2a	16214±334a	4459±231ab	43.0±0.3a	1916±101a
		Zabol10	152.4±10b	6.0±0.4c	19.6±0.4d	3.9±0.2c	14805±305b	4021±141b	42.1±0.3b	1693±65c
		Hyola401	148.5±8b	6.0±0.3c	19.7±0.5d	3.8±0.2c	14311±378b	4048±153b	42.1±0.4b	1706±67bc
		Hyola4815	154.0±9b	6.2±0.3bc	20.6±0.6c	4.2±0.3b	16357±388a	4581±136a	42.1±0.4b	1928±65a
	1 November	RGS003	117.6±5a	5.6±0.3a	18.7±0.6b	3.6±0.2b	14601±235a	3795±83ab	41.8±0.3a	1587±42ab
		Dalغان	123.6±7a	5.9±0.4a	20.9±0.7a	3.8±0.2a	14799±491a	4005±170a	41.9±0.3a	1680±78a
		Zabol10	98.7±5b	5.2±0.3b	17.6±0.4c	3.2±0.3c	13153±424b	3600±159ab	40.6±0.6b	1464±81bc
		Hyola401	101.9±5b	4.8±0.4c	16.6±0.3d	3.1±0.3c	13393±546b	3359±184b	39.7±0.8c	1332±72c
		Hyola4815	104.8±5b	5.0±0.4bc	18.6±0.4b	3.3±0.3c	13124±504b	3522±265b	39.8±0.4c	1405±114bc
Winter	9 February	RGS003	157.6±4b	5.4±0.2ab	18.1±0.7a	3.5±0.1a	12541±409a	3295±124a	42.3±0.4a	1393±55a
		Dalغان	171.1±7a	5.6±0.1a	17.5±0.4a	3.5±0.2a	13147±428a	3444±86a	42.2±0.4a	1454±48a
		Zabol10	143.5±5bc	5.2±0.1b	16.4±0.6b	3.1±0.1b	10348±329c	2723±159b	41.0±0.3b	1117±69b
		Hyola401	133.8±6c	5.1±0.1b	16.3±0.6b	2.9±0.1b	10076±408c	2670±130b	40.5±0.7c	1083±64b
		Hyola4815	153.2±9b	5.1±0.2b	15.8±0.5b	3.0±0.1b	11171±343b	2850±76b	41.9±0.6a	1193±30b
	19 February	RGS003	102.1±5b	4.1±0.2b	14.7±0.6a	2.9±0.2a	11159±413a	2916±98a	40.2±0.5a	1173±46a
		Dalغان	118.8±3a	4.8±0.2a	15.1±0.3a	2.9±0.2a	10881±434a	2834±163a	40.4±0.4a	1146±73a
		Zabol10	90.8±3b	3.9±0.2b	13.3±0.4b	2.5±0.1b	9506±360b	2304±96b	39.0±0.6c	901±46b
		Hyola401	97.9±2b	4.0±0.2b	13.3±0.5b	2.5±0.1bc	9114±374b	2201±84b	39.1±0.7c	862±41b
		Hyola4815	94.3±5b	4.2±0.2b	13.9±0.3b	2.7±0.1b	9046±408b	2337±181b	39.3±0.7bc	922±83b
1 March	RGS003	63.3±1b	3.2±0.1ab	10.7±0.4d	2.2±0.1b	6167±295c	1486±80b	37.2±0.5b	553±33c	
	Dalغان	78.7±4a	3.5±0.2a	13.8±0.4a	2.6±0.1a	8764±452a	2349±56a	37.7±0.5ab	886±30a	
	Zabol10	63.7±2b	2.8±0.2b	11.2±0.3c	2.3±0.1b	6454±364c	1675±62b	38.0±0.6ab	636±26bc	
	Hyola401	64.1±4b	3.0±0.2b	11.6±0.3c	2.4±0.1b	6520±287c	1778±47b	38.2±0.7a	679±20bc	
		Hyola4815	69.0±4b	3.2±0.1ab	12.4±0.3b	2.2±0.1b	7377±228b	1984±63ab	38.1±0.7a	757±35ab

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از لحاظ آماری و در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level.



کند. علاوه بر این، عملکرد کلزا تابعی از اجزای عملکرد، به‌ویژه تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه است که افزایش یا کاهش این اجزا در شرایط محیطی مختلف، تأثیر بسزایی بر عملکرد نهایی دانه دارد (Liakas *et al.*, 2005; Eyni-Nargeseh *et al.*, 2020). یکی از اجزای مهم عملکرد دانه کلزا، تعداد خورجین در بوته است؛ زیرا ظرفیت تشکیل دانه را فراهم می‌کند و با انجام فتوسنتز، قسمتی از مواد لازم برای پر شدن دانه در کلزا را فراهم می‌کند (Shirani Rad *et al.*, 2013). اگر تعداد دانه در خورجین به‌عنوان یکی دیگر از اجزای عملکرد مهم کلزا بیشتر باشد، ظرفیت مخزن برای انباشت مواد فتوسنتزی بیشتر می‌شود و افزایش عملکرد را در پی خواهد داشت (Tayo & Morgan, 1979). البته تعداد دانه در خورجین، بیش از آن‌که تحت تأثیر عوامل محیطی باشد، در کنترل ژنتیک است و بنابراین افزایش یا کاهش آن با محدودیت مواجه است. طول خورجین در کلزا نیز تعیین‌کننده تعداد دانه در هر خورجین است و از این طریق بر عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارد (Omidian *et al.*, 2012). خورجین‌های کلزا به‌عنوان سطوح فتوسنتزی فعال، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و معمولاً یک سوم وزن دانه‌های کلزا از طریق فتوسنتز خورجین‌ها تأمین می‌شود و بین مساحت دیواره‌های خورجین کلزا و تعداد دانه در خورجین همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد (Sirin Vasa & Morgan, 1996). وزن دانه نیز آخرین جزء عملکرد دانه کلزا است که در طی مراحل نمو حاصل می‌شود (Diepenbrock, 2000). رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه کلزا با تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و زیست‌توده توسط Eyni-Nargeseh *et al.* (2019) نیز گزارش شده است. Nazeri *et al.* (2018) در تحقیقی با بررسی تأثیر تاریخ کشت بر عملکرد کمی و کیفی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا دریافتند که با تأخیر در کشت، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و زیست‌توده، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

نتایج به وضوح نشان داد که با تأخیر در کشت ژنوتیپ‌های کلزا در هر دو فصل، عملکرد دانه کاهش یافت. در تاریخ‌های کشت پاییزه، زمانی که کشت با تأخیر مواجه می‌شود، بوته کلزا با سرمای ابتدای فصل مواجه می‌شود و می‌تواند باعث خسارت به بوته‌ها شود. در واقع لازم است گیاه قبل از فرا رسیدن سرما، یک روزت شش تا هشت برگی با قطر طوقه هشت تا ۱۰ میلی‌متری تولید کند (Alyari *et al.*, 2000) و در این شرایط، از رشد و ذخیره کافی برخوردار است تا بتواند در معرض کاهش تدریجی دمای هوا قرار گیرد و در برابر سرما مقاوم شود و استراحت زمستانه خود را با موفقیت پشت سر گذارد (Khajepour, 2007). همچنین با تأخیر در کشت در هر دو فصل پاییز و زمستان، طول دوره رشد به‌خصوص طول دوره گلدهی و دوره پر شدن دانه کوتاه می‌شود (Pavlista *et al.*, 2016; Doorri *et al.*, 2015; Khayat *et al.*, 2011) و در نهایت باعث کاهش در تعداد گل، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و بیوماس کل می‌شود که همه این عوامل باعث افت عملکرد می‌شوند. همان‌گونه که در جدول ۴ نیز مشاهده می‌شود، با تأخیر در کشت ژنوتیپ‌های کلزا، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و زیست‌توده کل به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. نتایج تجزیه همبستگی نیز نشان داد که عملکرد دانه، رابطه مثبت و معنی‌داری (در سطح یک درصد) با تعداد خورجین در بوته (۰/۸۳)، طول خورجین (۰/۸۹)، تعداد دانه در خورجین (۰/۹۱)، وزن هزار دانه (۰/۸۷) و زیست‌توده (۰/۹۴) داشت (داده‌ها ارائه نشده است). در تاریخ کشت بهینه، شرایط محیطی مطلوب برای مراحل زایشی می‌تواند تجمع ماده خشک را در گیاه افزایش دهد و در نهایت عملکرد دانه بیشتری تولید خواهد شد (Faraji *et al.*, 2009).

Specht *et al.* (1986) در تحقیقی گزارش کردند که رشد رویشی کافی برای دستیابی به ماده خشک بیشتر، یک پیش‌نیاز اساسی است تا گیاه در مراحل رشد زایشی بتواند زیست‌توده و عملکرد بالایی تولید

### محتوا و عملکرد روغن

نتایج نشان داد که محتوا و عملکرد روغن (به‌طور میانگین در بین تیمارهای تاریخ کشت و ژنوتیپ) در کشت پاییز به ترتیب ۴۲/۳ درصد و ۱۸۴۰ کیلوگرم در هکتار بود، در حالی که در کشت زمستان، مقدار این صفات به ترتیب به ۳۹/۷ درصد و ۹۸۴ کیلوگرم در هکتار رسید (جدول ۴). در تاریخ‌های کشت پاییزه، بیشترین محتوا و عملکرد روغن در تاریخ ۱۵ مهر با میانگین ۴۳/۷۴ درصد و ۲۲۰۲ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. کشت ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های ۲۵ مهر و ۱۰ آبان نسبت به ۱۵ مهر، به ترتیب موجب کاهش ۳/۰۶ و ۶/۸۱ درصدی محتوای روغن، و کاهش ۱۷/۱۶ و ۳۲/۱۹ درصد عملکرد روغن شد (جدول ۴). در مجموع در تاریخ‌های کشت پاییزه، ژنوتیپ Dalgan با میانگین محتوا و عملکرد روغن ۴۳/۱۶ درصد و ۲۰۲۸ کیلوگرم در هکتار، برتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (جدول ۴).

در تاریخ‌های کشت زمستانه، بیشترین درصد و محتوای روغن به ۲۰ بهمن با میانگین ۴۱/۵۸ درصد و ۱۲۴۸ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. کشت ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های ۳۰ بهمن و ۱۰ اسفند نسبت به ۲۰ بهمن، به ترتیب موجب کاهش ۴/۷۶ و ۸/۹۹ درصدی محتوای روغن و کاهش ۱۹/۸۷ و ۴۳/۷۵ درصدی عملکرد روغن شد (جدول ۴). در مجموع در تاریخ‌های کشت پاییزه، ژنوتیپ Dalgan با میانگین محتوا و عملکرد روغن ۴۳/۱۶ درصد و ۲۰۲۸ کیلوگرم در هکتار، برتر از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود (جدول ۴). شایان ذکر است که عملکرد روغن در هر دو سال آزمایش در کشت پاییزه، به‌طور معنی‌داری بیشتر از کشت زمستانه بود (جدول ۴).

همان‌گونه که نتایج نشان داد، محتوا و عملکرد روغن ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های کشت زمستانه کمتر از پاییزه بود. علاوه بر این، تأخیر در کشت در هر دو

فصل کشت، موجب کاهش محتوای روغن ژنوتیپ‌های کلزا شد. به‌طور کلی درصد روغن، یک صفت ژنتیکی است و اگر در انتهای دوره رشد گیاه تحت تنش‌های محیطی قرار نگیرد، این صفت در هر رقم ثابت است (Rao & Mendham, 1991). با توجه به همین موضوع، ژنوتیپ‌های مختلف نیز به دلیل تفاوت در ساختار ژنتیکی که دارند، از نظر این صفت با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. در زمینه تأثیر فصل کشت پاییز و زمستان، (Robertson *et al.*, 2004) ابراز کردند که اختلاف محتوای روغن ناشی از فصل کشت می‌تواند با اندازه دانه و دما در طی دوره گلدهی و پر شدن دانه در ارتباط باشد. کاهش محتوای روغن در شرایط تأخیر در کشت نیز احتمالاً به دلیل دمای بالاتر در طول دوره پر شدن دانه است که می‌تواند باعث کوچک شدن اندازه بذرها و در نتیجه محتوای روغن کمتر شود (Nazeri *et al.*, 2018). شایان ذکر است که عملکرد روغن، تابع محتوای روغن و عملکرد دانه است و با کاهش این دو صفت در تیمارهای مختلف، عملکرد روغن نیز کاهش یافت.

### نتیجه‌گیری کلی

تأخیر در کشت ژنوتیپ‌های کلزا، موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، اجزای عملکرد، محتوا و عملکرد روغن شد. تاریخ کشت ۱۵ مهر در بین تاریخ‌های کشت پاییزه و تاریخ کشت ۲۰ بهمن به دلیل برخوردار بودن از عملکرد دانه و روغن بیشتر، به‌عنوان تاریخ‌های کشت مطلوب در پاییز و زمستان شناخته شدند. به‌عنوان یک نتیجه کلی، ژنوتیپ Dalgan با میانگین عملکرد دانه و روغن بیشتر در تمامی تاریخ‌های کشت پاییزه و زمستانه، به‌عنوان ژنوتیپ برتر برای کشت در مناطق معتدل سرد با اقلیم‌های خشک و نیمه خشک مانند کرج توصیه می‌شود.

### REFERENCES

1. Alyari, H., Shekari, F. & Shekari, F. R. (2000). *Oilseeds: Agronomy and Physiology*. Amidi Publications. Tabriz. Iran. 182pp. (In Persian)
2. Diepenbrock W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape: A review. *Field Crops Research*, 67, 35-49.

3. Doori, S., Moradi Telavat, M. R., Siadat, S. A. & Bakhshandeh, A. (2015). Effect of delayed planting and foliar application of nitrogen on canola seed and oil yield in Ahvaz conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 7(2), 128-138. (In Persian)
4. Eyni-Nargeseh, H., Aghaalkhani, M., Shirani Rad, A. H., Mokhtassi-Bidgoli, A. & Modares Sanavy, S. A. M. (2019). Response of new genotypes of rapeseed (*Brassica napus*) to late season withholding irrigation under semi-arid climate. *Journal of Plant Productions (Scientific Journal of Agriculture)*, 41(4), 55-68. (In Persian)
5. Eyni-Nargeseh, H., Aghaalkhani, M., Shirani Rad, A. H., Mokhtassi-Bidgoli, A. & Modares Sanavy, S. A. M. (2020). Comparison of 17 rapeseed cultivars under terminal water deficit conditions using drought tolerance indices. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(2), 489-503.
6. Faraji, A., Lattifi, N., Soltani, A. & Shirani-Rad, A. H. (2009). Seed yield and water use efficiency of canola. (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. *Agricultural Water Management*, 96, 132-140.
7. Khajepour, M. R. (2007). *Industrial Crops*. Jihad-e-Daneshgahi of Isfahan University Publications. Isfahan. Iran. 562 pp. (In Persian)
8. Khayat, M., Rahnama, A., Lorzadeh, S. & Lack, S. (2016). Physiological indices, phenological characteristics and trait evaluation of canola genotypes response to different planting dates. In: Proceedings of the *National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 88, 153-163.
9. Kirkland, K. J. & Johnson, E. N. (2000). Alternative seeding dates (fall and April) affect *Brassica napus* canola yield and quality. *Canadian Journal of Plant Science*, 80, 713-719.
10. Koutroubas, S. D. & Papadoska, D. K. (2005). Adaptation, grain yield and oil content of safflower in Greece. In: Proceedings of the *5th International Safflower Conference*. 10, 161-166.
11. Liakas, V., Malinauskas, D. & Diuliauskas, A. (2005). Impact of the additional leaf spray fertilization of rape on the yield and its structural elements. *Latvian Journal of Agronomy*, 8, 112-117.
12. Mansour, E., Abdul-Hamid, M. I., Yasin, M. T., Qabil, N. & Attia, A. (2017). Identifying drought-tolerant genotypes of barley and their responses to various irrigation levels in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 194, 58-67.
13. Moradbeigi, L., Gholami, A., Shirani Rad, A. H., Abbasdokht, H. & Asghari, H. (2019). Effect of drought stress and delay cultivation on grain yield, oil yield and fatty acids composition in canola. *Sustainable Agriculture and Production Science*, 29 (2), 135-151. (In Persian)
14. Nazeri, P., Shirani Rad, A. H., ValadAbadi, S. A., Mirakhori, M. & Hadidi Masoule, E. (2018). Effect of sowing dates and late season water deficit stress on quantitative and qualitative traits of canola cultivars. *Outlook on Agriculture*, 47(4), 291-297.
15. Omidian, A., Siadat, S. A., Naseri, R. & Moradi, M. (2012). Effect of foliar application of zinc sulphate on grain yield, oil and protein content in four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 14(1), 16-28. (In Persian)
16. Pavlista, A. D., Isbell, T. A., Baltensperger, D. D. & Hergert, G. W. (2011). Planting date and development of spring-seeded irrigated canola, brown mustard and camelina. *Industrial Crops and Products*, 33, 451-456.
17. Rao, M. S. S. & Mendham, N. J. (1991). Comparison of canola (*B. campestris*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators plant population densities and irrigation treatments. *Journal of Agricultural Science*, 177, 177-187.
18. Rezaie zadeh, A., Mohamadi, V., Zali, A., Zeynali, H. & Mardi, M. (2012). Study of important agronomic traits and their relationships under normal and drought stress conditions in doubled haploid lines of oilseed rape. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(4), 683-694. (In Persian)
19. Robertson, M. J., Holland, J. F. & Bambach, R. (2004). Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of north-eastern Australia. *Australian Experimental Journal of Agriculture*, 44, 43-52.
20. Safavi Fard, N., Heidari Sharif Abad, H., Shirani Rad, A. H., Majidi Heravan, E. & Daneshian, J. (2018). Investigation of the possibility of winter planting of spring oilseed rape cultivars in cold-temperate Karaj region under terminal water deficit stress conditions. *Seed and Plant Production*, 34-2(1), 23-38. (In Persian)
21. Shirani Rad, A. H., Jabbari, H. & Dehshiri, A. (2013). Evaluation of spring rapeseed cultivars response to spring and autumn planting seasons. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11(3), 493-505. (In Persian)
22. Sirin Vasa, A. & Morgan, D. G. (1996). Growth and development of pod wall in spring rapeseed (*Brassica napus* L.) as related to the presence of seeds and exogenous phytohormones. *Journal of Agricultural Science*, 127, 487-500.

23. Specht, J. E., Williams, J. H. & Weidenbenner, C. J. (1986). Differential responses of soybean genotypes subjected to a seasonal soil water gradient. *Crop Science*, 26, 922–934.
24. Tayo, T. O. & Morgan, D. G. (1979). Factor influencing flower and pod development in oilseed rape. *Journal of Agricultural Science*, 92(2), 363-373.