

## اثر تنش خشکی و کشت تأخیری بر عملکرد دانه، روغن و ترکیب اسیدهای چرب ارقام کلزا

لعیا مرادبیگی<sup>۱\*</sup>، احمد غلامی<sup>۲</sup>، امیرحسین شیرانی راد<sup>۳</sup>، حمید عباسدخت<sup>۲</sup>، حمیدرضا اصغری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۶

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود

۲- دانشیار، دانشگاه صنعتی شاهرود

۳- استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

مسئول مکاتبه: E-mail: laia\_moradbeigi@yahoo.com

### چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و کشت تأخیری بر عملکرد دانه، روغن و ترکیب اسیدهای چرب دانه در ارقام پاییزه کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل تاریخ کاشت در دو سطح شامل ۲۰ مهر (کشت معمول) و ۵ آبان (کشت تأخیری)، آبیاری در دو سطح شامل آبیاری کامل (شاهد) و تنش خشکی (قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی) و نیز ارقام و هیبریدهای پاییزه کلزا شامل Neptune, Elvise, Okapi, Tassilo, GKH0224, GKH2624, GKH3705 بودند. نتایج نشان داد که با قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی، عملکرد دانه، عملکرد روغن، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته، محتوای کلروفیل، میزان اولئیک‌اسید و لینولئیک‌اسید کاهش ولی میزان اسید چرب اروسیک و اسیدپالمیتیک افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه (۵۳۵۴ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۲۴۴۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری کامل و تاریخ کاشت معمول و کمترین در شرایط قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی و کشت تأخیری به دست آمد. بیشترین میزان اسیدپالمیتیک در کشت تأخیری در رقم GKH3705 در شرایط قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی و کمترین آن در تاریخ کاشت معمول، رقم Neptune در شرایط آبیاری کامل به دست آمد. از نظر تعداد دانه در خورجین، عملکرد روغن، میزان اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک و محتوای کلروفیل، رقم GKH3705 مناسب‌ترین رقم بود. با توجه به نتایج، در تاریخ کاشت تأخیری، رقم GKH3705 در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اروسیک اسید، تاریخ کاشت، عملکرد، قطع آبیاری، لینولئیک اسید

## Effect of Drought Stress and Delay Cultivation on Grain Yield, Oil Yield and Fatty Acids Composition in Canola

Laia Moradbeigi<sup>1</sup>, Ahmad Gholami<sup>2</sup>, Amir Hossein Shirani – Rad<sup>3</sup>, Hamid Abbasdokht<sup>2</sup>, Hamid Reza Asghari<sup>2</sup>

Received: October 14, 2018 Accepted: February 25, 2019

1-PhD. Student of Agriculture Shahrood University of Technology, Iran.

2- Assoc. Prof., Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Iran.

3- Prof., of Seed and Plant Improvement Institute, AREEO, Karaj, Iran.

\*Corresponding Author: laia\_moradbeigi@yahoo.com

### Abstract

In order to study the effects of drought stress and delayed cultivation on grain yield, oil yield and grain fatty acid composition in canola at autumn Cultivars, a field experiment was conducted as split-plot and as Randomized Complete Block Design (CRBD) with three replications in Seed and Plant Improvement Research Institute of Karaj, Iran in 2014-2016. Experimental treatments were included sowing dates in two levels included 20th of October (normal cultivation) and 5th of November (delayed cultivation), Irrigation in 2 levels included: full irrigation (control) and drought stress (irrigation withholding in pod formation) as well as hybrids and canola autumn cultivars included Neptune, Elvise, Okapi, Tassilo, GKH0224, GKH2624 and GKH3705. Results showed that irrigation withholding in pod formation stage decreased Seed yield, oil yield, and number of grain per pod, number of pods per plant, chlorophyll content, oleic acid, and Linoleic acid content. Whereas erucic acid and palmitic acid content were increased. The highest grain yield ( $5354 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) and oil yield ( $2443 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) were in full irrigation and normal cultivation. And the lowest of them were observed in irrigation withholding in pod formation stage and delayed cultivation. The highest content of palmitic acid was observed in GKH3705 cultivar, sowing date of delayed cultivation and irrigation withholding in pod formation stage. Also the minimum amount of it was obtained in normal cultivation, Neptune cultivar under full irrigation conditions. The cultivar of GKH3705 was the most appropriate in terms of the number of seeds per pod, oil yield, saturated and unsaturated fatty acids, and chlorophyll content. According to the results, on delayed cultivation and the GKH3705 cultivar under normal irrigation and drought stress can be recommended.

**Keywords:** Erucic Acid, Irrigation Withholding, Linoleic Acid, Sowing Date, Yield

### مقدمه

برخوردار بوده و در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (باسالما ۲۰۰۸). اگر چه کلزا در درجه اول برای تولید روغن و پروتئین کنجاله استفاده

گیاه کلزا به دلیل دارا بودن ویژگی‌های زراعی خاص در میان دانه‌های روغنی، از جایگاه ویژه‌ای

دوم و بین زراعی را نام برد، که اهمیت توجه به آن‌ها را بارزتر می‌کند (آلتینوک و کاراکایا ۲۰۰۳).

خشکی به طور جدی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید کلزا در ایران به شمار می‌رود. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد کلزا تابعی از ژنوتیپ، شدت و طول مدت تنش، شرایط آب و هوایی و مراحل رشد و نمو می‌باشد (مجیدی و همکاران ۲۰۱۵). بیشترین کاهش عملکرد دانه همزمان با قطع آبیاری در مرحله گلدهی اتفاق می‌افتد و مرحله گلدهی و تشکیل خورجین حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی می‌باشد (انگادی و کات فورس ۲۰۰۳). بررسی‌های کیفی و همکاران (۲۰۰۶) در کلزا نشان داد که محدودیت آبی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه به دلیل کاهش تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه‌ها تأثیر منفی بر عملکرد دانه دارد. عملکرد کلزا را می‌توان با رعایت اصول به‌زراعی و به‌نژادی، بهبود بخشید. بدین منظور علاوه بر معرفی ارقام دارای عملکرد بالا، از حداکثر ظرفیت ژنتیکی ارقام موجود نیز در شرایط آب و هوایی مختلف می‌توان استفاده نمود، که بخشی از این هدف با به‌کارگیری روش‌های مدیریتی نظیر کاشت در زمان مناسب به منظور ارتقای عملکرد کمی و کیفی کلزا قابل دستیابی است.

تاریخ کاشت عامل مهمی است که عملکرد دانه، میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کوتروباس و پاپادوسکا ۲۰۰۵). زمان کاشت مناسب، باعث رشد کافی بوته‌های کلزا شده و آسیب‌پذیری بوته‌ها را در برابر سرما کاهش می‌دهد و همچنین باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه می‌شود (پاسبان اسلام ۲۰۱۱). فرجی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند، تأخیر در کاشت کلزا در نتیجه کاهش دوره رشد رویشی، سبب تولید بوته‌هایی با زیست توده کمتر و به دلیل برخورد مرحله زایشی با درجه حرارت بالا موجب کاهش اجزای عملکرد و عملکرد دانه می‌گردد. افزایش درصد سقط بذر و غلاف به واسطه

میشود، ولی وجود سطوح معنی داری از عناصر ریزمغذی در کلزا می‌تواند مقادیر قابل توجهی از عناصر کم مصرف و پرمصرف مورد نیاز در رژیم غذایی را تأمین نماید، بنابراین تعیین و شناسایی فاکتورهای مختلف تغذیه از بافتهای رویشی کلزا به عنوان سبزی خوردن، می‌تواند محور بسیاری از پژوهش‌ها قرار بگیرد (میلر و همکاران ۲۰۰۸). دانه‌های کلزا به واسطه ی درصد روغن فراوان و همچنین ترکیب مناسب اسیدهای چرب و روغن ارقام اصلاح شده، بر بازارهای جهانی روغن تسلط پیدا کرده است. از مهم‌ترین اسیدهای چرب اشباع نشده در روغن کلزا، اسید اروسیک است که حدود ۳۰-۲۶ درصد از کل اسیدهای چرب را شامل می‌شود. در صورتی که میزان اسید چرب اروسیک در روغن بالا باشد، این نوع روغن‌ها غیرخوراکی تلقی شده و در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. پایین بودن میزان کلاسترول در روغن کلزا، به دلیل پایین بودن درصد اسیدهای چرب اشباع شده در ترکیب آن، مزیت فوق‌العاده‌ای برای این روغن، نسبت به سایر روغن‌های گیاهی محسوب می‌شود. ترکیب اسید چرب در روغن کلزا مشابه روغن زیتون و بادام زمینی است، با این تفاوت که اسید پالمیتیک آن کمتر و اسید لینولئیک آن بیشتر است. روغن کلزا حدود ۹۲/۵-۹۰ درصد اسید چرب اشباع نشده و در حدود ۷/۵-۱۰ درصد اسید چرب اشباع شده دارد. با مشاهدات اثرات مفید روغن کلزا، ارزش آن برای مصارف صنعتی و غذایی رو به افزایش است. با اینکه در برخی کشورهای آسیایی هنوز از کنجاله کلزا به عنوان یک کود استفاده می‌شود، ولی ارزش این گیاه زراعی به عنوان یک ماده غذایی غنی از پروتئین برای دام‌ها رو به افزایش است (سیدشریفی ۲۰۱۷). از دیگر کاربردهای زراعی کلزا، می‌توان به نقش آن در تناوب به عنوان گیاه شکننده دوره زندگی آفات و بیماری‌ها، احیای مراتع، قابلیت کشت در سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی، امکان کشت‌های

در این مراحل سبب دو تا سه بار صرفه‌جویی در آبیاری نسبت به شرایط معمول (شاهد) می‌گردد. در این راستا، هدف از انجام این تحقیق شناسایی رقم یا ارقامی است که بتواند در منطقه‌ی مورد نظر و در شرایط آبیاری نرمال، تنش کم آبی، کشت تأخیری، عملکرد و اجزای عملکرد، محتوای کلروفیل، ترکیب برخی اسیدهای چرب و روغن مناسبی داشته باشند.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید که در آن آبیاری و تاریخ کاشت به عنوان عامل اصلی و به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و رقم به عنوان عامل فرعی در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل تاریخ کاشت در دو سطح شامل: ۲۰ مهرماه (کشت معمول) و ۵ آبان (کشت تأخیری)، آبیاری در دو سطح شامل: آبیاری کامل (شاهد) و تنش خشکی (قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی) و نیز ارقام و هیبریدهای پاییزه کلزا شامل: Neptune, Elvise, Okapi, Tassilo, GKH0224, GKH2624 and GKH3705 بودند. دور آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A صورت گرفت و مقدار آب مصرفی در هر بار آبیاری ۸۰ درصد آب تبخیر شده بود. میزان آب ورودی به مزرعه با کنتور اندازه‌گیری شد. تعداد دفعات آبیاری در تیمارهای آبیاری شاهد و قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به ترتیب ۷ و ۵ مرتبه و همچنین میزان آب مصرفی در تیمارهای مذکور به ترتیب ۴۴۸۰ و ۳۲۰۰ مترمکعب در هکتار بود.

کاهش فراهمی فرآورده‌های فتوسنتزی در تنش آخر فصل، از دلایل مهم کاهش عملکرد در کلزا اعلام شده است (فناپی و همکاران ۲۰۱۳). نتایج حاصل از یک مطالعه روی ژنوتیپ‌های پاییزه کلزا نشان داد که تنش خشکی آخر فصل، با کاهش تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه را کاهش داد (پاسبان اسلام ۲۰۰۸).

انتخاب رقم مناسب، یکی از مهمترین عواملی است که بایستی برای رسیدن به بیشینه تولید محصول مورد توجه قرار بگیرد. مطالعات صورت گرفته بیانگر این مطلب است که از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰ میلادی، عملکرد جهانی کلزا با نرخ ۲۷ کیلوگرم در هکتار در سال، افزایش داشته است (رندانی و همکاران ۲۰۱۲)، که حدود پنج درصد از این افزایش عملکرد را به بهبود خصوصیات ژنتیکی در کلزا نسبت داده‌اند (چپاگین و گود ۲۰۱۵). به طور کلی بررسی‌های متعدد پیرامون پاسخ رقم‌های مورد بررسی در محیط‌های مختلف نشان داد که بر هم کنش مکان و رقم در مورد میزان عملکرد دانه معنی‌دار بوده است بنابراین در خصوص معرفی رقم برای یک منطقه می‌بایست رقم‌های مختلف در آن منطقه ارزیابی گردد (چن و همکاران ۲۰۰۵). مشاهده شده است که رقم‌های کلزا نسبت به شرایط آب و هوایی واکنش زیادی نشان می‌دهند (کریستماس ۱۹۹۶) و به شرایط اقلیمی معین سازگار هستند (سون و همکاران ۱۹۹۱).

از آنجایی که طبق آمار هواشناسی ۱۰ ساله (اداره هواشناسی سینوپتیک کرج) در منطقه کرج و مناطق مشابه معمولاً در ماه‌های اسفند و فروردین بارندگی‌های نسبتاً خوبی صورت می‌گیرد که تا حدودی نیاز آبی گیاه در مرحله‌ی ساقه‌دهی و اوایل گلدهی فراهم می‌کند، جهت صرفه‌جویی در مصرف آب به ویژه آب‌های آخر (مراحل گل‌دهی و خورجین‌دهی و پر شدن دانه کلزا) که مصادف با آبیاری‌های اولیه زراعت‌های بهاره می‌باشد، کشاورزان عمدتاً در این مراحل، آب کافی جهت اختصاص به زراعت را ندارند و قطع آبیاری

متاسیستوکس (۱/۵ لیتر در هکتار) صورت گرفت. براساس اطلاعات ۳۰ ساله هواشناسی کرج متوسط بارندگی منطقه ۲۴۳ میلی‌متر در سال است. ریزش باران عمدتاً در اواخر پاییز و اوایل بهار رخ می‌دهد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

هرکرت آزمایشی شامل ۶ خط ۶ متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی خط ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که ۲ خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. به منظور کاهش سبزشدن علف‌های هرز اقدام به پخش علفکش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه شد. کنترل آفات به ویژه شته مومی با استفاده از سم

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	بافت خاک	اسیدیته خاک	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS.m <sup>-1</sup> )	نیترژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	پتاسیم قابل جذب (mg.kg <sup>-1</sup> )	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)
۰-۳۰	loam-Clay	۷/۹	۰/۹۱	۱/۴۵	۰/۰۹	۱۴/۷	۱۹۷	۲۵	۲۸	۴۷
۳۰-۶۰	loam-Clay	۷/۲	۰/۹۹	۱/۲۴	۰/۰۷	۱۵/۸	۱۵۵	۲۶	۲۵	۴۹

رنگدانه‌های فتوسنتزی با استفاده از روش آرنون (۱۹۴۹) و بر اساس روابط یک تا سه اندازه‌گیری شدند.

$$V/W \times C_{chl a}: (0.0127) (OD 663) - (0.000259) (OD 645)$$

$$V/W \times C_{chl b}: (0.0229) (OD 645) - (0.000469) (OD 663)$$

$$V/W \times C_{chl T}: (0.0202) (OD 645) - (0.0080) (OD 663)$$

بوته‌های انتخابی اندازه‌گیری و میانگین داده‌های حاصل به عنوان ارزش آن صفت در تجزیه و تحلیل داده‌ها به کار گرفته شد. عملکرد دانه از سطحی معادل یک متر مربع از خطوط اصلی هر کرت بعد از حذف اثر حاشیه‌ای برآورد گردید.

در پایان، پس از اطمینان از مفروضات یکنواختی اشتباهات آزمایشی توسط آزمون بارتلت، داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (Ver 9.4) تجزیه واریانس مرکب شدند و مقایسه میانگین آن‌ها با استفاده از روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD

در این روابط، C: میزان غلظت کلروفیل a, b, T بر حسب میلی گرم در گرم وزن تر برگ، OD: میزان جذب نور در طول موج‌های مربوطه، V: حجم استن ۸۰ درصد استفاده شده به میلی لیتر، و W: وزن تر نمونه برگ می باشند.

برای اندازه‌گیری درصد روغن از دستگاه NMR استفاده شد. اسیدهای چرب بر اساس روش AOAC (۱۹۹۰) استخراج شدند. در زمان رسیدگی تعداد ۱۰ بوته به ظاهر یکنواخت و مشابه از خطوط اصلی هر کرت و از بین بوته‌های رقابت کننده برداشت گردید. سپس تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته بر روی این

محدودیت عرضه مواد پرورده به انتهای گل آذین و یا افت قدرت مقصد در اثر تغییرات هورمونی پایان فصل، از علت‌های توقف گلدهی و در نتیجه محدودیت تعداد خورجین در بوته می‌باشد (سیناکی و همکاران ۲۰۰۷). همچنین سایرت و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند که دیواره‌ی خورجین در حال رشد، با دانه‌های در حال توسعه، برای جذب مواد فتوسنتزی به شدت رقابت می‌کنند که در زمان افزایش تنش‌های محیطی این رقابت بیشتر شده و منجر به کاهش عملکرد دانه کلزا از طریق ریزش خورجین‌ها می‌گردد.

#### تعداد دانه در خورجین

با توجه به جدول ۲، اختلاف معنی‌داری در اثرات ساده سال، تاریخ کاشت، آبیاری و رقم و اثرات متقابل سال  $\times$  تاریخ کاشت برای صفت تعداد دانه در خورجین وجود دارد. برای اثرات ساده تیمارهای مورد آزمون، باید بیان نمود که بیشترین تعداد دانه در خورجین (۲۰) در شرایط آبیاری کامل (جدول ۵)، و همچنین رقم GK3705 با ۱۹/۸، مناسب‌ترین تیمارها بودند (جدول ۶). کاشت دیرتر از موعد سبب کاهش تعداد دانه در خورجین گردید. بالاترین تعداد دانه در خورجین در ترکیب تیماری تاریخ کاشت معمول در سال اول کشت (۲۵) به دست آمد (جدول ۴). کاهش این جزء از عملکرد در اثر تأخیر در کاشت با نتایج برخی محققان (جورج ۲۰۰۳؛ رهنما ۲۰۰۲) مطابقت داشت. دلیل کاهش تعداد دانه در خورجین را تحت شرایط تنش خشکی می‌توان به کاهش تعداد گل‌هایی که به دانه تبدیل شدند، مرتبط دانست. مروجی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که ایجاد تنش در مرحله گلدهی از طریق محدودیت در فراهمی اسیمیلات فتوسنتزی در فاز رویشی بر گرده‌افشانی و باروری گلچه‌ها تأثیر گذاشته و سبب سقط گلچه و در نهایت کاهش تعداد دانه در غلاف گردیده است.

در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

#### نتایج و بحث

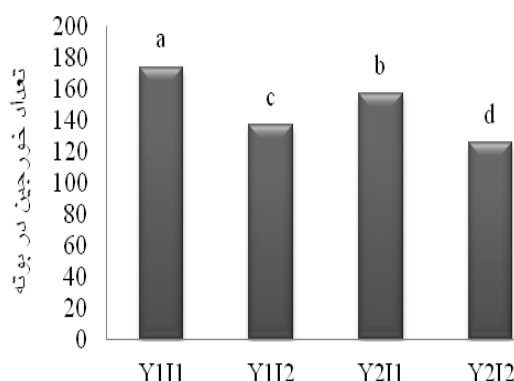
##### تعداد خورجین در بوته

نتایج نشان داد تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر سال، آبیاری، تاریخ کاشت و رقم و اثرات ترکیب تیماری تنش خشکی  $\times$  تاریخ کاشت، سال  $\times$  تنش خشکی، سال  $\times$  تاریخ کاشت و تاریخ کاشت  $\times$  رقم قرار گرفت (جدول ۲). ترکیب تیماری تاریخ کاشت معمول در شرایط آبیاری کامل بالاترین (۲۰۴) و تاریخ کاشت تأخیری در شرایط تنش خشکی کمترین (۹۸) تعداد خورجین در بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۳). تیمار آبیاری کامل در سال اول دارای بیشترین تعداد خورجین در بوته (۱۷۳) و تیمار تنش خشکی در سال دوم دارای کمترین تعداد خورجین در بوته بود (شکل ۱). تاریخ کاشت معمول در سال اول دارای بیشترین تعداد خورجین (۱۹۲) و تاریخ کاشت تأخیری در سال دوم دارای کمترین مقدار (۱۷۴) بود (جدول ۴). رقم GK3705 با تاریخ کاشت معمول (۲۰۳) بیشترین و رقم GK0224 با تاریخ کاشت تأخیری (۱۰۱) کمترین تعداد خورجین در بوته را داشتند (جدول ۱۰). تأخیر در تاریخ کاشت از ۲۰ مهر تا ۵ آبان موجب کاهش تعداد خورجین در بوته گردید که ممکن است به دلیل کاهش طول دوره رشد و کاهش تغذیه مناسب باشد. از آنجایی که عملکرد دانه تا حد زیادی وابسته به تعداد خورجین در بوته است و رقم GK3705 تعداد خورجین بیشتری تولید می‌کند بنابراین رقم GK3705 عملکرد بالایی دارد. صفت عملکرد دانه وراثت پذیری پایین‌تری دارد و تا حد زیادی توسط عوامل محیطی کنترل می‌شود (دیینبراک ۲۰۰۰). به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش تعداد خورجین در بوته در پی اعمال تنش رطوبتی، در تعداد گل‌هایی است که در مراحل زایشی به خورجین تبدیل خواهند شد. همچنین عامل کنترل کننده

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات کلزا در واکنش به تنش خشکی، تاریخ کاشت و رقم در دو سال زراعی ۱۳۹۳-۹۵

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزاره	مسکوره دانه	مسکوره روغن دانه	اولینک		کروئیل a	کروئیل b	کروئیل کل
							اسید پانتیک	اسید سبوسیک			
سال	۱	۸۱۰۹۳۳*	۳۳۷۰۸*	۷۱۱۴*	۱۰۷۸۱۳۶۳۴۱**	۱۲۷۰۰۱۴۱۸**	۱۶۵۳۳**	۱۴۱۸۱**	۰/۸۸۷**	۰/۰۰۰۴*	۰/۰۰۰۶*
خطای اول	۴	۱۳۴/۸۲	۰/۹۲	۰۰۲	۶۱۳۹۹۴	۱۲۹۹۹۴۲	۰/۰۲۹	۷/۶۵	۰/۰۳۷	۰/۰۰۱۳	۰/۰۲۸۱
آبیاری	۱	۴۸۹۴۰/۳۷**	۱۴۶۰/۸۴**	۲۹۱۹۴*	۴۱۹۸۱۰۰۳۷**	۹۸۱۳۳۳۳۳**	۲۰/۸۵۵**	۶۴۰۵۹**	۰/۷۹۸۵**	۰/۰۶۱**	۰/۵۲۳**
تاریخ کاشت	۱	۳۱۱۳۴۵/۲۹**	۳۶۱۵/۸۰**	۱۲۹۰۳۶*	۱۵۲۰۵۹۲۱۷۳**	۳۵۹۱۰۳۵۴۳**	۳۰۵/۱۴**	۳۰۵/۱۴**	۱/۴۲۰۳**	۰/۳۴۴**	۱۳۷۷۷**
آبیاری * تاریخ کاشت	۱	۱۵۷۷۷۰**	۶/۴**	۰/۳۲*	۱۳۰۶۱۰*	۵۱۷۷۰۴/۰۳**	۰/۱۰۷**	۷/۱۱۲**	۰/۰۸۷**	۰/۰۰۰۶*	۰/۰۰۰۶*
سال * آبیاری	۱	۳۷۸۷۳*	۰/۷۴**	۰/۱۲۵S	۶۷۵۶/۵**	۳۶۴۴/۳**	۰/۴۶۱*	۰/۰۰۱۱**	۰/۰۰۰۳*	۰/۰۰۱۶*	۰/۰۰۱۹*
سال * تاریخ کاشت	۱	۳۳۷۸۴*	۲۴۳۸*	۰/۰۵۵S	۳۲۲۵۵/۵**	۱۸۹۳۳/۹**	۷/۴۵۱**	۰/۰۰۰۳*	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۱۳**
سال * آبیاری * تاریخ کاشت	۱	۱/۶۰**	۱۱۴۴**	۰/۹۲**	۱۱۱۲۴۷۷**	۲۶۶۲۴۴/۷**	۱/۵۵۱**	۰/۴۰۴**	۰/۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۲۴**
خطای دوم	۱۲	۶۵/۶۵	۳/۴	۰/۰۸۷	۳۳۳۸۱/۵	۵۲۶۲۹/۰۹	۰/۰۶۱	۰/۰۶۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۹*
رقم	۶	۳۳۷۸۰/۳**	۶۱۷۷۸**	۱/۳۶**	۲۰۰۰۷۵۶۰۳**	۴۷۷۳۵۰۶۳**	۰/۹۴۳**	۳/۷۵**	۰/۰۳۳**	۰/۰۰۰۳**	۰/۱۱۶۳**
سال * رقم	۶	۵۰/۶۶**	۰/۵۳**	۰/۰۲۵S	۲۹۷۸۳۱۴**	۵۶۹۴/۳**	۰/۰۶۱**	۰/۱۳**	۰/۰۱۹**	۰/۰۰۰۸**	۰/۰۱۳۳**
آبیاری * رقم	۶	۳۶/۹۴**	۰/۷۱**	۵S-۰/۳۳	۱۲۲۴۵/۱**	۱۵۸۳/۰۴**	۰/۰۴۳**	۰/۰۹**	۰/۰۱۴**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۱۴۳**
تاریخ کاشت * رقم	۶	۳۳۰/۰۹**	۶/۷**	۰/۱۵۴*	۲۹۲۹۸۰/۷**	۲۴۵۵/۰۹**	۰/۰۹۳**	۰/۳۶۹**	۰/۰۰۱۱**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۵**
سال * تاریخ کاشت * رقم	۶	۶۲/۹۳**	۷/۰۳**	۰/۰۷۸S	۵۲۰۶۵**	۱۱۳۴۴/۳**	۰/۰۴**	۰/۲۸**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۱۱**
سال * آبیاری * رقم	۶	۳۶/۵۳**	۰/۴۵**	۰/۰۴۱S	۴۴۳۳/۵**	۳۴۵۴/۵**	۰/۰۷۰**	۰/۱۰**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۳**	۰/۰۰۰۷**
آبیاری * تاریخ کاشت * رقم	۶	۴۵/۶۳**	۰/۶۶**	۰/۰۳۸S	۲۳۹۷/۳**	۲۹۲۴/۴**	۰/۰۷۰**	۰/۰۷**	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۶**
سال * آبیاری * تاریخ کاشت * رقم	۶	۷۰/۶۱**	۰/۷۶**	۰/۰۲۵S	۶۶۳۴**	۱۳۷۸/۴**	۰/۰۷۰**	۰/۰۶۹**	۰/۰۱۱۹**	۰/۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۳**
خطای سوم	۹۶	۲۴/۸۲	۳/۱۹	۰/۰۶۱	۲۴۳۳۷۳	۵۱۴۳/۶۵	۰/۰۶۵	۰/۶۰۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۸
ضرب تغییرات (%)	-	۵/۸۲	۱۰/۳۵	۶/۶۰	۱۷۴۹	۱۷۷۶	۰/۳۹۸	۴/۵	۸/۵۹	۸/۶۵	۷/۲۰۴

MS و \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد می باشد.



شکل ۱- تأثیر سال و آبیاری بر تعداد خورجین در بوته

I<sub>1</sub> و I<sub>2</sub> به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری در خوجین دهی می‌باشد.

وزن هزار دانه

بیشتر روی بوته بماند،

فرصت بیشتری برای انباشت مواد ذخیره‌ای می‌یابد. که در تاریخ کاشت‌های زود نسبت به دیر این اتفاق می‌افتد (میرزایی و همکاران ۲۰۱۰). پژوهشگران معتقدند کمبود آب و مواد هیدروکربنه پس از گلدهی و در طول دوره نمو خورجین در کاهش وزن دانه مؤثر است، با این حال ارقام کلزا می‌توانند واکنش متفاوتی داشته باشند (رهنما و بخشنده ۲۰۰۶). در بررسی حاضر نیز، دلیل کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش آبی می‌تواند به این دلیل باشد که وقوع تنش موجب کاهش جذب آب و املاح و در نتیجه، کاهش فتوسنتز برگ و تولید شیرهای پرورده گردیده است.

#### عملکرد دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۵۳۵۴ کیلوگرم در هکتار) در حالت آبیاری کامل و تاریخ کاشت معمول و کمترین آن (۲۴۵۲ کیلوگرم در هکتار) در شرایط قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی در تاریخ کاشت تأخیری به‌سست آمد (جدول ۳). با تأخیر در کاشت، عملکرد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. رقم

نتایج نشان داد که تعداد خورجین در بوته تحت تأثیر اثرات ساده سال، آبیاری، تاریخ کاشت و رقم و اثرات ترکیب تیماری تاریخ کاشت×رقم و سال×آبیاری×تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین وزن هزاردانه (۵/۰۷ گرم) در تاریخ کاشت معمول و رقم GKH3705 و کمترین آن در تاریخ کاشت تأخیری و رقم Neptune (۲/۷۷ گرم) به‌دست آمد (جدول ۱۰). همچنین تاریخ کاشت معمول در شرایط آبیاری کامل در سال اول کشت، بیش‌ترین وزن هزار دانه (۵/۲۴ گرم) را به خود اختصاص داد (جدول ۱۱). تأخیر در کاشت کلزا موجب کاهش تعداد خورجین در بوته و وزن هزاردانه شد و از وزن هزاردانه در رقم GKH3705 به میزان ۳۸/۸۵ درصد کاسته شد (جدول ۱۰). به نظر می‌رسد که در کشت‌های تأخیری، دوره پر شدن دانه با درجه حرارت‌های بالای محیط همراه بوده و گرما مانع از پر شدن بهینه دانه‌ها می‌شود (بشیر ۲۰۱۰). وزن هزار دانه آخرین جزء عملکرد است که در گیاه شکل می‌گیرد. طبیعی است که هر قدر که دانه زودتر تشکیل گردد و



معنی‌دار عملکرد دانه در بین ارقام مورد بررسی نیز می‌توان به توانایی آن‌ها در استفاده از امکانات محیطی از جمله مواد غذایی خاک و همچنین تطابق آن‌ها با شرایط محیطی مانند نور و دمای محیط اشاره نمود (طباطبایی و همکاران ۲۰۱۲). احتشامی و همکاران (۲۰۱۵) چهار تاریخ کاشت ۲۰ شهریور، ۵ مهر، ۲۰ مهر و ۵ آبان را برای کلزا در تهران مورد ارزیابی قرار دادند و بهترین تاریخ کاشت را با بیشترین عملکرد ۲۰ شهریور گزارش کردند و بیان کردند که با تأخیر در کاشت عملکرد محصول کاهش پیدا می‌کند. بیشترین کاهش عملکرد کلزا موقعی است که تنش آب در شروع گلدهی اتفاق می‌افتد و در زمان رشد خورجین‌ها ادامه می‌یابد (سیناکی و همکاران ۲۰۰۷) که با نتایج آزمایش‌های ما مطابقت دارد.

GKH3705 (۲۷۸ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد را داشت (جدول ۶). اما رقم GKH2624 نیز (۴۰۲۴ کیلوگرم در هکتار) نیز عملکرد قابل قبولی از خود نشان داد و می‌تواند با رقم مذکور رقابت نماید. در اکثر موارد تأخیر در کاشت چه در کلزای پائیزه و چه در کلزای بهاره موجب کاهش عملکرد می‌شود (تاوگر و اسمیت ۱۹۹۲). آبیاری کلزا قبل از گل‌دهی در مرحله‌ی رویشی موجب طولانی شدن دوره‌ی گل‌دهی و افزایش تعداد خورجین‌ها و افزایش عملکرد دانه می‌شود که دلیل این موضوع می‌تواند وجود سطح برگ بیشتر در دوره‌ی گل‌دهی و عرضه‌ی بیشتر مواد فتوسنتزی باشد (فناهی و همکاران ۲۰۱۳). کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در اثر تنش خشکی و همچنین اختلاف معنی‌دار آن در بین ارقام مختلف پیش از این توسط دانشمندان زیادی گزارش شده است (آلباراک ۲۰۰۶؛ سیناکی و همکاران ۲۰۰۷). از

جدول ۴- مقایسه میانگین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و لینولئیک اسید در دو سال زراعی ۹۳ و ۹۴ در تاریخ‌های کشت مختلف

ترکیب تیماری	تعداد خورجین در		تعداد دانه در خورجین (درصد)	اسید لینولئیک
	سال	بوته		
کشت معمول	اول	۱۹۲ <sup>a</sup>	۲۵ <sup>a</sup>	۱۸/۱۵ <sup>a</sup>
کشت تأخیری	اول	۱۱۸ <sup>c</sup>	۰.۱۲ <sup>c</sup>	۱۵/۲۱ <sup>c</sup>
کشت معمول	دوم	۱۷۵ <sup>b</sup>	۲۱ <sup>b</sup>	۱۷/۳۱ <sup>b</sup>
کشت تأخیری	دوم	۱۰۷ <sup>d</sup>	۹ <sup>d</sup>	۱۴/۸۶ <sup>d</sup>

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند

جدول ۵- مقایسه میانگین تعداد دانه در خورجین، کلروفیل b، کلروفیل کل و اسیداروسیک در سطوح تنش خشکی

تیمار	تعداد دانه در خورجین	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	اسید اروسیک (درصد)
آبیاری کامل	۲۰ <sup>a</sup>	۰/۳۱۵۳ <sup>a</sup>	۱/۴۲۷۸ <sup>a</sup>	۰/۲۶۱۰ <sup>b</sup>
تنش خشکی	۱۴ <sup>b</sup>	۰/۲۷۷۲ <sup>b</sup>	۱/۱۸۲۸ <sup>b</sup>	۰/۳۴۶۱ <sup>a</sup>

جدول ۶- مقایسه میانگین برخی صفات کلزا در ارقام مختلف

ژنوتیپها	تعداد دانه در خورجین	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار)	اسید اولئیک (درصد)	اسید اروسیک (درصد)	اسید لینولئیک (درصد)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)
Neptune	۱۶/۸ <sup>cd</sup>	۳۷۳۵ <sup>abc</sup>	۱۶۵۰ <sup>bc</sup>	۶۴/۱۵۵۷ <sup>cd</sup>	۰/۳۱۰۱ <sup>abc</sup>	۱۶/۲۷۴۶ <sup>bc</sup>	۱/۰۰۹۸ <sup>bc</sup>	۰/۲۹۴۶ <sup>abc</sup>	۱/۳۰۴۸ <sup>bc</sup>
Elvise	۱۶/۷ <sup>cd</sup>	۳۷۰۷ <sup>abc</sup>	۱۶۲۵ <sup>bc</sup>	۶۴/۱۶۱۳ <sup>bcd</sup>	۰/۳۰۹۲ <sup>abc</sup>	۱۶/۲۴۰۰ <sup>bc</sup>	۰/۹۹۵۷ <sup>bc</sup>	۰/۲۹۲۳ <sup>bc</sup>	۱/۲۸۸۰ <sup>bc</sup>
Okapi	۱۶ <sup>d</sup>	۳۶۰۲ <sup>bc</sup>	۱۵۷۷ <sup>bc</sup>	۶۴/۰۵۷۴ <sup>de</sup>	۰/۳۲۲۷ <sup>ab</sup>	۱۶/۰۹۳۳ <sup>bc</sup>	۰/۹۶۰۳ <sup>c</sup>	۰/۲۸۶۸ <sup>bc</sup>	۱/۲۴۷۳ <sup>cd</sup>
Tassilo	۱۷/۹ <sup>bc</sup>	۳۹۴۵ <sup>abc</sup>	۱۷۴۵ <sup>abc</sup>	۶۴/۲۹۶۹ <sup>abc</sup>	۰/۲۹۱۴ <sup>bcd</sup>	۱۶/۵۲۲۶ <sup>abc</sup>	۱/۰۳۶۸ <sup>ab</sup>	۰/۳۰۱۹ <sup>ab</sup>	۱/۳۳۸۷ <sup>ab</sup>
GKH0224	۱۴/۷ <sup>e</sup>	۳۴۱۳ <sup>c</sup>	۱۴۸۹ <sup>c</sup>	۶۳/۸۷۶۳ <sup>e</sup>	۰/۳۴۲۳ <sup>a</sup>	۱۵/۸۵۵۸ <sup>c</sup>	۰/۰۹۱۶ <sup>d</sup>	۰/۲۷۸۸ <sup>c</sup>	۱/۱۹۵۸ <sup>d</sup>
GKH2624	۱۸/۵ <sup>ab</sup>	۴۰۲۴ <sup>ab</sup>	۱۷۸۶ <sup>ab</sup>	۶۴/۳۸۰۵ <sup>ab</sup>	۰/۲۸۲۴ <sup>cd</sup>	۱۶/۶۳۳۶ <sup>ab</sup>	۱/۰۵۶۵ <sup>ab</sup>	۰/۳۰۵۰ <sup>ab</sup>	۱/۳۶۱۵ <sup>ab</sup>
GKH3705	۱۹/۸ <sup>a</sup>	۴۲۷۸ <sup>a</sup>	۱۹۱۰ <sup>a</sup>	۶۴/۴۵۵۳ <sup>a</sup>	۰/۲۶۶۸ <sup>d</sup>	۱۷/۰۶۳۸ <sup>a</sup>	۱/۰۸۷۳ <sup>a</sup>	۰/۳۱۴۳ <sup>a</sup>	۱/۴۰۱۴ <sup>a</sup>

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه و پالمیتیک اسید در دو سال

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار)	پالمیتیک اسید (درصد)
سال اول	۴۰۶۷ <sup>a</sup>	۱۷۸۳ <sup>a</sup>	۴/۷۰۸۹ <sup>b</sup>
سال دوم	۳۵۶۲ <sup>b</sup>	۱۵۸۳ <sup>b</sup>	۴/۷۷۳۰ <sup>a</sup>

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

### عملکرد روغن دانه

می‌رسد که دلیل این امر ناشی از کنترل بیشتر درصد روغن دانه توسط عوامل ژنتیکی و تأثیر پذیری بالای عملکرد روغن از تغییرات عملکرد دانه نسبت به درصد روغن بوده است. بالاترین عملکرد روغن دانه در شرایط آبیاری کامل و کشت معمول (۲۴۴۳ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۳). واضح است که آبیاری کامل و به موقع موجب افزایش عملکرد دانه و در نتیجه افزایش عملکرد روغن گردیده است. سنا و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که با تغییر تاریخ کاشت در شرایطی که رسیدگی محصول تحت تنش‌هایی نظیر سرما، گرما یا خشکی انجام شود، درصد روغن می‌تواند کاهش یابد. دلیل کاهش درصد روغن دانه در اثر تنش کم‌آبی، مربوط به زمان تشکیل نخستین قطره‌های روغن و ذخیره شدن آن‌ها حدوداً ۱۸ روز بعد از گرده افشانی است. میزان روغن در ارقام مختلف، در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به سطح تقریباً ثابتی

تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در جدول ۲ نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری برای اثر ساده‌ی سال، تاریخ کاشت، رقم و آبیاری و اثرات متقابل آبیاری و تاریخ کاشت برای صفت عملکرد روغن وجود دارد. بیشترین میزان عملکرد روغن (۱۹۱۰ کیلوگرم در هکتار) در رقم GKH3705، (جدول ۶) و در سال اول کشت (۱۷۸۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۷). با توجه به وابستگی شدید عملکرد روغن کلزا به عملکرد دانه چنین نتیجه‌ای قابل پیش‌بینی بود در این زمینه سلیمانی‌فرد و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کرده‌اند که در تعیین عملکرد روغن کلزا، تأثیر عملکرد دانه در مقایسه با درصد روغن بسیار بیشتر می‌باشد رقم GKH3705 توانایی بالایی در تولید عملکرد دانه مطلوب تحت شرایط رطوبتی مناسب دارد لذا همین مسئله در عملکرد روغن نیز نمایان می‌گردد. به نظر

مربوط به تاریخ کاشت معمول در سال اول بود (جدول ۴). نتایج حاصل از یک بررسی نیز نشان داد که مقدار اسید چرب اولئیک ۶۱/۸ تا ۶۲/۵ درصد و لینولئیک اسید ۱۹/۶ تا ۲۰/۵ درصد در روغن دانه ارقام و هیبریدهای کلزا است (پسپسیل و همکاران ۲۰۰۷). همچنین در پژوهش دیگری اسیدهای چرب مهم اولئیک، لینولئیک و لینولنیک به طور مشترک در ۱۰ رقم کلزا مشاهده شد و مقادیر اسید چرب اولئیک در واریته های مختلف کلزا ۵۱/۶۲ درصد، لینولئیک اسید ۳۲-۱۸ درصد و لینولنیک اسید ۱۶-۲ درصد تعیین گردید (نصر و همکاران ۲۰۰۶). همچنین گزارش شده است که اعمال تنش خشکی در مرحله گل‌دهی کلزا، میزان اسیدهای چرب غیر اشباع روغن دانه نظیر اسید چرب لینولئیک و اسید چرب لینولنیک را به ترتیب ۱۶ و ۷ درصد در مقایسه با شرایط بدون تنش کاهش داد (توحیدی مقدم و همکاران ۲۰۱۱). این در حالی است که افزایش ۱/۷ تا ۲ درصدی اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه مانند اسید چرب لینولئیک و اسید چرب لینولنیک به همراه کاهش ۳/۸ درصدی اسید چرب اولئیک در روغن دانه کلزا به واسطه تنش خشکی در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای گزارش شده است (آسلام و همکاران ۲۰۰۹).

در این بررسی میزان اسید چرب اشباع اسید پالمیتیک در روغن کلزا ۲/۲۶-۵/۶۳ درصد بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار اسید چرب پالمیتیک (۵/۶۳ درصد) در کشت تأخیری، رقم GK3705 در حالت تنش خشکی و کمترین (۲/۲۶ درصد) در کشت معمول، رقم Neptune در شرایط آبیاری کامل به دست آمد (جدول ۹). دلیل متفاوت بودن محدوده اسیدهای چرب پالمیتیک در روغن دانه کلزا در آزمایش‌ها می‌تواند استفاده از ارقام و هیبریدهای مختلف کلزا باشد که از لحاظ ژنتیکی متفاوت هستند. کیفیت روغن دانه کلزا به میزان زیادی تحت تأثیر نوع رقم (نصر و همکاران ۲۰۰۶) و شرایط محیطی (انجلبرت و همکاران ۲۰۱۳) قرار می‌گیرد. به طوریکه در این بررسی میزان

می‌رسد و تا زمان رسیدن کامل بذر، نوسانات ناچیزی دارد. بنابراین، در زمان شروع پدیده تشکیل روغن دانه، شاهد کاهش درصد روغن دانه خواهیم شد. نتایج حاصله با تحقیقات چامپولیور و مرین (۲۰۰۲) نیز مطابقت دارد.

### ترکیب اسیدهای چرب

خصوصیات کیفی هر نوع روغنی بستگی به ترکیب اسیدهای چرب آن و علی‌الخصوص اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و اروسیک دارد که به میزان زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی (انجلبرت و همکاران ۲۰۱۳) و نوع رقم (نصر و همکاران ۲۰۰۶) قرار دارد. اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و اروسیک جزء اسیدهای چرب غیراشباع و اسید پالمیتیک جزء اسیدهای چرب اشباع می‌باشند. بخش عمده‌ی ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا را اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل می‌دهد (اوهارا و همکاران ۲۰۰۹). اسید چرب اروسیک برای انسان مضر است. روغن کلزا حاوی کمتر از دو درصد اسید چرب اروسیک است و از نظر تغذیه‌ای مقادیر کم اسید چرب اروسیک مطلوب است (رینارد و مگرگور ۱۹۷۶). نتایج بررسی حاصل نشان داد که میزان اسید اولئیک روغن دانه کلزا در محدوده ۶۵/۱۵-۶۲/۸۶ درصد و اسید چرب لینولئیک در محدوده ۱۴/۴۹-۱۸/۴۳ درصد متغیر بود که بخش عمده‌ای از ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه را شامل می‌شوند. بیشترین میزان اسیدهای چرب اولئیک (۶۴/۴۵ درصد) و لینولئیک (۱۷/۰۶۳) از رقم GK3705 به دست آمد (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین اسید چرب اولئیک در تاریخ کاشت معمول در شرایط آبیاری کامل در سال‌های اول و دوم (به ترتیب ۶۵/۲۸ و ۶۵/۱۵ درصد) به دست آمد (جدول ۱۱). بیشترین اسید چرب لینولنیک (۱۸/۴۳ درصد) در شرایط آبیاری کامل و تاریخ کاشت معمول به دست آمد (جدول ۳). حداکثر میزان لینولئیک اسید (۱۸/۱۵ درصد)

اسید چرب پالمیتیک در سال دوم کشت بیشتر از سال اول کشت به دست آمد (جدول ۷).

در ارتباط با اثرات ساده تاریخ کاشت و آبیاری بر محتوای اسید اروسیک نیز مشخص شد که حداکثر این صفت (۰/۳۴۶۱ درصد) مربوط به شرایط قطع آبیاری (جدول ۵) و کشت تأخیری (۰/۳۹۸۲ درصد) بود (جدول ۸) و کمترین آن به ترتیب در کشت معمول و آبیاری کامل اختصاص یافت. یواله و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که تنش خشکی درصد اسید اروسیک کلزا را افزایش و درصد اسید اولئیک و اسید لینولئیک را کاهش داد.

#### محتوای کلروفیل برگ

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اختلاف معنی داری در اثرات ساده تاریخ کاشت، رقم و آبیاری برای صفت کلروفیل b و کلروفیل کل وجود دارد و اثر ساده رقم و اثرات متقابل آبیاری و تاریخ کاشت برای صفت کلروفیل a وجود دارد (جدول ۲). بیشترین مقدار کلروفیل b و کل به ترتیب (۰/۳۳۳۵ و ۱/۵۹۱۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، در تاریخ کشت معمول، در آبیاری کامل (۰/۳۱۵۳ و ۱/۴۲۷۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) و همچنین رقم GKH3705 با ۰/۳۱۴۲ و ۱/۴۰۱۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر مناسب‌ترین تیمارها بودند (جدول ۵، ۶، ۸). همچنین بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a (به ترتیب ۱/۰۸۷ و ۰/۰۹۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در رقم GKH3705 و GKH0224 به دست آمد (جدول ۶). بیشترین میزان کلروفیل a (۱/۳۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تاریخ کاشت معمول در شرایط آبیاری کامل به دست آمد (جدول ۳). در بررسی گیلانی و همکاران (۲۰۰۹) روی گیاه برنج، میزان کلروفیل برگ پرچم در زمان ظهور ۵۰٪ خوشه و برداشت، کاملاً متأثر از تاریخ کاشت و رقم بود و تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت بیشترین میزان و رقم هویزه از کمترین مقدار کلروفیل برخوردار بود.

نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که تاریخ کاشت معمول دارای کیفیت بهتری نسبت به تاریخ کشت تأخیری دارد و این اختلاف‌ها، ناشی از نوع و وارته گیاه می‌باشد و ارقام GKH3705 و GKH0224 دارای سازگاری بهتری با شرایط منطقه دارند، که با نتایج به دست آمده از یوجاک و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت داشت. همچنین لوپس و رینولد (۲۰۱۰) نشان دادند که توانایی ژنوتیپ‌های گندم در برابر تنش‌های محیطی و عملکرد بالا با کیفیت بالای کلروفیل برگ ارتباط دارد و پتانسیل ژنتیکی رقم‌ها نقش مهمی در عملکرد بالا دارد. به نظر می‌رسد که دلیل کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی، افزایش تخریب این رنگیزه‌ها و یا کاهش ساخت آن‌ها و نیز اختلال در فعالیت آنزیم‌های مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد. به علاوه ممکن است کاهش در پروتئین‌های غشایی خاص در شرایط تنش خشکی، افزایش در فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز را از عوامل مؤثر در کاهش کلروفیل در شرایط تنش خشکی باشد و همچنین کاهش سبزیگی برگ ممکن است تا حدودی به خاطر کاهش جریان نیتروژن به بافت‌ها و تغییر در فعالیت آنزیم‌هایی مثل نیترات ریداکتاز باشد (هان و لی ۲۰۰۵). مجیدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز کاهش میزان کلروفیل کلزا را به واسطه‌ی تنش خشکی گزارش کردند. تامبوسی و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند که در شرایط تنش به واسطه‌ی افزایش فعالیت آنزیم‌های کلروفیلاز و پراکسیداز، افزایش ترکیبات فنلی و کاهش جذب نیتروژن، از غلظت کلروفیل برگ کاسته می‌شود.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ کاشت بر کلروفیل b، کلروفیل کل و اسید اروسیک

تیمار	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	اسید اروسیک (درصد)
کشت معمول	۰/۳۳۳ <sup>a</sup>	۱/۵۹۱۷ <sup>a</sup>	۰/۲۰۸۸ <sup>b</sup>
کشت تأخیری	۰/۲۵۸۹ <sup>b</sup>	۱/۰۱۸۹ <sup>b</sup>	۰/۳۹۸۳ <sup>a</sup>

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۹- مقایسه میانگین میزان پالمیتیک اسید در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی و تاریخ‌های کشت

ترکیب تیماری							تاریخ کاشت	آبیاری
رقم								
GKH3705	GKH2624	GKH0224	Tassilo	Okapi	Elvise	Neptune		
۴/۳۹ <sup>mno</sup>	۴/۳۱ <sup>nop</sup>	۴/۱۳ <sup>p</sup>	۴/۲۸ <sup>nop</sup>	۴/۲۰ <sup>p</sup>	۴/۲۴ <sup>op</sup>	۲/۲۶ <sup>op</sup>	کشت معمول	آبیاری کامل
۴/۹۹ <sup>ef</sup>	۴/۸۹ <sup>fg</sup>	۴/۶۸ <sup>h-k</sup>	۴/۸۶ <sup>fg</sup>	۴/۷۳ <sup>g-j</sup>	۴/۷۶ <sup>ghi</sup>	۴/۸۳ <sup>fgh</sup>	کشت تأخیری	
۴/۵۷ <sup>j-m</sup>	۴/۵۹ <sup>l</sup>	۴/۴۵ <sup>lmn</sup>	۴/۵۷ <sup>j-m</sup>	۴/۵۰ <sup>klm</sup>	۴/۵۴ <sup>klm</sup>	۴/۴۶ <sup>lmn</sup>	کشت معمول	تنش خشکی
۵/۶۳ <sup>a</sup>	۵/۴۷ <sup>ab</sup>	۵/۱۳ <sup>de</sup>	۵/۳۸ <sup>bc</sup>	۵/۲۱ <sup>cd</sup>	۵/۲۴ <sup>cd</sup>	۵/۳۶ <sup>bc</sup>	کشت تأخیری	

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین ترکیب تیماری تاریخ کاشت و رقم برای تعداد خورجین در بوته و وزن هزاردانه

وزن هزاردانه	تعداد خورجین در بوته	تیمار
۴/۶۹bcd	۱۸۶bc	Neptune
۴/۴۶cde	۱۷۶cd	Elvise
۴/۴۰de	۱۷۲d	Okapi
۴/۷۷abc	۱۹۰b	Tassilo
۴/۲۳e	۱۶۶d	GKH0224
۴/۸۵ab	۱۹۳ab	GKH2624
۴/۰۷a	۲۰۳a	GKH3705
۲/۷۷g	۱۰۹fg	Neptune
۲/۹۵fg	۱۱۴ef	Elvise
۲/۷۸g	۱۰۹fg	Okapi
۳/۰۱fg	۱۱۷ef	Tassilo
۲/۵۲f	۱۰۱g	GKH0224
۳/۰۷fg	۱۱۹ef	GKH2624
۳/۱۰fg	۱۲۲e	GKH3705

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سال\*تاریخ کاشت\*آبیاری بر وزن هزاردانه و اسید اولئیک

اسید اولئیک	وزن هزاردانه	تیمار	
۶۵/۱۵a	۵/۲۴a	آبیاری کامل	کشت معمول Y1=2014
۶۴/۱۰c	۴/۴۹c	تنش خشکی	
۶۳/۴۳d	۳/۵۱e	آبیاری کامل	
۶۲/۸۶e	۲/۶۳g	تنش خشکی	کشت تأخیری Y2=2015
۶۵/۲۸a	۴/۹۶b	آبیاری کامل	
۶۴/۸۲b	۳/۸۷d	تنش خشکی	
۶۴/۳۵c	۳/۰۱f	آبیاری کامل	کشت تأخیری
۶۳/۶۰d	۲/۳۹g	تنش خشکی	

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

### نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، مناسب‌ترین رقم کلزا در منطقه کرج، رقم GKH3705 به دست آمد که از نظر پتانسیل تولید دانه، روغن و ترکیب اسیدهای چرب غیراشباع و محتوای کلروفیل در سطح مطلوبی قرار دارد که این رقم در هر دو شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری از مرحله تشکیل خورجین به بعد، در بین سایر ارقام نتیجه بهتری می‌دهد و عملکرد بالایی آن به دلیل توانایی‌های این رقم در استفاده ذخیره‌ای و

سیستم انتقال مواد غذایی آن می‌باشد و در ادامه بررسی‌ها می‌توان از این رقم در منطقه مورد مطالعه استفاده بیشتری نمود. در مورد پتانسیل عملکرد و میزان عملکرد روغن نیز مشاهده شد که عملکرد دانه با تأخیر در کاشت به میزان زیادی توسط کاهش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین توجیه شد. بر اساس نتایج حاصله کیفیت روغن دانه کلزا به میزان زیادی تحت تأثیر نوع رقم و شرایط محیطی قرار گرفت.

### منابع مورد استفاده

- AOAC, 1990. Method 988.05. Helrich K. (Ed.). Official methods of analysis (15th Ed.). The Association of Official Analytical Chemists Inc.
- Albarrak KhM, 2006. Irrigation Interval and nitrogen level effects on growth and yield of Canola (*Brassica napus* L.). Journal of King Saud University – Science, 7: 87-99.
- Altinok S and Karakaya A, 2003. Effect of growth season on forage yields of different Brassica cultivars under Ankara condition. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27: 85-90.
- Angadi SV and Cut Forth HV, 2003. Yield adjustment by canola grown at different by plant population under semiarid condition. Crop Science, 43: 1357-1366.
- Aslam MN, Nelson MN, Kailis SG, Bayliss KL, Speijers J and Cowling WA, 2009. Canola oil increases in polyunsaturated fatty acids and decreases in oleic acid in drought stressed Mediterranean-type environments. Plant Breeding, 128 (4): 348-355.
- Basalma D, 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rasped (*Brassica napus* L.) cultivars. Research Journal of Agricultural and Biological Science, 4: 120-125.
- Bashir M.U, Akbar N, Iqbal A and Zaman H, 2010. Effect of different sowing date on yield and yield components of direct seed coarse rice. Pakistan Journal of Agricultur Science, 74(4), 361-365.

- Champoliver L and Merrien A, 2002. Effect of water stress applied at different growth stages to Brassical naps, yield components and seed quality. *European Journal of Agronomy*, 5: 153-160.
- Chapagain T and Good A, 2015. Yield and production gaps in rainfed wheat, barley, and canola in Alberta. *Frontiers In Plant Science*, 6.
- Chen C, Jackson G, Neill K, Wichman D, Johnson G and Johnson D, 2005. Determining the feasibility of early seeding canola in the northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 97: 1252-12.
- Christmas EP and Janick J, 1996: Evaluation of planting date for winter canola production. Proceeding of the third National Symposium Indiana polis, Indiana, 278 – 281.
- Diepenbrock W, 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Field Crops Research*, 67: 35-49.
- Ehteshami SM, Tehrani A and Samadi B, 2015. Effct of planting date on some phenological and morphological characteristics, yield and yield components of fie rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 28: 111-120.
- Enjalbert JN, Zheng S, Johnson JJ, Mullen JL, Byrne PF and McKay JK, 2013. Brassicaceae germplasm diversity for agronomic and seed quality traits under drought stress. *Industrial Crops and Products*, 47: 176–185. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.02.037>
- Faraji A, Latifi N, Soltani A and Shirani-Rad AH, 2009. Seed yield and water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. *Agricultur Water Management*, 96: 132-140.
- Fanaei HR, Galavi M, Kafi M and Shirani-rad, AH. 2013. Interaction of water deficit stress and potassium application on potassium, calcium, magnesium Concentration and Oil of Two Species of Canola (*Brassica napus* L.) and Mustard (*Brassica juncea* L.). *Iranian Journal of Soil and Water Knowlage*. 23(3), 261-275. (In Persian).
- Gilani AA, Siadat SA, Almai-Saeed KH, Bakhshandeh AM, Moradi F and Seidnejad M, 2009. Effect of heat stress on grain yield stability, chlorophyll content and cell membrane stability of flag leaf in commercial rice cultivars in Khuzestan. *Iranian Journal of Crop Science*, 11: 82-100.
- Han HS and KD Lee, 2005. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of Lettuce under soil salinity. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1 (3): 210-215.
- Jorge AR, 2003. Determine appropriate planting on promising varieties of rapeseed and study the correlation between performances with yield components. M.Sc Thesis of Agriculture, Islamic Azad University of Dezful, 109p.
- Koutroubas S.D and Papadoska DK, 2005. Adaptation, seed yield and oil content of safflower in Greece. VI the International Safflower Conference, Istanbul 6-10 June, 161-167.
- Lopes MS and Reynolds MP, 2010. Partitioning of assimilates to deeper roots is associated with cooler canopies and increased yield under drought in wheat. *Functional Plant Biology*, 37(2): 147–156.
- Majidi MM, Jafarzadeh M, Rashidi F and Mirlohi A, 2015. Effect of drought stress on yield and some physiological traits in Canola varieties. *Journal of Plant Process and Function*, 3(9): 59-70.
- Miller RL, Sistani NA and Cebert E, 2008. Comparative mineral composition among canola cultivars and other cruciferous leafy greens. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(2): 112-116.
- Mirzaei M, Dashti SH, Absalan M, Siadat A and Fathi GH, 2010. Study the effect of planting dates on the yield, yield components and oil content of canola cultivars (*Brassica napus* L.) in Dehloran rejoin. *Electronic Journal of Crop Production*. 3 (2), 159-176. (In Persian).
- Moravveji S, Zamani GR, Kafi M and Alizadeh Z, 2016. Effect of different salinity levels on yield and yield components of spring canola cultivars (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*B. juncea* L.). *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 10(3): 445-457.

- Nasr N, Khayami M, Heidary R and Jameie R, 2006. Genetic diversity among selected varieties of *Brassica napus* (Cruciferea) based on biochemical composition of seeds. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 32(1), 37-40. (In Persian).
- Ohara N, Naito Y, Kasama K, Shindo T, Yoshida H, Nagata T and Okuyama H, 2009. Similar changes in clinical and pathological parameters in Wistar Kyoto rats after a 13-week dietary intake of canola oil or fatty acid composition-based interesterified canola oil mimic. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 157.
- Pasban Eslam B, 2008. Evaluation of yield and its components of superior winter oilseed rape genotypes under normal and late planting dates. *Journal of Agricultural Science*, 18(2): 37-47. (In Persian)
- Pasban Eslam B, 2011. Study of possibility of delayed planting of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in east Azerbaijan in Iran. *Iran Journal of Seed Plant Prod.* 27(3): 269-284. (In Persian).
- Pospisil M, Skevin D, Mustapic, Nakic SN, Butorac J and Matijevic D, 2007. Fatty acid composition in oil of recent rapeseed hybrids and 00-cultivars. *Agriculture Conventions Science*, 72: 187-193.
- Rondanini DP, Gomez NV, Agosti M.B and Miralles DJ, 2012. Global trends of rapeseed grain yield Stability and rapeseed-to-wheat yield ratio in the last four decades. *European Journal of Agronomy* 37: 56-65.
- Rahnema M and Bakhshande AM, 2006. Determination of optimum irrigation level and compatible canola varieties in the mediterranean environment. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5: 543-546.
- Rahnema EA, 2002. Determine the most appropriate planting date, new cultivars of rapeseed in the north of Khuzestan. The Final Report of the Agricultural Research and Education. 21 pages. (In Persian).
- Renarid S and McGregor L, 1976. Antithrombogenic effects of erucic acid poor rapeseed oils in the rats. *Review of Crops Cross*, 23: 393-396.
- Sana M, Ali A, Asghar Malik M, Farrukh Saleem M and Rafiq M, 2006. Comparative yield potential and oil contents of different canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy*, 72(3): 187-193.
- Seyed Sharifi R, 2017. Industrial plants, University of Mohaghegh Ardabili Press. Fourth Edition, 432 p.
- Sierts HP, Geisler G, Leonard J and Diepenbrock W, 1987. Stability of yield components from winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 158: 107-113.
- Sinaki J, Majidi Heravan ME, Shirani Rad AH, Noormohammadi GH and Zarei GH, 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 2: 417- 422.
- Soleymani A, Moradi M and Naranjani L, 2011. Effects of The Irrigation Cut-off Time in Different Growth Stages on Grain and Oil Yield Components of Autumn's Canola Cultivars in Isfahan Region. *Journal of Water and Soil*, 25(3): 426-435. (In Persian).
- Sun WC, Pan QY, an X and Yang YP, 1991. Brassica and Brassica-related oilseed crops in Gansu, China. In McGregor, D. I. (Ed.). *Proceeding of the eighth international rapeseed congress*, Saskatoon, Canada, 1130-11.
- Tabatabae S, Ghasemi A and Shakeri E, 2012. Effect of water stress on yield, yield components and oil quantity of Canola cultivars. *Crop physiology Journal*, 12(3): 41-53. (In Persian).
- Tambussi EA, Bartoli CG, Bettran J, Guiamet JJ and Araus JC, 2000. Oxidative damage to thylakoids proteins in water stressed leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Physiology*, 108: 398-404.
- Taylor A and Smith CJ, 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of irrigated canola (*B. napus*), grown on red-brown earth in south eastern Australian *Journal of Agricultural Research*, 43: 1629-1641.
- Tohidi-Moghaddam HR, Zahedi H and Ghooshchi F, 2011. Oil quality of canola cultivars in response to water stress and super absorbent polymer application. *Agricultural Research in the Tropics*, 41(4): 579-586.



Ucak AB, Ayasan T and Çil A, 2016. Effect of Planting Date on Yield, Plant Water Stress Index and Water Usage Rate of Sunflower (*Helianthus Annuus*) Genotypes in Semi-Arid Cukurova of Turkey. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 157-165.

Ullah F, Bano A and Nosheen A, 2012. Effects of plant growth regulators on growth and oil quality of Canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. *Pakistan Journal of Botany*, 44(6): 1873-1880.