"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و هفتم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

DOI:

ارزیابی عملکرد دانه و کیفیت روغن ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در کاشت پاییزه و زمستانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

Evaluation of seed yield and oil quality of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars in autumn and winter sowning under terminal drought stress conditions

امیرحسین شیرانی راد[۱] و نادیا صفوی فرد[۲]

چکیده

شیرانی راد، ا.ح. و ن. صفوی فرد. ۱۴۰۴. ارزیابی عملکرد دانه و کیفیت روغن ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در کاشت پاییزه و زمستانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۷ (۳): ۲۶۴ -۲۵۱.**

کاشت پاییزه و زمستانه ارقام بهاره کلزا در مناطق خشک و نیمه‌خشک یکی از راهکارهای توسعه پایدار کلزا در شرایط تغییرات اقلیمی می‌باشد. در این رابطه، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲) در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج اجرا شد. فصل کاشت در دو سطح پاییزه (۳۰ مهر) و زمستانه (۳۰ بهمن)، آبیاری در دو سطح بدون تنش (آبیاری کامل؛ شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد (تنش خشکی) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و چهار رقم کلزای بهاره (دلگان، صفار، آسا و آرام) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که در فصل کشت پاییزه در تیمار بدون تنش، رقم دلگان با ۴۱۱۵ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، ارقام دلگان و آرام (به‌ترتیب با ۳۵۱۲ و ۳۵۲۰ کیلوگرم در هکتار)، بالاترین عملکرد دانه را داشتند. در فصل کشت زمستانه در تیمار بدون تنش ارقام دلگان و آسا (به ترتیب با ۲۵۶۸ و ۲۵۲۹ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط تنش خشکی انتهای فصل رقم صفار با ۱۹۷۲ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را داشتند. نتایج نشان داد که مصرف آب در کشت زمستانه ارقام کلزا به‌دلیل استفاده از بارش‌های زمستانه، ۳۵ تا ۴۰ درصد نسبت به کشت پاییزه کمتر بود. در کشت زمستانه کیفیت اسیدهای چرب ثبات بیشتری داشته و محتوای اسید اروسیک و گلوکوزینولات کمتر بود. در تیمار بدون تنش، رقم دلگان با بالاترین عملکرد روغن (۹۷۹ کیلوگرم در هکتار)، محتوای اسید اولئیک ۵۹/۹ درصد، محتوای اسید اروسیک ۰/۳۷۳ درصد و محتوای گلوکوزینولات ۱۹/۳ میکرومول در گرم کنجاله) و در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، رقم صفار با بالاترین عملکرد روغن (۷۲۸ کیلوگرم در هکتار، محتوای اسید اولئیک ۵۷/۲ درصد، محتوای اسید اروسیک ۰/۶۳۵ درصد و محتوای گلوکوزینولات ۲۶/۱ میکرومول در گرم کنجاله) مناسب‌ترین ارقام کلزای بهاره برای کاشت زمستانه شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: اسید اولئیک، تنش خشکی، فصل کاشت، کلزای بهاره و گلوکوزینولات

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: //۱۴۰۴ این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی بخش تحقیقات دانه های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد.

۱- استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (مکاتبه کننده، shirani.rad@gmail.com)

۲- دکتری زراعت، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

2025© The Authors. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

Iranian Journal of Crop Sciences
Vol. 27, No. 3, Autumn 2025

RESEARCH ARTICLE

DOI

Evaluation of seed yield and oil quality of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars in autumn and winter sowing under terminal drought stress conditions

Shirani Rad, A.H.[1] and Safavi Fard, N.[2]

ABSTRACT

Shirani Rad, A.H. and Safavi Fard, N. 2025. Evaluation of seed yield and oil quality of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars in autumn and winter sowning under terminal drought stress conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 27(3): 251-264. (In Persian).**

Introduction: Winter sowing of spring cultivars is one of the strategies for sustainable rapeseed production under climate change conditions. It is a simple, low-cost approach that can be implemented on a large scale. Considering the limited canola sowing window in cold-temperate regions and the overlap between the final irrigations of spring crops and the initial irrigations of autumn-sown canola, shifting canola planting from autumn to winter, as a climate-smart strategy, is practical and operationally feasible.

Materials and Methods: A field experiment was carried out as factorial split-plot arrangements in randomized complete block design with three replications in 2021-22 and 2022-23 growing seasons at the Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran. Two planting seasons (autumn on Oct.22 and winter on Feb.19) were assigned to the main-plots, and two irrigation levels (full irrigation as control and irrigation withhold from the silique formation stage as terminal drought stress). Four spring rapeseed cultivars, Dalgan, Saffar, Asa, and Aram were randomized in the sub-polts.

Results: Results showed that in autumn planting and under full irrigation regime, cv. Dalgan with 4115 kg.ha^{-1} and under drought stress, cv. Delgan and cv. Aram with 3512 kg.ha^{-1} and 3520 kg.ha^{-1}, respectively, had the highest seed yield. In winter planting and full irrigation, cv. Delgan and cv. Asa with 2568 kg.ha^{-1} and 2529 kg.ha^{-1}, resepectively, and under drought stress cv. Saffar had the highest seed yield. Under full irrigation regime, cv. Delgan had the highest oil yield (979 kg.ha^{-1}), oleic acid content (59.9%), erucic acid (0.373%) and glucosinolate (19.3 µmole.g^{-1}) and under terminal drought stress, cv. Saffar had the highest oil yield (728 kg.ha^{-1}), oleic acid content (57.2%) and standard levels of erucic acid content (0.635%) and glucosinolate (26.1 µmole.g^{-1}), and were identified suitable for winter season planting.

Conclusions: Given the increasing frequency of temperature fluctuations, terminal droughts, and changing precipitation patterns in cold-temperate regions in Iran, winter planting of canola, when coupled with the selection of suitable and adapted cultivars can be considered as a strategy to reduce water consumption while maintaining the economic yield and oil quality. The results of this study showed that winter planting of spring rapeseed cultivars in cold-temperate and semi-arid regions by taking advantage of winter rainfall, reduced water consumption by 35-40% compared to autumn planting with stable fatty acid composition and standard levels of erucic acid and glucosinolates. These findings underscore the strategic importance of winter planting season in cold-temperate and semi-arid regions and similar agro-ecologies in Iran.

Key words: Drought stress, Glucosinolate, Growing season, Oleic acid and Spring rapeseed

Received: , 2024 **Accepted**: , 2025

1. Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran (Corresponding author, ✉ shirani.rad@gmail.com)
2. PhD, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

2025© The Authors. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

مقدمه

دانه‌های روغنی نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی جوامع بشری ایفا می‌کنند و همواره مورد توجه محققان بخش کشاورزی در سطوح منطقه‌ای و جهانی قرار دارند (Wang *et al*., 2012). کلزا (*Brassica napus* L.) به دلیل بالا بودن محتوای روغن دانه (۴۰ تا ۴۵ درصد) و ترکیب بهینه اسیدهای چرب، جزء دانه‌های مهم روغنی به شمار می‌رود (Wang *et al*., 2023). روغن کلزا حاوی برخی از مهم‌ترین اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک است که دارای اثرات تغذیه‌ای مفیدی هستند (Chew, 2020). مهم‌ترین مناطق تولید کلزا آسیا، اروپا، آمریکای شمالی و اقیانوسیه هستند. تولید جهانی کلزا در طول دو دهه گذشته به‌طور پیوسته افزایش یافته است (FAOSTAT., 2024).

تغییرات اقلیمی اثر چشمگیری بر تولید محصول دانه‌های روغنی داشته و پیش‌بینی شده است که عملکرد جهانی آنها تا پایان قرن حاضر ۱۱ تا ۲۵ درصد کاهش می‌یابد (Wing *et al*., 2021). در مقابل گزارش شده است که افزایش دمای ناشی از تغییرات اقلیمی می‌تواند در برخی از مناطق باعث ایجاد فرصت‌های جدید شود. پیش‌بینی شده است که تغییرات اقلیمی به دلیل افزایش دما، شرایط مناسبی را برای کشت زمستانه کلزا در مناطق شمالی اروپا ایجاد خواهد کرد (Pullens *et al*., 2019). گیاه کلزا ممکن است در طول چرخه رشد، در معرض شرایط نامساعد محیطی مانند خشکسالی قرار گیرد (Secchi *et al*., 2023). مواجه شدن گیاه با تنش خشکی با مسیرهای بیوسنتز لیپیدها تداخل داشته و باعث تغییر در ترکیب اسیدهای چرب و کاهش کیفیت دانه می‌شود (Baud and Lepiniec, 2010). در کشت زمستانه کلزا، به دلیل هم‌زمانی مراحل رشد رویشی تا گلدهی و گرده افشانی با بارش‌های اواخر زمستان و اوایل بهار و مصادف شدن با دماهای مناسب‌تر، می‌تواند تا حد قابل توجهی از کاهش کیفیت روغن جلوگیری کند. بر این اساس تاریخ کاشت از عوامل کلیدی مدیریتی برای بهره‌برداری از ظرفیت ژنتیکی و بهبود کیفیت دانه کلزا به‌شمار می‌رود (Sieling *et al*., 2017).

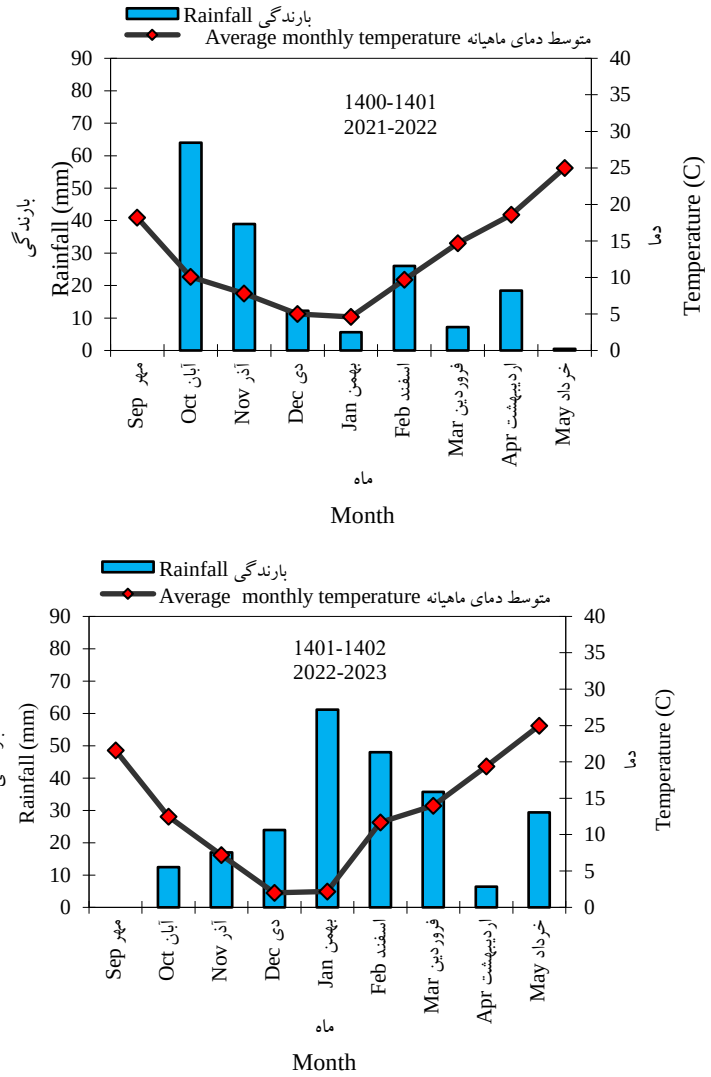
تاریخ کاشت، آبیاری و انتخاب رقم نقش مهمی در کیفیت دانه کلزا دارند (Nelson *et al*., 2022). از این رو نیاز به تحقیق و نوآوری مداوم برای بهبود کیفیت روغن دانه کلزا و برآورده کردن نیازهای مصرف‌کنندگان و صنایع وجود دارد. تغییرات اقلیمی می‌تواند هم شامل مخاطرات و هم فرصت‌ها باشد. به این ترتیب ارائه راهکارهای نوین زراعی از جمله کشت زمستانه کلزا می‌تواند پاسخ مناسبی به چالش‌های ناشی از تغییر اقلیم باشد. با توجه به محدودیت زمانی کشت کلزا در مناطق معتدل سرد و تداخل آبیاری‌های پایانی کشت‌های بهاره با آبیاری‌های اولیه کشت پاییزه کلزا، این تحقیق با هدف ارزیابی کشت پاییزه و زمستانه ارقام بهاره به‌عنوان جایگاه جدید در کشت زمستانه کلزا انجام شد. به نظر می‌رسد که کشت زمستانه ژنوتیپ‌های سازگار بهاره کلزا به‌عنوان یک راهکار کاربردی و اقلیم‌هوشمند، می‌تواند ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، باعث پایداری تولید در شرایط تغییر اقلیم شود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی عملکرد دانه و کیفیت روغن ارقام کلزای بهاره در کشت‌های پاییزه و زمستانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌مدت دو سال زراعی (۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲) در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج با موقعیت طول جغرافیایی ´۶ و °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ´۴۹ و °۳۵ شمالی و ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس میانگین داده‌های سی ساله هواشناسی کرج، متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۲۴۳ میلی‌متر بوده و پراکنش بارندگی‌ها عمدتا در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار است. اطلاعات مربوط به دمای هوا و بارندگی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

در دوره آزمایش در شــکل ۱ و نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (۰۱-۱۴۰۰ و ۰۲-۱۴۰۱)

Fig. 1. Meteorological information of the experiment site (2021-22 and 2022-23)

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the soil at the experiment site

سال Year	عمق خاک Depth (cm)	بافت خاک Texture	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	واکنش خاک pH	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل N (%)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)
۱۴۰۰-۱۴۰۱ 2021-2022	0-30	رسی لومی Clay loam	1.49	7.7	0.88	0.08	12.8	204
	30-60	رسی لومی Clay loam	1.33	7.3	0.95	0.05	13.3	169
۱۴۰۱-۱۴۰۲ 2022-2023	0-30	رسی لومی Clay loam	1.76	7.4	0.82	0.09	11.3	189
	30-60	رسی لومی Clay loam	1.52	7.2	0.86	0.07	12.6	178

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

تیمارهای آزمایشی شامل فصل کاشت در دو سطح کشت پاییزه (۳۰ مهر) و کشت زمستانه (۳۰ بهمن)، آبیاری در دو سطح بدون تنش (آبیاری کامل؛ شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد (تنش خشکی) (مرحله ۷۰ بر اساس کدبندی BBCH) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و چهار رقم کلزای بهاره متحمل به سرما (دلگان، صفار، آسا و آرام) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند (جدول ۲).

جدول ۲- مشخصات ارقام کلزای مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Characteristics of rapeseed cultivars used in the experiment

Rapeseed cultivars	ارقام کلزا	تیپ رشدی Growth type	نوع رقم cultivar type	نوع کیفیت Qualitative type	منشاء Origin
Delgan	دلگان	Spring بهاره	Open pollinated آزاد گرده افشان	00	Iran ایران
Saffar	صفار	Spring بهاره	Open pollinated آزاد گرده افشان	00	Iran ایران
Asa	آسا	Spring بهاره	Open pollinated آزاد گرده افشان	00	Iran ایران
Aram	آرام	Spring بهاره	Open pollinated آزاد گرده افشان	00	Iran ایران

هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول شش متر با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت پنج سانتی‌متر بود که دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. کلیه عملیات داشت به‌جز آبیاری به صورت یکسان و بر اساس دستورالعمل‌های ترویجی انجام شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک بخشی از کود نیتروژن (۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به‌صورت پایه) و تمامی کودهای فسفر (۷۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل) و پتاس (کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر سولفات پتاسیم) همراه با علف‌کش ترفلان (۲/۵ لیتر در هکتار) در سطح مزرعه پخش و با استفاده از دیسک سبک با خاک مخلوط شدند. بقیه کود نیتروژن به‌صورت سرک (۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مرحله ۵۰ درصد از رشد نهایی ساقه گل دهنده (مرحله ۳۵ بر اساس کدبندی BBCH) و ۲۵ کیلوگرم در هکتار در مرحله خروج گل آذین ساقه اصلی (مرحله ۵۵ بر اساس کدبندی BBCH) به خاک داده شد. پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها، عملیات داشت شامل کنترل آفات، به‌ویژه شته مومی با استفاده از سم کنفیدور (نیم لیتر در هکتار) انجام شد. آبیاری به روش نواری انجام شد. میزان آب در هر نوبت آبیاری ۳۲۰ متر مکعب در هکتار بود که با استفاده از کنتور به‌صورت دقیق اعمال شد. میزان آب مصرفی در شرایط بدون تنش و قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی در کشت پاییزه به‌ترتیب ۴۴۸۰ و ۳۲۰۰ و در کشت زمستانه به‌ترتیب ۲۸۸۰ و ۱۹۲۰ متر مکعب در هکتار بود. برای تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود در مساحت ۴/۸ متر مربع از هر کرت آزمایشی به‌طور جداگانه کف‌بر شدند و پس از خشکاندن در هوای آزاد، با استفاده از کمباین مخصوص برداشت خرمنکوبی شده و دانه‌ها با استفاده از ترازوی دقیق توزین و عملکرد دانه بر مبنای رطوبت ۱۲ درصد محاسبه شد. محتوای روغن دانه با نمونه‌برداری ۱۰ گرم بذر به‌صورت تصادفی از هر کرت و با استفاده از دستگاه NMR (Nuclear Magnetic Resonance) (Minispecmq20, Germany) اندازه‌گیری شد (ISO 5511:1992). پس از اندازه‌گیری محتوای روغن دانه، از حاصل ضرب آن در عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. برای تعیین اسیدهای چرب روغن دانه از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Varian CP-3800) استفاده شد (Azadmard-Damirchi *et al.*, 2005). محتوای گلوکوزینولات دانه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Varian Cary 100, Netherlands) و با روش هاریندر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

و همکاران (Harinder *et al*., 2007) اندازه‌گیری شد. شاخص بهره‌وری آب آبیاری از تقسیم عملکرد دانه بر میزان کل آب آبیاری مصرفی محاسبه شد (Shabani *et al*., 2010). نسبت غیراشباعی اولئیک (Oleic Desaturation Ratio; ODR) و نسبت غیراشباعی لینولئیک (Linoleic Desaturation Ratio; LDR) (به صورت درصد) با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ تعیین شدند (Mondal *et al*., 2010).

(رابطه ۱)

$$ODR= \frac{(\%\ Linoleic\ acid + \%\ Linolenic\ acid)}{(\%\ Oleic\ acid + \%\ Linoleic\ acid + \%\ Linolenic\ acid)}$$

(رابطه ۲)

$$LDR= \frac{(\%\ Linoleic\ acid)}{(\%\ Linoleic\ acid + \%\ Linolenic\ acid)}$$

پس از اطمینان از مفروضات آزمایشی، داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) پس از انجام آزمون بارتلت و اثبات همگن بودن واریانس‌های آزمایشی در هر سال، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد و برای برهمکنش تیمارها از رویه برش‌دهی استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر فصل کاشت و آبیاری بر کلیه صفات مورد ارزیابی به جز نسبت غیراشباعی اسید اولئیک (ODR) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر رقم از نظر شاخص بهره‌وری آب آبیاری، عملکرد دانه، محتوای روغن دانه، عملکرد روغن دانه، محتوای اسیدهای چرب لینولنیک، لینولئیک، اروسیک و گلوکوزینولات دانه در سطح احتمال یک درصد و بر اسید اولئیک و نسبت غیراشباعی اسید اولئیک (ODR) در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. برهمکنش سه‌گانه فصل کاشت و آبیاری و رقم از نظر کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج نشان داد که در کشت پاییزه (۳۰ مهر) در تیمار بدون تنش (آبیاری کامل)، رقم دلگان با ۴۱۱۵ کیلوگرم در هکتار و در تیمار تنش خشکی انتهای فصل (قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی)، ارقام دلگان و آرام (به‌ترتیب با ۳۵۱۲ و ۳۵۲۰ کیلوگرم در هکتار)، بالاترین عملکرد دانه را داشتند. در کشت زمستانه (۳۰ بهمن) در تیمار بدون تنش ارقام دلگان و آسا (به ترتیب با ۲۵۶۸ و ۲۵۲۹ کیلوگرم در هکتار) و در تیمار تنش خشکی انتهای فصل رقم صفار با ۱۹۷۲ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۳). عملکرد دانه، به عنوان معیار نهایی اقتصادی، تحت تأثیر مستقیم تنش‌های محیطی از جمله خشکی و تغییرات دمایی ناشی از تغییر اقلیم قرار می‌گیرد. براین اساس، رقم دلگان در هر دو فصل کاشت پاییزه و زمستانه و شرایط بدون تنش، با عملکرد دانه بالاتر، توانایی بیشتری در بهره‌برداری از شرایط مساعد محیطی داشت، در مقابل رقم صفار به‌عنوان ژنوتیپ با عملکرد دانه بالا در شرایط تنش خشکی انتهای فصل کشت زمستانه شناخته شد. خانی و همکاران (Khani *et al*., 2018) گزارش کردند که تنش خشکی در مرحله رشد زایشی (گلدهی و خورجین‌دهی) باعث کاهش شدید عملکرد دانه کلزا می‌شود که نتایج آزمایش حاضر نیز همین موضوع را تایید می‌کند.

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای فصل کاشت،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

آبیاری و رقم بر محتوای روغن دانه ارقام کلزا معنی‌دار نبود و حداکثر و حداقل مقدار روغن دانه به‌ترتیب ۴۰/۷ و ۳۵/۷ درصد بودند. در کشت پاییزه (۳۰ مهر) و تنش خشکی انتهای فصل (قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی)، ارقام دلگان و آرام (به‌ترتیب با ۱۴۱۹ و ۱۴۰۹ کیلوگرم در هکتار) عملکرد روغن دانه بیشتری داشتند (جدول ۳). حساسیت شدید مرحله زایشی به تنش خشکی و کاهش عملکرد روغن در شرایط تنش خشکی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Mamnabia *et al*., 2020). در کشت زمستانه در شرایط بدون تنش، ارقام دلگان و آسا (به‌ترتیب با ۹۷۹ و ۹۶۲ کیلوگرم در هکتار) عملکرد روغن بیشتری داشتند. این موضوع نشان‌دهنده سازگاری این ارقام با شرایط آب و هوایی اواخر زمستان و اوایل بهار در منطقه است. در تیمار تنش خشکی انتهای فصل، رقم صفار با ۷۲۸ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد روغن را نسبت به سایر کلزا ارقام داشت. این موضوع با استناد به نتایج شاخص بهره‌وری آب آبیاری، نشان دهنده توانایی رقم صفار در عملکرد بهتر در شرایط کمبود آب است. ارقام دلگان و آسا در تیمار بدون تنش در هر دو فصل کاشت پاییزه و زمستانه عملکرد روغن دانه بیشتری داشتند. به‌نظر می‌رسد که کشت زمستانه با هماهنگ‌سازی چرخه رشد گیاه با بارش‌های پایانی زمستان، فرصت مناسبی برای افزایش پایداری تولید فراهم می‌کند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنش خشکی انتهای فصل باعث افزایش شاخص بهره‌وری آب آبیاری در ارقام کلزا شد. در کشت پاییزه در تیمار بدون تنش، رقم دلگان با ۰/۹۱۸ کیلوگرم بر متر مکعب، دارای بیشترین و در تیمار تنش خشکی انتهای فصل ارقام دلگان و آرام به‌ترتیب با ۱/۰۹۷ و ۱/۱۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، دارای بیشترین شاخص بهره‌وری آب آبیاری بودند. این نتایج نشان می‌دهد که کاهش حجم آب مصرفی با وجود افت نسبی عملکرد، باعث استفاده کارآمدتری از آب آبیاری شده است. در کشت زمستانه در تیمار بدون تنش، ارقام دلگان و آسا (به‌ترتیب با ۰/۸۹۱ و ۰/۸۷۸ کیلوگرم بر متر مکعب) و در تیمار تنش خشکی انتهای فصل، رقم صفار با ۱/۰۲۷ کیلوگرم بر متر مکعب، بالاترین شاخص بهره‌وری آب آبیاری را داشتند (جدول ۳). نکته قابل توجه، عملکرد بالاتر رقم صفار نسبت به سایر ارقام کلزا در تیمار تنش خشکی در کشت زمستانه بود. این موضوع نشان دهنده سازگاری بیشتر این رقم با دوره‌های خشکی است که در اقلیم معتدل سرد کرج و با تشدید اثرات تغییر اقلیم، یک مزیت محسوب می‌شود. در مقابل، رقم دلگان در تیمار بدون تنش در هر دو فصل کاشت پاییزه و زمستانه، با عملکرد پایدار و شاخص بهره‌وری آب آبیاری مطلوب، می‌تواند در حفظ پایداری تولید و مدیریت بهینه منابع آبی موثر باشد. هدف اصلی در بهبود بهره‌وری آب مورد استفاده در کشاورزی در جهان، افزایش بیشتر محصولات کشاورزی با مصرف آب کمتر است تا از این طریق امکان کاهش سهم آب بخش کشاورزی و تخصیص بیشتر آب به سایر مصارف و از همه مهم‌تر نیاز آبی محیط زیست فراهم آید.

نتایج نشان داد که محتوای اسید اولئیک (امگا ۹) روغن دانه، علاوه بر تفاوت ژنتیکی بین ارقام کلزا، تحت تأثیر تاریخ کاشت و شرایط رطوبتی انتهای فصل قرار گرفت. در کشت زمستانه در تیمار بدون تنش، ارقام دلگان و آسا بالاترین میزان اسید اولئیک (به‌ترتیب ۵۹/۹ و ۵۹/۱ درصد) را داشتند و علاوه بر آن از بالاترین عملکرد روغن دانه نیز برخوردار بودند. این موضوع نشان می‌دهد که این ارقام در پاسخ به شرایط دمایی ملایم‌تر و تأمین رطوبت پایدار دوره رشد، ظرفیت بیشتری برای تجمع اسیدهای چرب پایدارتر دارند. در تیمار تنش خشکی، ارقام صفار و آرام بیشترین میزان اسید اولئیک (به‌ترتیب ۵۷/۲ و ۵۷/۱ درصد) را داشتند و رقم صفار ضمن حفظ محتوای اسید اولئیک در این شرایط، بالاترین عملکرد روغن دانه را نیز به

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی ارقام کلزا در برهمکنش تیمارهای فصل کاشت و آبیاری و رقم به روش برش‌دهی

Table 3. Mean comparisons of plant traits of rapeseed cultivars in interaction of planting season×irrigation×cultivar using slicing method

فصل کاشت Planting season	تیمارهای آبیاری Irrigation	Rapeseed cultivars	ارقام کلزا	بهره‌وری آب آبیاری Irrigation productivity (kg.m^{-3})	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	روغن دانه Seed oil content (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha^{-1})	اسید اولئیک Oleic acid (%)	اسید لینولئیک Linolenic acid (%)
۳۰ مهر Oct. 22	بدون تنش (آبیاری کامل) Full irrigation	Dalgan	دلگان	0.918a	4115a	40.5a	1668a	62.3a	5.21a
		Saffar	صفار	0.883b	3960b	39.8a	1581a	61.9a	4.50a
		Asa	آسا	0.900ab	4033ab	39.5a	1595a	61.8a	5.13a
		Aram	آرام	0.852c	3817c	40.7a	1557a	62.0a	4.57a
	تنش خشکی Drought stress	Dalgan	دلگان	1.097a	3512a	40.3a	1419a	60.8ab	6.09a
		Saffar	صفار	1.030b	3296b	39.2a	1295b	60.2ab	5.63a
		Asa	آسا	1.013b	3244b	38.9a	1266b	59.6b	5.87a
		Aram	آرام	1.100a	3520a	39.9a	1409a	61.6a	6.13a
۳۰ بهمن Feb. 19	بدون تنش (آبیاری کامل) Full irrigation	Dalgan	دلگان	0.891a	2568a	38.0a	979a	59.9a	6.63a
		Saffar	صفار	0.791b	2279b	37.2a	850b	57.8b	5.95b
		Asa	آسا	0.878a	2529a	37.9a	962a	59.1a	5.56b
		Aram	آرام	0.782b	2254b	37.3a	842b	58.9ab	5.84b
	تنش خشکی Drought stress	Dalgan	دلگان	0.881c	1693c	36.3a	616b	55.1ab	7.57a
		Saffar	صفار	1.027a	1972a	36.8a	728a	57.2a	7.74a
		Asa	آسا	0.805d	1546d	35.7a	554c	54.6b	7.40a
		Aram	آرام	0.910b	1747b	37.1a	650b	57.1a	7.70a

فصل کاشت Planting season	تیمارهای آبیاری Irrigation	Rapeseed cultivars	ارقام کلزا	اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	اسید اروسیک Erucic acid (%)	گلوکوزینولات Glucosinolate (µmole.g^{-1})	نسبت غیراشباعی اسید اولئیک ODR (%)	نسبت غیراشباعی اسید لینولئیک LDR (%)
۳۰ مهر Oct. 22	بدون تنش (آبیاری کامل) Full irrigation	Dalgan	دلگان	18.8a	0.160c	11.5d	27.8a	21.6a
		Saffar	صفار	17.9b	0.202ab	13.8b	26.5b	20.0a
		Asa	آسا	17.7b	0.181bc	12.8c	27.0ab	22.4a
		Aram	آرام	18.2ab	0.223a	14.8a	26.8ab	19.9a
	تنش خشکی Drought stress	Dalgan	دلگان	17.2a	0.287b	16.8b	27.6a	26.1a
		Saffar	صفار	16.6b	0.307b	18.1a	26.9a	25.3a
		Asa	آسا	16.4b	0.351a	18.2a	27.2a	26.3a
		Aram	آرام	17.3a	0.276b	16.4b	27.6a	26.0a
۳۰ بهمن Feb. 19	بدون تنش (آبیاری کامل) Full irrigation	Dalgan	دلگان	16.5a	0.373b	19.3b	27.8a	28.6a
		Saffar	صفار	15.6b	0.445a	19.9ab	27.1ab	27.5ab
		Asa	آسا	15.8b	0.436a	19.8ab	26.5b	25.9b
		Aram	آرام	15.67 b	0.458 a	20.75 a	26.7b	27.1ab
	تنش خشکی Drought stress	Dalgan	دلگان	12.9a	0.674ab	27.6a	27.1a	36.9a
		Saffar	صفار	13.1a	0.635bc	26.1b	26.7a	37.0a
		Asa	آسا	12.8a	0.684a	27.6a	27.0a	36.6a
		Aram	آرام	13.1a	0.612c	26.3ab	26.7a	36.97a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Similar letters in each column indicate no significant difference based on LSD at 5% probability level

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

خود اختصـــاص داد (جدول ۳). کاهش کلی محتوای اسـید اولئیک در شـرایط تنش خشـکی در تعدادی از ژنوتیپ‌ها نیز با گزارش‌های پیشـین رضـایی‌زاده و همکاران (Rezaeizadeh *et al*., 2019) مطابقت داشته و نشـان دهنده حسـاسـیت مراحل نهایی پر شـدن دانه به کمبود آب است.

نتایج نشان داد که در کشت زمستانه در تیمار بدون تنش، رقم دلگان بالاترین میزان اسـید لینولنیک (۶/۶۳ درصـد) را داشـت. به این ترتیب، رقم دلگان بالاترین ظرفیت را برای تولید روغن با پروفایل اسـید چرب متعادل و غنی از اسید لینولنیک (18:3) دارد. تیمار تنش خشـکی باعث افزایش محتوای اسـید لینولنیک روغن دانه در کشت زمستانه در مقایسه با تیمار بدون تنش شد (جدول ۳). تغییر اقلیم، به‌ویژه افزایش فراوانی خشـکی‌های انتهای فصـل و بی‌نظمی بارش‌ها، باعث کاهش نسبی اسیدهای چرب ضروری در کلزا می‌شود (Bukowski *et al*., 2025). در مقابل کشـت زمسـتانه نسـبت به کشـت پاییزه، از نظر تولید اسـیدهای چرب پایدارتر، به‌ویژه اسید اولئیک و افزایش اسیدهای چرب ضـروری مانند اسـید لینولنیک (امگا ۳)، مناسـب‌تر بود. رقم دلگان از یک طرف به دلیل بالا بودن میزان اسـید لینولنیک روغن دانه و از سوی دیگر به علت پایین بودن اسـید اروسـیک و گلوکوزینولات، برای مصـارف خوراکی مناسب‌تر می‌باشد.

نتلیج نشان داد که در کشت زمستانه در تیمار بدون تنش، رقم دلگان با ۱۶/۵ درصـد، بالاترین میزان اسـید لینولئیک (امگا ۶) را داشـت (جدول ۳). برتری رقم دلگان در کشـت زمسـتانه زمانی اهمیت بیشـتری پیدا می‌کند که مشخص شد افزایش اسید لینولئیک همراه با افزایش محتوای روغن دانه، با افزایش اسـید اولئیک و لینولنیک و محدوده اسـتاندارد اسـید اروسـیک و گلوکوزینولات همراه بوده اسـت که این موضـوع از دیدگاه صـنایع روغن، برای تولید روغن خوراکی با کیفیت بالا بسیار مطلوب محسوب می‌شود. با توجه به اینکه اسـید لینولئیک یکی از مهم‌ترین اسـیدهای چرب ضـروری با نقش حیاتی در سلامت انسان است (Saini and Keum, 2018)، حفظ مقدار آن در شـرایط تنش، ارزش کـاربردی بـالایی برای صـنـایع غـذایی دارد. یافته‌های آزمایش حاضـر نیز نشـان داد که کاهش رطوبت در انتهای فصل می‌تواند نسبت اسیدهای چرب را تغییر دهد، اما دامنه این تغییر در رقم دلگان محدودتر بوده اسـت. به این ترتیب این ویژگی‌ها نشـان دهنده برتری رقم دلگان به‌عنوان یک رقم مناسب برای استفاده در صنایع تولید روغن است.

در کشـت زمسـتانه در تیمار بدون تنش، رقم دلگان دارای کمترین میزان اسـید اروسـیک (۰/۳۷۳ درصـد) بود. در تیمار تنش خشـکی، رقم آرام با ۰/۶۱۲ درصـد، حداقل میزان اسید اروسیک را داشت (جدول ۳). به این ترتیب پایین بودن محتوای اسید اروسیک طی دو فصل کاشـت پاییزه و زمسـتانه در ارقام دلگان (در تیمار بـدون تنش) و آرام (در تیمـار تنش خشـکی انتهـای فصـل) نشـان داد کـه این ارقـام بـا برخورداری از حـد اسـتـانـدارد کـیفـیـت روغـن (دو درصـد) (Codex Alimentarius Commission, 1999)، کمترین تغییرات نامطلوب در پروفایل اسیدهای چرب را داشتند. پایداری محتوای پایین اسـید اروسـیک در شـرایط تنش خشکی، یک مزیت رقابتی برای صنایع روغن است که به دنبال روغن‌های سـالم، با ارزش تغذیه‌ای بالا و سـازگار با اسـتانداردهای بین‌المللی هسـتند. از این رو، اسـتفاده از راهکارهای مدیریتی هوشـمند مانند تعیین تاریخ کاشـت متناسـب با الگوی بارش منطقه، می‌تواند نقش مهمی در پایداری کیفیت روغن در سـال‌های مواجهه با تنش‌های اقلیمی داشته باشد.

در کشـت زمسـتانه در تیمار بدون تنش، رقم دلگان (۱۹/۳ میکرومول در گرم کنجالـه) و در تیمـار تنش خشـکی انتهای فصـل رقم صـفار (۲۶/۱ میکرومول در گرم کنجاله) کمترین میزان گلوکوزینولات کنجاله را دارا بود (جدول ۳). بر این اسـاس در تیمار بدون تنش،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

رقم دلگان در هر دو فصل کاشت پاییزه و زمستانه حداقل مقدار گلوکوزینولات دانه را داشت. این موضوع می‌تواند ناشی از کارآمدی مسیرهای تنظیمی کاهش‌دهنده سنتز گلوکوزینولات در این رقم باشد که هم‌زمان با بالاتر بودن محتوای اسیدهای چرب مطلوب (لینولنیک و لینولئیک) و محتوای استاندارد اسید اروسیک، یک رقم کیفی مناسب محسوب می‌شود. در مقابل، در شرایط تنش خشکی انتهای فصل که بازتابی از تشدید الگوی تغییرات بارش و خشکی‌های پایانی فصل بر اثر تغییرات اقلیمی است، میزان گلوکوزینولات در ارقام کلزا افزایش یافت. این الگو پیش‌تر نیز توسط رضایی‌زاده و همکاران (Rezaeizadeh *et al*., 2019) گزارش شده است. به این ترتیب در کشت پاییزه و تنش خشکی انتهای فصل، پایداری ارقام دلگان و آرام نشان دهنده برتری آن‌ها از نظر جلوگیری از انباشت بیش از حد ترکیبات ضدتغذیه‌ای است که از منظر تولید کنجاله دامی اهمیت بالایی دارد است. در کشت زمستانه و تنش خشکی، رقم صفار از حداقل مقدار گلوکوزینولات توام با افزایش محتوای اسید اولئیک و عملکرد روغن برخوردار بود. با توجه به پیش‌بینی افزایش وقوع خشکی‌های کوتاه‌مدت در پایان فصل رشد، بهره‌گیری از ارقام کم‌واکنش به تنش (مانند دلگان و صفار) که توانایی جلوگیری از افزایش ترکیبات ضدکیفیت در زنجیره تولید را دارند، نقشی تعیین‌کننده در پایداری تولید روغن خواهد داشت.

در هر دو فصل کاشت پاییزه و زمستانه در تیمار بدون تنش، رقم دلگان بالاترین نسبت تبدیل اسید اولئیک (C18:1) به اسید لینولئیک (C18:2) (ODR) (به‌ترتیب ۲۷/۸ و ۲۷/۸ درصد) را داشت (جدول ۳). با توجه به اینکه ODR شاخصی مستقیم از تعادل فعالیت آنزیم دساچوراز (FAD2) در فرآیند تبدیل اسید اولئیک به اسید لینولئیک است، مقدار بالاتر آن نشان‌دهنده کاهش شدت عدم اشباع‌سازی و توان بیشتر گیاه در انباشت اسید اولئیک (امگا ۹) است. این وضعیت با افزایش پایداری حرارتی، ماندگاری و کیفیت صنعتی روغن همراه است. این موضوع با گزارش پیشین شهسواری و دادرس نیا (Shahsavari and Dadrasnia., 2016) مبنی بر اینکه بالا بودن سهم اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به اشباع، باعث افزایش کیفیت روغن‌های می‌شود، هم‌راستا است. هم‌زمانی افزایش ODR با حفظ مقادیر مطلوب اسید اولئیک و اسید لینولئیک در رقم دلگان نشان می‌دهد که این برتری، محصول کاهش اسید لینولئیک به دلیل تنش خشکی نیست، بلکه ناشی از ظرفیت بالاتر انباشت اسید اولئیک و تعادل مناسب در مسیرهای عدم اشباع‌سازی است. این ویژگی برای تولید روغن‌های خوراکی و صنعتی با کاربرد گسترده در شرایط متغیر محیطی بسیار ارزشمند است. با توجه به اینکه نوسانات دمایی، خشکی‌های انتهای فصل و تغییر الگوی بارش‌ها در مناطق معتدل سرد در حال افزایش است، ODR می‌تواند به‌عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی اقلیم‌تاب‌آوری در ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های کلزا در نظر گرفته شود. ترکیب اسیدهای چرب یکی از حساس‌ترین ویژگی‌ها به عوامل محیطی است و تغییرات اقلیمی می‌تواند کیفیت نهایی دانه را دستخوش تغییر کند (Rivelli *et a*l., 2023). بنابراین، در ارقامی مانند دلگان که تحت تغییرات محیطی،ODR در آن‌ها در سطح مناسب حفظ می‌شود، نقش مهمی در تضمین کیفیت روغن خواهند داشت. بر اساس نتایج حاصل، دو راهکار عملی و کم‌هزینه برای پایداری کیفیت روغن کلزا در اقلیم‌های مواجه با تنش رو به افزایش پیشنهاد می‌شود: الف- استفاده از ارقام پایدار از نظر ODR مانند دلگان که با تثبیت ترکیب اسید چرب، حتی در شرایط نوسانات دما و رطوبت، به‌عنوان ارقام راهبردی برای مناطق مستعد خشکی انتهای فصل قابل توصیه می باشند، ب- تغییر تاریخ کاشت و اقدام به کشت زمستانه، کاهش هم‌زمان تنش دمایی و کاهش شدت خشکی در مراحل بحرانی، باعث حفظ ODR، افزایش پایداری

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

غشـــاهای لیپیدی و حفظ کیفیت روغن می‌شـــود. این راهکار به‌طور ویژه برای مناطق نیمه‌خشـــک و معتدل ســـرد قابل توصـــیه اســـت، زیرا با اصـــول زراعت اقلیم‌تاب‌آور سـازگارتر اسـت. در آزمایش حاضـر رقم دلگان با دارا بودن بیشترین ODR در شرایط بدون تنش، پایدارترین رقم کلزا از نظر تنظیم بیوشـیمیایی مسـیرهای ســنتز و عدم اشــباع‌ســازی اســیدهای چرب بود. این ویژگی، همراه با توانایی آن در حفظ کیفیت روغن در طیف وسیعی از شرایط، باعث می‌شود بتوان این رقم را به یک ژنوتیپ مناســـب و راهبردی برای مناطق معتدل ســـرد در مواجهه با تغییر اقلیم در نظر گرفت. به‌علاوه انتخاب ارقام مناسـب کشـت زمسـتانه و متحمل به تنش خشـکی می‌تواند یک مدل زراعی نوین و اقلیم‌تاب‌آور برای پـایـداری کیفیـت و عملکرد روغن کلزا در نظر گرفته شود.

نســـبت تبدیل اســـید لینولئیک (امگا ۶) به اســـید لینولنیک (امگا ۳) (LDR) شـاخصـی برای تعیین تعادل نهایی اسیدهای چرب چنداشباعی(PUFA) و حساسیت مســیرهای عدم اشــباع‌ســازی در برابر تغییرات محیطی اســـت. به این ترتیب در کشـــت زمســـتانه و تیمار بدون تنش، بیشترین مقدار LDR در رقم دلگان (۲۸/۶ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). این موضوع نشان دهنده توانایی بیشـــتر آن در کنترل تبدیل اســـید لینولئیک (C18:2) به اسید لینولنیک (C18:3) بوده و مسیر آنزیم دساچوراز (FAD3) را در محدوده بهینه تنظیم می‌کند. این موضوع از نتایج مربوط به اسـیدهای چرب لینولئیک و لینولنیک نیز قابل تایید اســـت، به این ترتیب که در رقم دلگان هر دو اسید چرب ضـروری در سـطح مطلوب حفظ شـدند، بدون اینکه افزایش بیش از حد فعالیت عدم اشباع‌سازی باعث کاهش پایداری اکســـیداتیو روغن شـــود. این ویژگی نشـان دهنده اهمیت نسـبت LDR به‌عنوان یک شـــاخص مهم برای تشـــخیص پروفایل چربی مطلوب و پایدار اســـت که در صـــنایع روغن و کیفیت روغن نیز حائز اهمیت بنیادین اســـت (Ruiz-Lopez *et al*., 2015; Shahsavari and Dadrasnia., 2016). در محصولات دانه روغنی، محتوای اســـید لینولنیک اگرچه برای ســـلامت انســـان (به‌ویژه نســـبت امگا ۳/امگا ۶) مفید اســـت، اما افزایش بیش از حد آن می‌تواند باعث کاهش پایداری حرارتی و مقاومت اکســـیداتیو روغن شـــود. بنابراین در رقمی مانند دلگان که میزان مناســـبی از اســـید لینولئیک (C18:2) را داشـــته و حفظ مقدار آن نیز بیشـــتر اســـت، ترکیب اسیدهای چرب چنداشباعی (PUFA) در سطحی متعادل نگه داشـــته شـــده و این موضـــوع باعث بهبود فرآوری، افزایش عمر نگـه‌داری و ارتقـای کیفیـت تغذیه‌ای روغن می‌شـود (Lin *et al*., 2013; Guirrou *et al*., 2023). به‌طور خاص، در کشـــت زمســـتانه کلزا در شـــرایط تنش خشـــکی، افزایش میزان اســـید لینولنیک (C18:3) تا حدی بود که باعث افت کیفیت روغن نشد. از ســـوی دیگر، میزان اســـید لینولئیک (C18:2) نیز در ســـطحی قابل قبول حفظ و نسـبت LDR را در محدوده صنعتی-تغذیه‌ای حفظ شد.

نتیجه‌گیری

برتری نسبی عملکرد روغن دانه ارقام کلزای دلگان، آسـا و صـفار نشـان داد که می‌توان از کشـت زمسـتانه به‌عنوان یک راهکار سـازگاری اقلیمی سـاده، کم هزینه و قابل اجرا در سـطح گسـترده اسـتفاده کرد. در هر دو فصـل کاشـت پاییزه و زمسـتانه و در شـرایط بدون تنش (آبیاری کامل)، رقم دلگان با دارا بودن مقادیر مطلوب اسـیدهای چرب مفید (اولئیک، لینولنیک و لینولئیک) و پایین‌ترین میزان اســـید اروســـیک و گلوکوزینولات، میزان روغن و عملکرد روغن دانه قابل قبول داشت و از این رو یک رقم مناسب برای تولید روغن با کیفیت بالا و ایمنی تغذیه‌ای محسوب می‌شود. در کشت پاییزه توام با تنش خشـــکی انتهای فصـــل، رقم آرام با دارا بودن عملکرد دانه و میزان روغن قابل قبول، ترکیب مناســـب اسـیدهای چرب اولئیک، لینولنیک و لینولئیک و سـطح پایین اســـید اروســـیک و گلوکوزینولات، می‌تواند در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

مناطق خشک و نیمه‌خشک به عنوان یک رقم مناسب برای شرایط کم‌آبی در نظر گرفته شود. نتایج این آزمایش نشان داد که کشت زمستانه کلزا، در صورتی که با انتخاب رقم مناسب انجام شود، می‌تواند یک راهکار مناسب برای کاهش مصرف آب با حفظ کیفیت و عملکرد اقتصادی روغن کلزا باشد. در فصل کشت زمستانه با استفاده بهتر از بارش‌های اواخر زمستان، مصرف آب نسبت به کشت پاییزه ۳۵ تا ۴۰ درصد کمتر بوده و با حفظ ثبات کیفیت اسیدهای چرب و حد استاندارد اسید اروسیک و گلوکوزینولات همراه بود. این موضوع اهمیت فصل کشت زمستانه را برای مناطق معتدل سرد و نیمه‌خشک برجسته می‌سازد. در شرایط بدون تنش (آبیاری کامل)، رقم دلگان با بالاترین عملکرد روغن دانه (۹۷۹ کیلوگرم در هکتار)، میزان بالای اسید اولئیک، مقادیر استاندارد اسید اروسیک و گلوکوزینولات، پروفایل اسیدهای چرب مناسبی از نظر مصرف در صنعت و پایداری حرارتی و اکسیداتیوی رضایت‌بخشی را داشت و بنابراین در جایگاه کشت زمستانه قابل توصیه است. در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، رقم صفار با بالاترین عملکرد روغن دانه (۷۲۸ کیلوگرم در هکتار)، همراه با میزان مناسب اسید اولئیک و مقادیر استاندارد اسید اروسیک و گلوکوزینولات، ثبات کیفی روغن مناسبی داشت و از این‌رو می‌تواند در کشت زمستانه در اراضی با شرایط کم‌آبی در انتهای فصل در نظر گرفته شود.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل از پروژه تحقیقاتی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد و بدین‌وسیله از مسئولین محترم موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Azadmard-Damirchi, S., Savage, G.P. and Dutta, P.C., 2005. Sterol fractions in hazelnut and virgin olive oils and 4:40-dimethylsterols as possible markers for detection of adulteration of virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *82*, pp.717-725.

Baud, S. and Lepiniec, L., 2010. Physiological and developmental regulation of seed oil production. *Progress in Lipid Research. 49*, (3), pp.235-249.

Bukowski, M.R., Goslee, S. and Barthet, V.J., 2025. Longitudinal cohort study of canola composition demonstrates changes in the climate and the food system are decreasing the essential fatty acid content of canola. *American Journal of Clinical Nutrition*, *121*(2), pp.304-314. https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.11.021

Chew, S.C., 2020. Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: *Chemistry and functionality*. *Food Research International*, *131*, Article 108997. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.108997

Codex Alimentarius Commission. 1999. Standard for Named Vegetable Oils (CODEX STAN 210). FAO/WHO, Rome, Italy.

FAOSTAT. 2024. Crops and Livestock Products. Available online: www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (accessed on 26 October 2024).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

Guirrou, I., El Harrak, A., El Antari, A., Hssaini, L., Hanine, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A., 2023. Bioactive compounds assessment in six Moroccan rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties grown in two contrasting environments. *Agronomy*, *13*, 460. https://doi.org/10.3390/agronomy13020460

Harinder, P. Makkar, S., Siddhuraju, P. and Becker, K., 2007. Plant secondary metabolites. *Humana Press 393*, pp.1-122.

ISO 5511:1992. Oilseeds-Determination of oil content-Method using continuous-wave low-resolution nuclear magnetic resonance spectrometry (Rapid method).

Khani, R., Sadeghi Bakhtvari, A.R., Pasban Eslam, B. and Sarabi, V., 2018. Effects of drought stress on canola (*Brassica napus L.*) genotypes yield and yield components. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *15*(4), pp.914-924. [In Persian]. doi: 10.22067/GSC.V15I4.58356

Lin, L., Allemekinders, H., Dansby, A., Campbell, L., Durance-Tod, S., Berger, A. and Jones, P.J., 2013. Evidence of health benefits of canola oil. *Nutrition Review*, *71*, pp.370–385. [CrossRef] [PubMed] https://doi.org/10.1111/nure.12033

Mamnabia, S., Nasrollahzadeh, S., Ghassemi-Golezani, G. and Raei, Y., 2020. Morphophysiological traits, grain and oil yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) affected by drought stress and chemical and bio-fertilizers. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *30*(3), pp.359-378. [In Persian]. dor: 20.1001.1.24764310.1399.30.3.21.6

Mondal, N., Bhat, K.V. and Srivastava, P.S., 2010. Variation in fatty acid composition in Indian germplasm of sesame. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, *87*, pp.1263–1269. https://doi.org/10.1007/s11746-010-1615-9

Nelson, M.N., Nesi, N., Barrero, J.M., Fletcher, A.L., Greaves, I.K., Hughes, T., Laperche, A., Snowdon, R., Rebetzke, G.J. and Kirkegaard, J.A., 2022. Strategies to Improve Field Establishment of Canola: A Review. *In*: Advances in Agronomy, Sparks, D.L., (Eds.). Academic Press, Cambridge, MA, USA, 175, pp.133–177.

Pullens, J.W.M., Sharif, B., Trnka, M., Balek, J., Semenov, M.A. and Olesen, J.E., 2019. Risk factors for European winter oilseed rape production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, *272-273*, pp.30–39. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.03.023

Rezaeizadeh, M., Sayfzadeh, S., Shirani Rad, A.H., Valadabadi, S.A. and Hadidi Masouleh, E., 2019. Influence of drought stress and chitosan on fatty acid compounds of rapeseed varieties. *Iranian Journal of Plant Physiology*, *9*(3), pp.2819-2825. [In Persian]. https://doi.org/10.30495/ijpp.2019.667143

Ruiz-Lopez, N., Usher, S., Sayanova, O.V., Napier, J.A. and Haslam, R.P., 2015. Modifying the lipid content and composition of plant seeds: engineering the production of LCPUFA. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *99*(1), pp.143–154. https://doi.org/10.1007/s00253- 014-6217-2

Rivelli, G.M., Gomez, N.V., Mantese, A.I., Miralles, D.J., Abeledo, L.G. and Rondanini, D.P., 2023. Photothermal quotient describes the combined effects of heat and shade stresses on canola seed productivity.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]

Seeds, *2*(1), pp.149–164. https://doi.org/10.3390/seeds2010012

Saini, R.K. and Keum, Y.S., 2018. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance – a review. *Life Sciences*, *203*, pp.255–267. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.04.049

Secchi, M.A., Fernandez, J.A., Stamm, M.J., Durrett, T., Prasad, P.V.V., Messina, C.D., Ciampitti, I.A., 2023. Effects of heat and drought on canola (*Brassica napus* L.) yield, oil and protein: A meta-analysis. *Field Crops Research*, *293*. 108848, pp.1-11. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108848

Shabani, A., Kamkar Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., Emam, Y. and Honar, T., 2010. Effect of water stress on grain yield, yield components and quality of rapeseed (*Brasica napus* L.) *cv.* Licord. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *12*(4), pp.409-421 [In Persian].

Shahsavari, N. and Dadrasnia, A., 2016. Effect of zeolites and zinc on the physiological characteristics of canola under late -season drought stress. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, *18*, 2077 -2087. https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1228940

Sieling, K., Böttcher, U. and Kage, H., 2017. Sowing date and N application effects on tape root and above ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agronomy*, *83*, pp.40–46.

Wing, I.S., De Cian, E., Mistry, M.N., 2021. Global vulnerability of crop yields to climate change. *Journal of Environmental Economics and Management*, *109*, 102462. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102462

Wang, S., Wang, E., Wang, F., and Tang, L., 2012. Phenological development and grain yield of canola as affected by sowing date and climate variation in the Yangtze river basin of China. *Crop and Pasture Science*, *63*, pp.478-488. http://www.publish.csiro.au/paper/CP11332.htm

Wang, C., Li, Z.J. and Wu, W., 2023. Understanding fatty acid composition and lipid profile of rapeseed oil in response to nitrogen management strategies. *Food Research International*, *165*, Article 112565. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112565

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-17]