"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و چهارم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2

اثر تاریخ کاشت بر رشد، عملکرد دانه و کیفیت روغن کاملینا (*Camelina sativa* L. Crantz)

Effect of planting date on growth, seed yield and oil quality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz)

محمد اسماعیل احمدیان کوشکقاضی[1] و مهدی مدن‌دوست[2]

چکیده

احمدیان کوشکقاضی، م.ا.، و م. مدن‌دوست. اثر تاریخ کاشت بر رشد، عملکرد دانه و کیفیت روغن کاملینا (*Camelina sativa* L. Crantz). **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۴ (۱):۳۳-۱۹.**

کاملینا از جمله گیاهانی است که عملکرد آن به‌شدت وابسته به تاریخ کاشت است. این آزمایش با هدف ارزیابی اثر تاریخ‌های کاشت بر رشد، عملکرد و ترکیب اسیدهای چرب کاملینا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از لاین ۱۳۱ کاملینا در سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ‌های کاشت پاییزه (۱۰، ۲۰ و ۳۰ آبان) و زمستانه (اول، ۱۰ و ۲۰ اسفند) بودند. نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۰ آبان (۱۵۵۰ روز-درجه رشد) بیشترین عملکرد دانه (۲۳۷۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۶۲۱ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. در کشت پاییزه شاخص برداشت ۴/۳۴ درصد بیشتر از کشت زمستانه بود. تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه تحت تاثیر نداشت. بیشترین مقدار بهره‌وری آب (۰/۱۸ کیلوگرم روغن در هکتار بر متر مکعب آب) در تاریخ کاشت اول اسفند حاصل شد. در ترکیب روغن کاملینا اسیدهای چرب لینولئیک (C18:2) و اولئیک (C18:1) بیشترین مقدار (هر یک حدود ۳۰ درصد) را داشتند. اسیدهای چرب اروسیک (C22:1)، ایکوزانوئیک (C20:1) و استئاریک (C18:0) با درجه حرارت‌های پایین محیط متأثر از تاریخ کاشت پاییزه نسبت به کشت زمستانه افزایش داشتند. با توجه به نتایج آزمایش، کشت پاییزه کاملینا عملکرد دانه بیشتر و کیفیت روغن بهتری نسبت به کشت زمستانه داشته و تأخیر در کاشت، به ویژه در کشت زمستانه، باعث مصادف شدن مرحله پر شدن دانه‌ها با گرمای انتهای فصل و کاهش عملکرد روغن دانه شد، در عین حال کشت زودهنگام زمستانه بیشترین بهره‌وری آب را داشت.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، بهره‌وری آب، دمای تجمعی، عملکرد روغن و کاملینا

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۰ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد

۱- دانش آموخته دکتری زراعت واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران
۲- دانشیار گروه زراعت واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: mehdimadandoust@yahoo.com)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

مقدمه

کاملینا (*Camelina sativa*) گیاهی دانه روغنی از خانواده براسیکاسه (Brassicaceae) است. منشأ این گیاه جنوب اروپا و جنوب غرب آسیا است. سابقه کشت و کار این گیاه به بیش از ۴۰۰۰ سال پیش می‌رسد (Vollmann and Eynck, 2015). قبل از سال ۲۰۰۵ میلادی کاملینا یک گیاه تجاری بشمار نمی‌رفت، اما با شناخته شدن اسیدهای چرب امگا ۳ در کاملینا این گیاه در بین سایر گیاهان روغنی متمایز شده و تولید آن افزایش یافت، به طوری که در سال ۲۰۰۷ حدود ۱۵۰۰۰ هکتار کاملینا در ایالات متحده کشت شد (Mierina *et al*., 2017). در ایران گیاه روغنی کاملینا برای اولین بار از سال ۱۳۹۵ توسط یک گروه تحقیقاتی از دانشگاه رازی کرمانشاه اصلاح و کشت شد (Fallah *et al*., 2019).

روغن کاملینا به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای موم گیاه هوهوبا در صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد. این گیاه به‌دلیل دارا بودن ۵۰ تا ۶۰ درصد درصد اسیدهای چرب غیر اشباع مورد توجه بوده و به جهت دارا بودن اسیدهای چرب امگا ۳ در درمان سرطان مفید است (Raziei *et al*., 2016). در کارخانجات روغن‌کشی برای جلوگیری از اکسیداسیون و افزایش ماندگاری روغن، اقدام به افزودن آنتی اکسیدان‌های صنعتی به روغن می‌کنند که برای سلامتی بشر فوق‌العاده خطرناک است. کاملینا به دلیل دارا بودن آلفا-توکوفرول‌ها و ویتامین E بالا نیاز به افزودن هیچ‌گونه افزودنی برای افزایش ماندگاری روغن ندارد و به‌علاوه به دلیل پایین بودن اسیدهای چرب اشباع، می‌تواند به عنوان روغن خوراکی با کیفیت بالا در نظر گرفته شود (Ghamkhar *et al*., 2018). کاملینا، گیاهی متحمل به خشکی است و در شرایط دیم سازگاری آن اثبات شده است. با توجه به بحران آب در کشور، حجم بالای واردات روغن و دانه‌های روغنی و خروج بسیار بالای ارز، ضرورت اصلاح و معرفی گیاهان دانه روغنی از جمله کاملینا که مصرف آب بسیار کمی دارند، احساس می‌شود (Kahrizi *et al*., 2017).

برای حصول حداکثر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن کاملینا، تاریخ کاشت اهمیت ویژه‌ای دارد (Toncea *et al*., 2013). تاریخ کاشت از طریق تغییر در شرایط محیطی از جمله دما، طول روز و رطوبت قابل دسترس در خاک، بر شاخص‌های رشد گیاه اثر دارد. افزایش جذب تابش خورشیدی توسط گیاه، تجمع مادهٔ خشک را به دنبال خواهد داشت. با انتخاب تاریخ مناسب کاشت، مراحل رشد گیاه با شرایط مطلوب محیطی منطبق شده و این موضوع باعث افزایش فتوسنتز و ذخیره مطلوب مواد فتوسنتزی در دانه می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که اثر سال بر خصوصیات کمی و کیفی روغن کاملینا تحت تأثیر اقلیم معنی‌دار است (Pavlista *et al*., 2011). توانایی بالای بذر کاملینا در جوانه زدن و رشد در دمای پایین، کشت این گیاه در مناطق معتدل و در شرایط نسبتا خنک و به‌صورت بهاره را امکان‌پذیر کرده است. کاملینا در واقع یک گیاه فصل سرد است که برای تولید حداکثر عملکرد باید در اوایل بهار کشت شود. نتایج تحقیقات در ایالت مونتانا در آمریکا نشان داد که با کاشت در اواسط ماه مارس (۱۱ اسفند) تا اواخر آوریل (۱۱ اردیبهشت) عملکرد دانه کاملینا افزایش یافته و تأخیر کاشت در ماه مه باعث کاهش شدید عملکرد دانه می‌شود (McVay and Lamb, 2008). به‌علاوه کاملینا را می‌توان در آب و هوای معتدل در پاییز نیز کشت کرد (Hunter and Roth, 2010).

سرعت تغییرات فیزیولوژیک گیاه تحت تأثیر درجه حرارت ناشی از تاریخ کاشت قرار می‌گیرد و استفاده از درجه حرارت به‌صورت روز-درجه رشد (GDD) تغییرات فیزیولوژیک را بهتر نشان می‌دهد. برای تخمین دوره رشد و نمو گیاه و ارزیابی‌های اقلیمی، استفاده از روز-درجه رشد مورد تأکید بوده و باعث می‌شود روش صحیحی برای تولید گیاهان زراعی اتخاذ شود،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

زیرا کاشت در دو اقلیم مختلف باعث تفاوت در روند رشد گیاه شده و زمان مناسب کشت بستگی به وضعیت اقلیمی منطقه دارد (Alyari *et al*., 2011). افزایش طول دوره رشد و افزایش تعداد روز-درجه رشد می‌تواند کارایی مصرف آب، عملکرد دانه، روغن و ترکیب روغن را تحت تاثیر قرار دهد. با توجه به اهمیت زمان کاشت در ترکیب اسیدهای چرب دانه‌های روغنی، به نظر می‌رسد که تفاوت در ترکیب روغن دانه‌های کاملینا در سال‌ها و تاریخ‌های مختلف کاشت ناشی از برهمکنش عوامل زیست محیطی و ژنتیکی بر رشد و تولید محصول گیاه باشد (Ghamkhar *et al*., 2018). تحقیق حاضر با هدف ارزیابی اثر روز-درجه حرارت‌های رشد در تاریخ‌های مختلف کاشت بر خصوصیات فنولوژیک، عملکرد، بهره‌وری آب و ترکیب اسیدهای چرب کاملینا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا در جنوب استان فارس با مختصات جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۸۲ متر از سطح دریا انجام شد. اطلاعات داده‌های هواشناسی در قالب میانگین درجه حرارت و مجموع بارندگی ماهانه در فصول رویش گیاه از ایستگاه هواشناسی نزدیک به محل انجام آزمایش به‌دست آمد (جدول ۲). آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تاریخ‌های کاشت پاییزه (۱۰، ۲۰ و ۳۰ آبان) و زمستانه (۱، ۱۰ و ۲۰ اسفند) بودند. بذر کاملینای مورد استفاده لاین ۱۳۱ بود که از دانشگاه رازی تهیه شد. تهیه بستر کشت با اجرای شخم عمیق، دیسک و تسطیح به وسیله لولر انجام شد. پس از آزمون خاک (جدول ۱) و بنا به نیاز گیاه همراه با دیسک، مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره و ۳۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات‌تریپل به‌طور یکنواخت و برای هر تاریخ کاشت به خاک اضافه و با دیسک‌زنی با خاک مخلوط شد. در اوایل گل‌دهی نیز مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌صورت سرک به خاک داده شد. طول هر کرت چهار متر و عرض آن ۲۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تعداد ردیف‌های کاشت در هر کرت پنج ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. کاشت بذر به‌صورت دستی انجام و پس از استقرار کامل بوته‌ها (در مرحله چهار برگی) تنک کردن به‌منظور رسیدن به تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع، انجام شد.

مقدار روز-درجه رشد (GDD) از کاشت تا هر مرحله از رشد و نمو گیاه در کلیه تیمارها، با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Russele *et al*., 1984).

$$H_i=\Sigma^{n}_{i=1}\left(\left(T_{min}+T_{max}\right)/2\right)-T_b \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

i: تعداد روزها؛ H_i: مقدار GDD تا روز iام؛ T_{min}: کمینه درجه حرارت روزانه هوا با حد پایین پنج درجه سلسیوس؛ T_{max}: بیشینه درجه حرارت هوا با حد بالای ۳۰ درجه سلسیوس و T_b: درجه حرارت پایه گیاه کاملینا است که پنج درجه سلسیوس در نظر گرفته شد. مزرعه به‌صورت هفتگی بازدید و مراحل فنولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. به‌منظور تعیین عملکرد دانه، از مساحت دو متر مربع از هر کرت با رعایت اثر حاشیه، بوته‌ها کف شده و پس از اندازه‌گیری عملکرد زیستی، دانه‌ها جدا و وزن شدند. برای تعیین شاخص برداشت خارج قسمت عملکرد دانه به عملکرد زیستی محاسبه شد.

روش آبیاری مورد استفاده در آزمایش از نوع قطره‌ای نواری (تیپ) بود. بهره‌وری آب (Water Productivity) با استفاده از رابطه‌های ۲ تا ۴ محاسبه شد (Dam *et al*., 2005).

$$WP= OY/ TWU \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

OY: عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) و TWU: مقدار کل آب مصرف شده (میلی‌متر) هستند.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

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

هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	ماده آلی Organic matter (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	بافت خاک Soil texture
0.56	7.5	0.81	0.74	12	190	Silty clay

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش

Table 2. Meteorological information of the experiment site

	۹۸-۱۳۹۷ 2018-19								۹۹-۱۳۹۸ 2019-20							
	مهر Oct.	آبان Nov.	آذر Dec.	دی Jan.	بهمن Feb.	اسفند Mar.	فروردین Apr.	اردیبهشت May.	مهر Oct.	آبان Nov.	آذر Dec.	دی Jan.	بهمن Feb.	اسفند Mar.	فروردین Apr.	اردیبهشت May.
درجه حرارت Mean Temp. (°C)	15.4	10	8	8.1	16.1	20.4	25.5	28.5	13.5	10.2	9.2	9.4	12.2	14.2	20.6	27.9
بارندگی Total rainfall (mm)	31.7	134.3	117.2	22	0.4	11.6	1.2	0	33.4	7.6	13.0	83.7	23.8	103.9	20.5	0

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

WP: بهره‌وری آب بر مبنای کیلوگرم روغن در هکتار بر میلی‌متر است که با استفاده از رابطه ۳ به کیلوگرم بر متر مکعب تبدیل شد.

$$WP\ (kg.m^{-3}) = WP\ (kg.ha^{-1}.mm^{-1})\ /10 \quad \text{(رابطه ۳)}$$

$$TWU = P + I + \Delta SWS \quad \text{(رابطه ۴)}$$

I: مقدار آب آبیاری (میلی‌متر) که با استفاده از رابطه ۵ محاسبه شد.

$$I = t \times Q \quad \text{(رابطه ۵)}$$

t: طول مدت آبیاری (ثانیه)، Q: دبی پمپ آب (لیتر بر ثانیه)، P: میزان بارش (میلی‌متر)، ΔSWS (میلی‌متر): تغییرات ذخیره آب در خاک از کاشت تا برداشت محصول کاملینا هستند.

ذخیره آب خاک (SWS) با استفاده از رابطه ۶ محاسبه شد (Liu *et al*., 2016).

$$SWS\ (mm) = \rho b \times SWC \times D \quad \text{(رابطه ۶)}$$

pb: وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب)، SWC: محتوای آب خاک (گرم بر گرم خاک) و D: عمق توسعه ریشه (میلی‌متر) هستند.

برای تعیین میزان روغن دانه از هر تیمار ۵۰ گرم از نمونه‌های دانه به‌صورت تصادفی انتخاب و با استفاده از دستگاه سوکسله استخراج روغن انجام شده (A.O.A.C, 1980) و عملکرد روغن بر اساس کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. نمونه‌های روغن در یک ظرف شیشه‌ای دربسته و تاریک در یخچال (در دمای چهار درجه سلسیوس) نگهداری شدند. ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه، با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (SP-3420A, BFRL, China) اندازه‌گیری شد که به یک ردیاب یونیزاسیون شعله‌ای و انژکتور Split/Split-Less مجهز شده است. ستون مویینه دستگاه به‌نام BPX70 به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن (ضخامت فیلم) ۰/۲۵ میکرون می‌باشد (A.O.C.S. 2004). برای SGE تحلیلی از منبع ملبورن، استرالیا استفاده شد.

قبل از تجزیه داده‌ها، ابتدا در رابطه با داده‌هایی که فرض نرمال بودن رد شده بود، تبدیل لگاریتمی انجام شد. پس از آزمون بارتلت و اطمینان از همگن بودن واریانس خطای آزمایش، تجزیه آماری به‌صورت مرکب با فرض تصادفی بودن اثر سال انجام شد. محاسبات رگرسیون با استفاده از نرم افزار SAS (9.1) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام و از نرم افزار Excel برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

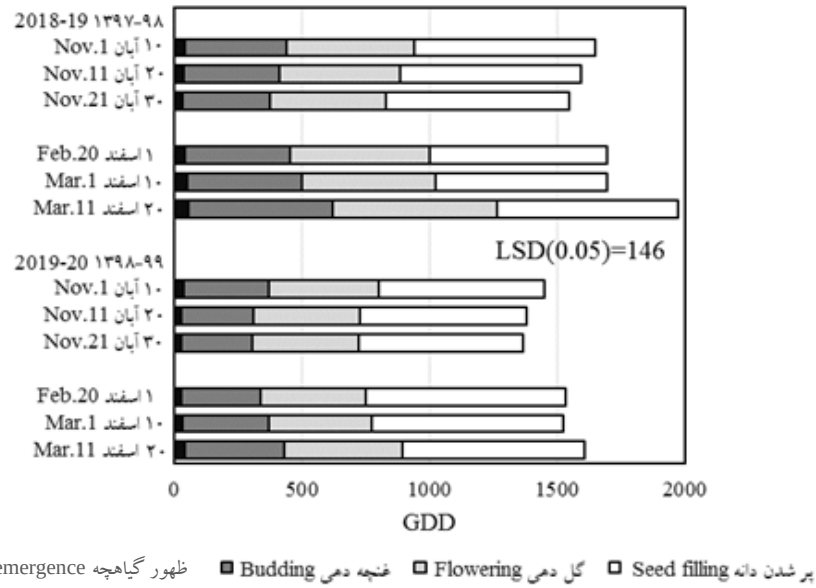
از مقادیر روز-درجه رشد (GDD) به‌دست آمده برای توجیه اثر تاریخ‌های کاشت بر صفات اندازه‌گیری شده استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال و تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد و بر همکنش آنها در سطح احتمال پنج درصد بر GDD معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که مقدار GDD در تمام مراحل فنولوژیک گیاه کاملینا در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود (شکل ۱) که این موضوع ناشی از وضعیت بهتر اقلیمی طی دوره رویش کاملینا در سال اول آزمایش (جدول ۲) بود. مقدار GDD در پایان سبز شدن در سال اول آزمایش از ۳۳ تا ۵۵ و در سال دوم از ۲۸ تا ۴۱ متغیر بود. تا پایان مرحله غنچه‌دهی GDD در سال اول از ۳۷۸ تا ۶۲۳ و در سال دوم از ۳۱۲ تا ۴۳۲ و تا پایان گل‌دهی در سال اول از ۸۲۸ تا ۱۲۶۳ و در سال دوم از ۷۲۴ تا ۸۹۶ متغیر بود. مقدار GDD تا پایان رسیدگی دانه در سال اول از ۱۵۵۰ تا ۱۹۷۶ و در سال دوم از ۱۳۶۷ تا ۱۶۰۹ بود (شکل ۱). نیاز حرارتی یا روز-درجه رشد برای ظهور گیاهچه، گل‌دهی و رسیدگی فیزیولوژیک کاملینا به‌ترتیب ۳۴، ۴۱۷ و ۹۹۸ درجه سلسیوس گزارش شده است که نشان‌دهنده نیاز حرارتی پایین و زودرسی این گیاه می‌باشد (Allen *et al*., 2014).

درجه حرارت بالا (جدول ۲) مهم‌ترین دلیل افزایش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

روز-درجه رشد و تسریع در کلیه مراحل فنولوژیک گیاه در تاریخ‌های کاشت زمستانه بود، در حالی که در کشت‌های پاییزه با وجود طولانی بودن طول دوره رشد به علت پایین بودن دمای هوا، مقدار روز-درجه رشد به حداکثر کشت زمستانه نرسید و این به شرایط اقلیمی استان فارس و سایر استان‌هایی که کاشت زمستانه دارند مربوط می‌شود. سین‌تیم و همکاران (Sintim *et al.*, 2016) گزارش کردند که در ایالت نوادای آمریکا تعداد روزهای کاشت تا رسیدگی کاملینا با کاشت زود هنگام در پاییز بیشتر شد. مندهام و همکاران (Mendham *et al.*, 1991) نیز گزارش دادند که در ارقام استرالیایی کلزا با تأخیر در کاشت، سرعت نمو گیاه افزایش و تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد که در کشت زمستانه کاملینا، مصادف شدن رشد گیاه با گرما باعث سرعت نمو، تسریع گلدهی و کاهش تعداد روز تا گلدهی و کاهش طول دوره گلدهی تا رسیدگی می‌شود. تاریخ ظهور اولین گل و طول دوره رویشی تعیین کننده زمان رسیدگی گیاه است. هر چه این مدت طولانی‌تر باشد، طول دوره‌های بعدی (زایشی تا رسیدگی) کوتاه‌تر می‌شود.



شکل ۱- مقدار روز-درجه رشد از کاشت تا برداشت کاملینا در تیمارهای تاریخ کاشت

Fig. 1. Growth Degree-Days (GDD) from seed sowing to harvest of camelina in plantings date treatments

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال و تاریخ کاشت و برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بودند. عملکرد دانه در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم و در کشت پاییز بیش از کشت زمستانه بود. بیشترین عملکرد دانه در کشت پاییزه در سال اول در تاریخ کاشت ۱۰ آبان (۲۳۷۳/۳ کیلوگرم در هکتار) با ۱۶۴۸ روز-درجه رشد و در سال دوم (۱۹۶۶/۶ کیلوگرم در هکتار) با ۱۴۵۱ روز-درجه رشد بدست آمد. عملکرد دانه در سایر تاریخ‌های کاشت پاییزه در دو سال آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۲۰ اسفند در سال اول (۸۴۴/۳ کیلوگرم در هکتار) با ۱۹۷۶ روز-درجه رشد و در سال دوم (۹۵۰ کیلوگرم در هکتار) با ۱۶۰۹ روز-درجه رشد به‌دست آمده است (شکل ۱ و جدول ۳). سین‌تیم و همکاران (Sintim *et al.*, 2016) با ارزیابی اثر تاریخ کاشت بر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

مراحل رشد و نمو کاملینا گزارش کردند که با کاشت زود هنگام عملکرد دانه کاملینا افزایش یافته و تأخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که بهترین دما برای رشد کاملینا ۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد (Berti *et al*., 2016). این مقدار دما در در سال اول آزمایش نسبتا فراهم بوده و این موضوع می‌تواند دلیل فزونی عملکرد دانه در سال اول آزمایش باشد. تنها در ماه خرداد میانگین دمای هوا در هر دو سال آزمایش بیش از ۲۵ درجه سلسیوس بود (به‌ترتیب ۲۷/۸ و ۲۸/۵ درجه سلسیوس در سال اول و سال دوم) (جدول ۲). نتایج داده‌های هواشناسی می‌تواند افزایش عملکرد دانه کاملینا در کشت پاییزه نسبت به کشت زمستانه و برتری کاشت زودهنگام به‌ویژه در کشت زمستانه را توجیه کند.

مجموع بارندگی نیز در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود. بیشترین میزان بارندگی در سال اول آزمایش در آبان (۹۸/۴ میلی‌متر) و در سال دوم در اسفند (۳۴/۳ میلی‌متر) بود (جدول ۲). سین‌تیم و همکاران (Sintim *et al*., 2016) گزارش دادند که در ایالت اورگن امریکا کاشت زود هنگام کاملینا که مقارن با بارندگی‌های فصلی است، باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال، تاریخ کاشت و برهمکنش آنها بر میزان روغن دانه معنی‌دار بودند. اثر سال در سطح احتمال پنج درصد و تاریخ کاشت و برهمکنش سال و تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. میزان روغن دانه در تاریخ‌های مختلف کاشت در مقایسه با عملکرد روغن، متفاوت بود. میزان روغن دانه برخلاف عملکرد دانه در سال دوم آزمایش بیشتر از سال اول و در کشت زمستانه بیشتر از کشت پاییزه بود (جدول ۳). محتوای روغن دانه کاملینا در محدوده ۲۳ تا ۴۶ درصد می‌باشد (Righini *et al*., 2016).

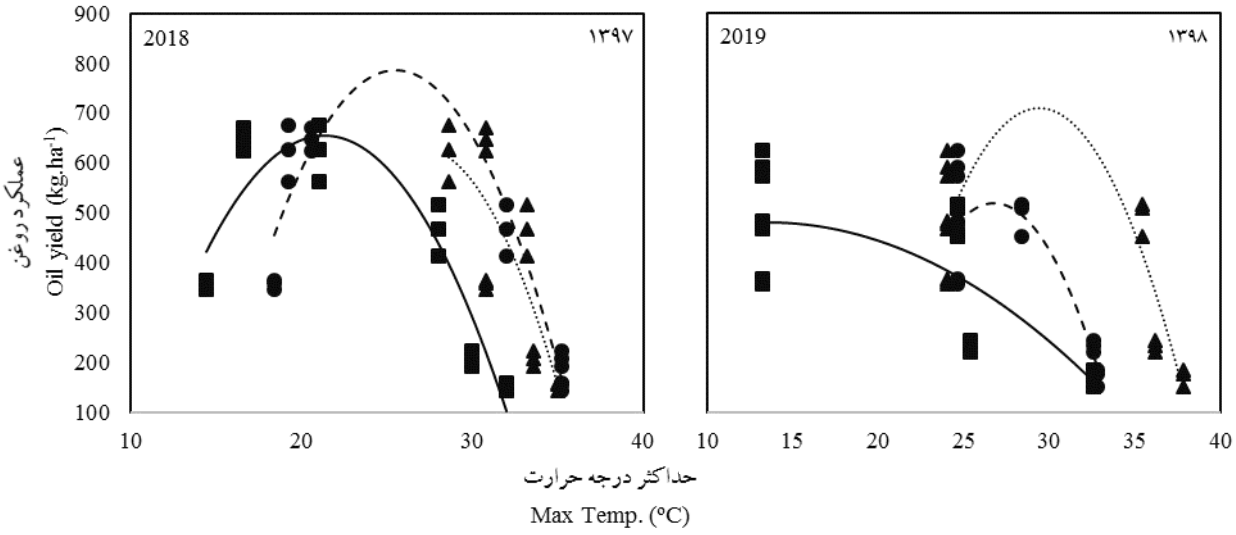
نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که عملکرد روغن در دو سال آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی تاریخ کاشت و برهمکنش آن با سال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در کشت پاییزه، عملکرد روغن ۷۸ درصد نسبت به کشت زمستانه افزایش داشت. بیشترین عملکرد روغن از اولین تاریخ کاشت در پاییز سال اول (۶۲۱/۶ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. مقدار روز-درجه رشد این تاریخ کاشت ۱۵۴۹/۸۶ بود (شکل ۱ و جدول ۳). کمترین عملکرد روغن (۱۵۱/۶ کیلوگرم در هکتار) از دیرترین تاریخ کاشت در ۲۰ اسفند بدست آمد که مصادف با درجه حرارت بالای هوا در طول فصل رشد، به‌ویژه در سال دوم آزمایش بود. عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و میزان روغن دانه است. در کاملینا عملکرد روغن بیش از این‌که تحت تأثیر میزان روغن دانه باشد تحت تأثیر عملکرد دانه است. نتایج تحقیقات انجام شده نیز در باره همبستگی بین میزان روغن دانه با عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه در کاملینا و چند گیاه روغنی مؤید آن است که هیچ رابطه معنی‌داری بین آنها وجود ندارد (Krzyżaniak *et al*., 2019). با توجه به معنی‌دار بودن اثر تاریخ کاشت بر عملکرد روغن، تاریخ کاشت مناسب باعث به حداکثر رسیدن عملکرد دانه و بیشترین مقدار عملکرد روغن کاملینا می‌شود، در حالی‌که تأخیر در کاشت، به‌خصوص در تاریخ کاشت ۲۰ اسفند در هر دو سال، مصادف شدن پر شدن دانه‌ها با گرمای انتهای فصل (جدول ۲) باعث کاهش شدید عملکرد روغن دانه نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت گردید. این موضوع با نتایج آزمایش آدامسن و کوفلت (Adamsen and Coffelt, 2005) مبنی بر کاهش عملکرد روغن دانه با تأخیر در تاریخ کاشت، مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که عملکرد روغن دانه تحت تأثیر حداکثر دمای روزانه در مراحل رشد گیاه قرار داشت (شکل ۲). بر اساس شکل ۲ حداکثر مقدار دمای هوا در مرحله پر شدن دانه بالاتر از مراحل گل‌دهی و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

غنچه‌دهی بود. حداکثر دمای هوا طی دو سال آزمایش در زمان غنچه‌دهی ۲۰-۱۵ درجه سلسیوس، گل‌دهی ۲۵-۲۸ و پرشدن دانه ۳۸-۳۰ درجه سلسیوس بود. رابطه بین حداکثر دمای روزانه هوا در مراحل رشد کامل‌ینا به‌صورت تابع درجه دو بوده و ضرایب رگرسیون در سال اول در زمان غنچه‌دهی ۰/۹۷، گل‌دهی ۰/۹۴ و پر شدن دانه ۰/۹۰ و در سال دوم به‌ترتیب ۰/۸۹، ۰/۶۴ و ۰/۷۴ بودند. دمای بالای محیط باعث تسریع در پر شدن دانه‌ها شده و این موضوع باعث کاهش تجمع روغن در آنها می‌شود، ولی اگر حداکثر دمای روزانه از آستانه تحمل گیاه که اختصاصا در گیاه کامل‌ینا ۳۵ درجه سلسیوس است فراتر رود، باعث ایجاد تنش گرما در گیاه می‌شود (Allen *et al.*, 2014). تنش گرما باعث تغییر در مورفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاه و کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Porter, 2005).



شکل ۲- اثر دمای هوا در مراحل غنچه‌دهی، گل‌دهی و پر شدن دانه بر عملکرد روغن کامل‌ینا

Fig. 2. Effect of temperature at budding, flowering and seed filling stages on oil yield of camelina

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال و تاریخ کاشت بر شاخص برداشت به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار و برهمکنش آنها غیر معنی‌دار بود. شاخص برداشت در سال اول به مقدار چهار درصد بیشتر از سال دوم بود و درکشت پاییزه به مقدار ۴/۳۴ درصد بیشتر از کشت زمستانه بود. با توجه به اینکه شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیستی است، عملکرد دانه بر مقدار شاخص برداشت تأثیر گذار خواهد بود، بنابراین تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش دما شاخص برداشت کامل‌ینا را کاهش می‌دهد. بیشترین مقدار شاخص برداشت در اولین تاریخ کاشت زمستانه و پاییزه به‌دست آمد که البته تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). شاخص برداشت نشان دهنده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد زیستی است و همانند عملکرد دانه، تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت ارقام مختلف کامل‌ینا قرار می‌گیرد (Pavlista *et al.*, 2011).

نتایج تجزیه واریانس مرکب آزمایش نشان داد که اثر سال، تاریخ کاشت و بر همکنش آنها بر وزن هزار دانه کامل‌ینا اثر معنی‌داری نداشته و در نتیجه میانگین

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

جدول ۳- میانگین صفات و شاخص‌های گیاهی کاملینا در تیمارهای تاریخ کاشت

Table 3. Mean of plant traits and indices of camelina in planting date treatments

تاریخ کاشت Planting date	۱۰ آبان Nov.1		۲۰ آبان Nov.11		۳۰ آبان Nov.21		اول اسفند Feb.20		۱۰ اسفند Mar.1		۲۰ اسفند Mar.11					
سال Year	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	LSD (0.05)	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	LSD (0.05)
عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	2170.0		1866.6		2030.0		1675.0		1000.8		897.1		385.3	1686.5	1526.6	117.3
	2373.3	2140.0	2266.6	1560.0	935.0	844.3	1966.6	1593.3	1793.3	1790.0	10666.6	950.0	385.3			
عملکرد روغن Oil yield ($kg.ha^{-1}$)	608.8		359.3		562.1		479.1		219.8		160.6		52.7	408.4	388.2	58.1
	621.6	356.6	647.3	466.0	207.3	151.6	596.0	362.0	477.0	429.3	232.3	169.6	52.7			
روغن دانه Seed oil content (%)	28.0		19.8		27.8		29.0		22.1		18.0		2.2	23.7	24.5	1.0
	26.0	16.6	29.0	30.3	22.3	18.0	30.0	23.0	26.6	27.6	22.0	18.0	2.2			
شاخص برداشت HI (%)	39		39		38		42		31		30		0.5	39	35	ns
	41	41	43	43	33	32	38	38	34	41	29	28	ns			
بهره‌وری آب (بر اساس روغن) WP ($kg\ oil.ha^{-1}.m^{-3}$)	0.10		0.06		0.11		0.16		0.07		0.05		0.02	0.10	0.09	ns
	0.10	0.06	0.12	0.18	0.08	0.06	0.10	0.06	0.10	0.14	0.07	0.05	0.02			

ns: Not significant

ns: غیر معنی‌دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

وزن هزار دانه کاملینا در دو سال و یا در تاریخ‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری نداشت. میانگین وزن هزار دانه در کلیه تیمارهای آزمایش ۱/۱ گرم بود. بنا بر گزارش مک‌وی و خان (McVay and Khan, 2011) با توجه به اثر بالای ژنتیک بر وزن هزار دانه، به نظر می‌رسد که عوامل محیطی و زراعی تاثیر چندانی بر تغییرات وزن هزار دانه کاملینا ندارند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر سال، تاریخ کاشت و برهمکنش آنها بر بهره‌وری آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی میانگین‌های بهره‌وری آب در دو سال آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشتند. بهره‌وری آب تابعی از عملکرد روغن و مقدار آب مصرفی گیاه است. بنابراین هر یک از عواملی که بر عملکرد روغن و مقدار آب مصرفی تأثیر داشته باشد، بر نسبت آنها نیز مؤثر خواهد بود. مقدار بهره‌وری آب از ۰۵/۰ تا ۱۸/۰ کیلوگرم روغن در هکتار بر متر مکعب متغیر بود. بیشترین بهره‌وری آب کاملینا از اولین تاریخ کاشت زمستانه به‌دست آمد که بیش از دو برابر سایر تیمارها بود و آخرین تاریخ کاشت پاییزه در ردیف دوم بهترین تاریخ کاشت از نظر بهره‌وری آب بود، زیرا که مقدار آن ۵۷ درصد بیشتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود. بیشترین مقدار بهره‌وری آب از تاریخ کاشت اول اسفند سال ۱۳۹۷ (۱۸/۰ کیلوگرم روغن در هکتار بر متر مکعب آب) به‌دست آمد، ولی بیشترین عملکرد دانه در اولین تاریخ کاشت پاییزه مشاهده شد. با توجه به اینکه بهره‌وری آب نسبت عملکرد روغن به آب مصرفی است، علت این مغایرت مربوط به بارش‌هایی است که بیش از نیاز آبی گیاه بوده و بر بهره‌وری آب اثر منفی داشته است (Hunsaker *et al.*, 2009).

نتایج تجزیه واریانس مرکب مربوط به ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه کاملینا نشان داد که اثر سال به تنهایی و برهمکنش آن با تاریخ کاشت، به‌استثنای اسید نروونیک (C24:0) و استئاریک (C18:0)، برای سایر اسیدهای چرب معنی‌دار نبود. اثر تاریخ کاشت بر کلیه اسیدهای چرب، به استثنای اولئیک و آلفا لینولنیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اسیدهای چرب لینولئیک (C18:2) و اولئیک (C18:1) بیشترین مقدار را در ترکیب روغن دانه کاملینا دارا بودند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در کشت زمستانه، مقدار اسید پالمیتیک (C16:0) اسید اولئیک، اسید لینولئیک، اسید آلفا لینولنیک و اسید نروونیک (C24:0) در مقایسه با کشت پاییزه بیشتر بوده و اسیدهای چرب اروسیک (C22:1)، ایکوزانوئیک (C20:1) و استئاریک (C18:0) در کشت پاییزه فراوانی بیشتری داشتند (جدول ۴).

مقدار برخی از اسیدهای چرب در آزمایش حاضر بیش از مقادیر گزارش شده توسط سایر محققان است. مقدار دو اسید چرب اولئیک و اروسیک در هر دو فصل کشت زمستانه و پاییزه تقریبا دو برابر نتایج گزارش شده توسط محققان (Li *et al.*, 2015) است (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد علاوه بر عوامل ژنتیکی، عوامل محیطی نیز در نتایج به‌دست آمده موثر باشد. اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFAs) برای حفظ سیالیت غشایی ضروری هستند و باعث افزایش بقای سلول در دماهای پایین می‌شوند (Ohlrogge and Brown, 1995). خصوصیات روغن دانه‌های کاملینا، در مقایسه با گیاهان دانه روغنی مشابه به خانواده براسیکاسه، شامل محتوای بسیار بالای اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFAs) (C18:2) + C18:3>50%)، غیراشباع (C18:1~16%)، اسید ایکوزانوئیک (C20:1~15%) و مقدار کم اسید اروسیک (C22:1<4%) بوده و مقادیر بالاتر از آن برای سلامتی انسان مناسب نیست (Zanetti *et al.*, 2017). پالویستا و همکاران (Pavlista *et al.*, 2011) گزارش دادند که میزان اسید لینولنیک در روغن کاملینا ۲۰- درصد است. کیرخوس و همکاران (Kirkhus *et al.*, 2013) گزارش کردند که درجه حرارت بیش از ۲۵ ۱۹ درجه سلسیوس در دوره پرشدن دانه باعث کاهش معنی‌دار اسیدهای چرب غیراشباع کاملینا شده و بیشترین میزان اسید

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

جدول ۴- میانگین اسیدهای چرب (درصد) روغن دانه کاملینا در تیمارهای تاریخ کاشت

Table 4. Mean of fatty acids (%) of camelina seed oil in planting date treatments

تاریخ کاشت Planting date	۱۰ آبان Nov.1		۲۰ آبان Nov.11		۳۰ آبان Nov.21		اول اسفند Feb.20		۱۰ اسفند Mar.1		۲۰ اسفند Mar.11					
سال Year	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	LSD (0.05)	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	LSD (0.05)
پالمیتیک Palmitic (C16:0)	7.73		7.72		7.71		8.78		8.76		8.75		0.59	8.21	8.27	ns
	7.61	7.86	7.59	7.85	7.57	7.85	8.85	8.71	8.84	8.67	8.84	8.67	0.59			
استاریک Stearic (C18:0)	2.27		2.29		2.30		1.88		1.91		1.90		0.18	2.06	29.75	ns
	2.29	2.26	2.31	2.26	2.33	2.26	1.81	1.96	1.82	1.99	1.82	1.98	0.18			
اولئیک Oleic (C18:1)	29.75		29.74		29.74		30.55		30.55		30.55		ns	30.55	29.75	ns
	30.15	29.35	30.13	29.35	30.13	29.35	30.95	30.15	30.94	30.15	30.95	30.15	ns			
لینولئیک Linoleic(C18:2)	26.77		26.77		26.77		33.64		33.64		33.65		3.51	30.34	30.07	ns
	26.92	26.62	26.91	26.62	26.92	26.62	33.76	33.51	33.77	33.51	33.77	33.52	3.51			
آلفا لینولئیک α-Linolenic (C18:3)	7.19		7.19		7.19		7.52		7.52		7.52		ns	7.28	7.43	ns
	7.17	7.21	7.17	7.20	7.17	7.20	7.40	7.65	7.40	7.65	7.40	7.65	ns			
ایکوزانوئیک Eicosenoic (C20:1)	14.49		14.49		14.49		6.89		6.89		6.89		0.76	10.56	10.82	ns
	14.35	14.63	14.35	14.63	14.35	14.63	6.77	7.01	6.77	7.01	6.78	7.01	0.76			
اروسیک Erucic (C22:1)	8.99		8.99		8.99		7.46		7.46		7.46		1.28	8.26	8.19	ns
	8.94	9.04	8.94	9.04	8.94	9.04	7.58	7.34	7.58	7.34	7.58	7.34	1.28			
نروونیک Nervonic (C24:0)	3.05		3.05		3.05		3.24		3.24		3.24		ns	2.97	3.32	ns
	3.10	3.01	3.10	3.01	3.10	3.01	2.84	3.64	2.85	3.64	2.85	3.64	0.24			ns

ns: Not significant

ns: غیر معنی‌دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

لینولنیک در ترکیب روغن در بارش‌های بالاتر از حد میانگین در مراحل گلدهی و پرشدن دانه مشاهده شد. بر اساس یافته‌های محققان، ۵۳ درصد از تغییرات در شاخص‌های کیفیت روغن مربوط به دمای هوا و بارش‌های فصلی است (Obour *et al*., 2017).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که درجه حرارت تجمعی (GDD) برای مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه کاملینا در تاریخ‌های مختلف کاشت مقادیر متفاوتی داشته و مقدار آن در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود. اثر تاریخ کاشت برای کلیه صفات و شاخص‌های گیاهی مورد مطالعه کاملینا معنی‌دار بود. در تاریخ کاشت ۱۰ آبان بیشترین عملکرد دانه (۲۳۷۳/۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۶۲۱/۶ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر تاریخ‌های کشت پاییزه بدست آمد. تأخیر در کاشت کاملینا خصوصا در تاریخ کاشت ۲۰ اسفند در هر دو سال آزمایش، باعث مصادف شدن مرحله پر شدن دانه‌ها با گرمای انتهای فصل و موجب کاهش عملکرد روغن دانه تا ۱۵۲ کیلوگرم در هکتار شد. تاریخ‌های کاشت اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه کاملینا نداشتند. بهره‌وری آب بین ۰/۰۵ تا ۰/۱۸ کیلوگرم روغن بر متر مکعب آب به‌دست آمد. در هر دو سال آزمایش بیشترین بهره‌وری آب مربوط به تاریخ کاشت اول اسفند و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ اسفند و ۲۰ آبان بود. ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه در طول دو سال آزمایش مشابه بوده و تاریخ کاشت بر مقادیر اسید اولئیک، اسید لینولئیک، اسید لینولنیک، اسید ایکوزانوئیک و اسید اروسیک تاثیرگذار بود. بر اساس نتایج این آزمایش برای دستیابی به بیشترین عملکرد روغن دانه و بهره‌وری آب لازم است کاملینا در پاییز و در اولین فرصت بصورت زودهنگام کشت شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از راهنمایی‌های ارزنده آقای دکتر دانیال کهریزی از پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، حوزه پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا و همچنین کارکنان آزمایشگاه تجزیه دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز صمیمانه تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Adamsen, F.J. and T.A. Coffelt. 2005. Seeding date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. Ind. Crops Prod. 21: 293-307.

Allen, B.L., M.F. Vigil and J.D. Jabro. 2014. Camelina growing degree hour and base temperature requirements. Agron. J .106(3): 940-944.

Alyari, H., F. Shekari and F. Shekari. 2001. Oil Seeds (Agronomy and Physiology). Amidi Publication, Tabriz, Iran (In Persian).

A.O.A.C. 1980 .Official Methods of Analysis, (13th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. 376-384.

A.O.C.S. 2004. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign: American Oil Chemists' Society.

Berti, M., R. Gesch, C. Eynck, J. Anderson and S. Cermak. 2016. Camelina uses, genetics, genomics, production, and management, Ind. Crops Prod. 94: 690-710.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

Dam, R.F., B.B. Mehdi, M.S.E. Burgess, C.A. Madramootoo, G.R. Mehuys and I.R. Callum. 2005. Soil bulk density and crop yield under eleven consecutive years of corn with different tillage and residue practices in a sandy loam soil in central Canada. Soil Till. Res. 84: 41-53.

Fallah, F., D. Kahrizi, A. Rezaeizad, A.R. Zebarjadi and L. Zarei. 2019. Evaluation of genetic variation and parameters of fatty acid profile in doubled haploid lines of *Camelina sativa* L. Plant Genet. Res. 6(2): 79-96. (In Persian with English abstract).

Ghamkhar, K., J. Croser, N. Aryamanesh, M. Campbell, N. Kon'kova and C. **Francis. 2019.** Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as an alternative oilseed: molecular and ecogeographic analysis. Genome 53(7): 558-567.

Hunsaker, D.J., A.N. French, T.R. Clarke and D.M. El-Sheikha. 2009. Water Use and Evapotranspiration Coefficients for *Camelina Sativa*. World Environment Water Resources Congress. May 17-21, 2009. Kansas City, Missouri, USA.

Hunter, J. and G. Roth. 2010. Camelina production and potential in Pennsylvania. Penn State Ext. https://extension.psu.edu/camelina-production-and-potential-in-Pennsylvania (accessed 10 May. 2022).

Krzyżaniak, M., M.J. Stolarski, J. Tworkowski, D. Puttick, C. Eynck, D. Załuski and J. Kwiatkowski. 2019. Yield and seed composition of 10 spring camelina genotypes cultivated in the temperate climate of Central Europe. Ind. Crops. Prod. 138: 1-9.

Kahrizi, D., S.K. Kazemitabar, S. Ghazi, N. Karimi, M. Feizi, H. Rostami-Ahmadvadi, J. Soorni, F. Falah, Z. Raziei, M. Bakhsham and T. Rahimi. 2017. A review on biotechnological research on *Camelina sativa* oilseed crop in 2nd international and 10th national biotechnology congress of Islamic Republic of Iran August 29-31, 2017. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. (In Persian with English abstract).

Kirkhus, B., A.R. Lundon, J.E. Haugen, G. Vogt, G.I. Borge and B.I. Henriksen. 2013. Effects of environmental factors on edible oil quality of organically grown *Camelina sativa*. J. Agric. Food Chem. 61: 3179-3185.

Li, Y. and X.S. Sun. 2015. Camelina oil derivatives and adhesion properties. Ind. Crops Prod. 73: 73-80.

Liu, J., H. Tjellström, K. McGlew, V. Shaw, A. Rice, J. Simpson, D. Kosma, W. Ma, W. Yang, M. Strawsine, E. Cahoon, T.P. Durrett and J. Ohlrogg. 2015. Field production, purification and analysis of high-oleic acetyl- triacylglycerols from transgenic *Camelina sativa*. Ind. Crops Prod. 65: 259–268.

McVay, K.A., and Q.A. Khan. 2011. Camelina yield response to different plant populations under dryland conditions. Agron. J. 103 (4): 1265–1269.

McVay, K.A. and P.F. Lamb. 2008. Camelina production in Montana. MontGuide MT200701AG. Montana State Univ. Ext., Bozeman.

Mendham, N.J., J. Russell and J. Jarosz. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oil- seed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. 114: 275-283.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

Mierina, I., L. Adere, K. Krasauska, E. Zoltnere, D.Z. Skrastina and M. Jure. 2017. Antioxidant properties of camelina oil and press-cakes. Proc. Latvian Acad. Sci. 71(6): 515-521.

Obour, A.K., E. Obeng, Y.A. Mohammed, I.A. Ciampitti, T.P. Durrett, J.A. Aznar-Moreno and C.H. Chen. 2017. Camelina seed yield and fatty acids as influenced by genotype and environment, Agron. J. 109(3): 947-956.

Ohlrogge, J., and J. Browse. 1995. Lipid biosynthesis. Plant Cell. 7: 957–970.

Pavlista, A.D., T.A. Isbell, D.D. Baltensperger and G.W. Hergert. 2011. Planting date and development of spring- seeded irrigated canola, brown mustard and camelina. Ind. Crops. Prod. 33: 451-456.

Porter, J.R. 2005. Rising temperatures are likely to reduce crop yields. Nature Int. Weekly J. Sci. 43: 166-174.

Raziei, Z., D. Kahrizi, H. Rostami-Ahmadvandi, F. Falah and F. Karami. 2016. Production and fatty acid characterization of DH1025 a doubled haploid *Camelina sativa* line. International Conference on Researches in Science and Engineering. 28 July 2016. Istanbul University, Turkey.

Righini, D., F. Zanetti and A. Monti. 2016. The bio-based economy can serve as the springboard for camelina and crambe to quit the limbo. OCL. J. 23(5), D504: 1-9.

Russele, M.P., W.W. Wilhelm, R.A. Olson and J.F. Powrer. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Sci. 24: 28-32.

Toncea, I., D. Necseriu, B. Prisecaru, L.N. Balint, M.I. Ghilvacs and M. Popa. 2013. The seed's and oil composition of Camelia – first camelina (*Camelina sativa* L. Crantz), Rom. Biotechnol. Lett. 18(5): 8594-8602.

Sintim, H.Y., V.D. Zheljazkov, A.K. Obour, A.G.Y. Garcia and T.K. Foulke. 2016. Evaluating agronomic responses of camelina to seeding date under rain-fed conditions. Agron. J. 108 (1): 349-357.

Vollmann J. and C. Eynck. 2015. Camelina as a sustainable oilseed crop: Contributions of plant breeding and genetic engineering, Biotechnol .J. 10: 525-535.

Zanetti, F., C. Eynck, M. Christou, M. Krzyżaniak, D. Righini, E. Alexopoulou, M.J. Stolarski, E.N. Van Loo, D. Puttick and A. Monti. 2017. Agronomic performance and seed quality attributes of Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) in multi- environment trials across Europe and Canada. Ind. Crop. Prod. 107: 602-608.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]

Effect of planting date on growth, seed yield and oil quality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz)

Ahmadian Kooshkghazi, M. E.[1] and M. Madandoust[2]

ABSTRACT

Ahmadian Kooshkghazi, M.E. and M. Madandoust. 2022. Effect of planting date on growth, seed yield and oil quality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz)**. Iranian Journal of Crop Sciences. 24(1): 19-33. (In Persian).**

Camelina is one of the plants that it seed yield is highly dependent on planting date. This experiment was conducted using randomized complete blocks design with three replications in research farm of Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran in 2018 and 2019 cropping seasons. Planting dates at six levels; November 1, 11, 21 (autumn sowing) and February 20, March 1 and 11 (winter sowing). The results showed that the autumn planting on November 1 (with 1550 GDD) had the highest seed yield (2373 kg.ha^{-1}) and oil yield (621.kg ha^{-1}). Harvest index of autumn planting was 4.34% higher than winter planting. Thousand seed weight was not affected by planting date. The highest water productivity of 0.18 kg oil ha^{-1}.m^{-3} was obtained in February 1 planting date. Analyisis of camellia seed oil revealed that linoleic acids (C18: 2) and oleic (C18: 1) had the highest proportion (30.2%) of fatty acids. the proportion of erucic (C22: 1), eicosenoic (C20: 1) and stearic (C18:0) acids which were affedted by low environmental temperatures in autumn planting dates increased compared to winter planting dates. According to results of this experiment, autumn planting of camellia had higher seed yield with higher oil quality. With delaying planting date, especially in winter, seed developmental stage coinicded with terminal heat that reduced seed yield and seed oil content. However, early winter planing had the highest water productivity.

Key words: Camelina, Cumulative temperature, Fatty acids, Oil yield and Water productivity

Received: June, 2021 Accepted: December, 2021

1. PhD Graduate in Agronomy, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran
2. Associate Prof., Dep. Agronomy, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran (Corresponding author)
(Email: mehdimadandoust@yahoo.com)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2]