اثر تنش کمبود آب و تاریخ‌های کاشت بر عملکرد کمی و کیفی کاملینا (*Camelina Sativa L.*) در اهواز

سینا یعقوبی‌نژاد[۱]، حمیدرضا جوانمرد[۲*]، سیدبهرام اندرزیان[۳]، محمدرضا نادری‌درباغشاهی[۴] و علیرضا شکوه‌فر[۵]

۱، ۲ و ۴) گروه زراعت، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
۳) عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، اهواز، ایران.
۵) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

نویسنده مسئول*:javan46@gmail.com

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۱۱/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۹**

چکیده

تنش‌های محیطی از قبیل تنش کمبود آب یکی از موانع اساسی در تولید محصولات زراعی در بسیاری از نقاط جهان خصوصاً مناطق خشک و نیمه خشک نظیر ایران محسوب می‌شوند. این آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصافی به روش کرت‌های یک بار خرد شده با سه تاریخ کاشت ۸ آبان، ۲۳ آبان و ۲۵ آذر در کرت‌های اصلی و تنش کمبود آب در زمان ۹۰، ۵۵ و ۲۵ درصد ظرفیت در کرت‌های فرعی با سه تکرار در سال زراعی ۰۱-۱۴۰۰ در منطقه اهواز اجرا گردید. نتایج نشان داد که اثر متقابل تاریخ کاشت و تنش کمبود آب بر تعداد خورجینک در شاخه اصلی و فرعی، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد روغن معنی‌دار شد. بیش‌ترین عملکرد دانه (۱/۸۳ تن در هکتار) و وزن هزار دانه (۱/۶۷ گرم) در تاریخ کاشت ۲۳ آبان و آبیاری در سطح ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه در سطح احتمال یک درصد و کلاس آماری a و کم‌ترین عملکرد دانه (۰/۲۶ تن در هکتار) و وزن هزار دانه (۱/۱۳ گرم) در تاریخ کاشت ۱۶ آذر با آبیاری در سطح ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه در کلاس آماری f به‌دست آمد. به‌طور کلی می‌توان تاریخ کاشت ۲۳ آبان را در شرایط آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه برای افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن گیاه کاملینا در منطقه اهواز قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، عملکرد روغن، کاملینا و وزن هزار دانه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

مقدمه

گیاه روغنی کاملینا (*Camelina sativa*) جزو خانواده براسیکاسه بوده و نسبت به سایر گیاهان روغنی هم‌رده خود احتیاجات آبی بسیار کم‌تری داشته و از مقاومت بالایی نسبت به آفات رایج در مزارع گیاهان روغنی برخوردار است. در آزمایش‌های مختلف نشان داده شده است که کاملینا مقاومت به سرمای بهاره بیش‌تری نسبت به سایر گیاهان روغنی به‌خصوص کلزا دارد. این گیاه محصولی با دوره رشد کوتاه و بلوغ ۸۵ تا ۱۰۰ روزه می‌دهد. بذور کاملینا در دمای یک درجه سانتی‌گراد جوانه می‌زنند که در نتیجه امکان کشت در پاییز و زمستان را فراهم می‌کند (McVay, 2008). در خصوص دوره رشدی که کاملینا سپری می‌کند بایستی گفت به‌طور متوسط ۱۲۰۰ درجه روز (GDD) جهت گذر از مرحله کاشت تا برداشت نیاز دارد که البته این به فصل کاشت و تاریخ کاشت ارتباط پیدا می‌کند (Zanetti *et al.*, 2021). دماهای کاردینال کاملینا به ترتیب (اپتیمم، ماکزیمم و مینیمم) ۲۵/۳، ۳۵/۸ و ۱/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Tribouillois *et al.*, 2016). تنش آبی بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه شامل میزان فتوسنتز، پتانسیل اسمزی، فشار تورگر در طول غشاء سلولی تأثیر منفی می‌گذارد (Miao *et al.*, 2015). جوانه‌زنی بذور می‌تواند به‌شدت تحت تأثیر استرس خشکی قرار بگیرد (Mohtashami *et al.*, 2020). در واقع استقرار گیاه به واکنش بین وضعیت بستر بذر و کیفیت بذور دارد (Poldma *et al.*, 2011). تنش کمبود آب به‌ویژه در محله رسیدگی می‌تواند اثرات بسیار نامطلوبی را بر گیاه بگذارد. اگر این کمبود در مرحله پرشدن دانه اتفاق بیوفتد وزن دانه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kok *et al.*, 2013). برخی از مطالعات نشان داده مرحله گلدهی نسبت به تنش خشکی حساسیت بیش‌تری دارد (Sehgal *et al.*, 2018). از نظر تأثیر عوامل مختلف غیرزنده بر عملکرد نهایی آن‌چه به‌دست آمد این بود که عوامل آب و هوایی همچون آب و دما در مراحل مختلف رشد گیاه بر عملکرد نهایی آن بسیار مؤثر است. استرس‌های رطوبتی بین ۳۰ تا ۷۰ درصد کاهش تولید را دربر خواهد داشت. تأثیر این استرس‌ها با ایجاد رشد غیرنرمال در گیاه و در نهایت از بین رفتن آن قابل مشاهده خواهد بود. هرچند بسته به اینکه استرس در چه مرحله‌ای از رشد گیاه اتفاق افتد تأثیر آن متفاوت خواهد بود (عوامل مؤثر بر عملکرد) (Adamsen and Coffelt, 2005). این کاهش در عملکرد دانه در اثر تأخیر در کاشت می‌تواند به علت کاهش طول رشد در مدت زمان بین کاشت تا گلدهی و همچنین برخورد مقاطع زمانی حساس گیاه با گرما باشد که با با تأثیر بر تعداد گل‌ها و خورجین‌ها اثر خود را برجای می‌گذارد (Pavlista *et al.*, 2011). همان‌طور که از نتایج آزمون دانکن بر می‌آید در طی همین تغییر تاریخ کاشت ما با کاهش بین ۶/۴۱ تا ۳۷/۴۹ درصدی عملکرد بیولوژیک و کاهش بین ۲۲/۵ تا ۳۱/۲۵ درصدی وزن هزار دانه مواجه هستیم. در اثر بروز تنش خشکی یک یا چند فعالیت فیزیولوژیکی مانند تعرق، فتوسنتز، رشد و طویل شدن بافت‌های گیاهی و اندام‌ها و حتی فعالیت‌های آنزیمی سلول تحت تأثیر قرار گرفته و باعث کاهش سطح سبز

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

می‌گردد (Karafyllidis *et al.*, 1996). هم‌چنین مطالعات نشان داده استرس کمبود آب به عنوان یکی از اصلی‌ترین فاکتورهای تهدیدکننده غیرزنده با تأثیر بر متابولیسم سلولی، فیزیولوژی گیاهی، مورفولوژی و واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه سبب کاهش رشد و توسعه گیاه شده و در نتیجه بر کاهش عملکرد نهایی مؤثر است (Reddy *et al.*, 2004; Guo *et al.*, 2018). بجز محدودیت آب قابل استفاده فاکتورهای زراعی دیگری نیز می‌تواند در توان تولید در مناطق خشک و نیمه خشک مؤثر باشد، یکی از آن‌ها تاریخ کاشت است که بر ظرفیت تولید گیاه تأثیرگذار است. (Pavlista *et al.*, 2011). کاشت دیرهنگام و قرارگرفتن فازهای حیاتی رشد گیاه در مجاورت استرس دمایی تا ۳۸ درصد می‌تواند کاهش شاخص‌های عملکردی را به‌دنبال داشته باشد (Pumphrey *et al.*, 1979). در همین راستا Waraich و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند استرس گرما در کاملینا بر صفات رشدی گیاه تأثیرگذار است به‌طوری‌که ارتفاع گیاه، طول ریشه و طول جوانه ریشه کاهش می‌یابد و این مسأله بر شکل‌گیری کانوپی مؤثر است. تحقیقات نشان می‌دهد تأخیر در کاشت نسبت به تاریخ کاشت اپتیمم می‌تواند اثرات منفی بر عملکرد کاملینا بگذارد به گونه‌ای که بروز ۳۰ روز تأخیر در کاشت، گیاه را با کمبود عملکرد دانه مواجه می‌کند (Adamsen and Coffelt, 2005). براساس مطالعات Neupane و همکاران (۲۰۱۹) تغییر تاریخ کاشت بر تجمع پوشش گیاهی کاملینا مؤثر است به‌طوری‌که تاریخ‌های کاشت زودهنگام نسبت به تاریخ کاشت‌های با تأخیر تعداد شاخه فرعی و پوشش کانوپی بیش‌تری داشتند. در همین راستا اسدی و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی اثر تاریخ کاشت (۵ آبان، ۲۰ اسفند، ۲۵ فروردین) بر گیاه کاملینا گزارش نمودند که اثر تاریخ کاشت بر صفات مورفولوژیک ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی معنی‌دار بود و تأخیر در کاشت باعث کاهش این صفات گردید. بیش‌ترین تعداد خورجین و وزن دانه در بوته در تاریخ کشت ۵ آبان و بیش‌ترین عملکرد دانه (۱۱۸/۵ گرم در مترمربع) در تاریخ کاشت اول به‌دست آمد. با توجه به نتایج چنین استنباط می‌شود که تاریخ کاشت پاییزه برای حصول عملکرد بیش‌تر کاملینا نسبت به تاریخ کاشت بهاره مناسب‌تر می‌باشد. تعیین واکنش گیاهان زراعی به متغیرهای محیطی از کاشت تا برداشت یکی از پایه‌های اساسی برنامه‌ریزی کشاورزی به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد و کیفیت مطلوب است. ارزش غذایی محصول تولیدی هر گیاه به نهاده‌های به کار رفته، نور و دمای فصل رشد که تحت تأثیر رطوبت و تاریخ کاشت بهتر است، وابسته می‌باشد. از این رو تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر تنش کمبود آب و تاریخ کاشت بر عملکرد کمی و کیفی گیاه کاملینا در اهواز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

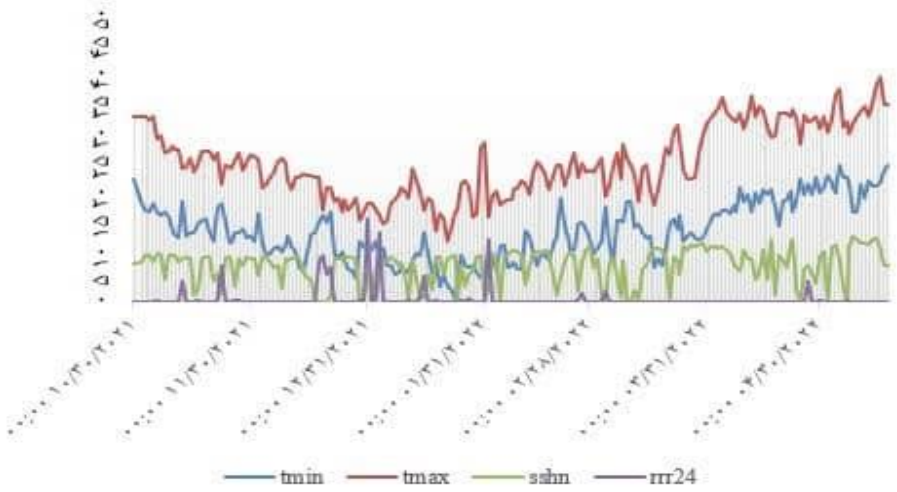
این پژوهش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت اسپلیت‌پلات با سه تکرار در سال زراعی ۰۱-۱۴۰۰در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهر اهواز ، با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۲/۵ متر از سطح دریا

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

اجراشد. در کرت‌های اصلی سه تاریخ کاشت ۸ آبان، ۲۳ آبان و ۲۵ آذر و در کرت‌های فرعی سه سطح تنش کمبود آب پس از ۹۰، ۵۵ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه مقایسه گردیدند. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی-متر نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک زمین آزمایش

فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن قابل جدب (درصد)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	بافت خاک	عمق خاک (سانتی‌متر)
۹/۳۵	۱۷۸	۰/۰۴	۰/۵۸	۴/۰۷	۷/۵	رسی لومی	۳۰-۰



شکل۱: تغییرات آب و هوایی در طول فصل کاشت

آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح در مهرماه انجام پذیرفت. عمق کاشت حدود یک سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به آزمون خاک کود فسفره از سوپرفسفات‌تریپل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار، میزان مصرف کود اوره ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰ درصد قبل کاشت و ۵۰ درصد در مرحله ساقه‌رفتن) و کود گوگرد به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود پتاسیم به میزان۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم بصورت پایه توزیع گردید. هر کرت آزمایشی به طول پنج متر و عرض سه متر و دارای هشت خط کاشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر و برمبنای کاشت پنج کیلوگرم بذر در هکتار و تراکم ۳۳ بوته در مترمربع بود. آبیاری اولیه مطابق با تاریخ‌های کاشت و آبیاری‌های بعدی براساس شرایط محل و رطوبت خاک انجام گرفت. بدین‌منظور ابتدا نمونه‌های خاک از کرت‌های مختلف آزمایش به آزمایشگاه برده شد و وزن‌تر محاسبه شد سپس نمونه‌ها در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و وزن خاک خشک یادداشت و از تفریق خاک مرطوب و خاک خشک میزان رطوبت خاک به‌دست آمد. سپس با رسیدن رطوبت خاک به درصد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

مورد نظر ظرفیت مزرعه، نسبت به اعمال تیمار آبیاری اقدام شد. در این آزمایش مقدار Fc در حد ۳۸/۸ درصد آب قابل استفاده و مقدار WP در حد ۲۴/۴ درصد جرمی آب قابل استفاده اندازه‌گیری شد. برای مقابله با علف‌های‌هرز از سم گلیفوسات به غلظت ۱/۱۲ لیتر در هکتار قبل از کاشت استفاده شد. جهت تعیین نرخ پوشش گیاهی از عکس‌برداری عمودی همزمان با رشد رویشی گیاه استفاده شد. سپس عکس‌های گرفته شد در نرم‌افزار کاناپه او (Canapeo) مورد تجزیه تحلیل قرار گرفته و درصد تغییرات ثبت شد. در این نرم‌افزار عکس‌های گرفته شده براساس طول موج‌های رنگ سبز ناشی از سطح عکس‌برداری شده، درصد سبز یا همان پوشش کانوپی محاسبه شد. سپس عملیات برداشت بوته‌ها با زرد شدن کامل خوشه‌ها با حذف اثرات حاشیه‌ای در سطحی معادل ۵/۶۶ مترمربع انجام شد. جهت شمارش وزن هزار دانه از نرم‌افزار Count things استفاده شد. براین اساس مقدار مشخصی از بذور را بر روی یک کاغذ سفید ریخته و سپس با عکس‌برداری از طریق نرم‌افزار فوق و شمارش بذور تعداد درست بذر انتخاب و توزین شد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). برای اندازه‌گیری عملکرد روغن و درصد روغن در آزمایشگاه از دستگاه سوکسله استفاده شد. برای این منظور ابتدا نمونه‌ی بذور خشک شده و سپس به‌صورت پودر درآمدند. سپس در پاکت‌های مخصوص قرار داده شدند. حدود ۸ گرم از پودر ایجاد شده توزین شد. پس از آماده شدن نمونه‌ها آن‌ها را در دستگاه قرار دادیم و حلال مخصوص را (ترکیبی از متانول و کلروفرم با نسبت مساوی) به میزان ۱۲۰ سی‌سی به هر نمونه اضافه نمودیم. بعد از خروج نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس مجددا وزن شدند. تفاضل وزن اولیه و ثانویه در واقع درصد روغن را به ما نشان داد (EyvazzadeH *et al.*, 2010). از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت به‌صورت درصد، محاسبه گردید (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۷). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آمار SAS (نسخه۹/۱) انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده گردید.

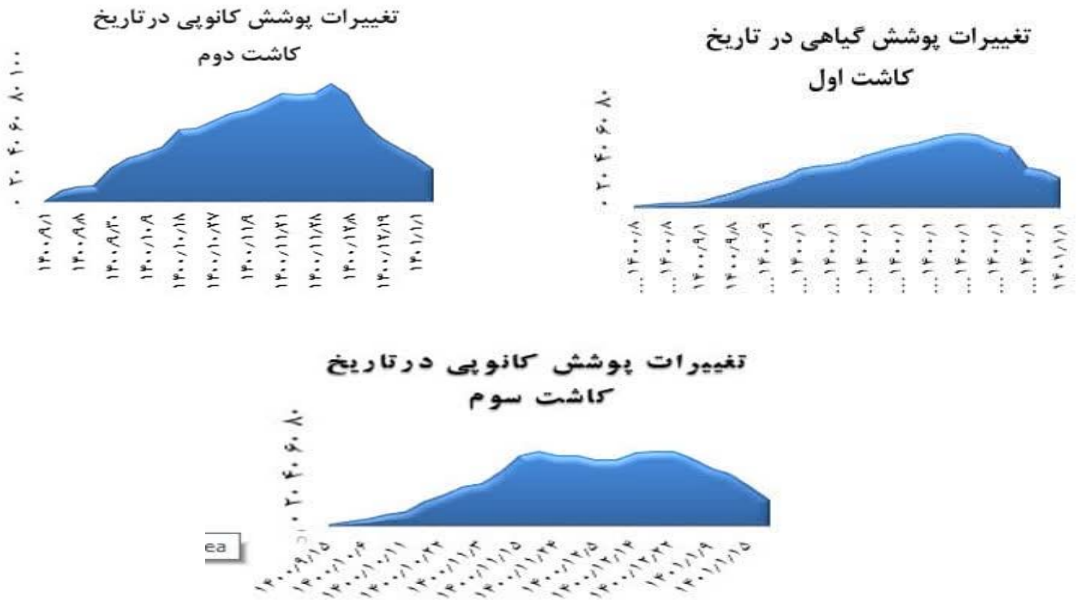
نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیکی

نرخ افزایش پوشش کانوپی و رشد گیاه در تاریخ‌های متفاوت کاشت با یکدیگر اختلاف داشته (شکل۲). در نتیجه عملکرد بیولوژیک در اثر تغییر تاریخ کاشت دستخوش اختلاف معنی‌داری شد (جدول ۳). کاهش طول دوره رشد گیاه و شرایط آب و هوایی در زمان جوانه‌زنی در تفاوت بین عملکردهای بیولوژیک در تیمارهای مورد مطالعه تأثیرگذار بوده است. براساس تغییرات آب و هوایی در طول فصل رشد بروز دماهای بالاتر از ماکزیمم در ابتدای تاریخ کاشت اول (۸ آبان) باعث تضعیف گیاهچه‌های تولید شده و کاهش نسبی پوشش کانوپی گردید. بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تاریخ کاشت ۲۳ آبان به میزان ۳۷۸۵۷/۳۳ کیلوگرم در هکتار در کلاس آماری a و کم‌ترین آن در تاریخ کاشت ۲۵ آذر با عملکرد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

۲۳۶۶۶/۳۳ کیلوگرم در هکتار در کلاس آماری c مشاهده شد (جدول ۴). در این تحقیق تاریخ کاشت دوم یعنی ۲۳ آبان ماه با توجه به فراهم نمودن فرصت لازم برای گیاه به منظور تولید کانوپی مناسب، استفاده از حداکثر مواد فتوسنتزی و تولید حداکثر ماده خشک توانسته است بیوماس مناسب را تولید نماید، اما تاریخ کاشت ۲۵ آذر با توجه به کوتاه بودن دوره رشد، کاهش درجه حرارت، تولید و ذخیره مواد فتوسنتزی کاهش یافته و در نتیجه عملکرد بیولوژیک هم به نوبه خود نسبت به تاریخ کاشت ۲۳ آبان ماه کاهش یافته است. این نتایج با گزارشات Neupane و همکاران (۲۰۱۹) در گیاه کاملینا هم‌خوانی داشت. اعمال تنش کمبود آب عملکرد بیولوژیکی گیاه را تا ۳۶/۳۴ درصد کاهش داد اما بیش‌ترین کاهش عملکرد بیولوژیکی در سطح تنش شدید مشاهده شد (جدول ۴). در این تحقیق می‌توان بیان داشت که کاهش عملکرد بیولوژیکی در شرایط تنش کمبود آب می‌تواند ناشی از کاهش توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی و سنتز و انتقال مواد پرورده در اثر تنش خشکی باشد که باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاه گردیده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۷). از طرفی افزایش عملکرد بیولوژیکی در شرایط آبیاری مطلوب (شاهد) به‌دلیل گسترش بیش‌تر و تداوم بهتر سطح برگ بود که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی قوی کافی جهت استفاده هر چه بیشتر از نور دریافتی و تولید ماده خشک گردید، این نتیجه با نتایج تحقیقات Guo و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت.



شکل۲: تغییر پوشش گیاهی در تاریخ کاشت‌های متفاوت

جدول۲: زمان گلدهی مربوط به تاریخ‌های کاشت متفاوت کاملینا

تاریخ کاشت	زمان گلدهی
۸ آبان ۱۴۰۰	۲۰ دی ۱۴۰۰
۲۳ آبان ۱۴۰۰	۱۲ بهمن ۱۴۰۰
۱۶ آذر ۱۴۰۰	۷ اسفند ۱۴۰۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

عملکرد دانه

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس عملکرد دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت و تنش کمبود آب و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیش‌ترین عملکرد دانه (۱/۸۳ تن در هکتار در کلاس آماری a) در تاریخ کاشت ۲۳ آبان و آبیاری در سطح ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه حاصل شد که نسبت به تاریخ کاشت ۱۶ آذر با آبیاری در سطح ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه حدود ۸۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). در این تحقیق می‌توان بیان داشت رژیم آبیاری نامطلوب ضمن کاهش سطح برگ‌ها و پیری زودرس آن‌ها، باعث افت عملکرد دانه نیز گردید (Khamari *et al.* 2007). به‌نظر می‌رسد در این پژوهش کاشت کاملینا در تاریخ کاشت دیر هنگام (۲۵ آذر ماه) باعث کاهش طول دوره پر شدن دانه و کاهش عملکرد می‌شود. از طرفی کاشت زود هنگام منجر به تولید دانه بیشتر، بیوماس بیشتر و افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تاریخ کاشت دیرهنگام می‌شود. در همین رابطه Borzoo همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند تنش خشکی به میزان ۲۵ درصد FC به‌خصوص در مراحل تولید مثلی به میزان زیادی تعداد جوانه‌های گل و در نتیجه عملکرد نهایی را کاهش می‌دهد. طی این تحقیق نشان داده شد کاهش آب با تأثیر بر اسمیلاسیون گیاه کاملینا بر پارامترهای فیزیکی دانه تأثیر می‌گذارد. ریزش خورجینک‌ها و کاهش تعداد دانه هم از علل کاهش عملکرد نهایی در شرایط اعمال تنش بود که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. نتایج سایر پژوهشگران نظیر Adamsen و Coffelt (۲۰۰۵) مطابق با نتایج این تحقیق بود.

شاخص برداشت

نتایج نشان می‌دهد تأثیرپذیری بالایی بین تاریخ کاشت و تنش اعمال شده با شاخص برداشت وجود داشت (جدول ۴). بیش‌ترین میزان شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۲۳ آبان (۳۶/۱ درصد در کلاس آماری a) به‌دست آمد که نسبت به تاریخ کاشت ۲۵ آذر (۱۸/۶ درصد در کلاس آماری c) حدود ۴۸ درصد افزایش یافت (جدول ۴). براساس نتایج این پژوهش می‌توان کاهش در شاخص برداشت در سطوح مختلف آبیاری را به کاهش بیش‌تر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیکی نسبت داد، زیرا در شرایط تنش اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه کم‌تر می‌شود و در نتیجه به سبب کاهش عملکرد دانه، شاخص برداشت نیز کاهش می‌یابد که با نتایج امیری دربان و همکاران (۱۴۰۰) در گیاه کاملینا هم‌خوانی دارد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

جدول ۳: میانگین مربعات و سطح معنی دار بودن صفات اندازه‌گیری شده تحت اثر تیمارهای تنش کمبود آب و تاریخ کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	متوسط تعداد دانه در خورجینک	تعداد خورجینک در شاخه اصلی	تعداد خورجینک در شاخه فرعی	وزن هزار دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۱۱۷۴۰۱ ns	۰/۰۰۰۵ ns	۰/۰۰۱۷ ns	۳/۵۱ ns	۱۶/۸ ns	۲۱/۶۴ ns	۰/۰۰۰۹ ns	۹/۰۸ ns	۱۵/۳۳ ns
تاریخ کاشت	۲	۵۱۸۵۲۱۵۴۷/۱۴۸ **	۲/۱۳۸ **	۷/۲۶۳ **	۱/۴۴۴ ns	۴۶۴۶/۷۷۸ **	۴۱۷۹۵۴/۷۰۴ **	۰/۵۹۹ **	۱۹۹/۷۵۳ ns	۴۱۲۲۸۲/۱۷۶ **
خطای کرت‌های اصلی	۴	۲۳۰۰۸۴۶/۷۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱	۸/۹۶۳	۱۰۱/۷۴۱	۱۷۰۹۲	۰/۰۰۴	۷۵/۳۰۱	۴۰۹/۶۱۴
تنش کمبود آب	۲	۴۵۸۰۰۰۹۷۴/۴۸۱ **	۱/۳۲۷ **	۲/۷۳۱ **	۳/۱۱۱ ns	۴۵۹۰/۱۱۱ **	۲۲۲۸۵۹/۲۵ **	۰/۰۱۰ **	۱۱/۵۹۶ ns	۳۰۳۵۱۲/۳۴۳ **
تنش کمبود آب×تاریخ کاشت	۴	۳۹۶۰۲۰۴/۱۴۸ ns	۰/۰۹۷ **	۰/۰۰۶ ns	۵/۷۲۲ ns	۲۰۸/۵۵۶ **	۵۹۷۶۲/۰۳ **	۰/۰۵۰ **	۱۱۷/۹۷۲ ns	۶۲/۳۵۱ ns
خطای کرت‌های فرعی	۱۲	۷۷۰۶۶۲۶/۵۹۳	۰/۰۰۴	۰/۰۲۸	۱۰/۰۷۴	۱۳/۱۸۵	۴۸۳۹/۸۸	۰/۰۰۲	۳۵۲/۱۴۳	۶۳۹/۱۵۹
ضریب تغییرات (٪)		۸/۶	۷/۰۲	۶/۳	۹/۲	۷/۷۲	۱۵/۷	۵/۵	۷/۲	۶/۵۱

ns، ** و *: میانگین مربعات تیمارها به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۴: نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در کاملینا تحت اثر تیمارهای تنش کمبود آب و تاریخ کاشت

تیمارها	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
تاریخ کاشت			
۸ آبان ۱۴۰۰	۳۵۴۳۱/۱۱ b	۳۱/۱۳ b	۴۵۳/۰۸ b
۲۳ آبان ۱۴۰۰	۳۷۸۵۷/۳۳ a	۳۶/۱ a	۵۶۳/۶۳ a
۲۵ آذر ۱۴۰۰	۲۳۶۶۶/۳۳ c	۱۸/۶ c	۱۵۰/۲۲ c
تنش کمبود آب			
۹۰ درصد ظرفیت مزرعه	۳۹۲۰۴/۳ a	۳۳/۴۴ a	۵۷۳/۴۳ a
۵۰ درصد ظرفیت مزرعه	۳۲۷۹۰ b	۲۹/۸۷ b	۳۸۷/۳۵ b
۲۵ درصد ظرفیت مزرعه	۲۴۹۶۰/۴۴ c	۲۲/۶۳ c	۲۰۶/۱۶ c

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک در آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

جدول ۵: مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت و تنش کمبود آب بر صفات کاملینا

تاریخ کاشت	تنش کمبود آب	عملکرد دانه (تن در هکتار)	تعداد خورجینک در شاخه اصلی	تعداد خورجینک در شاخه فرعی	وزن هزار دانه (گرم)
۸ آبان	۹۰ درصد ظرفیت مزرعه	۱/۲۲^{b}	۶۴/۰۱^{b}	۴۱۰/۷^{b}	۱/۴۲^{b}
	۵۰ درصد ظرفیت مزرعه	۱/۰۶ ^{c}	۵۰/۳۶ ^{cd}	۳۱۰/۱ ^{d}	۱/۳۵ ^{c}
	۲۵ درصد ظرفیت مزرعه	۰/۸۲^{de}	۴۱/۱۲^{de}	۲۲۰/۲^{g}	۱/۲۴^{d}
۲۳ آبان	۹۰ درصد ظرفیت مزرعه	۱/۸۳^{a}	۷۵/۰۳^{a}	۴۶۰/۲^{a}	۱/۶۷^{a}
	۵۰ درصد ظرفیت مزرعه	۱/۱۵ ^{bc}	۵۵/۲۲ ^{c}	۳۸۴/۱ ^{c}	۱/۳۹ ^{bc}
	۲۵ درصد ظرفیت مزرعه	۰/۹۰^{d}	۳۷/۴^{e}	۲۴۰/۰۴^{f}	۱/۲۰^{de}
۲۵ آذر	۹۰ درصد ظرفیت مزرعه	۰/۹۷^{cd}	۴۶/۳^{d}	۲۷۰/۲۳^{e}	۱/۲۷^{cd}
	۵۰ درصد ظرفیت مزرعه	۰/۷۴ ^{e}	۳۳/۰۷ ^{ef}	۱۵۰/۵ ^{h}	۱/۱۸ ^{e}
	۲۵ درصد ظرفیت مزرعه	۰/۲۶^{f}	۳۰/۲f	۹۴/۲^{i}	۱/۱۳^{ef}

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشترک در آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

هم‌چنین به‌نظر می‌رسد در این تحقیق تاریخ کاشت ۲۳ آبان به دلیل بیش‌تر بودن سهم اقتصادی از کل تولید نسبت به تاریخ کاشت سوم بالاترین مقدار شاخص برداشت را به‌دست آورده است. به عبارت دیگر تاریخ کاشت ۲۳ آبان توانسته است منابع بیشتری از کاملینا را به عنوان عملکرد اقتصادی در خود جای دهد و علت آن شرایط مناسب نوری، حرارتی و سازگاری در این تاریخ کاشت می‌باشد. با توجه به نمودار بارندگی و درجه حرارت، اثرگذاری شرایط آب و هوایی مطلوب در طول دوره رشد گیاه در تاریخ کاشت دوم و بروز بارندگی‌های موثر و هم‌چنین طول دوره رشد مناسب گیاه که در نهایت عملکرد چشم‌گیر بیولوژیک را به‌همراه داشته، می‌تواند از دلایل این امر باشد. در این رابطه Borzoo و همکاران (۲۰۲۰) بروز شرایط نامساعد محیطی و استرس خشکی را به‌خصوص در مرحله رویشی از عوامل کاهش عملکرد دانه و در نتیجه شاخص برداشت دانستند. هم‌چنین مشخص نمودند تأثیر استرس خشکی در مرحله ی استقرار غلاف و تولید اسمیلات‌ها می‌تواند در کاهش شاخص برداشت نقش مهمی داشته باشد.

متوسط تعداد دانه در خورجینک

اثر تنش کمبود آب و تاریخ کاشت بر متوسط تعداد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد کاملینا توانسته در شرایط نامناسب محیطی تعداد معینی از دانه را در خورجینک‌های خود حفظ کند. محققین معتقدند افزایش تعداد دانه در خورجین، محدود بوده و بیش‌تر بستگی به طول خورجین دارد که این صفت تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه می‌باشد (Campbell, Kondra, 1978). براساس گزارشات Fujita و همکاران (۲۰۱۴) تولید دانه بیش از آن‌که از تعداد دانه در خورجینک‌های کاملینا تبعیت کند از تعداد خورجینک پیروی می‌کند. ایشان مشخص نمودند عدم پاسخ‌دهی به تعداد سینک‌ها، نشان‌دهنده این است که کاملینا دارای محدودیت در سینک می‌باشد. همان‌طور که در جدول مقایسه میانگین دیده می‌شود با وجود این‌که محدودیت آبیاری و تغییر تاریخ کاشت باعث شده تعداد خورجینک‌ها کاهش بیابند ولی متوسط دانه تغییر چندانی نداشته است. در واقع ثبات در تعداد بذور را می‌توان نوعی مکانیسم خاص گیاه جهت بقا در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

شرایط نامساعد تلقی کرد. به‌عبارت دیگر کاهش چشم‌گیر خورجینک‌ها راه را برای ثبات تعداد دانه در خورجینک‌های باقی‌مانده باز نموده است (Mafakheri *et al.*, 2010).

تعداد خورجینک در شاخه اصلی و فرعی

نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد اثر تنش کمبود آب و تاریخ کاشت بر تعداد خورجینک در شاخه اصلی و فرعی معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد خورجینک در شاخه اصلی (۷۵/۰۳ عدد در کلاس آماری a) و شاخه فرعی (۴۶۰/۲ عدد در کلاس آماری a) در تاریخ کاشت ۲۳ آبان و آبیاری در سطح ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه حاصل شد که نسبت به تاریخ کاشت ۱۶ آذر و آبیاری در سطح ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه به ترتیب حدود ۶۰ و ۷۹ درصد افزایش نشان دادند (جدول ۵). براساس مشاهدات Borowska و Prusinski (۲۰۲۱) اثر تاریخ کاشت بر تعداد غلاف سویا کاملاً مؤثر است. هم‌چنین آن‌ها بیان داشتند بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه و تعداد غلاف هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد. در ضمن بروز تنش سبب ریزش غلاف‌ها و کاهش تعداد آن‌ها شد که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. تعداد خورجینک کاملینا در شرایط آبیاری مطلوب نسب به تنش ملایم و تنش شدید به ترتیب ۳۳/۳ و ۵۵/۸۱ درصد کاهش داشته است (جدول ۳). همان‌طور که در جدول ۲ مربوط به تاریخ گلدهی کاملینا در تیمارهای مختلف تاریخ کاشت دیده می‌شود در تیمار ۷ اسفند مصادف با تاریخ گلدهی، گیاه دمای بیش از ۲۷ درجه سانتی‌گراد را تجربه می‌کند (شکل ۲) که همین امر می‌تواند یکی از دلایل کاهش تشکیل خورجینک در شاخه اصلی و فرعی به‌شمار بیاید. این نتایج با یافته‌های Haq و Ahmed (۲۰۲۰) در تأثیر تاریخ کاشت بر تعداد غلاف نخود هم‌خوانی دارند. در آن آزمایش تعداد غلاف در تاریخ کاشت ۲۲ آذر کاهش چشم‌گیری نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ آبان نشان داد. از طرفی Fujita و همکاران (۲۰۱۴) نقش محدودیت‌های سینک و سورس را بر تشکیل خورجینک کاملینا بررسی کردند. آن‌ها نشان داد تولید عملکرد در زمانی که برگ‌های فوقانی، دیواره خورجینک‌ها و راشیس در معرض آبیاری کم قرار می‌گیرد، کاهش می‌یابد. بر این اساس گفته شد در گیاهان روغنی مانند کاملینا اختصاص ظرفیت سورس به سینک (پرشدن دانه‌ها) تأثیر بسزایی دارد. در جایی‌که به‌دلیل از بین رفتن غلاف‌ها محدودیت سینک برای گیاه ایجاد می‌شود هم‌بستگی بین اجزاء عملکرد و خورجینک معنی‌دار منفی خواهد بود. در توضیح می‌توان به گزارش قبل اشاره کرد که Fujita و همکاران (۲۰۱۴) به یک سورس جایگزین در شرایط استرسی گیاه اشاره می‌کنند که می‌تواند اسمیلاسیون کربن را تا حدودی و نه خیلی کامل در این شرایط ادامه دهد و آن فتوسنتز پانیکل است که می‌تواند تا حدودی ثبات را در پرشدن دانه و کاهش خصارت ناشی از تنش جبران کند.

وزن هزار دانه

تغییر تاریخ کاشت و اعمال تنش کمبود آب در صفت وزن هزاردانه کاملا معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین وزن هزار

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

دانه در شرایط ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه در تاریخ کاشت ۲۳ آبان حاصل شد که نسبت به شرایط تنش ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه در تاریخ کاشت ۲۵ آذر حدود ۳۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). در این پژوهش می‌توان بیان داشت به علت کوتاه‌تر شدن طول دوره پرشدن دانه، وزن نهایی دانه‌ها کاهش می‌یابد (زارعی‌سیاه‌بیدی و همکاران، ۱۳۹۹). در این پژوهش تنش کمبود آب با کوتاه کردن دوره پرشدن دانه باعث کاهش عملکرد دانه و وزن هزار دانه می‌شود (OmidiArdali and Behrani, 2011). هم‌زمانی مناسب‌تر مراحل رویشی گیاه با بارندگی در تاریخ کاشت دوم سبب اثرگذاری مثبت تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه شد (شکل ۲). هم‌چنین Sobko و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند هم‌بستگی مثبتی بین بارندگی و عملکرد دانه در مرحله گلدهی و پرشدن و رسیدگی دانه‌ها وجود دارد. از طرفی Borowska و Prusinski (۲۰۲۱) در تحقیقی نشان دادند تأخیر در کاشت با تأثیر بر کاهش دوره پرشدن دانه و کاهش تعداد دانه در غلاف سبب کاهش وزن دانه و در نتیجه وزن هزاردانه می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

درصد و عملکرد روغن

اثر تنش کمبود آب و تاریخ کاشت بر عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۳). با توجه به اثر تنش بر وزن هزاردانه می‌توان انتظار داشت که عملکرد روغن هم تحت تأثیر قرار بگیرد. بیش‌ترین عمکرد روغن در حالت بدون تنش با ۵۷۳/۴۳ کیلوگرم در هکتار در کلاس آماری a و کم‌ترین آن در شرایط تنش شدید با ۲۰۶/۱۶ کیلوگرم در هکتار در کلاس آماری c به‌دست آمد (جدول ۴). شاید بتوان گفت چون در شرایط بدون تنش زمان بیش‌تری جهت پرشدن دانه وجود دارد لذا درصد روغن نیز در این تیمار بیش‌تر است. آبیاری کافی به‌خصوص طی مرحله پرشدن دانه کاملینا می‌تواند در افزایش وزن دانه‌ها و ذخیره روغن کافی در آن‌ها مفید و مؤثر واقع گردد. به‌عبارتی تأمین رطوبت مناسب در سطوح آبیاری مطلوب می‌تواند در نازک شدن پوسته و افزایش روغن ذخیره‌ای آن تأثیرگذار باشد که با نتایج سایر محققین هم‌خوانی دارد (یدالهی و همکاران، ۱۳۹۶). در این رابط Roshdi و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی نشان دادند عملکرد روغن می‌تواند از افزایش وزن هزار دانه و متوسط تعداد دانه تبعیت کند. تاریخ کاشت عملکرد روغن را مورد تأثیر قرار داد. به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد روغن در تاریخ ۲۳ آبان حاصل شد که نسبت به تاریخ کاشت ۲۵ آذر حدود ۷۳ درصد افزایش یافت (جدول ۴). از طرفی Righini و همکاران (۲۰۱۹) مشاهده نمودند تغییر در تاریخ کاشت با تأثیر بر برخورد دوره پرشدن دانه کاملینا با دماهای نامناسب در تشکیل و ترکیب نهایی روغن مؤثر است. هم‌چنین Obenget و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند تغییر تاریخ کاشت می‌تواند با تأثیر بر عدم برخورد مراحل مهم زندگی گیاه با بارندگی و در نتیجه محدودیت در آب قابل دسترس، در کاهش عملکرد دانه و روغن تأثیرگذار باشد. طبق جدول مقایسه میانگین هم اثر تنش و تاریخ کاشت بر درصد روغن معنی‌دار نشد (جدول ۳). پژوهش‌گران نشان دادند عملکرد روغن کلزا بیش از درصد روغن تحت تأثیر عوامل محیطی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

قرار می‌گیرد (Soleymani *et al.*, 2011; Jabbari *et al.*, 2017). Robertson و Holland (۲۰۰۴) در آزمایشی نشان دادند فاکتورهای ژنتیکی بیش‌تر در درصد روغن مؤثر است و تأثیر عوامل محیطی ناچیز می‌باشد.

نتیجه‌گیری

اگرچه گیاه کاملینا به شرایط محیطی نامساعد نسبتاً مقاوم هست ولی بروز تنش های شدید آبی می‌تواند در عملکرد نهایی محصول مؤثر باشد. تغییر در تاریخ کاشت از جمله عوامل مؤثر بر اجزای عملکرد بود و با تأثیری که بر برخورد مراحل حساس گیاه با دماهای بالا داشت و هم‌چنین کوتاه کردن طول دوره رشد، پرشدن دانه و تشکیل خورجینک را تحت تأثیر قرار داد و در نهایت کاهش عملکرد را در برداشت .هر چند برخی از صفات کاملینا از تغییر تاریخ کاشت و حتی تنش‌های اعمال شده چندان تأثیر نپذیرفتند که دلایل ژنتیکی و مکانیسم‌های اختصاص سورس به سینک را می‌توان از دلائل این امر برشمرد. به‌طور کلی می‌توان تاریخ کاشت ۲۳ آبان را در شرایط آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه برای افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن گیاه کاملینا در منطقه اهواز قابل توصیه است.

منابع

اسدی، م.، نصیری، ی.، کهریزی، د. ۱۳۹۷. اثر تاریخ و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کاملینا (*Camelina sativa* L.) در مراغه. سومین همایش ملی کشت ارگانیک و ازدیاد گیاهان دارویی در سال ۱۳۹۷.

امیری‌دربان، ن.، نورمحمدی، ق.، شیرانی‌راد، ا.ح.، میرهادی، س.م.ج.، مجیدی‌هروان، ا. ۱۴۰۰. بررسی پاسخ فیزیولوژیک و عملکرد دانه و روغن کاملینا به کاربرد سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم تحت تنش خشکی انتهای فصل. علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۲(۴): ۹۹-۸۷.

زارعی‌سیاه‌بیدی، ا.، ضایی زاد، ع. ر. و دانشیان، ج. ۱۳۹۹. اثر کم آبیاری بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد هیبریدهای آفتابگردان. نشریه علوم زراعی ایران. ۲۲(۱): ۱۴-۱.

کوچکی، ع.، و سرمدنیا غ. ح. ۱۳۸۷. فیزیولوژیکی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

یدالهی، پ.، اصغری‌پور، م.ر.، مروانه، ه.، خیری، ن. و امیری، ا. ۱۳۹۶. اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن دو رقم آفتابگردان. نشریه تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک. ۱(۱): ۷۶-۶۵.

Adamsen, F. J., and Coffelt, T.A. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. Industrial Crops and Products. 21(3): 293-307.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

Ahmed, M.F.E.M., Mac, D.M., and Bashir, A.A.G. 2011. Effect of water stress at different periods on seed yield and water use efficiency of guar under Shambat conditions. Agriculture Science. 2: 262-266.

Ahmed, Z., Liu, J., Waraich, E. A., Yan, Y., Qi, Z., Gui, D., and Zhang, Z. 2020. Differential physio-biochemical and yield responses of Camelina sativa L. under varying irrigation water regimes in semi-arid climatic conditions. PloS One. 15(12): e0242441.

Angelini, L.G., AbouChehade, L., Foschi, L., and Tavarini, S. 2020. Performance and potentiality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) genotypes in response to sowing date under Mediterranean environment. Agronomy. 10(12): 1929.

Borowska, M., and Prusinski, J. 2021. Effect of soybean cultivars sowing dates on seed yield and its correlation with yield parameters. Plant, Soil and Environment. 67(6): 360-366.

Borzoo, S., Mohsenzadeh, S., Moradshahi, A., Kahrizi, D., Zamani, H., and Zarei, M. 2020. Effects of water deficit stress and symbiosis with Micrococcus yunnanensis at the reproductive stage on yield and seed composition of (*Camelina sativa*). Authorea Preprints.1-13.

Buchsenschutz-Nothdurft, A., Schuster, A., and Friedt, W. 1998. Breeding for modified fatty acid composition via experimental mutagenesis in *Camelina sativa* (L.) Crtz. Industrial crops and products. *7*(2-3): 291-302.

Campbell, D.C., and Kondra, Z. P. 1978. Relationships among growth patterns, yield components and yield of rapeseed. Canadian Journal of Plant Science. 58(1): 87-93.

Fujita, K., Fujita, S., Fujita, T., Konishi, S., Vollmann, J., Mohapatra, P. K., and Tadano, T. 2014. Source-sink manipulation of Camelina sativa L. related to grain yield under stressful environment of Hokkaido, Japan. Soil Science and Plant Nutrition. 60(2): 156-161.

Guo, R., Shi, L., Jiao, Y., Li, M., Zhong, X., Gu, F., and Li, H. 2018. Metabolic responses to drought stress in the tissues of drought-tolerant and drought-sensitive wheat genotype seedlings. AoB Plants. 10(2): ply016.

Haq, M. T., and Ahmed, M.S. 2021. Effect of sowing date on growth and yield performance of Pea (*Pisumsativum* L.). Jounal of ELT and Education. 18: 1-15.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

Jabbari, H., KhoshKholghSima, N.A., and Shirani Rad, A.H. 2017. Changes in the oil fatty acids composition of rapeseed cultivars under drought stress conditions. Applied Field Crops Research. 30(3): 66-81.

Kahrizi, D., Rostami, A. H., and Akbarabadi, A. 2015. Feasibility cultivation of Camelina (*Camelina sativa*) as medicinal-oil Plant in Rainfed Conditions in Kermanshah-Iran's first report. Journal of Medicinal Plants and By-products. 4(2): 215-217.

Karafyllidis, D. I., Stavropoulos, N., and Georgakis, D. 1996. The effect of water stress on the yielding capacity of potato crops and subsequent performance of seed tubers. Potato research. 39(1): 153-163.

Khamari, S., Ghasemi, K., Alyari, H. and Zehtab Salmasi, S. 2007. The effect of irrigation on phenology and yield of three sunflower cultivars in Tabriz. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 14(6): 72-80

Kok, S.Y., Namasivayam, P., Ee, G.C.L., and Ong-Abdullah, M. 2013. Biochemical characterisation during seed development of oil palm (*Elaeisguineensis*). Journal of plant research. 126(4): 539-547.

Liliane, T.N., and Charles, M.S. 2020. Factors affecting yield of crops. Agronomy-climate change & food security, 9.

Mafakheri, A., Siosemardeh, A. F., Bahramnejad, B., Struik, P. C., and Sohrabi, Y. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Australian journal of crop science. 4(8): 580-585.

Martinelli, T., and Galasso, I. 2011. Phenological growth stages of Camelina sativa according to the extended BBCH scale. Annals of Applied Biology. 158(1): 87-94.

Mehrabi, Z., and Ramankutty, N. 2017. The cost of heat waves and droughts for global crop production. bioRxiv, 188151.

Miao, Y., Zhu, Z., Guo, Q., Ma, H., and Zhu, L. 2015. Alternate wetting and drying irrigation-mediated changes in the growth, photosynthesis and yield of the medicinal plant Tulipaedulis. Industrial Crops and Products. 66: 81-88.

Mohtashami, R., Dehnavi, M. M., Balouchi, H., and Faraji, H. 2020. Improving yield, oil content and water productivity of dryland canola by supplementary irrigation and selenium spraying. Agricultural Water Management. 232: 106046.

Neupane, D., Solomon, J. K., Mclennon, E., Davison, J., and Lawry, T. 2019. Sowing date and sowing method influence on camelina cultivars grain yield, oil concentration, and biodiesel production. Food and Energy Security. 8(3): e00166.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

Obeng, E., Obour, A.K., Nelson, N. O., Moreno, J.A., Ciampitti, I.A., Wang, D., and Durrett, T.P. 2019. Seed yield and oil quality as affected by Camelina cultivar and planting date. Journal of Crop Improvement. 33(2): 202-222.

OmidiArdali, G., and Behrani, M. 2011. Effects of drought stress, the amount and timing of nitrogen application on yield and yield components of sunflower growth stages. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Sciences. 55: 199-207.

Pavlista, A.D., Isbell, T.A., Baltensperger, D.D., and Hergert, G.W. 2011. Planting date and development of spring-seeded irrigated canola, brown mustard and camelina. Industrial crops and products. 33(2): 451-456.

Poldma, P., Tonutare, T., Viitak, A., Luik, A., and Moor, U. 2011. Effect of selenium treatment on mineral nutrition, bulb size, and antioxidant properties of garlic (*Allium sativum* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59(10): 5498-5503.

Pumphrey, F.V., RE, R., and RR, A. 1979. Field response of peas (*Pisumsativum* L.) to precipitation and excess heat. Journal American Society Hortical Science. 104(4): 548-550.

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of plant physiology. 161(11): 1189-1202.

Righini, D., Zanetti, F., Martínez-Force, E., Mandrioli, M., Toschi, T.G., and Monti, A. 2019. Shifting sowing of camelina from spring to autumn enhances the oil quality for bio-based applications in response to temperature and seed carbon stock. Industrial Crops and Products. 137: 66-73.

Robertson, M.J., and Holland, J.F. 2004. Production risk of canola in the semi-arid subtropics of Australia. Australian Journal of Agricultural Research. 55(5): 525-538.

Roshdi, M., Rezadost, S., Khalil Mahaleh, J., and Haji Nasab, N. 2009. The impact of bio-fertilizers on yield of three varieties of sunflower. Jornal of Agricultural Sciences and Technology. 10: 24-11.

Sehgal, A., Sita, K., Siddique, K. H., Kumar, R., Bhogireddy, S., Varshney, R. K., and Nayyar, H. 2018. Drought or/and heat-stress effects on seed filling in food crops: impacts on functional biochemistry, seed yields, and nutritional quality. Frontiers in plant science. 9: 1705.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

Sobko, O., Stahl, A., Hahn, V., Zikeli, S., Claupein, W., and Gruber, S. 2020. Environmental effects on soybean (Glycine max (L.) Merr) production in central and South Germany. Agronomy. 10(12): 1847.

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. International Journal Biology. 4(4): 15-31.

Tribouillois, H., Dürr, C., Demilly, D., Wagner, M. H., and Justes, E. 2016. Determination of germination response to temperature and water potential for a wide range of cover crop species and related functional groups. PloS one. 11(8): e0161185.

Waraich, E. A., Ahmad, M., Soufan, W., Manzoor, M. T., Ahmad, Z., Habib-Ur-Rahman, M., and Sabagh, A. E. 2021. Seed priming with sulfhydralthiourea enhances the performance of Camelina sativa L. under heat stress conditions. Agronomy. 11(9): 1875.

Zanetti, F., Alberghini, B., MarjanovicJeromela, A., Grahovac, N., Rajkovic, D., Kiprovski, B., and Monti, A. 2021. Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. Agronomy for Sustainable Development. 41(1): 1-18.

Zhao, J., Hartmann, H., Trumbore, S., Ziegler, W., and Zhang, Y. 2013. High temperature causes negative whole-plant carbon balance under mild drought. New Phytologist. 200(2): 330-339.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]

The effect of water deficit stress and planting dates on the quantitative and qualitative yield of Camelina (*Camelina Sativa* L.) in Ahvaz

S. Yaghoubi Nejad[1], B. Andarzian[2], H. R. Javanmard[3], M. Naderi Darbaghshahi[4] and A. Shokuhfar[5]

1, 2 & 4) Department of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
3) Research and Training Center of Agricultural and Natural Resources of Khuzestan, Ahvaz, Iran.
5) Department of Agriculture, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran.

***Corresponding author: javan46@gmail.com**

This article is taken from a doctoral dissertation.

Received date: 2023.01.28 **Accepted date: 2023.04.29**

Abstract

Environmental stresses, such as water shortage stress, are one of the main obstacles in the production of crops in many parts of the world, especially in arid and semi-arid areas such as Iran. This experiment was carried out in the form of a basic design of complete blocks of sorting by the method of one-time crushed plots with three planting dates of October 30, November 14, and December 16 in the main plots and the water deficit stress at 90, 55 and 25% of the capacity in the secondary plots with three repetitions in crop year 2021-22 was implemented in Ahvaz region. The results showed that the interaction effect of planting date and water deficit stress on the number of sorghum in the main and secondary branches, 1000 seed weight, biological yield, harvest index, seed yield and oil yield was significant. The highest seed yield (1.83 tons per hectare) and the weight of a thousand seeds (1.67 grams) on the planting date of November 23 and irrigation at the level of 90% of the field capacity at the probability level of one percent and statistical class a and the lowest seed yield (0.26 tons per hectare) and the weight of 1,000 seeds (1.13 grams) on the planting date of December 16 with irrigation at the level of 25% of the field capacity was obtained in statistical class f. In general, the planting date of November 23 in the irrigation conditions of 90% of the field capacity is recommended to increase the seed yield and camellia oil yield in Ahvaz region.

Key words:, Biological yield, Grain yield, Oil yield, Camelina and 1000-Grain weight.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-05]