

The Effect of Planting Date, Seed Rate, and Different Fertilizer Levels on Yield and Yield Components of Camelina (*Camelina sativa*) Under Rainfed Conditions in Kermanshah Province

Arash Rahimi¹, Hamidreza Chaghazardi^{2*} , Danial Kahrizi³ ,
Hossein Rostami-Ahmadvandi⁴ 

Received: 10 February, 2025

Accepted: 24 May, 2025

1-M.Sc. Graduate of Agrotechnology- Crop Ecology, Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

2-Assist. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.

3-Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.

4- Assist. Prof., Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah Iran.

Corresponding Author Hamidreza Chaghazardi E-mail: h.chaghazardi@razi.ac.ir

Abstract

Background & Objectives: Camelina sativa is an oilseed crop with the potential to grow in various climates and soil types, and it requires relatively low fertilizer compared to other oilseed species. This study was conducted to evaluate the effects of planting date, seed rate, and different levels of chemical fertilizers on the yield and yield components of Camelina under rainfed conditions.

Materials and Methods: A factorial experiment was carried out based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications at the research farm of the Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, in 2023. Experimental factors included four planting dates (September 27, October 15, November 2, and March 19), four levels of NPK fertilizer (0, 50, 100, and 150 kg/ha) with a composition of 18% nitrogen, 54% phosphorus, and 27% potassium applied at sowing, and three seed rates (4, 8, and 12 kg/ha).

Results: Results: Treatments had statistically significant effects on plant traits such as plant height, number of secondary branches, number of siliques per plant, number of seeds per silique, 1000-seed weight, and final grain yield. Grain yield was significantly influenced by sowing date, with October 15 being identified as the most suitable date under the local climatic conditions. Increasing the seed rate up to 12 kg/ha and fertilizer application up to 150 kg/ha significantly improved all yield components.

Conclusion: These findings highlight the importance of optimized sowing date and input management in enhancing Camelina productivity under rainfed conditions in the semi-humid, cold climate of Kermanshah province.

Keywords: Fertilization, Oilseeds, Pods, Seeds, Seed Yield, Thousand-Seed Weight



This is an open-access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Copyright© 2026 Hamidreza Chaghazardi E-mail: h.chaghazardi@razi.ac.ir

<https://doi.org/10.22034/saps.2025.65844.3342>



تأثیر تاریخ کاشت و مقدار بذر و سطوح مختلف کود بر عملکرد و اجزا عملکرد کاملینا (*Camelina sativa*) در شرایط دیم استان کرمانشاه

آرش رحیمی^۱، حمیدرضا چقازردی^{۲*}، دانیال کهریزی^۳، حسین رستمی احمدوندی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۲	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۳
--------------------------	-------------------------

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگروتکنولوژی / اکولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- ۲- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- ۳- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- ۴- استادیار، بخش دانه های روغنی معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سرارود، کرمانشاه، ایران

چکیده

مقدمه و اهداف: گیاه کاملینا توانایی رشد در اقلیم‌ها و خاک‌های مختلف را دارد و نسبت به سایر دانه‌های روغنی به کود دهی کمتری نیاز دارد. این تحقیق به منظور بررسی اثرات تاریخ کاشت و مقدار بذر و سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دانه روغنی کاملینا رقم سهیل اجرا شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. فاکتورها شامل چهار تاریخ کاشت (۵ مهر، ۲۳ مهر، ۱۱ آبان و ۲۹ اسفندماه)، سطوح مختلف از مخلوط کودهای (NPK) به نسبت‌های نیتروژن ۱۸ درصد، فسفر ۵۴ درصد و پتاسیم ۲۷ درصد در چهار سطح شاهد (بدون کود)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار که هنگام کاشت به زمین اضافه شدند و فاکتور سوم نیز سه سطح مقدار بذر (۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار) بودند.

یافته‌ها: اثر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، خورجین، دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد، معنی‌دار بود. عملکرد به طور قابل توجهی تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و تاریخ ۲۳ مهرماه به عنوان مناسب‌ترین زمان کشت شناسایی شد. با افزایش مقدار بذر تا ۱۲ کیلوگرم در هکتار و کوددهی تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، روند افزایشی معنی‌داری در کلیه اجزای عملکرد مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های تحقیق تأکید می‌کنند که انتخاب دقیق زمان کاشت و مدیریت نهاده‌ها می‌تواند به شکل قابل توجهی بازدهی کاملینا را در کشت دیم در اقلیم نیمه مرطوب سرد کرمانشاه افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: بذر، خورجین، دانه روغنی، کود دهی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه

مقدمه

در یک منطقه معرفی گیاهان جدید به منظور تولید ترکیباتی از قبیل روغن نه تنها از جنبه زراعی بلکه از نظر سیستم‌های زراعی و سازگاری با منطقه نیز بایستی مورد بررسی قرار گیرد (احمد ۲۰۱۶). گیاهان دانه روغنی در بین محصولات زراعی اهمیت خاصی داشته و پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. روغن‌های نباتی تولید شده به طور عمده از دانه‌های روغنی نظیر سویا، آفتابگردان، پنبه‌دانه، بادام‌زمینی و کلزا به دست می‌آید و صنعت روغن‌کشی جزو صنایع راهبردی محسوب می‌شود (قمرنیا و همکاران ۲۰۱۹).

کشت گیاهانی مانند گیاه دانه روغنی کاملینا که عملکرد مطلوبی با حداقل استفاده از آب، کود و آفت‌کش‌ها، نسبت به گیاهان دانه روغنی مرسوم دارد، می‌تواند یک راهکار بالقوه در جهت تأمین بخشی از نیاز روغن خوراکی کشور باشد (زارعی و همکاران ۲۰۲۱). گیاه کاملینا با نام علمی *Camelina sativa* L. Crantz یکی از گیاهان دانه روغنی رایج در آسیا و اروپا و متعلق به تیره *Brassicaceae* است که شناخت کمی در مورد آن وجود دارد (امیری دربان و همکاران ۲۰۲۱). گیاه کاملینا خویشاوند نزدیک گیاه آرابیدوپسیس با نام علمی *Arabidopsis thaliana* و خویشاوند دور گیاه روغنی کلزا با نام علمی *Brassica napus* می‌باشد (کیفیر و همکاران ۲۰۱۴). کاملینا سازگاری بیشتری به مناطق خنک دارد به طوری که افزایش دما بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد در دوران گلدهی منجر به کاهش گرده‌افشانی و تلقیح گل‌ها می‌شود (زارعی و همکاران ۲۰۲۱).

تاریخ کاشت به عنوان اولین و مهم‌ترین فاکتور زراعی جهت انطباق مراحل مختلف رشد و نمو کاملینا با دمای مطلوب و ریزش‌های جوی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از آنجا که دوران رشد رویشی و زایشی گیاه با دما، طول روز و تشعشعات خورشیدی تاریخ‌های کاشت مختلف انطباق می‌یابد، از این رو تاریخ کاشت نقش مؤثری در نمو، تولید زیست‌توده و در نهایت عملکرد گیاهان می‌گذارد (کیانی و همکاران ۲۰۱۸).

افزایش دما در مرحله رسیدگی نیز به دلیل ریختن برگ‌ها و بلوغ زودرس ناشی از تنش دما باعث محدودیت منبع دانه می‌شود کاهش در تعداد گل‌ها، اندازه و تعداد بذر تولید شده در هر خورجین در اثر تنش دمایی، می‌تواند عملکرد دانه و روغن را کاهش دهد اما در تاریخ کاشت مناسب مدت لازم برای رشد محصول وجود دارد و گیاه می‌تواند بعد از گرم شدن دمای هوا، دوره رسیدگی دانه را کامل کند؛ از این رو انتخاب تاریخ کاشت مناسب برای موفقیت تولید کاملینا در یک منطقه حائز اهمیت است (اوربانیک و همکاران ۲۰۰۸). علاوه بر عملکرد کاملینا، کیفیت دانه‌ها نیز به شدت تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرد (فلگلا و همکاران ۲۰۰۲).

در آزمایشی با بررسی اثر تاریخ کاشت بر گیاه کاملینا در کشور شیلی گزارش شد که دمای زیر صفر در دوران رویشی و به دنبال آن افزایش دما و نبود بارندگی در دوران گلدهی در تاریخ کاشت تأخیری منجر به کاهش شدید عملکرد می‌شود درحالی که در تاریخ کاشت زودهنگام دمای مناسب در دوران رشد رویشی و هوای خنک در دوره گلدهی و دانه‌بندی منجر به افزایش طول دوره مؤثر رشد گیاه گردید. این موضوع سبب شد بالاترین عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه، عملکرد روغن و بیشترین زیست‌توده از تاریخ کشت‌های زودهنگام به دست آید (برتی و همکاران ۲۰۱۱).

دوره رشد طولانی‌تر فرصت کافی برای استفاده از شرایط رشد از جمله نور، رطوبت و دمای مناسب در طول دوره رشد رویشی و زایشی کاملینا و عدم برخورد مراحل حساس گلدهی و دانه‌بندی گیاه با دمای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، سبب افزایش ساخت مواد فتوسنتزی و در نهایت افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته کاملینا شد. همچنین تاریخ کاشت دیر هنگام به سبب برخورد دوره گلدهی گیاه با دمای بالا و افزایش طول روز، دوره گلدهی کمتری در مقایسه با تاریخ کاشت اول داشتند به همین دلیل فرصت کافی برای افزایش ارتفاع و تولید جوانه‌های جانبی بیشتر در اختیار گیاه نبود. بالاترین تعداد خورجین در بوته در تاریخ کاشت اول حاصل گردید و با تأخیر در کاشت تعداد خورجین در بوته کاهش یافت (زارعی و همکاران ۲۰۲۱).

کاشت دیر هنگام کاملینا موجب مصادف شدن گلدهی و نمو خورجین‌ها با شرایط نامساعد محیطی از قبیل درجه حرارت بالا و کاهش رطوبت گشته و تعدادی از گل‌ها عقیم مانده و ریزش یافت. گیاه کاملینا در اثر دمای بالای محیط نیاز حرارتی خود را در زمان کمتری تأمین کرد. در این حالت طول دوره گلدهی کمتر شده و پتانسیل تولید خورجین کاهش یافت (جوشی و همکاران ۲۰۱۷). از آنجا که دانه مخزن مواد فتوسنتزی است هرچه تعداد دانه بیشتر باشد ذخیره مواد فتوسنتزی افزایش یافته و منجر به افزایش عملکرد می‌گردد اما کاشت دیر هنگام کانولا باعث می‌شود طول دوره گلدهی کمتر شده و پتانسیل تولید دانه نیز کاهش یابد (محققی و ابوطالبیان ۲۰۱۴). در مطالعه‌ای جهت دستیابی به عملکرد قابل قبول در گیاه کاملینا کاربرد ۸ کیلوگرم در هکتار بذر، ۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توصیه شده است. در زراعت و تولید گیاه کاملینا میزان بذر به کار برده شده جهت رسیدن به تراکم مطلوب بوته یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار در میزان عملکرد نهایی این گیاه است (کونچپوس و کارچاوسکینه ۲۰۱۰). جهت دستیابی به حداکثر میزان عملکرد دانه در واحد سطح تراکم ۴۰۰ تا ۶۰۰ بوته در مترمربع برای کاملینا مناسب است (اوربانیک و همکاران ۲۰۰۸). همچنین کاشت ۵/۵ کیلوگرم در هکتار بذر کاملینا سبب شد که بالاترین میزان عملکرد دانه در این گیاه حاصل گردد و این میزان بذر را برای کاشت در منطقه مونتانا توصیه نمودند (مسوی و لمب ۲۰۰۸).

در کشور هلند، کاربرد ۳۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار منجر به افزایش عملکرد دانه و درصد پروتئین بذر شد، درحالی‌که درصد روغن دانه را کاهش داد (چارنیک و همکاران ۲۰۱۷). افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و درصد پروتئین کاملینا به واسطه مصرف نیتروژن در مطالعه‌ای دیگری گزارش گردید (کارچاوسکینه و همکاران ۲۰۱۴). همچنین منبع تأمین‌کننده عنصر غذایی بر عملکرد نیز مؤثر است، به‌طوری‌که افزایش نیتروژن به فرم آمونیوم در خاک، اثر منفی و افزایش نیتروژن به فرم نترات در خاک، اثر مثبت بر عملکرد گل گیاه کاملینا دارد (یانکوفسکی و همکاران ۲۰۱۹). همچنین در برخی مطالعات انجام شده برای تعیین نیتروژن مورد نیاز

کاملینا، حداکثر عملکرد دانه در سطح کودی ۱۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کشور کانادا (جینگ و کالدوال ۲۰۱۶)، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در مناطق نیمه گرمسیری کشور هند (جوشی و همکاران ۲۰۱۷) و ۴۰/۸ کیلوگرم نیتروژن در کشور امریکا (برونسون و همکاران ۲۰۱۹) به دست آمد.

واکنش صفات زراعی کاملینا به سطوح کودی نیتروژن و گوگرد، بسته به موقعیت جغرافیایی محل کاشت متفاوت بود. به‌طوری‌که در منطقه اوساورنو حداکثر تعداد دانه در خورجین در سطح کودی ۴۱ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۱۴/۸ دانه در خورجین و در لس‌آنجلس در سطح کودی ۳۴/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۱۴/۷ دانه در خورجین مشاهده و ثبت شد (سولیس و همکاران ۲۰۱۳).

کود دهی کاملینا با نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه، محتوای پروتئین، کیفیت پروتئین و اسیدهای چرب غیراشباع چندانگانه، شد اما محتوای روغن و اسیدهای چرب غیراشباع را کاهش داد. گوگرد بر اندازه و کیفیت عملکرد کاملینا تأثیر مثبت دارد، اما تنها زمانی که سطح کود نیتروژن بالا بود (جینگ و همکاران ۲۰۱۳). افشار و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که کود دهی نیتروژنی کاملینا باعث کاهش محتوای چربی در دانه شد اما عملکرد این ماده غذایی را در هکتار افزایش داد. امیری دربان و همکاران (۲۰۲۰) حداکثر عملکرد دانه و چربی کاملینا را پس از آبیاری و کود دهی ترکیبی با سولفات پتاسیم (۷۵ کیلوگرم در هکتار) + سولفات آمونیوم (۷۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آوردند.

آزمایشی نشان داد مصرف ۱۲۵ درصد دوز توصیه شده کود (۱۷:۳۴:۵۴ کیلوگرم K_2O ، P_2O_5 ، N در هکتار) ارتفاع بوته بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea*) را (۵۱/۸ سانتی‌متر) نسبت به تیمار شاهد (۴۸/۳ سانتی‌متر) افزایش داد (کاروناکاران و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین در مطالعه دیگری گزارش شده است که مصرف ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار برای بادام‌زمینی نتیجه مشابهی در عملکرد داشت، اما ۵۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار به‌طور قابل‌توجهی ارتفاع بوته را در مقایسه با مصرف ۷۵ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار افزایش داد (سالو و گونجال،

می‌دهد. لذا برای کشت این گیاه در مناطق جدید مطالعه بر روی مدیریت کود و تاریخ و مقدار بذر اهمیت بسزایی دارد (لکدر و همکاران ۲۰۲۱). با توجه به اینکه نتایج حاصل از مطالعات محققین خارجی ممکن است به دلیل عدم انطباق شرایط آب و هوایی کشورمان با شرایط آب و هوایی سایر کشورها قابل توصیه نباشد.

این مطالعه به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و مقدار بذر و سطوح مختلف کود بر عملکرد و اجزا عملکرد کاملینا (*Camelina sativa*) در شرایط دیم استان کرمانشاه صورت گرفت.

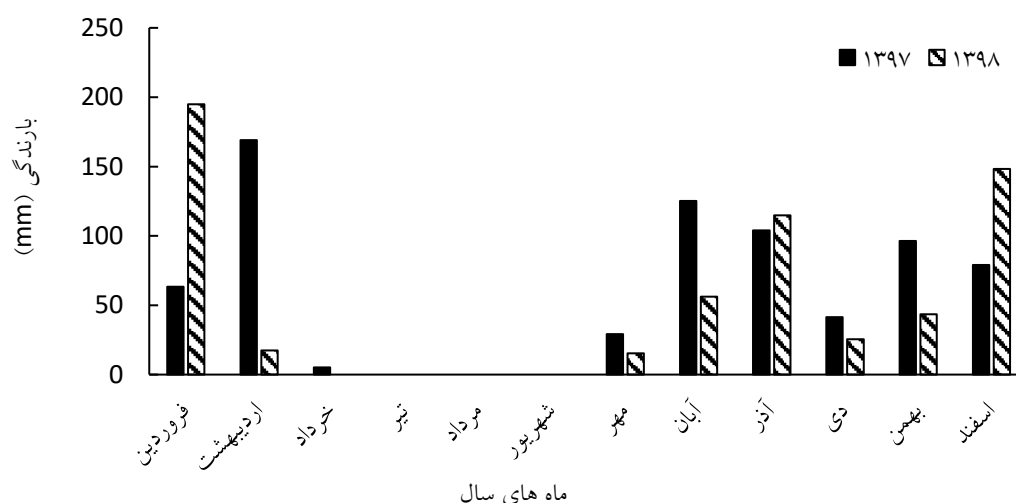
مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی اجرا شد. مختصات جغرافیایی منطقه آزمایش شامل طول جغرافیایی ۴۷ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا است. بر اساس میانگین ۱۰ ساله در منطقه میانگین بارندگی ۴۳۸ میلی‌متر، تعداد روزهای بارانی و روزهای یخبندان به ترتیب ۷۷ و ۱۰۴ روز است. آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد که میزان بارش و میانگین دمای هوا در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

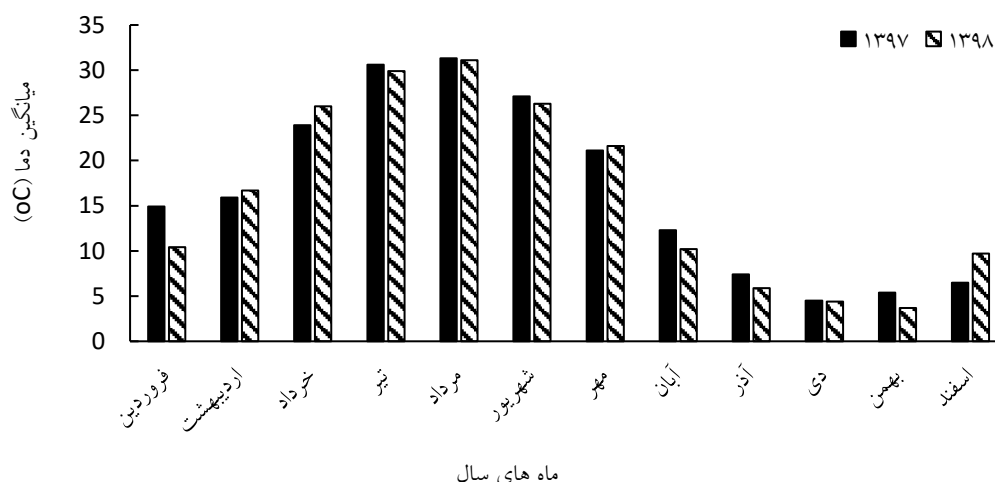
۲۰۱۱). کود دهی پتاسیم به‌طور متوسط ۱۱/۵ درصد عملکرد دانه کلزا افزایش می‌دهد (رن و همکاران ۲۰۱۳). علاوه بر این، اثر افزایش عملکرد نیتروژن به‌طور قابل‌توجهی به در دسترس بودن پتاسیم بستگی دارد. تحقیقات اخیر نشان داده است که مصرف کودهای حاوی پتاسیم می‌تواند عملکرد دانه کلزا و کارایی مصرف نیتروژن را در مقایسه با کود نیتروژن به‌تنهایی افزایش دهد (لی و همکاران ۲۰۲۳؛ ون و همکاران ۲۰۲۳).

مصرف فسفر به‌طور قابل‌توجهی باعث افزایش عملکرد دانه پنبه، روغن و پروتئین آن شد که در میان آن‌ها عملکرد روغن حساسیت به فسفر بالاتری نسبت به پروتئین نشان داد (وانگ و همکاران ۲۰۲۳). در مطالعات بر روی سویا (*Glycine max* (L.) Merr (عباسی و همکاران ۲۰۱۲)، کلزا (*Brassica napus* L.) (قبال، ۲۰۱۴) و پنبه‌دانه (ساوان و همکاران ۲۰۰۷) کمبود فسفر باعث کاهش محتوای روغن دانه و عملکرد می‌شود. با این حال، محققان نظرات متفاوتی در مورد تأثیر فسفر بر ترکیب اسیدهای چرب روغن در دانه‌های مختلف گیاهی مانند سویا، کلزا و پنبه‌دانه دارند.

به‌طور کلی عملکرد و اجزای عملکرد دانه کاملینا به کود دهی، زمان کاشت و شرایط آب و هوایی بستگی دارد. کاملینا در شرایط آب و هوایی و خاک مختلف پاسخ‌های متفاوتی به مدیریت کود و تاریخ کاشت



شکل ۱. میزان بارندگی ماه‌های سال در زمان کشت (۹۸-۱۳۹۷)



شکل ۲. میانگین دمای هوای ماه‌های سال در زمان کشت (۱۳۹۷-۹۸)

برای کاشت گیاه کاملینا در ابتدای پاییز به‌منظور نفوذپذیر نمودن، زمین مورد نظر با گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. سپس در اولین فرصت ممکن قبل از کاشت عملیات آماده‌سازی بستر کاشت شامل دیسک زنی جهت خرد کردن کلوخه‌ها و لولر برای تسطیح زمین انجام و در ادامه پس از قطعه‌بندی زمین (کرت‌های به ابعاد ۱/۵ در ۲ متر تهیه شد که ۶ ردیف کاشت با فاصله ۲۵ سانتی‌متر ایجاد شدند و بذرها در فواصل ۵ سانتی‌متری کشت شدند)، کشت بذرها با دست در تاریخ‌های کاشت مشخص صورت گرفت و بلافاصله پس از کاشت آبیاری (آزمایش به‌صورت دیم انجام شد و چون در زمان کاشت بذرها بارندگی مؤثر در کرمانشاه رخ نداد تنها یک‌بار پس از کاشت بذر برای اطمینان از جوانه‌زنی، بذرها آبیاری شدند) انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز نیز به‌صورت دستی صورت گرفت.

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل چهار تاریخ کاشت (۵ مهر، ۲۳ مهر، ۱۱ آبان و ۲۹ اسفندماه)، سطوح مختلف از مخلوط کودهای (NPK) به نسبت‌های نیتروژن ۱۸ درصد، فسفر ۵۴ درصد و پتاسیم ۲۷ درصد، در چهار سطح شاهد (بدون کود)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از مخلوط کودی که هنگام کاشت به زمین اضافه شدند و فاکتور سوم نیز سه سطح مقدار بذر (۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم در هکتار) بودند که در شرایط آب و هوایی کرمانشاه اجرا گردید. رقم کاملینا مورد استفاده در این مطالعه رقم سهیل بود که از دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی تهیه شد. قبل از انجام کشت نمونه‌های مرکب به‌صورت تصادفی از خاک مزرعه تهیه شده ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت با روش‌های علمی و تأیید شده (استفان ۲۰۱۳)، تعیین شدند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی	کربن آلی	نیتروژن کل	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب
-	دسی زیمنس / متر					
	%					
لومی رسی	۷/۴	۰/۸۶	۰/۹۷	۰/۰۹۷	۴۸۰	۱۲

اصلی و فرعی، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه

به‌منظور بررسی نحوه اثر تیمارهای اعمال شده بر گیاه کاملینا بعد از انتخاب تصادفی ده بوته از هر کرت، صفات وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های

پس از حذف اثرات حاشیه مساحت یک مترمربع از دو ردیف میانی هر کرت برداشت شده و پس از جدا کردن دانه‌ها از بوته عملکرد دانه اندازه‌گیری و ثبت گردید.

قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس تیمارها با استفاده از آزمون لون به کمک نرم‌افزار SPSS 25، در سطح ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق برای مقایسه میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد و همچنین برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.6 استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد شاخه فرعی در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای تاریخ کاشت، مقدار بذر و مقدار کود بر تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی اثرات متقابل سه‌گانه تیمارها معنی‌دار نبود. همچنین تنها اثر متقابل دوگانه تاریخ کاشت و مقدار کود در سطح احتمال پنج درصد در این صفت معنی‌دار شد

(جدول ۲). افزایش میزان کاربرد بذر کاملینا در واحد سطح منجر به افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته شد به‌طوری‌که بالاترین تعداد شاخه فرعی در بوته به تعداد ۷/۱۲ شاخه در بوته با مصرف ۱۲ کیلوگرم بذر در هکتار به دست آمد. (جدول ۳). همچنین کشت دیرهنگام بذر موجب کاهش دوره رشد رویشی و کاهش تعداد شاخه فرعی در بوته شد. بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته در تاریخ کاشت ۲۳ مهر ماه به میزان ۸/۴۷ شاخه در بوته مشاهده شد (جدول ۳). مصرف کود نیز موجب افزایش رشد رویشی گیاه و در نتیجه افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته گیاه کاملینا شد. بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود NPK در هکتار و به میزان ۸/۶۳ شاخه در بوته مشاهده شد (جدول ۳). افزایش تعداد شاخه فرعی را می‌توان ناشی از افزایش رشد رویشی و ارتفاع ساقه و احتمالاً افزایش ماندگاری سطح سبز بوته‌ها دانست (جوشی و همکاران ۲۰۱۷) تأثیر مثبت مصرف کودهای شیمیایی در افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته وزن خشک اندام هوایی کاملینا در مطالعات قبلی گزارش شده است (ال‌غفور و همکاران، ۲۰۲۱؛ زارعی و همکاران ۲۰۲۱).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کاملینا

منابع تغییر	درجه آزادی ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	۱۵**	۲/۶۹**	۰/۹۷ns	۰/۳۹ns	۱۰۷۳ns
تاریخ کاشت	۳	۴۱۸۱**	۶۲/۹۱**	۱۲۳۸۵۹**	۱۷۲**	۹۶۱۳۸۹۸**
مقدار بذر	۲	۲۲۰**	۹/۶۷**	۲۴۷۴**	۱۲/۵۲**	۲۳۹۸۵**
مقدار کود	۳	۲۲۳۳**	۱۰۲**	۲۸۱۶۰**	۱۴۶**	۱۲۵۰۱۱۵**
تاریخ کاشت × مقدار بذر	۶	۱۲**	۰/۱ns	۹۴*	۰/۶۴ns	۳۲۸۶ns
تاریخ کاشت × مقدار کود	۹	۱۰۸**	۰/۷۱*	۱۴۵۴**	۱/۵۴**	۵۹۵۸۷**
مقدار بذر × مقدار کود	۶	۵/۵**	۰/۳۱ns	۳۹/۷۷ns	۰/۰۳ns	۱۰۰۵ns
تاریخ کاشت × مقدار بذر × مقدار کود	۱۸	۵/۶**	۰/۱۵ns	۱۰/۰۱ns	۰/۲ns	۱۱۲۲۵ns
خطا	۹۴	۱/۷۹	۰/۲۸	۳۷/۹۲	۰/۵۱	۵۰۱
ضریب تغییرات (%)	۱/۹۶	۷/۹۸	۲/۷۴	۶/۱۱	۱/۲۵	۲/۱

* و ** به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns غیر معنی‌دار می‌باشند.

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و مقدار کود مشخص شد که در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه و با کاربرد مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود NPK بالاترین تعداد شاخه فرعی در بوته به تعداد ۱۰/۷۷ شاخه فرعی به دست آمد و این تیمار با سایر تیمارهای آزمایش از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد تعداد شاخه فرعی

در بوته در تاریخ‌های کاشت پنج مهرماه، ۱۱ آبان ماه و ۲۹ اسفندماه با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود NPK به ترتیب ۸/۶۶، ۸/۲۲ و ۶/۸۸ بود و از این نظر بین دو تاریخ کاشت پنج مهرماه و ۱۱ آبان اختلاف معنی‌داری نداشت ولی این دو تاریخ کاشت با تاریخ کاشت ۲۹ اسفندماه دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند (جدول ۴).

جدول ۳. تأثیر تاریخ کاشت، مقدار بذر و مصرف کود بر روی تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه کاملینا

تیمارها	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)
۵ مهرماه	۶/۵۲b	۲۴۲b	۱۲/۲۲b	۱۱۸۹b
۲۳ مهرماه	۸/۴۷a	۲۷۵a	۱۴a	۱۲۶۰a
۱۱ آبان ماه	۶/۳۳b	۲۳۹c	۱۱/۹۴b	۱۱۸۴b
۲۹ اسفندماه	۵/۳c	۱۳۹d	۸/۷۷c	۶۱۸c
۴ کیلوگرم در هکتار	۶/۲۲c	۲۱۶c	۱۱/۲۵c	۱۰۴۶c
۸ کیلوگرم در هکتار	۶/۶۲b	۲۲۴b	۱۱/۷۲b	۱۰۶۴b
۱۲ کیلوگرم در هکتار	۷/۱۲a	۲۳۱a	۱۲/۲۷a	۱۰۷۸a
شاهد	۴/۶۶d	۱۹۲d	۹/۳d	۹۲۳d
۵۰ کیلوگرم در هکتار	۶/۰۸c	۲۱۵c	۱۱/۰۸c	۱۰۴۶c
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۷/۲۵b	۲۳۱b	۱۲/۶۱b	۱۱۰۶b
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۸/۶۳a	۲۵۸a	۱۴a	۱۱۷۷a

در هر ستون، میانگین‌هایی با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری در آزمون دانکن ندارند.

افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته در هر چهار تاریخ کاشت با افزایش میزان کاربرد کود NPK بیانگر اثر مثبت کاربرد این کود بر رشد رویشی بوته شده که به دنبال آن و با اثر مثبت بر رشد جوانه‌های جانبی تعداد شاخه فرعی در بوته نیز افزایش یافت و این افزایش در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه که تاریخ کاشت برتر برای گیاه کاملینا در منطقه بود بیشتر بود. زارعی و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه خود بر روی گیاه کاملینا عنوان داشتند که تعداد شاخه فرعی در بوته در تاریخ کاشت دیر هنگام منجر به کاهش تعداد شاخه فرعی در بوته شد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مبنی بر کاهش تعداد شاخه فرعی در بوته در تاریخ کاشت ۲۹ اسفندماه نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت مطابقت داشت. در تاریخ‌های

کاشت زودهنگام، طول دوره رشد گیاه افزایش یافته و گیاه فرصت کافی جهت رشد و توسعه اندام‌های خود داشته و در نتیجه تعداد شاخه فرعی در بوته به سبب دماهای مناسب در طول دوره رشد و عدم برخورد با دمای بالای آخر فصل افزایش می‌یابد (محقق و ابوطالبیان ۲۰۱۴). عدم برخورد دوره رشد گیاه با دماهای بالا و رشد در محدوده دمایی مطلوب سبب شده که رشد رویشی گیاه افزایش یافته و در نتیجه تعداد شاخه فرعی در بوته نیز افزایش می‌یابد و پس به سبب برخورد دوره گلدهی گیاه با دمای بالا و افزایش طول روز، دوره گلدهی کمتری در مقایسه با تاریخ کاشت اول داشتند به همین دلیل فرصت کافی برای افزایش ارتفاع و تولید جوانه‌های جانبی بیشتر در اختیار گیاه نبود. از

دلیل تأثیر زیاد این کود در رشد رویشی گیاه و همچنین افزایش استحکام ساقه‌های آن در برابر عوامل نامساعد محیطی و آفات و بیماری‌ها نسبت داد.

طرف دیگر افزایش در این مطالعه هرچند که تاریخ کاشت مناسب مانند ۲۳ مهرماه سبب شد که تعداد شاخه فرعی در بوته افزایش یابد، ولی مشاهده شد که افزایش میزان کاربرد کود NPK توانست تعداد شاخه فرعی در بوته را به‌طور خطی افزایش دهد که این افزایش را می‌توان به

جدول ۴. اثر متقابل تاریخ کاشت و مقدار مصرف کود بر روی تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه کاملینا

تیمارهای آزمایشی	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	تاریخ کاشت
شاهد	۴/۲ fg	۲۰۱ h	۱۰ h	۱۰۳۷ e	۵ مهرماه
۵۰	۶ de	۲۳۱ f	۱۲ f	۱۱۸۳ cd	
۱۰۰	۷/۲ c	۲۵۰ d	۱۳ e	۱۲۴۵ bc	
۱۵۰	۸/۷ b	۲۸۶ b	۱۴ bc	۱۲۹۳ b	
شاهد	۶/۶۶ d	۲۴۳ de	۱۲ f	۱۰۹۰ e	۲۲ مهرماه
۵۰	۷/۶۶ bd	۲۶۷ c	۱۳/۴ d	۱۲۴۰ bc	
۱۰۰	۸/۷۷ b	۲۸۳ b	۱۴/۸ b	۱۳۲۷ ab	
۱۵۰	۱۰/۸ a	۳۰۶ a	۱۶ a	۱۳۸۱ a	
شاهد	۴/۲۲ fg	۱۹۵ hi	۹/۲۳ i	۱۰۴۰ e	۱۱ آبان ماه
۵۰	۵/۷۷ e	۲۲۴ g	۱۱/۳ fg	۱۱۸۷ cd	
۱۰۰	۷/۱۱ c	۲۴۹ d	۱۳/۴ d	۱۲۲۴ c	
۱۵۰	۸/۲۲ b	۲۸۷ b	۱۴/۱ c	۱۲۸۷ b	
شاهد	۳/۵۵ g	۱۲۶ k	۵/۷۷ k	۵۲۴ h	۲۹ اسفندماه
۵۰	۴/۸۸ f	۱۳۷ jk	۷/۷۷ j	۵۷۳ gh	
۱۰۰	۵/۸۸ d	۱۴۲ j	۹/۸۸ hi	۶۳۰ g	
۱۵۰	۶/۸۸ cd	۱۵۲ j	۱۱/۷ f	۷۴۶ f	

در هر ستون، میانگین‌هایی با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری در آزمون دانکن ندارند.

تعداد خورجین در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای تاریخ و مقدار بذر و مقدار مصرف کود بر تعداد خورجین در بوته، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثرات متقابل سه‌گانه تیمارهای آزمایشی بر تعداد خورجین در بوته معنی‌دار نبود ولی اثر متقابل دوگانه تاریخ کاشت و مقدار بذر و همچنین تاریخ کاشت و مقدار مصرف کود به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). بیشترین تعداد خورجین در بوته در تاریخ کاشت ۲۳ مهر ماه به میزان ۲۷۵ خورجین در هر بوته مشاهده شد و با

کشت دیر هنگام کاملینا به دلیل کاهش زمان لازم برای رشد رویشی از تعداد خورجین در بوته کاسته شد (جدول ۳). افزایش مقدار بذر موجب افزایش تعداد خورجین در بوته کاملینا شد و بیشترین تعداد خورجین در بوته در مقدار بذر ۱۲ کیلوگرم در هکتار به میزان ۲۳۱ خورجین در بوته مشاهده شد (جدول ۳). افزایش مصرف مخلوط کودی موجب افزایش رشد رویشی گیاه و در نهایت افزایش تعداد خورجین در بوته شد. بیشترین کمترین تعداد خورجین در بوته به ترتیب با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم مخلوط کودی در هکتار و بدون مصرف کود به

میزان ۲۵۸ و ۱۹۲ خورجین در بوته اندازه‌گیری گردید (جدول ۳).

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش مشخص شد که در بین تاریخ‌های مختلف کشت تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه دارای بیشترین تعداد خورجین در بوته بود. همچنین نتایج نشان داد در هر چهار تاریخ کاشت افزایش میزان کاربرد کود NPK سبب شد که تعداد خورجین در بوته بیشتری تشکیل گردد. بر این اساس مشخص شد که افزایش میزان کاربرد کود NPK تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش تعداد خورجین در بوته گردید به‌طوری‌که بالاترین تعداد خورجین در بوته به تعداد ۳۰۶ خورجین در بوته در تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه حاصل گردید و این تیمار با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود (جدول ۴).

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و مقدار بذر مشخص شد که هرچند که در بین هر چهار تاریخ کاشت مختلف، بالاترین تعداد خورجین در بوته در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه به دست آمد و کمترین میزان آن نیز در تاریخ کاشت ۲۹ اسفندماه حاصل گردید، افزایش میزان کاربرد بذر در هر چهار تاریخ کاشت نیز منجر به افزایش تعداد خورجین در بوته شد. در بین همه تیمارهای آزمایش بالاترین تعداد خورجین در بوته در تیمار کاربرد ۱۲ کیلوگرم در هکتار بذر کاملینا و در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه به تعداد ۲۸۱ خورجین در بوته به دست آمد و این تیمار با سایر تیمارهای آزمایش به جز تیمار کاربرد هشت کیلوگرم در هکتار بذر کاملینا در همین تاریخ کاشت (۲۷۵ خورجین در بوته) فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود (جدول ۵).

جدول ۵. اثر متقابل تاریخ کاشت و مقدار بذر بر تعداد خورجین در بوته کاملینا

تیمارهای آزمایشی			تیمارهای آزمایشی		
تعداد خورجین در بوته	تاریخ کاشت	مقدار بذر ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	تعداد خورجین در بوته	تاریخ کاشت	مقدار بذر ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
۲۲۸ fg	۴		۲۳۳ f	۴	
۲۴۰ de	۸	۱۱ آبان ماه	۲۴۲ de	۸	
۲۴۹ d	۱۲		۲۵۱ c	۱۲	
۱۳۵ hi	۴		۲۶۹ b	۴	
۱۳۹ hi	۸	۲۹ اسفندماه	۲۷۵ ab	۸	
۱۴۳ h	۱۲		۲۸۱ a	۱۲	

در هر ستون، میانگین‌هایی با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری در آزمون دانکن ندارند

تحقیقات نشان داده است که در گیاه کاملینا تعداد خورجین بارور در بوته عامل اصلی تأثیرگذار بر عملکرد دانه می‌باشد (یانکوفسکی و همکاران ۲۰۱۹). در این مطالعه مشاهده شد که در سطوح مختلف کودی و سطوح مختلف تیمار مقدار بذر بالاترین تعداد خورجین در بوته در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه به دست آمد و تأخیر در کاشت منجر به کاهش تعداد خورجین در بوته در سطوح مختلف کودی و بذری شد. کاشت دیر هنگام موجب

مصادف شدن گلدهی و نمو خورجین‌ها با شرایط نامساعد محیطی از قبیل درجه حرارت بالا و کاهش رطوبت گشته و تعدادی از گل‌ها عقیم مانده و ریزش می‌یابند. گیاه در اثر دمای بالای محیط نیاز حرارتی خود را در زمان کمتری تأمین می‌کند و در این حالت طول دوره گلدهی کمتر شده و پتانسیل تولید خورجین کاهش می‌یابد (مولینا و همکاران ۲۰۰۵؛ والیا و همکاران ۲۰۱۸). تحقیقات نشان داده است که در گیاه کاملینا تعداد

بالاترین تعداد دانه در خورجین به تعداد ۱۶ دانه در خورجین شکل بگیرد و این تیمار با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود (جدول ۴). در این زمینه زارعی و همکاران (۲۰۲۱) نیز کاهش تعداد دانه در خورجین با تأخیر در کاشت را گزارش نمودند، ضمن اینکه استفاده از کود شیمیایی مانند نیتروژن به سبب تأمین مواد غذایی مورد نیاز رشد گیاه، تعداد مقصدهای فتوسنتزی (دانه‌ها) را افزایش داده و به‌نوبه خود منجر به انتقال کارآمد فرآورده‌های فتوسنتز در طول تشکیل دانه‌ها می‌شود (یوسف و همکاران ۲۰۱۶). افزایش تعداد دانه در خورجین در گیاه کاملینا با افزایش میران کاربرد کودهای شیمیایی از قبیل سولفات آمونیوم در برخی از مطالعات گزارش شده است (امیری دربان و همکاران ۲۰۲۱).

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای تاریخ کاشت، مقدار بذر و مقدار کود بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد اثرات متقابل تیمارها بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بالاترین میزان ارتفاع بوته گیاهان کاملینا در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه و با کاربرد ۱۲ کیلوگرم بذر در هکتار و همچنین مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود NPK در هکتار به میزان ۹۱ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۶). به‌طورکلی نتایج نشان داد که در هر چهار تاریخ کاشت و در سطوح مختلف کودی افزایش میزان کاربرد بذر از ۴ تا ۱۲ کیلوگرم در هکتار سبب شد که میزان ارتفاع بوته نیز افزایش یابد. از طرفی در هر چهار تاریخ کاشت و در سطوح مختلف بذری افزایش میزان مصرف کود NPK تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سبب شد که میزان ارتفاع بوته نیز افزایش یابد. باین‌حال در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه بالاترین میزان ارتفاع بوته مشاهده شد و تأخیر در تاریخ کاشت تا ۲۹ اسفندماه سبب شد که میزان ارتفاع بوته نیز به‌طور معنی‌داری کاهش یابد (جدول ۶).

خورجین بارور در بوته عامل اصلی تأثیرگذار بر عملکرد دانه می‌باشد (یانکوفسکی و همکاران ۲۰۱۹). مصرف کودهای شیمیایی منجر به افزایش تعداد خورجین در بوته می‌شود، تأخیر در کاشت تعداد خورجین در بوته را کاهش می‌دهد که نتایج آن‌ها با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت (امیری دربان و همکاران ۲۰۲۰؛ جوشی و همکاران، ۲۰۱۷؛ زارعی و همکاران ۲۰۲۱).

تعداد دانه در خورجین

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تنها اثرات ساده تیمارهای آزمایشی بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و اثرات متقابل سه‌گانه تیمارهای آزمایشی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). افزایش میزان مقدار بذر در واحد سطح سبب شد که تعداد دانه در خورجین نیز افزایش یابد. بر این اساس مشخص شد که بیشترین تعداد دانه در خورجین در تیمار کاربرد ۱۲ کیلوگرم بذر در هکتار به تعداد ۱۲/۲۷ دانه در خورجین مشاهده شد (جدول ۳). نتایج نشان داد با کاربرد ۴ و ۸ کیلوگرم بذر در هکتار به ترتیب تعداد ۱۱/۲۵ و ۱۱/۷۲ دانه در خورجین شکل بگیرد که با تیمار کاربرد ۱۲ کیلوگرم بذر در هکتار دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند (جدول ۳). تأخیر در تاریخ کاشت نیز سبب شد که تعداد دانه در خورجین کاهش یابد و کمترین تعداد دانه در خورجین (۸/۷۷ دانه در خورجین) در تاریخ کاشت ۲۹ اسفند ماه حاصل گردید (جدول ۳). از آنجا که دانه مخزن مواد فتوسنتزی است هرچه تعداد دانه بیشتر باشد ذخیره مواد فتوسنتزی افزایش یافته و منجر به افزایش عملکرد می‌گردد اما کاشت دیر هنگام باعث می‌شود طول دوره گلدهی کمتر شده و پتانسیل تولید دانه نیز کاهش یابد (محقق و ابوطالبیان ۲۰۱۴). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل مشخص شد که هرچند که با افزایش میزان کاربرد کود NPK تعداد دانه در خورجین نیز افزایش یافت ولی در سطوح مختلف کودی بالاترین تعداد خورجین دانه در خورجین در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه حاصل شد. بر این اساس مشخص شد که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود NPK در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه سبب شد که

آخر فصل است (یانکوفسکی و همکاران ۲۰۱۹). این در حالی است که افزایش میزان مصرف کود NPK نیز موجب افزایش میزان ارتفاع بوته در تاریخ‌های کاشت مطلوب می‌شود (حسینی بلیانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ رسول و همکاران ۲۰۱۳). در مطالعه‌ای مشابه روی گیاه کاملینا مشخص شد که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم کلسیم سوپر فسفات و ۶۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم توانست ارتفاع بوته کاملینا را نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دهد و مصرف ۱۰۰ درصدی این مقدار از این مخلوط کودی نسبت به مصرف ۵۰ درصد از این مخلوط کودی توانست ارتفاع بوته را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد (ال‌غفور و همکاران ۲۰۲۱).

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات سه‌گانه تیمارهای تاریخ و مقدار بذر و مقدار مصرف کود بر وزن هزار دانه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد در هر چهار تاریخ کاشت افزایش میزان بذر و میزان کود کاربردی منجر به افزایش وزن هزار دانه گیاه کاملینا شد. همچنین مشخص شد که در هر چهار سطح کود NPK افزایش میزان کاربرد بذر مصرفی منجر به افزایش وزن هزار دانه گیاه کاملینا گردید. از طرفی در هر سه سطح از مقدار بذر مصرفی افزایش میزان کاربرد کود NPK تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش وزن هزار دانه گیاه کاملینا شد. در سطوح مختلف مقدار کود و مقدار بذر نیز بالاترین میزان وزن هزار دانه در گیاه کاملینا متعلق به تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه بود به‌طوری‌که در بین همه تیمارهای آزمایش تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود NPK به همراه کاربرد ۱۲ کیلوگرم بذر کاشته شده در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه بالاترین میزان وزن هزار دانه به میزان ۱/۵۶ گرم را حاصل نمود و این تیمار با تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود به همراه ۸ کیلوگرم بذر کاشته شده در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه (۱/۵۲ گرم) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت، ولی با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف معنی‌دار بود. (جدول ۶).

در مطالعه زارعی و همکاران (۲۰۲۱) نیز بیشترین میزان ارتفاع بوته کاملینا به میزان ۸۳/۷۶ سانتی‌متر در تاریخ کاشت ۱۵ آبان ماه به دست آمد و تأخیر در تاریخ کاشت منجر به کاهش ارتفاع بوته شد. آن‌ها همچنین عنوان داشتند که در تاریخ کاشت نامناسب و عدم مصرف کود نیتروژن کمترین میزان ارتفاع بوته به میزان ۵۸/۴۶ سانتی‌متر حاصل شد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه هم‌خوانی داشت (زارعی و همکاران، ۲۰۲۱). با افزایش میزان مصرف بذر در واحد سطح تراکم بوته در واحد سطح افزایش می‌یابد و با افزایش نفوذ نور با طول‌موج بلندتر به درون کنوپی گیاهی و ایجاد پدیده نور پخش، رشد رویشی بوته افزایش یافته و در نتیجه منجر به افزایش ارتفاع بوته می‌شود (مولینا و همکاران ۲۰۰۵). به گفته این محققین افزایش میزان کاربرد بذر در واحد سطح منجر به افزایش تراکم بوته می‌شود و ضمن اینکه شرایط را برای رشد علف‌های هرز در واحد سطح سخت می‌کند، منجر به افزایش نفوذ نور به درون کنوپی گیاهی شده و با دریافت این نور توسط فیتوکروم گیاهی، رشد رویشی نسبت به رشد زایشی افزایش می‌یابد که موجب به تأخیر افتادن رشد زایشی و افزایش ارتفاع بوته می‌شود (مظاهری و مجنون حسینی ۲۰۰۵).

در پژوهش دیگری، گیاه در زمان مطلوب خود کشت شد. دوره رشد طولانی‌تر فرصت کافی برای استفاده از شرایط رشد از جمله نور، رطوبت و دمای مناسب در طول دوره رشد رویشی و زایشی کاملینا را فراهم کرد و عدم برخورد مراحل حساس گلدهی و دانه‌بندی گیاه با دمای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، سبب افزایش ساخت مواد فتوسنتزی و در نهایت افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته کاملینا شد (زارعی و همکاران ۲۰۲۱). برخی دیگر از محققین نیز عنوان داشتند که تأخیر در کاشت منجر به کاهش طول دوره رویشی شده که به دنبال این کاهش طول دوره رشد میزان ارتفاع بوته نیز کاهش می‌یابد (برتی و همکاران ۲۰۱۱).

همچنین در برخی دیگر از مطالعات عنوان شده است که از دلایل مهم افزایش ارتفاع بوته در تاریخ‌های کاشت زودهنگام، طولانی‌تر شدن دوره رشد گیاه به سبب دمای مناسب در طول دوره رشد و عدم برخورد با دمای بالای

جدول ۶. اثرات متقابل سه‌گانه تاریخ کاشت، مقدار بذر و مقدار مصرف کود بر ارتفاع بوته و وزن هزار دانه کاملینا

تاریخ کاشت	مقدار بذر (kg.ha ⁻¹)	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (g)	تاریخ کاشت	مقدار بذر (kg.ha ⁻¹)	ارتفاع بوته (cm)	وزن هزار دانه (g)
۱/۱۴ f	۶۰de	شاهد	۱/۲۵ de	۱/۰۹ g	۵۸e	شاهد	۱/۲۹ d
۱/۲۵ de	۶۱de	۵۰	۱/۲۹ d	۱/۲ e	۶۲de	۵۰	۱/۳۵ cd
۱/۲۹ d	۷۳cd	۱۰۰	۱/۳۵ cd	۱/۲۹ d	۶۸cd	۱۰۰	
۱/۳۵ cd	۷۹c	۱۵۰		۱/۳۵ cd	۸۰bc	۱۵۰	
۱/۲۱ e	۶۰de	شاهد	۱/۲۱ e	۱/۱۰ fg	۵۹e	شاهد	۱/۲۷ d
۱/۲۷ d	۶۶d	۵۰	۱/۲۷ d	۱/۲۴ de	۶۴de	۵۰	۱/۳۰ d
۱/۳۰ d	۷۶c	۱۰۰	۱/۳۰ d	۱/۳۰ d	۷۰cd	۱۰۰	۱/۴۰ c
۱/۴۰ c	۸۲b	۱۵۰		۱/۴۰ c	۸۲bc	۱۵۰	
۱/۲۱ e	۶۱de	شاهد	۱/۲۱ e	۱/۱۱ fg	۶۰de	شاهد	۱/۲۸ d
۱/۲۸ d	۶۹cd	۵۰	۱/۲۸ d	۱/۲۴ de	۶۶d	۵۰	۱/۳۳ cd
۱/۳۳ cd	۷۸c	۱۰۰	۱/۳۳ cd	۱/۳۱ d	۷۹cd	۱۰۰	۱/۴۲ c
۱/۴۲ c	۸۴b	۱۵۰		۱/۴۲ c	۸۷ab	۱۵۰	
۰/۵۱ l	۴۸fg	شاهد	۰/۵۱ l	۱/۲۷ de	۶۵d	شاهد	۰/۶۱ k
۰/۶۱ k	۵۱f	۵۰	۰/۶۱ k	۱/۳۶ cd	۷۲cd	۵۰	۰/۷۱ j
۰/۷۱ j	۵۳ef	۱۰۰	۰/۷۱ j	۱/۴۱ c	۷۸c	۱۰۰	۰/۷۹ hi
۰/۷۹ hi	۵۴ef	۱۵۰		۱/۴۹ b	۸۷ab	۱۵۰	
۰/۵۴ kl	۴۹fg	شاهد	۰/۵۴ kl	۱/۳۰ d	۶۹d	شاهد	۰/۶۸ j
۰/۶۵ jk	۵۱f	۵۰	۰/۶۵ jk	۱/۳۹ cd	۷۴cd	۵۰	۰/۷۶ hi
۰/۷۵ i	۵۴ ef	۱۰۰	۰/۷۵ i	۱/۴۲ c	۸۲b	۱۰۰	۰/۸۶ h
۰/۸۳ h	۵۶ e	۱۵۰		۱/۵۲ ab	۹۰a	۱۵۰	
۰/۵۷ k	۵۰f	شاهد	۰/۵۷ k	۱/۳۶ cd	۷۰c	شاهد	۰/۶۸ j
۰/۶۸ j	۵۳ef	۵۰	۰/۶۸ j	۱/۴۰ c	۷۸c	۵۰	۰/۷۶ hi
۰/۷۶ hi	۵۴ef	۱۰۰	۰/۷۶ hi	۱/۴۶ bc	۸۴b	۱۰۰	۰/۸۶ h
۰/۸۶ h	۵۷e	۱۵۰		۱/۵۶ a	۹۱a	۱۵۰	

در هر ستون، میانگین‌هایی با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری در آزمون دانکن ندارند.

تاریخ کاشت مطلوب کاربرد کود نیتروژن منجر به افزایش وزن هزار دانه شد ولی در تاریخ کاشت دیر هنگام کاربرد کود نیتروژن وزن هزار دانه در گیاه کاملینا را کاهش داد.

تأخیر در کاشت وزن هزار دانه کاملینا را کاهش داد و علت کاهش وزن دانه در کشت‌های دیر هنگام به این دلیل است که مرحله پر شدن دانه با افزایش شدید درجه حرارت محیط مواجه شده بوده و در نتیجه طول دوره پر شدن دانه نیز کاهش یافته که منجر به کاهش وزن هزار دانه شد. در این رابطه، اعتقاد بر این است که در اثر

وزن دانه به سرعت و طول دوره پر شدن دانه وابسته بوده و از دو منبع فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای تأمین می‌شود (نظری و همکاران ۲۰۱۸). در این مطالعه افزایش میزان کاربرد کود NPK به همراه افزایش میزان کاربرد بذر جهت کاشت منجر به افزایش وزن هزار دانه در گیاه کاملینا شد ضمن اینکه این افزایش وزن در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه بیشتر از سه تاریخ کاشت دیگر بود. در هر چهار تاریخ کاشت افزایش میزان کاربرد کود NPK منجر به افزایش وزن هزار دانه شد. این در حالی بود که زراعی و همکاران (۲۰۲۱) عنوان داشتند که در

گرمای زیاد، تنفس شدید شده و میزان مواد متابولیکی ذخیره‌ای کاهش می‌یابد. همچنین گرما مکانیسم انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها را تحت تأثیر قرار داده و سبب پر شدن ناقص دانه‌ها می‌گردد که در نتیجه آن وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد (صفرا و همکاران ۲۰۱۶). در واقع وزن هزار دانه نیز به عنوان یکی از صفات مهم تعیین‌کننده عملکرد نیز می‌تواند از محیط تأثیر پذیرد و کشت دیر هنگام منجر به کاهش آن گردد. استفاده مناسب از کود تعداد مقصدهای فرآورده‌های فتوسنتزی (دانه‌ها) حاصل از رشد رویشی را افزایش داده که باعث می‌شود فرآورده‌های فتوسنتزی به موقع به دانه‌ها انتقال یافته و در نتیجه وزن دانه‌ها نیز افزایش می‌یابد (حسنی بلیانی و همکاران ۲۰۲۰). برای استفاده کافی از نور برای تولید بیوماس و دانه، گیاه باید ذخیره کافی از نیتروژن را در برگ‌های خود داشته باشد که کاربرد نیتروژن می‌تواند منجر به فراهم نمودن نیتروژن قابل‌دسترس گیاه باشد (سالواگیوتی و همکاران ۲۰۰۸). امیری دربان و همکاران (۱۳۹۹) افزایش وزن هزار دانه در گیاه کاملینا در اثر کاربرد کود سولفات آمونیوم را گزارش نمودند.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای تاریخ و مقدار بذر و مقدار مصرف کود بر عملکرد دانه، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثرات متقابل سه‌گانه تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود اما اثر متقابل دوگانه تاریخ کاشت و مقدار کود بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد بهترین تاریخ کاشت بذر برای افزایش عملکرد دانه، ۲۳ مهر ماه بود. بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۲۶۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه به میزان ۶۱۸ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ کاشت دیر هنگام ۲۹ اسفند به دست آمد (جدول ۳). با افزایش مصرف مخلوط کودی، عملکرد دانه افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم مخلوط کودی در هکتار به میزان ۱۱۷۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه علیرغم دمای نسبتاً بالای ابتدای فصل که موجب عدم

یکنواختی رشد گیاهچه‌ها تا پیش از گلدهی کاملینا شد، در زمان گلدهی و دانه‌بندی، به سبب بهره‌مندی کاملینا از دمای مناسب (زیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد، شکل‌های ۱ و ۲) در اواخر بهمن، اسفند و ابتدای فروردین موجب طولانی‌تر شدن دوره گلدهی، دانه‌بندی، افزایش تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین وزن هزار دانه کاملینا شد و در نهایت عملکرد بالاتری نسبت به دو تاریخ کاشت دیر هنگام داشت. در تاریخ کاشت دیر هنگام اگرچه در دوره رشد رویشی از دمای مناسب برخوردار بود اما مصادف شدن دوره دانه‌بندی با دماهای بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دهه دوم فروردین و ابتدای اردیبهشت، رسیدگی محصول سریع‌تر گشته و موجب کاهش وزن هزار دانه و پوکی دانه‌ها، کاهش ارتفاع بوته، تعداد خورجین وزن هزار دانه شده و پتانسیل تولیدی گیاه را در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام کاهش داد. تاریخ کاشت می‌بایست گیاه را در تمامی مراحل رشدی از دماها و طول روز مناسب برخوردار کند. کاشت دیر هنگام در مناطقی با دمای آخر فصل بالا احتمال برخورد مراحل حساس گلدهی و دانه‌بندی را با گرمای آخر فصل افزایش داده و منجر به کاهش عملکرد می‌گردد (دوری و همکاران ۲۰۱۶).

با افزایش میزان کاربرد کود NPK در هر چهار تاریخ کاشت عملکرد دانه در واحد سطح نیز افزایش یافت. همچنین در سطوح مختلف کاربرد کود NPK بالاترین میزان عملکرد دانه در تاریخ کاشت دوم یعنی تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه حاصل گردید. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که در بین همه تیمارهای آزمایش بالاترین میزان عملکرد دانه به میزان ۱۳۸۱ کیلوگرم در تاریخ کاشت ۲۳ مهرماه و به همراه کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود NPK حاصل گردید و این تیمار با تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود NPK در همان تاریخ کاشت (۱۳۲۷ کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت ولی تفاوت آن با سایر تیمارهای آزمایش از نظر آماری معنی‌دار بود. میزان عملکرد دانه در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه تاریخ کاشت ۵ مهرماه، ۱۱ آبان ماه و ۲۹ اسفند ماه نیز به ترتیب ۱۲۹۳، ۱۲۸۷ و ۷۴۶ کیلوگرم در هکتار بود که بین دو تاریخ

همزمان با سایر کودها منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه می‌گردد (زوبر ۲۰۰۳) که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت.

همبستگی بین صفات

نتیجه حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات نشان داد ارتفاع بوته با صفاتی از قبیل تعداد شاخه فرعی در بوته ($r=0/86$)، تعداد خورجین در بوته ($r=0/96$)، تعداد دانه در خورجین ($r=0/90$)، وزن هزار دانه ($r=0/89$) و عملکرد دانه ($r=0/89$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. همچنین بر طبق این نتایج مشخص شد که همبستگی بین تعداد شاخه فرعی در بوته با صفات تعداد خورجین در بوته ($r=0/77$)، تعداد دانه در خورجین ($r=0/85$)، وزن هزار دانه ($r=0/69$) و عملکرد دانه ($r=0/69$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. صفاتی از قبیل تعداد دانه در خورجین ($r=0/88$)، وزن هزار دانه ($r=0/96$) و عملکرد دانه ($r=0/95$) نیز با صفت تعداد خورجین در بوته دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. همچنین بر طبق این نتایج مشخص شد که تعداد دانه در خورجین با صفات زن هزار دانه ($r=0/85$) و عملکرد دانه ($r=0/84$) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. در نهایت نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین صفات نشان داد وزن هزار دانه با صفت عملکرد دانه ($r=0/98$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. لازم به ذکر است که همه همبستگی‌های یاد شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۷).

کاشت ۵ مهرماه و ۱۱ آبان ماه از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی هر دو تاریخ کاشت یاد شده با تاریخ کاشت ۲۹ اسفندماه دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند. (جدول ۴).

کاملینا در شرایط مختلف آب و هوایی و خاک، پاسخ‌های متفاوتی به کود نیتروژن می‌دهد و برخی شرایط محیطی یک منطقه مانند دما پتانسیل عملکرد محصول را در پاسخ به نیتروژن محدود می‌کند (مالهی و همکاران ۲۰۱۴). در مطالعه دیگری، حداکثر عملکرد کاملینا به دلیل افزایش تعداد خورجین در بوته و در کشور لهستان با کاربرد ۴۰/۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش شده است، درحالی‌که افزایش نیتروژن تا ۵۴/۴ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت (یانکوفسکی و همکاران ۲۰۱۹). در آزمایشی دیگر گزارش گردید که عملکرد کاملینا با افزایش کود نیتروژن تا میزان ۳۴/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت (جوشی و همکاران ۲۰۱۳). از طرف دیگر کاربرد کود پتاسیم در قالب کود NPK در افزایش میزان عملکرد دانه اثر مستقیم داشته است زیرا پتاسیم مقاومت گیاه را در برابر شرایط محیطی نامساعد را افزایش داده و از این طریق بر عملکرد دانه اثر مستقیم دارد (چاکمک ۲۰۰۵). در تحقیقی با بررسی کاربرد سولفات پتاسیم بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کلزا تحت شرایط تنش خشکی انتهای فصل (قطع آبیاری از مراحل گلدهی و خورجین دهی به بعد) گزارش شده است که عملکرد دانه کلزا به‌طور معنی‌داری تحت شرایط کاربرد سولفات پتاسیم افزایش می‌یابد (فراهانی و همکاران ۲۰۱۹). در گیاه کاملینا کاربرد کود نیتروژن به‌تنهایی و یا با مصرف

جدول ۷. همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در گیاه کاملینا رقم سهیل

ارتفاع بوته					
تعداد شاخه فرعی در بوته					
تعداد خورجین در بوته					
تعداد دانه در خورجین					
وزن هزار دانه					
عملکرد دانه					
۱	۰/۸۶***	۱	۰/۷۷***	۱	۰/۸۸***
۱	۰/۹۶***	۰/۸۵***	۱	۰/۸۵***	۱
۱	۰/۹۰***	۰/۶۹***	۰/۸۹***	۰/۹۶***	۰/۸۴***
۱	۰/۸۹***	۰/۶۲***	۰/۹۵***	۰/۹۸***	۱

* و ** به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد و NS غیر معنی‌دار می‌باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که به‌کارگیری مدیریت دقیق تاریخ کاشت، تراکم بذر و میزان کود می‌تواند اثر قابل‌توجهی بر بهبود عملکرد دانه و اجزای عملکرد گیاه کاملینا در شرایط دیم داشته باشد. در میان تاریخ‌های کاشت بررسی‌شده، تاریخ ۲۳ مهرماه با توجه به انطباق مراحل رشد گیاه با شرایط اقلیمی منطقه، بهترین کاشت برای دستیابی به عملکرد بهینه بود. همچنین افزایش مقدار بذر تا ۱۲ کیلوگرم در هکتار باعث بهبود شاخص‌های رشدی مانند تعداد شاخه فرعی و خورجین در بوته شد. مصرف کود NPK به‌ویژه در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر مثبت قابل‌توجهی بر همه اجزای عملکرد، به‌ویژه در تاریخ کاشت بهینه داشت. این مطالعه بر اهمیت توجه به تاریخ کاشت مناسب و مصرف متعادل نهاده‌های زراعی برای تولید پایدار کاملینا در اقلیم نیمه مرطوب و سرد کرمانشاه تأکید دارد. با این حال، پیشنهاد می‌شود این یافته‌ها در مطالعات چندساله و در سایر مناطق با شرایط متفاوت اقلیمی تأیید و تکمیل شوند تا توصیه‌های زراعی دقیق‌تری برای کشاورزان ارائه گردد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاران دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند صمیمانه تشکر می‌کنیم.

در این مطالعه مشاهده شد که با افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و همچنین وزن هزار دانه، میزان عملکرد دانه در گیاه کاملینا نیز افزایش یافت. افزایش ارتفاع بوته خود منجر به افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته می‌گردد چون ناشی از شرایط مساعد رشدی برای گیاه است. با افزایش تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته نیز افزایش یافت. با افزایش تعداد دانه در خورجین و همچنین افزایش وزن دانه، در نهایت عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد و بیانگر این مطلب است که این صفات از اجزای عملکرد نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد دانه در گیاه کاملینا دارند. برخی دیگر از مطالعات عنوان داشتند که تعداد دانه در خورجین، وزن دانه، تعداد خورجین در بوته یا واحد سطح عوامل مهم و تعیین‌کننده تولید دانه کاملینا هستند که با عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار هستند (جیانگ و کالدول ۲۰۱۶). خورجین روی بوته با دارا بودن پوسته سبز خود فتوسنتز انجام داده و درصدی از مواد لازم برای پر شدن دانه را فراهم می‌کند (شیرانی راد و همکاران ۲۰۱۳). از طرفی، سطح خورجین به‌عنوان یک سطح فتوسنتزی فعال از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و کاهش طول خورجین عملکرد دانه را به‌طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد (قره‌چایی و همکاران ۲۰۱۹).

منابع مورد استفاده

- Abbasi MK., Tahir MM, Azam W, Abbas Z, and Rahim N. 2012. Soybean yield and chemical composition in response to phosphorus-potassium nutrition in Kashmir. *Agronomy Journal*, 104 (5): 1476-1484. <https://doi.org/https://doi.org/10.2134/agronj2011.0379>
- Afshar RK, Mohammed YA and Chen C. 2016. Enhanced efficiency nitrogen fertilizer effect on camelina production under conventional and conservation tillage practices. *Industrial Crops and Products*, 94: 783-789. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.043>
- Ahmed Z. 2016. Characterization and evaluation of camelina (*Camelina sativa crantz* L.) as a potential oilseed crop under water limited environment, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan. <http://pr.hec.gov.pk/jspui/handle/123456789/7755>
- Amiri Darban N, Nourmohammadi G, Rad AHS, Mirhadi SMJ and Heravan IM. 2020. Potassium sulfate and ammonium sulfate affect quality and quantity of camelina oil grown with different irrigation regimes.

- Industrial Crops and Products, 148: 112308.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112308>
- Amiri Darban N, Nourmohammadi G, Shirani Rad AH, Mirhadi SMJ and Majidi Heravan I. 2021. Evaluation of the response of physiological and seed and oil yields of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) to the application of ammonium and potassium sulfates under late-season drought stress. Iranian Journal of Field Crop Science, 52 (4): 87-99. <https://doi.org/https://doi.org/10.22059/ijfcs.2020.308214.654746>
- Berti M, Wilckens R, Fischer S, Solis A and Johnson B. 2011. Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. Industrial Crops and Products, 34 (2): 1358-1365. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.008>
- Bronson KF, Hunsaker DJ and Thorp KR. 2019. Nitrogen fertilizer and irrigation effects on seed yield and oil in camelina. Agronomy Journal, 111 (4): 1712-1719. <https://doi.org/https://doi.org/10.2134/agronj2018.10.0644>
- Cakmak I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 168 (4): 521-530. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jpln.200420485>
- Czarnik M, Jarecki W and Bobrecka Jamro D. 2017. The effects of varied plant density and nitrogen fertilization on quantity and quality yield of *Camelina sativa* L. Emirates Journal of Food and Agriculture, 29 (12): 988-993. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2017.v29.i12.1569>
- Doori S, Telavat M, Siadat S and Bakhshandeh A. 2016. Effect of nitrogen foliar application on canola yield (*Brassica napus* L.) and nitrogen efficiency across different sowing dates. Iranian Journal of Field Crops Research, 14 (3): 484-493.
- El-Ghafour AESA, Ahmed SEL, Saber FH and Omnia GH. 2021. Response of Camelina sativa oil to different levels of NPK and compost fertilizers. Journal of Ecological Engineering, 22 (7): 260-270. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12911/22998993/139162>
- Estefan G. 2013. Methods of soil, plant, and water analysis: a manual for the West Asia and North Africa region. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-7599-9056>
- Farahani S, Majidi Heravan E, Shirani Rad AH and Noormohammadi G. 2019. Effect of potassium sulfate on quantitative and qualitative characteristics of canola cultivars upon late-season drought stress conditions. Journal of Plant Nutrition, 42 (13): 1543-1555. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1628987>
- Flagella Z, Rotunno T, Tarantino E, Di Caterina R and De Caro A. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronomy, 17 (3): 221-230. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00012-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00012-6)
- Gharechaei N, Paknejad F, Rad HS, Tohidloo G and Jabbari H. 2019. Study of late season drought stress and planting date on some agronomic traits of advanced winter canola genotypes. Environmental Stresses in Crop Sciences, 12 (1): 181-195. <https://doi.org/https://doi.org/10.22077/ESCS.2018.1208.1247>
- Hasani Balyani M, Tadayon M and Fadaei Tehrani A. 2020. Evaluation of some growth and yield traits of *Camelina sativa* L. under the influence of biological and chemical fertilizers. Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing, 10 (1): 39-51.
- Iqbal MA. 2014. Improving the growth and yield of Canola (*Brassica napus* L.) with seed treatment and foliar sprays of Brassica (*Brassica naups* L.) and moringa (*Moringa olifera* L.) leaf extracts. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 14 (10): 1067-1073.
- Jankowski KJ, Sokolski M and Kordan B. 2019. Camelina: Yield and quality response to nitrogen and sulfur fertilization in Poland. Industrial Crops and Products, 141: 111776. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111776>

- Jiang Y and Caldwell CD. 2016. Effect of nitrogen fertilization on camelina seed yield, yield components, and downy mildew infection. *Canadian Journal of Plant Science*, 96 (1): 17-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/cjps-2014-0348>
- Jiang Y, Caldwell CD, Falk KC, Lada RR and MacDonald D. 2013. Camelina yield and quality response to combined nitrogen and sulfur. *Agronomy Journal*, 105 (6): 1847-1852. <https://doi.org/https://doi.org/10.2134/agronj2013.0240>
- Joshi SK, Ahamada S, Meher LC, Agarwal A and Nasim M. 2017. Growth and yield response of camelina sativa to inorganic fertilizers and farmyard manure in hot semi-arid climate of India. *Advances in Plants and Agriculture Research*, 7 (3): 305-309.
- Karčauskienė D, Sendžikienė E, Makarevičienė V, Zaleckas E, Repšienė R and Ambrazaitienė D. 2014. False flax (*Camelina sativa* L.) as an alternative source for biodiesel production. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101 (2): 161-168. <https://doi.org/https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.021>
- Karunakaran V, Rammohan J, Chellamuthu V and Poonghuzhalan R. 2010. Effect of integrated nutrient management on the growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea*) in coastal region of Karaikal. *Indian journal of Agronomy*, 55 (2): 128-132. <https://doi.org/https://doi.org/10.59797/ija.v55i2.4729>
- Kiani S, Siadat SA, Telavat MM and Poshtdar A. 2018. Morphological response, grain yield and essential oil of three fennel ecotypes to different times of planting. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 16 (3): 641-650. <https://doi.org/https://doi.org/10.22067/gsc.v16i3.69515>
- Kiefer M, Schmickl R, German DA, Mandáková T, Lysak MA, Al-Shehbaz IA, Franzke A, Mummenhoff K, Stamatakis A and Koch MA. 2014. BrassiBase: introduction to a novel knowledge database on Brassicaceae evolution. *Plant and Cell Physiology*, 55 (1): e3. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/pcp/pct158>
- Končius D and Karčauskienė D. 2010. The effect of nitrogen fertilisers, sowing time and seed rate on the productivity of *Camelina sativa*. *Zemdirbyste-Agriculture*, 97 (4): 37-46.
- Leclère M, Lorent AR, Jeuffroy MH, Butier A, Chatain C and Loyce C. 2021. Diagnosis of camelina seed yield and quality across an on-farm experimental network. *European Journal of Agronomy*, 122: 126190. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126190>
- Li Y, Vail SL, Arcand MM and Helgason BL. 2023. Contrasting nitrogen fertilization and Brassica napus (canola) variety development impact recruitment of the root-associated microbiome. *Phytobiomes Journal*, 7 (1): 125-137. <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/PBIOMES-07-22-0045-R>
- Malhi S, Johnson E, Hall L, May W, Phelps S and Nybo B. 2014. Effect of nitrogen fertilizer application on seed yield, N uptake, and seed quality of *Camelina sativa*. *Canadian Journal of Soil Science*, 94 (1): 35-47. <https://doi.org/https://doi.org/10.4141/cjss2012-086>
- Mazaheri D and Majnoon Hosseini N. 2005. *Fundamentals of General Agriculture*. Tehran University Press.
- McVay K and Lamb P. 2008. Camelina production in Montana Montana State University.
- Mohagheghi A and Aboutalebian MA. 2014. Study of Sowing Date and Seed Priming Effect on Seed Yield, Its Components and Some of Agronomic and Qualitative Properties of Two Spring Canola Cultivars in Hamedan. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12 (3): 516-525. <https://doi.org/https://doi.org/10.22067/gsc.v12i3.24226>
- Molina R, Valero M, Navarro Y, Guardiola J and Garcia-Luis A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientia horticulturae*, 103 (3): 361-379. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.06.005>
- Qamarnia H, Kahrizi D and Ahmadvandi HR. 2019. Camelina: A Low-Risk and Adaptable Plant. Razi University.

- Rasool FU, Hasan B, Aalum I and Ganie S. 2013. Effect of nitrogen, sulphur and farmyard manure on growth dynamics and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under temperate conditions. Scientific Research and Essays, 8 (43): 2144-2147. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5897/SRE2013.5618>
- Ren T, Lu J, Li H, Zou J, Xu H, Liu X and Li X. 2013. Potassium-fertilizer management in winter oilseed-rape production in China. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 176 (3): 429-440. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jpln.201200257>
- Safara N, Telavt M, Siadat S, Koochekzadeh A and Mousavi S. 2016. Effect of sowing date and sulfur on yield, oil content and grain nitrogen of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in autumn cultivation. Iranian Journal of Field Crops Research, 14 (3): 438-448.
- Salvagiotti F, Cassman KG, Specht JE, Walters DT, Weiss A and Dobermann A. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. Field Crops Research, 108 (1): 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.03.001>
- Salve Y and Gunjal B. 2011. Effect of different levels of phosphorus and potassium on summer groundnut (*Arachis hypogaea* L.). International Journal of Agricultural Sciences, 7 (2): 352-355. <http://www.hindagrihorticulturalsociety.co.in/>
- Sawan ZM., Hafezb SA, Basyony AE and Abou-El-Ela RA. 2007. Cottonseed: protein, oil yields, and oil properties as influenced by potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus. Grasas y Aceites, 58 (1): 40-48. <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/gya.2007.v58.i1.7>
- Shirani Rad A, Abbasian A and Aminpanah H. 2013. Evaluation of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars for resistance against water deficit stress. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (2): 266-273.
- Solis A, Vidal I, Paulino L, Johnson BL and Berti MT. 2013. Camelina seed yield response to nitrogen, sulfur, and phosphorus fertilizer in South Central Chile. Industrial Crops and Products, 44: 132-138. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.005>
- Urbaniak S, Caldwell C, Zheljzkov V, Lada R and Luan L. 2008. The effect of cultivar and applied nitrogen on the performance of *Camelina sativa* L. in the Maritime Provinces of Canada. Canadian Journal of Plant Science, 88 (1): 111-119. <https://doi.org/https://doi.org/10.4141/CJPS07115>
- Walia MK, Wells MS, Cubins J, Wyse D, Gardner RD, Forcella F and Gesch R. 2018. Winter camelina seed yield and quality responses to harvest time. Industrial Crops and Products, 124: 765-775. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.08.025>
- Wang J, Li H, Huang X, Hu W, Wang S and Zhou Z. 2023. Phosphorus application affected cottonseed kernel yield and nutritional quality by improving oil yield and quality of two cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars differing in phosphorus sensitivity. Field Crops Research, 291: 108778. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108778>
- Wen G, Ma BL, Luce MS, Liu K, Mooleki PS, Crittenden S, Gulden R, Semach G, Tiege P and Lokuruge P. 2023. Optimizing nitrogen fertilization for hybrid canola (*Brassica napus* L.) production across Canada. Field Crops Research, 302: 109048. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109048>
- Yousaf M, Li X, Zhang Z, Ren T, Cong R, Ata-Ul-Karim ST, Fahad S, Shah AN and Lu Ji. 2016. Nitrogen fertilizer management for enhancing crop productivity and nitrogen use efficiency in a rice-iilseed rape rotation system in China. Frontiers in Plant Science 7: 1496. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01496>
- Zarei S, Hassibi P, Kahrizi D and Safieddin Ardebili SM. 2021. Effect of nitrogen application on camelina (*Camelina sativa*) oil seed yield and yield components at different planting dates. Iranian Journal of Field Crops Research, 19 (4): 311-325. <https://doi.org/https://doi.org/10.22067/jcsc.2021.37179.0>
- Zubr J. 2003. Dietary fatty acids and amino acids of *Camelina sativa* seed. Journal of Food Quality, 26 (6): 451-462. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2003.tb00260.x>