


Response of camellia yield and yield components to planting date and distance in Mazandaran province

Faezeh Zaefarian^{1*} , Hamidreza Ghorbani², Parastoo Majidian³, Mohammad Kaveh⁴

1. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran
3. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran
4. Ph.D Graduated Student of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Citation: Zaefarian, F., Ghorbani, H.R., Majidian, P., & Kaveh, M. (2023) Response of camellia yield and yield components to planting date and distance in Mazandaran province. *Plant Productions*, 46(3), 427-440.

Abstract

Introduction

The production of oilseeds plays a significant role in saving currency, accelerating the process of economic development, security and food independence of the country. Camellia (*Camelina sativa* L. Crantz) from Brassicaceae family, is able to grow in different weather and soil conditions and requires less water, fertilizer and pesticides than other oilseeds. Therefore, the current research was conducted with the aim of introducing this plant and evaluating its yield potential and cultivation compatibility in Mazandaran.

Materials and Methods

This experiment was carried out as factorial based on randomized complete block design in four replications at Bayekola Agricultural Research Station (Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Training Center). Six sowing dates (November 5, November 21, December 5, December 21, January 4 and January 19) and five planting distances (15, 20, 25, 30, and 35 cm) were selected as the study factors.

Results and Discussion

* Corresponding Author: Faezeh Zaefarian

E-mail: fa_zaefarian@yahoo.com



The results of analysis of variance showed that the treatments of planting distance and planting date had a significant effect on different traits of camellia plant. Plant height, number of sub-branches and biological yield were influenced by the interaction effect of the studied factors. The highest plant height values were observed on the planting date of November 15 and at 20 and 30 cm intervals (125.5 and 124.75 cm, respectively). Also, the characteristics of seed yield, days to flowering, days to maturity, the number of seeds in a pod and 1000 grain weight were affected by sowing date factor, and the traits of days to flowering, days to maturity and 1000 grain weight were affected by planting distance factor.

Conclusion

In the field of seed production and obtaining more seed yield, although the planting dates of November 5 to December 5 did not have significant differences with each other; but the planting date of November 21 is the best possible planting date due to the highest seed yield and the higher number of seeds in the pod. Also, the treatment combination of planting distance of 25 cm and planting date of December 5 with high biological yield can be a suitable treatment combination.

Keyword: Bayekola, Days to flowering, Food security, 1000 Grain weight, Seed yield

پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد کاملینا به تاریخ و فاصله کاشت در استان مازندران

فائزه زعفریان^{*ID}، حمیدرضا قربانی^۱، پرستو مجیدیان^۲، محمد کاوه^۳

- ۱- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
- ۲- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
- ۳- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.
- ۴- دانش آموخته دکتری گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

چکیده

تولید دانه‌های روغنی، نقش به‌سزایی در صرفه‌جویی ارزی، تسریع روند توسعه اقتصادی، امنیت و استقلال غذایی کشور ایفاء می‌نماید. کاملینا (*Camelina sativa L. Crantz*)، قادر است در شرایط مختلف آب و هوایی و خاک رشد نماید و نسبت به سایر دانه‌های روغنی نیاز کمتری به آب، کود و آفت‌کش‌ها دارد. لذا، پژوهش حاضر با هدف معرفی این گیاه و ارزیابی پتانسیل عملکرد و سازگاری کشت آن در سال ۱۳۹۹ به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بایج کلا (مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران) اجرا شد. شش تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱ و ۱۵ آذر، ۱، ۱۵ و ۳۰ دی ماه) و پنج فاصله کاشت (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ سانتی‌متر) به عنوان عامل‌های مورد مطالعه انتخاب شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فاصله کاشت و تاریخ کاشت، اثربخشی معنی‌داری در ویژگی‌های کاملینا داشت. ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر اثر متقابل تیمارهای مورد مطالعه قرار گرفتند. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۱۵ آبان ماه و در فواصل ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر (به ترتیب ۱۲۵/۵ و ۱۲۴/۷۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. همچنین عملکرد دانه، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه تحت تاثیر تاریخ کاشت و نیز تعداد روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی و وزن هزار دانه تحت تاثیر فاصله کاشت قرار گرفتند. در زمینه تولید دانه و دستیابی به عملکرد دانه بیشتر، اگرچه تاریخ‌های کاشت ۱۵ آبان لغایت ۱۵ آذر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند؛ ولی تاریخ کاشت ۱ آذر به سبب بیشترین عملکرد دانه و نیز تعداد دانه در کپسول بالاتر، بهترین تاریخ کاشت ممکن بود.

کلید واژه‌ها: امنیت غذایی، بایج کلا، روز تا گلدهی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه

* نویسنده مسئول: فائزه زعفریان

مقدمه

با توجه به واردات بیش از ۸۵ درصدی روغن مورد نیاز کشور به عنوان یک کالای اساسی در سبد خانوار (Helali, 2020) و همچنین اهمیت دانه‌های روغنی به عنوان دومین ذخائر غذایی جهان پس از غلات، انجام تحقیقات گسترده در زمینه انواع دانه‌های روغنی ضروری می‌باشد. روغن‌های نباتی تولید شده به‌طور عمده از دانه‌های روغنی نظیر سویا (*Glycine max* (L.) Merrill)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، پنبه (*Gossypium herbaceum* L.)، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) به‌دست می‌آید. امروزه صنعت روغن‌کشی جزء صنایع راهبردی محسوب می‌شود و در ایران نیز اراضی قابل کشت وسیع و زمینه‌های مساعدی برای کشت دانه‌های روغنی وجود دارد؛ اما متأسفانه بر اساس آمارهای موجود هنوز بیش از ۹۵ درصد روغن مورد نیاز کشور از خارج تامین می‌شود. با وجود این گیاهان روغنی رایج مانند سویا، آفتابگردان و کلزا علی‌رغم مزیت‌های فراوان، خود دارای محدودیت‌هایی از جنبه‌های مختلف کشت و شرایط اقلیمی می‌باشند و احتیاجات بالایی نسبت به آب و نهاده‌ها دارند (Kahrizi et al., 2018). بنابراین نیاز به ارزیابی محصولات روغنی جدید با سازگاری بیشتر و احتیاجات کمتر به شدت احساس می‌شود.

کاملینا دانه روغنی کمتر شناخته شده‌ای است که در بیشتر نقاط جهان به عنوان علف هرز تصور می‌گردد (Belayneh et al., 2015). گیاه دارویی-روغنی کاملینا یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی خانواده براسیکاسه می‌باشد. این گیاه به دلیل دارا بودن ۵۰ تا ۶۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع مورد توجه بوده و به جهت دارا بودن اسیدهای چرب امگا ۳ در درمان سرطان مفید است (Raziei et al., 2016). کاملینا به دلیل داشتن آلفا-توکوفرول‌ها و ویتامین E بالا به افزودن هیچ‌گونه افزودنی برای افزایش ماندگاری روغن نیاز ندارد و به‌علاوه به دلیل پایین بودن اسیدهای چرب اشباع، می‌تواند به عنوان روغن خوراکی با کیفیت بالا در نظر گرفته شود (Ghamkhar et

al., 2019). این گیاه قادر به رشد در شرایط آب و هوایی و خاک‌های مختلف می‌باشد و نسبت به سایر دانه‌های روغنی به آب، کود و آفت‌کش نیاز کمتری دارد (Moser and Vaughn, 2010; Zanetti et al., 2017; Kurasiak-Popowska et al., 2018). لذا، این گیاه را می‌توان در خاک‌هایی که کیفیت پایینی دارند کشت کرد. گیاه کاملینا موجب غنی‌سازی تنوع زیستی در زمین‌های زراعی می‌گردد. این گیاه قادر است در شرایط مختلف آب و هوایی و خاک رشد نماید و در مقایسه با سایر گیاهان دانه روغنی نیاز کمتری به آب، کود، آفت‌کش‌ها و مقاومت بیشتری به سرما دارد (Rostami Ahmadvandi et al., 2021).

تاریخ کاشت اهمیت بسزایی در دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و افزایش کمیت و کیفیت روغن در کاملینا، دارد (Toncea et al., 2013). تاریخ کاشت بر شرایط محیطی نظیر دما، رطوبت قابل دسترس در خاک و طول روز موثر بوده که به دنبال آن بر شاخص‌های رشد گیاه اثر می‌گذارد (Musavi et al., 2021). انتخاب درست تاریخ کاشت، سبب انطباق مراحل نمو گیاه با شرایط مطلوب محیطی شده که در نهایت موجب افزایش فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه می‌شود (Ehteshami et al., 2014). کاملینا از توانایی بالایی در جوانه زدن و رشد در دمای پایین برخوردار است (Rostami Ahmadvandi et al., 2021) از این‌رو امکان کشت این گیاه در مناطق معتدل و در شرایط نسبتاً خنک و به‌صورت بهاره امکان‌پذیر است. نتایج تحقیقی در ایالت مونتانا در آمریکا نشان داد که با کاشت در اواسط ماه مارس (۱۱ اسفند) تا اواخر آوریل (۱۱ اردیبهشت) عملکرد دانه کاملینا افزایش یافته و تاخیر در کاشت کاهش شدید عملکرد را در پی داشت (McVay and Lamb, 2008). افزایش طول دوره‌ی رشد و افزایش تعداد درجه روز رشد می‌تواند کارایی مصرف آب، عملکرد دانه، روغن و ترکیب روغن را تحت تاثیر قرار دهد. طی پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که تاریخ کاشت پاییزه و تراکم ۳۳ بوته در متر مربع برای حصول عملکرد

به سایر تراکم‌های گیاهی برتری نشان داد (Koochaki *et al.*, 2020). محققان اظهار داشتند که اگر تعداد بوته در واحد سطح مناسب باشد، شرایط رشد و دریافت نهاده‌های رشد مناسب‌تر شده و به دنبال آن گرده افشانی و تلقیح به‌طور کامل انجام می‌گردد؛ همچنین دانه‌بندی بهتر صورت گرفته و در نتیجه تعداد کل دانه یعنی ظرفیت تجمعی مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد (Badvan and Alavi Fazel, 2021).

معرفی گونه‌های جدید گیاهی و ارزیابی پتانسیل عملکرد و سازگاری کشت آنها در مقایسه با ارقام زراعی موجود در استان مازندران می‌تواند راهکار مناسبی جهت برطرف‌سازی معضلات موجود مرتبط با گیاه و تغییر احتمالی الگوی کشت به‌شمار آید. لذا پژوهش حاضر با هدف تعیین بهترین تاریخ و فاصله کاشت جهت افزایش عملکرد و اجزای عملکرد کاملینا در شرایط آب و هوایی استان مازندران اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر تاریخ کاشت و فاصله کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیک کاملینا در استان مازندران، این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی باغ کلا (شهرستان نکا) وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران اجرا شد. بذر کاملینا رقم سهیل از بانک بذر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران تهیه شد. با توجه به ویژگی‌های گیاه، شش تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱ و ۱۵ آذر، ۱، ۱۵ و ۳۰ دی ماه) و پنج فاصله ردیف کاشت (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ سانتی‌متر) به‌عنوان عامل‌های مورد مطالعه انتخاب شد. عملیات تهیه بستر مطابق معمول و عرف منطقه در زمان کاشت با مساعد شدن هوا انجام و سپس بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) و طبق توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، کودهای نیتروژن،

بیشتر کاملینا نسبت به تاریخ کاشت بهاره و تراکم‌های بیشتر مناسب‌تر می‌باشد (Asadi *et al.*, 2018). در مطالعه‌ای دیگر محققین اظهار داشتند که کشت پاییزه کاملینا عملکرد دانه بیشتر و کیفیت روغن بهتر نسبت به کشت زمستانه داشته و تأخیر در کاشت، به‌ویژه در کشت زمستانه، باعث مصادف شدن مرحله پر شدن دانه‌ها با گرمای انتها فصل و کاهش عملکرد روغن دانه شد، در عین حال کشت زود هنگام زمستانه بیشترین بهره‌وری آب را داشت (Ahmadian Kooshkghazi and Madandoust, 2022). با توجه به اهمیت زمان کاشت در ترکیب اسیدهای چرب دانه‌های روغنی به‌نظر می‌رسد که تفاوت در ترکیب روغن دانه‌های کاملینا در سال‌ها و تاریخ‌های مختلف کاشت ناشی از برهم‌کنش عوامل زیست محیطی و ژنتیکی بر رشد و تولید محصول گیاه باشد (Ghamkhar *et al.*, 2019).

یکی از عوامل مهم در کاشت موفق گیاهان روغنی تعیین فاصله مناسب بین ردیف‌های کاشت می‌باشد؛ زیرا موجب فراهم‌سازی ترکیب مناسبی از عوامل محیطی جهت دستیابی به حداکثر عملکرد گیاه می‌گردد (Ijoyah *et al.*, 2015; Gholamhoseini *et al.*, 2023). نتایج ارزیابی اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر کنگد نشان داد که با کاهش فاصله بین ردیف‌های کاشت عملکرد کنگد افزایش می‌یابد. همچنین با کاهش جمعیت گیاهی از ۳۳۰ هزار تا ۸۰ هزار بوته در هکتار تعداد شاخه فرعی و کپسول در بوته افزایش یافت (Galiskan *et al.*, 2004). در بررسی تاثیر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه بر سه رقم کلزا، محققین اظهار داشتند که بیشترین عملکرد دانه و روغن کلزا در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب با میانگین ۴۴۷۰ و ۲۰۲۳/۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (Jozai *et al.*, 2017). در پژوهشی دیگر گزارش شد که با افزایش تراکم از ۴۰ تا ۱۹۰ بوته در مترمربع تعداد شاخه فرعی در بوته کلزا کاهش و ارتفاع بوته افزایش یافت. تراکم ۷۰ بوته در مترمربع از نظر تعداد دانه در خورجین، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد روغن نسبت

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت ۱۵ آبان ماه و در فواصل کاشت ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر (به ترتیب ۱۲۵/۵ و ۱۲۴/۷۵ سانتی‌متر) مشاهده شد. کمترین ارتفاع بوته نیز در ترکیبات تیماری ۳۰ سانتی‌متر (فواصل ۳۵ سانتی‌متر و ۳۰ سانتی‌متر (۹۳ و ۹۴/۲ سانتی‌متر) ملاحظه گردید (شکل ۱). در تمامی فواصل کاشت، با افزایش تاخیر در تاریخ کاشت، از ارتفاع بوته کاسته شد. به نظر می‌رسد دوره رشد طولانی‌تر در تاریخ کاشت اول فرصت کافی برای استفاده از شرایط رشد از جمله نور، رطوبت و دمای مناسب در طول دوره رشد رویشی و زایشی کاملینا را فراهم کرده است و عدم برخورد مراحل حساس گلدهی و دانه‌بندی گیاه با دمای بالا، سبب افزایش ساخت مواد فتوسنتزی و در نهایت افزایش رشد رویشی و ارتفاع کاملینا شده است. محققین اظهار داشتند که کاشت دیرهنگام سبب کاهش ارتفاع بوته در کلزا می‌شود، زیرا دوره رویش گیاه در تاریخ کاشت اول از عوامل مساعد مانند شرایط مطلوب تشعشع، دما و رطوبت برخوردار می‌باشد، ولی در کشت دیرهنگام، به علت افزایش دما و تنش رطوبت در آخر فصل رویش، گیاه از رشد نامطلوبی بهره‌مند است، به طوری که باعث کاهش ارتفاع بوته و کوتاه شدن طول ساقه می‌گردد (Ehteshami et al., 2014). در پژوهشی دیگر گزارش شد که در تاریخ‌های کاشت زودهنگام به‌علت رشد رویشی مناسب در گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) ارتفاع بوته‌ها بیشتر بود (Deka et al., 2015). به‌نظر می‌رسد که در فواصل ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر، ارتفاع بوته با در اختیار داشتن فضای بیشتر، دسترسی به منابع بیشتر و رقابت بین گونه‌ای کمتر افزایش داشته است که با نتایج پژوهش دیگری هم‌راستا می‌باشد (Sasmita et al., 2017).

فسفر و پتاسیم هر یک به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت پیش کاشت و همچنین میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌صورت سرک در اسفند ماه، به خاک اضافه شد. هر تیمار در کرتی شامل شش خط به طول شش متر در سال زراعی ۱۳۹۹ کشت شده و فاصله کرت‌ها از یکدیگر به‌صورت یک خط نکاشت تعیین شد. فاصله ردیف بر اساس تیمارهای مورد مطالعه و با تراکم ۴ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت به کار برده شد. عملیات داشت شامل آبیاری (نزولات جوی در پاییز) و مراقبت از محصول طبق دستورالعمل و به‌موقع انجام شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های گیاه قبل از برداشت نهایی و بعد از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد و ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند؛ برای تعیین عملکرد دانه، در هر کرت از ردیف‌های میانی پس از حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت در سطح ۴ متر مربع نمونه‌برداری صورت گرفت و عملکرد دانه و بیولوژیک اندازه‌گیری شد. برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فاصله و تاریخ کاشت، اثر معنی‌داری در ویژگی‌های کاملینا داشت (جدول ۲). ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی تحت تاثیر اثر متقابل سطوح مختلف تیمارهای مورد مطالعه قرار گرفتند. همچنین عملکرد دانه، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه تحت تاثیر تاریخ کاشت و نیز تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و وزن هزار دانه تحت تاثیر فاصله کاشت قرار گرفتند (جدول ۲).

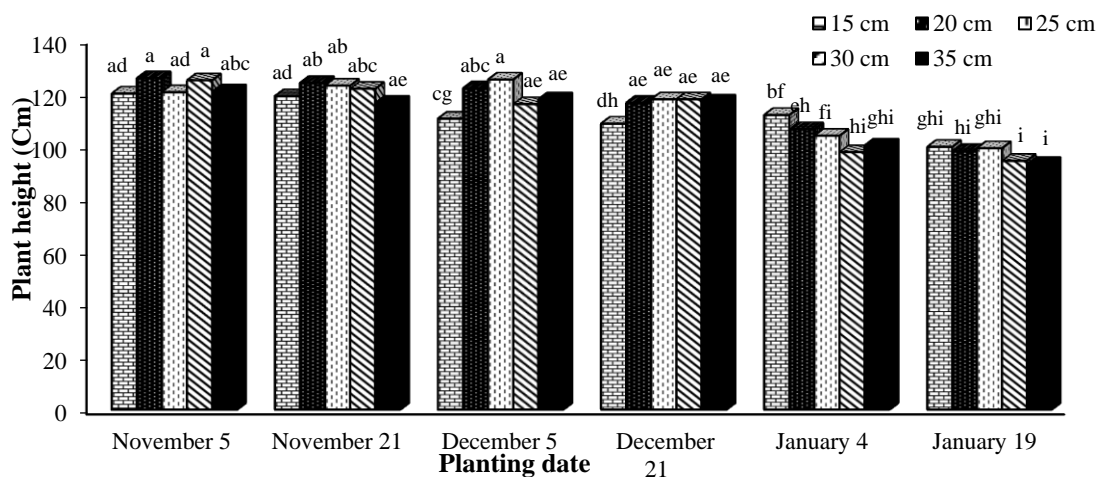
Table 1. Soil physico-chemical characteristics at the agricultural research stations of Bayekola

Soil texture	N	K	P	Zn	Organic Matter	Organic Carbon	TNV	Clay	Silt	Sand	EC	pH	
	%				(mg.kg ⁻¹)				%				(dS m ⁻¹)
Silty clay	0.04	121	5.9	1.13	2.30	1.34	26.5	55	40	5	0.52	7.6	

Table 2. Variance analysis of the effects of planting distance and sowing date on the studied traits

S.O.V	df	Plant height	Number of sub branch	Number of seed per pod	1000 seed weight	Grain yield	Biological yield	Days to flowering	Days to maturity
Block (R)	3	77.00	1.83	2.78	0.003	1543.83	11815.66	5.90	11.07
Planting distance (ds)	4	124.679*	7.69ns	2.38 ^{ns}	0.28**	0.079 ^{ns}	164725.92*	178.33**	179.57**
Sowing date (da)	5	2284.04**	21.43**	11.71**	0.26**	9340.22*	893293.29**	8335.19**	9511.80**
ds×da	20	95.194*	8.62*	0.63 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	1629.27 ⁿ _s	121549.81**	0.31 ^{ns}	0.32 ^{ns}
Error (E)	87	48.88	4.55	1.30	0.002	2140.76	7307.05	0.84	0.67
C.V (%)	-	6.19	18.63	18.63	13.7	15.3	13.7	19.75	13.48

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

**Figure 1. The effect of planting distance and sowing date on plant height**

سانتی متر مشاهده شد (۱/۲۳ گرم) (جدول ۳). به نظر می‌رسد در فاصله کاشت ۱۵ سانتی متر، رقابت بوته‌ها برای آب و مواد غذایی کمتر بوده؛ لذا طول دوره گلدهی و رسیدگی بالایی داشته و در نهایت موجب افزایش عملکرد می‌گردد. از طرفی افزایش تعداد دانه باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و کاهش وزن آنها می‌شود (Koochaki and Banyan, 1976). نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که کاهش تراکم بوته از طریق افزایش گل، غلاف و تعداد دانه در بوته منجر به کاهش سهم فتوسنتزی به هر کدام از دانه‌ها و کاهش اندازه و وزن هزار دانه می‌گردد (Asadipour and Haj Seyed Hadi, 2013).

همچنین نتایج نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در تاریخ کاشت ۱ دی (۱/۵۴ گرم) مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با دیگر تاریخ‌های کاشت داشت. تاریخ کاشت ۱۵ آذر در رتبه دوم و کمترین وزن هزار دانه نیز به تاریخ کاشت ۳۰ دی ماه (۱/۲۲ گرم) تعلق داشت (جدول ۳). علت کاهش وزن دانه در تاریخ کاشت ۳۰ دی ماه به این دلیل است که مرحله پر شدن دانه با افزایش شدید درجه حرارت محیط مواجه شده بود.

در این رابطه، اعتقاد بر این است که در اثر 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 (Safara et al., 2016). ذخیره مواد فتوسنتزی و به‌دنبال آن تعداد دانه در کپسول در تاریخ کاشت ۱ آذر ماه، بالاترین مقدار بود، در حالی که وزن هزار دانه در این تاریخ کاشت کاهش یافت (جدول ۲). در همین راستا گزارش شده است که افزایش تعداد دانه باعث کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و کاهش وزن آنها می‌شود (Koochaki and Banyan, 1976).

تعداد شاخه فرعی: نتایج نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در تاریخ کاشت ۱۵ دی ماه و در فواصل کاشت ۳۰ سانتی متر (۷/۵) و ۳۵ سانتی متر (۷) مشاهده شد (شکل ۲). همچنین، کمترین تعداد شاخه فرعی نیز در ترکیب تیماری تاریخ کاشت ۱۵ آبان و فاصله کاشت ۱۵ سانتی متر (۱/۲۵) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با بیشتر تیمارهای مورد مطالعه نداشت (شکل ۲). به نظر می‌رسد با افزایش فاصله ردیف کاشت، رقابت بین بوته‌ای زودتر اتفاق می‌افتد که این موضوع باعث محدود شدن شرایط مطلوب محیطی از جمله مواد غذایی و نور شده و سبب جلوگیری از تولید شاخه‌های فرعی می‌شود. به عبارت دیگر به دلیل عدم وجود فضای کافی در فواصل کاشت کمتر، بوته‌ها نمی‌توانند تعداد شاخه‌های جانبی بیشتری تولید کنند. کاهش تعداد شاخه جانبی در فواصل کاشت کمتر را می‌توان به کاهش میزان نفوذ نور در بخش‌های پایین پوشش گیاهی و عدم فعالیت جوانه‌های تشکیل‌دهنده‌ی شاخه نسبت داد که با نتایج سایر پژوهشگران نیز هم‌راستا می‌باشد (Jafari et al., 2010).

تعداد دانه در کپسول: بیشترین تعداد دانه در کپسول در تاریخ‌های کشت ۱ آذر ماه (۱۱/۸) و ۱۵ آبان و ۱۵ آذر ماه (۱۱/۶۵) مشاهده شد (جدول ۲). از آنجا که دانه مخزن مواد فتوسنتزی است، هرچه تعداد دانه بیشتر باشد ذخیره مواد فتوسنتزی افزایش پیدا می‌کند و به افزایش عملکرد منجر می‌گردد؛ اما کاشت دیر هنگام باعث می‌شود طول دوره گلدهی کمتر شده و پتانسیل تولید دانه نیز کاهش یابد (Mohagheghi and Abu Telebi, 2014) که با نتایج سایر محققین هم‌راستا می‌باشد (Ganjali and Fanaei, 2010; Farhadi et al., 2012).

وزن هزار دانه: در بررسی مقایسه میانگین اثرات تیمارهای آزمایش نتایج گویای این مطلب بود که بالاترین وزن هزار دانه در فاصله کشت ۳۰ سانتی متر مشاهده شد (۱/۵۳ گرم) که اختلاف معنی‌داری با دیگر سطوح تیماری داشت. فاصله کاشت ۲۵ سانتی متر در جایگاه بعدی قرار داشته و کمترین وزن هزار دانه نیز در فاصله کاشت ۱۵

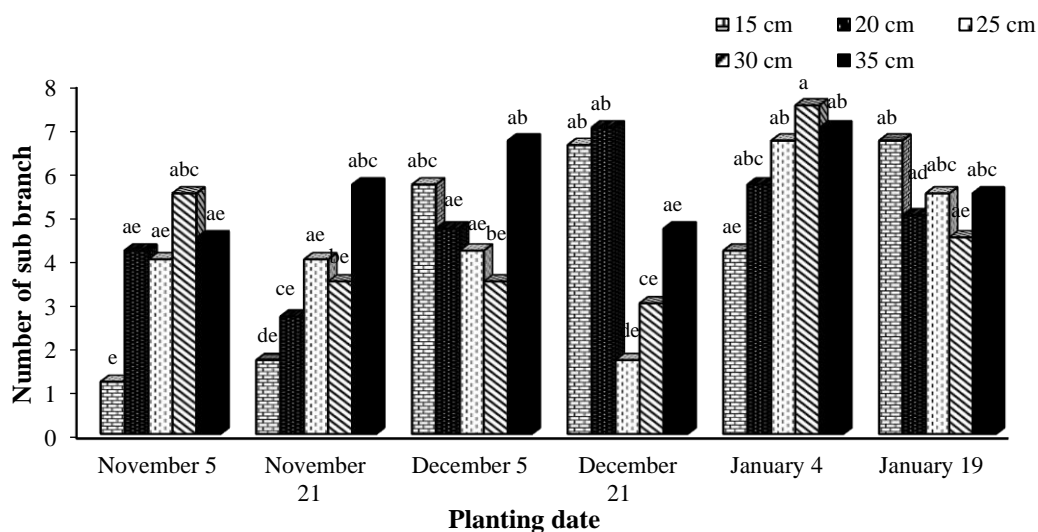


Figure 2. The effect of planting distance and sowing date on number of sub branch

Table 3. Mean comparisons for planting distance and sowing date effects on studied traits

Treatment	Number of seed per pod	1000 seed weight (g)	Grain yield (g.m ⁻²)	Days to flowering	Days to maturity
Sowing date					
November 5	11.6 ^{ab}	1.4 ^b	252.4 ^a	134.3 ^a	204.2 ^a
November 21	11.8 ^a	1.3 ^d	258.8 ^a	125.7 ^b	181.3 ^b
December 5	11.6 ^{ab}	1.4 ^b	249.3 ^a	114.8 ^c	174.3 ^c
December 21	11.0 ^{bc}	1.5 ^a	219.1 ^b	94.4 ^d	164.4 ^d
January 4	10.8 ^c	1.3 ^d	216.9 ^b	90.0 ^e	154.1 ^e
January 19	9.7 ^d	1.2 ^e	208.8 ^b	85.1 ^f	142.1 ^f
Planting distance (cm)					
15	-	1.2 ^d	-	110.4 ^a	173.1 ^a
20	-	1.2 ^d	-	109.4 ^b	172.0 ^b
25	-	1.43 ^b	-	107.2 ^c	170.0 ^c
30	-	1.5 ^a	-	106.5 ^d	169.0 ^d
35	-	1.3 ^c	-	103.4 ^e	166.1 ^e

Means by the uncommon letter in each column are significantly ($p \leq 0.05$) different.

عملکرد دانه

مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه کاملینا نشان داد که در بازه زمانی نیمه آبان ماه تا نیمه آذر ماه بیشترین عملکرد دانه به دست آمد و حداکثر مقدار آن (۲۵۸/۸۵ گرم در متر مربع) در کشت ابتدای آذر مشاهده شد که با تاریخ کاشت در ۱۵ آبان و ۱۵ آذر تفاوت معنی داری نداشت. کمترین عملکرد دانه نیز در تاریخ ۳۰ دی ماه به دست آمد (جدول ۳). تاخیر در کاشت (۳۰ دی) سبب کاهش ۱۹/۳۱ درصدی عملکرد دانه نسبت به بهترین تاریخ کاشت (۱ آذر) گردید. نکته مهم در این گیاه طیف وسیع تاریخ کاشت از آبان ماه تا دی ماه می باشد که توانایی کشاورزان در مدیریت کاشت را افزایش می دهد. از آنجا که دوران رشد رویشی و زایشی گیاه با دما، طول روز و تشعشعات خورشیدی تاریخ های کاشت مختلف انطباق می یابد، از این رو تاریخ کاشت نقش موثری در نمو، تولید زیست توده و در نهایت عملکرد گیاهان ایفاء می کند (Kiani *et al.*, 2020). به نظر می رسد در تاریخ کاشت دیر هنگام با کاهش فاصله سبز شدن گیاه تا گلدهی و همچنین گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک، گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب وارد فاز زایشی می شود و لذا کاهش دریافت انرژی نورانی توسط برگ ها، باعث کاهش عملکرد در تاریخ های کاشت دیر هنگام می گردد (Beatty *et al.*, 1982). در آزمایشی دیگر طی بررسی اثر تاریخ کاشت بر 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 به کاهش شدید عملکرد منجر شد؛ در حالی که در تاریخ کاشت زود هنگام دمای مناسب در دوران رشد رویشی و هوای خنک در دوره گلدهی و دانه بندی منجر به افزایش طول دوره موثر رشد گیاه گردید. این موضوع سبب شد بالاترین عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه، عملکرد

روغن و بیشترین زیست توده از تاریخ کشت های زود هنگام به دست آید (Berti *et al.*, 2011).

عملکرد بیولوژیک

بیشترین عملکرد بیولوژیک کاملینا در تیمار تاریخ کاشت ۱۵ آذر و فاصله کاشت ۲۵ سانتی متر (۱۷۸۵/۵ گرم در متر مربع) به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار ۱ آذر و فاصله کاشت ۱۵ سانتی متر (۱۷۶۱/۶۷ گرم در متر مربع) نداشت. در تمامی فواصل کاشت، عملکرد بیولوژیک در تاریخ کاشت ۱ آذر به حداکثر خود رسیده و با تاخیر در کاشت، روند نزولی میزان این ویژگی مشاهده شده و کمترین مقدار در تیمار تاریخ کاشت ۳۰ دی ماه و فاصله کاشت ۱۵ سانتی متر (۷۲۵/۵ گرم در متر مربع) به دست آمد (شکل ۳). به نظر می رسد با تأخیر در کاشت از طول دوره رویشی گیاه و دوره فتوسنتز فعال گیاه کاسته شده و در نتیجه ماده خشک کمتری در گیاه تجمع می یابد. در همین راستا در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دانه روغنی کاملینا در تاریخ های مختلف کاشت گزارش کردند که کشت دیر هنگام به دلیل برخورد مرحله زایشی با دمای بالای آخر فصل باعث کوتاه شدن دوره رشد کاملینا در تاریخ کاشت های دوم و سوم (۱۵ آبان و ۱۵ دی) شد (Zarei *et al.*, 2022). همچنین نتایج گویای این مطلب است که فاصله کاشت ۲۵ سانتی متر منجر به توزیع مطلوب تر شاخص سطح برگ و بهره وری بهتر جامعه گیاهی از نور و در نتیجه تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح گردیده است.

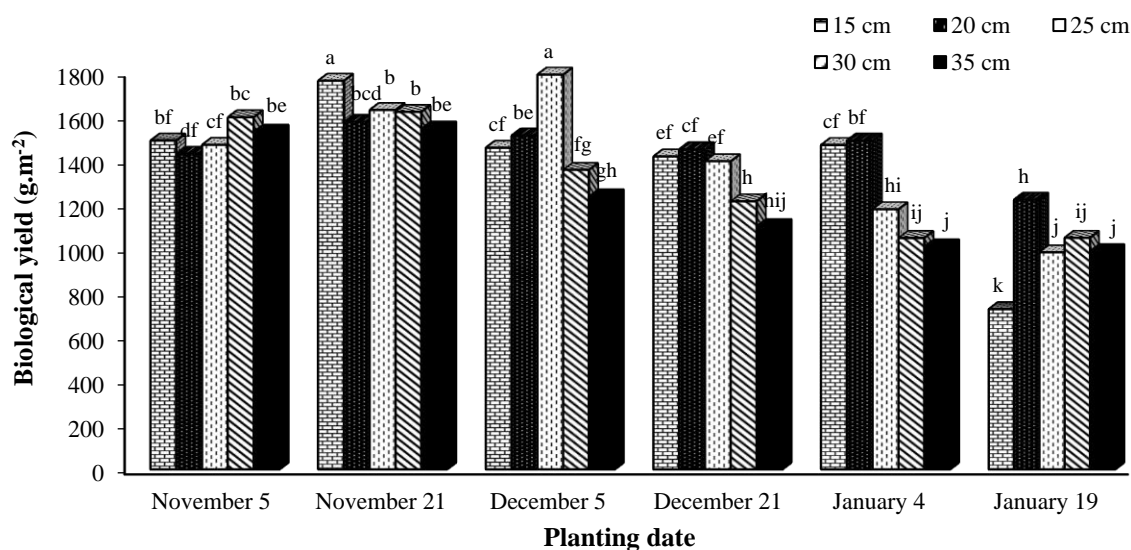


Figure 3. The effect of planting distance and sowing date on biological yield

کشت تاخیری کاملینا، اگرچه فرصت گیاه در پر کردن دانه و رسیدگی نهایی، کوتاه‌تر و کمتر می‌گردد ولی بر اساس نتایج عملکردی، کاشت کاملینا تا ۱۵ آذر ماه تاثیر معنی‌داری بر کاهش عملکرد دانه نداشته و گیاه می‌تواند خسارت ناشی از تاخیر کاشت را در عملکرد خود جبران کند (Majidian *et al.*, 2021).

نتایج گویای این مطلب بود که بین فاصله کاشت با تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی رابطه معکوسی وجود دارد؛ به نحوی که کمترین فاصله کاشت موجب شد تا بیشترین تعداد روز تا رسیدگی و گلدهی حادث گردد (جدول ۲). افزایش تراکم بوته سبب شده که شروع گلدهی زودتر از زمان مقرر رخ دهد که دلیل آن، رقابت بین بوته‌ها بر سر منابع موجود است. با افزایش تراکم بوته و در نتیجه افزایش رقابت بوته‌ها برای آب و مواد غذایی، گیاهان تمایل به تکمیل سریع چرخه زندگی خود و عدم برخورد با شرایط نامساعد و کمبود منابع غذایی را دارند. در واقع یک مکانیسم فیزیولوژیک در گیاهان زراعی سبب می‌شود که گیاهان حفظ بقاء و ادامه نسل خود را بر ادامه رشد و تولید بیشتر ترجیح دهند (Eskandari Torbaghan, 2016).

تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی

تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی نیز تحت تاثیر اثر تاریخ کاشت قرار گرفته و با تعویق زمان کاشت کاملینا، مقدار این ویژگی‌ها کاهش یافت. به طوری که مقایسه میانگین بین داده‌ها مشخص کرد که بیشترین تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی در تاریخ کشت ۱۵ آبان (به ترتیب با میانگین ۱۳۴/۳۵ و ۲۰۴/۲۵ روز)، و کمترین تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی در تاریخ کشت ۳۰ دی (به ترتیب با میانگین ۸۵/۱ و ۱۴۲/۱۵ روز)، مشاهده شد (جدول ۳). کاشت دیرهنگام موجب مصادف شدن گلدهی و نمو خورجینک‌ها 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 تامین می‌کند در این حالت طول دوره گلدهی کمتر می‌گردد (Zarei *et al.*, 2022). در همین راستا محققین گزارش کردند که تاخیر در کاشت گیاه کاملینا موجب کاهش تعداد روز تا گلدهی گردید؛ به گونه‌ای که حداکثر و حداقل تعداد روز تا گلدهی در کاملینا، به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آبان (۱۱۲/۳ روز) و تاریخ کاشت ۱۴ و ۲۴ دی (۷۵/۳۳ روز) می‌باشد. بر اساس نتایج، در

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که در زمینه تولید بذر و دستیابی به عملکرد دانه بیشتر، اگرچه تاریخ‌های کاشت ۱۵ آبان لغایت ۱۵ آذر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، ولی تاریخ کاشت ۱ آذر به‌سبب داشتن بالاترین عملکرد دانه و نیز تعداد دانه در کپسول بالاتر، بهترین تاریخ کاشت ممکن می‌باشد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که مراتب قدردانی و تشکر خود را از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌دلیل پشتیبانی مالی از این پژوهش در قالب طرح تحقیقاتی با شماره طرح ۰۵-۱۴۰۰-۰۱ و همچنین از تمام افرادی که در انجام این طرح پژوهشی ما را یاری کردند، به‌عمل آورند.

References

- Ahmadian Kooshkghazi, M.E., & Madandoust, M. (2022). Effect of planting date on growth, seed yield and oil quality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 24(1), 19-33. [In Persian]
- Asadi, M., Nasiri, Y., & Kahrizi, D. (2018). The effect of planting date and density on the yield and yield components of Camelina (*Camelina sativa* L.) in Maragheh. *Third National Conference on Organic Implantation and Proliferation Medicinal Plants*, 11 July, Orumieh. [In Persian]
- Asadipour, M., & Haj Seyed Hadi, M.R. (2013). Influence of vermicompost and plant density on some morphological traits and biological yield of mung bean (*Vigna radiata*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 5(3), 319-323.
- Badvan, H., & Alavi Fazel, M. (2021). Assessment of the low irrigation and change in plant density on water use efficiency and yield and yield components of maize (S.C 704). *Plant Productions*, 44(2), 271-282. [In Persian]
- Beatty, K.D., Eldridge, I.L., & Simpsonjr, A.M. (1982). Soybean response to different planting pattern and dates. *Crop, Soil and Environmental Sciences*, 74, 859-862.
- Belayneh, H.D., Wehling, R.L., Cahoon, E., & Ciftci, O.N. (2015). Extraction of omega-3-rich oil from *Camelina sativa* seed using supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids*, 104, 153-159.
- Berti, M., Wilckens, R., Fischer, S., Solis, A., & Johnson, B. (2011). Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. *Industrial Crops and Products*, 34(2), 135-136.
- Caliskan, S., Arslan, M., Arioglu, H., & Isler, N. (2004). Effect of planting method and plant population on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a Mediterranean type of environment. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(5), 610-613.
- Deka, K.K., Das Milu, R., Bora, P., & Mazumder, N. (2015). Effect of sowing dates and spacing on growth and cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in subtropical climate of Assam. *Indian Journal of Agricultural Research*, 49, 250-254.
- Ehteshami, S.M., Tehrani Aref, A., & Samadi, B. (2014). Effect of planting date on some phenological and morphological characteristics, yield and yield components of five rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 108, 111-120. [In Persian]
- Eskandari Torbaghan, M. (2016). The effect of seed rate on grain yield and some agronomic traits of spring sown canola under dryland farming conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 8(2), 149-158. [In Persian]
- Farhadi, N., Souri, M. K., & Omidbaigi, R. (2012). Effect of sowing date on yield, yield components and oil percentage of castor bean. *Journal of Crop Production*, 5(1), 89-104. [In Persian]

- Ganjali, H., & Fanaei, H. (2010). Effects of sowing date and plant density on yield and yield components of *Nigella sativa*. *Report on Research Project, University of Zahedan*, 98 pages. [In Persian]
- Ghamkhar, K., Croser, J., Aryamanesh, N., Campbell, M., Kon'kova, N., & Francis, C. (2019). Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as an alternative oilseed: molecular and ecogeographic analysis. *Genome*, 53(7), 558-567.
- Gholamhoseini, M., Danaei, A., & Falah Tosi, A. (2023). Determining the most suitable arrangement, planting density and sesame genotype in Bebbahan region. *Plant Productions*, 45(4), 575-587. [In Persian]
- Helali, A. (2020). Investigating the share of oilseeds produced domestically and imported in the supply of household oil consumption. *Research Institute of planning, Agricultural Economics and Rural Development Press*. 16 Pages. [In Persian]
- Ijoyah, M.O., Idoko, J.A., & Iorlamen, T. (2015). Effects of intra-row spacing of sesame (*Sesamum indicum* L.) and frequency of weeding on yields of maize-sesame intercrop in Makurdi, Nigeria. *International Letters of Natural Sciences*, 38, 16-26.
- Jafari, A.R., Ardakani, M.R., Dorri, H., Ghanbari, A.A., & Elkaee, M.N. (2010). Effect of plant spacing and plant density on yield and yield components of two white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) promising lines in presence and absence of weeds. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(1), 34-41. [In Persian]
- Jozi, S., Sadeghi, M., & Tohidi, M. (2017). Effect of plant density on grain yield and grain yield components of three Rapeseed hybrids under Dezful climate. *Journal of Plant Production Science*, 7(1), 1-9. [In Persian]
- Kahrizi, D., Rostami Ahmadvand, H., Lorestani, T., & Yari, P. (2018). Cultivation and development of the medicinal oil plant Camelina, an action towards sustainable development and preservation of the environment of Kermanshah province. *National Conference on Sustainable Development of Kermanshah Province, Kermanshah, December 9*. [In Persian]
- Kiani ghalehsard, S., Shahraki, J., Akbari, A., & Sardar shahraki, A. (2020). Investigating the effects of climate change on food security of Iran. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(22), 19-40. [In Persian]
- Koochaki, A., & Banyan, M. (1976). Physiology of crop plant performance. *University Jihad of Mashhad*.
- Koochaki, A.R., Azizi, M., Noroozian, A., & Najibnia, S. 2020. Evaluation of a wide range of plant density on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of Agroecology*, 12(1), 1-13. [In Persian]
- Kurasiak-Popowska, D., Tomkowiak, A., Człopińska, M., Bocianowski, J., Weigt, D., & Nawracała, J. 2018. Analysis of yield and genetic similarity of Polish and Ukrainian *Camelina sativa* genotypes. *Industrial Crops and Products*, 123, 667-675.
- Majidian, P., Ghorbani, H.R., & Rostami, H. (2021). Response of camelina plant (*Camelina sativa* L.) to different planting dates in Mazandaran province. *The 7th Scientific Research Conference on the Development and Promotion of Agricultural Sciences and Natural Resources of Iran*. 8 February, Tehran. [In Persian]
- McVay, K.A., & Lamb P.F. (2008). Camelina production in Montana. *MontGuide MT200701AG. Montana State Univ. Ext., Bozeman*.
- Moser, B.R., & Vaughn, S.F. (2010). Evaluation of alkyl esters from *Camelina sativa* oil as biodiesel and as blend components in ultra low-sulfur diesel fuel. *Bioresource Technology*, 101(2), 646-653.
- Musavi, S.F., Siahpoosh, M.R., & Sorkheh, K. (2021). Influence of sowing date and terminal heat stress on phenological features and yield components of bread wheat genotype. *Plant Productions*. 44(2), 157-170. [In Persian]
- Raziei, Z., Kahrizi, D., Rostami -Ahmadvandi, Falah, H.F., & Karami, F. (2016). Production and fatty acid characterization of DH1025 a doubled haploid *Camelina sativa* line. *International Conference on Researches in Science and Engineering*. 28 July 2016. Istanbul University, Turkey.
- Rostami Ahmadvand, H., Kahrizi, D., Ghobadi, R., & Abadi, A.A. (2021). Camelina, a unique oilseed with high tolerance to drought and cold. *Oilseed plants*. 2(2), 63-73. [In Persian]

- Safara, N., Moradi Telavat, M.R., Siadat, S.A., Koochekzadeh, A., & Mousavi, S.H. (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. [In Persian]
- Sasmita, P., Ghanashyam Singh, R., & Sanat Kumar, D. (2017). Performance of some promising genotypes of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) under varying levels of primary plant nutrients and row spacing. *International Journal of Agriculture Sciences*, 9, 4722-4724.
- Toncea, I., Necseriu, D., Prisecaru, B., Balint, L.N., Ghilvac M.I., & Popa. M. (2013). The seed's and oil composition of camelia – first camelina (*Camelina sativa* L. Crantz), Rom. *Biotechnology Letters*, 18(5), 8594-8602.
- Zanetti, F., Eynck, C., Christou, M., Krzyżaniak, M., Righini, D., Alexopoulou, E., & Monti, A. (2017). Agronomic performance and seed quality attributes of camelina (*Camelina sativa* L. crantz) in multi-environment trials across Europe and Canada. *Industrial Crops and Products*, 107, 602-608.
- Zarei, Sh., Hassibi, P., Kahrizi, D., & Safieddin Ardebili, S.M. (2022). 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. [In Persian]