نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۵- شماره۴- پیاپند ۱۳۷ زمستان ۱۴۰۱

بررسی صفات زراعی کلزای زمستانه در سیستم‌های کشت بذری و نشایی با تراکم‌های مختلف بوته در کشت تأخیری

Investigating the agronomic traits of winter canola in seeding and transplanting systems with different plant densities under delayed cultivation conditions

حمید جبّاری[1*]، حسین زینل‌زاده تبریزی[2]، محمدباقر ولی پور[3]، فرناز شریعتی[1]، الناز حاجی ابراهیمی[4]

۱. استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، (نگارنده مسئول)
۲. استادیار، گروه زراعت و باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه قرقیزی-ترکی ماناس، بیشکک، قرقیزستان.
۳. کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴. دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۳ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2024.363076.1656

چکیده

جباری، ح.، زینل زاده تبریزی، ح.، ولی پور، م. ب.، شریعتی، ف.، حاجی ابراهیمی، ا.، . بررسی صفات زراعی کلزای زمستانه در سیستم‌های کشت بذری و نشایی با تراکم‌های مختلف بوته در کشت تأخیری
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۵ - شماره ۴- پیاپند ۱۳۷ زمستان ۱۴۰۱ صفحه: ۴۸-۲۵

به منظور ارزیابی صفات زراعی کلزای زمستانه در سیستم های کشت بذری و نشایی با تراکم‌های مختلف بوته در شرایط کشت تأخیری، آزمایشی در منطقه کرج طی دو سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ۱۳ تیمار آزمایشی شامل ترکیب عامل کشت نشایی ریشه پر و ریشه لخت در سه تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع با یک یا دو نشا در هر حفره و کشت بذری به صورت تأخیری در اوائل آبان ماه به عنوان شاهد بود. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که عملکرد دانه در کشت بذری ۱۹۷۳ کیلوگرم در هکتار بود و میانگین عملکرد دانه در تیمارهای کشت ریشه لخت و ریشه پر بین ۶۸۶ تا ۱۱۴۲ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشت بذری بود. کاهش عملکرد در شرایط کشت بذر به صورت تأخیری به دلیل کاهش اجزای عملکرد بخصوص تعداد خورجین در بوته بود. نتایج این بررسی نشان داد که در مجموع دو سال آزمایشی تیمارهای ریشه لخت باعث کاهش معنی‌دار ۷/۳ درصدی روز تا آغاز گل دهی و افزایش ۱۳/۳ درصدی طول دوره گل دهی، ۴۲/۷ درصدی تعداد خورجین در بوته و ۱۷/۱ درصدی عملکرد دانه شد. زودرسی، تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین بیشتر سبب برتری عملکرد دانه در تیمارهای ریشه لخت نسبت به ریشه پر شد که این موضوع با رقابت بیشتر بین گیاهچه‌های تیمار ریشه پر در سینی نشاء در ارتباط بود. در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین عملکرد دانه در تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با یک نشاء در حفره به میزان ۴۳۹۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که در ارتباط با طول دوره گل دهی نسبتاً زیاد، برتری محسوس از نظر تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه مناسب بود. از این رو در شرایط کشت تأخیری کلزا، کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با یک نشاء در حفره بخصوص در منطقه کرج قابل توصیه می باشد.

واژه های کلیدی: تعداد خورجین در بوته، ریشه پر، ریشه لخت، مراحل زایشی، عملکرد دانه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: h.jabbari@areeo.ac.ir

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) گیاهی زراعی است که کشت آن بیشتر از طریق بذرکاری است ولی نشاکاری نیز یکی از روش‌های متداول کشت این گیاه به حساب میآید. کشت نشایی کلزا دارای مزایای متعدد از جمله فرصت کافی برای آماده‌سازی زمین، تولید گیاهچه‌های قوی، استقرار مطلوب بوته‌ها، ایجاد تراکم و آرایش کاشت مناسب در زمین اصلی و عدم رقابت با علف‌های هرز در حال گسترش است (Mokhtarpour & Jabbari, 2023). تولید نشا در کلزا به دو روش ریشه لخت و ریشه پر (توپی) صورت میگیرد. در تولید نشای ریشه لخت کلزا می‌توان قطعه زمینی را به‌عنوان خزانه در نظر گرفت و بذر آن را به‌صورت متراکم در خزانه کشت کرد. از طرف دیگر در روش تولید نشای ریشه پر بذرهای کلزا در سینی‌های مخصوص نشا کشت شده و پس از زمان مشخصی، نشاها به زمین اصلی منتقل می‌شوند (Mokhtarpour & Jabbari, 2023).

عملکرد دانه در کلزا به‌شدت تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار دارد و تأخیر در زمان کاشت این گیاه، کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت (Shirani-Rad *et al*., 2015). در صورت کشت تأخیری کلزا پس از برداشت محصول تابستانه در مناطق سرد و معتدل سرد احتمال خسارت تنش سرما و یخ زدگی، از بین رفتن بوته‌ها، کاهش سطح سبز و تراکم بوته و در نتیجه کاهش عملکرد دانه وجود خواهد شد. برای رفع این مشکل میتوان کلزا را به صورت نشاکاری کشت نمود (Jabbari *et al*., 2022).

تراکم گیاهی تاثیر زیادی روی رشد و نمو، عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا دارد (Momoh & Zhou, 2001). تراکم بوته مطلوب در گیاهان به عوامل مختلفی همچون نوع گیاه، رقم، حاصلخیزی خاک، در دسترس بودن رطوبت لازم و شرایط محیطی مناسب بستگی دارد (Deng *et al*., 2012).

منابع مختلف بهترین زمان انتقال نشای کلزای زمستانه را از مرحله چهار تا شش برگی پیشنهاد کرده‌اند (Aram *et al*., 2021; Maggioni *et al*., 2018). اثر تاریخ نشاکاری بر صفات تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه کلزا معنی‌دار گزارش شده و کشت نشایی کلزا در شرایط کشت تأخیری در مرحله چهاربرگی و تاریخ کاشت ۲۵ مهر برای کرمانشاه و شرایط محیطی مشابه توصیه شده است (Zareei Siahbidi *et al*., 2020). تأخیر در کاشت درصد گیرایی نشای کلزا را کاهش داده و طول دوره گل‌دهی این گیاه با افزایش تأخیر در کاشت کاهش مییابد (Rahnama & Bakhshandeh, 2006).

نتایج ارزیابی زراعی و مقایسه کشت مستقیم و کشت نشایی کلزای بهاره در تراکم‌های مختلف بوته و در شرایط کشت تأخیری در منطقه مغان نشان داد که کشت نشایی به طور میانگین باعث کاهش معنی‌دار صفات شروع گلدهی (۱۴۵/۵ درجه روز رشد)، پایان گلدهی (۲۰۷/۸ درجه روز رشد) و طول دوره رشد (۱۵۸/۹ درجه روز رشد) و افزایش طول دوره گلدهی (۱۵۶/۶ درجه روز رشد) شد. همچنین،

کشت نشایی باعث افزایش معنی‌دار در صفات قطر ساقه (۲/۸ میلی‌متر)، تعداد شاخه فرعی (۲/۳)، قطر خورجین (۰/۶ میلی‌متر)، تعداد خورجین در بوته (۱۵۸/۲)، تعداد دانه در خورجین (۳/۳)، وزن هزاردانه (۰/۶۹ گرم) و عملکرد دانه (۱۸۹۴/۴ کیلوگرم در هکتار) شد (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). همچنین در شرایط کشت تاخیری، کشت نشایی ریشه لخت کلزا با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع و یک نشا در حفره کاشت نسبت به کشت نشایی ریشه‌پر و کشت مستقیم دارای برتری از نظر عملکرد دانه بود (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022).

رعایت تاریخ کاشت مناسب در کلزا امکان رشد و نمو کافی را فراهم ساخته و اثرات خسارت‌زای ناشی از تنش‌های غیرزیستی را به حداقل می‌رساند. در کشور ما بهترین زمان کاشت کلزا در مناطق معتدل سرد مهر ماه می‌باشد و در کشور و استان البرز فصل کشت کلزا به علت هم‌زمانی با فصل برداشت محصولاتی چون ذرت علوفه‌ای، کاهو و چغندرقند همواره با تأخیر مواجه میشود (Safahani Langroodi *& Bagheri*, 2017; Shahryari *et al*., 2021). مشکلات تأمین آب جهت آبیاری اول برای استقرار و سبز مناسب مزرعه کلزا و احتمال خسارت تنش سرما و یخ‌زدگی به دلیل تأخیر در کاشت از مشکلات عمده زراعت کلزا در منطقه کرج است (Shahryari *et al*., 2021). در این میان، کشت نشایی کلزا می‌تواند مشکلات موجود را کاسته و راهکار مناسبی در شرایط مذکور باشد. براین اساس هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثر روش‌های کشت بذری و نشایی بر ویژگی‌های مراحل زایشی، عملکرد و صفات زراعی کلزای زمستانه در تراکم‌های مختلف بوته در شرایط کشت تأخیری بوده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در استان البرز در مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج طی دو سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. عرض جغرافیایی محل انجام آزمایش، ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۱ متر است. این منطقه براساس سیستم طبقه‌بندی اقلیمی کوپن-گایگر آب و هوایی سرد نیمه‌خشک (BSk) دارد و براساس اطلاعات ۳۰ ساله هواشناسی کرج، متوسط بارندگی منطقه ۲۴۳ میلی‌متر در سال است. متوسط درجه حرارت منطقه در یک دوره ۳۰ ساله برابر ۱۳/۵ درجه سانتی گراد و درجه حرارت خاک، ۱۴/۵ درجه سانتی گراد است. بافت خاک مزرعه آزمایش در کرج، لومی رسی بود و ویژگیهای خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. دادههای آب و هوایی کرج، شامل میانگین کمینه و بیشینه درجه حرارت ماهیانه به همراه بارندگی ماهیانه به تفکیک سال (۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹) در جدول ۲ ارائه شده است.

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد و رقم کلزای مورد استفاده نیما (رقم زمستانه و آزادگرده‌افشان) بود. آزمایش حاضر دارای

جدول ۱- ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physicochemical properties of soil at the experimental site

عمق خاک Soil depth (cm)	بافت خاک Soil texture	اسیدیته خاک pH	کربن آلی Organic carbon (%)	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر P ($Mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم K ($Mg\ kg^{-1}$)	روی Zn	آهن Fe	منگنز Mn
								($Mg\ kg^{-1}$)		
0-30	لومی- رسی Loam-Clay	7.24	0.49	2.18	0.06	20.6	170	0.42	2.04	11.06

۱۳ تیمار شامل تیمار کشت مستقیم بذر کلزا (شاهد)، تیمارهای کشت نشایی کلزا ریشه پر با تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با یک و دو نشاء در هر حفره، تیمارهای کشت نشایی کلزا ریشه پر با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با یک و دو نشاء در هر حفره ، تیمارهای کشت نشایی کلزا ریشه پر با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع با یک و دو نشاء در هر حفره ،تیمارهای کشت نشایی کلزا ریشه لخت با تراکم ۲۰ بوته در متر مربع با یک و دو نشاء در هر حفره، تیمارهای کشت نشایی کلزا ریشه لخت با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع با یک و دو نشاء در هر حفره و تیمارهای کشت نشایی کلزا ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع با یک و دو نشاء در هر حفره بود.

در تراکم ۲۰ بوته در متر مربع، فواصل بین بوتهها در تیمارهای یک و دو نشاء در حفره به ترتیب ۱۶ و ۳۲ سانتیمتر، در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع، فواصل بین بوتهها در تیمارهای یک و دو نشاء در حفره به ترتیب ۱۱ و ۲۲ سانتیمتر و در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع، فواصل بین بوتهها در تیمارهای یک و دو نشاء در حفره به ترتیب ۸ و ۱۶ سانتیمتر در نظر گرفته شد. در سال اول و دوم آزمایش کاشت نشاها در سینی نشا بهترتیب در تاریخهای ۱۳ و ۱۵ شهریور انجام شد و با توجه به شرایط کشت تاخیری در منطقه، نشاها ۲ آبان ماه در سال اول و ۵ آبان در سال دوم با استفاده از نیروی کارگری به زمین اصلی منتقل شدند. تیمار شاهد به صورت کشت بذر به میزان ۶ کیلوگرم در هکتار در تاریخ‌های مذکور به صورت تأخیری انجام شد. در این روش، تولید نشای ریشه پر کلزا درون سینی‌های نشاء پلی‌اتیلنی ۱۰۸ حفره‌ای (با ابعاد ۳۸۵×۵۴۰ میلی‌متر با عمق ۷۰ میلی‌متر) و تولید نشای ریشه لخت در خزانه در تاریخ‌های موردنظر در هوای آزاد صورت گرفت تا برای انتقال، گیاهچه-های پنج تا شش برگی (۴۵ تا ۵۰ روزه) موجود باشند. براین اساس سینی‌های کشت نشایی با ترکیب ۴۰ درصد خاک زراعی، ۴۰ درصد خاک گلدان و ۲۰ درصد کود دامی پوسیده پر

جدول ۲- شرایط آب و هوایی در طی سال های آزمایش

Table 2. Meteorological condition during the experimental years

	۱۳۹۸-۱۳۹۹ 2019-2020		۱۳۹۹-۱۴۰۰ 2020-2021	
تاریخ Date	میانگین دما (سلسیوس) Average temperature (C°)	بارش (میلی متر) Precipitation (mm)	میانگین دما (سلسیوس) Average temperature (C°)	بارش (میلی متر) Precipitation (mm)
۹ مهر تا ۹ آبان October	17.8	4.5	18.1	16.5
۱۰ آبان تا ۹ آذر November	9.8	68.4	12.8	11
۱۰ آذر تا ۱۰ دی December	7.0	30	8.9	99.1
۱۱ دی تا ۱۱ بهمن January	6.1	29.5	7.3	4
۱۲ بهمن تا ۹ اسفند February	6.3	22	7.0	44.5
۱۰ اسفند تا ۱۱ فروردین March	10.2	90.5	12.9	18
۱۲ فروردین تا ۱۰ اردیبهشت April	11.1	97	15.4	1.5
۱۱ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد May	17.1	46.8	21.3	9.5
۱۱ خرداد تا ۹ تیر June	25.0	0	26.7	6.5
مجموع Total	-	388.7	-	210.6

شد. در هر حفره سینی نشا، دو بذر کشت شد تا پس از سبز شدن براساس نوع تیمار، ۱ و ۲ نشاء در هر حفره سینی نشاء موجود باشد. همچنین به منظور کشت نشایی به صورت ریشه لخت، خزانه‌ای به مساحت ۵۰ متر مربع ایجاد شد و به سطح خاک ۱۵ کیلوگرم کود خاک‌برگ اضافه شد. در خزانه به میزان ۶ کیلوگرم در هکتار بذر کشت شد. در خزانه‌ها از کود کامل (۲۰-۲۰-۲۰) به صورت محلول‌پاشی و همراه با آب آبیاری در دو مرحله با غلظت توصیه شده ۵ در هزار (۳ تا ۵ گرم در لیتر) پس از ظهور اولین برگ حقیقی استفاده شد. مرحله انتقال نشاها پنج تا شش برگی کامل بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، کود دهی، دیسک و تسطیح در اول مهرماه هر سال انجام شد. در مرحله قبل از دیسکزنی کودهای مورد توصیه برمبنای آزمون خاک (جدول ۱) به صورت ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به صورت پایه + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌صورت ۷۰ کیلوگرم در هکتار اوره قبل از کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم در مرحله ساقه‌دهی و ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره در مرحله غنچه‌دهی کامل به خاک مزرعه اضافه شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط ۴ متری با فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر (کشت دو ردیف روی هر پشته) که در نتیجه فاصله ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر بود. آبیاری نیز به صورت نشتی (جوی و پشته‌ای) بود. قبل از کاشت از علف‌کش ترفلان به مقدار دو لیتر در هکتار برای مبارزه با علف‌های هرز استفاده شد. در طول دوره رشد مراقبت‌های زراعی از قبیل مبارزه با علف‌های هرز بخصوص

خاکشیر (*Descurainia sophia*) به صورت وجینی دستی و شته مومی (*Brevicoryne brassicae*) به صورت دو مرحله سم‌پاشی با سم کنفیدور در مرحله گلدهی به میزان ۱ لیتر در هکتار صورت گرفت. تعداد دفعات آبیاری در هر سال با توجه به میزان بارندگی ماهانه در هر سال (جدول ۲) متفاوت بود، به‌طوریکه در سال اول چهار نوبت آبیاری در مراحل سبز شدن و استقرار گیاهچه، خورجین دهی و پر شدن دانه و در سال دوم شش نوبت آبیاری در مراحل سبز شدن و استقرار گیاهچه، ساقه‌دهی، گلدهی، خورجین دهی و پر شدن دانه صورت گرفت. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، از شش بوته انتخابی از هر کرت برخی صفات مورفولوژی و زراعی نظیر قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین مورد ارزیابی قرار گرفت. اندازه‌گیری قطر و طول خورجین با استفاده از کولیس از ۳۰ خورجین موجود در شش بوته انتخابی انجام شد. در پایان فصل نیز با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای با حذف دو خط کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خطوط برداشت انجام شد و عملکرد دانه هر کرت توزین شد. وزن هزار دانه نیز توسط توزین چهار تکرار ۱۰۰۰ تایی و میانگین گرفتن از عدد حاصله بدست آمد.

قبل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، آزمون یکنواختی اشتباهات آزمایشی (آزمون بارتلت) انجام شد و همگنی واریانس‌های آزمایشی دو سال اثبات شد. سپس تجزیه واریانس مرکب داده‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با در نظر گرفتن مدل مخلوط با فاکتور سال به عنوان اثر تصادفی و فاکتور تیمار به عنوان اثر ثابت با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات منابع تغییر توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۲ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل اختلاف معنیدار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال به‌جز تعداد روز تا آغاز گلدهی و عملکرد دانه بر سایر صفات معنی‌دار بود (جدول ۳). معنی‌دار بودن اثر سال روی اکثر صفات به‌ویژه صفات نموی را می‌توان به شرایط آب و هوایی متفاوت سال‌های آزمایشی ارتباط داد. اثر تیمار کشت بذری و نشائی کلزا بر تعداد روز تا آغاز گلدهی، طول دوره گلدهی، طول دوره رشد، قطر خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

در این آزمایش اثر متقابل سال × تیمار کشت بذری و نشائی کلزا تنها بر تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود و بر هیچ کدام از صفات نموی، قطر خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین در جدول ۴ نشان می‌دهد که در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین تعداد روز تا آغاز گلدهی در تیمار کشت تأخیری بذر با ۱۹۱/۳ روز مشاهده شد.

دامنه تغییرات تعداد روز تا آغاز گلدهی در تیمارهای نشای ریشه لخت از ۱۶۲/۳ تا ۱۶۵/۵ روز متغیر بود، درحالیکه مقادیر این دامنه در تیمارهای نشای ریشه پر از ۱۷۲/۱ تا ۱۷۹/۳ روز متغیر بود (جدول ۴). براین اساس، تیمارهای نشای ریشه لخت تعداد روز تا آغاز گلدهی بسیار کمتری در مقایسه با تیمارهای کشت نشای ریشه پر داشتند. کشت نشایی کلزا در زمان مناسب میتواند به تسریع در آغاز گلدهی و مرحله پر شدن دانه و همزمانی این مراحل با شرایط آب و هوایی مناسبتر در اواخر بهار کمک کند (El-Sharayhi *et al*., 2008). افزایش کارایی استفاده از منابع و امکان استفاده از فصل رشد به مدت بیشتر و بالا بودن عملکرد دانه از دیگر مزایای کشت به روش نشاکاری می‌باشند (Fanadzo *et al*., 2009). از اینرو نشاکاری روش مناسب برای شرایط دیرکاشت محصول کلزا است که به شدت به تاریخ کاشت حساس میباشد (Habibi Asl *et al*., 2021).

در بین کلیه تیمارهای مورد بررسی تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با دو نشاء در حفره کمترین تعداد روز تا آغاز گل‌دهی (۱۶۲/۳ روز) را دارا بود (جدول ۴). دلیل این موضوع میتواند بالاتر بودن رقابت بین بوته‌ها برای اشغال فضای فیزیکی و در نتیجه رقابت بیشتر برای استفاده از منابع مورد استفاده و همچنین، فضای ریشه کمتر در خاک برای بهره مندی از آب و مواد غذایی در تیمار تراکم ۴۰ بوته با کشت دو نشاء در حفره باشد که سبب تسریع در گلدهی شده است (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). میانگین طول دوره گلدهی در تیمار کشت بذر به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای کشت نشایی بود و در بین تیمارهای کشت نشایی، کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۳۰ بوته با یک نشاء در حفره بیشترین طول دوره گلدهی را به میزان ۵۳/۳ روز داشت (جدول ۴). افزایش مدت گل‌دهی به میزان ۱۵۷ درجه روز رشد به‌واسطه کشت نشایی یک رقم کلزای بهاره در منطقه مغان نیز گزار شده است (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). بهنظر می‌رسد در شرایط کشت نشایی به دلیل گل‌دهی زودهنگام و همزمانی این مرحله با درجه حرارت کم و وجود رطوبت کافی در خاک و هوا در فروردین ماه، باز شدن گل‌ها به کندی صورت گرفته و طول دوره گلدهی به طور محسوسی طولانی‌تر از حالت معمول شده است. نتایج نشان داد که کشت نشایی کلزا بخصوص تیمارهای نشای ریشه لخت سبب افزایش معنی‌دار طول دوره گلدهی کلزا شد، به‌طوریکه در تیمارهای کشت نشایی، طول دوره گلدهی بین ۳ تا ۱۵ روز بیشتر از کشت بذری کلزا بود (جدول ۴). بیشترین طول دوره رشد در تیمار کشت بذر و به میزان ۲۵۲/۸ روز مشاهده شد، درحالیکه اکثر تیمارهای کشت نشاء ریشه لخت از کمترین طول دوره رشد برخوردار بودند (جدول ۴). طولانیتر شدن دوره رشد کلزا در کشت مستقیم بذر بخصوص در شرایط تأخیر در زمان کاشت در مقایسه با تیمار کشت نشایی ذکر شده است (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). افزایش تعداد روز تا رسیدگی (طول دوره رشد گیاه) در شرایط کشت بذر در مقایسه با روش کشت نشایی در گیاهان زراعی دیگر

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای کشت بذری و نشایی کلزا بر صفات مراحل رشد و نموی و زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد در منطقه کرج

Table 3. Combined analysis of variance for the effect of different treatments of seed planting and oilseed rape transplanting on phenological stages and agronomic traits, yield and yield components traits in Karaj region

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares						
		تعداد روز تا آغاز گلدهی Days to flowering	طول دوره گلدهی Flowering duration	طول دوره رشد Growth period duration	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد شاخه فرعی Branch number	طول خورجین Silique lenght
سال Year	1	118.1ns	193.9**	614.8**	581.6**	13.96**	21.341**	4.016**
تکرار (سال) Rep (year)	4	86.4	8.0	28.6	18.9	0.62	0.649	0.011
تیمار کشت بذری و نشایی Seed planting and transplanting treatment	12	507.2**	125.7**	90.3**	684.9**	6.58**	23.433**	3.241**
سال×تیمار کشت بذری و نشایی Year* Seed planting and transplanting treatment	12	0.4ns	1.9ns	0.6ns	0.4ns	0.01ns	0.004ns	0.004ns
خطا Error	48	10.1	13.6	2.4	11.2	0.10	0.151	0.006
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		1.8	7.7	0.6	2.1	3.0	4.4	1.0

ns، * و ** به ترتیب غیی معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** indicate no significant difference and significant difference at 5% and 1% probability levels, respectively

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای کشت بذری و نشائی کلزا بر عملکرد و صفات وابسته به آن در منطقه کرج

Continued. Table 3. Combined analysis of variance for the effect of different treatments of seed planting and oilseed rape transplanting on yield and related traits in Karaj region

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares				
		قطر خورجین Silique diameter	تعداد خورجین در بوته Silique per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per silique	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield
سال Year	1	2.441**	10322.4**	18.5*	0.930646*	718272ns
تکرار (سال) Rep (year)	4	0.007	161.2	2.3	0.04984872	366363
تیمار کشت بذری و نشایی Seed planting and transplanting treatment	12	0.517**	34035.4**	26.3**	0.54680000**	3315411**
سال×تیمار کشت بذری و نشایی Year* Seed planting and transplanting treatment	12	0.004^{ns}	26.7**	0.01^{ns}	0.00214615**	6554^{ns}
خطا Error	48	0.0610	3.45	0.13	0.00004872	17736
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		4.9	0.5	1.3	0.16	4.7

ns، * و ** به ترتیب معنی دار و غیر معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** indicate no significant difference and significant difference at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تیمارهای آزمایش در منطقه کرج

Table 4. Mean comparisons of the studied traits for the experimental treatments at the Karaj region

تیمار Treatments	تعداد روز تا آغاز گلدهی Days to flowering	طول دوره گلدهی (روز) Flowering duration (days)	طول دوره رشد (روز) Growth period duration (days)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	قطر ساقه (میلی متر) Stem diameter (mm)	تعداد شاخه فرعی Branch number
*شاهد Control	191.3 a	38.3 g	252.8 a	134.1 i	8.8 h	5.2 j
تیمار ۱ Treatment 1	165.5 e	52.3 ab	243.1 c	153.6 f	12.3 ab	10.8 bc
تیمار ۲ Treatment 2	164.1 e	53.3 a	242.1 cd	163.3 cd	11.3 c	8.9 e
تیمار ۳ Treatment 3	163.1 e	49.6 a-d	241.8 cd	166.3 bc	10.7 de	7.4 g
تیمار ۴ Treatment 4	165.0 e	50.6 abc	241.3 d	159.1 e	11.9 b	10.5 c
تیمار ۵ Treatment 5	163.6 e	50.0 abc	241.0 de	168.8 ab	10.9 cd	8.7 e
تیمار ۶ Treatment 6	162.3 e	51.3 abc	239.3 e	171.1 a	10.3 ef	6.0 i
تیمار ۷ Treatment 7	177.5 c	45.6 def	247.8 b	142.0 h	12.4 a	11.3 a
تیمار ۸ Treatment 8	172.1 d	49.0 bcd	247.8 b	149.3 g	11.1 c	9.6 d
تیمار ۹ Treatment 9	177.8 c	44.0 ef	246.8 b	155.0 f	10.2 fg	7.9 f
تیمار ۱۰ Treatment 10	183.3 b	41.5 fg	247.6 b	151.1 fg	11.9 b	11.0 ab
تیمار ۱۱ Treatment 11	173.0 d	48.0 cde	247.6 b	160.1 de	10.4 ef	9.0 e
تیمار ۱۲ Treatment 12	179.3 c	43.0 f	246.6 b	162.8 cde	9.8 g	6.5 h

تیمار Treatments	طول خورجین (سانتی متر) Silique length (cm)	قطر خورجین (سانتی متر) Silique diameter (cm)	تعداد خورجین در بوته Silique per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per silique	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg ha^{-1})
*شاهد	6.31 j	4.56 g	199.5 m	21.6 j	3.38 m	1973 h

Control						
تیمار ۱ Treatment 1	8.46 a	4.85 d-g	362.0 d	30.0 a	4.30 c	2247 f
تیمار ۲ Treatment 2	7.80 d	5.31 ab	393.0 b	28.5 d	4.50 a	3384 b
تیمار ۳ Treatment 3	7.16 g	4.95 def	451.0 a	27.5 f	4.34 b	4395 a
تیمار ۴ Treatment 4	8.35 b	5.50 a	358.0 e	29.5 b	4.28 g	2146 fg
تیمار ۵ Treatment 5	7.55 e	5.10 bcd	351.0 f	28.0 e	4.27 h	3104 c
تیمار ۶ Treatment 6	6.85 h	4.76 efg	390.0 c	26.5 h	3.93 k	3420 b
تیمار ۷ Treatment 7	8.36 b	5.41 a	234.7 k	29.0 c	4.30 f	2001 gh
تیمار ۸ Treatment 8	7.76 d	4.98 cde	290.5 i	28.0 e	4.33 d	3031 cd
تیمار ۹ Treatment 9	6.80 h	4.81 d-g	312.5 g	27.0 g	4.31 e	3415 b
تیمار ۱۰ Treatment 10	8.25 c	5.26 abc	230.0 l	28.5 d	4.16 i	1938 h
تیمار ۱۱ Treatment 11	7.35 f	4.86 def	246.0 j	27.0 g	4.02 j	2639 e
تیمار ۱۲ Treatment 12	6.55 i	4.66 fg	302.0 h	26.0 i	3.80 l	2931 d

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی دار براساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد است.

In each column, any two means sharing a common letter do not differ significantly from each other at 5% probability.

*شاهد: کشت بذر، تیمار ۱: کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۲۰ بوته با یک نشاء در حفره، تیمار ۲: کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۳۰ بوته با یک نشاء در حفره، تیمار ۳: کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با یک نشاء در حفره، تیمار ۴: کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۲۰ بوته با دو نشاء در حفره، تیمار ۵: کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۳۰ بوته با دو نشاء در حفره، تیمار ۶: کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با دو نشاء در حفره ، تیمار ۷: کشت نشای ریشه پر با تراکم ۲۰ بوته با یک نشاء در حفره، تیمار ۸: کشت نشای ریشه پر با تراکم ۳۰ بوته با یک نشاء در حفره، تیمار ۹: کشت نشای ریشه پر با تراکم ۴۰ بوته با یک نشاء در حفره، تیمار ۱۰: کشت نشای ریشه پر با تراکم ۲۰ بوته با دو نشاء در حفره، تیمار ۱۱: کشت نشای ریشه پر با تراکم ۳۰ بوته با دو نشاء در حفره و تیمار ۱۲: کشت نشای ریشه پر با تراکم ۴۰ بوته با دو نشاء در حفره .

* Control: Seed planting, Treatment 1: Bare root transplanting with densities of 20 plants per square meter and one seedling at the planting hole, Treatment 2: Bare root transplanting with densities of 30 plants per square meter and one seedling at the planting hole, Treatment 3: Bare root transplanting with densities of 40 plants per square meter and one seedling at the planting hole, Treatment 4: Bare root transplanting with densities of 20 plants per square meter and two seedlings at the planting hole, Treatment 5: Bare root transplanting with densities of 30 plants per square meter and two seedlings at the planting hole, Treatment 6: Bare root transplanting with densities of 40 plants per square meter and two seedlings at the planting hole, Treatment 7: Potted-root transplant with densities of 20 plants per square meter and one seedling at the planting hole, Treatment 8: Potted-root transplant with densities of 30 plants per square meter and one seedling at the planting hole, Treatment 9: Potted-root transplant with densities of 40 plants per square meter and one seedling at the planting hole, Treatment 10: Potted-root transplant with densities of 20 plants per square meter and two seedlings at the planting hole, Treatment 11: Potted-root transplant with densities of 30 plants per square meter and two seedlings at the planting hole and Treatment 12: Potted-root transplant with densities of 40 plants per square meter and two seedlings at the planting hole

جدول ۵- مقایسات مستقل تیمارهای کشت بذری با ریشه لخت و ریشه پر، تیمارهای تراکم در کشت نشائی و تیمارهای ۱ نشا در حفره کاشت با ۲ نشا در حفره کاشت

Table 5. Orthogonal comparisons of bare-root vs potted-root transplants, plant density in transplanting and 1 vs 2 transplants at the planting hole

تیمار Treatment	تعداد روز تا آغاز گلدهی Days to flowering	طول دوره گلدهی Flowering duration	طول دوره رشد Growth period duration	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد شاخه فرعی Branch number	طول خورجین Silique lenght	قطر خورجین (سانتیمتر) Silique diameter (cm)	تعداد خورجین در بوته Silique per plant	تعداد دانه در خورجین Seed per silique	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg ha^{-1})
ریشه پر Potted-root transplant	177	45	247	153	11	9	8	5	269	28	4	2660
ریشه لخت Bare-root transplant	164	51	241	164	11	9	8	5	384	28	4	3116
کشت بذری Seed planting	191	42	253	134	9	5	6	5	200	22	3	1974
۲۰ بوته در متر مربع 20 plants per square meter	173	47	245	152	12	11	8	5	296	29	4	2084
۳۰ بوته در متر مربع 30 plants per square meter	168	50	245	160	11	9	8	5	320	28	4	3040
۴۰ بوته در متر مربع 40 plants per square meter	171	47	244	164	10	7	7	5	364	27	4	3541
۱ نشاء در حفره One seedling at the planting hole	170	49	245	155	11	9	8	5	341	28	4	3079
۲ نشاء در حفره Two seedlings at the planting hole	171	47	244	162	11	9	7	5	313	28	4	2697

میانگین هایی که زیر آنها خط کشیده شده اند از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار هستند.

The underlined means are significant at the probability level of 5%

نیز اثبات شده است (Mostafavi Rad *et al*., 2020). احتمالاً استقرار زودتر گیاهچه‌های چند برگی کلزا در روش کشت نشایی با دارا بودن ریشه‌های توسعه یافته‌تر در زمین اصلی، سبب رشد سریعتر، گل‌دهی زودهنگام و کاهش طول دوره رشد شده است (Rabiee *et al*., 2021). در طرف مقابل، رشد کمتر گیاهچه‌های کلزا و در نتیجه پوشش کندتر کانوپی در کشت بذری در مقایسه با کشت نشایی در بیشتر بودن طول دوره رشد کلزا در روش کشت بذری نقش داشته است (Rabiee *et al*., 2021).

زودرسی بیشتر تیمارهای ریشه لخت نسبت به ریشه پر در این آزمایش را میتوان در رقابت پذیری گیاهچه‌های تیمار ریشه پر در گلدان و بهره‌مندی بیشتر از فضای خاک برای توسعه ریشه و رقابت بین بوتهای کمتر در تیمار ریشه لخت نسبت داد (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). به عنوان مثال در تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با دو نشاء در حفره، طول دوره رشد ۱۳/۵ روز کوتاهتر از تیمار کشت بذر بود (جدول ۴). در آزمایش دیگری نیز کشت نشایی سبب کاهش معنی‌دار صفات آغاز گلدهی (۱۴۵/۵ درجه روز رشد) و طول دوره رشد (۱۵۸/۹ درجه روز رشد) و در مقابل افزایش طول دوره گلدهی (۱۵۶/۶ درجه روز رشد) در مقایسه با کشت تأخیری بذر در یک رقم کلزای بهاره شد که با نتایج این تحقیق کاملاً همخوانی داشت (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022).

کمترین ارتفاع بوته در تیمار کشت بذر به میزان ۱۳۴/۱ سانتیمتر مشاهده شد و کشت نشایی سبب افزایش ارتفاع و رشد رویشی کلزا شد (جدول ۳). تیمارهای کشت نشای ریشه لخت بیشترین ارتفاع بوته را داشتند و در بین این تیمارها، نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با دو نشاء در حفره بیشترین ارتفاع بوته را به میزان ۱۷۱/۱ سانتیمتر دارا بود (جدول ۴). افزایش ارتفاع بوته از ۱۱۰ سانتیمتر در تیمار کشت تأخیری بذر کلزا به ۱۳۴ سانتیمتر در کشت نشای ۴۵ روزه قبلاً نیز گزارش شده است (El-Sharayhi *et al*., 2008). کشت در تاریخ کاشت‌های زودتر در تیمارهای کشت نشایی موجب میشود که گیاه پس از نمو رویشی کافی وارد مرحله نمو زایشی شود و با رشد رویشی مناسب از ارتفاع بوته بیشتری نیز برخوردار باشد در حالیکه در کشت‌های کرپه گیاه پس از طی مدت زمان کمتری وارد مرحله نمو زایشی میشود و ارتفاع کمتری نیز خواهد داشت (Zareei Siahbidi *et al*., 2020).

میانگین تعداد شاخه فرعی در تیمارهای کشت نشایی به طور معنیداری بیشتر از کشت بذری بود (جدول ۴) و تیمار کشت نشای ریشه پر با تراکم ۲۰ بوته با یک نشاء در حفره، از بیشترین تعداد شاخه فرعی برخوردار بود (۱۱/۳). در مقابل در هر دو روش کشت نشایی ریشه لخت و ریشه پر با افزایش تعداد بوته در هر حفره از تعداد شاخه فرعی کاسته شد (جدول ۴). استقرار زودتر گیاهچه‌های چند برگی کلزا در خاک مزرعه در تیمارهای کشت نشایی با دارا بودن ریشه‌های نسبتاً طویل، سبب جذب بیشتر عناصر غذایی خواهد شد و به نظر میرسد که کشت نشایی کلزا در مقایسه با کشت بذر

به صورت تأخیری، به جهت فرصت بیشتر و بهتر برای رشد گیاه، توسعه بهتر ریشه و استفاده بهتر از عوامل محیطی، سبب افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در این تیمارها شده باشد (Rabiee *et al*., 2021). افزایش معنیدار فاصله میانگرهها و تعداد شاخه فرعی در شرایط کشت نشایی کلزا در مقایسه با کشت بذری قبلاً نیز گزارش شده است و یکی از دلایل مهم ارتقای عملکرد دانه در روش کشت نشایی کلزا افزایش تعداد شاخه فرعی ذکر شده است (Ren *et al*., 2014).

تیمارهای مورد مطالعه از نظر طول خورجین تفاوت معنیداری داشتند به طوریکه تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۲۰ بوته با یک نشاء در حفره و کشت بذر بهترتیب با ۸/۴۶ و ۶/۳۱ سانتیمتر بیشترین و کمترین طول خورجین را دارا بودند (جدول ۴). به طور کلی تیمارهای کشت نشای ریشه لخت طول خورجین بیشتری در مقایسه با تیمارهای کشت نشای ریشه پر داشتند (جدول ۴). از طرف دیگر، با افزایش تراکم و همچنین در هر سطح تراکم با افزایش تعداد نشاء در حفره کاشت طول خورجین کمتر و خورجینها کوتاهتر میشدند (جدول ۴).

قطر خورجین در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنیداری داشت بهطوریکه تفاوت بین بیشترین و کمترین قطر خورجین در بین تیمارها ۰/۹۴ سانتیمتر بود (جدول ۴). بیشترین قطر خورجین به میزان ۵/۵۰ سانتیمتر در تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۲۰ بوته با دو نشاء در حفره و کمترین قطر خورجین به میزان ۴/۵۶ سانتیمتر در تیمار کشت بذر مشاهده شد (جدول ۴). افزایش قطر خورجین در کشت نشایی کلزا به دلیل رشد و توسعه بیشتر بوتهها رخ خواهد داد و به سبب آن تعداد دانه در خورجین به دلیل وجود همبستگی مثبت با این ویژگی بیشتر خواهد شد (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022).

از نظر تعداد خورجین در بوته، تیمار نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با یک نشاء در حفره با ۴۵۱ عدد برتری معنیداری نسبت به سایر تیمارها داشت و تیمار کشت بذر کمترین تعداد خورجین در بوته را به میزان ۱۹۹ عدد داشت (جدول ۴). همچنین تیمارهای کشت نشای ریشه لخت از نظر تعداد خورجین در بوته برتر از کشت نشای ریشه پر بودند و با افزایش تراکم بوته و تعداد نشاء در حفره کاشت در هر سطح تراکم تعداد خورجین در بوته کاهش یافت (جدول ۴).

تعداد دانه در خورجین در تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۲۰ بوته با یک نشاء در حفره ۳۰ عدد بود در حالی این مقدار در تیمار کشت بذر به ۲۱/۶ عدد تقلیل یافت (جدول ۴). همچنین با افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰ بوته و همچنین افزایش تعداد نشاء در هر حفره تعداد دانه در خورجین کاهش یافت (جدول ۴). استقرار گیاهچههای چند برگی کلزا در کشت نشایی با دارا بودن ریشههای بزرگ و نسبتاً طویل در زمین اصلی، سبب جذب بیشتر عناصر غذایی، رشد مناسبتر و برخورداری از اجزای عملکرد دانه بیشتر میشود (Mostafavi Rad *et al*., 2020; Rabiee *et al*., 2021). همچنین در روش کشت نشایی تعداد بیشتری گل در هر بوته تشکیل و به تبع آن تعداد

بیشتری گل به اندام زایشی تبدیل میشود و بدین ترتیب سبب بهبود اجزای عملکرد و عملکرد دانه می‌گردد (Mostafavi Rad *et al*., 2020). از طرف دیگر تراکم کمتر بوته‌ها در روش نشاکاری نسبت به روش بذرکاری باعث رشد رویشی بیشتر گیاه کلزا و افزایش تعداد خورجین در بوته در مقایسه با روش بذرکاری میشود (Habibi Asl *et al*., 2021).

تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری با هم داشتند و بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب از تیمارهای نشای ریشه لخت با تراکم ۳۰ بوته با یک نشاء در هر حفره و کشت بذر (به ترتیب ۴/۵۰ و ۳/۳۸ گرم) بدست آمد (جدول ۴). بر اساس نتایج بدست آمده، میانگین وزن هزار دانه در تیمارهای کشت نشای ریشه لخت بیشتر از تیمارهای کشت نشای ریشه پر بود به‌طوریکه وزن هزار دانه در تیمارهای مختلف کشت نشای ریشه لخت از ۳/۹۳ تا ۴/۵۰ گرم و در تیمارهای مختلف کشت نشای ریشه پر از ۳/۸۰ تا ۴/۳۳ گرم متفاوت بود (جدول ۴). همچنین با افزایش تعداد نشاء در هر حفره در هر سطح از تراکم، وزن هزار دانه کاهش یافت (جدول ۴).

در مطالعه دیگری افزایش معنی‌دار در تعداد شاخه فرعی (۲/۳)، قطر خورجین (۰/۶ میلی‌متر)، تعداد خورجین در بوته (۱۵۸/۲)، تعداد دانه در خورجین (۳/۳) و وزن هزاردانه (۰/۶۹ گرم) به‌واسطه کشت نشایی در مقایسه با کشت بذری کلزا در شرایط تأخیری گزارش شده است که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت داشت (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022).

در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین عملکرد دانه در تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با یک نشاء در حفره به میزان ۴۳۹۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). عملکرد دانه زیاد در تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با یک نشاء در حفره در ارتباط با طول دوره گلدهی نسبتاً زیاد، برتری محسوس از نظر تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه مناسب بوده است (جدول ۴). پس از تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با یک نشاء در حفره، عملکرد دانه در تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با دو نشاء در حفره در رتبه دوم قرار داشت (جدول ۳). به نظر میرسد که زودرسی همراه با طول دوره گلدهی زیاد و عدم مواجه با تنش‌های گرما و خشکی آخر فصل به همراه تعداد خورجین مناسب دلیل عملکرد دانه زیاد در تیمار مذکور بوده است (جدول ۴). بدینترتیب، روش کشت نشایی کلزا به دلیل مورفولوژی خاص این روش کشت میتواند از طریق تسریع در استقرار گیاه، آغاز زودهنگام گلدهی و پرشدن دانه‌ها در شرایط محیطی مناسب، به رهبرداری بهینه از واحد سطح زمین و عوامل طبیعی رشد منجر به افزایش صفاتی مانند تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه شود (Rabiee *et al*., 2021).

از طرف دیگر، کمترین عملکرد دانه در تیمار کشت بذر در آبان ماه مشاهده شد که برابر با ۱۹۷۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). پائین بودن عملکرد دانه در تیمار کشت بذر به دلیل طول دوره گلدهی کوتاه، تعداد شاخه فرعی

کم، خورجین کوتاه با قطر کم و برخورداری از اجزای عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه) کم بود (جدول ۴). در زمینه مقایسه کشت بذری و نشایی کلزا در تاریخ‌های مختلف در کشور کره جنوبی نیز گزارش شده است که در تمام تاریخهای کاشت، کلزای نشایی با ارتفاع بوته و اندازه خورجین بیشتر، عملکرد دانه بالاتری نسبت به کشت بذری داشت (Lee *et al*., 2021). همچنین گزارش شده است که انتقال دیرهنگام نشای کلزا به مزرعه در مناطق معتدل سرد سبب کاهش چشمگیر عملکرد دانه کلزا شد و بیشترین عملکرد دانه در تیمار انتقال نشای چهاربرگی کلزا در ۲۵ مهرماه به میزان ۳۳۳۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در تیمار انتقال نشای دوبرگی کلزا در ۲۰ آبان ماه به میزان ۱۶۸۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (Jabbari *et al*., 2022). در مطالعه دیگری کشت نشایی در تاریخ ۱۰ آبان در مقایسه با ۱۸ مهر، تاریخ مناسبی برای کشت نشایی کلزا در منطقه معتدل سرد شیراز ذکر نشده است و تأخیر در نشاکاری سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شد (Safi *et al*., 2019).

مقایسه گروهی کشت مستقیم با کشت نشائی

کشت نشائی به روش ریشه پر و ریشه لخت به طور میانگین باعث کاهش معنی‌دار صفات نموی تعداد روز تا آغاز گلدهی (۱۴ تا ۲۷روز)، طول دوره رشد (۶ تا ۱۲ روز) و افزایش طول دوره گلدهی (۳ تا ۹ روز) در مقایسه با کشت بذری شد (جدول ۵). همچنین کشت نشائی باعث افزایش معنی‌دار صفات قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه شد و عملکرد دانه نیز در تیمارهای کشت ریشه لخت و ریشه پر بین ۶۸۶ تا ۱۱۴۲ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشت بذری بود. دلیل عملکرد دانه کم در شرایط کشت تأخیری بذر کاهش اجزای عملکرد بخصوص تعداد خورجین در بوته بود (جدول ۵). نتایج این آزمایش حاکی از کاهش محسوس عملکرد دانه و اجزای آن، تأخیر در گلدهی و کاهش طول دوره گلدهی و همچنین طولانی‌تر شدن دوره رشد کلزا در شرایط کشت تأخیری بذر در مقایسه با تیمار کشت نشایی بود، درحالیکه در کشت نشایی مدت گلدهی افزایش یافت (جداول ۴ و ۵). مطابق نتایج به دست آمده از اجرای آزمایش و تحقیقات سایر محققین طول دوره گلدهی ارتباط مثبت و معنی‌داری با تعداد شاخه بارور در بوته و نهایتاً تعداد خورجین در بوته دارد (Rahnama & Bakhshandeh, 2006).

در شرایط کشت نشایی گیاه کلزا، رابطه مثبت و معنی‌داری بین مدت گلدهی با عملکرد دانه و تعداد خورجین در بوته وجود دارد و بیشترین تأثیر غیرمستقیم مثبت روی عملکرد دانه توسط تعداد خورجین در بوته از طریق پایان گلدهی ذکر شده است (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). در این آزمایش نیز به واسطه گل‌دهی طولانیتر در تیمارهای کشت نشایی، تعداد خورجین در بوته و به طبع آن عملکرد دانه نیز به طور معنیداری بیشتر بود (جدول ۵).

تأخیر بیشتر در کشت بذری کلزا موجب افزایش اختلاف معنی‌دار بین دو شیوه کاشت

نشایی و بذری کلزا میشود و کشت نشایی به خصوص در کشت‌های دیر هنگام اهمیت بیشتری دارد (Rahnama & Bakhshandeh, 2006). کوتاه شدن مرحله رشد رویشی کلزا دلیل اصلی کاهش عملکرد خطی با تأخیر در زمان کاشت میباشد، از اینرو کشت نشایی به عنوان یک رویکرد کارآمد برای جبران کاهش عملکرد دانه کلزا در شرایط کشت تأخیری پیشنهاد شده است (Zhou *et al*., 2022).

در بین دو تیمار کشت نشایی از نظر عملکرد دانه و صفات مورفولوژی و زراعی تفاوت زیادی مشاهده شد و نتایج حاکی از برتری محسوس عملکرد دانه و بیشتر صفات زراعی در کشت نشایی ریشه لخت در مقایسه با کشت نشایی ریشه پر بود (جدول ۵). مقایسه مستقل تیمارهای ریشه لخت و ریشه پر در مجموع دو سال آزمایشی نشان داد که تیمارهای ریشه لخت باعث کاهش ۷/۳ درصدی روز تا آغاز گلدهی و ۲/۴ درصدی طول دوره رشد و از طرف دیگر افزایش ۱۳/۳ درصدی طول دوره گل‌دهی، ۷/۲ درصدی ارتفاع بوته، ۴۲/۷ درصدی در تعداد خورجین در بوته و ۱۷/۱ درصدی عملکرد دانه شد (جدول ۵). به نظر میرسد که به دلیل گسترده بودن سیستم ریشهای کلزا در ارقام زمستانه، محدودیت فیزیکی فضای داخل سینی نشاء برای رشد نشای ریشه پر در مقایسه با فضای بیشتر برای رشد نشای ریشه لخت در خاک مزرعه (خزانه) سبب کمتر شدن رشد و توسعه نشاء در تیمارهای ریشه پر شده است. از اینرو زودرسی، تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین بیشتر در تیمارهای ریشه لخت سبب برتری عملکرد دانه نسبت به تیمارهای ریشه پر شد که این موضوع را می‌توان به بهره‌مندی بیشتر از فضای خاک برای توسعه ریشه در تیمار ریشه لخت نسبت داد.

در کشت تأخیری، عملکرد دانه کلزا به دلیل عدم بهره‌مندی از شرایط مساعد محیطی (درجه حرارت، نور و دی اکسید کربن) برای فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی کاهش میابد. مرحله پر شدن دانه کلزا در شرایط کشت تأخیری با درجه حرارت زیاد محیط روبرو شده و این موضوع با افزایش تعرق و تنفس سبب کاهش میزان مواد فتوسنتزی ذخیره شده و انتقال آن به دانه میشود، در نتیجه وزن هزاردانه و عملکرد دانه کاهش میابد (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). در آزمایش حاضر نیز در تیمار کشت تأخیری بذر در مقایسه با تیمارهای کشت نشایی ریشه لخت و ریشه پر، تعداد روز تا آغاز گلدهی و طول دوره رشد بیشتر بود و به سبب آن وزن هزار دانه و عملکرد دانه کمتر بود (جدول ۵). براین اساس کشت نشایی میتواند از طریق زودرس‌تر کردن گیاه، از برخورد گیاه با درجه حرارت‌های زیاد در مرحله پر شدن دانه جلوگیری کند و برتری معنی‌داری در مقایسه با کشت بذری در شرایط کشت تأخیری از نظر اجزای عملکرد و عملکرد دانه نشان دهد.

بیشترین عملکرد دانه کلزا از نشاهایی به دست میآید که در آینده از تعداد شاخه فرعی و تعداد خورجین در بوته بیشتری برخوردار باشند. افزایش قطر طوقه، تعداد برگ سبز و وزن خشک اندام هوایی و ریشه در نشاهای کلزای سبب دستیابی به بیشترین عملکرد دانه خواهد شد

(Ren *et al*., 2014). در این آزمایش نیز تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه در تیمارهای کشت نشای ریشه پر و ریشه لخت به طور چشمگیری بیشتر از تیمار کشت بذری بود که به طبع آن تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه بیشتری نیز حاصل شد (جدول ۵). گیاهچه‌های کلزا در کشت نشایی به دلیل استقرار و توسعه بهتر ریشه که منجر به جذب بیشتر عناصر غذایی میشود، از عملکرد مناسبتری برخوردارند (Rabiee *et al*., 2021). علاوه براین کشت نشایی کلزا به سبب استقرار زودتر گیاه، افزایش تعداد شاخه فرعی و رشد بیشتر بوته‌ها از کارکرد بهتری در جذب تشعشع فعال فتوسنتزی و در نتیجه عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با روش کشت بذر برخوردار است (Aram *et al*., 2021).

مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف کاشت

مقایسه مستقل تیمارهای تراکم نشان شد که تیمار ۴۰ بوته در متر مربع نسبت به تیمارهای ۳۰ و ۲۰ بوته در متر مربع با وجود تعداد شاخه فرعی کمتر، طول خورجین کوتاهتر و طبعاً تعداد دانه در خورجین کمتر، از ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود (جدول ۵). اصولاً با افزایش تعداد بوته از ۴۰ تا ۱۲۰ بوته در متر مربع تعداد خورجین در بوته کلزا کاهش می‌یابد (کوچکی و همکاران، ۲۰۲۰) اما در این آزمایش افزایش تراکم از ۲۰ تا ۴۰ بوته در مربع سبب افزایش تعداد خورجین در بوته شد. این موضوع میتواند به دلیل کم بودن رقابت برای آب، نور و مواد غذایی و معدنی در تراکم‌های پایین (۲۰ تا ۴۰ بوته در متر مربع) کلزا باشد. در آزمایش دیگری تیمار کشت نشایی کلزا در مقایسه با کشت مستقیم بذر به دلیل تراکم کمتر و در نتیجه رقابت پذیری کمتر بین بوته‌ها در واحد سطح، ۶۴ درصد تعداد خورجین در بوته بیشتری داشت که با نتایج این پژوهش مشابه بود (Habibi Asl *et al*., 2021). در روش نشاکاری کلزا بهدلیل تراکم مناسب نسبت به کشت بذری به میزان ۶ کیلوگرم در هکتار، بهره‌مندی گیاه از شرایط محیطی بیشتر شده و در نتیجه میزان رشد رویشی مطلوبتر، تعداد خورجین بیشتری تولید شده و در نهایت به افزایش عملکرد دانه منجر میشود (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). در بررسی دیگر محققان نیز تراکم ۴۰ بوته در متر مربع بهترین تراکم کشت برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه کلزا ذکر شده است (Behzadi *et al*., 2012; Amiri *et al*., 2020).

تراکم گیاهی یکی از عوامل موثر در تعیین عملکرد کلزا می‌باشد و تراکم مطلوب برای بهبود صفات نموی گیاه و به حداکثر رساندن عملکرد دانه مورد نیاز است (Wang *et al*., 2023). در کلزا، تراکم بوته به طور قابل توجهی بسته به شرایط محیطی، سیستم تولید (نوع کشت) و رقم متفاوت است و تراکم بوته در کلزا بر اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد گیاه بسیار تأثیرگذار است (Mousavi *et al*., 2011).

مقایسه گروهی تیمارهای ۱ نشاء با ۲ نشاء در حفره کاشت

مقایسه مستقل تیمارهای ۱ نشاء با ۲ نشاء در حفره کاشت در مزرعه نشان داد که در مجموع دو سال آزمایشی عملکرد دانه تیمار ۱ نشاء در مقایسه با ۲ نشاء در حدود ۱۴/۱ درصد بیشتر

بود و این موضوع به بیشتر بودن طول دوره گلدهی، طول خورجین و تعداد خورجین در بوته در تیمار ۱ نشاء در حفره کاشت مرتبط بود (جدول ۵). برتری تیمار ۱ نشاء را می‌توان در نتیجه رقابت کمتر بین بوته‌های مجاور برای اشغال فضای فیزیکی و استفاده از منابع طبیعی رشد به وسیله گیاه و همچنین فضای ریشه بیشتر در خاک برای بهره‌مندی بهتر از آب و مواد غذایی نسبت داد (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). نتایج بررسی نشاکاری تک نشایی و جفت نشایی بر عملکرد و کیفیت ذرت علوفه‌ای نیز نشان داد عملکرد علوفه‌تر و عملکرد پروتئین در کشت تک نشایی، به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۰/۸ درصد بیشتر از کشت مستقیم بذر و ۶/۶ و ۷/۴ درصد بیشتر از کشت جفت نشایی بود (Mottaghi *et al*., 2021). از این رو، کاشت یک نشا در حفره کاشت علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی، در دستیابی به عملکرد و اجزای عملکرد در کلزا ارجح بود. برتری معنی‌دار یک نشا در حفره کاشت در روش کشت نشایی کلزا در شرایط کشت تأخیری توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). احتمالاً کمتر بودن رقابت بین بوته‌ها در تیمار ۱ نشاء در حفره کاشت سبب بیشتر بودن طول دوره گلدهی و از طرف دیگر ایجاد شرایط تنش برای جذب آب، نور و عناصر غذایی بین دو بوته مجاور هم در تیمار ۲ نشاء در حفره کاشت سبب کمتر بودن طول دوره گل‌دهی شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش حاکی از کاهش محسوس عملکرد دانه و اجزای آن، تأخیر در گلدهی و کاهش طول دوره گلدهی و همچنین طولانی‌تر شدن دوره رشد کلزا در شرایط کشت تأخیری بذر بود. در کشت نشایی طول دوره گلدهی کلزا افزایش یافت و کشت نشائی باعث افزایش معنی‌دار در صفات قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه شد. عملکرد دانه در تیمارهای کشت ریشه لخت و ریشه پر بین ۶۸۶ تا ۱۱۴۲ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشت بذری بود و کمتر بودن محسوس عملکرد دانه در تیمار کشت بذری در شرایط تأخیری به واسطه کاهش اجزای عملکرد بخصوص تعداد خورجین در بوته بود. نتایج کلی نشان داد که تیمارهای کشت نشای ریشه لخت از نظر اجزای عملکرد و عملکرد دانه برتر از تیمارهای کشت نشای ریشه پر بودند و بیشترین عملکرد دانه در کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته و یک نشاء در حفره به میزان ۴۳۹۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. عملکرد دانه زیاد در تیمار مذکور در ارتباط با طول دوره گلدهی نسبتاً زیاد، برتری محسوس از نظر تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه مناسب بود. پس از تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته و یک نشاء در حفره، عملکرد دانه در تیمار کشت نشای ریشه لخت با تراکم ۴۰ بوته با دو نشاء در حفره در رتبه دوم قرار داشت. طول دوره گلدهی زیاد و برخورداری از زودرسی و عدم مواجه با تنش‌های گرما و خشکی آخر فصل به همراه تعداد خورجین مناسب دلیل عملکرد دانه زیاد در تیمارهای کشت نشای ریشه لخت با تراکم

۴۰ بوته بود.

تشکر و سپاسگزاری

این پژوهش براساس نتایج حاصل از اجرای پروژه خاص مصوب به شماره:
۰۴-۰۳-۰۳-۲۵۹-۹۸۱۰۲۷ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر است. بدین وسیله از دفتر طرح دانه‌های روغنی وزارت جهاد کشاورزی به پاس تأمین هزینه‌های اجرای پروژه و نیز از همکاران محترم بخش تحقیقات دانه‌های روغنی به جهت فراهم نمودن امکانات اجرای پروژه تقدیر و تشکر می‌شود.

References

Amiri, M., Shirani Rad, A.H., Valadabadi, S.A., Daneshyan, J., and Zakerin, H.R. 2020. Evaluation of agronomic attributes of canola cultivars under different plant densities and application of humic acid. *Journal of Crop Production and Processing*, 9 (4), 83-95 (In Persian with English Summary).

Aram, S., Weisany, W., Daliri, M.S., and Mousavi Mirkalaie, S.A.A. 2021. Phenology, physiology, and fatty acid profile of canola (*Brassica napus* L.) under agronomic management practices (direct seeding and transplanting) and zinc foliar application. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21: 1735-1744.

Behzadi, B., Balouchi, H.R., and Mazaheri, D. 2012. Effect of cultivar and plant density by change of row spacing on some of the quantitative and qualitative characteristics of canola (*Brassica napus* L.) In jiroft region. *Applied field crops research (Pajouhesh & Sazandegi)*, 24(4 (93)), 104-111 (In Persian with English Summary).

Deng, J., Ran, J., Wang, Z., Fan, Z., Wang, G., Ji, M., Liu, J., Wang, Y., Liu, J., and Brown, J.H. 2012. Models and tests of optimal density and maximal yield for crop plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (39),15823-15828.

El-Sharayhi, R.E.A., El-Sayed, M.A.A., and Taher, H.M.E. 2008. Effect of transplant age and some growth regulators on productivity of canola crop. *Journal of Agricultural Science of Mansoura University*, 33(8), 5497-5508.

Fanadzo, M., Chiduza, S., and Mnkeni, P.N. 2009. Comparative response of direct seeded and transplanted maize to nitrogen fertilization at Zanyokwe irrigation scheme, Eastern Cape, South Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 4(8), 689-694.

Habibi Asl, J., Azizi, A., and Behbahani, L. 2021. Technical and yield evaluation of mechanized rapeseed transplanting in Khuzestan. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 22(78), 73-88.

Jabbari, H., Zareei Siahbidi, A., Asadi, H., Shirani Rad, A.H., Safavi Fard, N., and Valipour, M.B. 2022. Effect of seed planting and seedlings transplanting

methods on agronomic traits of winter Oilseed rape under different times of transplanting in Karaj. *Applied Field Crops Research*, 35(1), 34-16 (In Persian with English Summary).

Lee, J.E., Kim, K.S., An, D.h., and Cha, Y.L. 2021. Effects of transplanting and direct seeding on the growth and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) during spring cultivation. *Korean Journal of Crop Science*, 66 (4), 419-427.

Maggioni, L., Von Bothmer, R., Poulsen, G., and Lipman, E. 2018. Domestication, diversity and use of *Brassica oleracea* L., based on ancient Greek and Latin texts. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65: 137-159.

Mokhtarpour, H., and Jabbari, H. 2023. Knowledge of rapeseed production in Iran (Chapter 16 - Transplanting basics). University Publication Center.

Momoh, E., and Zhou, W. 2001. Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186 (4), 253-259.

Mostafavi Rad, M., Nobahar, A., Gholami, M., Jahansaz, H., Akbarzadeh, E., and Adibi, S. 2020. Two Sowing and transplanting method effect on peanut (*Arachis hypogea* L.) growth as affected by different row distance in Rasht. *Journal of Crop Production*, 13(2), 117-130.

Mottaghi, M., Mahrokh, A., and Seyedan, S.M. 2021. Effect of planting date and planting pattern on yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.) in transplanting method. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 23 (4), 341-356 (In Persian with English Summary).

Mousavi, S.J., Sam-Daliri, M., and Bagheri, H. 2011. Study of planting density on some agronomic traits of rapeseed three cultivar (*Brassica napus* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12), 2625-2627.

Rabiee, M., Majedian, M., and Kavoosi, M. 2021. Effects of tillage systems, planting method and nitrogen amounts on the yield of Rapeseed (*Brassica napus* L.) and some properties of soil in paddy field Conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31(1), 221-237.

Rahnama, A., and Bakhshandeh, A.A. 2006. Effect of sowing dates and direct seeding and transplanting methods on agronomic characteristics and grain

yield of canola under Ahvaz conditions. *Iranian Society of Crops and Plant Breeding Sciences*, 7 (4):324-336 (In Persian with English Summary).

Ren, Y., Zhu, J., Hussain, N., Ma, S., Ye, G., Zhang, D., and Hua, S. 2014. Seedling age and quality upon transplanting affect seed yield of canola (*Brassica napus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 94: 1461-1469.

Safahani Langroodi, A., and Bagheri, M. 2017. Evaluation of sowing date and plant density on growth and seed yield of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars in Gorgan's climatic condition. *Journal of Plant production Sciences*, 6(2), 59-70.

Safi, S.Z., Kamgar-Haghighi, A.A., Zand-Parsa, S., Emam, Y., and Honar, T. 2019. Evaluation of yield, actual crop evapotranspiration and water productivity of two canola cultivars as influenced by transplanting and seeding and deficit irrigation. *International Journal of Plant Production*, 13: 23-33.

Shahryari, A., Farhadian, H., and Mahmoudi, M. 2021. Investigating the factor structure of challenges and strategies of rapeseed production development (Studied Case: Alborz Province). *Rural Development Strategies*, 8(2), 133-150.

Shirani-Rad, A.H., Bitarafan, Z., Rahmani, F., Taherkhani, T., Moradi-Aghdam, A., and Nasresfahani, S. 2015. Effects of planting date on spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under different irrigation regimes. *Turkish Journal of Field Crops*, 19 (2),153-157.

Wang, R., Wu, W., Cheng, X., and Peng, W. 2023. High plant density increases sunlight interception and yield of direct-seeded winter canola in China. *Experimental Agriculture*, 59, E2.

Zareei Siahbidi, A., Jabbari, H., Rezaei Zadeh, A., and Asgari, A. 2020. Effect of transplanting date and seedling growth stage on some agronomic characteristics and seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) In Kermanshah In Iran. *Seed and Plant*, 36(3), 301-315 (In Persian with English Summary).

Zeinalzadeh-Tabrizi, H., Jabbari, H., and Parchami-Araghi, F. 2022. Effect of direct cultivation and transplantation on growth and seed yield of spring

canola in different plant densities under delayed conditions in Moghan region. *Journal of Crop Production*, 15 (2), 137-160.

Zhou, X., Zhang, Y., Leng, S., Wang, Z., Gong, C., Zuo, Q., and Yang, G. 2022**.** Uniconazole and adaptability of transplantations by enhancing the competition tolerance in a high sowing density of rapeseed blanket seedlings. *Agronomy*, 12: 2637.

Investigating the agronomic traits of winter canola in seeding and transplanting systems with different plant densities under delayed cultivation conditions

Hamid Jabbari[1*], Hossein Zeinalzadeh Tabrizi[2], Mohammad Bagher Valipour[3], Farnaz Shariati1and Elnaz Haji Ebrahimi[4]

1. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran . (Corresponding author)
2. Assistant Professor, Department of Horticulture and Agronomy, Faculty of Agriculture, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan
3. Master's Degree, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
4. Master's Degree, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

Received: August 1402 Accepted: December 2023- DOI: 10.22092/aj.2024.363076.1656

Extended Abstract

Jabbari, H., Zeinalzadeh Tabrizi, H., Valipour, M. B., Shariati, F., Haji Ebrahimi, E., Investigating the agronomic traits of winter canola in seeding and transplanting systems with different plant densities under delayed cultivation conditions
Applied Research in Field Crops Vol 35, No. 4, 2023 4-6: 25-48(in Persian)

Introduction

Oilseed rape (*Brassica napus* L.) is a traditional oil crop in Iran. Conventional oilseed rape production during the past decades has been performed by manual sowing, transplanting, and harvesting. In cold and temperate regions of the Iran, such as the Karaj region, canola planting is postponed due to delays in harvest of the previous crop such as corn, which makes it impossible to directly plant oilseed rape seeds. Problems such as supplying primary soil water for crop establishment of canola fields, possibility of damage from cold and frost stress and late season drought due to delayed planting are the main challenges of canola cultivation at the Karaj region (Jabbari *et al*., 2022). Because of this, canola transplanting can solve the problems and be a good choice in these kinds of situations (Zeinalzadeh-Tabrizi *et al*., 2022). Although there have been many seeding rate studies conducted for canola, the optimum seeding rate and plant population for canola are not known. Optimum density for canola depends on both biological and economic factors. Economic optimum plant density for canola was 30 to 40 plants

Email address of the corresponding author: h.jabbari@areeo.ac.ir

m^{-2} (French *et al.,* 2016). On the other hand, the transplanting method (bare-root or potted-root transplant), transplanting density and the number of seedlings per hole (one-seedling or two-seedlings) are very important to achieve the highest seed yield.

Materials and Methods

An agronomic evaluation of winter canola in seeding and transplanting systems with different plant densities was conducted under delayed cultivation conditions (24 and 26 October, respectively) at the Karaj region. The experiment was a randomized complete block design with three replications in the two cropping years, 2019-2020 and 2020-2021. The experimental treatments included direct sowing of seeds as control at a rate of 6 kg/ha; transplanting with densities of 20, 30, and 40 plants per square meter, each density with both bare-root transplant and potted-root transplant; and also with one seedling or two seedlings at the planting hole. During the experiment, traits including the days to flowering time, flowering duration, growth period, plant height, stem diameter, branch number, silique length and diameter, silique per plant, seed number per silique, 1000-seed weight and seed yield were recorded. The combined analysis of variance was carried out by SAS statistical analysis software and the least significant difference (LSD) test was used to compare treatment means by a probability threshold of 0.05.

Results and Discussion

The results of the combined analysis showed that the seed yield in seed sowing was 1973 $kg.ha^{-1}$ and seed yield in the treatments of potted-root and bare-root seedling was between 686 and 1142 $kg.ha^{-1}$ more than sowing cultivation. The yield reduction in seeding cultivation was due to the reduction of yield components, especially the number of silique per plant. Also, among all the investigated treatments, the highest seed yield (4395 $kg.ha^{-1}$) was observed in the treatment of bare-root seedlings with a density of 40 plants with one seedling at the hole, that was due to the relatively long flowering duration, a noticeable superiority for silique per plant and high 1000-seed weight. The results of this experiment showed that in the total of two experimental years, bare-root treatments caused a significant decrease of 7.3% in the days to beginning of flowering and 13.3% increase in the

length of the flowering period, 7.2% in the plant height, 42.7% in the siliques per plant and 17.1% in the seed yield. Early maturity and higher number of siliques and seeds in siliques led to the superiority of seed yield in the bare-root treatment compared to the potted-root treatment. This was due to increased competition between the seedlings in the pot in the the potted-root treatment and the greater use of soil space for root development and less competition between the seedlings in bare-root treatment.

Conclusions

Generally, the results showed that the bare-root transplant treatments were superior to the potted-root transplant treatments in terms of yield components and seed yield. Therefore, under the conditions of delayed cultivation of canola, it is recommended to transplant bare-root with a density of 40 plants per square meter and one seedling at the planting hole, especially in the Karaj region.

Keywords: Bare-root, Potted-root, Reproductive stages, Seed yield and Silique per plant

References:

French, R., Seymour, M., and Malik, R. 2016. Plant density response and optimum crop densities for canola (*Brassica napus* L.) in western australia. *Crop and Pasture Science*, 67: 397-408.

Jabbari, H., Zareei Siahbidi, A., asadi, H., Shirani Rad, A.H., Safavi Fard, N., and Valipour, M.B. 2022. Effect of seed planting and seedlings transplanting methods on agronomic traits of winter Oilseed rape under different times of transplanting in Karaj. *Applied Field Crops Research*, 35(1), 34-16 (In Persian with English Summary).

Zeinalzadeh-Tabrizi, H., Jabbari, H., and Parchami-Araghi, F. 2022. Effect of direct cultivation and transplantation on growth and seed yield of spring canola in different plant densities under delayed conditions in Moghan region. *Journal of Crop Production*, 15 (2, 137-160.