Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Effect of direct cultivation and transplantation on growth and seed yield of spring canola in different plant densities under delayed conditions in Moghan region

Hossein Zeinalzadeh-Tabrizi[1*], Hamid Jabbari[2], Farzin Parchami-Araghi[3]

[1]Assistant Professor, Crops and Horticultural Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardabil, Iran, Email: h.zeinalzadeh@areeo.ac.ir
[2]Assistant Professor, Department of Oilseed Crops, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, Email: shenghar021@gmail.com
[3]Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardabil, Iran, Email: f.parchamiaraghi@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2021/12/11
Revised: 2022/02/21
Accepted: 2022/03/12

Keywords:
Correlation
Path analysis
Plant density
Stepwise regression analysis
Transplant

ABSTRACT

Background and objectives: A proper planting date in canola allows the crop to grow sufficiently and minimizes the damaging effects of stress. On the other hand, early autumn rains and the problem of timely farm preparation and unavailability of farm fields due to summer crops such as peanuts in the Moghan region cause delays in planting dates for autumn crops such as canola. Problems such as supplying primary soil water for crop establishment of canola fields, pest damage such as flea beetles in delayed cultivation, the possibility of damage from cold and frost stress, as well as the decline in yield due to canola exposure to drought and heat stress due to delayed planting are the main problems of canola cultivation in the Moghan region. Because of this, canola transplanting can solve the problems and be a good choice in these kinds of situations.

Materials and methods: In order to agronomic evaluation of direct cultivation and transplantation of spring canola in different plant densities under delayed conditions in the Moghan region, an experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications in two cropping years, 2019-2020 and 2020-2021. Experimental treatments included direct sowing of seeds as a 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 in the planting hole. During the experiment, traits including flowering initiation, flowering completion, flowering period, growth period, plant height, first pod height, stem diameter, branch number, pod length, pod thickness, pod number, seed number per pod, 1000-seed weight, and seed yield were recorded. Correlations among traits and path analysis were performed to investigate seed yield's direct and indirect effects.

Results: The results showed that transplanting on average caused a significant decrease in phenological traits such as flowering initiation (145.5 GDD), flowering completion (207.8 GDD), growth period (158.9 GDD), and increased flowering period (156.6 GDD) during the experimental years. Also, transplanting caused a significant increase in stem diameter (2.8 mm), branch number (2.3), pod diameter (0.6 mm), number of pods per plant

(158.2), number of seeds per pod (3.3), 1000-seed weight (0.69 g) and seed yield (1894.4 kg/ha). In control treatment as delayed direct sowing, seed yield in total experimental years showed a yield decline of 62.2% (1150.7 kg/ha) compared to transplanting cultivation treatments (3045.1 kg/ha). Comparing the bare-root transplant treatments, it was found that 40 plants per square meter had a higher number of pods per plant, 1000-seed weight, and seed yield than the 30 and 20 treatments and had a significant difference with them. Phenotypic correlation among agronomic traits showed seed yield had a negative and significant correlation with phenological traits: flowering initiation (-0.90**), flowering completion (-0.90**), and growth period (-0.77**) with a positive and non-significant effect on the flowering period (0.52). The results of stepwise regression analysis showed that the number of pods per plant (0.241*) and pod thickness (0.229*) had the most significant direct and positive effects on seed yield, respectively, while flowering completion (-0.559**) had the most negative and significant direct effect on seed yield.

Conclusion: Under delayed conditions, bare-root transplanting of canola with 40 plants per square meter density and one seedling in the planting hole was superior in terms of seed yield and phenological traits compared to potted-root transplanting and direct cultivation and is recommended in Moghan region.

Cite this article: Zeinalzadeh-Tabrizi, H., Jabbari, H., 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. *Production Journal*, 15 (2), 137-160.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJCP.2022.19646.2464
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۳-۲۰۰۸
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

اثر کشت مستقیم و نشایی کلزای بهاره در تراکم‌های مختلف بوته و در شرایط کشت تأخیری بر رشد و عملکرد دانه در منطقه مغان

حسین زینل‌زاده تبریزی[1*]، حمید جباری[2]، فرزین پرچمی عراقی[3]

۱. استادیار، اصلاح نباتات، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران، رایانامه: h.zeinalzadeh@areeo.ac.ir

۲. استادیار، زراعت، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه و نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، رایانامه: shenghar021@gmail.com

۳. استادیار، آبیاری، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران، رایانامه: f.parchamiaraghi@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱

واژه‌های کلیدی:
تجزیه علیت
تراکم کاشت
رگرسیون گام به گام
نشا، همبستگی

چکیده

سابقه و هدف: رعایت تاریخ کاشت مناسب در کلزا امکان رشد و نمو کافی را به گیاه زراعی داده و اثرات خسارت‌زای ناشی از تنش‌ها را به حداقل می‌رساند. از طرف دیگر، بارندگی‌های اوایل پاییز و مشکل تهیه زمین به‌موقع، در دسترس نبودن زمین به دلیل برداشت کشت‌های تابستانه مانند بادام‌زمینی در منطقه مغان باعث تأخیر در تاریخ کاشت به‌هنگام محصولات پاییزه مانند کلزا می‌شود. مشکلات تأمین آب جهت آبیاری اول برای استقرار و سبز مناسب مزرعه کلزا، حمله آفاتی مانند کک در کشت‌های کرپه، احتمال خسارت تنش سرما و یخ‌زدگی و همچنین، افت عملکرد به دلیل برخورد کلزا به تنش خشکی و گرمای آخر فصل به دلیل تأخیر در کاشت از مشکلات عمده زراعت کلزا در منطقه مغان است. در این میان، کشت نشایی کلزا می‌تواند مشکلات موجود را از میان برداشته و راهکار مناسبی در شرایط مذکور باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی زراعی و مقایسه کشت مستقیم و کشت نشایی کلزای بهاره در تراکم‌های مختلف بوته و در شرایط کشت تأخیری در منطقه مغان، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت مستقیم بذر به عنوان شاهد به میزان ۶ کیلوگرم در هکتار، کشت نشایی با تراکم‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع هر کدام به دو صورت ریشه لخت و ریشه پر و نیز با یک نشا و دو نشا در حفره کاشت بودند. در طی آزمایش از صفات روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، مدت گلدهی، طول دوره رشد، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول خورجین، قطر خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن‌هزاردانه و عملکرد دانه یادداشت‌برداری شد. همبستگی بین صفات و تجزیه علیت برای بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد دانه انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کشت نشایی به طور میانگین باعث کاهش معنی‌دار صفات فنولوژیک 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 مدت گلدهی (۱۵۶/۶ درجه روز رشد) در مجموع سال‌های آزمایشی شد.

همچنین، کشت نشایی باعث افزایش معنی‌دار در صفات قطر ساقه (۲/۸ میلی‌متر)، تعداد شاخه فرعی (۲/۳)، قطر خورجین (۰/٦ میلی‌متر)، تعداد خورجین در بوته (۱۵۸/۲)، تعداد دانه در خورجین (۳/۳)، وزن هزاردانه (۰/٦۹ گرم) و عملکرد دانه (۱۸۹٤/٤ کیلوگرم در هکتار) شد. در تیمار شاهد به‌صورت کشت مستقیم تأخیری، عملکرد دانه در مجموع سال‌های آزمایشی افت عملکرد ٦۲/۲ درصد (۱۱۵۰/۷ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای کشت نشایی (۳۰٤۵/۱ کیلوگرم در هکتار) از خود نشان داد. با مقایسه میانگین تیمارهای ریشه لخت مشخص شد که تیمار ٤۰ بوته در مترمربع نسبت به تیمارهای ۳۰ و ۲۰ بوته در مترمربع از تعداد خورجین در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود و اختلاف معنی‌داری با آن‌ها داشت. همبستگی فنوتیپی بین صفات زراعی نشان داد عملکرد دانه با صفات فنولوژیک شروع گلدهی (**۰/۹۰-)، پایان گلدهی (**۰/۹۰-) و طول دوره رشد (**۰/۷۷-) همبستگی منفی و معنی‌دار و با صفت مدت گلدهی (۰/۵۲) همبستگی مثبت اما غیرمعنی‌دار داشت. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که دو صفت تعداد خورجین در بوته (*۰/۲٤۱) و قطر خورجین (*۰/۲۲۹) به‌ترتیب بیش‌ترین تأثیر مستقیم و مثبت معنی‌دار و صفت پایان گلدهی (**۰/۵۵۹-) بیش‌ترین تأثیر مستقیم منفی و معنی‌دار را روی عملکرد دانه داشتند.

نتیجه‌گیری: در شرایط کشت تاخیری، کشت نشایی ریشه لخت کلزا با تراکم ٤۰ بوته در متر مربع و یک نشا در حفره کاشت نسبت به کشت نشایی ریشه‌پر و کشت مستقیم دارای برتری از نظر عملکرد دانه و صفات فنولوژیک بوده و قابل توصیه در منطقه مغان است.

استناد: زینل‌زاده تبریزی، ح.، جباری، ح.، پرچمی عراقی، ف. (۱٤۰۱). اثر کشت مستقیم و نشایی کلزای بهاره در تراکم‌های مختلف بوته و در شرایط کشت تأخیری بر رشد و عملکرد دانه در منطقه مغان. *تولید گیاهان زراعی*، ۱۵ (۲)، ۱٦۰-۱۳۷.

DOI: 10.22069/EJCP.2022.19646.2464

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

کلـزا (*Brassica napus* L.) یکـی از مهـم‌تـرین گیاهان دانه روغنی جهان به‌شـمار مـی‌آیـد و دانـه آن حـاوی بـیش از ٤٠ درصـد روغـن بـوده و کنجالـه باقی‌مانده آن نیز سرشـار از پـروتئین اسـت و بعـد از سویا مهم‌ترین منبع تولید کننده روغن خوراکی جهان به‌شمار می‌رود (۱، ۲). سطح زیر کشت کلزا در ایران در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹٦ بیش از ۱۵۵ هزار هکتار با متوسط عملکرد ١٦٣٦ کیلوگرم در هکتـار و تولیـد ۳۳۰ هزار تن عملکرد دانه بـوده (۳) کـه ایـن میـزان کم‌تر از متوسط عملکرد جهانی بوده و با توجه به نیاز بـیش از ۸۵ درصـدی بـه واردات روغـن از خـارج، افزایش تولیـد دانـه‌هـای روغنـی و بـه‌ویـژه کلـزا از نیازهای اساسی کشور می‌باشد.

عملکرد دانه در کلزا به‌شدت تحـت تـأثیر تـاریخ کاشت قرار دارد. تـأخیر در زمـان کاشـت ایـن گیـاه، کاهش عملکـرد را بـه دنبـال خواهـد داشـت. تـاریخ کاشت مناسب امکان رشـد و نمـو کـافی را بـه گیـاه زراعی داده و اثرات خسارت‌زای ناشی از تـنش‌هـا را به حداقل می‌رساند (٤). تاریخ کاشـت عامـل مهمـی است که بر طول دوره رشد رویشی و زایشی و توازن بین آن‌ها و نهایتاً عملکـرد و کیفیـت محصـول تـأثیر می‌گذارد (۵). اثر تأخیر در تاریخ کاشت بر روی افت عملکرد دانه و روغن (۵، ٦، ۷)، اجزای عملکـرد (۸، ۹)، کیفیـت اسـیدهای چـرب (۱۰، ۱۱) و سـایر خصوصـیات ارقـام و ژنوتیـپ‌هـای کلـزا توسـط پژوهش‌گران مختلف گزارش شده است.

از طرف دیگر، بارندگی‌های اوایل پاییز و مشـکل تهیه زمین به‌موقـع، در دسـترس نبـودن زمـین بـدلیل برداشت کشت‌های تابستانه مانند بادام زمینی در منطقه مغان باعث تأخیر در تاریخ کاشت به‌هنگام محصولات پاییزه مانند کلزا می‌شود. مشکلات تـأمین آب جهـت آبیاری اول برای استقرار و سبز مناسب مزرعـه کلـزا، حمله آفاتی مانند کک در کشت‌هـای کرپـه، احتمـال خسارت تنش سـرما و یـخ‌زدگـی و همچنـین، افـت عملکرد به‌دلیل برخورد کلزا به تنش خشکی و گرمای آخـر فصـل بـه دلیـل تـأخیر در کاشـت از مسـائل و مشکلات عمده زراعت کلزا در منطقه مغان اسـت. در این میان، استفاده از نظام افزایش شدت تولید گیاهـان زراعـی (System of crop intensification) SCI بـا استفاده از سیستم کشت نشایی به‌منظور افزایش تولید گیاهان مختلـف زراعـی، امنیـت غـذایی و مقابلـه بـا تغییرات جهـانی اقلـیم، در حـال توسـعه و گسـترش می‌باشد. این رهیافت نه تنها به دنبال افزایش خروجی نظام تولید از یک مقدار مشخصی نهاده به عنوان یـک هـدف جهـانی و دراز مـدت اسـت، بلکـه هـدف آن رسیدن به خروجی بیش‌تر با استفاده کم‌تـر یـا هزینـه کم‌تر در زمین، نیـروی کـار، سـرمایه و آب از طریـق ایجاد تغییراتی در شیوه‌های مدیریت گیاه زراعی است (۱۲). در سالیان اخیر کشاورزان و متخصصان در بیش از ۵۰ کشور دنیا، این این سیستم افزایش شدت کشت را با استفاده از کشت نشایی در گیاهان مختلفی ماننـد برنج (*Oryza sativa*)، گنـدم (*Triticum aestivum*)، ذرت (*Zea mays*)، ارزن مرواریـدی (*Pennisetum glaucum*)، کلزا یا خردل (*Brassica juncea*) و حتی حبوبات و سبزیجات توسـعه داده‌انـد (۱۲، ۱۳، ١٤). هدف اصلی از اجرای ایـن سیسـتم، اسـتقرار اولیـه و سالم گیاهچه، کاهش رقابت بین گیاهان، افزایش مواد آلی خاک، هوادهی فعال خاک، و مصرف بهینه آب بـا استفاده از سیستم کشت نشـایی و در نتیجـه افـزایش بهره‌وری و سودآوری مـی‌باشـد (۱۵، ١٦). چـین بـه عنوان پیشتاز استفاده از روش کشت نشایی در سیستم تنـاوب بـرنج - کلـزا در شـالی‌زارهـای آن از اولـین کشورهای توسعه‌دهنده این روش در دنیاست (۱۷).

در ایران نیز پژوهش‌گران از روش کشـت نشـایی در بـرنج (۱۸، ۱۹، ۲۰)، پیـاز (*Allium cepa*) (۲۱،

۲۲)، ذرت علوفه‌ای (۲۳)، ذرت شیرین (۲٤)، ذرت دانه‌ای (۲۵)، چغندرقند (*Beta vulgaris*) (۲٦، ۲۷، ۲۸)، پنبه (*Gossypium hirsutum*) (۲۹)، سویا (*Glycine max*) (۳۰) و بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) (۳۱) استفاده کرده‌اند. کشت نشایی کلزا در صورت استقرار خوب نشاها علاوه بر فراهم ساختن امکان مدیریت متمرکز در ۳۰ روز اولیه کاشت و پوشش سریع سطح مزرعه و تولید اقتصادی با کاهش خسارت ناشی از تأخیر در کاشت یا بد سبزی ناشی از علل مختلف امکان توسعه کشت کلزا را فراهم می‌کند (۳۲). در این زمینه، راهنما و بخشنده (۲۰۰٦)، ربیعی و همکاران (۲۰۱۰، ۲۰۱۱ و ۲۰۲۱)، زارعی سیاه‌بیدی و همکاران (۲۰۲۰) و حبیبی اصل و همکاران (۲۰۲۱) مطالعات مختلفی را روی کشت نشایی کلزا در شرایط مختلف بررسی کردند (۳۲، ۳۳، ۳٤، ۳۵، ۳٦، ۳۷) و نتیجه گرفتند که کشت نشایی نسبت به کشت معمول به‌ویژه در شرایط تأخیری ارجحیت دارد. هدف از اجرای این پژوهش ارزیابی زراعی و مقایسه کشت مستقیم و نشایی کلزای بهاره، تأثیر این شیوه کاشت کلزا بر عملکرد و اجزای آن در تراکم‌های مختلف بوته و در شرایط کشت تأخیری در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب منطقه مغان بود.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی محل آزمایش: این مطالعه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل واقع در دشت مغان با مشخصات عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ٤۲ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ٦۰ متر انجام شد. این منطقه دارای تابستان‌های گرم و نسبتاً مرطوب و زمستان‌های معتدل دارای یخ‌بندان محدود با متوسط حداکثر دمای سالانه ۳۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل دمای سالیانه ۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۲۹۹ میلی‌متر است. حداکثر درجه حرارت ثبت شده ٤۱ درجه سانتی‌گراد در تیرماه و حداقل آن ۱٦/۵- درجه در دی ماه است. متوسط تبخیر سالانه ۱٤۸٦ میلی‌متر است که بیش‌ترین مقدار آن متعلق به ماه‌های تیر و مرداد است. شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش طی سال‌های اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

روش اجرای آزمایش: به‌منظور ارزیابی زراعی و مقایسه کشت مستقیم و کشت نشایی کلزای بهاره در تراکم‌های مختلف بوته و در شرایط کشت تأخیری در منطقه مغان آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱٤۰۰-۱۳۹۹ اجرا شد. رقم کلزای مورد استفاده رقم بهاره آزادگرده‌افشان RGS003 پرمحصول، نسبتاً دیررس و سازگار به منطقه مغان بود. تیمارهای آزمایشی شامل کشت مستقیم بذر به عنوان شاهد (با تراکم ٦۰ بوته در مترمربع)، کشت نشایی با تراکم‌های ۲۰، ۳۰ و ٤۰ بوته در مترمربع هر کدام به دو صورت ریشه لخت و ریشه پر و نیز با یک نشا و دو نشاء در حفره کاشت و در مجموع ۱۳ تیمار بودند. در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع، فواصل بین بوته‌ها در تیمارهای ۱ و ۲ نشا در حفره به‌ترتیب ۱٦ و ۳۲ سانتی‌متر، در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع، فواصل بین بوته‌ها در تیمارهای ۱ و ۲ نشا در حفره به‌ترتیب ۱۱ و ۲۲ سانتی‌متر و در تراکم ٤۰ بوته در مترمربع، فواصل بین بوته‌ها در تیمارهای ۱ و ۲ نشا در حفره به‌ترتیب ۸ و ۱٦ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت نشاها در تاریخ ۱۵ مهرماه در سال اول و ۳ آبان ماه در سال دوم انجام شد.

جدول ۱- شرایط آب و هوایی در طی سال‌های آزمایش.

Table 1- Meteorological condition during the experimental years.

تاریخ Date	سال اول ۱۳۹۹-۱۳۹۸ 2019-2020					سال دوم ۱۴۰۰-۱۳۹۹ 2020-2021				
	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد) Minimum temperature (°C)	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد) Maximum temperature (°C)	میانگین دما (درجه‌سانتی‌گراد) Average temperature (°C)	بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm)	میانگین رطوبت نسبی (درصد) Average relative humidity (%)	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد) Minimum temperature (°C)	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد) Maximum temperature (°C)	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Average temperature (°C)	بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm)	میانگین رطوبت نسبی (درصد) Average relative humidity (%)
آذر December	3.1	11.0	7.0	27.4	81.6	3.2	9.2	6.2	25.9	86.0
دی January	2.3	10.0	6.1	15.5	82.3	-0.3	9.5	4.6	18.8	80.7
بهمن February	0.0	12.6	6.3	18.6	64.3	0.4	11.5	6.0	20.0	78.8
اسفند March	5.0	15.4	10.2	19.5	77.3	0.4	10.8	5.3	54.4	75.8
فروردین April	5.7	16.4	11.1	22.3	77.3	6.5	20.5	13.7	17.4	72.3
اردیبهشت May	11.3	22.9	17.1	42.9	72.8	12.9	26.4	19.7	15.4	69.5
خرداد June	16.7	33.4	25.0	10.3	57.2	18.3	32.2	25.2	15.7	64.7

با توجه به شرایط کشت تأخیری در منطقه مغان نشاها ۵ آذر ماه در سال اول و ۲۰ آذر ماه در سال دوم به زمین اصلی با استفاده از نیروی کارگری منتقل شدند و تیمار شاهد به صورت کشت مستقیم بذر با دست به میزان ٦ کیلوگرم در هکتار در تاریخ‌های مذکور بود. در این روش، تولید نشای ریشه پر کلزا درون سینی‌های نشای پلی‌اتیلنی ۱۰۸ حفره‌ای (با ابعاد ۳۸۵×٥٤٠ میلی‌متر با عمق ۷۰ میلی‌متر) و تولید نشای ریشه لخت در خزانه در هوای آزاد صورت گرفت تا برای انتقال، گیاهچه‌های چهار تا شش برگی (٤٥ تا ٥٥ روزه) موجود باشند. بر این اساس، سینی‌های کشت نشایی با ترکیب ٤٠ درصد خاک زراعی، ٤٠ درصد خاک گلدان و ۲۰ درصد کود دامی پوسیده پر شد. در هر حفره سینی نشا، ۲ بذر کشت شد تا پس از سبز شدن بر اساس نوع تیمار، ۱ و ۲ نشا در هر حفره سینی نشا موجود باشد. به منظور رشد مناسب‌تر و قوی‌تر گیاهچه‌های کلزا در خزانه از کود کامل (۲۰-۲۰-۲۰) به صورت محلول‌پاشی و همراه با آب آبیاری در دو مرحله با غلظت توصیه شده ۳ تا ۵ در هزار (۳ تا ۵ گرم در لیتر) پس از ظهور اولین برگ حقیقی استفاده شد. بعد از اینکه گیاه به مرحله چهار تا شش برگی رسید انتقال نشا در آذر ماه به زمین اصلی انجام گرفت. همچنین، به منظور کشت نشایی به صورت ریشه لخت، خزانه‌ای به مساحت ۱۰۰ متر مربع ایجاد شد. در خزانه به میزان ٦ کیلوگرم در هکتار بذر کشت شد. مرحله انتقال نشای ریشه لخت ٦ برگی کامل بود که هر برگ حداقل ۳ سانتی‌متر بوده و طول ریشه نیز ۱۵ سانتی‌متر باشد. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، کوددهی (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر + ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌صورت نصف قبل از کاشت و دو مرحله سرک در مراحل پایان روزت و ساقه‌دهی) و تسطیح در مهرماه هر سال انجام شد. نتایج آزمون خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون خاک مزرعه آزمایشی.

Table 2- Soil analysis of experimental field.

عمق خاک (سانتی‌متر) Soil depth (cm)	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) salinity(Ds/m)	اسیدیته (pH)	آهک (درصد) CaO (%)	کربن آلی (درصد) Organic matter (%)	نیتروژن کل (درصد) N (%)	فسفر قابل‌جذب (ppm) P (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب (ppm) K (ppm)	میزان ریز مغذی‌ها (ppm) Micro elements (ppm)	
								منگنز Zn	آهن Fe
0-30	0.702	7.72	17.47	2.76	0.2	1.85	469	7.14	3.94
30-60	0.736	7.75	15.51	0.781	0.7	1.09	267	10.46	4.27

هر کرت آزمایشی شامل ٤ خط ٤ متری با فاصله خطوط ٦۰ سانتی‌متر (کشت دو ردیف روی هر پشته) که در نتیجه فاصله ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر بود. قبل از کاشت از علف‌کش ترفلان به مقدار ۲ لیتر در هکتار برای مبارزه با علف‌های هرز استفاده شد. عملیات آبیاری به‌صورت دور آبیاری مرسوم منطقه و با توجه به نیاز انجام گرفت. تاریخ اولین آبیاری بلافاصله بعد از انتقال نشاها به زمین اصلی بود. در طول آزمایش صفات روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، مدت گلدهی، طول دوره رشد، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول خورجین، قطر خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن‌هزاردانه و عملکرد دانه یادداشت‌برداری شدند. برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هر تیمار آزمایشی به‌طور جداگانه، با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای با حذف

دو خط کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خطوط انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

جهت تجزیه‌های آماری نخست شناسایی داده‌های پرت با استفاده از آزمون گراب صورت گرفت و داده‌های پرت تصحیح شدند. سپس نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو–ویلک انجام یافت و با توجه به نرمال بوده داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی مرکب با در نظر گرفتن مدل مخلوط با فاکتور سال به عنوان اثر تصادفی و فاکتور تیمار به عنوان اثر ثابت با استفاده از امیدریاضی میانگین مربعات منابع تغییر توسط نرم‌افزار STAR نسخه ۲ (۳۸) انجام گرفت. به دلیل سازمان‌یافته بودن تیمارهای آزمایشی، مقایسات مستقل از قبیل مقایسه تیمار کشت مستقیم با کشت نشایی، مقایسه نشاهای ریشه لخت با ریشه پر و تیمارهای ۱ نشا در حفره با ۲ نشا در حفره کاشت برای مقایسه گروهی میانگین‌ها انجام شد. سپس مقایسه تراکم‌های مختلف کاشت با همدیگر انجام و نمودارهای مربوطه با نرم‌افزار اکسل ترسیم گردید. به منظور رعایت مفروضات تجزیه رگرسیون، آزمون‌های شاپیرو–ویلک برای نرمال بودن توزیع داده‌ها، آزمون‌های بروش–پاگان و گلدفلت–کووانت برای تشخیص ناهم‌واریانسی و در نهایت آزمون دوربین–واتسون برای تشخیص خود همبستگی در مدل رگرسیونی انجام شد. تجزیه همبستگی و نمودار مربوطه با استفاده از نرم‌افزار JMP نسخه ۱٤ (۳۹) و برای تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٤ (٤۰) استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال بر صفات فنولوژیک، تعداد شاخه فرعی، طول خورجین، قطر خورجین و وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول ۳). معنی‌دار بودن اثر سال بر این صفات به‌ویژه صفات فنولوژیک را می‌توان به شرایط آب و هوایی متفاوت سال‌های آزمایشی و همچنین متفاوت بودن تاریخ کاشت و انتقال نشاها به زمین ارتباط داد. در آزمایش حبیبی اصل و همکاران (۲۰۲۱) نیز بین میانگین عملکرد سال‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری وجود داشت که آن‌ها به تفاوت قابل توجه بین سال‌های آزمایشی از نظر میزان بارندگی، دما و رطوبت در زمان گلدهی تا رسیدگی مرتبط دانستند (۳۷).

اثر تیمار به‌جز در صفات ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین، قطر ساقه، طول خورجین، قطر خورجین، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سال × تیمار نیز در صفات شروع گلدهی، مدت گلدهی، طول دوره رشد، ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین، طول خورجین، تعداد خورجین در بوته و وزن‌هزاردانه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب تیمارهای کشت مستقیم و نشایی کلزا از نظر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات زراعی.

Table 3- Combined Analysis of variance for direct and transplanted canola for yield, yield components and agronomic traits.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	شروع گلدهی (Flowering initiation)	پایان گلدهی (Flowering completion)	مدت گلدهی (Flowering period)	طول دوره رشد (Growth period)	ارتفاع بوته (Plant height)	ارتفاع اولین خورجین (First pod height)	قطر ساقه (Stem diameter)	تعداد شاخه فرعی (Branch number)	طول خورجین (Pod length)	قطر خورجین (Pod thickness)	تعداد خورجین در بوته (Pod number)	تعداد دانه در خورجین (Seed number per pod)	وزن هزاردانه (1000-Seed weight)	عملکرد دانه (Seed yield)
سال Year	1	150489.2**	87508.7**	58039.8**	109252.9**	24.2	18.8	4.8	38.5*	5.2**	1.1*	52957	4.8	0.6*	81222
بلوک درون سال Block (Year)	4	1439.0	7295.1	2638.4	4329.5	64.7	61.4	0.6	1.5	0.2	0.1	3302.9	24.4	0.01	295891
تیمار Treatment	12	13880.5**	31065.2**	13812.4**	27466.8**	743.1**	366.4	5.7	8.4**	0.2	0.2	19869	8.9	0.44**	2833719**
کشت نشایی با مستقیم direct vs transplanting	1	58582.7**	119609.7**	67957.2**	69864.7**	1970.5**	139.6	22.2**	14.8**	0.2	0.9*	69302.1*	29.2*	1.31**	9938401.2**
ریشه لخت با ریشه پر bare-root vs potted-root transplant	1	444.5	8670.7**	5188.8**	6408.0**	496.9*	263.7	0.2	17.5**	0.0	0.0	2670	0.3	0.33	1308926.7
۱ نشا با ۲ نشا 1 vs 2 transplant	1	21662.9**	54732.6**	7528.4**	76139.2**	1551.7**	1444.5*	4.1	1.7	0.0	0.0	26908.7	2.0	0.7**	1846201.6*
سال × تیمار Year × Treatment	12	1605.5**	1033.4	23075.9**	2467.9**	79.7	263.5**	2.4	1.5	0.2*	0.1	11977**	3.4	0.08*	302205
خطا Error	48	286.9	652.1	651.9	450.9	66.6	73.1	1.2	1.8	0.1	0.1	2626.1	5.3	0.04	176649
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	6.74	3.92	6.66	2.12	6.49	13.08	10.91	19.93	5.28	6.58	19.26	8.99	5.41	14.50

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** significant at the probability level of 5% and 1%, respectively.

جدول ۴- مقایسات مستقل تیمارهای کشت مستقیم با کشت نشایی.

Table 4- Orthogonal comparisons of direct planting vs transplanting.

تیمار Treatment	شروع گلدهی (درجه روز رشد) Flowering initiation (GDD)	پایان گلدهی (درجه روز رشد) Flowering completion (GDD)	مدت گلدهی (درجه روز رشد) Flowering period (GDD)	طول دوره رشد (درجه روز رشد) Growth period (GDD)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	ارتفاع اولین خورجین (سانتی‌متر) First pod height (cm)	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	تعداد شاخه فرعی Branch number	طول خورجین (سانتی‌متر) Pod length (cm)	قطر خورجین (میلی‌متر) Pod thickness (mm)	تعداد خورجین در بوته Pod number	تعداد دانه در خورجین Seed number per pod	وزن هزاردانه (گرم) 1000-Seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)
کشت نشایی Transplanting	240.0 a	635.3 a	395.2 a	987.7 a	127.8 a	65.9 a	10.3 a	6.9 a	6.1 a	4.8 a	278.2 a	25.9 a	3.72 a	3045.1 a
کشت مستقیم Direct planting	385.5 b	843.1 b	238.6 b	1146.6 b	101.1 b	58.8 a	7.5 b	4.6 b	5.8 a	4.2 b	120.0 b	22.6 b	3.03 b	1150.7 b

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند.

Means having the same letter have no statistically significant difference at 5% level.

جدول ۵- مقایسات مستقل تیمارهای ریشه لخت با ریشه پر.

Table 5- Orthogonal comparisons of bare-root vs potted-root transplants.

تیمار Treatment	شروع گلدهی (درجه روز رشد) Flowering initiation (GDD)	پایان گلدهی (درجه روز رشد) Flowering completion (GDD)	مدت گلدهی (درجه روز رشد) Flowering period (GDD)	طول دوره رشد (درجه روز رشد) Growth period (GDD)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	ارتفاع اولین خورجین (سانتی‌متر) First pod height (cm)	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	تعداد شاخه فرعی Branch number	طول خورجین (سانتی‌متر) Pod length (cm)	قطر خورجین (میلی‌متر) Pod thickness (mm)	تعداد خورجین در بوته Pod number	تعداد دانه در خورجین Seed number per pod	وزن هزاردانه (گرم) 1000-Seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)
ریشه پر Potted-root	264.6 a	674.3 b	409.7 b	1033.7 b	121.2 b	59.6 a	10.0 a	7.2 a	6.2 a	4.7 a	250.8 a	26.1 a	3.58 a	2818.6 a
ریشه لخت Bare-root	215.5 a	596.3 a	380.8 a	941.7 a	134.3 a	72.3 a	10.7 a	6.7 b	6.1 a	4.8 a	305.5 a	25.6 a	3.87 a	3271.6 a

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند.

Means having the same letter have no statistically significant difference at 5% level.

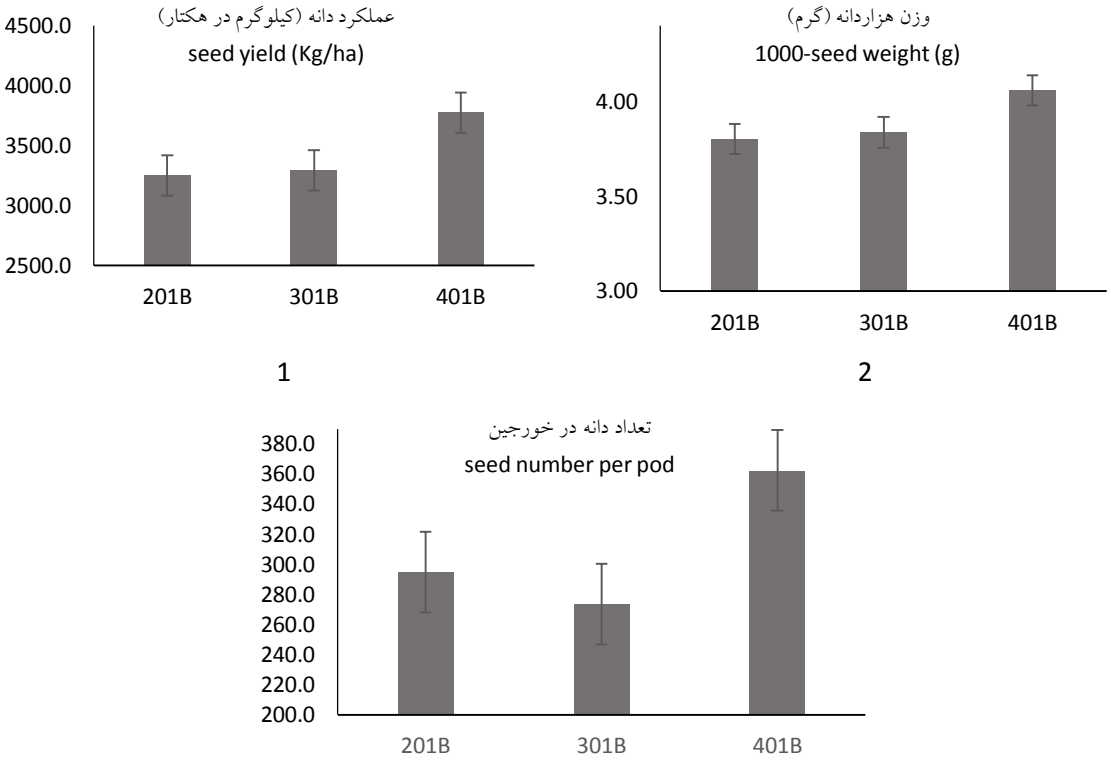
جدول ۶- مقایسات مستقل تیمارهای ۱ نشا در حفره کاشت با ۲ نشا در حفره کاشت.

Table 6- Orthogonal comparisons 1 vs 2 transplants in the cultivation hole.

تیمار Treatment	شروع گلدهی (درجه روز رشد) Flowering initiation (GDD)	پایان گلدهی (درجه روز رشد) Flowering completion (GDD)	مدت گلدهی (درجه روز رشد) Flowering period (GDD)	طول دوره رشد (درجه روز رشد) Growth period (GDD)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	ارتفاع اولین خورجین (سانتی‌متر) First pod height (cm)	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	تعداد شاخه فرعی Branch number	طول خورجین (سانتی‌متر) Pod length (cm)	قطر خورجین (میلی‌متر) Pod thickness (mm)	تعداد خورجین در بوته Pod number	تعداد دانه در خورجین Seed number per pod	وزن هزاردانه (گرم) 1000-Seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (Kg/ha)
یک نشا 1 Transplant	237.1 a	635.8 b	398.7 a	988.2 b	126.4 b	66.7 b	10.1 a	6.8 a	6.2 a	4.8 a	282.2 a	26.2 a	3.7 a	3166.9 a
دو نشا 2 Transplant	243.0 b	634.7 a	391.8 b	987.3 a	129.1 a	65.2 a	10.6 a	7.1 a	6.1 a	4.7 a	274.1 a	25.5 a	3.7 b	2923.3 b

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند.

Means having the same letter have no statistically significant difference at 5% level.



شکل ۱- مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف نشاهای ریشه لخت (B) کشت نشایی در کلزای بهاره: ۱- عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ۲- وزن هزاردانه (گرم) ۳- تعداد خورجین در بوته.

Figure 1- Means comparison of different densities of bare-root transplants (B) in transplanting of spring canola: 1- seed yield (Kg/ha) 2- 1000-seed weight (g) 3- pod number per plant.

مقایسه گروهی کشت مستقیم با کشت نشایی: جدول ٤ مقایسه گروهی و مستقل تیمار شاهد کشت مستقیم را با تیمارهای کشت نشایی نشان می‌دهد. کشت نشایی به طور میانگین باعث کاهش معنی‌دار صفات فنولوژیک شروع گلدهی (١٤٥/٥ درجه روز رشد)، پایان گلدهی (٢٠٧/٨ درجه روز رشد) و طول دوره رشد (١٥٨/٩ درجه روز رشد) و افزایش مدت گلدهی (١٥٦/٦ درجه روز رشد) در مجموع سال‌های آزمایشی شد. همچنین، کشت نشایی باعث افزایش معنی‌دار در صفات قطر ساقه (٢/٨ میلی‌متر)، تعداد شاخه فرعی (٢/٣)، قطر خورجین (٠/٦ میلی‌متر)، تعداد خورجین در بوته (١٥٨/٢)، تعداد دانه در خورجین (٣/٣)، وزن هزاردانه (٠/٦٩ گرم) و عملکرد دانه (١٨٩٤/٤ کیلوگرم در هکتار) شد در حالی که بر صفات ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین و طول خورجین تأثیر مثبت غیرمعنی‌داری داشت. در تیمار شاهد به‌صورت کشت مستقیم تأخیری، عملکرد دانه در مجموع سال‌های آزمایشی افت عملکرد ٦٢/٢ درصد (١١٥٠/٧ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای کشت نشایی (٣٠٤٥/١ کیلوگرم در هکتار) از خود نشان داد. در آزمایش حبیبی اصل و همکاران (٢٠٢١) تیمار کشت نشایی کلزا در مقایسه با کشت مستقیم به دلیل تراکم کم‌تر و در نتیجه رقابت‌پذیری کم‌تر بین بوته‌ها در واحد سطح، ٦٤ درصد تعداد خورجین در بوته بیش‌تر و همچنین ٣٠ درصد قطر ساقه بیش‌تری داشت که با نتایج این پژوهش مشابه بود (٣٧). در روش نشاکاری کلزا به دلیل تراکم مناسب، 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.

در کلزا، تاریخ کاشت عامل مهمی است که بر طول دوره رشد رویشی و زایشی و توازن بین آن‌ها و نهایتاً عملکرد و کیفیت محصول تأثیر می‌گذارد (۵). پژوهش‌گران مختلف اثر تأخیر در تاریخ کاشت را بر افت عملکرد دانه و روغن (۵، ٦، ۷) و اجزای عملکرد (۸، ۹) گزارش کرده‌اند. نتایج این آزمایش نیز حاکی از کاهش بسیار در عملکرد دانه و اجزای آن و همچنین، طولانی‌تر شدن دوره رشد کلزا در شرایط تأخیر در زمان کاشت و کشت مستقیم در مقایسه با تیمار کشت نشایی بود. تیلور و اسمیت (۱۹۹۲) گزارش کردند که در کشت دیرهنگام، گیاه کلزا به دلیل عدم بهره‌مندی از شرایط مساعد محیطی (درجه حرارت، تابش نوری و CO_2) برای فتوسنتز و تولید شیره پرورده باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (٤١). طبق یافته‌های ربیعی و همکاران (۲۰۱۱) افزایش وزن دانه و عملکرد دانه کلزا در نتیجه فتوسنتز مطلوب در زمان گلدهی و تشکیل خورجین به سبب افزایش ماده خشک است، در حالی که با تأخیر در کاشت، دوره پر شدن دانه با درجه حرارت بالای محیط هم‌زمان شده و تشدید تنفس باعث کاهش میزان مواد فتوسنتزی ذخیره شده گردیده و در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی به دانه کاهش یافته و این موضوع باعث کاهش وزن هزاردانه و عملکرد دانه می‌گردد (٣٤). در پژوهش حاضر نیز کشت نشایی باعث افزایش مدت گلدهی (١٥٦/٦ درجه روز رشد) نسبت به کشت مستقیم در شرایط تاخیری گردید که در نهایت طول دوره رشد کم‌تر (۱۵۸/۹ درجه روز رشد) و افزایش عملکرد دانه و اجزای آن را در پی داشت. نتایج آزمایش رهنما و بخشنده (٢٠٠٦) نشان داد مدت گلدهی با افزایش تأخیر در کاشت کاهش یافت، اما در کشت نشایی مدت گلدهی افزایش یافت (۳۲). در پژوهش آن‌ها کشت نشایی ۱/۹ روز طول دوره گلدهی، ۵۷/۲ عدد تعداد خورجین در بوته و ١/٤ عدد تعداد دانه در خورجین، ٤٩٢/٠ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه و ١٦٢/٦ کیلوگرم عملکرد روغن در هکتار را افزایش داد که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی داشت. همچنین، اختلاف بین صفات ذکر شده در دو روش کاشت مستقیم و نشایی به‌ویژه در کشت‌های دیرهنگام بیش‌تر بود. متوسط عملکرد دانه و روغن در کلیه تاریخ‌های کاشت در کشت مستقیم معادل ۲۳۲۹/۰ و ۸۰۸/۷ کیلوگرم در هکتار و در کشت نشایی به‌ترتیب معادل ۲۸۱۷/۹ و ۹۸٤/۷ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج آزمایش حبیبی اصل و همکاران (۲۰۲۱) در مقایسه نشاکاری و کشت مستقیم کلزا در خوزستان نشان داد که از نظر عملکرد دانه، وزن‌هزاردانه، تعداد ساقه‌های فرعی، ارتفاع بوته و میزان روغن استحصالی بین این دو روش اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد و میانگین عملکرد دانه در دو سال آزمایش آن‌ها در روش‌های نشاکاری و کشت مستقیم به‌ترتیب ۲۲۲۵/۲ و ۲۳۹۱/۸ کیلوگرم در هکتار بود (۳۷). آن‌ها نتیجه گرفتند که روش کاشت روی میزان پرشدن دانه و رسیدگی کلزا در شرایط آب و هوایی خوزستان تأثیر معنی‌داری نداشته و پتانسیل نشاکاری بدون افت عملکرد وجود دارد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی نداشت و کشت مستقیم در پژوهش حاضر باعث افت عملکرد نسبت به کشت نشایی شد. همچنین، آن‌ها گزارش کردند که قطر ساقه تیمارهای کشت نشایی در مقایسه با بذرکاری بیش‌تر بود که دلیل آن می‌تواند تراکم بوته مطلوب‌تر در تیمارهای کشت نشایی و وجود فضای مناسب رشد باشد که با نتایج این پژوهش مشابه بود. سلیمان‌زاده و همکاران (۲۰۲۰) در سویا نتیجه گرفتند که در کاشت زودهنگام و معمول نشاکاری سویا

نسبت به کشت بذری از نظر عملکرد برتری نشان نداد، ولی باعث زودرسی محصول شد (۳۰). کشت نشایی در زمانی که تاریخ کاشت برای محصول سویا دیر شده باشد می‌تواند از طریق زودرس‌تر کردن گیاه، از برخورد گیاه با کشت زمستانه بعدی جلوگیری کند (۳۰). کشت نشایی کلزا نیز در مقایسه با کشت مستقیم در شرایط تاخیری باعث کاهش طول دوره رشد و زودرسی گیاه شد که این موضوع در کاهش آب مصرفی و همچنین، برخورد نکردن مراحل رسیدگی دانه کلزا با تنش گرما و خشکی آخر فصل در منطقه مغان می‌تواند بسیار موثر باشد.

مقایسه گروهی تیمارهای گیاهان ریشه پر با ریشه لخت: مقایسه مستقل تیمارهای ریشه لخت و ریشه پر در مجموع دو سال آزمایشی حاکی از کاهش ۱۸/٦ درصد شروع گلدهی، ۱۱/٦ درصد پایان گلدهی، ۷ درصد مدت گلدهی و ۸/۹ درصد طول دوره رشد در صفات فنولوژیک و افزایش ۱۰/۸ درصد ارتفاع بوته و کاهش ۷/۵ درصد تعداد شاخه فرعی بود. اگرچه از نظر آماری تیمارهای ریشه لخت در مقایسه با ریشه پر در سایر صفات مهم مانند تعداد خورجین در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه تفاوتی نداشت، اما تأثیر مثبت آن بر صفات مذکور به‌ترتیب با ۲۱/۸، ۸/۱ و ۱٦/۷ درصد مشهود بود (جدول ۵).

زودرسی، ارتفاع بوته بیش‌تر، اجزای عملکرد بالاتر و عملکرد دانه بیش‌تر تیمارهای ریشه لخت نسبت به ریشه پر را می‌توان در رقابت‌پذیری 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. نتیجه مطالعه هوکموث (۲۰۰٦) در ایالت فلوریدای آمریکا در گیاه توت‌فرنگی نشان داد که نشاهای ریشه پر در مقایسه با نشاهای ریشه لخت دارای استقرار گیاهچه‌ای پایدارتر، تنش آبی کم‌تر به گیاهچه و از گلدهی زودهنگام و زودرسی برخوردار بودند که نتایج این پژوهش در تضاد با گزارش آنان بود (٤۲). اما در پژوهش دیگر آن‌ها در ایالت کارولینای شمالی، نشاهای ریشه لخت در مقایسه با نشاهای ریشه پر در صفات مورد مقایسه بهتر بودند که نتایج پژوهش حاضر با گزارش آن ها هم‌راستا بود. به عقیده آن‌ها این تفاوت در نتایج آزمایشات را می‌توان به شرایط آب و هوایی گرم فلوریدا نسبت به سرد کارولینای شمالی در مرحله کاشت نسبت داد. در مطالعه روسو (۲۰۰٤) در پیاز مشخص شد نشاهای ریشه لخت ۸ هفته‌ای از وزن بیش‌تری نسبت به نشاهای ریشه پر داشتند (٤۳). عملکرد ارقام تجاری پیاز در کشت نشایی ریشه لخت در مقایسه با تیمار ریشه پر با حفره‌های ۵۸ سانتی‌متر مکعبی مشابه بود اما عملکرد تیمار ریشه پر با حفره‌های ۵۸ سانتی‌متری در مقایسه با ۳٦ سانتی‌متر مکعبی بیش‌تر بود. وی پیشنهاد کرد روش کشت نشایی با حفره‌های درشت ۵۸ سانتی‌متری در مقایسه با نشاهای ریشه لخت در صورت صرفه اقتصادی می‌تواند قابل توصیه باشد (٤۳). گامیلی و همکاران (۱۹۹۰) در مطالعه نشاهای پیاز بیان کرد که نشاهای ریشه لخت به دلیل تفاوت در اندازه و وزن بذر، زمان جوانه‌زنی و تراکم بوته دارای یکنواختی در غده نیستند و این ممکن است در عملکرد نهایی آن تأثیر منفی داشته باشد. آن‌ها نتیجه گرفتند نشاهای ریشه پر در شرایط گلخانه، استقرار بهتری نسبت به نشاهای ریشه لخت در مزرعه دارند (٤٤). نتایج پژوهش جوانمردی و مرادیانی (۲۰۱۷) در مقایسه نشاهای ریشه پر و ریشه لخت در گوجه‌فرنگی نشان داد که بیش‌ترین درصد استقرار گیاهچه و تعداد برگ متعلق به تیمار ریشه پر بود، اما زودرس‌ترین میوه‌ها مربوطه به تیمار ریشه لخت بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که عملکرد نهایی در تیمارهای

کشت مستقیم بذر و تیمار ریشه لخت نسبت به ریشه پر بیش‌تر بود (٤٥).

مقایسه گروهی تیمارهای ۱ نشا با ۲ نشا در حفره کاشت: مقایسه مستقل تیمارهای ۱ نشا با ۲ نشا در حفره کاشت در مزرعه نشان داد که در مجموع دو سال آزمایشی عملکرد دانه تیمار ۱ نشا در مقایسه با ۲ نشا در حدود ۸/۳ درصد بالاتر بود. همچنین، در بقیه صفات در مجموع تیمار ۱ نشا در حفره کاشت به نسبت اجزای عملکرد بیش‌تری نسبت به تیمار ۲ نشا از خود نشان داد (جدول ٦). این برتری تیمار ۱ نشا را می‌توان در تراکم بوته کم‌تر این تیمار و در نتیجه رقابت کم‌تر برای استفاده از منابع مورد استفاده و همچنین، فضای ریشه بهتر در خاک برای بهره‌مندی بهتر از آب و مواد غذایی نسبت داد.

مقایسه میانگین تراکم‌های مختلف کاشت: مقایسات مستقل قبلی نشان داد که تیمار کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم در شرایط تأخیری برتری دارد. همچنین، نشاهای ریشه لخت در مقایسه با نشاهای ریشه پر از عملکرد و صفات زراعی مطلوب‌تری برخوردار بودند. از طرفی، کاشت یک نشا در حفره کاشت علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی در دست‌یابی به عملکرد و اجزای عملکرد در کلزا ارجحیت داشت. با مقایسه میانگین تیمارهای ریشه لخت مشخص شد که تیمار ٤٠ بوته در متر مربع نسبت به تیمارهای ۳۰ و ۲۰ بوته از تعداد خورجین در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود و اختلاف معنی‌داری با آن‌ها داشت (شکل ۱)، در حالی که تیمارهای ۲۰ و ۳۰ بوته با همدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند.

تراکم گیاهی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (٤٦) و تأثیر زیادی روی رشد و نمو، عملکرد دانه و اجزای آن دارد (۱۷). 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 (٤٧). نحوه آرایش بوته در واحد سطح نیز در کنار تراکم بوته از اهمیت بالایی برخوردار است (٤٨). تأمین شرایط مطلوب و مناسب جهت استفاده بهینه از تابش خورشید به منظور تولید مواد فتوسنتزی یکی از پیش‌شرط‌های لازم برای دست‌یابی به حداکثر عملکرد در گیاهان است (٤٩، ٥٠). هی و والکر (۱۹۸۹) و مومو و زو (۲۰۰۱) نتیجه گرفتند که اگرچه تراکم نسبتاً پائین در کلزا باعث افزایش در عملکرد دانه می‌شود، اما این موضوع نیز اثبات شده است که هر گونه افزایش بیش از اندازه در تراکم بوته نه‌تنها باعث افزایش عملکرد در کلزا نمی‌شود، بلکه باعث کاهش عملکرد و افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد. همچنین، بنا به یافته‌های آن‌ها تراکم‌های بسیار پائین نیز مانع از دست‌یابی به عملکرد مناسب و مطلوب در کلزا می‌شود (۱۷، ٥١). شیرانی راد و احمدی (۱۹۹۷) گزارش کردند که با افزایش تراکم کلزا از ٤٠ تا ۱۲۰ بوته در متر مربع، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین کاهش اما ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (٥٢).

همبستگی صفات: شکل ۲ همبستگی فنوتیپی بین صفات زراعی را نشان می‌دهد. بر این اساس، عملکرد دانه با صفات فنولوژیک شروع گلدهی (**۰/۹۰-)، پایان گلدهی (**۰/۹۰-) و طول دوره رشد (**۰/۷۷-) همبستگی منفی و معنی‌دار و با صفت مدت گلدهی (۰/٥٢) همبستگی مثبت اما غیرمعنی‌دار داشت. همچنین، صفات ارتفاع بوته (**۰/۸۱)، ارتفاع اولین خورجین (**۰/٦١)، قطر خورجین (**۰/۷۹)، تعداد خورجین در بوته (**۰/۸۹)، تعداد دانه در خورجین (*۰/٥٩) و وزن هزاردانه (**۰/۸۳) همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. چنین نتیجه مشابهی توسط علی و همکاران (۲۰۰۳)،

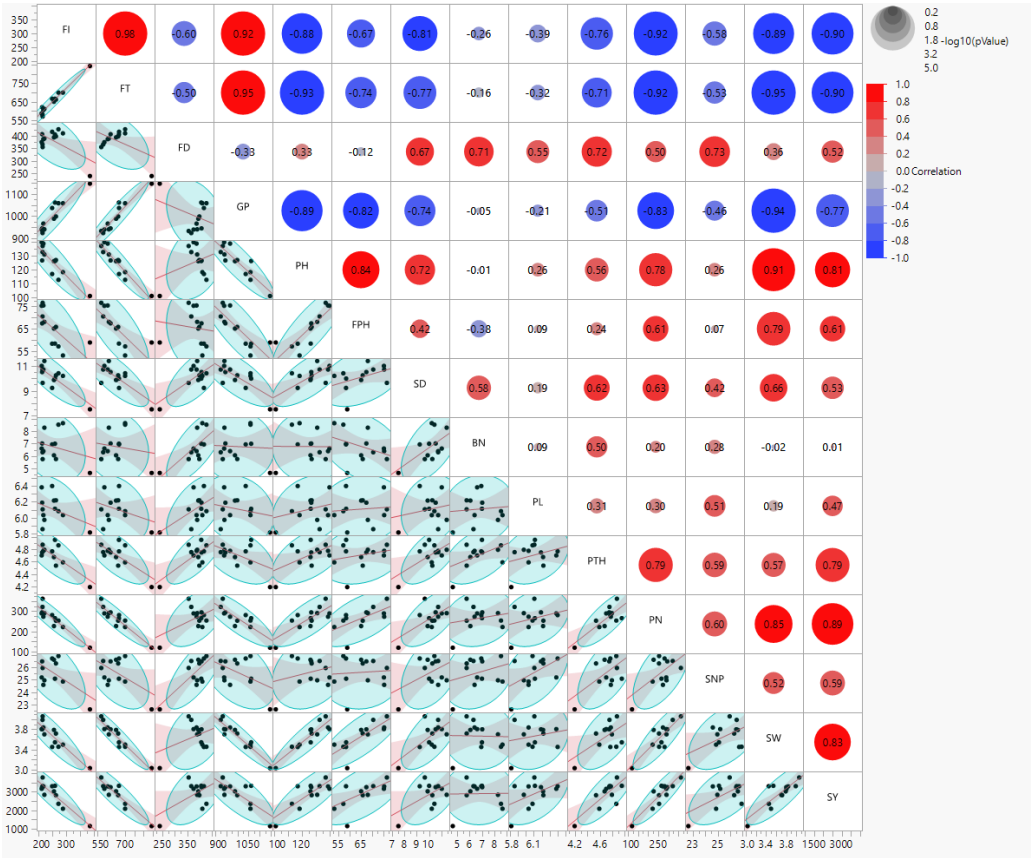
مصطفوی‌راد و میرعبدالحق (۲۰۱۰) و بیابانی و همکاران (۲۰۲۱) نیز در کلزا گزارش شده است (۵۳، ۹، ٥٤). در مطالعه تورهان و همکاران (۲۰۱۱) صفت روز تا شروع گلدهی با عملکرد دانه و ارتفاع بوته همبستگی منفی، ارتفاع بوته با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت (۱۱). همبستگی وزن هزاردانه با صفات شروع گلدهی، پایان گلدهی و طول دوره رشد منفی و معنی‌دار و با مدت گلدهی، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین خورجین، قطر ساقه، قطر خورجین، تعداد خورجین در بوته مثبت و معنی‌دار بود. در آزمایش رادیچ و همکاران (۲۰۲۱) بیش‌ترین همبستگی وزن هزاردانه با درصد جوانه‌زنی و عملکرد دانه گزارش شده است (۵۵). همبستگی تعداد دانه در خورجین با طول خورجین و قطر خورجین مثبت و معنی‌دار بود که با نتایج احتشامی و همکاران (۲۰۱٦) مشابه بود (٦). تعداد دانه در خورجین با شروع گلدهی همبستگی منفی و معنی‌دار و با مدت گلدهی همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. قطر خورجین با صفات شروع گلدهی و پایان گلدهی همبستگی منفی و معنی‌دار و با صفات مدت گلدهی، ارتفاع بوته و قطر ساقه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. همبستگی تعداد شاخه فرعی با مدت گلدهی و قطر ساقه مثبت و معنی‌دار بود. قطر ساقه با صفات شروع گلدهی، پایان گلدهی و طول دوره رشد همبستگی منفی و معنی‌دار و با صفات مدت گلدهی و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. ارتفاع اولین خورجین با صفات شروع گلدهی، پایان گلدهی و طول دوره رشد همبستگی منفی و معنی‌دار و با صفات مدت گلدهی و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. ارتفاع بوته با صفات شروع گلدهی، پایان گلدهی و طول دوره رشد همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. همبستگی طول دوره رشد با شروع گلدهی و پایان گلدهی مثبت و معنی‌دار بود که با نتایج فلاح هکی و همکاران (۲۰۱۲) در تضاد بود (۵). همبستگی مدت گلدهی نیز با روز تا شروع گلدهی منفی و معنی‌دار بود. صفت روز تا پایان گلدهی نیز با روز تا شروع گلدهی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت.

رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت: نتایج آزمون‌های شاپیرو-ویلک ($۰/۹۷۳^{ns}$) برای نرمال بودن توزیع داده‌ها، آزمون‌های بروش-پاگان ($۸/۷۷^{ns}$) و گلدفلت-کووانت ($۰/٦٤^{ns}$) برای تشخیص ناهم‌واریانسی و آزمون دوربین-واتسون ($۱/۹۰^{ns}$) برای تشخیص خود همبستگی در مدل رگرسیونی حاکی از برقرار بودن فرضیات تجزیه رگرسیون برای برازش مدل رگرسیونی صفت عملکرد دانه به عنوان صفت وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل بود.

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که دو صفت تعداد خورجین در بوته ($۰/۲٤۱^{*}$) و قطر خورجین ($۰/۲۲۹^{*}$) به ترتیب بیش‌ترین تأثیر مستقیم و مثبت معنی‌دار و صفت پایان گلدهی ($-۰/۵۵۹^{**}$) بیش‌ترین تأثیر مستقیم منفی و معنی‌دار را روی عملکرد دانه داشتند و بقیه صفات در حضور این صفات اهمیت خود را از دست داده و در معادله نهایی وجود نداشتند (جدول ۷). در مطالعه فتحی و همکاران (۲۰۰۳) بیش‌ترین تأثیر مستقیم مثبت و معنی‌دار مربوط به صفت تعداد خورجین در بوته بود که با نتایج این پژوهش مشابهت داشت (۸). ضریب تبیین معادله رگرسیونی برابر ۰/۵۹۵ بود. البته مقدار بزرگ ضریب تبیین لزوما به معنای مطلوب بودن مدل رگرسیون نیست. چرا که افزودن یک متغیر به مدل همیشه مقدار ضریب تبیین را صرف نظر از اینکه این متغیر در مدل مشارکت داشته باشد یا نه، افزایش خواهد داد. بنابراین، متخصصان آمار استفاده از آماره

ضریب تبیین تصحیح شده را ترجیح می‌دهند (۵۶). در معادله رگرسیونی مقدار ضریب تبیین تصحیح شده برابر با ۰/۵۷۹ بود که نشان‌گر ورود متغیرهای با مشارکت پرمعنا در برازش مدل بوده و متغیرهای فاقد مشارکت پرمعنا از مدل حذف شده‌اند. در مطالعه رادیچ و همکاران (۲۰۲۱) ضریب تبیین مدل رگرسیونی برابر ۰/۶۸۳ گزارش شد (۵۵).

بیش‌ترین تأثیر غیرمستقیم منفی روی عملکرد دانه توسط پایان گلدهی از طریق تعداد خورجین در بوته (۰/۲۲۳-) مشخص شد. همچنین، بیش‌ترین تأثیر غیرمستقیم مثبت روی عملکرد دانه توسط تعداد خورجین در بوته از طریق پایان گلدهی (۰/۵۱۷) بود (جدول ۷). رادیچ و همکاران (۲۰۲۱) نتیجه گرفتند که بیش‌ترین تأثیر غیرمستقیم بر عملکرد دانه با صفات وزن‌هزاردانه و محتوای پروتئین دانه از طریق درصد جوانه‌زنی بود (۵۵). گزارش‌های مختلف و متضادی از تأثیر صفات مختلف بر عملکرد دانه در کلزا حکایت دارد که می‌تواند ناشی از مواد آزمایشی متفاوت و شرایط محیطی متفاوت باشد.



شکل ۲- همبستگی فنوتیپی بین صفات مختلف زراعی در کلزای بهاره در شرایط کشت مستقیم و نشایی.

Figure 2- Phenotypic correlation among different agronomic traits in spring canola under direct and transplanting cultivation.

مطالعه روابط عملکرد با اجزای آن در کلزا توسط پژوهش‌گران مختلف نشان داده است که تعداد خورجین در بوته (۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰)، تعداد خورجین در ساقه اصلی (۶۱، ۶۲، ۶۳)، تعداد دانه در خورجین (۶۴) وزن هزار دانه (۶۵، ۶۶)، ارتفاع بوته (۶۷، ۶۸) و شاخص برداشت (۶۹) نقش قابل توجهی

در عملکرد دانه و روغن کلزا دارند. نتایج مطالعه سقیب (۲۰۱۱) حاکی از تأثیر مستقیم تعداد خورجین در بوته و طول خورجین بر افزایش عملکرد دانه در کلزا است (۷۰). آن‌ها همچنین، نتیجه گرفتند که طول دوره رشد از طریق طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن‌هزاردانه تأثیر مستقیم و مثبتی بر عملکرد دانه دارد. گزارش خیاط و همکاران (۲۰۱۲) از نقش مستقیم و مثبت وزن‌هزاردانه، روز تا شروع گلدهی و طول دوره رشد بر عملکرد دانه در کلزا حکایت داشت (۷۱).

جدول ۷- اثرات مستقیم (با خط زیرین و در قطر جدول) و غیرمستقیم صفات مستقل مؤثر بر عملکرد دانه در کشت نشایی کلزای بهاره.

Table 7- Direct (underlined in diagonal) and indirect effects of independent variables affecting seed yield of in transplanted spring canola.

صفات Traits	پایان گلدهی Flowering completion	قطر خورجین Pod thickness	تعداد خورجین در بوته Pod number per plant	ضریب همبستگی متغیرهای مستقل با عملکرد دانه Correlation coefficient of independent variables with seed yield
پایان گلدهی (Flowering completion)	-0.559	-0.163	-0.223	-0.896**
قطر خورجین (Pod thickness)	0.399	0.229	0.141	0.790**
تعداد خورجین در بوته (Pod number per plant)	0.517	0.182	0.241	0.894**

ضریب تبیین تصحیح شده ($\overline{R^2}$)	ضریب تبیین (R^2)	باقی‌مانده (R)
Adjusted coefficient of determination	Coefficient of determination	Residuals
0.579	0.595	0.240

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که کشت نشایی کلزا به طور میانگین باعث کاهش معنی‌دار صفات فنولوژیک شروع گلدهی، پایان گلدهی و طول دوره رشد و افزایش مدت گلدهی در مجموع سال‌های آزمایشی شد. همچنین، کشت نشایی باعث افزایش معنی‌دار در صفات قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، قطر خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه و عملکرد دانه شد. در تیمار شاهد به‌صورت کشت مستقیم تأخیری، عملکرد دانه در مجموع سال‌های آزمایشی افت عملکرد ۶۲/۲ درصد در مقایسه با تیمارهای کشت نشایی از خود نشان داد. تأثیر معنی‌دار مقایسه مستقل تیمارهای ریشه لخت با ریشه پر در مجموع دو سال آزمایشی به‌صورت کاهش ۱۸/۶ درصد شروع گلدهی، ۱۱/۶ درصد پایان گلدهی، ۷ درصد مدت گلدهی، ۸/۹ درصد طول دوره رشد در صفات فنولوژیک و افزایش ۱۰/۸ درصد ارتفاع بوته و کاهش ۷/۵ درصد تعداد شاخه فرعی بود. اگرچه از نظر آماری تیمارهای ریشه لخت در مقایسه با ریشه پر در سایر صفات مهم مانند تعداد خورجین در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه تفاوتی نداشت، اما تأثیر مثبت آن بر صفات مذکور به‌ترتیب با ۲۱/۸، ۸/۱ و ۱۶/۷ درصد مشهود بود. در مجموع دو سال آزمایشی عملکرد دانه تیمار ۱ نشا در مقایسه با ۲ نشا در حدود ۸/۳ درصد بالاتر بود. همچنین، در بقیه صفات در مجموع تیمار ۱ نشا در حفره کاشت به نسبت اجزای عملکرد بیش‌تری نسبت به تیمار ۲ نشا از خود نشان داد. با مقایسه میانگین تیمارهای ریشه لخت مشخص شد که تیمار ۴۰ بوته در متر مربع نسبت به تیمارهای ۳۰ و ۲۰ بوته از تعداد خورجین در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود و اختلاف معنی‌داری با آن‌ها داشت، در حالی که تیمارهای ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع با همدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. همبستگی فنوتیپی بین صفات زراعی نشان داد عملکرد دانه با صفات فنولوژیک شروع گلدهی، پایان

گلدهی و طول دوره رشد همبستگی منفی و معنی‌دار و با صفت مدت گلدهی همبستگی مثبت اما غیرمعنی‌دار داشت. همچنین، صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین خورجین، قطر خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که دو صفت تعداد خورجین در بوته و قطر خورجین به ترتیب بیش‌ترین تأثیر مستقیم و مثبت معنی‌دار و صفت پایان گلدهی بیش‌ترین تأثیر مستقیم منفی و معنی‌دار را روی عملکرد دانه داشتند. بیش‌ترین تأثیر غیرمستقیم منفی روی عملکرد دانه توسط پایان گلدهی از طریق تعداد خورجین در بوته مشخص شد. همچنین، بیش‌ترین تأثیر غیرمستقیم مثبت روی عملکرد دانه توسط تعداد خورجین در بوته از طریق پایان گلدهی بود.

سپاسگزاری

این پژوهش بر اساس نتایج حاصل از اجرای پروژه سفارشی مصوب به شماره ۹۸۱۰۲۷-۲۵۹-۰۳-۰۳-۰٤ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در منطقه مغان است. بدین‌وسیله از دفتر طرح افزایش دانه‌های روغنی وزارت جهاد کشاورزی به پاس تأمین هزینه‌های اجرای پروژه و نیز از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل به جهت فراهم نمودن امکانات اجرای پروژه تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع

1. Kimber, D. and McGregor, D. 1995. Brassica oilseeds: Production and utilization. Cab International. 394 p.
2. Seymour, M., Kirkegaard, J.A., Peoples, M.B., White, P.F. and French, R.J. 2012. Break-crop benefits to wheat in western Australia–insights from over three decades of research. Crop Pas. Sci. 63: 1. 1-16.
3. Anonymous. 2019. Agricultural statistics I: Field crops. Iranian Ministry of Agriculture, Tehran Press, 87 p. (In Persian)
4. 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. Turk. J. Field Crops. 19: 2. 153-157.
5. Fallah-Haki, M.H., Yadavi, A., Movahhedi-Dehnavi, M., Balouchi, H. and Faraji, H. 2012. The effect of planting date on phonological stages and quantity traits of four winter rapeseed cultivars in Yasouj. J. Plant Prod. 35: 2. 99-113. (In Persian)
6. Ehteshami, S., Tehrani, A.A. and Samadi, B. 2016. Effect of planting date on some phenological and morphological characteristics, yield and yield components of five rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Agron. J. 108: 111-120. (In Persian)
7. Uzun, B. and Furat, S. 2009. Sowing date effects on growth, flowering, oil content and seed yield of canola cultivars. Asian J. Chem. 21: 3. 1957.
8. Fathi, G., Siadat, S. and Hemaiaty, S. 2003. Effect of sowing date on yield and yield components of three oilseed rape varieties. Acta Agron. Hung. 51: 3. 249-255.
9. Mostafavi-Rad, M. and Mirabdolhaq, A. 2010. Evaluation of delayed sowing dates on quantitative and qualitative traits and dry matter remobilization in three winter rapeseed cultivars in Markazi province. Plant Prod. 33: 1. 49-66. (In Persian)
10. Omidi, H., Tahmasebi, Z., Naghdi-Badi, H.A., Torabi, H. and Miransari, M. 2010. Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.), as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. Com. Ren. Bio. 333: 3. 248-254.

11. Turhan, H., Gül, M.K., Egesel, C.Ö. and Kahriman, F. 2011. Effect of sowing time on grain yield, oil content, and fatty acids in rapeseed (*Brassica napus subsp. Oleifera*). Turk. J. Agric. Forest. 35: 3. 225-234.
12. Abraham, B., Araya, H., Berhe, T., Edwards, S., Gujja, B., Khadka, R.B., Koma, Y.S., Sen, D., Sharif, A. and Styger, E. 2014. The system of crop intensification: Reports from the field on improving agricultural production, food security, and resilience to climate change for multiple crops. Agric. Food Sec. 3: 1. 1-12.
13. Uphoff, N. 2012. Raising smallholder food crop yields with climate-smart agricultural practices. Report accompanying presentation on 'the system of rice intensification (SRI) and beyond: Coping with climate change,'made at world bank, washington, dc. Washington, DC: World Bank.
14. Uphoff, N., Chi, F., Dazzo, F. and Rodriguez, R. 2013. Soil fertility as a contingent rather than inherent characteristic: Considering the contributions of crop-symbiotic soil biota, in principles of sustainable soil management in agroecosystems. Pp: 141-166.
15. Dash, T. and Pal, A. 2011. Growing crops with SRI principles. Bhubaneswar: SRI Secretariat and Sir Dorabji Tata Trust.
16. Verma, A.K. and Gorai, P. 2014. Cultivating rapeseed / mustard with SRI principles: A training manual. Professional Assistance for Development Action (PRADAN), Gaya. India.
17. Momoh, E. and Zhou, W. 2001. Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci. 186: 4. 253-259.
18. Ala, A., Agha Alikhani, M., Amiri Larijani, B. and Soufizadeh, S. 2014. Radiation use efficiency of rice cultivars in direct-sowing and transplanting systems under weed interference. Ir. J. Field Crop Sci. 45: 1. 147-160. (In Persian)
19. Ala, A., AghaAlikhani, M., Amiri Larijani, B. and Soufizadeh, S. 2014. Comparison between direct-seeding and transplanting of rice in Mazandaran province: Weed competition, yield and yield components. Ir. J. Field Crops Res. 12: 3. 463-475. (In Persian)
20. Pouramir, F., Yaghoubi, B. and Shahbazi, H. 2020. Comparison of yield and yield components of native and improved rice cultivars in transplanting and direct seeding cultivation methods. J. of Crop Prod. 13: 2. 131-145. (In Persian)
21. Aien, A. and Mamnoie, E. 2014. Chemical weeds control in fall transplanting onions in southern Kerman province. J. Weed Ecol. 2: 1. 1-10. (In Persian)
22. Darabi, A. 2014. Evaluation of planting systems effects (transplant and onion set) on quantitative and qualitative characteristics of some onion genotypes in Behbahan region. Res. Achiev. Field Hort. Crops. 3: 3. 149-161. (In Persian)
23. Ghiasabadi, M., Khajeh-Hosseini, M. and Mohammad Abadi, A. 2014. The study of transplanting date on growth analyses and forage yield of maize (*Zea mays* L.) under Mashhad conditions. Ir. J. Field Crops Res. 12: 1. 137-145. (In Persian)
24. Zolfagharan, A., Alizadeh, A., Khavari, S., Bannayan, M. and Ansari, H. 2016. Investigation and comparison of water productivity in direct and transplant seeding of corn in different irrigation regimes. Ir. J. Irri. Drain. 10: 4. 508-519. (In Persian)
25. Sadeghi, F. and Mahrokh, A. 2020. Effect of transplanting and seed hydropriming on grain yield of maize (*Zea mays* L.) as second crop in temperate region of Kermanshah, Iran. Ir. Soci. Crops Plant Breed. Sci. 22: 1. 50-65. (In Persian)
26. Abdollahi, S.A.S., Hatami, A., Yosefabadi, V. and Mehrabi, A.A. 2020. The effect of transplanting, sowing and harvesting date on yield and water use efficiency of autumn-sown sugar beet. J. Sugar Beet. 35: 2. 175-191. (In Persian)
27. Bagheri Shirvan, M., Asadi, G.A. and Koocheki, A. 2019. Evaluation of quantity and quality characteristics of

sugar beet varieties in different sowing date of direct sowing and transplanting in Shirvan and Mashhad. Ir. J. Field Crops Res. 17: 4. 551-565. (In Persian)
28. Lotfi Keyvanlo, A. and Armin, M. 2017. The effect of seedlings age and date of transfer on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet. Ir. J. Field Crop Sci. 48: 1. 291-301. (In Persian)
29. Khajeh Mozaffari, M., Abdolhosseini, M., Ghorbani Nasrabad, G. and Farzaneh, M.R. 2019. Evaluation of the effects of different water quantities and irrigation frequency on cotton yield and yield components in direct and transplanting methods. Ir. J. Irrig. Drain. 13: 5. 1331-1341. (In Persian)
30. Soleimanzadeh, G., Soltani, A., Torabi, B., Ebrahimi, H. and Shakeri, E. 2020. Modeling the effect of pot culture on yield and water use of soybean in Gorgan. J. Crop Prod. Proc. 10: 3. 111-125. (In Persian)
31. 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. J. Crop Prod. 13: 2. 117-130. (In Persian)
32. 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. Ir. Soci. Crops Plant Breed. Sci. 7: 4. 324-336. (In Persian)
33. Rabiee, M., Alinia, F. and Tousi Kehal, P. 2010. Effect of transplanting date on yield and some important traits of rapeseed cultivars in paddy field of Guilan. Ir. J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 20: 3. 153-173.
34. Rabiee, M., Aliniya, F. and Tousi Kehal, P. 2011. Effect of transplanting date on seed yield and its components of four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop in rasht in Iran. Seed Plant Prod. J. 27: 3. 251-267. (In Persian)
35. Rabiee, M., Majidian, M., Alizadeh, M.R. and Kavoosi, M. 2021. Effect of tillage system, planting method and nitrogen fertilizer rate on agronomic charachteristics and seed yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cv. Dalgan in Guilan, Iran. Ir. J. Crop Sci. 22: 4. 335-349. (In Persian)
36. Zareei Siahbidi, A., Jabbari, H., Rezaei Zad, 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 Plant Imp. J. 36: 3. 301-315. (In Persian)
37. Habibi, Asl, J., Azizi, A. and Behbahani, L. 2021. Technical and yield evaluation of mechanized rapeseed transplanting in Khuzestan. Agric. Mecha. Syst. Res. 22: 78. 73-88. (In Persian)
38. IRRI. 2013. Statistical Tool for Agricultural Research (STAR) version: 2.0.1. International Rice Research Institute Los Baños, Philippines.
39. Sall, J., Stephens, M.L., Lehman, A. and Loring, S. 2017. JMP Start Statistics: A guide to statistics and data analysis using JMP. SAS Institute.
40. IBM Corporation. 2016. SPSS for windows, version 24. IBM Corp Armonk (NY).
41. Taylor, A. and Smith, C. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of irrigated canola (*Brassica napus* L.) grown on a red-brown earth in south-eastern Australia. Aust. J. Agric. Res. 43: 7. 1629-1641.
42. Hochmuth, G., Cantliffe, D., Chandler, C., Stanley, C., Bish, E., Waldo, E., Legard, D. and Duval, J. 2006. Containerized strawberry transplants reduce establishment-period water use and enhance early growth and flowering compared with bare-root plants. HortTechnol. 16: 1. 46-54.
43. Russo, V. 2004. Greenhouse-grown transplants as an alternative to bare-root transplants for onion. HortSci. 39: 6. 1267-1271.
44. Gamiely, S., Smittle, D., Mills, H. and Banna, G. 1990. Onion seed size, weight, and elemental content affect germination and bulb yield. HortSci. 25: 5. 522-523.
45. Javanmardi, J. and Moradiani, M. 2017. Tomato transplant production method affects plant development and field

performance. Int. J. Veg. Sci. 23: 1. 31-41.
46. Koocheki, A., Azizi, M., Norooziyan, A. and Najibnia, S. 2020. Evaluation of a wide range of plant density on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Agroecol. 12: 1. 1-13. (In Persian)
47. 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. Proc. Nati Acad. Scie. 109: 39. 15823-15828.
48. Zamani, G. and Koocheki, A. 1995. The effect of planting pattern and density on light interception, yield and yield components of maize cultivar. Agric. Sci. Technol. J. 2: 2. 17-30. (In Persian)
49. Beheshti, A.A., and Nassiri Mahallati, M. 2002. Effect of planting pattern on light absorption and conversion efficiency in three varieties of maize canopy. Seed Plant Prod. J. 18: 4. 417-431. (In Persian)
50. Gusta, L., Johnson, E., Nesbitt, N. and Kirkland, K. 2004. Effect of seeding date on canola seed quality and seed vigour. Can. J. Plant Sci. 84: 2. 463-471.
51. Hay, R.K. and Walker, A.J. 1989. Introduction to the physiology of crop yield. Longman Group UK Limited. 292 p.
52. Shirani-Rad, A.H. and Ahmadi, M. 1997. Effect of sowing date and plant density on growth analysis of two winter rapeseed varieties (*Brassica napus* L.) in Karaj region. Ir. J. Agric. Sci. 28: 2. 27-36. (In Persian)
53. Ali, N., Javidfar, F., Elmira, J.Y. and Mirza, M. 2003. Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pak. J. Bot. 35: 2. 167-174.
54. Biabani, A., Foroughi, A., Karizaki, A.R., Rassam, G.A., Hashemi, M. and Afshar, R.K. 2021. Physiological traits, yield, and yield components relationship in winter and spring canola. J. the Sci. Food Agric. 101: 8. 3518-3528. (In Persian)
55. Radić, V., Balalić, I., Krstić, M. and Marjanović-Jeromela, A. 2021. Correlation and path analysis of yield and yield components in winter rapeseed. Genetika. 53: 1. 157-166.
56. Ismaili, A., Sohrabi, S., Hosseini, S., Namdarian, R. and Godarzi, D. 2016. Genotypic correlation and path analysis of some traits related to oil yield and grain yield in canola (*Brassica napus* L.) under non-stress and water deficit stress conditions. Ir. J. Field Crops Res. 14: 4. 646-664. (In Persian)
57. Ali, N., Javidfar, F. and Attary, A. 2002. Genetic variability, correlation and path analysis of yield and its components in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Pak. J. Bot. 34: 2. 145-150.
58. Marjanović-Jeromela, A., Marinković, R., Ivanovska, S., Jankulovska, M., Mijić, A. and Hristov, N. 2011. Variability of yield determining components in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) and their correlation with seed yield. Genetika. 43: 1. 51-66.
59. Rameeh, V. 2016. Heritability and path coefficient analysis for quantitative traits of rapeseed advanced lines. J. Oil. Bra. 7: 2. 139-147.
60. Zare, M. and Sharafzadeh, S. 2012. Genetic variability of some rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars in southern Iran. Afr. J. Agric. Res. 7: 2. 224-229.
61. Aytaç, Z., Kinaci, G. and Kinaci, E. 2008. Genetic variation, heritability and path analysis of summer rapeseed cultivars. J. Appl. Biol. Sci. 2: 3. 35-39.
62. Nasim, A., Farhatullah, S.I., Shah, S. and Azam, S.M. 2013. Genetic variability and correlation studies for morpho-physiological traits in *Brassica napus* L. Pak. J. Bot. 45: 4. 1229-1234.
63. Rameeh, V. 2015. Heritability, genetic variability and correlation analysis of some important agronomic traits in rapeseed advanced lines. Cer. Agron. Mold. 48: 4. 71-80.
64. Ul-Hasan, E., Mustafa, H., Bibi, T. and Mahmood, T. 2014. Genetic variability, correlation and path analysis in advanced lines of rapeseed (*Brassica napus* L.) for yield components. Cerc. Agron. Mold. 47: 1. 71-79.
65. Bayat, M., Rabiei, B., Rabiee, M. and Moumeni, A. 2008. Assessment of

relationship between grain yield and important agronomic traits of rapeseed as second culture in paddy fields. J. Crop Prod. and Proc. 12: 45. 475-486. (In Persian)

66. Sharafi, Y., Majidi, M., Jafarzadeh, M. and Mirlohi, A. 2018. Multivariate analysis of genetic variation in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. J. Agric. Sci. Technol. 17: 5. 1319-1331.
67. Sandhu, R., Rai, S., Bharti, R., Kour, A., Gupta, S. and Verma, A. 2017. Studies on genetic diversity among various genotypes of *Brassica napus* L. using morphological markers. Int. J. Curr. Mic. Appl. Sci. 6: 7. 469-480.
68. Zebarjadi, A., Kakaei, M. and Mostafaie, A. 2011. Genetic variability of some traits in rapeseed (*Brassica napus* L.) under drought stress and non-stress conditions. Biha. BioL. 5: 2. 127-131.
69. Tiwari, A.K., Singh, S.K., Tomar, A. and Singh, M. 2017. Heritability, genetic advance and correlation coefficient analysis in indian mustard (*Brassica juncea* L *czern & coss*). J. Pharm. Phyt. 6: 1. 356-359.
70. Saqib, M. 2011. The estimation of heritability, association and selection criteria for yield components in mustard (*Brassica juncea*). Pak. J. Agric. Sci. 48: 4. 251-254.
71. Khayat, M., Lack, S. and Karami, H. 2012. Correlation and path analysis of traits affecting grain yield of canola (*Brassica napus* L.) varieties. J. Basic Appl. Sci. Res. 2: 6. 5555-5562.