

Selection of the best planting method and plant density for two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars with different growth types in Karaj region

Farhad Habibzadeh^{*1} | Majid Gholamhoseini²

1. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. E-mail: habibzadeh_f@eng.ikiu.ac.ir
2. Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: mgholamhoseini@spii.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 04.06.2021
Revised: 06.28.2021
Accepted: 06.30.2021

Keywords:

Cultivar,
Density,
Grain yield,
Oil yield,
Sesame

ABSTRACT

Background and Objectives: Among oilseeds, sesame (*Sesamum indicum* L.) is known as the queen of oilseeds due to its significant amount of antioxidant compounds, essential amino acids and unsaturated fatty acids. Among the necessary managements to achieve maximum crop production, the selection of cultivar, density and planting pattern could be mentioned. Different sesame cultivars have various growth characteristics (for example, branching) and each of them is suitable for a planting method with a certain density. The aim of this study was to evaluate the planting pattern and suitable density for two sesame cultivars.

Materials and Methods: In this study, the effect of planting pattern (single or double row(s) on ridges), plant density (20, 30 and 40 plants m⁻²) and sesame cultivars (Oltan and Naz Tak Shakheh) based on factorial experiment in a randomized complete blocks design were evaluated in three replications during 2019 and 2020 in Karaj region. Plant height, grain yield and yield components, dry matter yield, harvest index and oil percentage and yield were evaluated. Statistical analyzes were performed using SAS software and LSD test was used to compare the main means and slicing was used to compare the means of interactions.

Results: Analysis of variance showed that effect of planting pattern factor on plant height and dry matter yield, plant density factor on all traits (except 1000-seed weight) and cultivar factor on all traits (except harvest index) were significant. Comparison of means showed that the mean of plant height in planting pattern of double rows on ridges (126 cm) was significantly higher. Among the yield components, the number of capsules per plant at densities of 30 and 40 plants m⁻² (57 and 60, respectively) were the highest, which were statistically significant compared to the density of 20 plants m⁻² (50). The number of seeds per capsule at the density of 20 plants m⁻² was the highest (58) which showed a statistically significant difference compared to the other two densities. Among the studied densities, the highest grain yield (993 kg ha⁻¹) was obtained from the density of 40 plants m⁻² and the lowest grain yield (798 kg ha⁻²) was obtained from the density of 20 plants m⁻². Among the two studied cultivars, Oltan cultivar had the highest yield and grain yield components which showed a statistically significant difference compared to Naz Tak Shakheh. The highest oil yield was produced by Oltan cultivar

in each of the densities of 30 and 40 plants m⁻², which statistically did not show a significant difference in planting pattern of single or double row(s) on ridges.

Conclusion: This study showed that Oltan cultivar is recommended in planting pattern of single row on ridges and in density of 30 plants m⁻² for Karaj region.

Cite this article: Habibzadeh, Farhad, Gholamhoseini, Majid. 2022. Selection of the best planting method and plant density for two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars with different growth types in Karaj region. *Journal of Plant Production*, 29 (1), 191-207.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JOPP.2021.19024.2808

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

انتخاب بهترین الگوی کاشت و تراکم بوته در دو رقم کنجد (*Sesamum indicum* L.) با تیپ رشدی متفاوت در منطقه کرج

فرهاد حبیب‌زاده*^۱ | مجید غلامحسینی^۲

۱. نویسنده مسئول، استادیار گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. رایانامه: habibzadeh_f@eng.ikiu.ac.ir
۲. استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: mgholamhoseini@spii.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: در بین دانه‌های روغنی، کنجد (<i>Sesamum indicum</i> L.) به دلیل دارا بودن میزان قابل توجهی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، اسید آمینه‌های ضروری و اسیدهای چرب غیراشباع، به عنوان ملکه دانه‌های روغنی شناخته شده است. از میان مدیریت‌های لازم برای رسیدن به حداکثر تولید گیاهان زراعی، می‌توان به انتخاب رقم، تراکم و آرایش کاشت اشاره نمود. ارقام مختلف کنجد دارای ویژگی‌های رشدی متفاوتی (برای مثال، نحوه شاخه‌دهی) بوده و هر یک از آن‌ها برای یک روش کاشت و با یک تراکم مشخص، مناسب هستند. هدف از اجرای این پژوهش، ارزیابی آرایش کاشت و تراکم مناسب برای دو رقم از گیاه کنجد بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۷	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۷	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۹	
واژه‌های کلیدی: تراکم، رقم، عملکرد دانه، عملکرد روغن، کنجد	مواد و روش‌ها: در این پژوهش، اثر آرایش کاشت (کشت یک یا دو ردیف روی پشته)، تراکم بوته (۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و ارقام کنجد (اولتان و ناز تک شاخه) بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در منطقه کرج مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک، شاخص برداشت و درصد و عملکرد روغن ارزیابی شدند. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌های اصلی از آزمون LSD و برای مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش‌ها، از روش برش‌دهی استفاده گردید.
	یافته‌ها: تجزیه واریانس نشان داد که عامل آرایش کاشت بر ارتفاع گیاه و عملکرد ماده خشک، عامل تراکم بوته بر همه صفات (به استثنای وزن هزاردانه) و عامل رقم بر همه صفات (به استثنای شاخص برداشت) تأثیر معنی‌داری داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میانگین ارتفاع گیاه (۱۲۶ سانتی‌متر) در آرایش کاشت دو ردیف روی پشته به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود. از بین اجزای عملکرد، تعداد کپسول در بوته در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع

(به ترتیب، ۵۷ و ۶۰ عدد) بیشترین مقدار بود که در مقایسه با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۵۰ عدد) تفاوت آماری معنی داری داشتند. تعداد دانه در کپسول در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بیشترین مقدار بود (۵۸ عدد) که نسبت به دو تراکم دیگر، تفاوت آماری معنی داری نشان داد. از بین تراکم‌های مورد مطالعه، بالاترین عملکرد دانه (۹۹۳ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۴۰ بوته در مترمربع و کمترین مقدار عملکرد دانه (۷۹۸ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به دست آمد. از بین دو رقم مورد مطالعه، رقم اولتان دارای بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه بود که نسبت به رقم ناز تک شاخه، تفاوت آماری معنی داری را نشان داد. بیشترین عملکرد روغن را رقم اولتان در هر یک از تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع تولید نمود که از لحاظ آماری در آرایش کاشت یک یا دو ردیفه، این رقم تفاوت معنی داری نشان نداد.

نتیجه گیری: این پژوهش نشان داد که رقم اولتان در آرایش کاشت یک ردیف روی پشته و در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع برای منطقه کرج قابل توصیه می‌باشد.

استناد: حبیب‌زاده، فرهاد، غلامحسینی، مجید (۱۴۰۱). انتخاب بهترین الگوی کاشت و تراکم بوته در دو رقم کنجد (*Sesamum indicum* L.) با تیپ رشدی متفاوت در منطقه کرج. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۹ (۱)، ۲۰۷-۱۹۱.

DOI: 10.22069/JOPP.2021.19024.2808



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

امراض را نیز در پی خواهد داشت (۲۰ و ۲۴). از آن‌جا که گیاه کنجد به دلیل ظریف بودن بذر، نسبت به شرایط نامساعد خاک به‌ویژه سله‌بندی و غرقاب شدن حساس است، انتخاب روش صحیح کاشت باعث کاهش تلفات و افزایش کارایی تولید در این گیاه خواهد شد. از سوی دیگر، کارایی جذب انرژی تابشی توسط پوشش گیاهی بستگی به میزان سطح برگ و توزیع برگ‌ها در داخل سایه‌انداز گیاه دارد (۲۴ و ۲۵). ارقام مختلف کنجد دارای ویژگی‌های رشدی متفاوتی بوده و هر یک از آن‌ها برای یک روش کاشت و با یک تراکم مشخص مناسب هستند. خصوصیات رشدی از جمله ارتفاع و نحوه شاخه‌دهی، بر میزان فتوسنتز و عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارند (۸ و ۱۶). ارقام مختلف کنجد عادت‌های رشدی متفاوتی دارند (به‌خصوص از نظر یک یا چند شاخه بودن)؛ در ژنوتیپ‌های تک و چند شاخه کنجد، عملکرد دانه از اجزای مختلف عملکردی تأثیر می‌پذیرد (۱۷ و ۲۵).

با توجه به شرایط اقلیمی و ارقام مورد استفاده، تراکم مطلوب گیاه کنجد، متفاوت است. از نتایج پژوهش‌های گذشته چنین بر می‌آید که تراکم کاشت بر رشد و نمو و در نهایت عملکرد گیاهان زراعی از جمله کنجد مؤثر می‌باشد (۱۷). در تراکم مطلوب، تمامی عوامل تأثیرگذار محیطی به صورت بهینه استفاده می‌شوند؛ ضمن این‌که، رقابت (بین گیاهان و هم‌چنین درون بوته) به کم‌ترین مقدار می‌باشد (۶ و ۷). در یک پژوهش روی گیاه کنجد، فاصله‌های ردیف متفاوتی مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر، بیش‌ترین عملکرد دانه کنجد تولید گردید (۲). نتایج پژوهشی نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن کنجد از فاصله ۳۰×۵۰ بین و روی ردیف به‌دست آمد (۱۵). گزارش شده است که عملکرد و شاخص برداشت تحت‌تأثیر

کنجد با نام علمی *Sesamum Indicum L.* جمله قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی بوده و مطابق اسناد و مدارک به‌دست آمده، این دانه روغنی در سال‌های ابتدایی تمدن‌های باستانی مورد استفاده قرار می‌گرفته است (۲۳ و ۲۴). این محصول از قرن‌های پیش به‌علت دارا بودن مقدار زیاد پروتئین و روغن خوراکی در قسمت‌های مختلف جهان به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک و گرمسیری تا مناطق معتدل آسیا و آفریقا کشت می‌شد. بنابراین، گیاه کنجد دارای تنوع گسترده از لحاظ کاشت، داشت و برداشت می‌باشد. کنجد به‌واسطه دارا بودن طعم مطبوع، ثبات و پایداری زیاد و خاصیت اکسید نشدن روغن آن، دارای جایگاه ارزشمندی می‌باشد (۲۲ و ۲۳). ترکیبات دانه کنجد شامل ۵۰ درصد روغن، ۲۵ درصد پروتئین و غنی از مواد معدنی می‌باشد. روغن کنجد به‌دلیل وجود آنتی‌اکسیدان‌های قابل‌حل در چربی مانند سسامول، سامولین و سسامینول در سلامتی انسان نقش مثبتی دارد (۱۸).

یکی از راهکارهای مهم برای استفاده از حداکثر ظرفیت تولیدی گیاهان، اعمال روش‌های صحیح زراعی بوده که امری اجتناب‌ناپذیر است. از جمله این مدیریت‌ها می‌توان به انتخاب رقم، تراکم و آرایش کاشت اشاره نمود. در واقع، این عوامل باید به‌نحوی در نظر گرفته شوند تا رقابت درون و برون گونه‌ای به حداقل ممکن کاهش یافته و گیاهان بتوانند از عوامل رشد موجود، به صورت بهینه بهره‌مند گردند؛ در این شرایط است که به‌دست آوردن حداکثر عملکرد گیاه و افزایش کارایی استفاده از نهاده‌ها امکان‌پذیر می‌گردد (۵، ۱۱ و ۱۹). انتخاب روش کاشت مناسب علاوه بر بهبود جوانه‌زنی، سهولت در عملیات کاشت و صرفه‌جویی در هزینه‌های کارگری، آسان‌تر شدن عملیات داشت و شیوع کم‌تر آفات و

با داده‌های هواشناسی، تیرماه با میانگین ۲۶ درجه سانتی‌گراد و دی با ۲/۱ درجه سانتی‌گراد به ترتیب گرم‌ترین و سردترین ماه سال در این منطقه محسوب می‌شوند. همچنین بر اساس داده‌های هواشناسی بلندمدت (۳۰ ساله) بارندگی‌های این منطقه از فصل پاییز آغاز و تا اواسط بهار ادامه دارد و تابستان‌های آن گرم و بدون بارندگی است. میانگین سالیانه رطوبت نسبی کرج ۵۲ درصد و میانگین حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۷۲ و ۳۸ درصد گزارش شده است.

در این آزمایش، سه عامل (فاکتور) شامل آرایش کاشت (کشت یک و دو ردیف روی پشته)، تراکم بوته در واحد سطح (تراکم‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و ارقام کنگد به نام‌های ناز تک شاخه (پاکوتاه، تک‌شاخه، رنگ دانه کرم، از مبداء توده محلی مازندران، معرفی شده در سال ۱۳۸۰) و اولتان (پابلند، چند شاخه، رنگ دانه قهوه‌ای تیره، از مبداء توده محلی مغان، معرفی شده در سال ۱۳۷۸) مورد بررسی قرار گرفتند. پس از اجرای عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ایجاد فارو در محل اجرای آزمایش، نقشه آزمایش پیاده‌سازی شد. بذور کنگد در ۲۰ و ۲۵ خرداد ماه به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش در کرت‌های آزمایشی کشت شدند. مساحت هر واحد آزمایشی حدود ۵ مترمربع و هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به طول ۵ متر بود.

بذور ارقام کنگد در واحدهای آزمایشی ابتدا به صورت متراکم کشت شده و سپس در مراحل اولیه رشد و نمو (دو تا سه برگگی) تنک شدند؛ به طوری که تراکم‌های مورد نظر در هر یک از تیمارهای آزمایشی حاصل گردد. در آرایش کاشت یک ردیفه، فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله گیاهان روی ردیف‌ها برای حصول تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع، برابر با ۸، ۶ و ۴ سانتی‌متر لحاظ گردید. در آرایش کاشت دو ردیفه، فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و

تراکم بوته قرار می‌گیرند (۱۱). در مورد اثر تراکم‌های مختلف گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد کنگد گزارش‌های متعددی وجود دارد. افزایش تعداد بوته در واحد سطح تا حدود معینی سبب افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شود، ولی فراتر از آن ممکن است حتی باعث کاهش عملکرد گردد (۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۷).

با توجه به اهمیت اساسی و راهبردی زراعت کنگد برای کشور، توسعه کشت آن دارای اهمیت زیادی می‌باشد. متأسفانه کشت این گیاه با مشکلات متعددی مواجه است که از جمله می‌توان به عملکرد پایین، عادت رشدی نامحدود و شکوفایی آن اشاره نمود. در مورد بررسی و مقایسه روش‌های مختلف کاشت ارقام کنگد در تراکم‌های متفاوت، اطلاعات کاملی در اختیار نیست. این در حالی است که در اکثر مناطق کشور این گیاه ارزشمند به ابتدایی‌ترین روش کاشت که همان کشت به صورت کرتی- دستپاش و بدون تنظیم دقیق تراکم، کشت و کار می‌شود. پژوهش حاضر در راستای ارزیابی آرایش کاشت و تراکم مناسب برای دو رقم از گیاه کنگد، طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در مزرعه پژوهشی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، واقع در محمد شهر کرج با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۰۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۲۳ متر از سطح دریا به صورت فاکتوریل، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. میانگین بارندگی کرج، ۲۵۰ میلی‌متر بوده که در گروه اقلیمی نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌شود. حداقل و حداکثر مطلق دمای آن به ترتیب ۲۰- و ۴۲ درجه و میانگین دمای سالیانه ۱۴ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. منطبق

اندازه‌گیری گردید. جهت تعیین اجزای عملکرد (تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه)، از کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت، ۶ بوته به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس ارتفاع بوته و تعداد کپسول در بوته اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در کپسول از هر کرت ۲۰ کپسول به طور تصادفی انتخاب و پس از بوجاری و شمارش تعداد بذور موجود در آن‌ها، متوسط تعداد دانه در کپسول برای هر واحد آزمایشی مشخص شد. برای تعیین وزن هزاردانه نیز دو نمونه ۵۰۰ تایی از بذور هر یک از کرت‌ها شمارش و توزین گردید و براساس آن وزن هزاردانه محاسبه شد. شایان ذکر است پس از جمع‌آوری کامل داده‌ها، تجزیه آماری مرکب با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌های اثر اصلی از آزمون LSD در سطح پنج درصد و برای مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش‌ها از روش برش‌دهی استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عامل آرایش کاشت بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. عامل تراکم بوته بر صفات ارتفاع گیاه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. عامل رقم نیز بر صفات ارتفاع گیاه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در سطح احتمال خطای یک درصد تأثیر معنی‌داری گذاشت. برهم‌کنش آرایش کاشت × تراکم بوته بر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول به ترتیب در سطوح احتمال خطای پنج و یک درصد و برهم‌کنش تراکم بوته × رقم بر تعداد کپسول در بوته در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

فاصله گیاهان روی ردیف‌ها برای حصول تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع برابر با ۱۷، ۱۱ و ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری واحدهای آزمایشی به صورت نشتی (جوی و پشته) و با فواصل زمانی هر دو هفته یکبار انجام شد. در این آزمایش قبل از کاشت، مزرعه با علف‌کش ترفلان (تری‌فلورالین به مقدار دو لیتر در هکتار) تیمار شد، اما به دلیل غنی بودن بانک بذری خاک از بذر گونه‌های مختلف علف‌های هرز، عملیات وجین نیز در طول فصل رشد به طور مرتب و در فواصل زمانی کوتاه انجام گرفت. بافت خاک از نوع لوم رسی، هدایت الکتریکی ۲/۸۷ دسی‌زیمنس بر متر، pH (واکنش خاک) ۷/۶۲، ماده آلی ۰/۶۴ درصد، فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۶/۳۶ و ۹۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود اوره و به صورت تقسیم شده در دو مرحله (نیمی در مرحله سه تا چهار برگی و بقیه به صورت جای‌گذاری کنار ردیف‌های کاشت در مرحله هفت تا هشت برگی کنجد) به کار برده شد. در ضمن، ۱۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم قبل از کاشت استفاده گردید.

برداشت نهایی برای محاسبه عملکرد دانه و شاخص برداشت در تاریخ ۱۸ و ۲۵ مهرماه سال اول و دوم آزمایش انجام گرفت. مساحت برداشت شده هر کرت از ردیف‌های میانی با لحاظ کردن اثر حاشیه، بالغ بر دو مترمربع بود. بوته‌های برداشت شده به دانه و کاه تقسیم و در آن ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند. عملکرد دانه براساس رطوبت ۱۰ درصدی دانه محاسبه گردید. شاخص برداشت (HI) بر اساس نسبت عملکرد دانه بر عملکرد ماده خشک محاسبه شد. درصد روغن دانه، پس از خشک کردن دانه‌ها، با استفاده از دستگاه رزونانس مغناطیس هسته‌ای (Nuclear Magnetic Resonance, minispec mq 20 NMR (Analyzer, Bruker, Rheinstetten, Germany

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات ارتفاع و اجزای عملکرد دانه تحت تأثیر عامل‌های آزمایشی در گیاه کنجد.

Table 1. Analysis of variance (mean of squares) for plant height and grain yield components under the influence of experimental factors in sesame plant.

وزن هزاردانه 1000-seed weight	دانه در کپسول Seeds per capsule	کپسول در بوته Capsules per plant	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی DF	منابع تغییرات S.O.V.
2.88 ^{ns}	561 ^{**}	186 ^{ns}	7.34 ^{ns}	1	سال (Y) Year (Y)
0.98	4.11	38.2	250	4	تکرار (سال) Replication (Year)
0.03 ^{ns}	33.3 ^{ns}	2.00 ^{ns}	268 ^{**}	1	آرایش کاشت (P) Planting pattern (P)
0.07 ^{ns}	91.1 ^{**}	556 ^{**}	958 ^{**}	2	تراکم بوته (D) Plant density (D)
1.68 ^{**}	539 ^{**}	2426 ^{**}	7260 ^{**}	1	رقم (C) Cultivar (C)
0.24 ^{ns}	15.1 ^{ns}	43.5 ^{ns}	82.3 [*]	1	Y × P
0.01 ^{ns}	10.0 ^{ns}	5.54 ^{ns}	24.3 ^{ns}	2	P × D
0.008 ^{ns}	203 ^{**}	312 [*]	45.1 ^{ns}	1	P × C
0.03 ^{ns}	7.12 ^{ns}	31.4 ^{ns}	39.6 ^{ns}	2	Y × D
0.01 ^{ns}	17.9 ^{ns}	282 ^{**}	14.2 ^{ns}	2	D × C
0.32 ^{ns}	4.01 ^{ns}	1.38 ^{ns}	3.12 ^{ns}	1	Y × C
0.007 ^{ns}	16.6 ^{ns}	0.68 ^{ns}	4.76 ^{ns}	2	Y×P×D
0.53 ^{ns}	153 ^{**}	29.3 ^{ns}	105 [*]	1	Y×P×C
0.07 ^{ns}	3.09 ^{ns}	7.68 ^{ns}	11.3 ^{ns}	2	Y×D×C
0.29 ^{ns}	45.9 ^{ns}	8.29 ^{ns}	21.3 ^{ns}	2	P×D×C
0.05 ^{ns}	2.37 ^{ns}	4.26 ^{ns}	15.2 ^{ns}	2	Y×P×D×C
0.20	16.4	49.6	18.5	24	خطای آزمایش Experimental Error
13.58	7.29	12.62	3.47		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

^{ns}، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

^{ns}، * and ** are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

روغن در سطح احتمال خطای یک درصد تأثیر معنی‌داری گذاشت ولی اثر آن بر شاخص برداشت از نظر آماری معنی‌دار نگردید. برهم‌کنش آرایش کاشت × رقم بر عملکرد دانه و عملکرد روغن به ترتیب در سطوح احتمال خطای پنج و یک درصد و برهم‌کنش تراکم بوته × رقم بر این دو صفت در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی عامل‌ها نشان داد که ارتفاع گیاه در آرایش دو ردیف کشت روی پشته (۱۲۶ سانتی‌متر)، در مقایسه با آرایش کاشت یک

عامل آرایش کاشت بر عملکرد ماده خشک در سطح احتمال خطای پنج درصد اثر معنی‌داری گذاشت ولی تأثیر آن بر عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن دانه و عملکرد روغن از نظر آماری معنی‌دار نبود. تأثیر عامل تراکم بوته بر عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت در سطح احتمال خطای پنج درصد و بر عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار گردید. عامل رقم بر عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد

ردیف روی پشته (۱۲۲ سانتی‌متر)، به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. ارتفاع گیاه در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع (۱۳۰ سانتی‌متر) نسبت به تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ برته در مترمربع (به‌ترتیب، ۱۱۷ و ۱۲۴ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری بیشتر بود و ارتفاع مربوط به هر سه تراکم، از لحاظ آماری در سه گروه جداگانه قرار گرفتند. تعداد کپسول در بوته در تراکم‌های ۴۰ و ۳۰ بوته در مترمربع (به‌ترتیب، ۶۰ و ۵۷ عدد) بیش‌ترین مقدار بود که با هم تفاوت آماری نداشته‌اند اما در مقایسه با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۵۰ عدد) تفاوت معنی‌داری داشتند. تعداد دانه در کپسول در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بیش‌ترین مقدار بود (۵۸ عدد) که با تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع (میانگین‌های ۵۵ و ۵۴ عدد)، از لحاظ آماری تفاوت داشت (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن دانه و عملکرد روغن تحت تأثیر عامل‌های آزمایشی در گیاه کنجد.

Table 2. Analysis of variance (mean of squares) for dry matter yield, grain yield, harvest index, grain oil percentage and oil yield under the influence of experimental factors in sesame plant.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	عملکرد ماده خشک Dry matter yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن دانه Grain oil percentage	عملکرد روغن Oil yield
سال (Y) Year (Y)	1	3449688*	33239 ^{ns}	2.71 ^{ns}	99.8**	34540*
تکرار (سال) Replication (Year)	4	174452	11497	3.66	2.91	2967
آرایش کاشت (P) Planting pattern (P)	1	2700488*	10296 ^{ns}	7.25 ^{ns}	2.47 ^{ns}	4125 ^{ns}
تراکم بوته (D) Plant density (D)	2	1377349*	241263**	27.3*	9.89**	49461**
رقم (C) Cultivar (C)	1	49620722**	727419**	13.9 ^{ns}	20.1**	227925**
Y × P	1	4876 ^{ns}	2189 ^{ns}	0.90 ^{ns}	0.26 ^{ns}	292 ^{ns}
P × D	2	117125 ^{ns}	16014 ^{ns}	7.83 ^{ns}	0.27 ^{ns}	3893 ^{ns}
P × C	1	340037 ^{ns}	42778*	1.21 ^{ns}	1.02 ^{ns}	12667**
Y × D	2	71611 ^{ns}	52.5 ^{ns}	0.71 ^{ns}	2.10 ^{ns}	290 ^{ns}
D × C	2	13717 ^{ns}	37292**	8.72 ^{ns}	2.65 ^{ns}	11837**
Y × C	1	621984 ^{ns}	260 ^{ns}	2.97 ^{ns}	1.89 ^{ns}	245 ^{ns}
Y × P × D	2	45103 ^{ns}	2005 ^{ns}	0.27 ^{ns}	0.04 ^{ns}	504 ^{ns}
Y × P × C	1	103058 ^{ns}	28.1 ^{ns}	1.30**	0.03 ^{ns}	58 ^{ns}
Y × D × C	2	27862 ^{ns}	93.2 ^{ns}	0.96 ^{ns}	5.68 ^{ns}	799 ^{ns}
P × D × C	2	112961 ^{ns}	18260 ^{ns}	0.54 ^{ns}	0.48 ^{ns}	5291 ^{ns}
Y × P × D × C	2	116829 ^{ns}	351 ^{ns}	0.66 ^{ns}	0.06 ^{ns}	117 ^{ns}
خطای آزمایش Experimental Error	24	395603	6800	5.63	1.82	1704
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		10.18	9.06	15.92	2.63	8.85

^{ns}, * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

^{ns}, * and ** are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی برای صفات ارتفاع، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه کنجد.

Table 3. Comparison of the means of the main effects for height, number of capsules per plant, number of seeds per capsule and 1000-seed weight of sesame.

وزن هزاردانه (g) 1000-seed weight (g)	تعداد دانه در کپسول Seeds per capsule	تعداد کپسول در بوته Capsules per plant	ارتفاع بوته (cm) Plant height (cm)	تیمارهای آزمایش Experimental treatments
آرایش کاشت Planting pattern				
3.31 ^a	55 ^a	56 ^a	122 ^b	یک ردیف روی پشته One row on ridges
3.26 ^a	56 ^a	56 ^a	126 ^a	دو ردیف روی پشته Double rows on ridges
تراکم Density				
3.30 ^a	58 ^a	50 ^b	117 ^c	۲۰ بوته در مترمربع 20 plants m ⁻²
3.33 ^a	55 ^b	57 ^a	124 ^b	۳۰ بوته در مترمربع 30 plants m ⁻²
3.22 ^a	54 ^b	60 ^a	130 ^a	۴۰ بوته در مترمربع 40 plants m ⁻²
رقم Cultivar				
3.44 ^a	58 ^a	62 ^a	134 ^a	اولتان Oltan
3.13 ^b	53 ^b	50 ^b	114 ^b	ناز تک شاخه Naz Tak Shakheh

در هر ستون و در هر تیمار، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال خطای پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند
In each column and in each treatment, means followed by the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability

خشک مشاهده نگردید. عملکرد دانه در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع بالاترین مقدار بود (۹۹۳ کیلوگرم در هکتار) که با سایر تراکم‌ها تفاوت آماری معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین عملکرد دانه نیز از تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به دست آمد (۷۹۸ کیلوگرم در هکتار) که با سایر تراکم‌ها دارای تفاوت آماری معنی‌داری بود. شاخص برداشت در تراکم‌های ۴۰ و ۳۰ بوته در مترمربع بیش‌ترین مقدار بود (به ترتیب، ۱۵/۶ و ۱۵/۳ درصد) که نسبت به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۱۳/۶

عملکرد ماده خشک در آرایش کاشت دو ردیف روی پشته (۶۳۶۷ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با کشت یک ردیفه (۵۹۷۹ کیلوگرم در هکتار)، بالاتر بود. در تراکم‌های مختلف، عملکرد ماده خشک حاصل از تراکم ۴۰ بوته در مترمربع بیش‌ترین مقدار بود (۶۴۱۰ کیلوگرم در هکتار) که با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (۶۱۷۶ کیلوگرم در هکتار) از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. بین تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته در هکتار نیز از نظر آماری تفاوت عملکرد ماده

(به ترتیب، ۵۰۲ و ۴۸۱ کیلوگرم در هکتار) که هر دو نسبت به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (۴۱۵ کیلوگرم در هکتار) تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند. مقایسه میانگین‌های ارقام مورد مطالعه نشان داد که رقم اولتان از نظر همه صفات مورد مطالعه، نسبت به رقم ناز تک‌شاخه، برتری معنی‌داری داشت (جدول ۴).

درصد) از نظر آماری متفاوت بودند. بالاترین درصد روغن دانه از تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به دست آمد (۵۱/۸ درصد) که با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (۵۱/۲ درصد) تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد. کم‌ترین درصد روغن دانه (۵۰/۵ درصد) به تراکم ۴۰ بوته در مترمربع اختصاص داشت. بالاترین عملکرد روغن از تراکم‌های ۴۰ و ۳۰ بوته در مترمربع به دست آمد

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی برای صفات عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن دانه و عملکرد روغن کنجد.

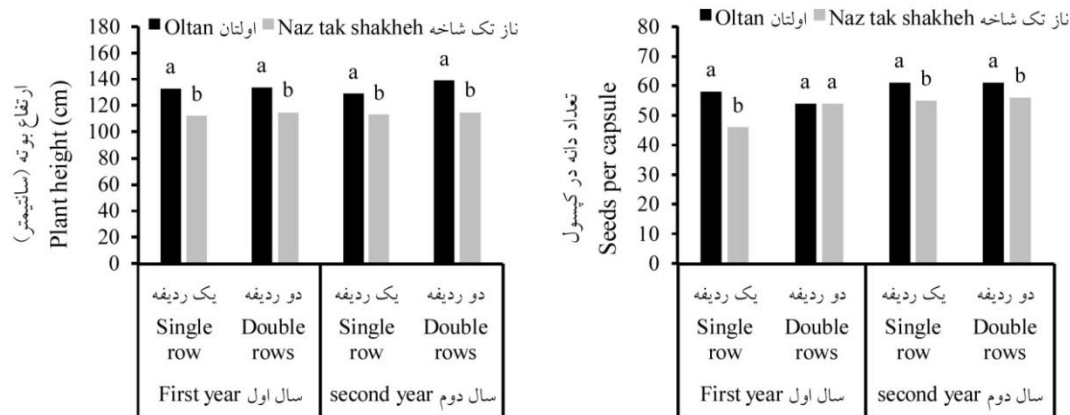
Table 4. Comparison of the means of the main effects for dry matter yield, grain yield, harvest index, grain oil percentage and oil yield of sesame.

عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg ha ⁻¹)	درصد روغن دانه Grain oil percentage	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield (kg ha ⁻¹)	تیمارهای آزمایش Experimental treatments
آرایش کاشت Planting pattern					
458 ^a	51 ^a	15.2 ^a	898 ^a	5979 ^b	یک ردیف روی پشته One row on ridges
474 ^a	51 ^a	14.6 ^a	922 ^a	6367 ^a	دو ردیف روی پشته Double rows on ridges
تراکم Density					
415 ^b	51.8 ^a	13.6 ^b	798 ^c	5932 ^b	۲۰ بوته در مترمربع 20 plants m ⁻²
481 ^a	51.2 ^{ab}	15.3 ^a	938 ^b	6176 ^{ab}	۳۰ بوته در مترمربع 30 plants m ⁻²
502 ^a	50.5 ^b	15.6 ^a	993 ^a	6410 ^a	۴۰ بوته در مترمربع 40 plants m ⁻²
رقم Cultivar					
522 ^a	51.7 ^a	14.4 ^a	1010 ^a	7003 ^a	اولتان Oltan
410 ^b	50.6 ^b	15.3 ^b	809 ^b	5342 ^b	ناز تک‌شاخه Naz Tak Shakheh

در هر ستون و در هر تیمار، میانگین‌های دارای حرف یا حروف مشابه در سطح احتمال خطای پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند
In each column and in each treatment, means followed by the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability

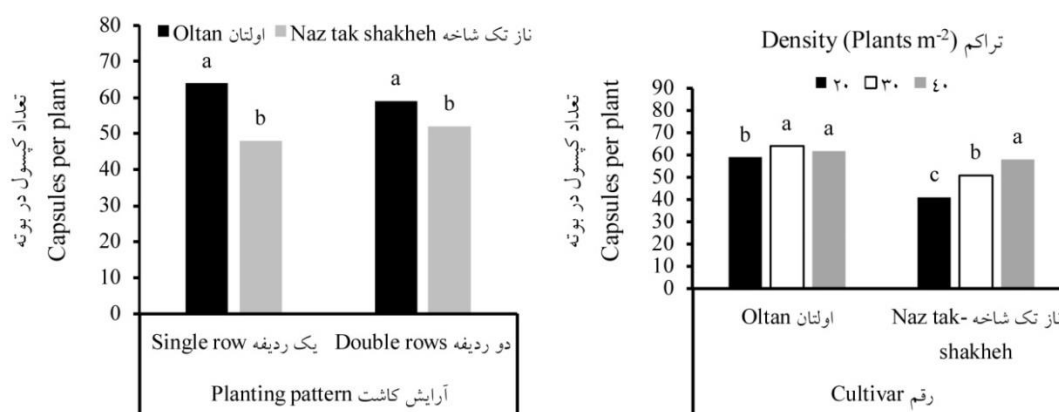
مقایسه میانگین‌های تعداد کپسول در بوته، تحت‌تأثیر برهم‌کنش آرایش‌های کاشت × رقم، نشان داد که رقم اولتان در هر دو آرایش کشت یک و دو ردیف روی پشته نسبت به رقم ناز تک‌شاخه، تعداد کپسول در بوته بیش‌تری تولید نمود که این تفاوت، از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل ۲). مقایسه میانگین‌های تعداد کپسول در بوته، تحت‌تأثیر برهم‌کنش رقم × تراکم بوته، بیانگر این است که رقم اولتان در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع، نسبت به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع، تعداد کپسول بیش‌تری تولید نمود. تعداد کپسول در بوته رقم ناز تک‌شاخه در هر یک از تراکم‌ها دارای تفاوت معنی‌دار بود؛ البته، بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد کپسول در بوته به‌ترتیب به تراکم‌های ۴۰ و ۲۰ بوته در مترمربع اختصاص داشت (شکل ۲).

مقایسه میانگین برهم‌کنش آرایش کاشت × رقم × سال بر ارتفاع بوته کنجد نشان داد که در هر سال و هر کدام از آرایش‌های کشت یک یا دو ردیف روی پشته، رقم اولتان نسبت به رقم ناز تک‌شاخه ارتفاع بیش‌تری داشت که این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (شکل ۱). از نظر تعداد دانه در کپسول، رقم اولتان در آرایش کشت یک ردیف روی پشته نسبت به رقم ناز تک‌شاخه، در هر دو سال برتری معنی‌داری نشان داد. در آرایش کشت دو ردیف روی پشته، بین دو رقم اولتان و ناز تک‌شاخه تفاوت معنی‌داری در تعداد دانه در کپسول در سال اول آزمایش وجود نداشت ولی در سال دوم و در این آرایش کاشت، رقم اولتان نسبت به رقم ناز تک‌شاخه تعداد دانه در کپسول بیش‌تری تولید نمود که از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین برهم‌کنش آرایش کاشت (یک یا دو ردیف روی پشته) × رقم (اولتان و ناز تک‌شاخه) × سال بر ارتفاع بوته و تعداد دانه در کپسول گیاه کنجد.

Fig. 1. Comparison of the mean of the interaction of planting pattern (single or double row(s) on ridges) × cultivar (Oltan and Naz Tak Shakheh) × year on plant height and number of seeds per capsule of sesame plant.

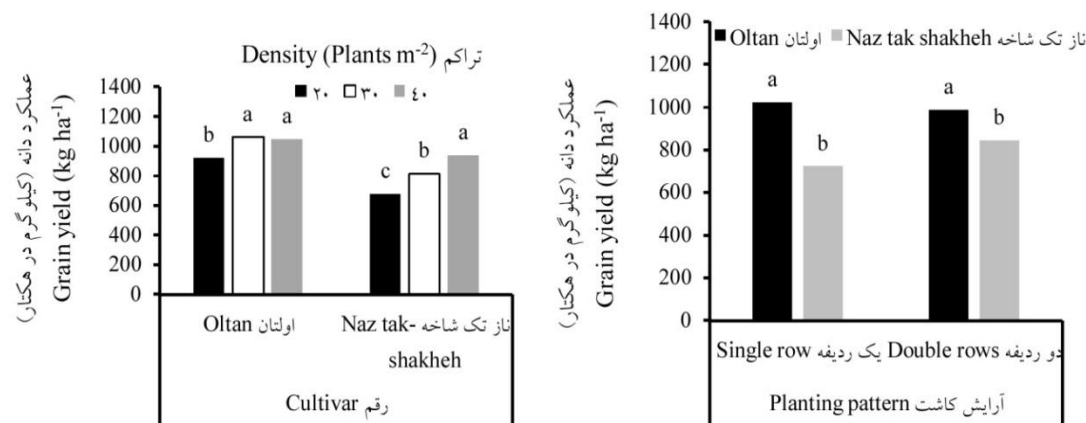


شکل ۲- مقایسه میانگین برهم‌کنش آرایش کاشت (یک یا دو ردیف روی پشته) × رقم (اولتان و ناز تک‌شاخه) و برهم‌کنش رقم (اولتان و ناز تک‌شاخه) × تراکم بوته (۲۰، ۳۰، ۴۰ بوته در مترمربع) برای صفت تعداد کپسول در بوته کنجد.

Fig. 2. Comparison of the mean of the interaction of planting pattern (single or double row(s) on ridges) × cultivar (Oltan and Naz Tak Shakheh) and interaction of cultivar (Oltan and Naz Tak Shakheh) × plant density (20, 30 and 40 plants m⁻²) for the number of capsules per sesame plant.

به تراکم‌های ۲۰ و ۴۰ بوته در مترمربع اختصاص داشت (شکل ۳). مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش آرایش کاشت × رقم برای صفت عملکرد دانه نشان داد که رقم اولتان در آرایش‌های کاشت یک یا دو ردیف روی پشته، نسبت به رقم ناز تک‌شاخه به‌طور معنی‌دار، عملکرد دانه بالاتری تولید نمود (شکل ۳).

مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه تحت تأثیر برهم‌کنش رقم × تراکم بوته نشان داد که رقم اولتان، در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع بالاترین عملکرد دانه را تولید نمود که نسبت به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع، اختلاف معنی‌داری داشتند. رقم ناز تک‌شاخه در هر یک از تراکم‌ها دارای تفاوت معنی‌دار عملکرد دانه بود؛ بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به ترتیب



شکل ۳- مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم (اولتان و ناز تک‌شاخه) × تراکم بوته (۲۰، ۳۰، ۴۰ بوته در مترمربع) و برهم‌کنش آرایش کاشت (یک یا دو ردیف روی پشته) × رقم (اولتان و ناز تک‌شاخه) برای صفت عملکرد دانه گیاه کنجد.

Fig. 3. Comparison of the mean of the interaction of cultivar (Oltan and Naz Tak Shakheh) × plant density (20, 30 and 40 plants m⁻²) and interaction of planting pattern (single or double row(s) on ridges) × cultivar (Oltan and Naz Tak Shakheh) for the grain yield of sesame plant.

محدودیت فضایی و تعداد برگ‌ها مرتبط بوده که در نهایت موجب تفاوت در عملکرد دانه و روغن می‌شوند (۳ و ۲۰). مطالعه‌ای دیگر نشان داد که اکتوتیپ‌های مختلف کنجد از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دارای تفاوت معنی‌داری بودند (۱۴). صبوحی صابونی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند که بین ارقام و لاین‌های کنجد مورد بررسی از نظر اغلب صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (۲۱). پژوهش دیگری نشان داد که بین ارقام مورد بررسی کنجد از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشته و تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول، عملکرد زیستی و شاخص برداشت با عملکرد دانه، همبستگی مثبتی داشتند (۱).

نتایج حاصل از پژوهش حاضر هم‌چنین نشان داد که تراکم ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع برای رقم اولتان و برای رقم ناز تک‌شاخه فقط تراکم ۴۰ بوته مترمربع مناسب بود. در رابطه با اثر تراکم در واحد سطح بر رشد بوته، گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. حسینی ولیکی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند که تراکم بوته کنجد بر ارتفاع بوته، عملکرد دانه و تعداد دانه در بوته تأثیر معنی‌داری گذاشت؛ بیش‌ترین عملکرد بوته در رقم ناز مشاهده شد (۹). کوچکی و همکاران (۲۰۱۷) نتیجه گرفتند که آرایش کاشت لوزی با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع برای کشت کنجد در مشهد مناسب می‌باشد (۱۱). بهروز و همکاران (۲۰۱۰) نتیجه گرفتند که بیش‌ترین عملکرد دانه کنجد از تراکم ۴۰ بوته در مترمربع حاصل می‌شود (۴). در پژوهشی دیگر، تراکم‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ بوته در مترمربع بر ارقام مختلف کنجد مود مطالعه قرار گرفت و گزارش گردید که با افزایش تراکم از ۲۰ به ۶۰ بوته در مترمربع، عملکرد همه ارقام (به‌استثنای رقم تک‌شاخه) کاهش یافت که ناشی از ویژگی‌های خاص آن ارقام بود (۱۰). همان‌گونه که در این پژوهش نیز مشاهده

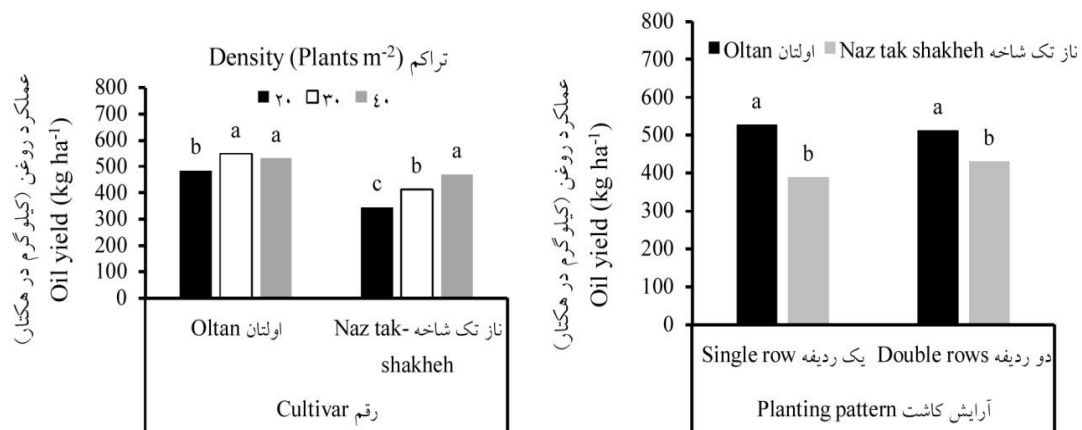
با استناد به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، رقم اولتان (پا بلند و چند شاخه) در مقایسه با رقم ناز تک‌شاخه (پا کوتاه و تک شاخه)، دارای برتری رشد و عملکرد بود که نتایج مربوطه، با خصوصیات این ارقام انطباق دارد. عملکرد دانه بستگی به رقم و ژنتیک گیاه دارد. هر رقمی که خصوصیات ژنتیکی تولید دانه و عملکرد در واحد سطح بالایی داشته باشد، در این زمینه موفق‌تر است (۱۸ و ۲۰). وجود تفاوت بین ارقام مختلف، به واسطه خصوصیات مختلف رویشی، ظرفیت متفاوت فتوسنتزی و میزان انتقال فرآورده‌های حاصل از فتوسنتز به بخش‌های زایشی، ایجاد می‌شود (۱۳). واکنش ارقام کنجد نسبت به شرایط اقلیمی نیز یکی از عوامل مهمی بوده که تولید این گیاه را متأثر می‌سازد. در یک پژوهش، مهرابی و احسان‌زاده (۲۰۱۱) صفات زراعی چهار رقم کنجد (ناز تک‌شاخه، یکتا، ورامین و اولتان) را در منطقه اصفهان مطالعه نموده و نتیجه گرفتند که رقم ناز تک‌شاخه کم‌ترین ارتفاع و رقم اولتان بیش‌ترین ارتفاع را داشتند که با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌راستا می‌باشد (۱۳). چنین استنباط می‌شود که افزایش تعداد ردیف‌های کاشت و به‌ویژه افزایش تعداد بوته، از طریق کاهش نور رسیده به کف تاج پوشش، رقابت بین بوته‌ها را برای جذب تشعشع افزایش داده و از طرف دیگر، به‌دلیل عدم تخریب نوری اکسین باعث افزایش طول میان‌گره‌ها و در نهایت، افزایش ارتفاع بوته گردد (۵، ۱۶ و ۱۷). نتایج حاصل از یک پژوهش که در آن عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کنجد مورد بررسی قرار گرفته بود، نشان داد که بین ارقام مورد کشت از لحاظ صفات مختلف رویشی و عملکرد دانه و روغن اختلاف معنی‌داری وجود دارد (۱۲). از بررسی‌های مختلف، چنین نتیجه‌گیری شده است که بین ارقام کنجد از نظر صفات عملکردی اختلاف معنی‌داری دیده می‌شود؛ این تفاوت‌ها می‌توانند به

× رقم برای صفت عملکرد روغن گیاه کنجد نشان داد که رقم اولتان در آرایش‌های کاشت یک یا دو ردیف روی پشته، نسبت به رقم ناز تک شاخه به‌طور معنی‌داری عملکرد روغن بیش‌تری تولید نمود (شکل ۴).

شاکری و همکاران (۲۰۱۲)، ضمن مقایسه عملکرد روغن و پروتئین دانه کنجد نتیجه گرفتند که ارقام مختلف در تمامی صفات (به‌استثنای درصد روغن) با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در مورد تأثیر تراکم بوته بر ویژگی‌های کیفی محصول کنجد، باید عنوان شود که اگرچه عملکرد روغن یک صفت ژنتیکی است، اما تحت تأثیر شرایط محیطی و تراکم بوته نیز قرار می‌گیرد؛ به‌دلیل وجود رابطه مثبت بین عملکرد روغن و عملکرد دانه، با افزایش عملکرد دانه در تراکم‌های بالا، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد (۲۳).

گردید، ارقام دارای خصوصیات رشدی و عملکردی متفاوتی بوده و از این روی، به تراکم‌های مختلف واکنش رشدی و عملکردی متفاوتی نشان دادند. در پژوهشی هم‌راستا با پژوهش حاضر، شریفی زیوه و همکاران (۲۰۱۹) از مقایسه خصوصیات زراعی ارقام مختلف کنجد نتیجه گرفتند که همه ارقام از نظر خصوصیات رشدی و عملکردی دارای تفاوت معنی‌داری بودند (۲۴).

مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم × تراکم بوته برای عملکرد روغن نشان داد که رقم اولتان در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع، بالاترین مقدار را تولید نمود که نسبت به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع دارای تفاوت آماری معنی‌داری بودند. رقم ناز تک‌شاخه در هر یک از تراکم‌ها دارای تفاوت معنی‌دار عملکرد روغن بود؛ بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد روغن به‌ترتیب از تراکم‌های ۴۰ و ۲۰ بوته در مترمربع استحصال گردید (شکل ۴). برهم‌کنش آرایش کاشت



شکل ۴- مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم (اولتان و ناز تک شاخه) × تراکم بوته (۲۰، ۳۰، ۴۰ بوته در مترمربع) و برهم‌کنش آرایش کاشت (یک یا دو ردیف روی پشته) × رقم (اولتان و ناز تک‌شاخه) برای صفت عملکرد روغن گیاه کنجد.

Fig. 4. Comparison of the mean of the interaction of cultivar (Oltan and Naz Tak Shakheh) × plant density (20, 30 and 40 plants m⁻²) and interaction of planting pattern (single or double row(s) on ridges) × cultivar (Oltan and Naz Tak Shakheh) for the oil yield of sesame plant.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که از بین اجزای عملکرد، تعداد کپسول در بوته در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع بیش‌ترین مقدار بود که در مقایسه با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع تفاوت آماری معنی‌داری داشتند. تعداد دانه در کپسول در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بیش‌ترین مقدار بود که نسبت به دو تراکم دیگر، تفاوت آماری معنی‌داری نشان داد. بالاترین عملکرد دانه از تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد و کم‌ترین مقدار عملکرد نیز به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع اختصاص داشت. از بین دو رقم مورد مطالعه، رقم اولتان دارای بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه بود که نسبت به رقم ناز تک‌شاخه، تفاوت آماری معنی‌داری را نشان داد. بیش‌ترین عملکرد روغن را رقم اولتان در هر یک از تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع تولید نمود که بین دو نوع آرایش کاشت یک

یا دو ردیفه از لحاظ آماری بدون تفاوت بود. نتایج این پژوهش نشان داد که انتخاب رقم مناسب کنجد به‌همراه آرایش کاشت و تراکم مناسب می‌تواند افزایش عملکرد دانه و روغن را در پی داشته باشد. کاشت رقم اولتان کنجد در آرایش کاشت یک ردیف روی پشته و در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع برای منطقه کرج توصیه می‌شود. در مورد رقم ناز تک‌شاخه، آرایش کشت دو ردیف روی پشته و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع برتری دارد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حمایت‌های ارزنده معاونت پژوهشی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) و مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. Afzali Mohammad Abadi, M., Rezaei A.H., Saeedi, Gh.A. and Naseh Ghafouri, A. 2009. Evaluation of yield and its components in sesame cultivars. The First National Oil Seed Conference, Isfahan University of Technology. (In Persian)
2. Ahmad, R.M., Tariq, M.F. and Ahmad, S. 2002. Comparative performance of two sesame varieties under different row spacing. Asian J. Plant Sci. 1: 5. 546-547.
3. Ajali J., Vazan, S., Faramarzi, S. and Paknejad, F. 2008. Investigation of planting date effect on yield and yield components of sesame cultivars in moderate climatic conditions. Modern Agric. Sci. 4: 11. 1-9. (In Persian)
4. Behrooz, Z., Khodabandeh, N., Madani, H. and Shirzadi, M.H. 2010. Study of bush accumulation and division of nitrogen fertilizer on agronomic characteristic of local sesame jiroft area. New Finding Agric. 4: 2. 91-100. (In Persian)
5. Bhatti, I.H., Ahmad, R., Jabbar, A., Nadeem, M. and Khan, M.M. 2013. Agronomic performance of mash bean as an intercrop in sesame under different planting patterns. Emir. J. Food Agric. 25: 1. 52-57.
6. Gerekhloo, J. and Ghaderifar, F. 2015. Evaluation of competitive ability in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars with cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) in different crop row spacing. J. Crop Prod. 8: 3. 19-40. (In Persian)
7. Gloaguen, R.M., Couch, A., Rowland, D.L., Bennett, J., Hochmuth, G., Langham, D.R. and Brym, Z.T. 2019. Root life history of non-dehiscent sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars and the relationship with canopy development. Field Crops Res. 241: 107560.
8. Heydari, S., Movahhedi Dehnavi, M. and Yadavi, A. 2017. Response of yield and yield component of three sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions to density in Rostam Region, Fars Province. Plant Prod. Technol. 9: 2. 91-103. (In Persian)

9. Hoseini Valiki, S.R., Ghanbari, S., Golmohammadzadeh, S. and Kiasari, K.R. 2015. Effect of different plant density on growth and yield of three cultivars of sesame (*Sesamum indicum* L.). Biol. Forum Int. J. 7: 1524-1528.
10. Karimi, Z., AghaAlikhani, M. and Gholamhoseini, M. 2018. Study of planting density on agronomic traits of sesame cultivars. Iranian J. Field Crops Res. 16: 4. 821-831. (In Persian)
11. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Nourbakhsh, F. and Nehbandani, A. 2017. The effect of planting pattern and density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian J. Field Crops Res. 15: 1. 31-45. (In Persian)
12. Lazemi, E., Faramarzi, A. and Alimohammadi, R. 2007. The effect of planting date on yield and yield components of different sesame cultivars under Miyaneh climatic condition. Agroecol. J. 3: 3. 53-67. (In Persian)
13. Mehrabi, Z. and Ehsanzadeh, P. 2011. Investigation of physiological characteristics and performance of four sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) under soil moisture regimes. J. Crops Improv. 13: 2. 77-88. (In Persian)
14. Nezami, A., Fazeli Kakhki, F., Zarghani, H., Shabahang, J. and Gandomzadeh, M.R. 2014. Primary evaluation of yield and yield components of some ecotypes of sesame (*Sesamum indicum* L.) in Khorasan province. Iranian J. Field Crops Res. 12: 2. 189-195. (In Persian)
15. Öztürk, Ö. and Şaman, O. 2012. Effects of different plant densities on the yield and quality of second crop sesame. Int. J. Agric. Biosyst. Eng. 6: 9. 644-649.
16. Pour Amir, F., Hosseinpanahi, F. and Alizadeh, Y. 2016. Evaluation the effect of different planting combinations on radiation absorption and use efficiency in sesame and chickpea intercropping in an additive series. J. Agroecol. 6: 1. 81-97. (In Persian)
17. Rahnama, A. and Bakhshandeh, A. 2006. Determination of optimum row-spacing and plant density for uni-branched sesame in Khuzestan province. J. Agric. Sci. Technol. 8: 25-33.
18. Rajeswari, S., Thiruvengadarn, V. and Ramaswamy, N.M. 2010. Production of interspecific hybrids between *Sesamum alatum* Thonn and *Sesamum indicum* L. through ovule culture and screening for phyllody disease resistance. S. Afr. J. Bot. 76: 252-258.
19. Raza, M. A., Khalid, M.H.B., Zhang, X., Feng, L. Y., Khan, I., Hassan, M. J., Ahmed, M., Ansar, M., Chen, Y.K., Fan, Y.F. and Yang, W. 2019. Effect of planting patterns on yield, nutrient accumulation and distribution in maize and soybean under relay intercropping systems. Sci. Rep. 9: 1. 1-14.
20. Roy, N., Abdullah S.M., Amun M. and Sarwar, J. 2009. Yield performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties at varying levels of row spacing. Res. J. Agric. Biol. Sci. 5: 5. 823-827.
21. Sabouhi Sabooni, S., Fallah Toosi, A. and Bakhtiari, S. 2014. Evaluation of some quantitative characteristics of different cultivars and lines of sesame in Mashhad region. The 13th Iranian Crop Science and 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference, Karaj. (In Persian)
22. Salehi, M. and Saiedi, G. 2013. Selection indicators for improving grain yield in sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian J. Field Crops Res. 10: 4. 667-673. (In Persian)
23. Shakeri, E., Amini Dehaghi, M., Tabatabaei, S.A. and Modares Sanavi, S.A.M. 2012. Effect of chemical fertilizer and biofertilizer on seed yield, its components, oil and protein percent in sesame varieties. J. Sustain. Agric. Prod. Sci. 22: 1. 71-86. (In Persian)
24. Sharifziveh, P., Fakhari, R., Tahmasebi, B.K. and Ghasemi, S. 2019. Investigation of agronomic traits, yield and yield components of different sesame cultivars. Appl. Res. Plant Ecophysiol. 6: 2. 149-166. (In Persian)
25. Zeinali, H., Mirlohi, A. and Safaii, L. 2006. Evaluation of relationship between grain yield and yield components in sesame (*Sesamum indicum* L.). Res. Agric. Sci. 2: 1. 1-9. (In Persian)

