Plant Prod., 2023, 45(4), 575-587
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/PPD.2022.40492.2023
Received: 9 April 2022
Accepted: 8 October 2022

Plant Productions
Research Article

Determining the most suitable planting arrangement, planting density and sesame genotype in Behbahan region

Majid Gholamhoseini[1]*, Amirkhosro Danaie[2], Abbas Falah Tosi[3]

1-Assistant Professor Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2- Instructor of Seed and Plant Improvement Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran
3-Assistant Professor Seed and Plant Improvement Department, Mashhad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

Citation: Gholamhoseini, M., Danaie, A., & Falah Tosi, A. (2022). Determining the most suitable planting arrangement, planting density and sesame genotype in Behbahan region. *Plant Productions,* 45(4), 575-587.

Abstract

Introduction

Sesame (*Sesamum indicum.* L) belongs to the Pedaliaceae family and is an annual and thermophilic plant known as the queen of oilseeds. Sesame is compatible with the climatic conditions of Iran, and due to its unique characteristics, it is possible to cultivate it second after wheat in arid and semi-arid regions. To utilize the maximum production capacity of sesame, implementing the proper agronomic practices such as plant density, optimal planting arrangement and selecting the appropriate genotype is inevitable.

Materials and Methods

To investigate the effect of planting arrangement and planting density on grain yield of two sesame genotypes, a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was carried out in a hot and dry region situated in Behbahan (30° 36' N; 50° 14' E) in 2017 and 2018. The region is characterized as arid, and the average yearly precipitation (over a 30-yr period), which occurs mostly during the autumn and winter months, is 345 mm for the site. The annual mean temperature is 24 °C. The average temperature in 2017 was similar to the long-term meteorological data trend, while in 2017, the average temperature (22 °C) was lower. In this experiment, three factors included planting arrangement (cultivation of one and two rows on the ridge), planting density per unit area (including 20, 30 and 40 plants per square meter) and sesame

* **Corresponding Author:** Majid Gholamhoseini
E-mail: m.gholamhoseini@areeo.ac.ir

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

genotypes Behbahan (local name) and Shavin cultivar were investigated. Data were subjected to ANOVA using SAS software (9.4 version). Because Bartlett's test revealed homogeneity in the variance of all studied traits, data were presented as the mean values for both years. When an F-test showed statistical significance at, the protected LSD was used to separate the main effects, and the significant interaction effects were separated by the slicing method.

Results and Discussion

The results of grain yield, as the most important trait, indicated that in single-row cultivation, the maximum yield of the Behbahan genotype (1068 kg ha^{-1}) was obtained at a density of 20 plants per square meter. An increase in planting density caused a significant reduction in grain yield when Behbahan genotype was sown as single-row arrangement. In two-row cultivation, the Behbahan genotype responded positively to an increase in plant density and an increase in planting density was associated with a significant increase in grain yield. However, the maximum grain yield obtained in two-row cultivation with a density of 40 plants per square meter (919 kg ha^{-1}) was 16% lower compared to the superior treatment (single-row cultivation with a density of 20 plants per square meter). In the Shavin cultivar, the maximum grain yield was obtained in single-row (683 kg ha^{-1}) and two-row (610 kg ha^{-1}) arrangements at densities of 40 and 20 plants per square meter. The results showed that the average grain yield of the Behbahan genotype (851 kg ha^{-1}) was significantly higher than the Shavin cultivar (561 kg ha^{-1}).

Conclusion

Overall, in the Behbahan region and for the local genotype of Behbahan, as the superior genotype, a single-row arrangement and plant density of 20 plants per square meter is recommended.

Keywords: Grain yield, Local genotype of Behbahan, Oil percentage, Shavin cultivar, Weight of 1000 seeds

تولیدات گیاهی، ۱۴۰۱، ۴۵(۴)، ۵۷۵-۵۸۷
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/PPD.2022.40492.2023
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۱۶

تولیدات گیاهی
مقاله پژوهشی

تعیین مناسب‌ترین آرایش کشت، تراکم بوته و ژنوتیپ کنجد در منطقه بهبهان

مجید غلامحسینی[۱]*، امیرخسرو دانایی[۲]، عباس فلاح طوسی[۳]

۱- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- مربی پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مشهد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

چکیده

کنجد با نام علمی (*Sesamum indicum* L.) گیاهی یک‌ساله و گرمادوست از خانواده پدالیاسه (Pedaliaceae) است که به ملکه گیاهان روغنی مشهور است. این گیاه سازگار با شرایط اقلیمی ایران است و با توجه به ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن، امکان کشت دوم آن بعد از گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک وجود دارد. برای استفاده از حداکثر ظرفیت تولیدی گیاهان، اعمال روش‌های صحیح زراعی امری اجتناب ناپذیر است. از جمله این مدیریت ها تعیین تراکم بوته و آرایش کشت بهینه و انتخاب ژنوتیپ مناسب می‌باشد. به منظور بررسی اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه دو ژنوتیپ کنجد، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در منطقه بهبهان با مختصات جغرافیائی ۳۰ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و اقلیم گرم و خشک، اجرا شد. در این آزمایش سه عامل شامل آرایش کاشت (کشت یک و دو ردیفه روی پشته)، تراکم بوته در واحد سطح (شامل تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و ژنوتیپ‌های کنجد به نام‌های محلی بهبهان و رقم شوین بررسی شدند. نتایج عملکرد دانه، به عنوان مهم‌ترین صفت مورد بررسی، حاکی از آن است که در کشت یک ردیفه حداکثر عملکرد ژنوتیپ محلی بهبهان (۱۰۶۸ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد و افزایش تراکم باعث کاهش معنی‌دار عملکرد این ژنوتیپ در آرایش کاشت یک ردیفه شد. در کشت دو ردیفه، ژنوتیپ محلی بهبهان به افزایش تراکم گیاهی پاسخ مثبت داد و افزایش تراکم تا ۴۰ بوته در مترمربع موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه آن شد. با این حال حداکثر عملکرد دانه حاصله در کشت دو ردیفه و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع (۹۱۹ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمار برتر (کشت یک ردیفه با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع)، ۱۶ درصد کمتر بود. در رقم شوین حداکثر عملکرد دانه در کشت‌های یک ردیفه (۶۸۳ کیلوگرم در هکتار) و دو ردیفه (۶۱۰ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب در تراکم‌های ۴۰ و ۲۰ بوته در مترمربع بدست آمد. نتایج نشان داد که متوسط عملکرد دانه ژنوتیپ محلی بهبهان (۸۵۱ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با رقم شوین (۵۶۱ کیلوگرم در هکتار) در هر آرایش کشت و تراکمی به‌طور معنی‌داری برتر بود. چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در منطقه بهبهان و برای ژنوتیپ محلی بهبهان، به عنوان ژنوتیپ برتر، کشت یک ردیفه با تراکم گیاهی ۲۰ بوته در مترمربع قابل توصیه می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: درصد روغن، رقم شوین، ژنوتیپ محلی بهبهان، عملکرد دانه، وزن هزار دانه

* **نویسنده مسئول:** مجید غلامحسینی
رایانامه: m.gholamhoseini@areeo.ac.ir

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقدمه

با توجه به اهمیت روغن خوراکی به عنوان یک کالای اساسی در سبد خانوار و همچنین واردات بیش از ۸۵ درصدی روغن مورد نیاز کشور (Helali, 2020)، تحقیقات گسترده در زمینه انواع دانه-های روغنی ضروری می‌باشد. در بین دانه‌های روغنی، کنجد (*Sesamum indicum* L.)یکی از گیاهان بسیار قدیمی و جزء اولین گیاهان زراعی اهلی شده توسط بشر است (Mazrae et al., 2019). این گیاه ارقام محلی زیادی دارد و در اغلب کشورها از جمله ایران توسط کشاورزان خرده مالک و به صورت سنتی کشت می‌شود. سطح کشت کنجد در جهان در سال ۲۰۲۰ میلادی حدود ۱۴ میلیون هکتار و میزان تولید نزدیک به هفت میلیون تن گزارش شده است (FAO, 2020). در سال ۱۴۰۰، سطح کشت کنجد در ایران ۴۹ هزار هکتار با تولیدی معادل ۴۹ هزار تن برآورد شده است (Anonymous, 2021). کنجد از دانه‌های روغنی مناطق گرم و نیمه‌گرم است، به‌طوری‌که سطح کشت آن در استان خوزستان در سال ۱۴۰۰ بالغ بر ۱۶۰۰۰ هکتار گزارش شده که با تولید ۱۴ هزار و ۵۰۰ تن دانه خوزستان مهم‌ترین استان تولید کننده این محصول در کشور است (Anonymous, 2021). بخش عمده سطح کشت کنجد در استان خوزستان از جمله در بهبهان به مناطقی مربوط می‌شود که این گیاه پس از برداشت گندم و جو به صورت کشت دوم زراعت می‌شود.

برای استفاده از حداکثر ظرفیت تولیدی گیاهان، مدیریت صحیح زراعی امری لازم و ضروری است (Haghanian et al., 2019). از جمله این مدیریت‌ها تعیین تراکم بوته و آرایش کشت بهینه و همچنین انتخاب ژنوتیپ مناسب می‌باشد. افزایش تراکم گیاهی بیشتر از تراکم مطلوب بازده فتوسنتزی را کاهش داده (Ngala et al., 2013) و منجر به افت انتقال آسمیلات‌ها به دانه‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌شود (Rahnama and Bakhshandeh, 2006). به عبارت دیگر، در پوشش‌های گیاهی متراکم، رقابت درون و برون گیاهی بین اندام‌های رویشی و زایشی برای محصولات فتوسنتزی شدت می‌یابد و از آنجا که اندام زایشی بعد از اندام رویشی تشکیل می‌شوند، اثرات منفی رقابت در ابتدا بر اندام‌های زایشی آشکار می‌گردد(Idoko et al., 2018). از طرف دیگر فاصله بین ردیف‌های کاشت نیز از عوامل مهم در زراعت مکانیزه گیاهان روغنی است. هدف از فاصله‌گذاری مناسب میان ردیف‌های کشت آن است که ترکیبی مناسب از عوامل محیطی برای دستیابی به حداکثر عملکرد تامین شود (Ijoyah et al., 2015). همچنین، برای انجام عملیات داشت فضای کافی وجود داشته باشد.

گزارش شده است که در تراکم‌های کم (کمتر از ۱۰۰ هزار بوته در هکتار)، عملکرد تک بوته کنجد افزایش یافت ولی عملکرد دانه در هکتار به دلیل تعداد کم بوته در واحد سطح کاهش یافت (Katanga et al., 2017). در پژوهشی دیگر با افزایش تراکم بوته کنجد از ۱۰۰ هزار به ۲۵۰ هزار بوته در هکتار عملکرد دانه و شاخص برداشت به طور معنی‌داری افزایش یافت (Roy et al., 2009). نتایج تحقیقات Bhardwaj et al. (2014) نشان داد که موثرترین عامل بر عملکرد کنجد در ژنوتیپ‌های چند شاخه، تعداد شاخه‌های فرعی بوده و حداکثر تعداد شاخه‌های فرعی در تراکم‌های ۱۷۰ هزار تا ۲۲۰ هزار بوته در هکتار حاصل می‌شود. Galiskan et al. (2004)در ارزیابی اثر آرایش کشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در کنجد دریافتند که با کاهش جمعیت گیاهی از ۳۳۰ هزار به ۸۰ هزار بوته در هکتار، تعداد شاخه فرعی و کپسول در بوته افزایش یافت. در مقابل ارتفاع گیاه با افزایش فاصله بین بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت کاهش یافت. ایشان اظهار داشتند که عملکرد دانه کنجد با کاهش فاصله بین ردیف‌های کاشت افزایش می‌یابد.

در بسیاری از نقاط ایران از توده‌های محلی کنجد برای کاشت استفاده می‌شود (Aien, 2013). اگرچه کپسول در این توده‌ها شکوفا بوده و خطر ریزش دانه آن‌ها زیاد است، اما می‌توان در توده‌های بومی که سازگاری خوبی با شرایط اقلیمی هر منطقه دارند از جمله توده محلی بهبهان با مدیریت صحیح زراعی به عملکردهای مطلوبی دست یافت (Masoudi and Ahmadi, 2019). در ارتباط با تفاوت بین ژنوتیپ‌ها، Gholamhoseini (2020) گزارش کرد که عملکرد دانه کنجد ارتباط مستقیمی با تجمع ماده‌ی خشک دارد و روند تغییرات تجمع ماده‌ی خشک در ژنوتیپ‌های مختلف کنجد یکسان نیست. بیشترین تجمع ماده خشک مربوط به ژنوتیپ‌هایی است که ارتفاع بیشتر و شاخص سطح برگ بالاتر در مرحله‌ی گل‌دهی و بعد از آن تا زمان تشکیل دانه را دارند (Bhardwaj et al., 2014). در ارتباط با واکنش ژنوتیپ‌های کنجد بویژه توده محلی بهبهان، به عنوان یکی از توده‌های محلی برتر در منطقه جنوب کشور، به تراکم و آرایش-های کشت متفاوت، اطلاعات جامعی در اختیار نیست. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی آرایش کشت، تراکم بوته و برهمکنش آن‌ها بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه ژنوتیپ محلی و رقم اصلاح شده کنجد در شرایط استان خوزستان (بهبهان) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بهبهان با مختصات جغرافیائی ۳۰ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی (بهبهان، استان خوزستان) با اقلیم گرم و خشک، به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این پژوهش سه عامل آرایش کاشت شامل کشت یک (به عنوان تیمار شاهد) و دو ردیفه روی پشته، تراکم بوته در واحد سطح شامل تراکم ۲۰ (به عنوان تیمار شاهد)، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع و ژنوتیپ‌های کنجد به نام‌های محلی بهبهان (پا بلند و چند شاخه) و شوین (پا بلند و تک شاخه) بررسی شدند. قبل از اجرای آزمایش به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش، نمونه مرکبی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه گردید و پس از خرد کردن کلوخه‌ها از الک ۲ میلی-متری گذرانده شد و به آزمایشگاه ارسال گردید. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

پس از اجرای عملیات آماده‌سازی زمین، بذور کنجد در تاریخ سوم مرداد و ۲۷ تیر ماه به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش بوسیله دست در کرت‌های آزمایشی کشت شدند. مساحت هر کرت حدود ۱۶ مترمربع و هر کرت شامل پنج ردیف کاشت به طول چهار متر بود. پس از استقرار گیاه‌چه‌ها در مرحله رشدی دو تا سه برگی، کد رشدی ۱۲ و ۱۳ بر اساس کدبندی رشد و نمو کنجد (Attibayeba et al., 2010)، به منظور اعمال تیمارهای تراکمی کرت‌های آزمایشی تنک شدند. در آرایش کاشت یک ردیفه فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها برای دستیابی به تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع به‌ترتیب برابر با ۸، ۶ و ۴ سانتی‌متر بود. در آرایش کاشت دو ردیفه فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها برای حصول تراکم ۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع به-ترتیب برابر با ۱۷، ۱۱ و ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای آبیاری مزرعه از روش هیدروفلوم استفاده شد و جدول زمان‌بندی آبیاری بر اساس تبخیر ۹۰ میلی‌متر از تشتک کلاس A تنظیم گردید (Rafie and Dehghani, 2020). به منظور کنترل علف‌های هرز مزرعه، عملیات وجین هر دو هفته یکبار انجام گرفت. کود اوره به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت و در هر نوبت ۵۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با آبیاری دوم، بلافاصله بعد از تنک و در شروع مرحله گلدهی مصرف شد. همچنین ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم قبل از کاشت استفاده گردید(Rafie and Dehghani, 2020). برداشت با داس در تاریخ ۲۴ و ۲۱ آبان ماه، زمانی که کپسول‌های پایینی گیاه رسیده و به قهوه‌ای تغییر رنگ داده بودند، به‌ترتیب در سال اول و دوم آزمایش انجام شد. سطح برداشت شدهٔ در هر واحد آزمایشی از سه ردیف میانی با حذف حاشیه، بالغ بر چهار مترمربع بود. بوته‌های برداشت شده به دانه و کاه تقسیم شده و در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند. عملکرد دانه بر اساس رطوبت شش درصدی دانه محاسبه گردید.

جهت تعیین اجزاء عملکرد از کل بوته‌های برداشت شده از هر واحد آزمایشی، هشت بوته به‌طور تصادفی انتخاب و سپس ارتفاع و تعداد کپسول در بوته اندازه‌گیری شد. برای ثبت تعداد دانه در کپسول نیز از هر واحد آزمایشی ۴۰ کپسول به صورت تصادفی انتخاب و پس از بوجاری و شمارش تعداد بذرهای موجود در آن‌ها، متوسط تعداد دانه در کپسول تعیین شد. برای اندازه-گیری وزن هزار دانه نیز ده نمونه ۱۰۰ تایی از بذرهای هر یک از کرت‌ها شمارش و با ترازوی دقیق توزین شد و بر اساس آن وزن هزار دانه محاسبه گردید. درصد روغن دانه، پس ازخشک کردن دانه‌ها، با استفاده از دستگاه رزونانس مغناطیس هسته‌ای (Nuclear Magnetic Resonance, minispec mq 20 NMR Analyzer, Bruker, Rheinstetten, Germany) اندازه‌گیری گردید. همچنین عملکرد روغن نیز از حاصل‌ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه محاسبه شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه آماری بوسیله نرمافزار SAS (نسخه ۹/۴) انجام و برای مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده متاثر از اثرات اصلی تیمارها از آزمون LSD و در صورت معنی‌دار شدن اثرات متقابل بین تیمارها برای مقایسه میانگین صفات از روش برش‌دهی استفاده شد. لازم به ذکر است با توجه به اینکه نتایج آزمون بارتلت نشان داد در تمامی صفات بررسی شده فرض تجانس واریانس‌ها در دو سال صادق می‌باشد، در این آزمایش از تجزیه مرکب داده‌ها و برای مقایسات میانگین صفات از میانگین دو سال داده‌ها استفاده شد.

Table 1. Soil physical and chemical properties

Organic matter (%)	pH	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	EC ($dS.m^{-1}$)	N (%)	P ($mg.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)
0.4	7.1	25	35	40	0.8	0.3	6.8	98

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و طول کپسول

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی ژنوتیپ و اثر متقابل دو جانبه ژنوتیپ در تعداد ردیف کشت و اثر متقابل سه جانبه آرایش کشت در تراکم در ژنوتیپ بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل آرایش کشت در تراکم در ژنوتیپ بیانگر آن است که در ژنوتیپ بهبهان و در آرایش کشت یک ردیفه، افزایش تراکم بوته با کاهش ارتفاع بوته همراه بود (شکل ۱). در همین ژنوتیپ و با تغییر آرایش کشت به کشت دو ردیفه، افزایش تراکم گیاهی موجب افزایش ارتفاع بوته گردید (شکل ۱). می‌توان استنباط نمود که در کشت دو ردیفه ایجاد رقابت در بین بوته‌ها برای نور باعث افزایش رشد طولی ساقه‌ها شده است و همچنین با افزایش تراکم بوته، نوری که به کف کانوپی می‌رسد، کاهش یافته و رقابت بین اندام‌های گیاه برای جذب تشعشع، زیاد می‌شود و از طرف دیگر تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد که مجموعه این عوامل می‌توانند باعث افزایش طول میانگره‌ها و افزایش ارتفاع بوته شود (Idoko et al., 2018). این روند برای رقم تک شاخه شوین برعکس بود، به‌طوریکه به‌ترتیب در آرایش کشت یک و دو ردیفه، افزایش تراکم گیاهی موجب افزایش و کاهش ارتفاع بوته شد (شکل ۱). نتایج متناقض اثر تیمارهای تعداد ردیف کشت و تراکم گیاهی بر ارتفاع بوته دو ژنوتیپ مورد بررسی در این آزمایش را می‌توان به ویژگی چند شاخه بودن ژنوتیپ بهبهان و تک شاخه بودن رقم شوین نسبت داد. تفاوت ارتفاع گیاه کنجد در ژنوتیپ‌هایی با ویژگی‌های رشدی مختلف توسط Ahmad et al. (2002)نیز گزارش شده است. در بین تمامی تیمارها نیز ژنوتیپ بهبهان در آرایش کاشت یک ردیفه و با حداقل تراکم، بلندترین بوته‌ها را با متوسط ارتفاع ۱۲۶ سانتی‌متر حاصل کرد (جدول ۳). در مقابل، کوتاه‌ترین بوته‌ها با ارتفاع ۱۱۱ سانتی‌متر متعلق به رقم شوین در آرایش کشت دو ردیفه و متراکم‌ترین تیمار بود (شکل ۱). بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r = ۰/۸۷^{**}$) مشاهده شد (جدول ۴).

Table 2. Analysis of variance (mean square) of sesame traits under experimental treatments

S.O.V	df	PH	CL	NCP	NSC	1000-WS	GY	OP	OY
Year	1	4.5^{ns}	0.0003^{ns}	35.1^{ns}	7.5^{ns}	0.01^{ns}	1104^{ns}	0.01^{ns}	292^{ns}
Replication (Year)	4	1.2	0.0004	2.33	4.18	0.008	916	0.33	194
Planting arrangement	1	0.05^{ns}	0.000005^{ns}	33.3^{ns}	0.50^{ns}	0.01^{ns}	9568^{*}	1.00^{ns}	3945^{*}
Planting density	2	1.5	0.0001^{ns}	40.5^{*}	19.2^{**}	0.02^{*}	21010^{**}	1.91^{ns}	9763^{**}
Genotype	1	1136^{**}	1.58^{**}	4917^{**}	2616^{**}	4.11^{**}	1509742^{**}	47.5^{**}	511229^{**}
Y×P	1	0.05^{ns}	0.0001^{ns}	0.12^{ns}	0.50^{ns}	0.00006^{ns}	34.7^{ns}	0.95^{ns}	96.6^{ns}
P×D	2	11^{ns}	0.0006^{ns}	217^{**}	105^{**}	0.008^{ns}	47180^{**}	0.37^{ns}	15842^{**}
P×G	1	24.5^{**}	0.002^{ns}	0.34^{ns}	3.55^{ns}	0.03^{*}	9022^{ns}	0.36^{ns}	2977^{ns}
Y×D	2	0.16^{ns}	0.000004^{ns}	0.50^{ns}	0.09^{ns}	0.00003^{ns}	4.16^{ns}	0.10^{ns}	11.5^{ns}
D×G	2	5.38^{ns}	0.0002^{ns}	140^{**}	79^{**}	0.01^{ns}	15986^{**}	0.57^{ns}	6719^{**}
Y×G	1	0.05^{ns}	0.00002^{ns}	0.34^{ns}	0.05^{ns}	0.00001^{ns}	2.72^{ns}	1.05^{ns}	66.1^{ns}
Y×P×D	2	0.38^{ns}	0.00006^{ns}	0.16^{ns}	0.29^{ns}	0.00002^{ns}	9.38^{ns}	0.08^{ns}	5.26^{ns}
Y×P×G	1	0.50^{ns}	0.000005^{ns}	0.01^{ns}	0.04^{ns}	0.00001^{ns}	6.72^{ns}	0.04^{ns}	6.12^{ns}
Y×D×G	2	0.22^{ns}	0.00002^{ns}	0.05^{ns}	0.01^{ns}	0.00005^{ns}	9.72^{ns}	0.19	8.37^{ns}
P×D×G	2	258^{**}	0.002^{ns}	521^{**}	287^{**}	0.0052^{ns}	235650^{**}	0.06^{ns}	72316^{**}
Y×P×D×G	2	0.16^{ns}	0.0000001^{ns}	0.88^{ns}	0.37^{ns}	0.00006^{ns}	2.72^{ns}	0.11^{ns}	8.29^{ns}
Experiment error	44	5.75	0.0006	10.0	3.42	0.006	2252	0.25	759
C.V. (%)		12.60	8.01	6.33	7.30	4.33	16.71	2.93	7.19

Y: year; P: planting arrangement; D: planting density; G: genotype; PH: plant height; CL: capsule length; NCP: number of capsule per plant; NSC: number of seed per capsule; 1000-WS: weight of 1000 seeds; GY: grain yield; OP: oil percentage; OY: oil yield. *, ** and ns: Significant at 0.05, 0.01 probability level and no significant, respectively.

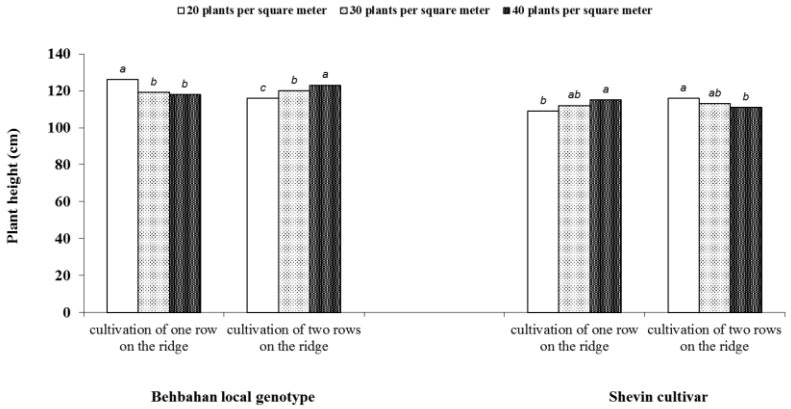

Figure 1. Mean comparison of interaction effects of planting arrangement × genotype on plant height. For each planting arrangement treatment, means with different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$). The results are the average of 2 yr (2017 and 2018).

Table 3. Mean comparison of interaction effects of planting arrangement × planting density × genotype on measuret traits.

Genotype	Planting arrangement	Planting density *	PH** (cm)	NCP	NSC	GY (kg ha^{-1})	OY (kg ha^{-1})
Behbahan	**single-row cultivation**	20	126 a	102 a	63 a	1068 a	601 a
		30	119 b	86 c	50 c	751 b	405 b
		40	118 b	95 b	55 b	803 b	437 b
	two-row cultivation	20	116 c	90 b	53 c	718 c	400 c
		30	120 b	97 a	56 b	848 b	460 b
		40	123 a	99 a	59 a	919 a	500 a
Shavin	**single-row cultivation**	20	109 b	71 c	39 c	478 b	260 b
		30	112 ab	78 b	43 b	525 b	387 a
		40	115 a	84 a	49 a	683 a	362 a
	two-row cultivation	20	116 a	80 a	45 a	610 a	328 a
		30	113 ab	83 a	47 a	565 ab	298 ab
		40	111 b	74 b	41 b	507 b	267 b

* Plants per square meter. **PH: plant height; NCP: number of capsule per plant; NSC: number of seed per capsule; GY: grain yield; OP: oil percentage; OY: oil yield. For each genotype and in each planting arrangement treatment, means with different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$).

Table 4. Correlation coefficients for measured traits

	PH	CL	NCP	NSC	1000-WS	GY	OP
CL	0.72**						
NCP	0.74**	0.77**					
NSC	0.76**	0.79**	0.66*				
1000-WS	0.76**	0.63*	0.81**	0.71**			
GY	0.87**	0.92**	0.92**	0.94**	0.93		
OP	0.43 ns	0.49 ns	0.46 ns	0.51*	0.48 ns	0.55*	
OY	0.87	0.92	0.91	0.94	0.92	0.99	0.59

PH: plant height; CL: capsule length; NCP: number of capsule per plant; NSC: number of seed per capsule; 1000-WS: weight of 1000 seeds; GY: grain yield; OP: oil percentage. *, ** and ns: Significant at 0.05, 0.01 probability level and no significant, respectively.

این امر بدیهی به نظر می‌رسد زیرا با افزایش ارتفاع بوته توان رقابتی گیاه در جذب نور بهبود می‌یابد که در افزایش عملکرد دانه موثر است. برخلاف صفت ارتفاع بوته، طول کپسول متاثر از هیچ‌کدام از اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی نبود و در بین اثرات اصلی نیز صرفا اثر ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). بطور متوسط طول کپسول در ژنوتیپ بهبهان و رقم شوین برابر ۲/۶۲ و ۲/۳۲ سانتی‌متر ثبت گردید. در این آزمایش بین طول کپسول و عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار و مستقیمی مشاهده شد (**r= ۰/۹۲)(جدول ۴). با توجه به اینکه تعداد دانه در کپسول از اجزای مهم تعیین‌کننده عملکرد در گیاه کنجد است و گزارش‌های متعددی وجود دارد که کپسول-های بلندتر تعداد دانه بیشتری نیز دارند (Roy et al., 2009; Uzun and Cagirgan, 2006)، بنابراین همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و طول کپسول منطقی به نظر می‌رسد.

تعداد شاخه فرعی

صرف نظر از رقم شوین که رقمی تک شاخه است و ویژگی شاخه‌دهی ندارد، بیشترین تعداد شاخه فرعی (۹ عدد) در ژنوتیپ بهبهان در آرایش کاشت یک ردیفه در کمترین تراکم و کمترین آن (۵ عدد) در آرایش کاشت دو ردیفه و در بالاترین تراکم مشاهده شد (شکل ۲). در هر دو آرایش کشت با افزایش تراکم بوته تعداد شاخه فرعی کاهش پیدا کرد (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های حاصل از مطالعات(2004) ,.Galiskan et al مطابقت دارد. در کشت‌های متراکم، میزان نور دریافتی هر بوته کاهش یافته و در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری در هر بوته تولید می‌شود، بنابراین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد شاخه-های فرعی کافی نیست و تعداد شاخه فرعی کاهش می‌یابد. از طرف دیگر با افزایش تعداد ردیف‌های کشت رقابت بین بوته‌ای زودتر اتفاق می‌افتد(Ijoyah et al., 2015) که می‌تواند موجب کاهش معنی‌دار تعداد شاخه‌های فرعی در ژنوتیپ بهبهان در آرایش کشت دو ردیفه با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع شده باشد.

تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در دو صفت تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول، اثر اصلی تراکم بوته و ژنوتیپ و اثرات متقابل آرایش کشت در ژنوتیپ، تراکم در ژنوتیپ و آرایش کشت در تراکم در ژنوتیپ همگی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). وزن هزار دانه نیز به عنوان یکی دیگر از اجزای عملکرد کنجد تحت تاثیر اثر اصلی ژنوتیپ و تراکم بوته و اثرات متقابل آرایش کشت در ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه آرایش کشت در تراکم در ژنوتیپ بر صفت تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول حاکی از آن است که در ژنوتیپ محلی بهبهان و در کشت یک ردیفه حداکثر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول (به‌ترتیب ۱۰۲ کپسول در بوته و ۶۳ دانه در کپسول) در کمترین تراکم (۲۰ بوته در مترمربع) و در کشت دو ردیفه حداکثر این صفات (به‌ترتیب ۹۹ کپسول در بوته و ۵۵ دانه در کپسول) در متراکم‌ترین تیمار (۴۰ بوته در مترمربع) بدست آمد (شکل ۳ و ۴). در رقم شوین و در آرایش کاشت یک ردیفه، افزایش تراکم گیاهی تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول را بطور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۳ و ۴). متقابلا، در تیمار کشت دو ردیفه تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته در مترمربع در مقایسه با بالاترین تراکم کشت (۴۰ بوته در مترمربع) برتری معنی‌داری داشتند. از طرف دیگر نتایج حاکی از آن بود که در ژنوتیپ بهبهان تغییر در آرایش کاشت از کشت یک ردیفه به دو ردیفه در تراکم‌های ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع با افزایش تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول همراه بود که این افزایش بویژه در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع بارزتر بود. در مقابل تغییر در آرایش کاشت در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع نه تنها تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول را در ژنوتیپ بهبهان افزایش نداد بلکه به‌طور معنی‌داری این صفات را کاهش داد (به‌ترتیب افت ۱۲ و ۱۶ درصدی در تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول). در رقم شوین واکنش متضاد بود، به-طوری‌که تغییر در آرایش کشت (از کشت یک ردیفه به دو ردیفه) در تراکم بالا (۴۰ بوته در مترمربع) تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول را کاهش داد و در تراکم پایین (۲۰ بوته در مترمربع) این صفات افزایش یافتند. علاوه بر این نتایج وزن هزار دانه نیز نشان داد که در هر تیمار آرایش کشت، ژنوتیپ محلی بهبهان در مقایسه با رقم شوین دانه‌های سنگین-تری را تولید کرد (شکل ۵). با این حال تغییر آرایش کشت از یک ردیفه به دو ردیفه باعث کاهش وزن هزار دانه ژنوتیپ بهبهان گردید اما در وزن هزار دانه رقم شوین تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد (شکل ۵). به نظر می‌رسد تفاوت ویژگی‌های رشدی ژنوتیپ‌ها بویژه از نظر شاخه‌دهی در حصول نتایج بدست آمده تاثیر مستقیم داشته باشد. در بررسی‌های سایر محققان نیز مشاهده شده است که ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف کنجد از نظر وزن هزار دانه با یکدیگر متفاوت هستند (Katanga et al., 2017).

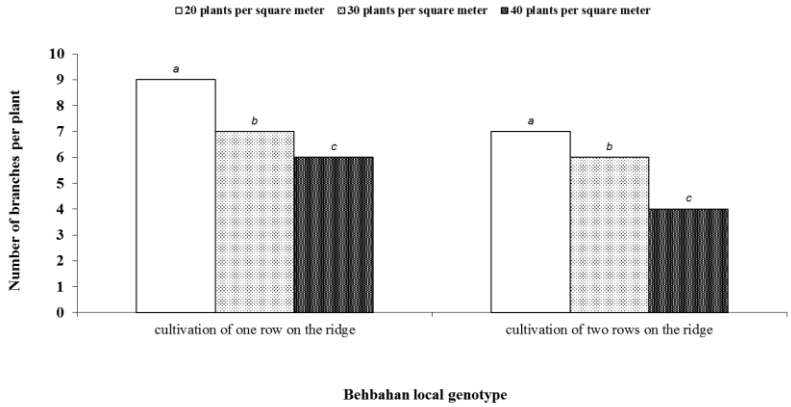

Figure 2. Mean comparison of interaction effects of planting arrangement × genotype on number of branches per plant. For each planting arrangement treatment, means with different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$). The results are the average of 2 yr (2017 and 2018).

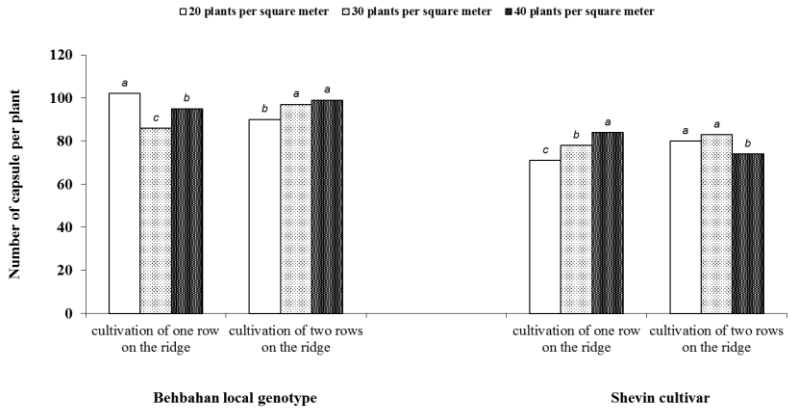

Figure 3. Mean comparison of interaction effects of planting arrangement × genotype on number of capsule per plant. For each planting arrangement treatment, means with different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$). The results are the average of 2 yr (2017 and 2018).

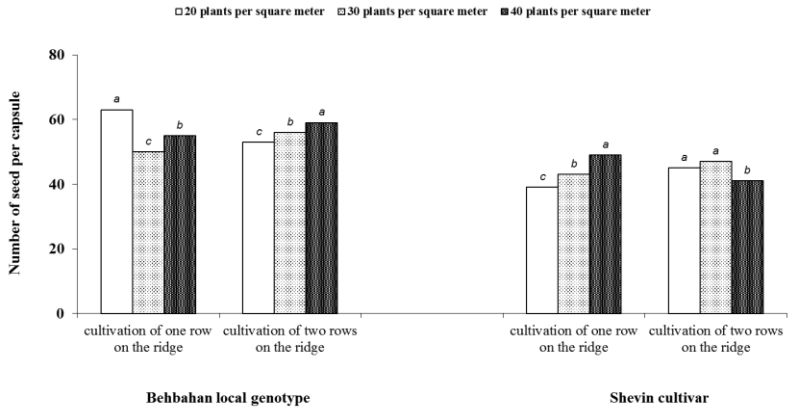

Figure 4. Mean comparison of interaction effects of planting arrangement × genotype on number of capsule per plant. For each planting arrangement treatment, means with different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$). The results are the average of 2 yr (2017 and 2018).

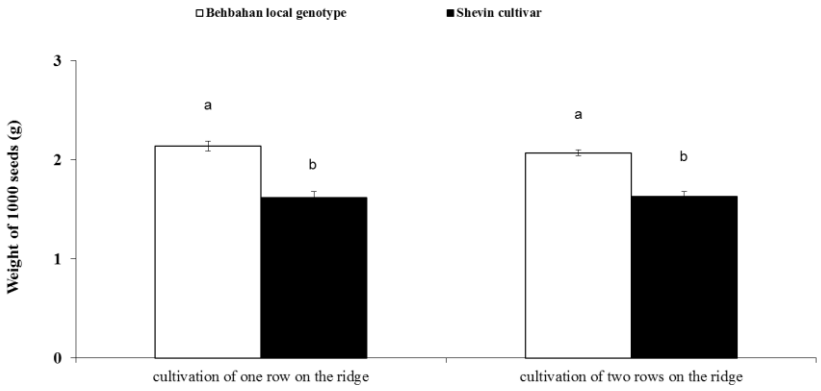

Figure 5. Mean comparison of interaction effects of planting arrangement × genotype on weight of 1000 seeds. For each planting arrangement treatment, means with different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$). The results are the average of 2 yr (2017 and 2018).

عملکرد دانه

نتایج عملکرد دانه نیز حاکی از آن است که در کشت یک ردیفه حداکثر عملکرد ژنوتیپ محلی بهبهان (۱۰۶۸ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد و افزایش تراکم باعث کاهش معنی‌دار عملکرد این ژنوتیپ در آرایش کاشت یک ردیفه شد (شکل ۶). در کشت دو ردیفه ژنوتیپ بهبهان به افزایش تراکم گیاهی پاسخ مثبت داد و افزایش هر سطح از تراکم بوته با افزایش معنی‌دار عملکرد دانه همراه بود (شکل ۶). در رقم شوین حداکثر عملکرد دانه در کشت‌های یک ردیفه (۶۸۳ کیلوگرم در هکتار) و دو ردیفه (۶۱۰ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب در تراکم‌های ۴۰ و ۲۰ بوته در مترمربع بدست آمد (شکل ۶).

در این آزمایش بویژه ژنوتیپ محلی بهبهان، در تیمارهای مختلف آرایش کشت و تراکم، تعداد کپسول بیش از ۷۰ عدد را تولید کرد که در افزایش عملکرد دانه آن مستقیما نقش داشت. گزارش شده است که اختلاف در تعداد کپسول در بوته ژنوتیپ-های کنجد علاوه بر پتانسیل ژنتیکی هر ژنوتیپ می‌تواند مربوط به محدودیت فضا و منابع (برگ‌ها به عنوان اندام فتوسنتز کننده) جهت تشکیل و نمو کپسول باشد(Roy et al., 2009). همچنین Ngala et al., (2013) نیز اظهار داشتند که تعداد کپسول در بوته کنجد همبستگی مثبتی با میزان نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی دارد و در کشت‌های متراکم کنجد (بیشتر از ۴۰۰ هزار بوته در هکتار) به دلیل عدم دریافت نور مناسب توسط جوانه‌های زایشی، افت معنی‌دار تعداد کپسول در بوته اتفاق می‌افتد. از طرفی در ژنوتیپ‌های چند شاخه مانند ژنوتیپ محلی بهبهان در کشت‌های متراکم (۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) به علت رقابت بین بوته‌ای تعداد کمتری شاخه فرعی روی بوته‌ها تولید می-شود که در نهایت تعداد کپسول در بوته و متعاقبا عملکرد دانه نیز کاهش پیدا می‌کند. واضح است این اصل برای ارقام و ژنوتیپ‌های تک شاخه صادق نیست. نتایج این آزمایش نیز حاکی از آن است که در رقم تک شاخه شوین و در هر دو آرایش کاشت، افزایش تراکم بوته با افزایش تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول همراه بوده است. این افزایش بویژه در آرایش کشت یک ردیفه با افزایش عملکرد دانه همراه بود. گزارش شده است که تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول از اجزای اصلی عملکرد دانه کنجد است (Koocheki et al., 2017) و افزایش این صفات چه از طریق پتانسیل ژنتیکی ژنوتیپ یا از طریق مدیریت زراعی مناسب (در اینجا تراکم و آرایش کشت بهینه) منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد. در مقایسه کلی بین تیمارها نیز نتایج حاکی از آن است که حداکثر عملکرد دانه (به مقدار ۱۰۶۸ کیلوگرم در هکتار) بین ۱۲ تیمار مورد بررسی از ژنوتیپ محلی بهبهان در آرایش کشت یک ردیفه و تراکم ۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد (شکل ۶).

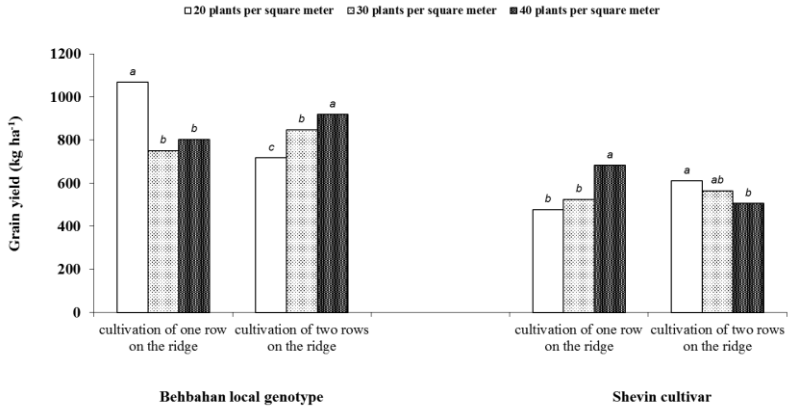

Figure 6. Mean comparison of interaction effects of planting arrangement × genotype on grain yield. For each planting arrangement treatment, means with different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$). The results are the average of 2 yr (2017 and 2018).

درصد روغن دانه و عملکرد روغن

در بین صفات مورد بررسی، درصد روغن دانه تغییرات معنی‌داری ناشی از اعمال تیمارهای آرایش کاشت، تراکم و اثرات متقابل آنها نشان نداد و صرفا اثر اصلی ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی‌ها نشان داده است که درصد روغن دانه از باثبات‌ترین صفات دانه‌های روغنی می‌باشد و از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بوده و کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Bhardwaj et al., 2014). در همین زمینه گزارش شده است که درصد روغن دانه در درجه اول تحت کنترل عوامل ژنتیکی می‌باشد و در صورتی که گیاه در معرض تنش‌های شدید محیطی نباشد درصد روغن دانه در هر ژنوتیپ ثابت باقی می‌ماند (Idoko et al., 2018). یافته‌های Ngala et al., (2013) نیز از عدم تاثیر معنی‌دار تیمارهای آرایش کشت و تراکم بر درصد روغن دانه کنجد حکایت دارد. همانطور که اشاره شد بین ژنوتیپ‌های کنجد از نظر درصد روغن دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و در هر دو سال آزمایش ژنوتیپ محلی بهبهان در مقایسه با رقم شوین درصد روغن دانه بیشتری را دارا بود (شکل ۷).

در صفت عملکرد روغن نیز مشابه با عملکرد دانه بیشترین مقدار آن (۶۰۱ کیلوگرم در هکتار) از ژنوتیپ محلی بهبهان در آرایش کاشت یک ردیفه با حداقل تراکم و کمترین مقدار عملکرد روغن (۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) از رقم شوین در آرایش کاشت یک ردیفه با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد. از طرف دیگر همبستگی بسیار معنی‌دار و مستقیم عملکرد دانه با عملکرد روغن (r= ۰/۹۹**) در مقایسه با همبستگی ضعیف‌تر عملکرد روغن با درصد روغن دانه (r = ۰/۵۹**)(جدول ۴) گواه این مطلب است که عملکرد روغن به عنوان یک صفت تعیین-کننده در گیاهان روغنی از جمله کنجد بیشتر وابسته به عملکرد دانه است تا درصد روغن دانه.

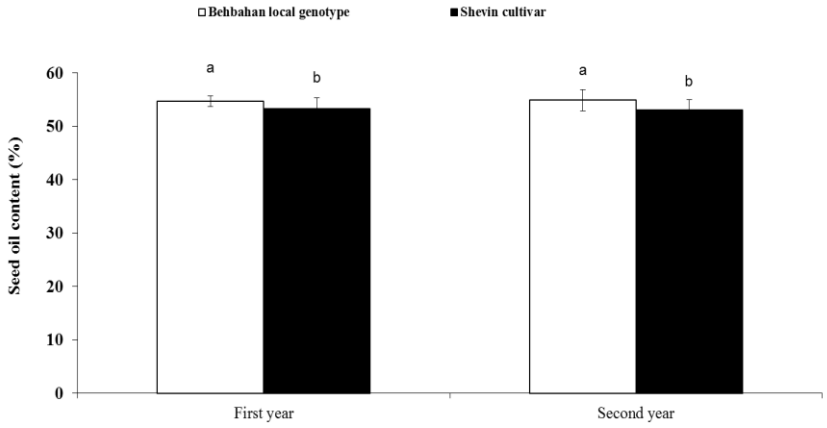

Figure 7. Mean comparison of effects of genotype on seed oil content. In each year, means with different letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$). The results are the average of 2 yr (2017 and 2018).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد در منطقه بهبهان کشت ژنوتیپ محلی در مقایسه با رقم شوین در هر آرایش کشت و تراکمی از برتری معنی‌داری برخوردار بود. به‌طور متوسط عملکرد دانه ژنوتیپ بهبهان در مقایسه با رقم شوین تا ۵۲ درصد بیشتر بود. به عنوان یک اصل کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در انتخاب آرایش کاشت و تراکم بایستی به ویژگی‌های ژنوتیپ‌ها توجه شود و تراکم و آرایش کاشت به نحوی تنظیم شود که ضمن استفاده گیاه از عوامل محیطی، رقابت بین بوته‌ها به حداقل رسیده و حداکثر عملکرد اقتصادی حاصل شود. در این پژوهش و با در نظر گرفتن صفت عملکرد دانه می‌توان برای منطقه بهبهان کشت ژنوتیپ محلی بهبهان، به عنوان ژنوتیپ برتر، در آرایش کشت یک ردیفه با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع را توصیه نمود.

سپاس‌گزاری

مقاله حاضر مستخرج از پروژه تحقیقاتی مصوب در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به شماره ۹۶۱۵۵۰-۳۰۷-۰۳-۰۳-۰۰ می‌باشد.

References

Ahmad, R. M., Tariq, M. F., & Ahmad, S. (2002). Comparative performance of two sesame varieties under different row spacing. *Asian Journal of Plant Science*, 1(5), 546-547.

Aien, A. (2013). Effect of eliminating of irrigation at different growth stages on seed yield and some agronomic traits of two sesame genotypes. *Seed and Plant Production Journal*, 29(1), 67-79. [In Persian]

Anonymous. (2021). Crop statistics. Ministry of Agriculture-Jahad. Deputy of Planning and Economy (Deputy of Planning and Economy). [In Persian]

Aslam, M., Nasrullah, H. M., Akhtar, M., Ali, B., Akram, M., Nawaz, H., & Javeed, H. M. R. (2015). Role of different planting techniques in improving the water logging tolerance and productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 50(3), 193–98.

Attibayeba, A., Elie, N-M., Serina, N. J., Dianga, J. G. C., & Francois, M-Y. (2010). Description of different growth stages of *Sesamum indicum* L. using the extended BBCH scale. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(3), 235-239.

Bhardwaj, H. L., Hamama, A. A., Kraemer, M. E., & Langham, D. R. (2014). Cultivars, planting dates and row spacing effects on sesame seed yield and mineral composition. *Journal Agricultural Sciences*, 6(9), 1–7.

Food and Agriculture Organization. (2020). FAO Statistics. Retrieved February 23, 2020 from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

Galiskan, S., Arslan, M., Arioglu, H., & Isler, N. (2004). Effect of planting method and plant population on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a Mediterranean type of environment. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(5), 610-613.

Gholamhoseini, M. (2020). Evaluation of sesame genotypes for agronomic traits and stress indices grown under different irrigation treatments. *Agronomy Journal*, 112, 1794–1804.

Haghanian, S., Yadavi, A., Blouchi, H. R., Moradi, A., & Behzadi, Y. (2019). The effect of nitrogen on yield and yield components of different sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties under weed competition. *Plant productions*, 42(2), 195-210. [In Persian]

Helali, A. (2020). Investigating the share of oilseeds produced domestically and imported in the supply of household oil consumption. Research Institute of Planning, Agricultural Economics and Rural Development Press. 16 pages. [In Persian]

Idoko, P., Baba, A., & Ugoo, T. (2018). Effect of inter-row and intra-row spacing on the growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in Makurdi, Nigeria. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 12(1), 69–76.

Ijoyah, M. O., Idoko, J. A., & Iorlamen, T. (2015). Effects of intra-row spacing of sezame (*Sesamum indicum* L.) and frequency of weeding on yields of maize-sesame intercrop in Makurdi, Nigeria. *International Letters of Natural Sciences*, 38, 16-26.

Katanga, Y. N., Danmaigoro, O., & Buba, Y. (2017). Effect of sowing methods, seed rate and variety on yield and seed quality of sesame (*Sesamum indicum* L.) and its implication on returns in Sudan savanna of Nigeria. *Asian Research Journal of Agriculture*, 6(4), 1-7.

Koocheki, A., Nasiri mahalati, M., Nourbakhsh, F., & Nehbandani, A. (2017). The effect of planting pattern and density on yield and yield Components of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(1), 31-45. [In Persian]

Mazrae, F., Aynehband, A., Fateh, E., & Gorooei, A. (2019). The influence of PGPRs and planning methods on yield quantity and quality of sesame in Ahvaz. *Plant Production*, 42(2), 239-252. [In Persian]

Masoudi, B., & Ahmadi, M. (2019). Evaluation of genetic diversity of agronomic and morphological traits of sesame genotypes. *Journal of Crop Breeding*, 11(31), 78-91. [In Persian]

Ngala, A. L., Dugje, I. Y., & Yakubu, H. (2013). Effects of inter row spacing and plant density on performance of sesame in a Nigerian Sudan Savanna. *Science Institute (Lahore)*, 25(3), 513-519.

Rafie, M. R., & Dehghani, A. (2020). Effect of irrigation intervals at different phonological stages on quantitative and qualitative characteristics and water productivity of sesame. *Journal of Water and Soil Conservation (Journal of Agricultural Science and Natural Resources)*, 26(5), 21-39. [In Persian]

Rahnama, A., & Bakhshandeh, A. (2006). Determination of optimum row-spacing and plant density for uni-branched sesame in Khuzestan province. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 8: 25-33

Roy, N., Abdullah Al Mamun, S. M., & Sarwar Jahan, M. D. (2009). Yield performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties at varying levels of row spacing. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(5), 823-827.

Uzun, B., & Cagirgan, M.I. (2006). Comparison of determinate and indeterminate lines of sesame for agronomic traits. *Field Crops Research*, 96, 13–18.