





Study of phenological, physiological, and yield responses of indehiscent and dehiscent sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars to sowing dates in Dezful, Iran

Mehdi Attar Roshan¹, Afrasyab Rahnama^{2*} , Moosa Meskarbashee³ , Mohammad Reza Siahpoosh⁴ , Matthew Harrison⁵ 

1. Ph.D Student of Agrotechnology, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3. Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4. Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
5. Associate Professor, Tasmanian Institute of Agriculture, University of Tasmania, Newnham Drive, Launceston, Tasmania, Australia

Citation: Attar Roshan, M., Rahnama, A., Meskarbashee, M., Siahpoosh, M.R., Harrison, M. (2025). Study of phenological, physiological, and yield responses of indehiscent and dehiscent sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars to sowing dates in Dezful, Iran. *Plant Productions*, 47(4), 523-542 .

Abstract

Introduction

Sesame (*Sesamum indicum* L.) is one of the oldest oilseed crops cultivated for purposes relating to industry and household consumption. It is widely grown in tropical and subtropical regions around the world. Sesame productivity can be highly variable depending upon the growing conditions, cultivars, and cultural practices. Sowing date is a critical field crop management practice that influences the intensity of other practices applied in crop growth and production. Seed yield significantly influences by sowing date and cultivar. The optimal sowing date is one of the most important and low cost field management practices affecting crop growth and yield. In general, early sowing dates correspond to higher growth and seed yields. The aim of this study was to explore an optimum sowing date for new indehiscent sesame cultivars and obtain new superior cultivars with the highest yield potential and adaptation to different sowing date in Dezful region.

Materials and Methods

In order to study the effects of different sowing dates on phenological traits, photosynthetic parameters, and seed and oil yields of dehiscent and indehiscent sesame cultivars, a field experiment was carried out in a split plot arrangement in randomized complete block design with four replications in 2021-2022. The study site was located in Dezful, Iran. The main plots included three sowing dates, June 5, June 20, and July 20, and the sub-plots consisted three indehiscent (Chamran, Mohajer, Barkat) and one dehiscent (Schewin) sesame cultivars. 5 th

* **Corresponding Author:** Afrasyab Rahnama

E-mail: a.rahnama@scu.ac.ir



June sowing date was considered as early sowing date, and 5 th July sowing date was considered as late sowing date. Data were collected on various parameters, including plant height, height of the first capsule, length of the capsule-bearing zone, days to the first capsule emergence, days to flowering, stomatal conductance, photosynthetic rate, transpiration, chlorophyll index, seed yield, biological yield, harvest index, oil content and oil yield.

Results and Discussion

Significant genotypic differences were observed in phenological traits, photosynthetic parameters, and seed and oil yields across cultivars and sowing dates. Different sowing dates influenced photosynthetic properties, phenological traits, and yields of sesame cultivars in distinct ways. Changes in plant height, height of the first capsule, length of the capsule-bearing zone, days to the first capsule emergence, days to flowering, stomatal conductance, photosynthetic rate, transpiration rate, chlorophyll index, seed yield, biological yield, harvest index, oil content and oil yield were significant across both years. In 2021, the June 5 sowing date resulted in a significant decrease in the seed yield of Chamran, Schewin, Mohajer and, Barkat cultivars by 1%, 25%, 11 and 6%, respectively, compared to the June 20 sowing date. In contrast, the July 5 sowing date led to significant reductions in the seed yield of Mohajer and Barkat by 21% and 37%, respectively, but increased the seed yields of Chamran and Schewin by 12% and 28%, respectively. There was also genetic variation in seed and oil yield across cultivars in response to sowing dates. The Barkat and Mohajer cultivars, which had higher seed yields, showed greater yield stability across the early sowing date compared to the Schwin cultivar.

Conclusion

Overall, the results of this experiment suggest that the optimal sowing window for improving sesame production in humid tropical regions is between June 5 and June 20. Moreover, the Barkat cultivar, which exhibited the highest seed and oil yields, is recommended for both early and late sowing conditions in the Khuzestan region, alongside the Mohajer cultivar.

Keywords: Days to flowering, Oil yield, Photosynthetic rate, Stomatal conductance

مطالعه برخی واکنش‌های فنولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد ارقام کنجد شکوفا و ناشکوفا (*Sesamum indicum* L.) به تاریخ‌های کاشت در منطقه دزفول

مهدی عطار روشن^۱، افراسیاب راهنما^{۲*}، موسی مسکرباشی^۳، محمدرضا سیاهپوش^۴، متیو هریسون^۵

- ۱- دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
- ۲- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
- ۳- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
- ۴- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
- ۵- دانشیار مؤسسه کشاورزی تاسمانی، دانشگاه تاسمانی، تاسمانی، استرالیا

چکیده

تاریخ کاشت به هنگام یکی از شیوه‌های مهم مدیریت مزرعه است که به طور قابل توجهی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی تأثیر می‌گذارد. این پژوهش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال متوالی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در شرکت کشت و صنعت شهید رجایی دزفول اجرا شد. سه تاریخ کاشت (۱۵ خرداد، ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر) در کرت‌های اصلی و سه رقم ناشکوفا جدید و یک رقم شکوفای محلی کنجد (به ترتیب برکت، مهاجر، چمران و شوین) در کرت‌های فرعی قرار گرفت. نتایج هر دو سال آزمایش نشان داد تاریخ‌های کاشت به طور متفاوتی ویژگی‌های فنولوژیک، فتوسنتزی و عملکرد دانه و روغن ارقام کنجد را تحت تأثیر قرار داد. تغییر تاریخ کاشت به طور متفاوتی منجر به تغییر قابل توجه صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین، طول ناحیه کپسول‌دهی، تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا ظهور کپسول، هدایت روزنه‌ای، سرعت فتوسنتز و ترقق، شاخص سبزیگی، عملکرد زیست توده، شاخص برداشت، و عملکرد دانه و روغن شد. در سال اول آزمایش، تاریخ کاشت زود هنگام ۱۵ خرداد در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد منجر به افزایش ۱، ۲۵، ۱۱ و ۶ درصدی عملکرد دانه به ترتیب در ارقام چمران و شوین، مهاجر و برکت شد، در حالی که در تاریخ کاشت ۱۴ تیر در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد عملکرد دانه ارقام چمران و شوین به میزان به ترتیب ۱۲ و ۲۸ درصد افزایش یافت ولی مقادیر آن در ارقام مهاجر و برکت به میزان به ترتیب ۲۱ و ۳۷ درصد کاهش نشان داد. در سال دوم آزمایش نیز روند تغییرات مشابهی برای صفات مورد مطالعه در بیشتر ارقام مشاهده شد. بین ارقام از نظر مقادیر عملکرد دانه و روغن و سایر صفات مورد مطالعه در واکنش به تغییر تاریخ کاشت تنوع ژنتیکی وجود داشت. در هر سه تاریخ کاشت ارقام ناشکوفا به ویژه مهاجر و برکت در مقایسه با رقم شکوفای شوین دارای بیشترین عملکرد دانه و روغن بودند. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده در دو

* نویسنده مسئول: افراسیاب راهنما

سال اجرای آزمایش می‌توان بیان داشت که در مزارع شمال خوزستان می‌توان تاریخ کشت زود هنگام در فاصله زمانی ۱۵ الی ۳۰ خرداد را به عنوان تاریخ کشت بهینه و همچنین ارقام جدید ناشکوفای برکت و مهاجر را به دلیل عملکرد دانه و روغن بالا به عنوان ارقام برتر جهت کشت زود هنگام در کشت تابستانه در منطقه دزفول معرفی نمود.

کلید واژه‌ها: تعداد روز تا گلدهی، سرعت فتوسنتز، عملکرد روغن، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

کنجد، یکی از گیاهان روغنی مهم است که به طور گسترده در نقاط مختلف جهان کشت می‌شود. سطح زیر کشت این گیاه در جهان حدود ۱۲/۸۳ میلیون هکتار با تولید سالانه ۶/۷۴ میلیون تن (FAO, 2022) و سطح زیر کشت آن در ایران حدود ۳۹/۵ هزار هکتار و میزان تولید آن ۴۴/۸ هزار تن گزارش شده است (Annual report, 2022).

کنجد در شمال خوزستان به طور معمول از اوایل تیرماه الی اوایل مردادماه کشت می‌شود. در اراضی فاریاب این منطقه، کشت تابستانه کنجد در این بازه زمانی و برداشت آن در آبان‌ماه، سبب از دست رفتن فرصت کافی برای آماده سازی بستر کاشت در پاییز و در نتیجه ایجاد مشکل در کشت محصولات زمستانه می‌گردد. از سوی دیگر، تعیین تاریخ کاشت مناسب به عنوان یکی از راهبردهای مدیریت زراعی سبب بهره‌گیری بهینه گیاه از عوامل اقلیمی نظیر دما، رطوبت، طول روز و همچنین انطباق دوره گلدهی با دماهای مناسب می‌شود و به این دلیل در دستیابی به عملکرد قابل قبول و افزایش سطح زیر کشت کنجد نقش مهمی ایفا می‌نماید. عدم رعایت تاریخ کاشت مناسب سبب همزمانی دوران گلدهی کنجد با دماهای بالای تابستان می‌شود و در نتیجه سبب اختلال در در گرده افشانی و باروری گل‌ها می‌شود، و در نهایت تعداد کپسول‌های تشکیل شده و عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Danaie., 2015).

تاریخ کشت رایج کنجد در استان خوزستان از اوایل تیرماه تا اوایل مردادماه است. در بررسی اثر تاریخ کاشت‌های مختلف کنجد در شرایط دزفول بیشترین

عملکرد دانه لاین‌های کنجد در تاریخ کاشت پنجم مرداد گزارش شد (Sayyahpour, 2008). همچنین با مقایسه تاریخ کاشت‌های مختلف ارقام کنجد در منطقه بهبهان، بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت‌های پنجم تیر و پنجم مرداد به دست آمد (Danaie., 2015). در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب بنگلادش، بیشترین تعداد شاخه در بوته، کپسول در بوته، دانه در کپسول و عملکرد دانه در تاریخ کاشت اوایل تا اواسط جولای (۱۵ تا ۳۰ تیرماه) پیشنهاد گردیده است (Olowe, 2007). نتایج پژوهشی در سودان نشان داد مقادیر عملکرد دانه کنجد در تاریخ کاشت‌های زود هنگام (اواخر خرداد) از طریق افزایش تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه به مراتب بیشتر از تاریخ کاشت‌های دیر هنگام (اواخر مرداد) بود (Faisal et al., 2009). هژبری دوقزلو و همکاران (Hojabri Dughezlo et al., 2014) در بررسی تاریخ کاشت کنجد در بوشهر نشان دادند که بیشترین درصد روغن به میزان ۵۵/۲ درصد در تاریخ کاشت ۳۰ تیرماه مشاهده شد.

مناطق مدیرانه‌ای برای تولید کنجد به‌عنوان زراعت دوم بسیار مناسب هستند (Anastasi et al., 2017). اگرچه کنجد با دوره رویشی حدود چهار ماه دارای توان تولید بالایی در این مناطق است، یا این حال، بیشتر این مناطق برای زراعت فاریاب دارای محدودیت هستند (Alrteimei et al., 2022). دانایی (Danaie., 2015) با بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و صفات زراعی چند ژنوتیپ کنجد در منطقه بهبهان اظهار داشت بالاترین میزان محصول ژنوتیپ‌ها در دو سال متوالی در تاریخ کاشت ۵ تیرماه و ۵ مردادماه به

یک رقم شکوفای کنجد (به ترتیب برکت، مهاجر، چمران و شوین) در کرت‌های فرعی قرار گرفت. تاریخ کاشت ۱۵ خرداد به عنوان تاریخ کاشت زود هنگام در نظر گرفته شد. شهرستان دزفول از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی، جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک با میانگین بارش ۲۵۰ میلی‌متر در سال محسوب می‌شود. حداکثر دمای روزانه در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در شکل ۱ نشان داده شده است. به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی خاک مزرعه، قبل از شروع آزمایش، از عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متری قسمت‌های مختلف مزرعه نمونه برداری شد و بر مبنای نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، در سال اول آزمایش به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم قبل از کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره در دو نوبت به صورت کود پایه همزمان با کاشت و کود سرک در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی بوته‌ها به خاک مزرعه اضافه شد. در سال دوم نیز ۵۰ کیلوگرم کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم قبل از کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به روش سال اول به خاک مزرعه اضافه شد.

آبیاری مزرعه دو هفته پس از کاشت و استقرار کامل بوته‌ها به صورت نشتی هر ۸ روز یک بار انجام شد. درصد رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری با استفاده از دستگاه رطوبت سنج (ProCheck, Decagon Devices, USA) اندازه‌گیری و درصد آب قابل‌استفاده خاک در زمان آبیاری پایش شد. مقادیر درصد آب قابل‌استفاده خاک در طول دوره رشد در محدوده ۸۰-۷۰ درصد ظرفیت زراعی بود. بذور از کشت و صنعت شهید رجایی تهیه گردید. ارقام تجاری جدید برکت، مهاجر و چمران دارای صفت ناشکوفایی کپسول و عدم ریزش دانه هنگام رسیدگی کامل بوده (Siahpoosh *et al.*, 2024)، در حالی که رقم شوین دارای صفت شکوفایی کپسول و ریزش دانه هنگام رسیدگی می‌باشد و به عنوان شاهد منطقه در نظر گرفته شد.

دست آمد. در پژوهشی دیگر با بررسی اثر تاریخ کاشت در استان خوزستان بالاترین میزان محصول تاریخ کاشت ۶ مرداد به دست آمد (Dehghani *et al.*, 2009). کاشت دیر هنگام در تابستان به دلیل کاهش طول دوره رشد و در نتیجه کاهش استفاده از منابع محیطی نه تنها سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود، بلکه به دلیل مصادف شدن زمان برداشت با بارندگی‌های پاییزه سبب اختلال در زمان کشت گیاه بعدی در تناوب می‌گردد.

با این اوصاف، با توجه به اهمیت ویژه کشت تابستانه کنجد در استان خوزستان به عنوان یک محصول کم‌آب بر و کشت جایگزین ذرت و برنج و نیز عدم انجام تحقیقات مشابه در منطقه دزفول و همچنین با توجه به واکنش متفاوت ارقام ناشکوفای جدید مورد مطالعه نسبت به تاریخ کاشت و اهمیت زمان کاشت در فراهم آوردن فرصت مناسب جهت کشت گیاه بعدی در پاییز، تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت کنجد و دامنه زمانی مطلوب آن در منطقه به منظور اطمینان از دستیابی به عملکرد قابل قبول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف درک بهتر واکنش‌های فنولوژیک، فتوسنتزی و عملکردی ارقام جدید کنجد ناشکופا به تغییر تاریخ کاشت جهت تعیین بازه زمانی مناسب کاشت ارقام مورد مطالعه و همچنین رقم برتر کنجد ناشکופا در منطقه جهت دستیابی به عملکرد مطلوب در شرایط آب و هوایی دزفول اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال متوالی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در مزرعه آزمایشی شرکت کشت و صنعت شهید رجایی واقع در شهرستان دزفول اجرا شد. در هر دو سال، سه تاریخ کاشت (۱۵ خرداد، ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر) در کرت‌های اصلی و سه رقم ناشکوفای جدید و

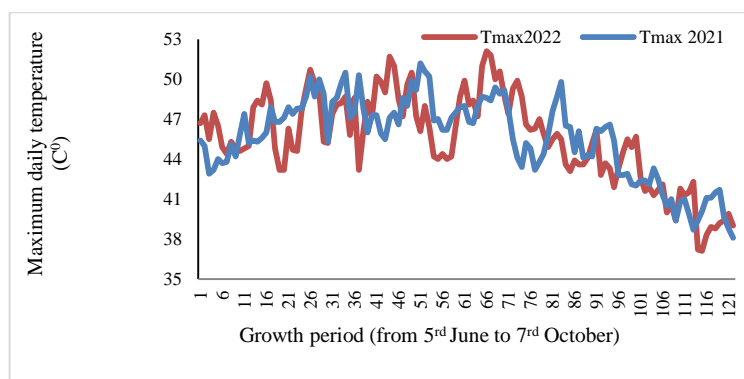


Figure 1. Daily maximum temperature of Dezful metrological station in 2021-2022

Table 1. The results of physical and chemical analysis of soil

Year	K (mg kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	N (%)	EC (dSm ⁻¹)	Soil texture	Soil depth (cm)	pH
2021	149	11	0.55	1.1	Silty clay loam	15-30	7.79
2022	221	21	0.57	2.8	Silty clay loam	15-30	7.35

مادون قرمز (IRGA, model LCA4, ADC) Bioscientific Ltd. Hoddeston, UK) بین ساعت ۹/۳۰ صبح تا ۱۲ ظهر بر روی سطح آخرین برگ‌های توسعه یافته پنج بوته اندازه‌گیری شد. شاخص سبزیگی نیز با استفاده از دستگاه SPAD (SPAD-502 Chlorophyll meter, Japan) بر روی پنج نقطه از آخرین برگ‌های توسعه یافته انجام شد و میانگین مقادیر ثبت شد.

در طی دوره رشد صفات فنولوژیک شامل، تعداد روز تا شروع گلدهی و تعداد روز تا شروع کپسول‌دهی تیمارهای آزمایشی یادداشت برداری شدند. قبل از برداشت، از هر واحد آزمایشی تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین و طول ناحیه کپسول‌دهی اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین عملکرد دانه، در پایان فصل رشد و هنگام رسیدگی کامل دانه‌ها در ارقام ناشکوف، پس از حذف دو ردیف کاشت از دو طرف و نیم متر از بالا و پایین هر کرت آزمایشی از سطحی معادل چهار متر مربع، بوته‌ها برداشت و پس از قرار دادن آن‌ها در

کاشت هر چهار رقم کنگد با فاصله زمانی ۱۵ روز در تاریخ‌های ۱۵ خرداد، ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر انجام شد. آماده‌سازی زمین با دیسک سبک و سنگین انجام شد. هر کرت آزمایشی به ابعاد ۳ در ۴ متر مربع شامل ۴ پشته با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول ۴ متر بود. بذرها پس از مخلوط کردن با ماسه در دو طرف هر پشته با فاصله خط کاشت ۳۵ سانتی‌متر و فاصله روی خطوط حدود ۵ سانتی‌متر در عمق دو تا سه سانتی‌متری کشت شد. تنک کردن بوته‌ها در مرحله ۳ تا ۴ برگی گیاهچه‌ها جهت دستیابی به تراکم ۵۰ بوته در متر مربع انجام شد. در طی مرحله داشت، وجین علف‌های هرز و سم‌پاشی جهت مبارزه با آفات و بیماری‌ها انجام شد. به منظور مبارزه با آفات مزرعه، در اوایل مرحله رویشی از سم دسیس (به میزان ۱/۵ در هزار) و در مرحله قبل از کپسول‌دهی از سم پروفنوس (به میزان ۲ در هزار) استفاده شد. در هر دو سال آزمایش، صفات فنولوژیک، فوفیزیولوژیک و عملکردی به صورت یکسان مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله ۵۰ درصد گلدهی، هدایت روزنه‌ای، سرعت فتوسنتز و تعرق با استفاده از دستگاه تحلیل‌گر

قبل از انجام محاسبات آماری، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک انجام شد. با توجه به معنی دار شدن تست بارتلت برای بیشتر صفات، دو سال آزمایشی به صورت مجزا تجزیه و تحلیل شد. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS ver 9.4 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکردی کنگد ناشکوفتا تحت تأثیر رقم و تاریخ کاشت در جداول ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است.

انبارهای مخصوص به مدت دو تا سه هفته و رسیدن رطوبت دانه به حدود ۷ درصد خشک شدند. ابتدا ماده خشک نمونه‌های آزمایشی توزین شد، و پس از جدا کردن دانه‌ها و توزین دانه‌های هر نمونه، عملکرد دانه و در نهایت شاخص برداشت محاسبه شد. برداشت رقم شوین نیز به دلیل ویژگی شکوفایی کپسول و به منظور جلوگیری از ریزش دانه‌ها قبل از رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. محتوای روغن دانه با کمک حلال اتر و با روش سوکسله (FOSS, Model SOCCET 2050) اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه و محتوای روغن محاسبه شد.

Table 2. Mean squares of morphological and phenological traits of sesame as affected by cultivar and sowing date

S.O.V.	Df	Plant height		Height of the first capsule		Length of capsule bearing zone		Days to flowering		Days to the first capsule emergence	
		First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year
Block	3	50.5 ^{ns}	174 [*]	32.3 ^{ns}	44 ^{ns}	58.8 ^{ns}	114 ^{ns}	1.74 ^{ns}	2.52 ^{ns}	2.4 [*]	3.35 ^{ns}
Sowing date	2	482 ^{**}	303 ^{**}	184 [*]	204 [*]	309 [*]	100 ^{ns}	2.77 ^{ns}	16.2 ^{**}	155 ^{**}	11.2 ^{**}
Error (a)	6	55.1	156	27.7	49	64	81.8	1.57	1.68	0.32	2.35
Cultivar	3	1969 ^{**}	1007 ^{**}	2768 ^{**}	1570 ^{**}	759 ^{**}	50.6 ^{ns}	428 ^{**}	1036 ^{**}	466 ^{**}	1036 ^{**}
Sowing date × Cultivar	6	99.5 ^{ns}	110 [*]	73.4 ^{ns}	39.9 ^{ns}	153 [*]	124 [*]	2.82 ^{ns}	7.43 ^{**}	1.35 ^{ns}	11.1 ^{**}
Error (b)	27	102	42	52.1	40.4	63.9	41.1	2.66	1.76	0.81	1.07
C.V (%)		6.4	5.5	11.8	11.3	8.4	10.3	3.9	3.2	1.97	2.21

ns: not significant; *and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

Table 3. Mean squares of photosynthetic traits of sesame as affected by cultivar and sowing date

S.O.V.	Df	Stomatal conductance		Photosynthetic rate		Transpiration rate		Chlorophyll index	
		First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year
Block	3	3429 ^{**}	2732 [*]	71.9 ^{ns}	97.3 ^{ns}	0.080 [*]	0.111 ^{ns}	2.90 ^{ns}	26.6 ^{ns}
Sowing date	2	760 ^{ns}	277 ^{ns}	215 ^{**}	15.1 ^{ns}	0.293 ^{**}	0.520 [*]	266 ^{**}	141 ^{**}
Error (a)	6	525	615	73	33.2	0.139	0.215	7.13	9.96
Cultivar	3	520 ^{ns}	876 ^{ns}	28.1 ^{ns}	13.5 ^{ns}	0.015 ^{ns}	0.111 ^{ns}	99.3 ^{**}	53 ^{**}
Sowing date × Cultivar	6	1901 [*]	1164 ^{ns}	78.8 [*]	57.8 ^{ns}	0.073 [*]	0.131 ^{ns}	27.7 [*]	31.1 [*]
Error (b)	27	722	662	27.2	41.1	0.026	0.106	12.35	10.1
C.V (%)		9.6	9.1	10.1	14.3	13.9	27.9	14.4	11.6

ns: not significant; *and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ارتفاع بوته

در هر دو سال آزمایش، ارتفاع بوته ارقام به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۲). در سال اول، ارتفاع بوته در تاریخ کاشت زود هنگام ۱۵ خرداد با افزایش ۸ درصدی در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد روبرو شد. ارتفاع بوته بین تاریخ کاشت ۱۵ خرداد و ۱۴ تیرماه تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به رقم شوین (۱۷۵ سانتی‌متر)، و کمترین مقدار مربوط به رقم چمران (۱۴۴ سانتی‌متر) بود (جدول ۵). در سال دوم، بیشترین ارتفاع بوته مربوط به رقم شوین در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد (۱۴۲ سانتی‌متر) بود که در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر با کاهش معنی‌دار ۱۳ و ۸ درصدی روبرو شد. کمترین مقدار نیز مربوط به رقم برکت در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد (۱۱۰ سانتی‌متر) بود که نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ خرداد کاهش ۱۰ درصدی نشان داد (نتایج نشان داده نشده است).

نتایج هر دو سال آزمایش نشان داد رقم شوین بیشترین ارتفاع بوته را نسبت به سایر ارقام داشت که علاوه بر دیررس بودن این رقم نشان از پتانسیل رشدی بالاتر آن داشت. ارقام در تاریخ کاشت‌های ۱۵ خرداد و ۱۴ تیر دارای رشد رویشی بیشتری بوده، لذا ارتفاع آن‌ها بیشتر از تاریخ کاشت ۳۰ خرداد بود. اگرچه گفته می‌شود ارتفاع بوته به طور معمول تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی گیاه است، اما به نظر می‌رسد وجود دماهای بالای تیرماه در دوران رشد رویشی تاریخ کاشت ۳۰ خرداد باعث تسریع در ورود به مرحله زایشی شده و گیاه فرصت کافی برای فتوسنتز و تخصیص مواد فتوسنتزی کافی به بخش‌های رویشی را نداشته و سبب کاهش رشد رویشی و در نهایت کوتاهی ارتفاع گیاه در این تاریخ کاشت گردیده است. با توجه به این که ارقام چمران و برکت جزو ارقام چندشاخه هستند، بنابراین به نظر می‌رسد حفظ ارتفاع ساقه این ارقام در شرایط مختلف محیطی از طریق ایجاد فرصت

کافی برای تولید شاخه‌های فرعی سبب حفظ و پایداری عملکرد دانه گردد. این فرضیه منطبق با نتایج عملکرد دانه این ارقام می‌باشد. همسو با نتایج این پژوهش، کاهش ارتفاع گیاه با به تعویق افتادن تاریخ کاشت توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Danaie., 2015).

ارتفاع اولین کپسول

ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین، یکی از صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه کنجد در برداشت مکانیزه است. ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین در هر دو سال آزمایش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۲). میان ارقام از نظر فاصله اولین کپسول از سطح زمین تفاوت معنی‌داری مشاهده شد به گونه‌ای که رقم شوین دارای بیشترین ارتفاع بود ولی میان ارقام ناشکوکا از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در مطالعات پیشین نیز وجود تنوع ژنتیکی از نظر ارتفاع اولین کپسول در میان ژنوتیپ‌های کنجد گزارش شده است (Kiani et al., 2022). در سال اول و دوم آزمایش، با تغییر تاریخ کاشت از ۳۰ خرداد به ۱۵ خرداد فاصله اولین کپسول از سطح زمین به طور معنی‌داری افزایش یافت (به ترتیب ۱۱ و ۱۲ درصد)، در حالی که مقادیر بین تاریخ کاشت ۱۵ خرداد و ۱۴ تیرماه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). همسو با نتایج ارتفاع ساقه به نظر می‌رسد با تغییر تاریخ کاشت و افزایش ارتفاع بوته، فاصله اولین کپسول از سطح زمین نیز افزایش می‌یابد و می‌توان عنوان کرد که وجود دماهای بالای تیرماه در دوران رشد رویشی تاریخ کاشت ۳۰ خرداد باعث تسریع در ورود به مرحله زایشی شده و سبب کاهش رشد رویشی و در نهایت کوتاهی ارتفاع گیاه در این تاریخ کاشت شود لذا همراه با ارتفاع بوته، فاصله اولین کپسول از سطح زمین نیز کاهش می‌یابد.

Table 4. Mean squares of yield traits of sesame as affected by cultivar and sowing date

S.O.V.	Df	Seed yield		Biological yield		Harvest index		Oil content		Oil yield	
		First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year
Block	3	3730 ^{ns}	25085 ^{ns}	1793320 ^{ns}	1793320 ^{ns}	25.4 [*]	2.47 ^{ns}	1.63 ^{ns}	1.25 ^{ns}	360 ^{ns}	6860 ^{ns}
Sowing date	2	3171 [*]	28135 ^{ns}	14709302 ^{**}	14709302 ^{**}	61.1 ^{**}	144 ^{**}	19.8 ^{**}	2.14 ^{ns}	81108 [*]	2658 ^{ns}
Error (a)	6	1198 ⁹⁸	28289	823218	823218	7.79	10.22	4.9	9.06	30700	8674
Cultivars	3	1383 ^{**}	757613 ^{**}	257941433 ^{**}	257941433 ^{**}	16.8 ^{ns}	614 ^{**}	7.13 ^{ns}	147 ^{**}	337345 [*]	134127 [*]
Sowing date × Cultivar	6	2291 [*]	26072 ^{ns}	10567596 ^{**}	10567596 ^{**}	17.6 ^{ns}	58.8 [*]	3.49 ^{ns}	15.1 ^{ns}	61123 ^{**}	8615 ^{ns}
Error (b)	27	6848 ³	26588	1791634	1791634	7.86	19.43	3.68	7.55	17052	7273
C.V (%)		24.3	14.8	14.17	14.2	29.2	29.63	3.99	5.72	25.2	16.4

ns: not significant; *and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

طول ناحیه کپسول دهنده

طول ناحیه کپسول دهنده در هر دو سال آزمایش تحت تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۲). میان ارقام از نظر طول ناحیه کپسول‌دهنده در تاریخ‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری مشاهده شد به گونه‌ای در سال اول رقم مهاجر دارای بیشترین و رقم چمران دارای کمترین مقدار بود. در سال دوم نیز روند تغییرات این صفت در تاریخ کاشت‌های مختلف متفاوت بود به گونه‌ای که بیشترین مقدار مربوط به رقم مهاجر در تاریخ کاشت ۱۴ تیرماه و کمترین مقدار مربوط به رقم چمران در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد بود (جدول ۶).

منطبق با نتایج سایر مطالعات (Kiani et al., 2022; Gedifew et al., 2024) میان ارقام کنگد از نظر طول ناحیه کپسول دهنده تنوع ژنتیکی وجود داشت. در سال اول، با تغییر تاریخ کاشت از ۳۰ به ۱۵ خرداد طول ناحیه کپسول دهنده ارقام مهاجر، برکت و شوین به طور معنی‌داری به میزان به ترتیب ۱۸، ۸ و ۱۸ درصد افزایش یافت. در سال دوم مقادیر افزایش برابر با به ترتیب ۲، ۱۴ و ۲۲ درصد بود. اگرچه در هر دو سال طول ناحیه کپسول دهنده رقم چمران در تاریخ کاشت زود هنگام کاهش نشان داد (جدول ۶). با تغییر در تاریخ کاشت از ۳۰ خرداد به ۱۴ تیر نیز مقادیر طول ناحیه کپسول دهنده در هر دو سال در بیشتر ارقام افزایش یافت. این نتایج منطبق با نتایج ارتفاع بوته به کاهش دمای هوای در طول دوره رویشی ارقام در این تاریخ کاشت نسبت داده می‌شود. به نظر می‌رسد در کاشت زود هنگام و همراه با افزایش ارتفاع بوته، طول ناحیه کپسول دهنده نیز متناسب با ارتفاع بوته افزایش می‌یابد و می‌توان چنین عنوان کرد که با تسریع در کاشت، و همسو با افزایش ارتفاع بوته و ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین، طول ناحیه کپسول دهنده نیز افزایش می‌یابد. در همین راستا، در بین ارقام مورد مطالعه رقم شوین در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد بیشترین افزایش ارتفاع بوته را در سال اول و دوم (به ترتیب ۱۳ و ۱۵ درصد) (داده‌ها نشان داده نشده است) و همچنین بیشترین کاهش طول ناحیه کپسول دهنده (۱۸ و ۲۲ درصد)

را از خود نشان داد (جدول ۶). از آنجایی که طول ناحیه کپسول‌دهنده شامل فاصله اولین کپسول تا انتهای بوته است، بنابراین با افزایش آن تعداد کپسول در بوته و به دنبال آن عملکرد دانه افزایش خواهد یافت. بر همین اساس احتمال می‌رود این صفت نقش مهمی در ثبات عملکرد دانه کنگد در شرایط نامساعد محیطی داشته باشد. در همین راستا، رابطه مثبت و معنی‌داری بین طول ناحیه کپسول‌دهنده و عملکرد دانه نیز در مطالعات پیشین گزارش شده است (Gedifew et al., 2024; Teklu et al., 2017). منطبق با نتایج عملکرد دانه (جدول ۶)، مقادیر بالای طول ناحیه کپسول‌دهنده در ارقام مهاجر و برکت و مقادیر کمتر کاهش آن در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد (به ترتیب ۶ و ۴ درصد کاهش) نیز بر رابطه مثبت و معنی‌دار بین طول ناحیه کپسول‌دهنده و عملکرد دانه تأکید دارد.

تعداد روز تا شروع گلدهی

در سال اول، تعداد روز تا شروع گلدهی تنها تحت تأثیر رقم قرار گرفت (جدول ۲). در سال اول، در هر سه تاریخ کاشت، زمان ظهور گل به طور متفاوتی در ارقام ناشکوف ۳۵ تا ۳۸ روز و در رقم شوین ۴۸ تا ۵۰ روز پس از کاشت متغیر بود. در سال دوم، مدت زمان در ارقام ناشکوف ۳۶ تا ۳۸ روز و در رقم شوین ۵۲ تا ۵۸ روز پس از کاشت بود. بیشترین تعداد روز تا گلدهی مربوط به رقم شوین بود (۵۰ روز)، در حالی که بین سایر ارقام تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (۳۸ روز) (جدول ۳). در سال دوم، تعداد روز تا گلدهی تحت تأثیر تاریخ کاشت، رقم و برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۲). تعداد روز تا شروع گلدهی با تأخیر در تاریخ کاشت کاهش یافت (جدول ۵). رقم شوین بیشترین طول روز تا شروع گلدهی را در هر سه تاریخ کاشت از خود نشان داد. برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم نشان داد رقم شوین در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد با ۵۸ روز و رقم چمران در تاریخ کاشت ۱۴ تیر با ۳۵ روز به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد روز شروع گلدهی بودند. واکنش ارقام به تغییر تاریخ کاشت نیز متفاوت بود به گونه‌ای که تاریخ کاشت ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر منجر به

بودند. واکنش ارقام به تغییر تاریخ کاشت نیز متفاوت بود به گونه‌ای که تاریخ کاشت ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر منجر به کاهش معنی‌دار تعداد روز تا ظهور اولین کپسول رقم شوین به میزان به ترتیب ۴ و ۶ روز شد، در حالی که در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر در رقم برکت تعداد روز تا ظهور اولین کپسول به میزان ۱ و ۲ روز کاهش یافت، و مقادیر تغییر برای سایر ارقام و تاریخ‌های کاشت معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است).

بر اساس نتایج این پژوهش، تأخیر در کاشت به طور متفاوتی منجر به تغییر تعداد روز تا ظهور اولین کپسول ارقام و در نهایت کاهش متفاوت عملکرد دانه شد. بنابراین، هرچه تعداد روز تا ظهور کپسول افزایش یابد، به دنبال آن عملکرد دانه نیز افزایش خواهد یافت. هرچند مقادیر کاهش تعداد روز تا ظهور کپسول در مقایسه با تعداد روز تا شروع گلدهی کمتر بود. به نظر می‌رسد کاهش تعداد روز تا شروع گلدهی سبب عدم تکمیل رشد رویشی و افزایش طول دوره گلدهی می‌گردد و در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی در دوره رشد زایشی، عملکرد دانه کاهش خواهد یافت (Danaie., 2015). این امر به ریزش گل‌ها و عدم باروری گل‌های تشکیل شده نسبت داده می‌شود. بنابراین وجود دوره مؤثر گلدهی کوتاه جهت تولید کپسول‌های بارور، نقش مهمی در افزایش همزمانی رسیدگی کپسول‌ها و عملکرد دانه خواهد داشت. رابطه معکوس طول دوره گلدهی ارقام کنجد با عملکرد دانه در مطالعات سایر پژوهشگران گزارش شده است (Alamsarkar et al., 2007). به هر روی، همبستگی مثبت بین تعداد روز تا کپسول‌دهی و عملکرد دانه در مطالعات سایر پژوهشگران حاکی از ارتباط بین تعداد روز تا کپسول‌دهی و عملکرد دانه است (Gedifew et al., 2024).

هدایت روزنه‌ای

هدایت روزنه‌ای تنها در سال اول آزمایش تحت تأثیر برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم گرفت (جدول ۳). برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم نشان داد هدایت روزنه‌ای به طور متفاوتی تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت به گونه‌ای که

کاهش معنی‌دار تعداد روز تا شروع گلدهی رقم شوین به میزان به ترتیب ۴ و ۶ روز شد، در حالی که مقادیر کاهش برای سایر ارقام معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است). واکنش متفاوت تعداد روز تا گلدهی ارقام می‌تواند به دلیل تنوع ژنتیکی میان ژنوتیپ‌های کنجد باشد (Gedifew et al., 2024) و کاهش تعداد روز تا شروع گلدهی به دلیل تأخیر در کشت تابستانه کنجد در مطالعات پیشین نیز گزارش شده است (Danaie., 2015). بین زمان شروع گلدهی و عملکرد دانه تطابق مناسبی وجود داشت به گونه‌ای که رقم مهاجر و برکت با شروع گلدهی دیرتر دارای عملکرد دانه بالاتری نسبت به سایر ارقام بودند. به عبارتی، تأخیر در کاشت سبب کاهش تعداد روز تا شروع گلدهی و به دنبال آن کاهش تعداد روز تا شروع کپسول‌دهی می‌شود و در نهایت به دلیل کوتاه شدن طول دوره رویشی گیاه و عدم رشد رویشی کافی قبل از شروع رشد زایشی منجر به کاهش عملکرد دانه خواهد شد. بنابراین، در ارقام مهاجر و برکت، با کاهش کمتر تعداد روز تا شروع گلدهی عملکرد دانه کاهش کمتری نشان داد. ارتباط مثبت بین تعداد روز تا شروع گلدهی و عملکرد دانه در مطالعات پیشین نیز گزارش شده است (Danaie., 2015; Gedifew et al., 2024).

تعداد روز تا ظهور اولین کپسول

در سال اول، تعداد روز تا ظهور اولین کپسول تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۲). با تأخیر در کاشت از ۱۵ خرداد به ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر، تعداد روز تا ظهور اولین کپسول به طور معنی‌داری کاهش یافت (به ترتیب ۲ و ۶ روز). بیشترین تعداد روز مربوط به رقم شوین (۵۵ روز) و کمترین آن مربوط به ارقام ناشکوف (۴۲ روز) بود که میان آن‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). در سال دوم، تعداد روز تا ظهور اولین کپسول تحت تأثیر تاریخ کاشت، رقم و برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۲). برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم نشان داد رقم شوین در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد با ۶۴ روز و رقم چمران در هر سه تاریخ کاشت با ۴۱ روز به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد روز تا ظهور اولین کپسول

فتوستتر در تاریخ کاشت‌های مختلف بوده‌اند و به نظر می‌رسد ارقام در واکنش به دماهای بالای ناشی از تاریخ کاشت ۳۰ خردادماه، به طور از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای، جذب کارآمد دی اکسید کربن را کاهش داده و این امر در نهایت منجر به کاهش فعالیت فتوستتری گردیده است.

سرعت تعرق

در سال اول، سرعت تعرق تحت تأثیر تاریخ کاشت و برهم کنش تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۳). سرعت تعرق ارقام در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد به طور معنی داری به میزان ۲۰ درصد افزایش یافت، ولی در تاریخ کاشت ۱۴ تیر تفاوت معنی داری با تاریخ کاشت ۱۵ خرداد مشاهده نشد (جدول ۵). متناسب با نتایج سرعت فتوستتر، برهم کنش تاریخ کاشت و رقم نشان داد در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد سرعت تعرق ارقام چمران، شوین، مهاجر و برکت به میزان ۲۲، ۷۱، ۹ و ۱۱ درصد افزایش یافت، در حالی که در تاریخ کاشت ۱۴ تیر مقادیر سرعت تعرق ارقام شوین، مهاجر و برکت به میزان به ترتیب ۴۹، ۲ و ۲ درصد افزایش ولی مقادیر سرعت فتوستتر رقم چمران به میزان ۴ درصد کاهش یافت (داده‌ها نشان داده نشده است). به هر روی، علیرغم کاهش تعرق ارقام ناشی از تغییر تاریخ کاشت، مشخص شده است که سازوکارهای ویژه مختص به کنجد از جمله وجود تریکوم غده‌ای از طریق ترشح موم‌های کوتیکولی به کاهش دمای برگ در شرایط تنش و کاهش تعرق کمک می‌کند (Bedigian et al., 2004).

در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد در مقایسه با ۱۵ خرداد هدایت روزنه‌ای رقم چمران و شوین به میزان به ترتیب ۱۹ و ۱۰ درصد کاهش یافت، در حالی که تغییر معنی داری در مقادیر هدایت روزنه‌ای ارقام مهاجر و برکت مشاهده نشد. میزان تغییرات هدایت روزنه‌ای در تاریخ کاشت ۱۴ تیر به مراتب کمتر بود (جدول ۶). این امر نشان‌دهنده کاهش دمای هوا در این تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت ۳۰ خرداد بود. تأثیر تنش گرما بر مقادیر هدایت روزنه‌ای بسته به شدت تنش گرما، شرایط محیط و ژنوتیپ به طور متفاوتی گزارش شده است. در برخی گزارش‌ها، افزایش دمای هوا سبب افزایش (Dias et al., 2011) و یا کاهش (Sheikh Mamo et al., 2022) هدایت روزنه‌ای شده است. تفاوت در واکنش هدایت روزنه‌ای ارقام می‌تواند به دلیل به کارگیری راهبردهای متفاوت تنظیم تبادلات گازی در بین ارقام مورد مطالعه باشد.

سرعت فتوستتر

سرعت فتوستتر تنها در سال اول آزمایش تحت تأثیر تاریخ کاشت و برهم کنش تاریخ کاشت و رقم گرفت (جدول ۳). سرعت فتوستتر ارقام در تاریخ کاشت زود هنگام ۱۵ خرداد در مقایسه با ۳۰ خرداد به طور معنی داری به میزان ۱۱ درصد افزایش یافت، ولی در تاریخ کاشت ۱۴ تیر تفاوت معنی داری با تاریخ کاشت ۱۵ خرداد مشاهده نشد. برهم کنش تاریخ کاشت و رقم نشان داد سرعت فتوستتر به طور متفاوتی تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت به گونه‌ای که در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد سرعت فتوستتر ارقام چمران، شوین، مهاجر و برکت به طور معنی داری به میزان به ترتیب ۱۱، ۸، ۱۵ و ۱۴ درصد در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد افزایش یافت، در حالی که در تاریخ کاشت ۱۴ تیر در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد مقادیر سرعت فتوستتر ارقام شوین، مهاجر و برکت به میزان به ترتیب ۲۰، ۳۱ و ۱۵ درصد افزایش ولی مقادیر سرعت فتوستتر رقم چمران به میزان ۷ درصد کاهش یافت (جدول ۶). در هر دو سال آزمایش و همسو با نتایج هدایت روزنه‌ای ارقام مهاجر و برکت به طور مؤثرتری قادر به حفظ

Table 5. Mean comparison of the effect of sowing dates and cultivars on phenologic and morphophysiological traits of sesame

Treatments	Plant height		Height of the first capsule		Days to flowering		Days to the first capsule emergence		Transpiration rate		Seed yield		Harvest index		Oil content	
	cm		cm		-		mmol m ⁻² . s ⁻¹		mmol m ⁻² . s ⁻¹		Kg. ha ⁻¹		-%		%	
	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year	First year	Second year
Sowing date																
5 th June	162 ^a	122 ^a	63 ^a	60 ^a	41.9 ^a	42.9 ^a	48.7 ^a	47.6 ^a	1.31 ^a	1.38 ^a	1204 ^a	1109 ^a	9.5 ^{ab}	11.87 ^c	47.56 ^{ab}	48.68 ^a
20 th June	151 ^b	113 ^b	56 ^b	53 ^b	41.2 ^a	41.1 ^a	46.1 ^b	47.4 ^{ab}	1.05 ^b	1.06 ^b	1105 ^a	1133 ^a	11.6 ^a	14.87 ^b	49.31 ^a	47.81 ^a
5 th July	159 ^a	118 ^a	62 ^a	56 ^{ab}	41.1 ^a	39.8 ^b	42.4 ^c	46.1 ^b	1.15 ^{ab}	1.06 ^b	926 ^b	1051 ^a	7.7 ^b	17.87 ^a	47.25 ^b	48.37 ^a
Cultivars																
Chamran	144 ^c	113 ^b	53 ^{bc}	52 ^b	38.1 ^b	35.7 ^c	41.8 ^c	41.3 ^c	1.21 ^a	1.08 ^a	835 ^b	1097 ^b	11.22 ^a	15.83 ^b	46.91 ^a	46.50 ^b
Schwin	175 ^a	132 ^a	83 ^a	73 ^a	50.3 ^a	54.8 ^a	55.0 ^a	60.8 ^a	1.19 ^a	1.25 ^a	744 ^b	743 ^c	8.60 ^b	4.58 ^c	48.58 ^a	51.50 ^a
Mohajer	157 ^b	114 ^b	50 ^c	51 ^b	38.2 ^b	35.8 ^c	43.1 ^b	41.7 ^c	1.14 ^a	1.08 ^a	1300 ^a	1288 ^a	9.75 ^{ab}	18.25 ^{ab}	48.50 ^a	43.75 ^c
Barkat	153 ^b	113 ^b	57 ^b	49 ^b	39.0 ^b	37.3 ^b	42.8 ^b	44.2 ^b	1.15 ^a	1.25 ^a	1439 ^a	1262 ^a	8.86 ^{ab}	20.83 ^a	48.16 ^a	50.08 ^a

Means followed by the same letters for each trait in each column and each experimental factor at 5% probability level did not differ significantly.

Table 6. Mean comparison of morphophysiological traits of sesame cultivars in different sowing dates

Treatments		Length of capsule bearing zone		Stomatal conductance		Photosynthetic rate		Chlorophyll index		Seed yield		Biological yield		Oil yield	
Sowing date	Cultivars	cm		mmol m ⁻² . s ⁻¹		mmol m ⁻² . s ⁻¹		-	Kg. ha ⁻¹		Kg. ha ⁻¹		Kg. ha ⁻¹		
5 th June	Chamran	84 ^f	56 ^{cd}	315 ^a	293 ^{a-c}	58 ^{ab}	48 ^a	25.7 ^{b-d}	25.5 ^{bc}	807 ^{de}	1116 ^{bc}	9185 ^{bc}	8846 ^c	363 ^{cd}	524 ^{b-d}
	Schwin	101 ^b	66 ^{ab}	295 ^{a-c}	300 ^{ab}	52 ^{bc}	41 ^{ab}	35.2 ^b	34.2 ^a	788 ^{de}	779 ^d	7988 ^{bc}	15224 ^b	379 ^{cd}	406 ^{de}
	Mohajer	114 ^a	61 ^{a-d}	257 ^{cd}	283 ^{a-c}	52 ^{a-c}	47 ^{ab}	22.5 ^{c-e}	28.5 ^b	1490 ^{ab}	1372 ^a	16710 ^a	8647 ^c	727 ^a	603 ^{a-c}
	Barkat	98 ^{b-d}	66 ^{ab}	265 ^{b-d}	270 ^{bc}	52 ^{bc}	46 ^{ab}	23.7 ^{c-e}	26.5 ^{bc}	1730 ^a	1167 ^{a-c}	19018 ^a	1167 ^{a-c}	821 ^a	555 ^{bc}
20 th June	Chamran	91 ^{c-f}	64 ^{a-c}	256 ^d	272 ^{a-c}	53 ^{a-c}	48 ^a	19.5 ^e	25.0 ^{bc}	802 ^{de}	1113 ^{bc}	5495 ^c	8709 ^c	389 ^{cd}	518 ^{cd}
	Schwin	86 ^{ef}	54 ^d	267 ^{b-d}	269 ^{bc}	48 ^c	46 ^{ab}	21.0 ^{de}	22.7 ^c	631 ^e	707 ^d	8508 ^{bc}	16377 ^{ab}	306 ^d	372 ^e
	Mohajer	97 ^{b-e}	61 ^{a-d}	272 ^{b-d}	298 ^{a-c}	45 ^c	41 ^{ab}	18.75 ^e	23.0 ^c	1347 ^{bc}	1310 ^{ab}	10560 ^b	6565 ^d	668 ^{ab}	551 ^{bc}
	Barkat	91 ^{c-f}	58 ^{b-d}	288 ^{a-d}	283 ^{a-c}	45 ^c	45 ^{ab}	19.5 ^e	25.2 ^{bc}	1638 ^{ab}	1400 ^a	16292 ^a	6243 ^d	819 ^a	694 ^a
5 th July	Chamran	88 ^{d-f}	67 ^{ab}	266 ^{b-d}	310 ^a	49 ^c	38 ^b	25.2 ^{b-d}	27.2 ^{bc}	896 ^{de}	1061 ^c	9458 ^{bc}	5080 ^d	415 ^{cd}	484 ^{c-e}
	Schwin	83 ^f	57 ^{b-d}	287 ^{a-d}	268 ^{b-c}	57 ^{ab}	44 ^{ab}	29.7 ^b	34.5 ^a	813 ^{de}	741 ^d	10593 ^b	17500 ^a	399 ^{cd}	367 ^e
	Mohajer	106 ^{ab}	70 ^{a-d}	279 ^{a-d}	274 ^{a-c}	60 ^a	46 ^{ab}	26.2 ^{bc}	29 ^b	1065 ^{cd}	1183 ^{a-c}	15645 ^a	6610 ^d	503 ^{bc}	537 ^{bc}
	Barkat	92 ^{c-f}	63 ^{a-d}	298 ^{ab}	262 ^c	52 ^{a-c}	47 ^{ab}	25.5 ^{b-d}	27.2 ^{bc}	1030 ^{cd}	1219 ^{a-c}	15748 ^a	4987 ^d	435 ^{cd}	645 ^{ab}

شاخص سبزی‌نگی

شاخص سبزی‌نگی در هر دو سال تحت تأثیر تاریخ کاشت، رقم و برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۳). در سال اول، در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد شاخص سبزی‌نگی ارقام چمران، شوین، مهاجر و برکت به میزان ۳۲، ۴۳، ۲۰ و ۲۲ درصد افزایش یافت، در حالی که در تاریخ کاشت ۱۴ تیر مقادیر افزایش به ترتیب ۲۹، ۳۲، ۴۰ و ۳۱ درصد بود (جدول ۶). در سال دوم نیز در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد شاخص سبزی‌نگی ارقام چمران، شوین، مهاجر و برکت به میزان ۲، ۵۱، ۲۴ و ۵ درصد افزایش یافت، در حالی که مقادیر افزایش در تاریخ کاشت ۱۴ تیرماه به ترتیب به میزان ۹، ۵۲، ۲۶ و ۸ درصد بود (جدول ۶). به طور کلی در هر دو سال آزمایش مقادیر شاخص سبزی‌نگی در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیگر کمتر بود.

یکی از عوامل مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی گیاهان در شرایط تنش، حفظ شاخص سبزی‌نگی است. در مورد تأثیر تنش گرما بر شاخص سبزی‌نگی گزارش‌های متناقضی وجود دارد. در مطالعات قبلی در برنج (Mohammed and Tarpley, 2010) در شرایط تنش گرما میزان کلروفیل کاهش یافت، در حالی که در مطالعات دیگری در شرایط منطقه‌ای مشابه (Sheikh Mamo et al., 2022) با افزایش شدت تنش میزان کلروفیل آفتابگردان افزایش یافت.

عملکرد دانه

در سال اول آزمایش، عملکرد دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت، رقم، و برهم‌کنش آن قرار گرفت (جدول ۴). برهم‌کنش تاریخ کاشت منجر به واکنش متفاوت عملکرد دانه در هر چهار رقم شد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم برکت در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد (۱۷۳۰ کیلوگرم در هکتار) بود. کاشت زود هنگام در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد منجر به افزایش عملکرد دانه

ارقام چمران، شوین، مهاجر و برکت به میزان به ترتیب ۱، ۲۵، ۱۱ و ۶ درصد شد، در حالی که در تاریخ کاشت ۱۴ تیر مقادیر عملکرد دانه در رقم مهاجر و برکت با کاهش روبرو شد (جدول ۶). به طور کلی اگرچه مقادیر کاهش عملکرد برای رقم مهاجر و برکت در شرایط تأخیر در کاشت بیشتر بود ولی در مجموع مقادیر عملکرد این دو رقم بالاتر از عملکرد رقم شوین و چمران بود (جدول ۶).

به هر روی، میزان کاهش عملکرد دانه ناشی از تأخیر در کاشت در ارقام مختلف کنجد یکسان نبود و عملکرد مطلوب در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد به دلیل استفاده بهینه گیاه از شرایط مطلوب محیطی و تکمیل چرخه زندگی خود و عدم برخورد دوران رشد رویشی و گلدهی با شرایط نامساعد محیطی حاصل گردید، در حالی که در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد و ۱۴ تیر به دلیل کاهش تعداد روز تا کپسول دهی (به ترتیب ۳ و ۶ روز)، عملکرد دانه با کاهش مواجه شد. در تاریخ کاشت ۱۴ تیرماه در مقایسه با ۳۰ خرداد مقادیر کاهش عملکرد دانه برای ارقام مهاجر و برکت به ترتیب برابر با ۲۱ و ۳۷ درصد بود در حالی که در رقم شوین و چمران عملکرد دانه به میزان ۱۲ و ۲۹ درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد مقادیر پایین عملکرد دانه رقم شوین در هر دو تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ خردادماه به دلیل دیررسی این رقم و مواجهه مراحل گلدهی این رقم با شرایط دماهای بالای مردادماه باشد. در سال دوم آزمایش، عملکرد دانه تنها تحت تأثیر رقم قرار گرفت (جدول ۴). بالاترین عملکرد دانه مربوط به رقم مهاجر و برکت (به ترتیب ۱۲۸۸ و ۱۲۶۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار مربوط به رقم چمران و شوین (به ترتیب ۱۰۹۶ و ۷۴۳ کیلوگرم در هکتار) بود. در همین راستا، دانایی (Danaie., 2015) و نافی و همکاران (Nafe et al., 2010) گزارش کردند که با تأخیر در کاشت تابستانه کنجد عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

تغییر یافت و مقادیر این تغییر بسته به شرایط دمایی هوا در طی دوران رشد رویشی و زایشی و واکنش متفاوت ارقام در تولید ماده خشک متفاوت بود. در سال دوم آزمایش، رقم شوین دارای بیشترین زیست‌توده تولیدی بود و حاکی از پتانسیل بالای این رقم در تولید ماده خشک کل بود، اگرچه مقادیر ماده خشک تولیدی این رقم در سال اول کمتر از مقادیر آن نسبت به ارقام مهاجر و برکت بود. به هر جهت، کاهش عملکرد زیست‌توده با تغییر تاریخ کاشت به دلایل متعددی از جمله کاهش شاخص سطح برگ نسبت داد شده است که از این طریق جذب نور در جامعه گیاهی کاهش یافته و به دنبال آن ماده خشک تولیدی کاهش می‌یابد (Mehrabi zadeh and Ehsanzadeh, 2012).

شاخص برداشت

در سال اول، شاخص برداشت تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین تاریخ کاشت ارقام کنجد تفاوت معنی‌داری وجود داشت و شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۱۴ تیر در مقایسه با ۳۰ خرداد به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۵). کاهش شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد و ۱۴ تیرماه به دلیل بالا بودن عملکرد زیست‌توده در این دو تاریخ کاشت می‌باشد که نشان‌دهنده رشد رویشی بهتر در شرایط مناسب دمایی و به طبع آن اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به تولید ماده خشک کل در این تاریخ کاشت و در نتیجه کاهش شاخص برداشت بود. مشخص شده که در کشت‌های دیر هنگام مقدار جذب تشعشع کاهش یافته و اثر منفی آن بر عملکرد دانه بیش از وزن خشک اندام هوایی است (de la Vega, 2012).

در سال دوم، نتایج حاکی از تأثیرپذیری معنی‌دار شاخص برداشت از تاریخ کاشت، رقم و برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم بود (جدول ۴). مقایسه میانگین برهم‌کنش‌ها نشان داد با تأخیر در تاریخ کاشت شاخص برداشت همه ارقام بجز شوین به طور معنی‌داری افزایش

به طور کلی نتایج این پژوهش بیانگر برتری معنی‌دار ارقام ناشکوکفا نسبت به رقم محلی شوین بود. همچنین نتایج نشان داد تغییر تاریخ کاشت می‌تواند در تعیین عملکرد نهایی دانه نقش به‌سزایی داشته باشند و تغییر تاریخ کاشت از اوایل تیرماه به اواسط خردادماه به دلیل استفاده بهینه از شرایط محیطی با حداقل تغییرات و بعضاً با افزایش در میزان عملکرد دانه می‌تواند در راستای انعطاف‌پذیری دامنه زمانی مطلوب برای کشت تابستانه کنجد در اراضی فاریاب این منطقه و برداشت به موقع آن در پاییز به لحاظ فراهم آوردن فرصت کافی برای آماده‌سازی بستر کاشت، و جلوگیری از بروز مشکل در کشت محصولات زمستانه قابل توصیه باشد.

عملکرد زیست‌توده

در هر دو سال آزمایش، عملکرد زیست‌توده، تحت تأثیر ارقام، تاریخ‌های کاشت و برهم‌کنش آن قرار گرفت (جدول ۴). در سال اول، کاشت زودهنگام ۱۵ خرداد در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد منجر به افزایش عملکرد زیست‌توده همه ارقام بجز رقم شوین گردید به گونه‌ای که مقادیر افزایش در ارقام چمران، مهاجر و برکت به ترتیب ۶۶، ۵۸ و ۱۷ درصد بود. در تاریخ کاشت ۱۴ تیر مقادیر افزایش در ارقام چمران، شوین و مهاجر و برکت به ترتیب ۷۲، ۲۵ و ۴۸ درصد بود، درحالی‌که عملکرد زیست‌توده رقم برکت به میزان ۳ درصد کاهش یافت (جدول ۶). در سال دوم، تاریخ کاشت ۱۵ خرداد در مقایسه با ۳۰ خرداد منجر به افزایش عملکرد زیست‌توده همه ارقام بجز رقم شوین و چمران شد به گونه‌ای که مقادیر افزایش در ارقام مهاجر و برکت به ترتیب ۳۲ و ۴۰ درصد بود. در تاریخ کاشت ۱۴ تیر در مقایسه با ۳۰ خرداد مقادیر کاهش در ارقام چمران، مهاجر و برکت به ترتیب ۴۳، ۲ و ۲۰ درصد بود، درحالی‌که عملکرد زیست‌توده رقم شوین به میزان ۷ درصد افزایش یافت (جدول ۶).

به طور کلی در هر دو سال آزمایش، با تغییر کاشت عملکرد زیست‌توده نیز به طور متفاوتی در میان ارقام

آزمایش نیز محتوای روغن تنها تحت تأثیر رقم قرار گرفت (جدول ۴). ارقام شوین و برکت دارای بیشترین (به ترتیب ۵۱/۵۰ و ۵۰/۰۸ درصد) و رقم مهاجر و چمران دارای کمترین (به ترتیب ۴۳/۷۵ و ۴۶/۵۰ درصد) محتوای روغن بود (جدول ۵). همان طور که ملاحظه می‌شود از نظر محتوای روغن در میان ارقام تفاوت وجود دارد و واکنش متفاوت ارقام از نظر محتوای روغن می‌تواند به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی بین آن‌ها باشد و اگرچه گفته می‌شود محتوای روغن تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی گیاه است، اما به نظر می‌رسد تنش تغییرات دمایی ناشی از افزایش تغییر تاریخ کاشت بسته به شدت و مدت آن سبب تغییر محتوای روغن گیاه شود. در مطالعات پیشین نیز به وجود ژنتیکی از نظر محتوای روغن در میان ژنوتیپ‌های کنجد اشاره شده است (Gedifew *et al.*, 2024).

عملکرد روغن

در سال اول، عملکرد روغن تحت تأثیر تاریخ کاشت، رقم و برهم‌کنش تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت (جدول ۴). عملکرد روغن ارقام مهاجر و برکت در هر سه تاریخ کاشت به مراتب بیشتر از مقادیر آن در دو رقم شوین و مهاجر بود، اگرچه با تأخیر کاشت مقادیر کاهش عملکرد روغن در ارقام مهاجر و برکت بیشتر بود (جدول ۶). در سال دوم آزمایش عملکرد روغن تنها تحت تأثیر رقم قرار گرفت (جدول ۴). ارقام مهاجر و برکت دارای بیشترین و شوین و چمران دارای کمترین عملکرد روغن بود. عملکرد روغن به دو عامل عملکرد دانه و درصد روغن بستگی دارد و کاهش عملکرد روغن در کاشت تأخیری علی‌رغم افزایش درصد روغن به دلیل شرایط دمایی نامناسب در کاشت‌های تأخیری و کاهش عملکرد دانه نسبت داده شده است؛ بنابراین علی‌رغم افزایش درصد روغن، عملکرد روغن کاهش خواهد یافت (Sheikh Mamo *et al.*, 2022). در این پژوهش مقادیر کاهش عملکرد روغن در تیمارهای تاریخ کاشت منطبق با مقادیر کاهش

یافت. همچنین ارقام شکوفا بیشترین شاخص برداشت را نشان دادند و کمترین مقدار مربوط به رقم شوین بود (جدول ۵). افزایش مقادیر شاخص برداشت در ارقام ناشکوفا در شرایط تأخیر در کاشت به دلیل تأثیر پذیری بیشتر عملکرد زیست توده از تغییر تاریخ کاشت و در نتیجه افزایش شاخص برداشت نمایان شده است، چراکه تغییرات شاخص برداشت در تاریخ‌های متفاوت کاشت به تأثیر متفاوت تاریخ کاشت بر عملکرد زیست توده و عملکرد دانه بستگی دارد. بر اساس نتایج به نظر می‌رسد تأثیر پذیری عملکرد زیست توده از عملکرد دانه نسبت به تغییر تاریخ کاشت بیشتر باشد. از طرفی در بین ارقام مورد بررسی نیز مشاهده شد که رقم شوین کمترین شاخص برداشت را تحت تأثیر سطوح مختلف تاریخ کاشت داشت. مقادیر پایین شاخص برداشت این رقم در سال دوم به دلیل عملکرد بالای زیست توده و عملکرد پایین دانه این رقم و همچنین تاحدودی مرتبط با ریزش دانه در طی برداشت بود. همچنان که در هر دو سال آزمایش به علت برداشت رقم شوین در اوایل رسیدگی فیزیولوژیک، ریزش دانه تا حدودی مشاهده شد و از سوی دیگر به دلیل دیررس بودن و پتانسیل بالای تولید زیست توده، میزان شاخص برداشت در این رقم به شدت کاهش یافت. به طور کلی، بالا بودن مقادیر شاخص برداشت ارقام مهاجر و برکت را می‌توان به بالا بودن عملکرد دانه این دو رقم در مقایسه با عملکرد زیست توده آن‌ها نسبت داد (جدول ۵ و ۶).

محتوای روغن

در سال اول، محتوای روغن تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۴). محتوای روغن در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد در مقایسه با تاریخ کاشت ۳۰ خرداد به‌طور معنی‌داری به میزان ۳/۵۵ درصد کاهش یافت ولی تفاوت معنی‌داری با تاریخ کاشت ۱۴ تیر نداشت (جدول ۵). افزایش محتوای روغن در شرایط تأخیر در کاشت در پژوهش‌های گذشته نیز گزارش گردیده است (Sheikh Mamo *et al.*, 2022). در سال دوم

تحمل به شرایط متفاوت محیطی برخوردار باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و روغن زمانی رخ داد که کاشت ارقام در بازه زمانی ۱۵ الی ۳۰ خردادماه انجام شد و به دلیل انطباق دوره رشد زایشی گیاه با دماهای مناسب و دستیابی به عملکرد قابل قبول و وجود فرصت کافی برای آماده‌سازی بستر کاشت محصولات زمستانه بعدی به نظر می‌رسد این بازه زمانی به عنوان تاریخ کاشت مناسب کشت تابستانه کنجد در این منطقه در نظر گرفته شود.

سپاس‌گزاری

نویسندگان از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز در راستای تأمین بخشی از هزینه‌های اجرای این پژوهش به شماره پژوهانه SCU.AA1400.96 سپاس‌گزاری می‌نمایند.

عملکرد دانه بود. گفته می‌شود کشت تأخیری طول دوره پر شدن دانه را کاهش داده و زمان بیشتری برای تجمع پروتئین در دانه فراهم می‌کند، در نتیجه درصد روغن دانه کاهش می‌یابد (Ferasat *et al.*, 2012). در پژوهش حاضر، عملکرد بالای روغن رقم برکت و مهاجر را می‌توان به عملکرد بالای دانه این دو رقم نسبت داد (جدول ۵ و ۶).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تغییر تاریخ کاشت از ۳۰ خرداد به ۱۵ خرداد به طور متفاوتی صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و فتوسنتزی ارقام کنجد را تحت تأثیر قرار داد و باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن در ارقام شوین، مهاجر و برکت شد. ارقام ناشکופا به ویژه مهاجر و برکت به دلیل عملکرد دانه بالاتر دارای مقادیر عملکرد روغن بالاتری بودند به گونه‌ای که در هر دو سال آزمایش در بازه زمانی تاریخ کاشت ۱۵ خرداد تا ۳۰ خرداد عملکرد آن‌ها بیشتر از سایر ارقام بود که این امر ممکن است با سازگاری بهتر این ارقام با تغییر شرایط محیطی ناشی از تغییر تاریخ کاشت مرتبط باشد. به نظر می‌رسد این دو رقم به دلیل حفظ عملکرد در شرایط تغییر تاریخ کاشت از طیف سازگاری نسبتاً خوبی در

References

- Alamsarkar, M.N., Salim, M., Islam, N., & Rahman, M. (2007). Effect of sowing date and time of harvesting on the yield and yield contributing characters of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 2(26), 31-35.
- Annual report. 2022. Annual harvested area, production, and yield in 2021-2022. Ministry of Agriculture Jihad. Iran. (In Persian).
- Alrteimeh, H.A., Ash'aari, Z.H., & Muharram, F.M. (2022). Last decade assessment of the impacts of regional climate change on crop yield variations in the Mediterranean region. *Agriculture*, 12(11), 1787. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111787>
- Anastasi, U., Sortino, O., Tuttobene, R., Gresta, F., Giuffrè, A.M., & Santonoceto, C. (2017). Agronomic performance and grain quality of sesame (*Sesamum indicum* L.) landraces and improved varieties grown in a Mediterranean environment. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64, 127-137. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0338-z>
- Bedigian, D. & Harlan, J. R. (1986). Evidence for cultivation on sesame in the ancient world. *Economic Botany*, 40, 137-154. <https://doi.org/10.1007/BF02859136>

- Danaie, A. K. (2015). Effect of sowing time on yield and agronomic traits of some sesame genotypes in Behbahan region. *Seed and Plant Production Journal*, 31(1), 1-21. <https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110563>
- Dehghani, A., Salehi, M., Khajehzadeh, Y., & Taghizadeh, M. (2009). Sesame phyllody disease and the effects of planting date and insecticide in the control in Khuzestan province. *Applied Entomology and Phytopathology*, 77 (1): 23-36 (in Persian with English abstract).
- de la Vega, A. (2012). Effect of the complexity of sunflower growing regions on the genetic progress achieved by breeding programs. *Helia*, 35(57), 113-122. <https://doi.org/10.2298/hel1257113v>
- Dias, A.S., Semedo, J., Ramalho, J.C., & Lidon, F.C. (2011). Bread and durum wheat under heat stress: Acomparative study on the photosynthetic performance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197, 50-56. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2010.00442.x>
- FAO. (2022). Food and Agriculture Organization statistical databases (FAOSTAT). <https://www.fao.org/faostat>
- Faisal, E. A., Amna, A. A., & Mohammed, M. O. (2009). Effect of sowing date on the performance of two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under irrigation at Kennana, Sudan. *University of Khartoum Agricultural Sciences* 17(2): 156-166
- Ferasat, M., Sajedi, N.A & Mirzakhani, M. (2012). Effects of drought stress on yield and yield components in safflower genotypes (*Carthamus tinctorius*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(2), 346-353. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/gsc.v10i2.16221>
- Gedifew, S., Demelash, H., Abate, A., & Abebe, T.D. (2024). Association of quantitative traits and genetic diversity in Ethiopian sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. *Heliyon*, 19;10(4):e26676. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26676>
- Hojabri Dughezlo, M., Alizadeh, O. & Kazerani, N. (2014). Effect of sowing date on yield and yield components of three sesame genotype in Bushehr province. *New Finding in Agriculture*, 8(2), 185-193. (in Persian with English abstract).
- Kiani, D., Ghodrati, G., & Mansouri, S. (2022). Evaluation of genetic diversity for phenological and grain yield-related traits of sesame (*Sesamum indicum* L.) in the Dashtestan region with multivariate statistical methods. *Plant Genetic Researches*, 9 (1) :99-116. (in Persian with English abstract). URL: <http://pgr.lu.ac.ir/article-1-264-fa.html>
- Lee, D.G., Ahsan, N., Lee, S.H., & Kang, K.Y., (2004). A proteomic approach in analyzing heat-responsive proteins in rice leaves. *Proteomics*, 7, 3369-3383. <https://doi.org/10.1002/pmic.200700266>
- Mehrabi zadeh, Z., & Ehsanzade, P. 2012. A study on physiological attributes and grain yield of sesame cultivars under different soil moisture regimes. *Journal of Crops Improvement*, 13(2), 75-88. <https://doi.org/20.1001.1.83372008.1390.13.2.7.3>
- Mohammed, A.R., & Tarpley, L., (2010). Effects of high night temperature and spikelet position on yield-related parameters of rice (*Oryza sativa* L.) plants. *European Journal of Agronomy*, 33, 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.11.006>
- Nafe, N. A., Osman, S., Khalid, M. E., & Sabahelkhier, M. K. (2010). Photoperiod response of different varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.) crop grown in Sudan. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(3): 220-227. <http://www.insipub.com/rjabs/2010/220-227.pdf>
- Olowe, V.I.O. (2007). Optimum planting date for sesame (*Sesamum indicum* L.) in the transition zone of southwest Nigeria. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 40 (4): pp.1- 164.
- Sayyahpour, H. (2008). Final report of study and determination of the suitablest of sesame advanced lines sowing date in Khuzestan Province North. Oilseeds Research Section. *Seed and Plant Improvement Institute*, pp. 1-26. (In Persian).
- Sheikh Mamo, B., Rahnama, A., & Hassibi, P. (2023). The influence of terminal heat stress on physiological and yield characteristics of promising sunflower cultivars in Ahvaz climate condition. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 16(3), 835-851. (in Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22077/escs.2023.4928.2107>

- Siahpoosh, M.R., Nejadi Sadeghi, L., Siahpoosh, M.S., Sheidaie, S., Rezvani, E., & Sadeghi, H. 2024. Introduction and evaluation of agronomic features of commercial nonshattering (indehiscent) sesame cultivars named Barkat, Mohajer, Chamran and Dezful. *Plant Production*, 46(4): pp. 473-490. <https://doi.org/10.22055/ppd.2024.46295.2149> (In Persian).
- Teklu, D.H., Kebede, S.A., & Gebremichael, D.E. (2017). Assessment of genetic variability, genetic advance, correlation and path analysis for morphological traits in sesame genotypes. *International Journal of Novel Research in Life Sciences*. 4: 34-44. <https://doi.org/10.3923/ijpb>