

بررسی تأثیر مدیریت تاریخ کاشت بر عملکرد و صفات رشدی ارقام کنجد در منطقه درگز

Investigation of the Effect of Sowing Date Management on Yield and Growth Traits of Sesame Cultivars in the Dargaz Region

مهدی خالقی^۱، محمد خیرخواه^۲، مهدی بابائیان^{۳*}

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران
۲. دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران
۳. استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران، (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۳ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2026.372909.1724

چکیده

خالقی، م.، خیرخواه، م.، بابائیان، م.، بررسی تأثیر مدیریت تاریخ کاشت بر عملکرد و صفات رشدی ارقام کنجد
در منطقه درگز

نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۷ - شماره ۳- پیاپی ۱۴۴ پائیز ۱۴۰۳ صفحه: ۶۵-۹۳

به منظور بررسی تأثیر تاریخ های مختلف کاشت بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کنجد در سال زراعی ۱۴۰۲ در منطقه درگز استان خراسان رضوی آزمایش به صورت کرت های یک بار خردشده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل عامل اصلی تاریخ کاشت در سه سطح ۲۶ اردیبهشت ماه، ۱۱ خردادماه و ۲۷ خردادماه بود و عامل فرعی آزمایش چهار رقم کنجد شامل: توده بومی، رقم داورزن، توده سیاه و رقم مهاجر بود. نتایج نشان داد اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد روز تا گلدهی، طول دوره گلدهی تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول کپسول و تعداد شاخه جانبی، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی دار گردید. در بین صفات مورد نظر بیشترین عملکرد دانه در رقم مهاجر و تاریخ کاشت اول با میانگین ۳۱۶۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و پس از آن توده بومی و توده سیاه به ترتیب با ۲۴۷۰ و ۲۴۴۶ کیلوگرم در هکتار قرار گرفتند. در تاریخ کاشت دوم، توده بومی با ۱۹۲۱ و توده سیاه با ۱۶۲۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند و در تاریخ کاشت سوم، رقم مهاجر با ۱۱۴۷ و توده بومی با ۱۰۸۶ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتری نسبت به سایر ارقام نشان دادند. همچنین رقم مهاجر با میانگین ۳۸،۸۸ درصد بیشترین درصد روغن را داشت که اختلاف معنی داری با توده بومی با میانگین ۳۸،۱۵ درصد نداشت و در صورت تکرار این نتیجه در پژوهش های تکمیلی می توان آنرا توصیه نمود. این نتایج نشان داد با تأخیر در کاشت کنجد به دلیل کاهش طول دوره رشد و عدم وجود زمان کافی برای رشد و توسعه تاج پوشش و برخورد با بارندگی پاییزه عملکرد دانه کاهش یافت.

واژه های کلیدی: اجزاء عملکرد دانه، ارقام کنجد، تاریخ کاشت، خصوصیات مورفولوژیک

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Babaeian@ub.ac.ir

مقدمه

امنیت غذایی یکی از مهم ترین چالش های جهانی در قرن حاضر محسوب می شود و ارتباط تنگاتنگی با سیستم های تولید و عرضه غذا دارد. انتظار می رود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۹,۴ تا ۱۰,۱ میلیارد نفر برسد (Nations, 2019). در کنار افزایش جمعیت و بهبود سطح رفاه جوامع انسانی، مصرف سرانه گوشت، چربی های تصفیه شده، قندهای تصفیه شده، الکل و روغن ها نیز افزایش می یابد که به منابع بیشتری برای تولید آنها نیاز است (Tilman & Clark, 2014). بنابراین تأمین غذای کافی، سالم و از نظر ارزش تغذیه ای متوازن برای جمعیت روبه رشد جهان، فشار زیادی بر سامانه های کشاورزی وارد کرده است. (Hussain et al., 2025). این تغییر در الگوی مصرف غذایی، علاوه بر افزایش تقاضای جهانی غذا، مستلزم افزایش بهره وری در تولیدات کشاورزی به منظور تأمین امنیت غذایی است (Xiang et al., 2020). از طرفی تولید محصولات کشاورزی به عنوان یکی از عوامل اصلی تغییر کاربری اراضی، کاهش تنوع زیستی و انتشار گازهای گلخانه ای شناخته می شود (Chiriaco et al., 2025). با این شرایط افزایش عملکرد محصولات کشاورزی از طریق راهکارهای مدیریتی پایدار و کم هزینه، بدون اتکای بیشتر به کودهای شیمیایی و سایر نهاده های پرمصرف، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این راستا، بهره گیری از مدیریت مناسب زراعی، به ویژه انتخاب رقم و تنظیم بهینه تاریخ کاشت، می تواند ضمن بهبود بهره وری تولید، اثرات نامطلوب زیست محیطی

را نیز کاهش دهد.

کنجد (*Sesamum indicum* L.) یک محصول مهم دانه روغنی است که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک کشت می شود که خشکسالی های غیرقابل پیش بینی یکی از محدودیت های اصلی تولید آن به شمار می رود (Weldemichael et al., 2025). با توجه به حساسیت رشد و عملکرد کنجد به شرایط محیطی، به ویژه دما و رطوبت، مدیریت صحیح عوامل زراعی از جمله انتخاب تاریخ کاشت مناسب، نقش تعیین کننده ای در سازگاری ارقام این گیاه با شرایط اقلیمی و دستیابی به حداکثر عملکرد دارد. مطالعات مختلف نشان داده اند تاریخ کاشت یکی از مهم ترین عوامل مؤثر بر رشد و نمو و عملکرد کنجد است و تاریخ های کاشت بهینه با فراهم کردن شرایط دمایی مناسب، زمینه دستیابی به حداکثر عملکرد را مهیا می کنند. (Hussain & Kumar, 2022) در این راستا، گزارش شده است که کاشت زودهنگام کنجد در اواخر اکتبر موجب افزایش ارتفاع بوته، تسریع گلدهی و رسیدگی، و در نهایت افزایش عملکرد دانه شد، در حالی که تأخیر در کاشت باعث طولانی تر شدن مراحل فنولوژیک و کاهش عملکرد تا حدود ۵۰ درصد گردید (Chagonda et al., 2025). به طور مشابه، گزارش شده است که تأخیر در کاشت پس از نیمه نخست فوریه به تدریج عملکرد دانه کنجد را کاهش داد (Sujatha et al., 2023). با وجود توافق کلی درباره اثر منفی تأخیر در کاشت، زمان بهینه کاشت در مناطق مختلف متفاوت گزارش شده است که این اختلاف احتمالاً ناشی

دارد و این موضوع بیانگر اهمیت انتخاب ارقام با زمان گل دهی متناسب با طول فصل رشد و شرایط تنش محیطی هر منطقه است (Sabag *et al.*, 2024). در مطالعات صورت گرفته در کشورهای مختلف ژنوتیپ‌هایی به عنوان مواد گیاهی پایدار و دارای سازگاری گسترده معرفی شده‌اند، از جمله G15 در ایتیوپ (Haile *et al.*, 2025)، G03 و G10 در منطقه‌ای دیگر از ایتیوپ (Takele & Dhabessa, 2025)، RT-۳۴۶ و RT-۳۵۱ در شرایط مختلف حاصلخیزی (Patel *et al.*, 2024)، بنابراین، بررسی تطبیقی ارقام کنجد در تاریخ‌های مختلف کاشت نه تنها برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه ضروری است، بلکه به عنوان یک راهبرد کلیدی در افزایش پایداری تولید و بهبود بهره‌وری در شرایط متغیر اقلیمی مطرح می‌شود. سطح زیر کشت کنجد در استان خراسان رضوی در سال ۱۴۰۲ برابر ۴۶۱۹ هکتار می‌باشد که سهم شهرستان درگز ۱۵۲۰ هکتار است (Anonymous, 2024). لذا با توجه با اهمیت توسعه کشت گیاهان دانه روغنی سازگار به مناطق خشک و کم آب مانند کنجد هدف از این تحقیق تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت ارقام کنجد برای حصول حداکثر عملکرد دانه در استان خراسان رضوی و شرایط اقلیمی شهرستان درگز است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۲ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان درگز استان خراسان رضوی با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۵۹ دقیقه طول

از تفاوت در شرایط اقلیمی، توزیع بارندگی و ویژگی‌های ژنتیکی ارقام مورد استفاده است. برای مثال در شرایط اقلیمی نیجریه، ماه ژوئن مناسب‌ترین زمان کاشت معرفی شد (Yisa *et al.*, 2023)، زیرا بیشترین عملکرد دانه در این تاریخ حاصل شد. همچنین، (Raut *et al.*, 2020) گزارش کردند که تاریخ کاشت میانی (هفته ۲۵) نسبت به کاشت زودهنگام (هفته ۲۳) و کاشت دیرهنگام (هفته‌های ۲۷ و ۲۹) برتری معنی‌داری داشته و بیشترین عملکرد دانه را تولید کرده است. این نتایج نشان می‌دهد که انتخاب تاریخ کاشت بهینه باید متناسب با شرایط محیطی هر منطقه تعیین شود. در مجموع، شواهد موجود نشان می‌دهد که تعیین تاریخ کاشت مناسب، با در نظر گرفتن شرایط محیطی و ویژگی‌های ژنتیکی ارقام، نقش کلیدی در بهبود رشد و عملکرد کنجد دارد. از طرفی کارهای پژوهشی اخیر درباره کنجد نشان می‌دهد که تمرکز زیادی بر برهم‌کنش ژنوتیپ $\times$ محیط ($G \times E$)، تاریخ‌های بهینه کاشت و انتخاب لاین‌های پرمحصول برای بهبود بهره‌وری و افزایش تاب‌آوری در برابر تغییرات اقلیمی وجود دارد. مطالعات چندمحیطی در مناطق مختلف به‌طور مداوم نشان داده‌اند که برهم‌کنش ژنوتیپ $\times$ محیط ($G \times E$) برای عملکرد دانه بسیار معنی‌دار است، موضوعی که بیانگر تأثیر قوی شرایط محیطی بر عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف می‌باشد (Haile *et al.*, 2025; Takele & Dhabessa, 2025). مطالعات نشان داده‌اند که در کنجد، زمان گل‌دهی حدود ۵۰ تا ۵۵ روز پس از کاشت بیشترین ارتباط را با افزایش عملکرد

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and Chemical Properties of the Experimental Site Soil

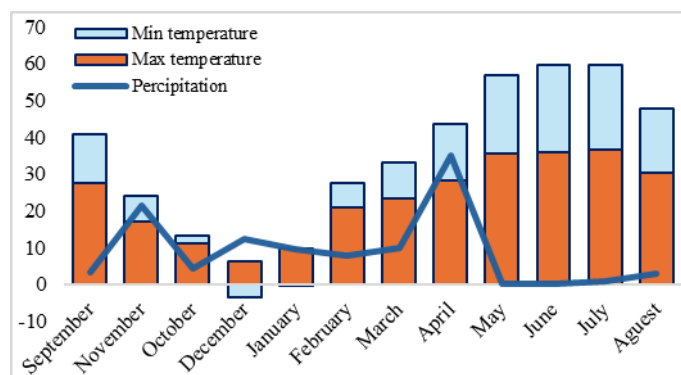
کربن آلی Organic Carbon (%)	فسفر قابل جذب Available Phosphorus	پتاسیم قابل جذب Available Potassium	درصد نیترژن Nitrogen (%)	اسیدیته خاک Soil Acidity pH	شوری خاک Soil Salinity (ds/m)	بافت خاک Soil Texture (%)	عمق خاک Depth (Cm)
0.57	32	180	0.055	7.8	1.18	Silty Loam	0.30

خاک محل آزمایش (جدول ۱) خاک محل آزمایش در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری دارای بافت لومی سیلتی است و واکنش آن با pH برابر ۷٫۸ کمی قلیایی بوده و هدایت الکتریکی ۱٫۱۸ دسی زیمنس بر متر نشان دهنده شوری کم خاک می باشد. همچنین مقدار نیترژن کل ۰٫۰۵۵ درصد، فسفر قابل جذب ۳۲ و پتاسیم ۱۸۰ میلی گرم در کیلو گرم همراه با ۰٫۵۷ درصد کربن آلی بیانگر حاصلخیزی متوسط این خاک است.

آزمایش به صورت کرت های یک بار خرد شده (اسپلت پلات) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تاریخ کاشت به عنوان عامل اصلی در سه سطح ۲۶ اردیبهشت، ۱۱ خرداد و ۲۷ خرداد و چهار رقم کنگد به عنوان عامل فرعی شامل مهاجر، داورزن، سیاه و توده

شرقی اجرا شد. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۸۲۰ متر است و بیشترین درجه حرارت در مردادماه ۳۶٫۶ درجه بالای صفر و کمترین آن در دی ماه ۳٫۴ درجه زیر صفر است و میزان بارندگی سالانه آن ۱۰۷٫۶ میلی متر می باشد. آخرین بارندگی مؤثر در این منطقه معمولاً اواخر اردیبهشت ماه اتفاق می افتد. به منظور تعیین نوع اقلیم منطقه مورد مطالعه، از طبقه بندی اقلیمی کوپن - گایگر (Köppen-Geiger) و تحلیل نمودار آمبروترمیک بر اساس داده های دما و بارش ماهانه استفاده شد. نتایج حاصل از این شاخص ها نشان داد که اقلیم منطقه درگز در گروه نیمه خشک سرد (BSk) قرار می گیرد که با تابستان های گرم و خشک و بارندگی محدود و عمدتاً متمرکز در فصول سرد سال مشخص می شود.

با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی



شکل ۱: نمودار آمبروترمیک شهرستان درگز در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۲

Figure 1. Ombrothermic diagram of Dargaz County during the 2022-2023 growing season

بومی بودند. جهت آماده سازی زمین آزمایش، پس از شخم زدن با گاو آهن، کلوخ ها با دیسک خرد شد. بذور گواهی شده کنجد قبل از کشت با قارچکش رورال ts جهت کنترل احتمالی قارچ ها ضد عفونی شد. ابعاد هر کرت آزمایشی ۳×۳ متر بود و فاصله بین بلوک ها از هم یک متر در نظر گرفته شد. بذرها به روش دستی روی پشته و در عمق سه سانتیمتری کشت گردید. فاصله بین ردیف ها ۵۰ سانتی متر (هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف) و فاصله روی ردیف هفت سانتی متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت و تا زمان سبز شدن و استقرار مزرعه آبیاری با دور ۷ روز به صورت جوی و پشته ای انجام شد و پس از آن تا پایان دوره رشد، آبیاری با دور ۱۶ روز انجام گرفت. در طول دوره رشد، مراحل فنولوژی گیاه از کاشت تا رسیدن، ثبت گردید. در هنگام رسیدگی کامل، با در نظر گرفتن اثر حاشیه ای هر کرت (نیم متر از حاشیه هر کرت) آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و سپس صفات تعداد روز تا گلدهی، طول دوره گلدهی، تعداد روز تا تشکیل کپسول، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در طول دوره رشد اندازه گیری شد. در پایان دوره رشد و پس از رسیدگی محصول صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول کپسول، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد روغن اندازه گیری گردید. کنجد به دلیل اینکه گیاهی با گل های شکوفا است و احتمال ریزش در آن زیاد است برداشت محصول در تمام ارقام در مرحله شروع رسیدگی و قبل از شکوفایی کپسول ها

در تاریخ ۳۰ مهرماه ۱۴۰۲ صورت گرفت، همچنین برداشت گیاه به منظور جلوگیری از ریزش دانه ها، به صورت دستی انجام شد. برای اندازه گیری تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز از اولین آبیاری تا ظهور ۵۰ درصد گل دهی بوته های هر کرت آزمایشی در نظر گرفته شد. جهت اندازه گیری طول دوره گلدهی نیز تعداد روزها از اولین آبیاری انجام شده تا اتمام گلدهی در هر کرت شمارش گردید. همچنین تعداد روز تا تشکیل کپسول به صورت تعداد روز تا ظهور کپسول برای ۵۰ درصد از بوته ها به عنوان صفت تعداد روز تا تشکیل کپسول در هر کرت در نظر گرفته شد. برای محاسبه تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک تعداد روز از اولین آبیاری تا رسیدگی فیزیولوژیک (سخت شدن بذر) محاسبه شد. برای اندازه گیری ارتفاع بوته، تعداد پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و پس از برش از کف، ارتفاع هر بوته از ناحیه طوقه تا انتهای بوته به وسیله متر پارچه ای اندازه گیری و میانگین نمونه ها به عنوان ارتفاع بوته ثبت گردید. تعداد شاخه جانبی (ساقه های فرعی) نیز در پنج بوته انتخابی از هر کرت مورد شمارش قرار گرفته و میانگین گیری شد. برای شمارش شاخه های جانبی، هر انشعابی که دارای برگ، گل و کپسول بود، در نظر گرفته شد. همچنین برای اندازه گیری تعداد کپسول در بوته در هر کرت به طور تصادفی پنج بوته انتخاب و تعداد کپسول ها مورد شمارش قرار گرفت و میانگین گیری شد. برای تعیین طول کپسول از میان ۲۵ کپسول از پنج بوته انتخابی به طور تصادفی از هر کرت نمونه گیری و با

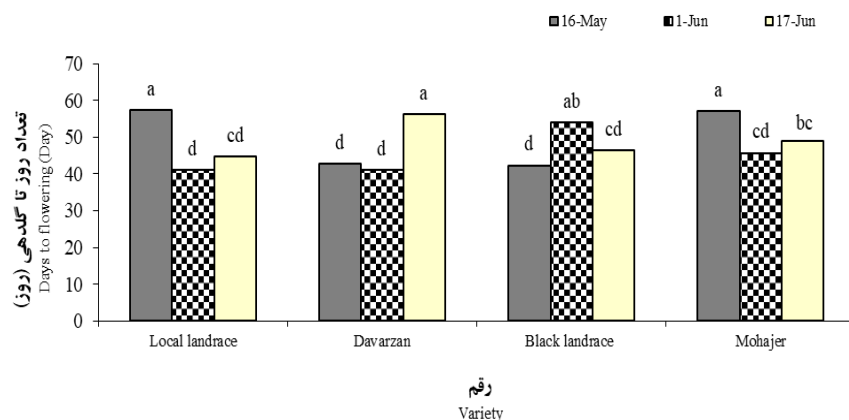
استفاده از خط کش اندازه گیری شد. تعداد دانه در کپسول نیز در زمان برداشت با شمارش تعداد دانه در همه کپسول های برداشت شده شمارش و میانگین گیری گردید. برای اندازه گیری قطر ساقه در زمان برداشت از هر کرت پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و قطر ساقه اصلی را با استفاده از کولیس اندازه گیری و میانگین گیری شد. بعد از رسیدگی فیزیولوژیک، مقداری بذر از هر کرت مشخص شد و درون دستگاه بذر شمار ریخته و به تعداد ۱۰۰۰ عدد بذر شمارش گردید و وزن آن را با استفاده از ترازو حساس اندازه گیری شد و به عنوان صفت وزن هزار دانه به طور جداگانه برای هر کرت ثبت شد. برای تعیین درصد روغن دانه از حلال ان هگزان در دستگاه سوکسله استفاده شد. برای اندازه گیری صفت عملکرد دانه با در نظر گرفتن اثر حاشیه ای، از هر کرت آزمایشی به مساحت دو متر مربع بوته ها، با دست برداشت شده و به مدت چند روز در آفتاب نگهداری گردید و سپس دانه ها از بوته ها جدا و با ترازوی دیجیتالی توزین شدند و عملکرد بر اساس کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. به منظور اندازه گیری عملکرد بیولوژیک بعد از رسیدگی کامل از وسط کرت ها از مساحت دو مترمربع بوته ها به صورت کفبر برداشت شدند و وزن آن ها با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد. پس از جمع آوری داده ها و بررسی نرمال بودن آنها، تجزیه واریانس داده ها با نرم افزار SAS نسخه ۹٫۴ انجام گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 0.05$) صورت گرفت و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده

شد.

نتایج و بحث

تعداد روز تا گلدهی

مطابق نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک (جدول ۲) آزمایش مشاهده گردید که اثرات تاریخ کاشت در سطح پنج درصد و اثر رقم در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل (شکل ۲) نشان داد ارقام مورد مطالعه واکنش های متفاوتی به تاریخ کشت های مختلف نشان دادند به طوری که در توده بومی رقم مهاجر بیشترین تعداد روز تا گلدهی در تاریخ کشت اول مشاهده شد که به ترتیب تعداد ۵۷٫۳۳ و ۵۷ روز را نشان دادند اما بیشترین تعداد روز تا گلدهی در رقم داورزن در تاریخ کشت سوم با میانگین ۵۶٫۳۳ روز ثبت شد و در رقم سیاه بیشترین روز تا گلدهی در تاریخ کشت دوم با میانگین ۵۴ روز ملاحظه گردید. در این بین بیشترین تعداد روز تا گلدهی در ارقام مختلف اختلاف معنی داری با هم نداشتند. این نتایج نشان داد در صورتی که در منطقه مورد مطالعه، کشت زودهنگام مدنظر باشد (تاریخ کشت اول) توده بومی و رقم مهاجر مناسب هستند و در صورت کشت دیرهنگام (تاریخ کشت سوم) رقم داورزن مناسب خواهد بود و رقم سیاه نیز در شرایط کشت در تاریخ دوم بهترین عملکرد را دارد. اگر از منظر کاهش مصرف آب و امکان کشت محصول پس از برخی از محصولات بهاره مانند جو کشت در تاریخ سوم (کشت دیرهنگام) بهترین انتخاب

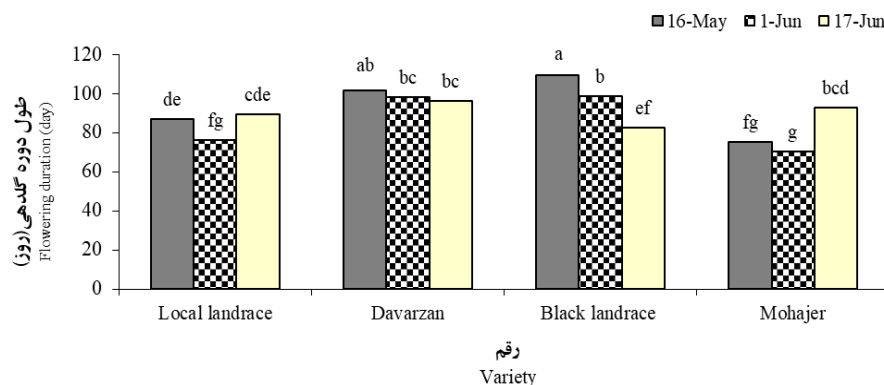


شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد روز تا گلدهی کنجد
بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Figure 2. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on the number of days to flowering in sesame using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

به طوری که کاشت زودتر یا دیرتر، بسته به گونه گیاهی، ژنوتیپ و شرایط محیطی مانند دما و فتوپریود (طول روز)، باعث تأخیر یا تسریع در آغاز گلدهی شد (Ali & Salih Bani, 2024; Eberle *et al.*, 2024; Jabir & Mahmoud, 2021; Naoura *et al.*, 2023). برهم کنش بین تاریخ کاشت و عوامل محیطی مانند دما و طول روز پیچیده است و برخی محصولات حساسیت بالایی به فتوپریود داشتند که پاسخ آن‌ها به زمان کاشت را تنظیم می‌کند. به تعویق افتادن کشت، اغلب گیاه را در معرض دماهای بالاتر قرار می‌دهد که رشد و توسعه را تسریع می‌کند و تعداد روزها تا گل‌دهی را کاهش می‌دهد (Jabir & Mahmoud, 2021; Vignolio *et al.*, 2018). در مقابل، کشت زودهنگام در شرایط خنک‌تر می‌تواند رشد رویشی را طولانی‌تر کند (Tsimba *et al.*, 2013).

رقم داورزن خواهد بود. پژوهش‌های گسترده نشان داد که انتخاب رقم تأثیر قابل توجهی بر تعداد روز تا گلدهی داشت، به طوری که این اثر تحت تأثیر پس‌زمینه ژنتیکی، حساسیت به طول روز، واکنش به دما و برهم‌کنش‌های محیطی تعدیل شد (Jiang *et al.*, 2023; Rezaei *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2021). نقشه‌برداری ژنتیکی و تحلیل‌های مولکولی، تعدادی از جایگاه‌ها و ژن‌های کلیدی را که مسئول این تفاوت‌ها هستند، شناسایی کرده‌اند (Ahmar *et al.*, 2022; Toth *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2020). در حالی که مطالعات فیزیولوژیک نقش طول روز و دما را در پاسخ‌های رقم‌ویژه برجسته کردند (Ort *et al.*, 2022; Sun *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2019). تاریخ کاشت یک عامل زراعی مهم است که بر زمان گلدهی در طیف وسیعی از محصولات و شرایط محیطی تأثیر داشت. مطالعات متعدد نشان دادند که تغییر زمان کاشت توانست به طور معنی‌داری تعداد روز تا گلدهی را تحت تأثیر قرار دهد،



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر طول دوره گلدهی کنجد

بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Figure 3. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on the flowering duration of sesame using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

دوم به ترتیب ۷۵ و ۷۰,۳۳ روز بود که از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم نداشتند. به طور کلی در بین تیمارهای آزمایشی توده محلی سیاه در تاریخ کشت اول دارای بیشترین طول دوره گلدهی (۱۰۹,۳۰) بود و رقم مهاجر در تاریخ کشت دوم (۷۰,۳۳) دارای کمترین طول دوره گلدهی بود که اختلاف ۵۵,۴۱ درصدی با هم داشتند. در مطالعات صورت گرفته در میان ژنوتیپ ها کنجد تفاوت زیادی در صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی گزارش شده است و وراثت پذیری بالای این صفت، نشان دهنده کنترل ژنتیکی قوی آن است (Pavani *et al.*, 2020; Sasipriya *et al.*, 2022; Tripathi *et al.*, 2013). در یک آزمایش مقایسه ای، رقم بورکینافاسویی پاکرسایا نخستین گلدهی را در ۳۱ تا ۳۲ روز نشان داد و در ۳۳ تا ۳۴ روز به ۵۰ درصد گلدهی رسید، درحالی که یک رقم محلی از آفریقای مرکزی نخستین گلدهی را در ۵۲ تا ۵۳ روز و ۵۰ درصد گلدهی را در ۵۶ تا ۵۷ روز تجربه کرد (Mbalissa *et al.*, 2024). مطالعات تنوع ژنتیکی نشان داد که تعداد روز تا اوج گلدهی، طول دوره گلدهی و فاصله زمانی

طول دوره گلدهی

مطابق نتایج تجزیه واریانس آزمایش (جدول ۲)، مشخص شد که اثر رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود درحالی که اثر تاریخ کاشت بر طول دوره گلدهی معنی دار نبود. نتایج مقایسه میانگین داده ها (شکل ۳) نشان داد در ارقام سیاه و مهاجر طول دوره گلدهی به طور قابل توجهی تحت تأثیر تاریخ کشت های مختلف قرار گرفت اما در رقم داورزن و توده بومی اختلاف قابل توجهی در طول دوره گلدهی تحت تأثیر تاریخ کشت های مختلف مشاهده نشد. در رقم سیاه بیشترین طول دوره گلدهی با میانگین ۱۰۹,۳۰ روز در تاریخ کاشت اول مشاهده شد درحالی که در تاریخ کاشت دوم طول دوره گلدهی به ۹۸,۶۷ روز و در تاریخ کشت سوم به ۸۲,۳۳ روز رسید که یک اختلاف ۳۲,۷۵ درصدی بین تاریخ کاشت اول و دوم ملاحظه گردید. اما در رقم مهاجر بیشترین طول دوره گلدهی با میانگین ۹۲,۶۷ روز در تاریخ کشت سوم دیده شد درحالی که طول دوره گلدهی در تاریخ کشت های اول و

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورفوفیزیولوژیک ارقام کبجد تحت تأثیر تاریخ های مختلف کشت

Table 2: Analysis of variance of morpho-phenological traits of sesame cultivars under the influence of different planting dates

منابع تغییرات SOV	df	تعداد روز تا گلدهی Number of days to flowering	طول دوره گلدهی Flowering period length	تعداد روز تا تشکیل کپسول Number of days to capsule formation	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Number of days to physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Steam diameter	طول کپسول Capsule length
تکرار Replication	2	3.36 ^{ns}	48.083 ^{ns}	2.528 ^{ns}	7.77 ^{ns}	123.77 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.04 ^{ns}
کاشت تاریخ Planting date	2	67.02 [*]	40.08 ^{ns}	114.52 ^{**}	611.02 ^{**}	7872.09 ^{**}	0.11 [*]	0.23 [*]
خطای اول Error a	4	5.94	27.66	0.73	7.292	156.51	0.01	0.02
دفعه Variety	3	356.44 ^{**}	1253.11 ^{**}	494.10 ^{**}	512.17 ^{**}	677.55 ^{**}	0.05 ^{**}	0.54 ^{**}
اثر متقابل تاریخ کشت × دفعه Planting date × Variety	6	25.58 [*]	144.52 ^{**}	19.49 ^{ns}	29.021 ^{**}	218.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.04 [*]
Error b	22	9.45	24.25	13.22	5.21	103.90	0.006	0.01
تغییرات ضریب Cv	-	6.39	5.49	6.51	2.13	9.13	9.06	22.35

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و معنی دار در سطح ۱٪ را نشان می دهد

ns, * and ** indicate non-significant difference, significance at the 5% level, and significance at the 1% level, respectively.

بررسی ...

از اوج گلدهی تا رسیدگی از عوامل اصلی مؤثر در واگرایی ژنوتیپی بود، موضوعی که نشان داد طول دوره گلدهی، صفتی مهم و متغیر در میان ارقام مختلف بود (Banerjee & Kole, 2009). بررسی طول دوره گلدهی نشان داد که تیمارهایی با دوره گلدهی طولانی تر دارای عملکرد دانه کمتری بودند. به نظر می رسد این

تیمارها در اثر مشکل ریزش گل ها و یا بارور نشدن گل های تشکیل شده از عملکرد دانه پایینی داشتند.

تعداد روز تا تشکیل کپسول در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکردی کنجد

Table 3. Comparison of mean values for the effect of planting date on some morphological and yield related traits of sesame

تاریخ کاشت Planting date	تعداد روز تا تشکیل کپسول Number of days to capsule formation	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	قطر ساقه Steam diameter (cm)	درصد روغن Oil Percentage (%)
۲۶ اردیبهشت 16 May	58.08 a	135.70 a	52.13 a	0.97 a	38.78 a
۱۱ خرداد 1 June	57.17 a	114.50 b	35.17 b	0.90 ab	38.06 ab
۲۷ خرداد 17 June	52.33 b	84.70 c	23.36 c	0.78 b	37.48 b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی باشند
According to Duncan's test, the means with similar letters in each column are not significantly different at the probability level of 0.05

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت در صفات مورد بررسی کنجد

Table 4. Comparison of mean values for the effect of planting date on some morphological and yield related traits of sesame

تاریخ کاشت Planting date	تعداد روز تا تشکیل کپسول Number of days to capsule formation	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	قطر ساقه Steam diameter (cm)	درصد روغن Oil Percentage (%)
توده بومی Local landrace	49.89 c	117.30 a	48.65 a	0.88 ab	38.15 a
داورزن Davarzan	66.11 a	107.80 b	29.76 b	0.90 a	36.61 b
توده سیاه Black landrace	51.00 c	101.30 c	28.25 b	0.79 b	35.25 c
مهاجر Mohajer	56.44 b	120.20 a	40.87 a	0.97 a	38.88 a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی باشند
According to Duncan's test, the means with similar letters in each column are not significantly different at the probability level of 0.05

تشکیل کپسول ۴۹,۹۸ درصد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد روز تا تشکیل کپسول (جدول ۴) نشان داد بیشترین تعداد روز مربوط به رقم داورزن با متوسط ۶۶,۱۱ روز بود در حالی که رقم مهاجر با ۵۶,۴۴ روز و توده سیاه با ۵۱ روز در رتبه های بعدی قرار گرفتند در این بین کمترین تعداد روز تا تشکیل کپسول مربوط به توده بومی با میانگین ۴۹,۸۹ روز بود که با رقم داورزن یک اختلاف ۳۲,۵۳ درصدی داشت. یک مطالعه در کره با پنج تاریخ کاشت نشان داد که با به تعویق افتادن زمان کاشت،

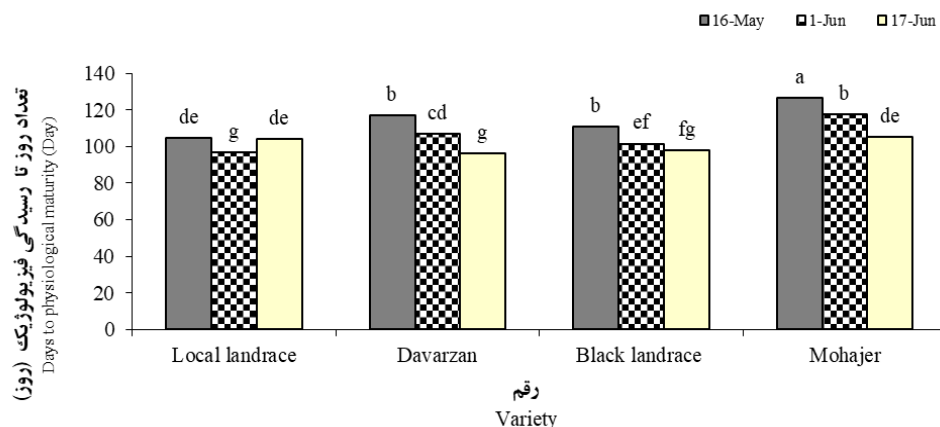
کاشت و اثر رقم در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد در حالی که اثر متقابل آن ها از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ کاشت مشخص کرد که تاریخ کاشت اول با میانگین ۵۸,۰۸ روز و تاریخ کشت دوم با میانگین ۵۷,۱۷ روز بیشترین تعداد روز تا تشکیل کپسول را داشتند در حالی که اختلاف معنی داری بین آنها مشاهده نشد و در تاریخ کاشت سوم نیز با متوسط ۵۲,۳۳ روز کمترین تعداد در بین تاریخ های کاشت را و که اختلاف بین کمترین و بیشترین روز تا

تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی هر دو کاهش یافتند و دوره بین گلدهی تا رسیدگی نیز کوتاه‌تر شد، با این حال، تعداد کپسول در هر بوته در یک تاریخ کاشت میانی (۱۰ مه) به بیشترین مقدار رسید (Shim *et al.*, 2006). یک مطالعه قدیمی‌تر در شرایط آبیاری در تگزاس گزارش کرد که به تأخیر انداختن کاشت از اواخر آوریل تا اواسط یا اواخر ژوئن باعث کاهش تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و نیز تعداد روز تا رسیدگی شد، اما در عین حال عملکرد و نسبت بذرهاى رسیده به شدت کاهش یافت (Mulkey Jr *et al.*, 1987).

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که اثر تاریخ کاشت و رقم و همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد بر صفت تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود (جدول). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد به جز توده بومی که اختلافی بین تاریخ کشت‌های مختلف آن از نظر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک وجود نداشت اما در سه رقم دیگر بیشترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کاشت اول بدست آمد و کمترین تعداد نیز در تاریخ کاشت سوم مشاهده گردید. از طرفی بررسی تیمارها در مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد رقم مهاجر در تاریخ کاشت اول با میانگین 126/7 روز تا رسیدگی فیزیولوژیک بیشترین و رقم داورزن در تاریخ کاشت سوم با ۹۶ روز کمترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را

به خود اختصاص دادند (شکل ۴). پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که ارقام کنجد از نظر سرعت پیشرفت از مرحله کاشت تا گلدهی و رسیدگی با یکدیگر تفاوت دارند و همچنین در زمان حرارتی (واحدهای گرمایی) مورد نیاز برای رسیدن به رسیدگی فیزیولوژیک نیز متفاوت هستند. در اتیوپی، ده رقم تجاری کنجد از نظر تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و ۹۰ درصد رسیدگی تفاوت معنی‌داری نشان دادند. زودرس‌ترین رقم (Serkamo) به‌طور میانگین در ۵۸۰۲ روز گلدهی و در ۸۰۰۲ روز رسیدگی داشت، درحالی‌که دیررس‌ترین رقم (رقم E) در ۶۲۰۶ روز گلدهی و در ۸۳۰۰ روز رسیدگی یافت، که این مقادیر به‌صورت میانگین در چند محل آزمایشی به دست آمد (Wada *et al.*, 2022). در نیجریه، ارقام کنجد از نظر زمان گلدهی (۶۰ تا ۱۲۵ روز) و دوره رسیدگی (۸۹ تا ۱۳۰ روز) تفاوت زیادی نشان دادند که بیانگر تنوع ژنتیکی گسترده در زودرسی و طول دوره رشد محصول است (Nweke *et al.*, 2011). در ارتباط با تأثیر تاریخ کاشت بر طول دوره رسیدگی پژوهش‌های انجام شده در شرایط اقلیمی مختلف نشان می‌دهد که تاریخ کاشت تأثیر زیادی بر طول دوره رشد و عملکرد کنجد دارد. به‌طور کلی، کاشت دیرتر باعث کوتاه شدن زمان تا رسیدگی می‌شود و معمولاً عملکرد را کاهش می‌دهد، درحالی‌که کاشت زود هنگام یا در زمان بهینه موجب طولانی‌تر شدن دوره رشد و افزایش عملکرد می‌شود. بسیاری از مطالعات گزارش کرده‌اند که به‌تعویق افتادن کاشت باعث کاهش تعداد روز تا گلدهی و



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک کنجد

بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Figure 4. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on the number of days to physiological maturity in sesame using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

بر ارتفاع بوته (جدول ۳) بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت اول با میانگین ارتفاع ۱۳۵,۷ سانتی متر بدست آمد و تاریخ های کاشت دوم و سوم به ترتیب با میانگین ۱۱۴,۵ و ۸۴,۷۰ در رتبه های بعدی قرار گرفتند، اختلاف ارتفاع بدست آمده در تاریخ کاشت اول و سوم ۶۲,۲۱ درصد بود. بررسی ارقام مورد مطالعه در جدول مقایسه میانگین اثر رقم (جدول ۴) نشان داد رقم مهاجر با میانگین ۱۲۰,۲ سانتی متر بیشترین ارتفاع بوته را داشت که اختلاف معنی داری با توده بومی با میانگین ۱۱۷,۳۰ سانتی متر نداشت و ارتفاع رقم داورزن ۱۰۷,۸ سانتی متر بود در این بین توده سیاه با میانگین ۱۰۱,۳ سانتی متر کمترین ارتفاع بوته را داشت که اختلاف بین این دو رقم ۶۰,۲۱ درصد بود (جدول ۴).

پژوهش ها در بسیاری از کشورها نشان می دهد که تاریخ کاشت به طور مشخص بر ارتفاع بوته کنجد تأثیر می گذارد، اما بهترین تاریخ کاشت وابسته به شرایط محلی بوده و با دما و رطوبت محیط ارتباط مستقیم دارد. بسیاری از آزمایش ها

تعداد روز تا رسیدگی می شود، به طوری که در آزمایشی در تگزاس و همچنین در آزمایشی دیگر در هند، کشت های دیرتر، تعداد روز کمتری تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدگی داشتند (Mulkey Jr et al., 1987; Raut et al., 2020). در کنجد تابستانه بنگال غربی نیز آخرین تاریخ کاشت کوتاه ترین مراحل فنولوژیک (از سبز شدن تا گلدهی و سپس تا رسیدگی) را نشان داد (Rakesh et al., 2025; Raut et al., 2020). یک مطالعه با چند تاریخ کاشت در کره نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی با تأخیر در کاشت کاهش یافتند (Shim et al., 2006).

ارتفاع بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود در حالی که اثر متقابل آن ها بر صفت ارتفاع بوته تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت

Magnali (۱۵۷,۹ سانتی متر) و Golmarmuros (۱۵۳,۲ سانتی متر) از ارقام Wada'a و Black Malaysian (حدود ۱۴۶ سانتی متر) بلندتر بودند (Shiaa & Ajaj, 2024).

قطر ساقه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثرات تاریخ کاشت بر قطر ساقه در سطح احتمال پنج درصد و اثر رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود درحالی‌که اثر متقابل آن‌ها بر این صفت تأثیری معنی‌داری بر قطر ساقه نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر قطر ساقه کنجد نشان بیشترین قطر ساقه با میانگین ۰,۹۷ در تاریخ کشت اول بدست آمد درحالی‌که با قطر ساقه در تاریخ کشت دوم با میانگین ۰,۹۰ اختلاف معنی‌داری نداشت و در تاریخ کاشت سوم نیز قطر ساقه بدست آمده ۰,۷۸ است که با مقادیر بدست آمده در تاریخ کشت اول ۲۴,۳۵ درصد است (جدول ۳). در بررسی مقایسه میانگین اثر رقم بر قطر ساقه نیز مشخص شد که در بین ارقام مورد بررسی بیشترین قطر ساقه ثبت شده مربوط به رقم مهاجر با ۰,۹۷ و رقم داورزن با ۰,۹۰ سانتی متر مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت از طرفی توده سیاه با میانگین ۰,۷۹ سانتی متر و توده بومی با میانگین ۰,۸۸ سانتی متر در مرتبه بعدی قرار گرفتند که بین آن‌ها نیز از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). قطر ساقه از جمله ویژگی‌هایی است که ارتباط مستقیم با وضعیت رشد گیاه و افزایش عملکرد گیاه از طریق انتقال مجدد مواد

نشان داده‌اند که کاشت زودتر در محدوده فصل کشت محلی معمولاً باعث افزایش ارتفاع بوته کنجد می‌شود، زیرا گیاه از تنش گرمایی یا کمبود رطوبت در اواخر فصل در امان می‌ماند (Chagonda *et al.*, 2025; Chongdar *et al.*, 2015). در فلوریدا (ایالات متحده)، کاشت در ماه مه نسبت به ژوئن یا ژوئیه باعث تولید بوته‌های بلندتر شد (Gloaguen *et al.*, 2018). در زیمبابوه، کاشت در اواخر اکتبر بلندترین بوته‌های کنجد را ایجاد کرد، درحالی‌که تأخیر در کاشت تا اواخر نوامبر یا دسامبر باعث کاهش رشد و عملکرد شد (Chagonda *et al.*, 2025). در افغانستان، ارتفاع بوته به هر دو عامل تاریخ کاشت و تراکم بوته وابسته بود به‌طوری‌که کاشت در تاریخ ۱۰ مه (May)، همراه با تراکم بالای بوته بیشترین ارتفاع گیاهان را ایجاد کرد (Rabbani *et al.*, 2025). تحقیقات به‌طور مداوم نشان می‌دهد که ارتفاع بوته کنجد به‌طور قابل‌توجهی بین ارقام مختلف متفاوت است و این تفاوت تحت کنترل ژنتیکی قرار دارد، اما به‌شدت تحت تأثیر شرایط محیطی و مدیریت زراعی نیز قرار می‌گیرد. در آزمایش‌های انجام شده در شرایط اقلیمی متفاوت ارتفاع در ارقام مختلف با هم فرق داشت. در اتیوپی، ارقام ۸۰-Mehado (۱۵۴ سانتی متر)، Adi، (۱۵۳ سانتی متر) و Tate (۱۴۹ سانتی متر)، به‌طور معنی‌داری از سایر ارقام بلندتر بودند (Wada *et al.*, 2022). در ترکیه، رقم ۹۹-Cumhuriyet با ارتفاع ۱۴۵,۹ سانتی متر بلندتر بود، درحالی‌که Tanas حدود ۱۲۱,۴ سانتی متر ارتفاع داشت (Izgi & Bulut, 2023). در عراق، ارقام 53

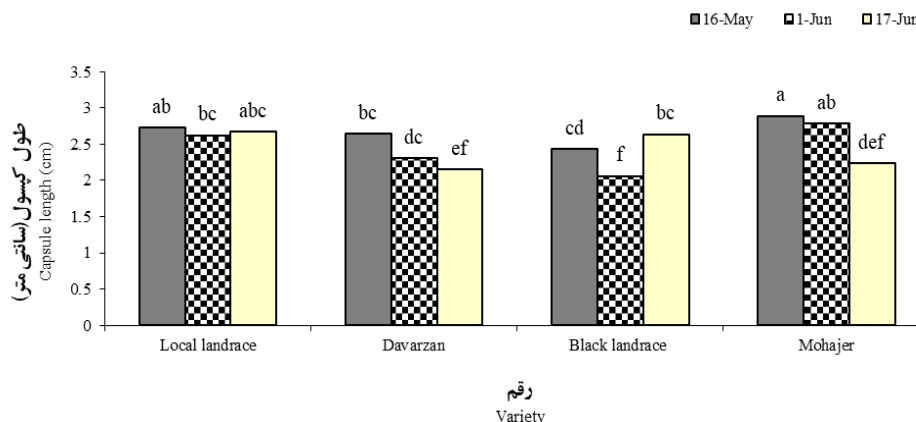
فتوستتزی در انتهای فصل رشد دارد لذا ساقه ها به عنوان از منابع مهم ثانویه، نقش بسیار مهمی در پر شدن دانه در مراحل پایانی رشد دارد. نتایج بدست آمده در مناطق مختلف با شرایط اقلیمی متفاوت نشان داد صفات مورفولوژیک مانند قطر ساقه تحت تأثیر تاریخ های مختلف کشت متغیر است به طوری که در نیجریه، تأخیر در کاشت باعث کاهش قطر ساقه، ارتفاع بوته، تعداد برگ ها و شاخه ها شد، در حالی که کاشت زودتر (ژوئن یا ژوئیه، بسته به سال) گیاهانی قوی تر با ساقه های ضخیم تر تولید کرد (Ogbonna & Umar-Shaba, 2012). این نتایج نشان می دهد که یک بازه زمانی بهینه برای کاشت وجود دارد، یعنی نه خیلی زود (به دلیل دمای پایین تر و رشد کندتر) و نه خیلی دیر (به دلیل کوتاه شدن فصل رشد و بروز تنش)، که در آن ضخامت ساقه ها بیشترین مقدار را داشت.

طول کپسول

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، مشاهده شد که اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد و اثر رقم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر صفت طول کپسول در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کشت و رقم مشخص شد بیشترین طول کپسول مربوط به تاریخ کاشت اول در رقم مهاجر بود که میانگین ۲,۸۹ سانتی متر را نشان داد و کمترین طول کپسول در تاریخ کشت دوم توده سیاه با میانگین ۲,۰۶ سانتی متر بدست آمد که اختلاف

۴۰,۲۹ درصدی را نشان می دهد. همچنین بررسی واکنش هر یک از ارقام مورد مطالعه به تاریخ کشت های مختلف نشان داد در توده بومی اختلاف معنی داری بین تاریخ کاشت های مختلف در صفت طول کپسول مشاهده نشد و بین ۲,۷۳ سانتی متر در تاریخ کشت اول تا ۲,۶۷ در تاریخ کشت سوم متغیر بود در رقم داورزن و رقم مهاجر تاریخ کشت اول بیشترین طول کپسول را داشت و تاریخ کشت سوم کمترین مقدار این صفت را نشان داد. به طوری که طول کپسول در تاریخ کشت اول در رقم داورزن ۲,۶۴، در تاریخ کشت دوم ۲,۳۰ و در تاریخ کشت سوم ۲,۱۵ سانتی متر بود. در رقم مهاجر نیز در تاریخ کشت های اول، دوم و سوم طول کپسول بترتیب ۲,۸۹، ۲,۷۸ و ۲,۲۳ سانتی متر بدست آمد اما در توده سیاه طول کپسول در تاریخ کشت اول ۲,۴۳، در تاریخ کشت دوم ۲,۰۶ و در تاریخ کشت سوم ۲,۶۳ سانتی متر بود (شکل ۵).

طول کپسول در کنجد از جمله صفاتی است که به صورت غیرمستقیم بر عملکرد دانه تأثیرگذار است. محققان افزایش ظرفیت تعداد دانه و افزایش سطح فتوسنتزکننده کپسول متناسب با افزایش طول آن دانسته اند (Fanaei *et al.*, 2015). در مصر، تاریخ کاشت در تعامل با روش کاشت و رقم به طور معنی داری بر طول و عرض کپسول تأثیر داشت، به طوری که بیشترین طول کپسول از ترکیب خاصی از تاریخ کاشت زود هنگام × روش کاشت × رقم (DIM3V3) به دست آمد (Abdel-Latif *et al.*, 2022). در پاکستان، کنجد کاشته شده در زودترین تاریخ



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر طول کپسول کنجد
بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Figure 5. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on sesame capsule length using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

توده بومی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند هرچند اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. بررسی سایر ارقام نشان داد در رقم داورزن و توده سیاه و همچنین رقم مهاجر بین تاریخ کاشت‌ها از نظر تعداد شاخه‌جانبی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (شکل ۶). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد ارقام مختلف کنجد از نظر تعداد شاخه‌هایی که تولید می‌کنند تفاوت زیادی دارند و این شاخه‌دهی تا حد زیادی تحت کنترل ژنتیکی قرار دارد. بسیاری از مطالعات وراثت‌پذیری بالا و پیشرفت ژنتیکی زیاد را برای تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه در هر بوته گزارش کرده‌اند که نشان‌دهنده کنترل ژنتیکی افزایشی قوی و پاسخ مناسب به انتخاب در برنامه‌های اصلاحی است (Mbalissa et al., 2024; Swapna et al., 2024).

تعداد کپسول در بوته

مطابق نتایج حاصله از جدول تجزیه واریانس آزمایش اثرات تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود درحالی‌که اثر متقابل آن‌ها تأثیری معنی‌داری بر صفت تعداد

(۲۰ ژوئن) دارای کپسول‌های بلندتر (۲,۷۸ سانتی‌متر) نسبت به تاریخ‌های کاشت دیرتر بود، همچنین مصرف نیتروژن نیز طول کپسول را افزایش داد و در ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار طول کپسول به ۲,۹۶ سانتی‌متر رسید (Ali & Jan, 2014).

تعداد شاخه جانبی

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت در صفت تعداد شاخه جانبی معنی‌دار نبود درحالی‌که اثر رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج این بخش نشان داد توده بومی در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه از تعداد شاخه بسیار بیشتری برخوردار است به نحوی که هر سه تاریخ کاشت در توده بومی تعداد شاخه بیشتری از تمام ارقام و تاریخ کاشت‌ها داشت در این بین بیشترین شاخه جانبی با میانگین ۸ عدد در توده بومی و تاریخ کاشت اول مشاهده شد و تاریخ کاشت‌های دوم و سوم بترتیب با میانگین ۶,۱۶ و ۴,۹۷

جدول ۵. تجربه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کینجد تحت تأثیر تاریخ های مختلف کشت

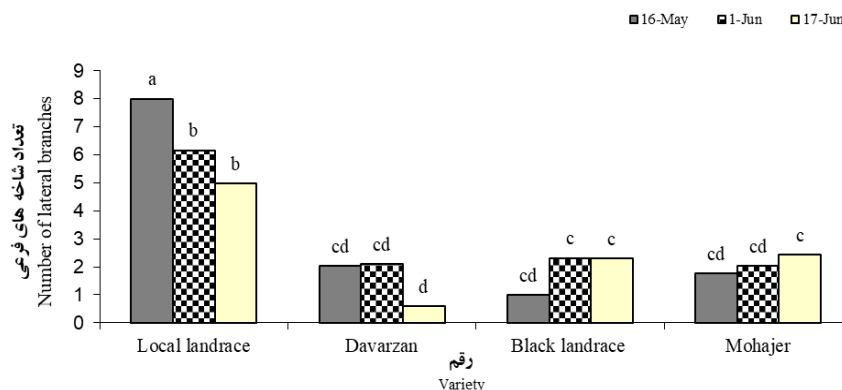
Table 5. Analysis of variance for seed yield and yield components of sesame cultivars as affected by different planting dates.

منابع تغییرات SOV	df	تعداد شاخه جانبی Number of branches per plant	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Number of seeds per capsule	وزن هزار دانه 1000 grain yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	درصد روغن Oil percentage
تکرار Replication	2	3/595 ^{ns}	268/087 ^{ns}	60.39 ^{ns}	0.02 ^{ns}	408139.93 ^{ns}	2177701.32 ^{ns}	7.31 ^{ns}
کاشت تاریخ Planting date	2	1/429 ^{ns}	2508/916 ^{**}	718.01 ^{**}	0.63 [*]	11690510.77 ^{**}	118481342.67 ^{**}	5.12 [*]
خطای اول Error a	4	0.43	80.838	12.66	0.08	193587.38	1209189.80	1.27
رقم Variety	3	46/737 ^{**}	838/773 ^{**}	376.17 ^{**}	0.28 ^{**}	1626762.45 ^{**}	15716902.73 ^{**}	9.97 [*]
اثر متقابل تاریخ کشت × رقم Planting date × Variety	6	3/248 ^{**}	122/856 ^{ns}	85.05 [*]	0.19 ^{**}	21.315.79 [*]	9689840.08 ^{**}	0.68 ^{ns}
Error b	22	0.73	67.97	30.87	0.04	158258.79	666633.80	1.83
تغییرات ضرب CV	-	28.71	22.39	5.02	9.06	24.06	10.11	3.55

ns, * and ** indicate non-significant difference, significance at the 5% level, and significance at the 1% level, respectively.

کپسول در بوته نداشت (جدول ۵). مطابق نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت مشخص شد که تاریخ کاشت اول با تعداد ۵۲,۱۳ بیشترین تعداد کپسول در بوته را داشت و تاریخ کاشت دوم تعداد کپسول در بوته به ۳۵,۱۷ عدد رسید از طرفی کمترین تعداد نیز مربوط به تاریخ کاشت سوم با متوسط ۲۳,۳۶ عدد کپسول در

بوته بود که نشان داد تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت سوم به میزان ۱۲۳,۱۵ درصد تعداد کپسول در بوته را افزایش داد (جدول ۳). همچنین بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین اثر رقم در این صفت مشخص شد که توده بومی و رقم مهاجر بیشترین تعداد کپسول در بوته را داشت که بترتیب تعداد



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد شاخه جانبی کنجد

بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Figure 6. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on the number of sesame lateral branches using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

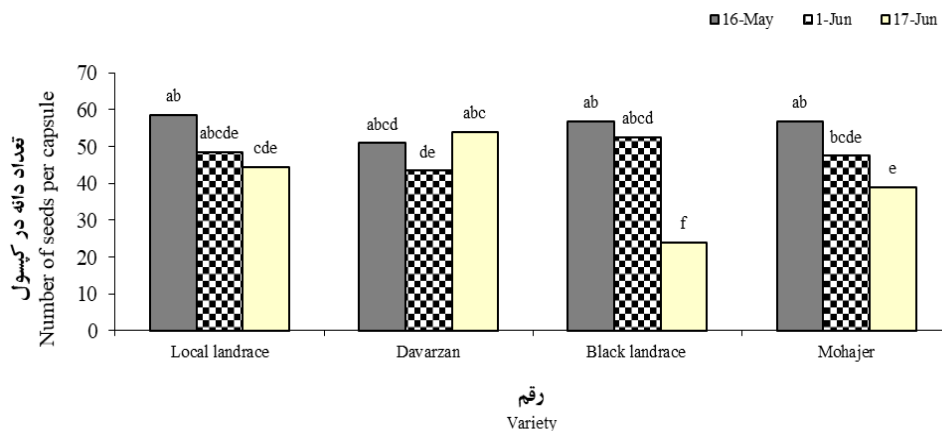
کاشت سوم در توده سیاه بود که میانگین ۲۴,۰۴ عدد ثبت نمود (شکل ۷). از طرفی بررسی پاسخ ارقام مختلف به تاریخ کاشت های مختلف نشان داد در توده بومی، توده سیاه و همچنین رقم مهاجر با تأخیر کاشت از تاریخ کاشت اول به تاریخ کاشت سوم تعداد دانه در کپسول در هر سه رقم کاهش یافت اما در رقم داورزن بیشترین تعداد دانه در کپسول در تاریخ کشت سوم مشاهده شد که میانگین ۵۴,۰۳ عدد را نشان داد هرچند اختلاف معنی داری با تاریخ کاشت اول با میانگین ۵۱,۰۳ نداشت (شکل ۷).

مطالعات انجام شده نشان داد تاریخ کاشت، بسته به شرایط اقلیمی و ویژگی های ژنتیکی ارقام، تأثیر قابل توجهی بر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول کنجد داشت. در بیشتر پژوهش ها، کاشت زود هنگام یا تاریخ کاشت بهینه محلی موجب افزایش این صفات و در نهایت بهبود عملکرد دانه شد، زیرا گیاه در دوره رشد رویشی و زایشی از دما، رطوبت و طول فصل رشد مناسب تری بهره مند شد. برای مثال، در اتیوپی، کاشت در ۱۷ ژوئن بیشترین

۴۸,۶۵ و ۴۰,۸۷ کپسول در بوته را نشان دادند بود و کمترین تعداد کپسول در بوته مربوط به توده سیاه با میانگین ۲۸,۲۵ عدد بود که با رقم داورزن با میانگین ۷۶,۲۹ کپسول در بوته اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۴). به نظر می رسد عوامل به نژادی و به زراعی در تعیین تعداد کپسول در بوته مؤثر باشند.

تعداد دانه در کپسول

مطابق نتایج حاصله از جدول تجزیه واریانس اثرات تاریخ کاشت و رقم بر صفت تعداد دانه در کپسول در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود و اثر متقابل آن ها در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد (جدول ۵). در بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و رقم در بین تیمارها توده بومی، رقم مهاجر و توده سیاه در تاریخ کاشت اول بترتیب با میانگین ۵۸,۶۰، ۵۶,۹۳ و ۵۶,۹۰ دانه در کپسول بدون اینکه اختلاف معنی داری با هم داشته باشند بیشترین تعداد را در بین تیمارهای مورد بررسی داشتند و کمترین تعداد بدست آمده مربوط به تاریخ



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر تعداد دانه در کپسول کنجد

بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

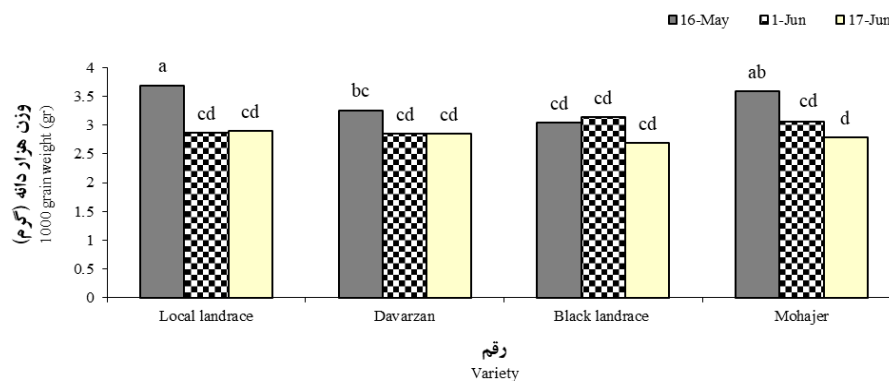
Figure 7. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on the number of seeds per capsule in sesame using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

کنجد داشت.

وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) نشان داد اثرات تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد و اثر رقم و همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم در صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نشان داد در بین ارقام مورد مطالعه، بجز توده سیاه که وزن هزار دانه آن تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، توده بومی، رقم داورزن و رقم مهاجر تقریباً واکنش مشابهی نشان دادند به‌طوری‌که بیشترین مقدار وزن هزار دانه در هر سه رقم مورد آزمایش، تحت تأثیر تاریخ کاشت اول بدست آمد به‌طوری‌که توده بومی با ۶۳٫۹ گرم، رقم مهاجر با ۳٫۵۹ گرم و رقم داورزن با ۳٫۲۵ در تاریخ کاشت اول دارای بیشترین مقادیر وزن هزار دانه بودند. در این بین مقدار بدست آمده برای وزن

تعداد کپسول در بوته و دانه در کپسول را ایجاد کرد، در حالی‌که تأخیر در کاشت تا ۱۷ ژوئیه باعث کاهش شدید این صفات و عملکرد شد (Abebe *et al.*, 2025). زودترین تاریخ کاشت (۲۰ فوریه) بیشترین تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه را به همراه داشت (Sabikunnahar *et al.*, 2025). با این حال، تفاوت نتایج بین کشورها و مطالعات مختلف با اختلاف شرایط محیطی، مدیریت زراعی و نوع ژنوتیپ‌ها مرتبط بود. افزون بر این، ارقام مختلف کنجد از نظر توانایی تولید کپسول و دانه تفاوت ژنتیکی قابل توجهی نشان دادند؛ به‌طوری‌که در عراق رقم Wadaa و در ترکیه رقم Tan-99 تعداد بیشتری کپسول در بوته نسبت به سایر ارقام تولید کردند (Izgi & Bulut, 2023; Khattab & Al-Bayati, 2023). بنابراین، انتخاب تاریخ کاشت مناسب همراه با استفاده از ارقام سازگار با شرایط هر منطقه، نقش مهمی در افزایش اجزای عملکرد و بهبود عملکرد نهایی



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر وزن هزار دانه کنجد

بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Figure 8. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on the 1000-seed weight of sesame using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

مصر، نیجریه و عراق نیز مشاهده شد (Abdel-Latief et al., 2022; El-Shamy et al., 2021; Sabikunnahar et al., 2025; Yisa et al., 2023).

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثرات تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل (شکل ۹) نشان داد عملکرد ارقام مورد مطالعه در این پژوهش تحت تأثیر تیمارهای تاریخ کاشت دارای یک روند مشابه بود به طوری که در هر چهار رقم مورد بررسی بیشترین عملکرد در تاریخ کاشت اول بدست آمد که اختلاف معنی داری با تاریخ کاشت دوم داشت و تاریخ کاشت سوم نیز دارای کمترین مقدار عملکرد دانه بود. در بین تمام تیمارها رقم مهاجر در تاریخ کاشت اول دارای بیشترین مقدار عملکرد دانه بود که میانگین ۳۱۶۴ کیلوگرم در هکتار را نشان داد، بعد از آن توده بومی و توده سیاه

هزار دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت دوم و سوم در این ارقام اختلاف معنی داری را نشان نداد و در بین تمام تیمارها نیز تاریخ کاشت سوم در توده سیاه کمترین مقدار وزن هزار دانه را داشت که میانگین ۲,۶۹ گرم را نشان داد (شکل ۸). در بسیاری از شرایط محیطی، تاریخ کاشت تأثیر قابل توجهی بر عملکرد بذر کنجد، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. در بیشتر مطالعات، تاریخ های کاشت بهینه در ابتدای بازه زمانی توصیه شده قرار گرفتند، هرچند زمان دقیق کاشت به شرایط اقلیمی و موقعیت جغرافیایی هر منطقه بستگی داشت. نتایج پژوهش ها نشان دادند که تأخیر در کاشت موجب کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی شد و در نتیجه وزن هزار دانه کاهش یافت. این کاهش احتمالاً به دلیل افزایش دما در دوره پرشدن دانه و کوتاه شدن مدت تجمع مواد فتوسنتزی در دانه ها رخ داد. همچنین پژوهشگران گزارش کردند که کاشت زود هنگام یا کاشت در تاریخ های بهینه، وزن هزار دانه را به طور معنی داری افزایش داد. این نتایج در مطالعات انجام شده در بنگلادش،

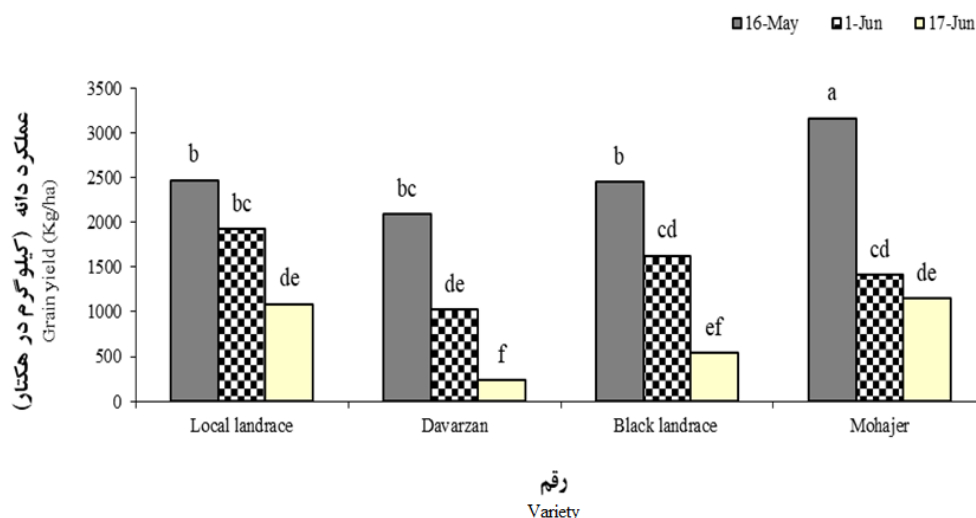
بترتیب با میانگین ۲۴۷۰ و ۲۴۴۶ کیلوگرم در هکتار در رتبه بعدی قرار گرفتند و رقم داورزن در تاریخ کاشت اول نیز در رتبه چهارم قرار گرفت که اختلاف معنی داری بین آنها وجود نداشت. در بین تیمارهای مورد بررسی نیز کمترین عملکرد بدست آمده مربوط به رقم داورزن با میانگین ۲۳۷,۴۰ کیلوگرم بود. نتایج بدست آمده نشان داد اختلاف عملکرد دانه در ارقام مورد مطالعه در تاریخ کاشت های اول تا سوم بسیار قابل توجه بود به طوری که در رقم مهاجر این اختلاف ۱۷۵,۸۵ درصد بود. همچنین در توده بومی، توده سیاه و رقم داورزن این اختلاف بترتیب ۱۲۷,۴۴، ۳۵۱,۸۷ و ۷۷۹,۹۴ درصد بود این نتایج نشان داد عامل تاریخ کاشت یک عامل بسیار مهم در تعیین عملکرد برای تمام ارقام مورد مطالعه بود و تأخیر در تاریخ کاشت به میزان قابل توجهی کاهش عملکرد را برای همه ارقام به دنبال داشت. اگر تاریخ کشت دوم را به عنوان ملاک تصمیم برای انتخاب رقم در نظر بگیریم توده بومی با ۱۹۲۱ کیلوگرم در هکتار و توده سیاه با ۱۶۲۹ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی قرار گرفت و رقم مهاجر نیز در تاریخ کاشت دوم ۱۴۱۵ کیلوگرم در هکتار را نشان داده که در رتبه سوم قرار گرفت. در تاریخ کاشت سوم رقم مهاجر با ۱۱۴۷ و توده بومی با ۱۰۸۶ کیلوگرم نسبت به سایر ارقام عملکرد مطلوب تری را نشان دادند.

نتایج پژوهش ها نشان دادند که در مدیریت زراعی کنجد، توجه به تاریخ کاشت و انتخاب رقم مناسب نقش مهمی در دستیابی به حداکثر عملکرد دانه داشت. کاشت زود هنگام با

طولانی تر کردن فصل رشد، افزایش مدت فتوسنتز و بهره گیری بهتر گیاه از شرایط محیطی، موجب بهبود عملکرد نهایی شد. این موضوع در گیاه کنجد اهمیت بیشتری داشت، زیرا عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت سوم بیش از دو برابر افزایش یافت. همچنین کشت دیر هنگام (۲۷ خرداد) سبب شد مرحله پر شدن دانه و رسیدگی گیاه با سرمای زودرس یا بارندگی های پاییزه هم زمان شود؛ شرایطی که برای گیاه گرمادوستی مانند کنجد نامناسب بود و کاهش عملکرد را به همراه داشت. پژوهشگران در مناطق مختلف جغرافیایی نیز گزارش کردند که کاشت زود هنگام یا کاشت در میانه فصل، در بیشتر موارد بیشترین عملکرد بذر را تولید کرد. برای مثال، کاشت در اواسط آوریل در شرایط آبی سوماتی و اتیوپی و کاشت در ۲۰ فوریه در بنگلادش، بیشترین عملکرد بذر کنجد را ایجاد کردند (Abebe *et al.*, 2025; Elmi, 2025; Sabikunnahar *et al.*, 2025).

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد اثر تاریخ کاشت و رقم و همچنین اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی داری داشت (جدول ۵). در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم مشاهده گردید که در تاریخ کاشت اول و رقم مهاجر با میانگین ۱۳۵۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و توده بومی در تاریخ کاشت اول با میانگین ۱۲۶۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی قرار گرفت هرچند اختلاف معنی داری



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه کنجد بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد
Figure 9. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on sesame seed yield using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

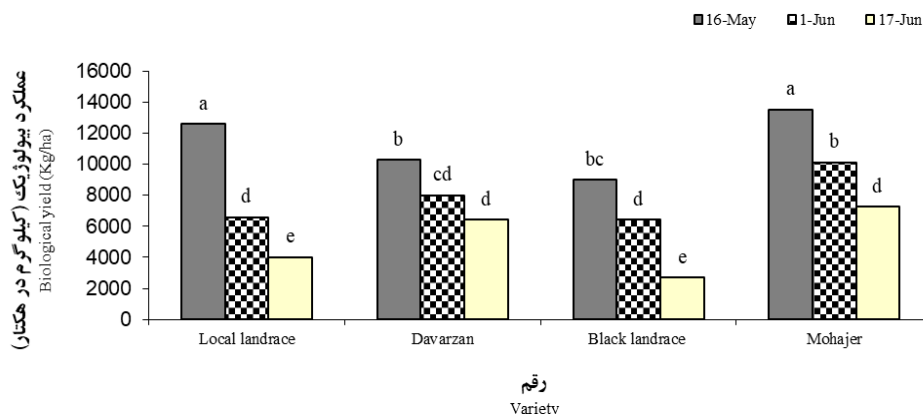
تاریخ‌های کاشت زودهنگام و بهینه، بیشترین میزان زیست‌توده را تولید کردند؛ به‌ویژه زمانی که با تغذیه مناسب یا استفاده از ارقام سازگار همراه بوده است. در مقابل، کاشت بسیار دیرهنگام با کوتاه شدن فصل رشد و کاهش تجمع ماده خشک، موجب کاهش زیست‌توده و در نهایت کاهش عملکرد بذریافته شده است (Abebe et al., 2025; Rabbani et al., 2025).

درصد روغن دانه

مطابق نتایج حاصله از بررسی تجزیه واریانس آزمایش، اثر تاریخ کاشت و اثر رقم در سطح احتمال پنج درصد بر صفت درصد روغن دانه تأثیرگذار بود درحالی‌که اثر متقابل تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر درصد روغن دانه نشان داد در بین تیمارهای آزمایش بیشترین درصد روغن با میانگین ۳۸٫۸۷ درصد و در تاریخ کاشت اول مشاهده شد که

بین آنها وجود نداشت همچنین در بین تیمارهای آزمایشی کمترین عملکرد بیولوژیک در تاریخ کاشت سوم و توده سیاه با متوسط ۲۶۷۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در صفت عملکرد بیولوژیک نیز اختلاف بین تاریخ‌های کاشت اول و سوم در تمامی ارقام مورد مطالعه مشهود بود که این مسئله به کاهش طول دوره رشد تحت تأثیر تعویق تاریخ کاشت است.

نتایج پژوهش‌ها نشان دادند که اختلاف عملکرد بیولوژیک در تاریخ‌های مختلف کاشت، عمدتاً به طول دوره رشد و مناسب‌تر بودن شرایط محیطی برای گیاهان کشت‌شده در تاریخ‌های زودتر مربوط بود. در کاشت زودهنگام، گیاه با بهره‌گیری بیشتر از دما، نور و سایر عوامل محیطی مطلوب، مدت زمان بیشتری برای فتوسنتز و تجمع ماده خشک در اختیار داشت و در نتیجه زیست‌توده بیشتری تولید کرد. بررسی نتایج سایر پژوهشگران نیز نشان داد عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، به‌طوری‌که



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد بیولوژیک کنجد

بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

Figure 10. Mean comparison of the interaction effects of planting date and variety on the biological yield of sesame using Duncan's multiple range test at the 5% significance level

برای مثال، در ترکیه، تاریخ دوم کاشت (حدود ۱۵ ژوئن) در میان ۱۰ رقم کنجد بیشترین درصد و عملکرد روغن را تولید کرد (Izgi & Bulut, 2023). همچنین در مصر، کاشت زودتر در بهار (۱۵ مارس) بیشترین درصد روغن (حدود ۴۸,۷٪) را ایجاد کرد، در حالی که تأخیر در کاشت باعث کاهش درصد روغن شد (Abdel-Latif *et al.*, 2022). بررسی ژنوتیپ های مختلف نیز نشان داد اختلاف قابل توجهی بین ارقام از نظر درصد روغن وجود داشت؛ به طوری که در ایتالیایی، درصد روغن در میان ۱۰ رقم کنجد بین ۴۵ تا ۴۹ درصد متغیر بود و رقم Tate با ۴۹,۱۸ درصد بیشترین مقدار را داشت (Tigabu *et al.*, 2021). همچنین در ترکیه، رقم Osmanlı 99 بالاترین درصد روغن را در میان ارقام مورد بررسی نشان داد (Izgi & Bulut, 2023). بنابراین، نتایج نشان دادند که اگرچه تاریخ کاشت بر درصد روغن کنجد اثرگذار بود، اما نقش ژنتیک در تعیین این صفت برجسته تر بود.

با مقادیر بدست آمده در تاریخ کشت دوم با میانگین ۳۸,۰۶ درصد اختلاف معنی داری نداشت همچنین درصد روغن تحت تأثیر تاریخ کاشت سوم به ۳۷,۴۸ درصد رسید (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر رقم نیز نشان داد بیشترین درصد روغن مربوط بود به رقم مهاجر با میانگین ۳۸,۸۸ درصد که با توده بومی با میانگین ۳۸,۱۵ اختلاف معنی داری نداشت همچنین رقم داورزن با میانگین ۳۶,۶۱ و توده سیاه با میانگین ۳۵,۲۵ درصد در رتبه های بعدی قرار گرفتند (جدول ۴). نتایج پژوهش های مختلف نشان دادند که درصد روغن کنجد تحت تأثیر تفاوت های ژنتیکی بین ارقام و همچنین شرایط محیطی مرتبط با تاریخ کاشت قرار گرفت. در بیشتر مطالعات، تغییرات درصد روغن ناشی از تاریخ کاشت نسبتاً محدود بود، در حالی که اختلاف بین ارقام از نظر این صفت بیشتر و چشم گیرتر مشاهده شد. به نظر می رسد کاشت زودهنگام با فراهم کردن شرایط دمایی مناسب تر در دوره پرشدن دانه، موجب افزایش سنتز و تجمع روغن در بذر شد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که تاریخ کاشت و رقم های کنجد بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه اثر معنی داری دارد. تغییر در تاریخ کاشت کنجد باعث می شود که مراحل نمو گیاه با عوامل اکولوژیکی متفاوتی مواجه شده و تولید محصول آن تحت تأثیر قرار گیرد بطوریکه تاریخ کاشت های دیر هنگام سبب برخورد سرمای زمستانه با مرحله رشد زایشی گیاه شده و رشد زایشی و به دنبال آن عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد. همچنین ارقامی که در تاریخ کاشت های مناسب، گلدهی آنها به موقع بوده و تعداد کپسول در بوته و وزن دانه آنها بیشتر از سایر رقم ها است، می توانند رقم مناسب تری نسبت به دیگر ارقام برای منطقه کاشت انتخاب گردند. همچنین در آزمایش مشخص شد که تأخیر در کاشت گیاه کنجد درصد روغن دانه کاهش یافت بطوریکه بیشترین درصد روغن دانه در تاریخ کاشت اول (۲۶ اردیبهشت) حاصل گردید، همچنین در بین رقم های مورد بررسی رقم مهاجر به جهت اینکه عملکرد دانه بالاتر و درصد روغن دانه بیشتری نیز داشت. نتایج این تحقیق یکساله نشان داد که در صورت تکرار و تایید نتایج فعلی از میان رقم های مورد بررسی و با توجه به شرایط آب و هوایی رقم مهاجر و توده بومی نسبت به سایر رقم ها، ممکن است مناسب برای کشت در منطقه در گز باشد. هر چه کاشت کنجد در زمان مناسب صورت گیرد، گلدهی محصول با گرمای شدید تابستانه مواجه نخواهد شد و مقدار محصول افزایش خواهد یافت. تاریخ کاشت زودتر (۲۶ اردیبهشت) به

جهت زمان کافی جهت رشد رویشی و زایشی و انطباق نیاز حرارتی گیاه با دمای محیط عملکرد دانه بالاتری نسبت به تاریخ های کاشت دیر هنگام (۱۱ و ۲۷ خرداد) داشت. در واقع، در صورت تایید نتایج حاصل از این پژوهش یک ساله در پژوهش های تکمیلی ممکن است رقم مهاجر در تاریخ کاشت اول نسبت به ارقام دیگر در اولین تاریخ کاشت، از عملکرد بیشتری برخوردار باشد که شایسته است مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Anonymous. 2024. Crop statistics. Ministry of Agriculture-Jahad. Deputy of Planning and Economy (Deputy of Planning and Economy). [In Persian]

Abdel-Latief, E., Hassan, M., Abo-Al-Aze, A., & Ramadan, M. (2022). Effect of planting dates and methods of sowing on productivity of sesame under Toshka conditions. *SVU-International Journal of Agricultural Sciences*, 4(2), 96–106.

Abebe, K., Kebede, M., & Barnabas, J. (2025). The effect of different sowing dates on yield and yield components of Sesame (*Sesame indicum* L.) varieties at Gambella, south-west Ethiopia. *Journal Of Eco-Friendly Agriculture: Diva Enterprises Private Limited*, 20(1), 141–148.

Ahmar, S., Zhai, Y., Huang, H., Yu, K., Khan, M. H. U., Shahid, M., Samad, R. A., Khan, S. U., Amoo, O., & Fan, C. (2022). Development of mutants with varying flowering times by targeted editing of multiple SVP gene copies in *Brassica napus* L. *The Crop Journal*, 10(1), 67–74.

Ali, H. O., & Salih Bani, S. H. (2024). Effect of planting dates, chilling periods and N/P foliar spray on flowering traits of strawberry (*Fragaria× ananassa* Duch) cv. Robygem in a hydroponic system. *Journal of Kirkuk University for Agricultural Sciences*, 15(4.)

Ali, S., & Jan, A. (2014). Sowing dates and nitrogen levels effect on morpho-phenological traits of sesame cultivars. *J. Environ. and Earth Sci*, 4(22), 155–160.

Banerjee, P. P., & Kole, P. C. (2009). Analysis of genotypic diversity in sesame (*Sesamum indicum* L.) based on some physiological characters. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 45(2), 72.

Chagonda, I., Gudhlanga, C., Mazilawa, N. E., Mapwanyire, C., Muzemu, S., & Mutetwa, M. (2025). Evaluation of growth and yield performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) landraces under varying planting dates. *EUREKA: Life Sciences*(3), 13–23.

Chiriaco, M. V., Galli, N., Latella, M., & Rulli, M. C. (2025). Pressure on global forests: Implications of rising vegetable oils consumption under the EAT-lancet diet. *Global Change Biology*, 31(2), e70077.

Chongdar, S., Singharoy, A., Saha, A., & Chhetri, B. (2015). Performance of

summer sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under varying dates of sowing in prevailing agro-climatic condition of North Bengal. *Scientific Research and Essays*, 10(12), 411–420.

Eberle, C., Scott, D. A., Forcella, F., Gesch, R. W., Weyers, S., Johnson, J. M., & Schneider, S. (2024). Planting date impact on flowering, pollinator visitation and yield of mass flowering oilseed crops in the Northern Corn Belt. *Agricultural and Forest Entomology*, 26(4), 534–545.

El-Shamy, M. A., El-Mansoury, M. A., & El-Bialy, M. A. (2021). Effect of sowing dates, plant density of sesame and intercropping on yield and yield components of cotton and sesame. *Alexandria Science Exchange Journal*, 42(JANUARY-MARCH), 179–190.

Elmi, O. H. (2025). Response of Sesame (*Sesame indicum* L.) Varieties to Different Sowing Dates in Lowland Irrigated Areas of Somali Region, Ethiopia. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 26(4), 1–8.

Fanaei, H. R., kakha, G., Davtalab, N., & Sarananie, F. (2015). Evalution of seed yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) genotypes in response to delay planting. *Applied Field Crops Research*, 28(3), 65–73. <https://doi.org/10.22092/aj.2015.106713>

Gloaguen, R. M., Byrd, S., Rowland, D. L., Langham, D. R., & Couch, A. (2018). Planting date and row spacing effects on the agronomic potential of sesame in the southeastern USA. *Journal of Crop Improvement*, 32(3), 387–417.

Haile, S., Muhamad, A., & Adugna, F. (2025). Genotype by Environment Interaction and Grain Yield Stability of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Genotypes in Hararghe Zones, Eastern Oromia. In (Vol. 11, pp. 9–16): Science Publishing Group.

Hussain, M., & Kumar, A. (2022). Response of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivation to date of sowing. *Flora and Fauna Jhansi*, 29(2.)

Hussain, M. A., Li, L., Kalu, A., Wu, X., & Naumovski, N. (2025). Sustainable food security and nutritional challenges. *Sustainability*, 17(3), 874.

Izgi, M. N., & Bulut, B. (2023). Agronomic characteristics and yield values of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars at various sowing dates. *Türkiye Tarımsal*

Araştırmalar Dergisi, 10(1), 109–120.

Jabir, D. A. A., & Mahmoud, M. R. (2021, November). The Effect of Temperature Stress Associated With Different Planting Dates and Levels of Gibberellic Acid on The Growth of Sorghum Spring. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 923, No. 1, p. 012090). IOP Publishing.

Jiang, H., Chen, J., Liu, G., Zhou, P., Jin, Q., Wang, Y., Guo, H., Qian, P., & Xu, Y. (2023). Screening of early flowering lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) cultivars and effects of different cultivars on flowering period. *Plants*, 12(8), 1683.

Khattab, N. J., & Al-Bayati, H. A. H. (2023, November). Response of yield traits and its components to sesame genotypes for different plant distributions. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1259, No. 1, p. 012087). IOP Publishing.

Mbalissa, H. B. K., Toumnou, L. A., Mebourou, E. K., Changement, E., & Mbenda, S. D. (2024). Comparative Study of the Agronomic Performance of Two Sesame Varieties (*Sesamum indicum* L.): The Case of Local Variety of Central African Origin and Pakréssaya Variety of Burkinabe Origin. *Asian Journal of Biology*, 20(3), 7–14.

Mulkey Jr, J., Drawe, H., & Elledge Jr, R. (1987). Planting Date Effects on Plant Growth and Development in Sesame1. *Agronomy journal*, 79(4), 701–703.

Naoura, G., Emendack, Y., Sawadogo, N., Djirabaye, N., Tabo, R., Laza, H., & Atchozou, E. A. (2023). Assessment of photoperiod sensitivity and the effect of sowing date on dry-season Sorghum cultivars in southern Chad. *Agronomy*, 13(3), 932.

Nations, U. (2019). Department of economic and social affairs, population division. *World population prospects*, 2019.

Nweke, F., Ubi, B., & Kunert, K. (2011). Simple Sequence Repeat Polymorphisms in Nigerian Sesame Cultivars and its Relationship with Morpho-Agronomic Traits. *Journal of Crop Improvement*, 25(5), 572–596.

Ogbonna, P. E., & Umar-Shaba, Y. G. (2012). Time of sowing affects the growth and yield of sesame in a derived savanna agroecology of southeastern Nigeria. *The Philippine Agricultural Scientist*, 95(2.)

Ort, N., Morrison, M., Cober, E., Samanfar, B., & Lawley, Y. (2022). Photoperiod affects node appearance rate and flowering in early maturing soybean. *Plants*, 11: 871. In.

Patel, M. K., Tiwari, D., Sharma, V., & Singh, D. (2024). Assessment of genotype X environment interaction and seed yield stability in sesame (*Sesamum indicum* L.) using AMMI analysis. *J Sci Res Rep*, 30(1), 63–70.

Pavani, K., Lal Ahamed, M., Ramana, J., & Sirisha, A. (2020). Studies on genetic variability parameters in sesame (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 101–104.

Rabbani, B., Zaree, W., Safdary, A. J., Yaquby, A., & Saddad, S. (2025). Effect of Sowing Dates and Planting Densities on Yield and its Components of Three Varieties of Sesame (*Sesamum indicum* L.) in the Samangan Environment. *Agricultural Science Digest*.

Rakesh, J., Patra, B., Bandhopadhyay, P., Dey, S., & Banerjee, S. (2025). Effect of Sowing Time and Weed Management Practices on Phenophases of Summer Sesame. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 28(9), 865–872.

Raut, G., Waghmare, P., Shingne, S., & Kadam, Y. (2020). Studies on relationship between crop growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under different weather conditions. *International Journal of Chemical Studies*, 8, 133–135.

Rezaei, E. E., Siebert, S., Hüging, H., & Ewert, F. (2018). Climate change effect on wheat phenology depends on cultivar change. *Scientific reports*, 8(1), 4891.

Sabag, I., Pnini, S., Morota, G., & Peleg, Z. (2024). Refining flowering date enhances sesame yield independently of day-length. *BMC plant biology*, 24(1), 711.

Sabikunnahar, S., UK, B., MH, U., & Md, R. (2025). Effects of variety and sowing dates on yield and yield attributes of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 10(3), 414–420.

Sasipriya, S., Parimala, K., Eswari, K., & Balram, M. (2022). Studies on genetic variability in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Indian Society of Oilseeds Research*, 142.

Shiaa, H. H., & Ajaj, H. A. (2024, July). Response of Several Sesame (*Sesa-*

mum indicum L.) Cultivars to Foliar Potassium Application on Growth Traits. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1371, No. 5, p. 052015). IOP Publishing.

Shim, K.-B., Kang, C.-W., Kim, D.-W., & Chae, Y.-A. (2006). Effect of sowing dates on flowering and maturity of sesame. *한국작물학회지*, 51(2), 113–117.

Sujatha, V., Saritha, R., & Sirisha, A. (2023). Determination of optimum sowing date for higher productivity and profitability in sesamum (*Sesamum Indicum L.*). *Bangladesh Journal of Botany*, 52(3), 883–887.

Sun, J., Young, L. W., House, M. A., Daba, K., & Booker, H. M. (2019). Photoperiod sensitivity of Canadian flax cultivars and 5-azacytidine treated early flowering derivative lines. *BMC plant biology*, 19(1), 177.

Swapna, B., Srikanth, T., Padmaja, D., & Srinivasnaik, S. (2024). Unveiling Genetic Variability and Breeding Potential for Yield Enhancement in Sesame (*Sesamum indicum L.*). *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(12), 361–368.

Takele, F., & Dhabessa, A. (2025). Multi-environmental trial and stability study of Ethiopian sesame (*Sesamum indicum L.*) genotypes at Western Oromia. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 8(2), e70110.

Tigabu, E., Million, F., & Asfaw, A. (2021). Genetic variability, heritability and genetic advance of ten sesame (*Sesamum indicum L.*) varieties at OmoKuraz, Southern Ethiopia. *Int. J. Agri. Vet. Sci*, 3(7), 60–65.

Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518–522.

Toth, J. A., Stack, G. M., Carlson, C. H., & Smart, L. B. (2022). Identification and mapping of major-effect flowering time loci *Autoflower1* and *Early1* in *Cannabis sativa L.* *Frontiers in Plant Science*, 13, 991680.

Tripathi, A., Bisen, R., Ahirwal, R. P., Paroha, S., Sahu, R., & Ranganatha, A. (2013). Study on genetic divergence in sesame (*Sesamum indicum L.*) germplasm based on morphological and quality traits. *The bioscan*, 8(4), 1387–1391.

Tsimba, R., Edmeades, G. O., Millner, J. P., & Kemp, P. D. (2013). The effect of planting date on maize: Phenology, thermal time durations and growth rates in

a cool temperate climate. *Field Crops Research*, 150, 145–155.

Vignolio, O. R., Petigrosso, L. R., Rodriguez, I. M., & Murillo, N. L. (2018). Effects of temperature, photoperiod and defoliation on flowering time of *Lotus tenuis* (Fabaceae) in Buenos Aires, Argentina. *Experimental Agriculture*, 54(3), 417–427.

Wada, E., Loha, G., Leja, D., & Gogile, A. (2022). Performance evaluation of commercial sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars for yield and yield related traits in Wolaita, Southern Ethiopia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 22(3), 19979–19993.

Wang, L., Sun, S., Wu, T., Liu, L., Sun, X., Cai, Y., Li, J., Jia, H., Yuan, S., & Chen, L. (2020). Natural variation and CRISPR/Cas9-mediated mutation in *GmPRR37* affect photoperiodic flowering and contribute to regional adaptation of soybean. *Plant biotechnology journal*, 18(9), 1869–1881.

Weldemichael, M. Y., Gebremedhn, H. M., Runo, S., & Gandhi, H. (2025). Molecular breeding for stress tolerance in sesame. *Molecular Genetics and Genomics*, 300(1), 69.

Xiang, T., Malik, T. H., & Nielsen, K. (2020). The impact of population pressure on global fertiliser use intensity, 1970–2011: An analysis of policy-induced mediation. *Technological Forecasting and Social Change*, 152, 119895.

Yisa, P. Z., Ogbonna, P. E., C, E. B., & N., T. M. (2023). Effect of Sowing Date and Harvesting Time on Seed Yield of Sesame (*Sesamum indicum* L.) in Mokwa Agro-Ecological Zone. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 12(2), 124–111. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2023.1202.011>

Zhang, M., Anderson, S. L., Brym, Z. T., & Pearson, B. J. (2021). Photoperiodic flowering response of essential oil, grain, and fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars. *Frontiers in Plant Science*, 12, 694153.

Investigation of the Effect of Sowing Date Management on Yield and Growth Traits of Sesame Cultivars in the Dargaz Region

Mehdi Khaleghi¹, Mohammad Kheirkhah², Mahdi Babaeian^{3*}

1. MSc. Graduate of Agroecology, University of Bojnord, Bojnord, Iran .
2. Assoc Prof., Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran.
3. Assist. Prof., Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran. (Corresponding author)

Received: May 2026 Accepted: June 2026- DOI: 10.22092/aj.2026.372909.1724

Extended Abstract

Khaleghi, M., Kheirkhah, M., Babaeian, M., Investigation of the Effect of Sowing Date Management on Yield and Growth Traits of Sesame Cultivars in the Dargaz Region
Applied Research in Field Crops Vol 37, No.3, 2024, 12-14: 65-93(in Persian)

Introduction

Food security is one of the most global challenges of the 21st century due to rapid population growth and the increasing demand for food and vegetable oils. Therefore, improving agricultural productivity through sustainable management practices is essential. Sesame (*Sesamum indicum* L.) is an important oilseed crop widely cultivated in arid and semi-arid regions. Its growth and productivity are strongly influenced by environmental factors, especially temperature and moisture conditions (Weldermichael et al., 2025). Among agronomic practices, the sowing date and cultivar selection are considered the most critical factors affecting sesame growth, yield, and oil content. Previous studies have shown that delayed sowing can shorten the growth period and significantly reduce grain yield; however, the optimum sowing date varies depending on climatic conditions and cultivar characteristics (Hussain and Kumar, 2022). Therefore, this study was conducted to determine the optimum sowing date and suitable sesame cultivars to maximize grain yield under the climatic conditions of Darrehgaz, Razavi Khorasan Province, Iran.

Email address of the corresponding author: Babaeian@ub.ac.ir

Materials and Methods

The experiment was conducted during the 2022–2023 growing season in Darrehgaz County, Razavi Khorasan Province, Iran (37°34' N, 58°59' E; 820 m above sea level). The experiment was arranged as a split-plot based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Main plots consisted of three sowing dates (May 16, June 1, and June 17), while the subplots included four sesame cultivars/genotypes: Local Landrace, Davarzan, Black Landrace, and Mohajer. Data were analyzed using SAS (version 9.4) software, and mean comparisons were performed using Duncan's multiple range test at the 5% probability level.

Results and Discussion

The results showed that both sowing date and cultivar significantly affected the number of days to capsule formation, plant height, stem diameter, number of capsules per plant, and oil percentage. In addition, the interaction between sowing date and cultivar significantly influenced flowering traits, capsule characteristics, thousand-seed weight, grain yield, and biological yield. Plant height decreased significantly with delayed sowing. The first sowing date produced the tallest plants (135.7 cm), whereas the third sowing date produced the shortest plants (84.7 cm). Among cultivars, Mohajer exhibited the greatest plant height (120.2 cm).

The highest grain yield (3164 kg ha⁻¹) was obtained from the cultivar Mohajer under the first sowing date. Under the same sowing date, Local Landrace and Black Landrace produced 2470 and 2446 kg ha⁻¹, respectively. In the second sowing date, Local Landrace and Black Landrace showed the best performance, yielding 1921 and 1629 kg ha⁻¹, respectively. Under the third sowing date, Mohajer and Local Landrace performed relatively better than the other cultivars. The Thousand-seed weight was highest in the first sowing date, where Local Landrace, Mohajer, and Davarzan recorded values of 3.69, 3.59, and 3.25 g, respectively.

Oil percentage also declined with delayed sowing, with the highest oil content observed in the first sowing date (38.87%) and the lowest in the third sowing date (37.48%). Mohajer had the highest average oil content (38.88%). Biological yield

was strongly affected by the interaction of sowing date and cultivar. Mohajer and Local Landrace under the first sowing date produced the highest biological yields of 13,520 and 12,600 kg ha⁻¹, respectively, whereas Black Landrace under the third sowing date produced the lowest biological yield (2679 kg ha⁻¹). Overall, delayed sowing reduced sesame productivity due to the shortened growth duration, limited canopy development, and exposure to unfavorable environmental conditions during reproductive stages.

Conclusion

The results indicated that early sowing significantly improved sesame growth, grain yield, biological yield, and oil percentage under the climatic conditions of Darrehgaz. Among the tested cultivars, Mohajer showed superior performance, especially under the first sowing date. Therefore, early sowing (May 16) along with the cultivation of the Mohajer cultivar is recommended to achieve maximum sesame productivity in the semi-arid regions of northeastern Iran.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge the assistance of the agricultural staff and farm workers involved in conducting this experiment.

Keywords

Cultivar, Grain yield, Oil percentage, Semi-arid climate, Sesame, Sowing date

References

- Weldemichael, M. Y., Gebremedhn, H. M., Runo, S., & Gandhi, H. (2025). Molecular breeding for stress tolerance in sesame. *Molecular Genetics and Genomics*, 300(1), 69.
- Hussain, M., & Kumar, A. (2022). Response of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivation to date of sowing. *Flora and Fauna (Jhansi)*, 29(2).