

اثر تاریخ کاشت و مکان بر برخی خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ژنوتیپ های کنجد متحمل به ریزش دانه

The effects of planting date and location on some agronomic characteristics and yield of sesame genotypes tolerant to non-dehiscent

غلامحسین کلاگری^۱، حسین کاظمی^{۲*}، کمال پیغام زاده^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد آگروتکنولوژی، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲. استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران، (نگارنده مسئول)
۳. استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۲۸ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2025.366877.1683

چکیده

کلاگری، غ.، کاظمی، ح.، پیغام زاده، ک.، . اثر تاریخ کاشت و مکان بر برخی خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ژنوتیپ های کنجد متحمل به ریزش دانه
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۷ - شماره ۲- پیاپی ۱۴۳ پائیز ۱۴۰۳ صفحه: ۳۳-۱۵

به منظور ارزیابی اثر تاریخ های کاشت بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه سه ژنوتیپ کنجد، پژوهشی به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو منطقه گرگان و گنبد کاوس (استان گلستان) در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ کاشت در ۲ سطح (۱۵ خرداد ماه و ۱۰ تیرماه) به عنوان عامل اصلی، ژنوتیپ های متحمل به ریزش دانه (KARA0 ، KARA24 و KARA42) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد (شامل تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هکتار) اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد اثر تیمار تاریخ کاشت به غیر از ارتفاع بوته و ارتفاع کپسول بندی، بر بقیه صفات اثر معنی داری داشتند. به طوری که در تاریخ کاشت اول (۱۵ خرداد) میانگین عملکرد دانه در دو منطقه گرگان و گنبد به ترتیب ۲۲۵۵/۲ و ۱۹۵۰/۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. همچنین ژنوتیپ های کاشته شده نیز از نظر صفات زراعی اختلاف آماری معنی داری را نشان داد. به طوری که ژنوتیپ KARA24 در منطقه گرگان با میانگین عملکرد دانه ۲۲۲۷/۹ کیلوگرم در هکتار و در شرایط اقلیمی منطقه گنبد نیز همین ژنوتیپ با ۱۹۱۸/۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را در مقایسه با سایر ژنوتیپ ها داشت. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سه تیمار مکان کاشت، تاریخ کاشت و ژنوتیپ برای صفات زراعی نشان داد بیشترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ خرداد در ایستگاه گرگان در دو ژنوتیپ KARA24 و KARA42 به ترتیب با ۲۳۰۰ و ۲۲۹۹ کیلوگرم دانه در هکتار بود. در مجموع مزرعه گرگان از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در کپسول و نیز عملکرد دانه کنجد در هکتار در مقایسه با ایستگاه گنبد برتری داشت.

واژه های کلیدی: تجزیه اجزای عملکرد، گیاه دانه روغنی، گرگان، گنبد.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: E-mail: hkazemi@gau.ac.ir

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی است یک ساله از رده دولپه ای های پیوسته گلبرگ، از راسته *Tubuliflorae* و خانواده *Pedaliaceae* که ۱۶ جنس و حدود ۶۰ گونه دارد. بر اساس شواهد تاریخی کنجد قدیمی ترین دانه روغنی شناخته شده توسط بشر است که بیش از ۴۱۰۰ سال پیش بازمی گردد (Uzun & Cagiran, 2006). از نظر بوم شناسی کنجد گیاهی گرمادوست و روز کوتاه بوده و به هوای گرم و نور فراوان احتیاج دارد، به دمای کمتر از ۱۹ درجه سانتی گراد حساس بوده و دمای مطلوب رشد کنجد حدود ۲۷ درجه سانتی گراد است (Payghamzadeh *et al.*, 2022). این گیاه در انواع خاک هایی که دارای تهویه و زهکشی مناسبی باشند رشد می کند. کشت کنجد می تواند در محدوده گسترده ای از خاک ها صورت گیرد، اما این گیاه در خاک های سبک و با زهکش مناسب بهترین رشد را دارد و دامنه شاخص واکنش (pH) بین ۵ تا ۸ را ترجیح می دهد و به خاک های بسیار اسیدی و شور نیز حساس است (Payghamzadeh *et al.*, 2022).

دانه کنجد دارای درصد روغن (۴۲ الی ۵۶ درصد) و پروتئین خام (۲۰ الی ۲۵ درصد) بالایی است و نیز منبعی از مواد معدنی به ویژه کلسیم، فسفر، پتاسیم و آهن می باشد. اسیدهای چرب عمده در کنجد شامل: اسید لینولئیک (۴۰/۵ تا ۴۷/۹ درصد با دو پیوند دوگانه)، اسید اولئیک (۳۵/۹ تا ۴۲/۳ درصد با یک پیوند دوگانه)، اسید پالمیتیک (۷/۹

تا ۱۲ درصد) و اسید استئاریک (۶/۱ تا ۴/۸ درصد) است (Hwang, 2005).

تاریخ کاشت مناسب یک رقم یا گروهی از ارقام، زمانی است که مجموعه عوامل محیطی موجود در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاه مناسب باشد (Hore *et al.*, 2002). تاریخ کاشت مناسب موجب بهره گیری بهینه گیاه از عوامل اقلیمی نظیر درجه حرارت، رطوبت، طول روز و همچنین تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب می گردد. از طرفی اختلاف در زمان ظهور مراحل فنولوژیک در ارقام ضرورت انتخاب مناسب تاریخ کاشت را برای آنها طلب می نماید. تعیین مناسب ترین تاریخ کاشت به معنای تعیین زمانی است که رشد رویشی و زایشی گیاه بتواند بیشترین هماهنگی را با عوامل اقلیمی داشته و گیاه کمتر با شرایط نامساعد محیطی روبه رو شود (Khan *et al.*, 2017). اثرات تاریخ و فاصله کاشت بر روی تولید و ویژگی های زراعی گیاه کنجد در امریکا نشان داد که تاریخ کاشت در ماه می بیشترین عملکرد تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه در هکتار را در مقایسه با ماه های ژوئن (خرداد) و جولای (تیر) داشته است (Gloaguen *et al.*, 2018). در بررسی عملکرد لاین های امیدبخش کنجد در شرایط مازندران، گزارش گردید که ژنوتیپ ها از نظر صفات ارتفاع بوته، طول دوره رویش، عملکرد دانه، قطر ساقه و وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری داشتند. ضمن اینکه اثر متقابل مکان در ژنوتیپ نیز برای همه صفات به استثناء وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد

معنی دار شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که ژنوتیپ ناز چندشاخه (G6) با میانگین عملکرد دانه ۱۲۲۹ کیلوگرم در هکتار به عنوان برترین ژنوتیپ شناخته شد و برای کاشت در منطقه مازندران پیشنهاد گردید و ژنوتیپ‌های G2، G1 و G8 به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۸۶۱/۵، ۷۵۰ و ۸۶۹/۱ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعد از G6 قرار گرفتند (Andarkhor & Mansori, 2015). در آزمایشی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و صفات زراعی چند ژنوتیپ کنجد در منطقه بهبهان بررسی شد. نتایج نشان داد که عدم رعایت تاریخ کاشت مناسب موجب هم‌زمانی گلدهی کنجد با درجه حرارت بالا می‌شود و در نتیجه به دلیل عدم باروری گل‌ها، تعداد کپسول‌های تشکیل شده کاهش می‌یابد (Danaei, 2015).

انتخاب ارقام سازگار برای هر منطقه در جهت دستیابی به بیشترین عملکرد کمی و کیفی حایز اهمیت است (Hassanabadi et al., 2019). آزمایش ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آب و هوایی مختلف نقش اساسی در انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها قبل از آزادسازی تجاری یک رقم و شناسایی صفات گیاهی دارد که باید در طی آزمایش‌های به‌نژادی در محیط مورد پایش قرار گیرند. در مناطق مختلف، مدیریت مزرعه براساس زمان کاشت و نوع رقم متناسب با آن جهت افزایش بهره‌وری محصول، ضروری است به‌طوری‌که به کمک آن می‌توان میزان ارتباط و نقش نوسانات دمایی بر عملکرد محصول را به‌خوبی مشخص نمود. از مهم‌ترین مشکلات زراعت کنجد، بازشدن کپسول‌ها

و ریزش دانه‌های آن در زمان رسیدگی این محصول می‌باشد. عدم دسترسی به ژنوتیپ‌های متحمل به ریزش دانه یکی از بزرگترین عوامل محدود کننده توسعه کشت کنجد نه تنها در استان گلستان بلکه در سایر نقاط جهان به‌شمار می‌آید (Payghamzadeh et al., 2022). به طور کلی فقدان ارقام اصلاح شده و مقاوم به ریزش، مخلوط بودن توده‌های محلی، کیفیت کم بذرها، عملیات زراعی و مدیریت نامناسب از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد کنجد است. در این بین مهم‌ترین عاملی که سبب کاهش عملکرد در کنجد می‌شود ریزش دانه است (Payghamzadeh et al., 2022). کنجد در مناطق گرمسیری کشور مانند استان‌های خوزستان، سیستان و بلوچستان، کرمان (جیرفت) و فارس متداول است و در استان گلستان هم به دلیل تنوع کشت، به‌صورت زراعت اصلی و یا به‌صورت کشت مخلوط همراه با پنبه در بهار و یا به عنوان کشت دوم بعد از برداشت غلات کشت می‌شود. با توجه به اهمیت کنجد به عنوان یکی از محصولات مهم تأمین کننده روغن خوراکی در ایران، هدف از اجرای این پژوهش بررسی تاریخ‌های کاشت و ژنوتیپ‌های مختلف بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد دانه و اجزای عملکرد کنجد در استان گلستان بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت دو آزمایش مشابه در دو مزرعه در دو منطقه گرگان و گنبد کاووس در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در استان گلستان اجرا شد. در طی دوره رشد و نمو کنجد شهرستان گرگان دارای میانگین بارندگی تقریباً ۱۷۲ میلی-

متر، دامنه نوسانات دمایی ۱۳ درجه سانتیگراد، ارتفاع ۵/۵ متر از سطح دریا و میانگین دمای تقریباً ۲۴ درجه سانتیگراد در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه، ۵۳ دقیقه و ۲۴ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه، ۲۴ دقیقه و ۵۱ ثانیه شرقی قرار دارد. همچنین در طی دوره رشد و نمو کنجد شهرستان گنبد کاووس دارای میانگین تقریباً ۱۴۰ میلیمتر، دامنه نوسانات دمایی ۱۵ درجه سانتیگراد، ارتفاع ۴۶ متر از سطح دریا و میانگین دمای تقریباً ۲۵ درجه سانتیگراد در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه، ۱۶ دقیقه و ۲۷ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه، ۱۳ دقیقه و ۸۳ ثانیه شرقی قرار دارد (جدول ۱) (Payghamzadeh et al., 2022).

این آزمایش در دو مکان در زمینی به مساحت تقریبی ۳۰۰ متر مربع بر اساس طرح کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمار تاریخ کاشت (۱۵ خرداد ماه و ۱۰ تیرماه) به عنوان عامل اصلی و تیمار ژنوتیپ های کنجد متحمل به ریزش دانه (G.KARA0، G.KARA24 و G.KARA42) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. این ژنوتیپ ها از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان تهیه شد.

تناوب مزرعه گندم، باقلا و کنجد میباشد. برای هر دو تاریخ کاشت، یک روز قبل از کاشت ابتدا مزرعه شخم و دیسک زده شد. سپس علف کش ترفلان (۲/۵ لیتر در هکتار) با استفاده از سمپاش پشت تراکتوری به طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش گردید و بلافاصله به طور

سطحی تا عمق حداکثر ۱۰ سانتی متر به وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط شد. نحوه مصرف کود و مواد غذایی بر اساس نتایج آزمون خاک انجام شد (جدول ۲)، به طوری که تمامی کودهای فسفر، پتاس و گوگرد (باضافه ۲ کیلوگرم در هکتار باکتری تیوباسیلیوس) به همراه یک سوم کود نیتروژن از منبع اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار برای مکان گنبد کاووس و ۳۰ کیلوگرم برای مکان گرگان) هم زمان با کاشت به زمین داده شد. یک دوم باقیمانده کود نیتروژن از منبع اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار برای مکان گنبد کاووس و ۳۵ کیلوگرم برای مکان گرگان) نیز هنگامی که ارتفاع بوته تقریباً ۳۰ سانتی متر بود (برای تاریخ کاشت اول ۱۵ تیرماه و برای تاریخ کاشت دوم ۵ مرداد ماه)، استفاده گردید و مابقی آن (۵۰ کیلوگرم در هکتار برای مکان گنبد کاووس و ۳۰ کیلوگرم برای مکان گرگان) در مرحله قبل از گلدهی (برای تاریخ کاشت اول ۵ مرداد ماه و برای تاریخ کاشت دوم ۲۵ مرداد ماه)، مصرف شد. فاصله بین ردیف کاشت ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف کاشت ۸ سانتی متر در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۵ متر و فاصله بین تکرارها ۳ متر لحاظ گردید. عملیات داشت شامل وجین و کنترل علف های هرز در طول فصل رشد به طور منظم انجام شد. علف های هرز مزارع عبارت بودند از اوپاریسلام، سوروف، تاج خروس، گاو پنبه، پیچک صحرایی و غیره. آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه و در مراحل رشدی گیاه به صورت قطره ای انجام گردید. در طول فصل

جدول ۱- داده های هواشناسی محل اجرای آزمایش در گرگان و گنبد در طی مراحل رشدی کلچید
Table 1. Meteorological data of the experimental site in Gorgan and Gonbad during the growth stages of sesame

مکان Location	ماه Month	میانگین دما (درجه سانتی گراد) Mean temperature(°C)	میانگین حداکثر دما (درجه سانتی گراد) Maximum temperature(°C)	میانگین حداقل دما (درجه سانتی گراد) Minimum temperature(°C)	میزان بارش (میلی متر) Rainfall(mm)	ساعات آفتابی Sunshine duration	مجموع تبخیر (میلی متر) Total evaporation (mm)
گرگان	اردیبهشت May	20.10	26.80	13.50	12.10	89.90 87.90	53.40
گنبد		21.20	28.50	13.90	38.80		50.50
گرگان	خرداد June	25.66	33.82	17.51	1.20	323.30 334	245.40
گنبد		26.33	34.82	17.84	2.20		273.90
گرگان	تیر July	28.89	35.15	22.62	0	302.10 320.80	273.30
گنبد		29.89	36.83	22.96	0		309.80
گرگان	مرداد August	28.83	34.49	23.17	12	342.80 259.10	209.90
گنبد		29.57	35.96	23.18	26.40		2103.80
گرگان	شهریور September	27.19	34.95	19.42	14.20	294.20 308.10	220.50
گنبد		27.88	36.13	19.64	2.30		224.90
گرگان	مهر October	24.25	30.38	18.12	18.40	195.30 204.90	129.10
گنبد		24.74	31.50	17.98	12.30		129.80
گرگان	آبان November	15.44	21.23	9.66	95	186 199.70	47.20
گنبد		16.19	22.49	9.88	42.50		66.90
گرگان	مجموع Total	-	-	-	152.90	1633.60 1714.50	1178.80
گنبد		-	-	-	124.50		1269.60
گرگان	میانگین Average	24.34	30.98	17.71	-	233.37 244.93	168.40
گنبد		25.11	32.32	17.91	-		181.37

رشد صفات فنولوژیکی (تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک)، صفات زراعی (شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه های فرعی، و ارتفاع تشکیل کپسول از زمین) براساس انتخاب تعداد ۳

بوته در هر کرت به مساحت ۱۰ متر مربع و نیز صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد (شامل تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در

جدول ۲- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2. Physical and chemical properties of the soil at the experimental site

ویژگی	گرگان	گنبد
Characteristics	Gorgan	Gonbad
اسیدیته	7.40	7.77
pH		
درصد کاتیونهای قابل تبادل CEC(%)	1.60	2.30
درصد کربن آلی	1.71	1.17
Organic carbon(%)		
درصد نیتروژن کل	0.17	0.12
Total nitrogen(%)		
فسفر قابل جذب	16.70	18.20
Available phosphorus		
پتاسیم قابل دسترس	314	329
Available potassium		
بافت خاک	سیلی-رسی-لوم	سیلی-رسی-لوم
Soil texture	Silty-Clay-Loam	Silty-Clay-Loam

هکتار) اندازه گیری شد. هر کرت فرعی شامل ۴ ردیف ۵ متری بود که ۲ ردیف کناری به عنوان اثرات حاشیه حذف گردید و ۲ ردیف وسط پس از حذف یک متر از بالا و یک متر پایین هر ردیف به مساحت ۳ متر مربع برداشت شدند، مورد ثبت و اندازه گیری قرار گرفتند (جدول ۳). تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماري SAS ver. 9.4 انجام شد. ابتدا به منظور بررسی وضعیت نرمال بودن توزیع داده ها، از آماره شاپیرو-ویلک استفاده شد. سپس برای تجزیه واریانس داده ها از دستور طرح کرت های خرد شده و برای مقایسه میانگین های اصلی از آزمون حداقل تفاوت معنی داری (LSD) در سطح احتمال آماري ۵ درصد و برای مقایسه میانگین اثرات متقابل از روش برش دهی استفاده گردید. کلیه نمودارها در نرم افزار Excel 2013 ترسیم گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب ویژگی های رویشی برای ۳ ژنوتیپ کنجد در دو تاریخ کاشت مختلف در دو منطقه گرگان و گنبد نشان

می دهد که از نظر صفت طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک در میان تیمارهای مکان، تاریخ کاشت و نوع ژنوتیپ های کاشته شده اختلاف آماری معنی داری در سطح ۱ درصد وجود دارد اما اثرات متقابل تیمارهای مکان، تاریخ کاشت و مکان تفاوت معنی داری را نشان نداد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان می دهد که ایستگاه گرگان با ۹۲ روز و ایستگاه گنبد کاوس با ۹۰ روز دوره رسیدگی به ترتیب در گروه اول و دوم قرار گرفتند. همچنین دوره رسیدگی در تیمار تاریخ کاشت نشان داد، تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) با ۹۴ روز و در تیمار ژنوتیپ KARA24 با ۹۹ روز در رتبه اول قرار گرفت (جدول ۵). تجزیه واریانس اثرات متقابل به روش برش دهی نشان داد به غیر از اثر متقابل مکان در تاریخ کاشت، سایر اثرات متقابل اختلاف آماری معنی داری را برای صفت دوره رسیدگی وجود دارد (جدول ۷). مقایسه میانگین برهمکنش تیمار ژنوتیپ در تاریخ کاشت نشان داد، ژنوتیپ KARA24 در تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) با ۱۰۰ روز و برهمکنش تیمار ژنوتیپ

جدول ۳- اندازه گیری و محاسبه صفات مورد بررسی در آزمایش

Table 3. Measurement and calculation of the traits in the experiment

روش اندازه گیری	صفت زراعی
Measurement method	Agronomical trait
زمان رسیدگی فیزیولوژیک در ۵۰ درصد از بوته‌های هر کرت‌ها، تقریباً نیمی از کپسول‌ها (کپسول‌های قسمت‌های پایینی) تغییر رنگ کپسول‌ها از سبز کم رنگ به زرد اتفاق می افتد (شروع رسیدگی کپسول و دانه) ثبت گردید.	مرحله نمو اصلی: دوره رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Main developmental stage: Physiological ripening period (days)
Physiological ripening time was recorded when 50% of the plants in each plot, showed a color change in the lower capsules from pale green to yellow, indicating onset of capsule and seed ripening.	
از قسمت طوقه (سطح خاک) تا انتهای آخرین شاخه بر اساس میانگین پنج بوته به طور تصادفی در هر کرت با خط کش مدرج تا دقت سانتی‌متر اندازه گیری شد.	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
The distance from the collar (soil surface) to the end of the last branch was measured using a graduated ruler with centimeter precision, based on the average of five randomly selected plants in each plot.	
تعداد شاخه‌های فرعی بر اساس میانگین پنج بوته تصادفی در هر کرت (به مساحت ۱۰ مترمربع) شمارش و ثبت گردید.	تعداد شاخه‌های فرعی Number of sub-branches
The number of sub-branches was counted and recorded as the average from five randomly selected plants in each plot (10 m ²).	
ارتفاع شروع تشکیل کپسول‌ها از سطح خاک تا اولین کپسول بر اساس میانگین پنج بوته به طور تصادفی در هر کرت با خط کش مدرج تا دقت سانتی‌متر اندازه گیری شد.	ارتفاع کپسول‌بندی (سانتی‌متر) Height of encapsulation (cm)
The height from the soil surface to the first capsule, marking the onset of capsule formation, was measured using a graduated ruler with centimeter precision, based on the average of five randomly selected plants per plot.	
تعداد ۳ بوته در ۱۰ متر مربع، از کل کپسول‌ها از مجموع تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی شمارش و ثبت گردید.	تعداد کل کپسول در بوته Total number of capsules per plant
From three randomly selected plants within each 10 m ² plot, the total number of capsules was counted and recorded, based on the number of shoots present on both the main stem and secondary branches.	
تعداد پنج بوته به طور تصادفی در هر کرت (۱۰ متر مربع) انتخاب، سپس ۱۰ کپسول از هر بوته انتخاب و تعداد دانه‌های آن‌ها شمارش و ثبت گردید.	تعداد دانه در کپسول The number of seeds in the capsule
Five plants were randomly selected from each 10 m ² plot, and ten capsules from each plant were chosen for seed counting. The number of seeds per capsule was recorded accordingly.	
تعداد ۱۰۰۰ دانه به وسیله دستگاه بذر شمار جداسازی شد و سپس با دستگاه ترازوی حساس با دقت هزارم گرم اندازه گیری شد.	وزن هزار دانه (گرم) Weight of 1000 seeds (gr)
A seed counting machine was used to separate 1,000 seeds, which were then weighed using a precision scale with 0.001 g accuracy.	
برای هر کرت (۱۰ مترمربع) پس از حذف دو خط کناری به عنوان اثرات حاشیه، بوته‌های سه خط میلی برداشت شد و پس از جداسازی دانه‌ها و بوجاری، مقدار عملکرد دانه توزین گردید. سپس عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)
For each 10 m ² plot, the two outer rows were excluded to eliminate marginal effects. The three central rows were harvested from the soil surface, and after separating seeds from soil and plant residue, grain yield was measured. Final yield was then calculated and expressed in kilograms per hectare (kg/ha).	

آماري معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۴). در پژوهشی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه گندم بر صفت ارتفاع بوته غیر معنی دار بود (Ghanbari et al., 2012). در این آزمایش در صفت ارتفاع بوته تاثیر مکان بیشتر از ژنوتیپ بود به‌طوری‌که بیشترین مقدار رشد ارتفاعی مربوط

در مکان نیز نشان داد ژنوتیپ KARA24 در دو ایستگاه گرگان و گنبد کاوس به‌ترتیب با ۱۰۰ و ۹۸ روز در رتبه اول قرار گرفت (جدول ۸). تجزیه واریانس صفت ارتفاع بوته نشان داد مکان کاشت اثر معنی‌داری بر این صفت داشت اما تیمارهای تاریخ کاشت و ژنوتیپ تفاوت

به ژنوتیپ های کاشته شده در ایستگاه گرگان با مقدار ۱۷۰/۲ سانتی متر بوده است (جدول ۵). تجزیه واریانس اثرات متقابل نشان داد به غیر از اثر متقابل تاریخ کاشت در ژنوتیپ که تفاوت معنی داری را نشان نداد، میان سایر اثرات متقابل اختلاف آماری معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۷).

مقایسه میانگین برهمکنش سه تیمار مکان، تاریخ کاشت و ژنوتیپ نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به ژنوتیپ KARA24 در تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) و در ایستگاه گرگان با ۱۸۹/۹ سانتی متر بود (جدول ۸). افزایش طول دوره رویش گیاه معمولاً سبب افزایش ارتفاع بوته و خصوصیات رویشی آن می شود و تاخیر در زمان کاشت سبب کاهش ارتفاع بوته می شود. در این مطالعه بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ خرداد بود و تاخیر ۲۷ روزه در زمان کاشت ارتفاع بوته را کاهش داده است، هرچند اختلاف معنی داری در تاریخ کاشت مشاهده نشد (Gloaguen et al., 2018).

تجزیه واریانس صفت تعداد شاخه های فرعی نشان داد میان تیمارهای مکان، تاریخ کاشت و نوع ژنوتیپ های کاشته شده اختلاف آماری معنی داری وجود دارد. همچنین به غیر از برهمکنش سه تیمار مکان، تاریخ کاشت و ژنوتیپ که تفاوت آماری معنی داری را نشان داد در سایر اثرات متقابل اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به تاریخ کاشت اول (۱۵ خرداد) با ۱/۳۶ و ایستگاه گنبد کاوس با ۱/۵۸ بود (جدول ۳). نتایج مطالعه ای تاثیر قابل

توجه تاریخ کاشت بر شاخه های هر بوته را تأیید می کند، به طوری که بیشترین تعداد شاخه در تاریخ کاشت اول (اواسط ژوئن) حاصل شد (Mulkey et al., 1987). در این آزمایش اثر متقابل تاریخ کاشت در ژنوتیپ برای صفت تعداد شاخه های فرعی معنی دار نبود، اما مکان کاشت تاثیر معنی داری در تعداد شاخه های فرعی داشت، به طوری که ژنوتیپ های کاشته شده در ایستگاه گنبد کاوس تعداد شاخه فرعی بیشتری داشتند. اختلاف در شاخه های فرعی می تواند علاوه بر عوامل محیطی، تحت تاثیر منشاء ژنتیکی نیز باشد. تجزیه واریانس اثرات متقابل نشان داد برخلاف اثر تاریخ کاشت در ژنوتیپ که تفاوت آماری معنی داری نداشت، سایر اثرات متقابل اختلاف معنی داری را نشان دادند (جدول ۶). در میان تیمارها، مکان تاثیر بیشتری بر در تعداد شاخه های فرعی داشت، به طوری که بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به ایستگاه گنبد کاوس بود (جدول ۸).

تعداد کپسول در بوته اهمیت زیادی در عملکرد محصول دانه گیاه کنگد دارد (Payghamzadeh et al., 2022). نتایج نشان داد میان تیمارهای مکان، تاریخ کاشت و نوع ژنوتیپ اختلاف آماری معنی داری وجود دارد. همچنین به غیر از اثر متقابل تیمار تاریخ کاشت در ژنوتیپ که تفاوت آماری معنی داری را نشان داد در سایر اثرات متقابل اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین نشان داد که تاریخ کاشت اول (۱۵ خرداد) با تعداد ۶۱ کپسول در بوته در رتبه اول قرار گرفت. همچنین دو ژنوتیپ

KARA24 و KARA42 با تعداد ۶۰ کپسول در بوته بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۵). تجزیه واریانس برهمکنش تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی داری را میان اثرات متقابل نشان داد (جدول ۶). تعداد کپسول مؤثر در واحد سطح به نوع رقم، تراکم بوته‌ها، عمق کاشت و عوامل تغذیه‌ای بستگی دارد. اجرای مدیریت صحیح مانند تاریخ کاشت، میزان بذر مصرفی، عمق کاشت و استقرار مناسب گیاهچه از عواملی هستند که در افزایش تعداد کپسول در واحد سطح تاثیر خواهد داشت. ژنوتیپ KARA42 در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد با تعداد ۶۵ کپسول در بوته در رتبه اول قرار گرفت. مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در ژنوتیپ نشان داد که دو ژنوتیپ KARA24 و KARA42 در ایستگاه گنبد کاوس با تعداد ۶۳ کپسول در هر بوته در رتبه اول قرار گرفتند (جدول ۵). به نظر می‌رسد عوامل به‌زراعی و ژنتیکی می‌توانند در تعیین تعداد کپسول هر بوته تاثیر موثر باشند. گزارش شده است عوامل به‌زراعی مانند تاریخ مناسب کاشت با توجه به دمای محیط و نیز زمان مناسب گلدھی که با گرمای زیاد محیط همراه نباشد می‌تواند موثر باشد زیرا این عوامل منجر به عدم باروری گل‌ها و در پی آن عدم تشکیل تعداد مناسب کپسول در بوته می‌شوند (Mahmoudi, 2018).

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع تشکیل کپسول از زمین نشان داد که تیمار تاریخ کاشت اثر معنی داری بر صفت ندارد. برعکس در تیمارهای مکان و ژنوتیپ اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد. همچنین اثرات متقابل سه

گانه تیمار مکان، تاریخ کاشت و ژنوتیپ نیز تفاوت آماری معنی داری را نشان داد (جدول ۴). بیشترین میانگین ارتفاع کپسول مربوط به ایستگاه گرگان با ۵۵/۱ سانتیمتر بود (جدول ۵). تجزیه واریانس برهمکنش تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی داری را میان اثرات متقابل نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار ارتفاع کپسول مربوط به ژنوتیپ KARA42 در تاریخ کاشت اول و در ایستگاه گرگان با ۶۱/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۶). به‌طور کلی ارتفاع کپسول‌بندی که یک صفت مهم برای برداشت مکانیکی است، اما در اینجا تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت. در همین راستا نتایج یک مطالعه نشان داد که تاریخ کاشت بر صفات ارتفاع بوته تا اولین کپسول، بر صفت ارتفاع کپسول‌بندی و تعداد شاخه‌های فرعی اثر معنی دار ندارد (Gloaguen et al., 2018; El Mahdi, 2007).

تجزیه واریانس صفت تعداد دانه در کپسول نشان داد بر خلاف تیمار مکان، تیمارهای تاریخ کاشت و ژنوتیپ اختلاف آماری معنی داری در سطح ۱ درصد داشته است. همچنین به‌غیر از اثر متقابل مکان در تاریخ کاشت که اختلاف معنی داری را نشان نداد، در اثرات متقابل مکان در ژنوتیپ، تاریخ کاشت در ژنوتیپ و نیز برهمکنش سه تیمار مکان، تاریخ کاشت و ژنوتیپ تفاوت آماری معنی داری مشاهده شده است (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در کپسول مربوط به تاریخ کاشت اول (۱۵ خرداد) با میانگین ۴۸ دانه و دو ژنوتیپ KARA24 و KARA42 به‌ترتیب با میانگین ۴۶ و ۴۷ دانه در

رتبه اول قرار گرفتند (جدول ۵).

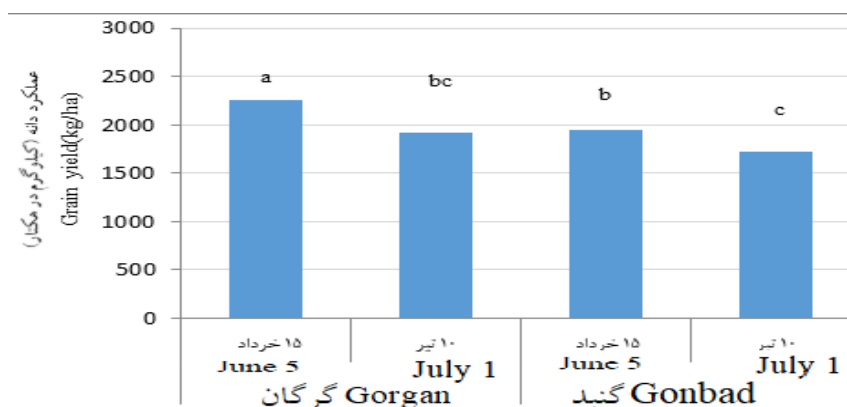
تجزیه واریانس برهمکنش تیمارهای مختلف نشان داد به غیر از اثر متقابل تیمار مکان در ژنوتیپ که اختلاف آماری معنی داری را نشان نداد، در سایر اثرات متقابل اختلاف آماری معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین مقدار تعداد دانه در کپسول مربوط به ژنوتیپ KARA24 در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد بود که این نتیجه دلالت بر برتری ژنتیکی ژنوتیپ KARA24 بر دو ژنوتیپ KARA0 و KARA42 دارد، به طوری که میانگین عملکرد دانه کنجد تحت تاثیر رقم قرار گرفته و از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده شد. طبیعی است با طولانی تر شدن فصل رشد کنجد، افزایش کارایی فتوسنتزی و بهره گیری مطلوب از امکانات محیطی منجر به بهبود عملکرد نهایی محصول خواهد شد (جدول ۷).

تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان داد تیمارهای مکان، تاریخ کاشت و ژنوتیپ اثر معنی داری بر وزن هزار دانه دارد (جدول ۴). تجزیه واریانس برهمکنش تیمارهای مختلف نشان داد به غیر از اثر متقابل تیمار تاریخ کاشت در ژنوتیپ که اختلاف آماری معنی داری را نشان نداد، در سایر اثرات متقابل اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد مشاهده شد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل مکان در ژنوتیپ نشان داد ژنوتیپ های مختلف در ایستگاه گرگان در رتبه اول قرار گرفتند (جدول ۷).

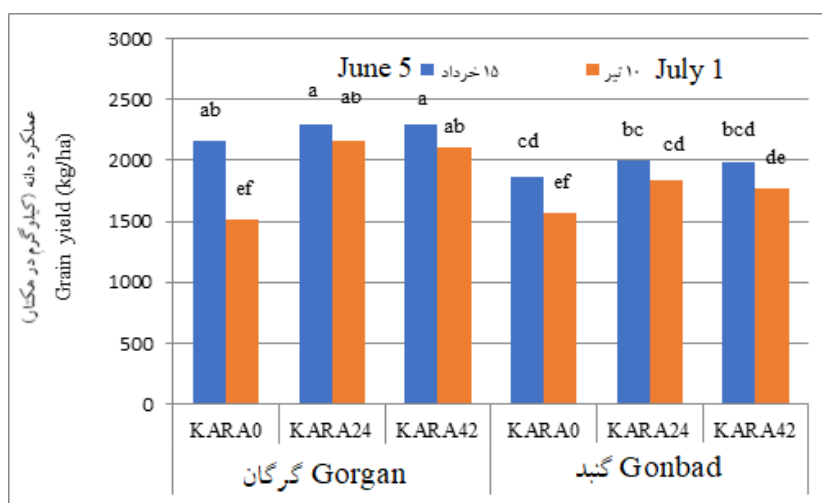
دستیابی به حداکثر عملکرد محصول دانه یکی از اهداف مهم در آزمایش های مزرعه ای است. تجزیه واریانس عملکرد دانه نشان داد میان

تیمارهای مکان، تاریخ کاشت و نوع ژنوتیپ، اختلاف آماری معنی داری در سطح ۱ درصد وجود دارد. همچنین به غیر از اثر متقابل تاریخ کاشت در ژنوتیپ که اختلاف معنی داری را در سطح ۱ درصد نشان داد، در سایر اثرات متقابل میان تیمارها اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین ها نشان داد ایستگاه گرگان با ۲۰۸۹/۷ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با ایستگاه گنبد کاوس (۱۸۳۹/۹ کیلوگرم در هکتار) در جایگاه بالاتر قرار گرفت. همچنین تاریخ کاشت اول (۱۵ خرداد) با میانگین ۲۱۰۳/۱ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با تاریخ کاشت دوم، برتری داشت. بیشترین عملکرد دانه نیز مربوط به دو ژنوتیپ KARA24 و KARA42 به ترتیب ۲۰۷۳/۳ و ۲۰۴۲/۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۵).

تجزیه واریانس برهمکنش تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی داری را میان اثرات متقابل نشان داد (جدول ۶). بیشترین عملکرد دانه نیز مربوط به دو ژنوتیپ KARA24 و KARA42 در ایستگاه گرگان به ترتیب با ۲۲۲۷ و ۲۲۰۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۷). همان طور که در شکل ۱ مشاهده می شود میانگین عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول (۱۵ خرداد) در ایستگاه گرگان بیشتر از ایستگاه گنبد کاوس بود. مقایسه میانگین برهمکنش سه تیمار مکان، تاریخ کاشت و ژنوتیپ نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ خرداد در ایستگاه گرگان و دو ژنوتیپ KARA24 و KARA42 به ترتیب با



شکل ۱-مقایسه میانگین عملکرد دانه در دو مکان و دو تاریخ کاشت مختلف
Figure 1. Comparison of seed yield in two locations and two planting dates



شکل ۲-مقایسه میانگین عملکرد دانه کنجد در سطوح تیمار مکان، تاریخ کاشت و ژنوتیپ
Figure 2. Comparison of the grain yield of sesame across treatment levels of location, planting date and genotype

که عملکرد دانه در گیاه کنجد با تاخیر در زمان کاشت کاهش می‌یابد که دلیل آن می‌تواند مربوط به دمای بالا در اوایل فصل رشد که منجر به رشد زیاد ساقه و کاهش زمان گلدهی می‌شود و نیز سردی هوا و کاهش تابش خورشیدی پس از گرده‌افشانی که در افزایش دانه در کپسول موثر است، باشد (Andria *et al.*, 1995). در مطالعه دیگری مشخصه‌های دما و تشعشعات فعال فتوسنتزی در تاج گیاه کنجد سبب تغییر در عملکرد دانه شد (Nath *et al.*, 2001). گزارش شد که تاخیر در تاریخ کاشت، میانگین عملکرد

۲۳۰۰ و ۲۲۹۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۸ و شکل ۲). این مقدار عملکرد تولید دانه با نتایج مطالعه در منطقه خوی با رقم کرج که در تاریخ ۲۰ خرداد ماه کاشته شده بود (میانگین ۲۰۰۴ کیلوگرم در هکتار) مطابقت داشت (Roshdi & Jafarzadeh, 2014). اما مقدار عملکرد دانه کمی کمتر از ایستگاه گرگان بود که دلیل آن می‌تواند شرایط اقلیمی مانند بارندگی کمتر، رطوبت نسبی کمتر، تبخیر بیشتر، متوسط دمای سالانه بیشتر و عوامل خاکی مانند ماده آلی کمتر منطقه باشد. در این ارتباط مطالعه‌ای نشان داد

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی

Table 4. Analysis of combined variance (mean squares) of the investigated traits									
منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک Length of physiological ripening period	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه های فرعی Number of sub- branches	ارتفاع کپسول Capsule height	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Number of seeds per capsule	وزن هزار دانه Weight of 1000 seeds	عملکرد دانه Grain yield
مکان Location	1	51.36 **	9442.3 **	5.49 **	2215.58 **	99.03 *	2.9 ns	3.43 **	561620.3 **
خطای مکان Location error	4	33.44 **	82.2 ns	0.065 *	3.71 ns	6.96 ns	8.13 ns	0.006 ns	18678.7 ns
تاریخ کاشت Planting date	1	283.36 **	4.15 ns	0.191 **	11.74 ns	255.63 **	387.96 **	0.954 **	688966.4 **
ژنوتیپ Genotype	2	728.53 **	578.7 ns	0.373 **	407.4 **	164.34 **	28.54 **	0.125 *	314867.5 **
اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ Interaction effect of planting date and genotype	2	2.69 ns	426.2 *	0.005 ns	28.35 *	266.81 **	91.23 **	0.056 ns	88772.8 **
اثر متقابل مکان و تاریخ کاشت Interaction effect of location and planting date	1	10.03 ns	1790.8 **	0.03 ns	100.8 **	8.38 ns	42.81 ns	0.444 **	26805.3 ns
اثر متقابل مکان و ژنوتیپ Interaction effect of location and planting date	2	0.86 ns	98.6 ns	0.06 ns	151.26 **	41.58 ns	46.32 *	0.031 ns	38906.1 ns
اثر متقابل مکان و تاریخ کاشت و ژنوتیپ Interaction effect of location and planting date and genotype	2	1.36 ns	883.4 **	0.123 **	32.06 **	45.15 ns	132.2 **	0.159 *	36703.5 ns
خطای آزمایش Experimental error	2	4.91	117.6	0.023	5.49	18.02	13.53	0.038	15793.8
ضرب تغییرات (درصد) CV(%)		2.43	7.04	11.67	4.96	7.27	8.22	5.72	6.39

ns, ** و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

ns, ** and * are non-significant and significant respectively at the probability levels of 1% and 5%

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات زراعی گنجد

Table 5. Comparison of the interaction effects of sesame agronomic traits

مکان کاشت Location	طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک Length of physiological ripening period(day)	ارتفاع بوته Plant height(cm)	تعداد شاخه های فرعی Number of sub-branches	ارتفاع کپسول Capsule height(cm)	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Number of seeds per capsule	وزن هزار دانه Weight of 1000 seeds(gr)	عملکرد دانه Grain yield(kg/ha)
گرگان Gorgan	92.2 ^a	70.2 ^a	0.89 ^b	55.1 ^a	56.7 ^b	44.45 ^a	3.7 ^a	2089.7 ^a
گنبد کاووس Gonbad Kavous	90 ^b	137.8 ^b	1.68 ^a	39.4 ^b	60 ^a	45.09 ^a	3.1 ^b	1839.9 ^b
تاریخ کاشت Planting date								
۱۵ خرداد June 5	88.4 ^b	154.3 ^a	1.36 ^a	46.7 ^a	61 ^a	48 ^a	3.23 ^b	2103.1 ^a
۱۰ تیر July 1	94 ^a	153.6 ^a	1.22 ^b	47.8 ^a	55.7 ^b	41.5 ^b	3.56 ^a	1826.4 ^b
ژنوتیپ Genotype								
KARA0	91.2 ^b	159.5 ^a	1.36 ^a	53.9 ^a	54.1 ^b	41.7 ^b	3.5 ^a	1778.6 ^b
KARA24	99 ^a	152.2 ^{ab}	1.09 ^b	44.4 ^b	60.46 ^a	45.9 ^a	3.4 ^{ab}	2073.3 ^a
KARA42	83.4 ^c	150.2 ^b	1.42 ^a	43.3 ^b	60.51 ^a	46.6 ^a	3.2 ^b	2042.4 ^a

در هر ستون، میانگین های با حروف متفاوت معنی دار آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر اساس آزمون LSD می باشد.
In each column, the means with different letters have a statistically significant difference at the probability level of 0.05 based on the LSD test.

دانه، تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه را کاهش می دهد (Suryavanshi *et al.*, 1990). نتایج عملکرد دانه در دو منطقه گرگان و گنبد کاوس نشان داد که صرف نظر از عوامل تاریخ کاشت و نوع ژنوتیپ، میزان عملکرد دانه در شرایط اقلیمی گرگان بیشتر از گنبد کاوس

می باشد. به عبارتی ژنوتیپ های کاشته شده در ایستگاه گرگان هم در تاریخ کاشت اول و هم در تاریخ کاشت دوم، عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با ایستگاه گنبد کاوس داشتند (جدول ۸). در این پژوهش کمترین مقدار عملکرد دانه (۱۷۷۸/۶ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) بر همکنش تیمارهای مختلف بر صفات زراعی گیاه کجند

Table 6. Analysis of variance (mean square) of the interaction of different treatments on the agronomic traits of sesame plant									
منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک Length of physiological ripening period	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه های فرعی Number of sub-branches	ارتفاع کپسول Capsule height	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Number of seeds per capsule	وزن هزار دانه Weight of 1000 seeds	عملکرد دانه Grain yield
بلوک Block	2	63.4 ^{ns}	42 ^{ns}	0.107 ^{ns}	5.46 ^{ns}	6.49 ^{ns}	6.71 ^{ns}	0.011 ^{ns}	27303.2 ^{ns}
اثر متقابل مکان و تاریخ کاشت Interaction effect of location and planting date	3	114.9 ^{ns}	3745.8 ^{**}	1.9 ^{**}	776 ^{**}	121 [*]	144.5 ^{**}	1/61 ^{**}	42579.3 ^{**}
اثر متقابل مکان و ژنوتیپ Interaction effect of location and genotype	5	302.03 [*]	2043.6 ^{**}	1.27 ^{**}	666.6 ^{**}	102.3 ^{**}	52.14 ^{ns}	0.75 ^{**}	253833.5 ^{**}
اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ Interaction effect of planting date and genotype	5	349.2 ^{**}	287.1 ^{ns}	0.189 ^{ns}	176.7 [*]	223.6 ^{**}	147.1 ^{**}	0.263 ^{ns}	299249.4 ^{**}
اثر متقابل مکان و تاریخ کاشت و ژنوتیپ Interaction effect of location and planting date and genotype	11	164.7 ^{**}	1330.2 ^{**}	0.621 ^{**}	**776	127.2 ^{**}	103.5 ^{**}	0.507 [*]	203263 ^{**}

ns, ** and * are non-significant and significant respectively at the probability levels of 1% and 5%

ns, ** and * are non-significant and significant respectively at the probability levels of 1% and 5%

جدول ۷- مقایسه میانگین برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر صفات زراعی کچمد

Table 7. Comparison of the interaction of planting date and genotype treatments on sesame agronomic traits

تاریخ کاشت Planting date	ژنوتیپ Genotype	طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک Length of physiological ripening period(day)	ارتفاع بوته Plant height(cm)	تعداد شاخه های فرعی Number of sub-branches	ارتفاع کیسول Capsule height(cm)	تعداد کیسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کیسول Number of seeds per capsule	وزن هزار دانه Weight of 1000 seeds(gr)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)
۱۵ خرداد June 5	KARA0	88.5 ^c	157.5 ^a	1.44 ^a	57.8 ^a	60.1ab ^c	45.1 ^c	3.26 ^{ab}	2015.3 ^a
	KARA24	95.7 ^b	159.6 ^c	1.18 ^a	44.1 ^b	57.7 ^{bc}	51.9 ^a	3.25 ^{ab}	2151.3 ^a
	KARA42	81.0 ^d	146.1 ^a	11.47 ^a	41.1 ^b	65.2 ^a	47.1 ^{ab}	3.19 ^b	2142.6 ^a
۱۰ تیر July 1	KARA0	93.8 ^b	161.6 ^a	1.28 ^a	53.1 ^a	48.1 ^d	38.4 ^d	3.73 ^a	1541.7 ^b
	KARA24	103 ^a	145.1 ^a	1.0 ^a	44.7 ^b	63.2 ^{ab}	39.8 ^{cd}	3.55 ^a	1995.3 ^a
	KARA42	85.8 ^c	154.2 ^a	1.75 ^a	45.6 ^{ab}	55.8 ^c	46.1 ^{ab}	3.39 ^{ab}	1942.2 ^a
مکان									
Location	KARA0	92.7 ^b	173.8 ^a	0.89d ^c	57.8 ^a	54.5b	39.2b	3.74a	1837.8b
	KARA24	100.0 ^a	167.1 ^a	0.71 ^d	55.0 ^{ab}	57.4ab	46.9a	3.73a	2227.9a
	KARA42	84.5 ^c	169.7 ^a	1.09 ^c	52.42 ^{bc}	58.1 ^{ab}	47.2 ^a	3.63 ^a	2203.3 ^a
Gorgan	KARA0	89.7 ^b	145.3 ^b	1.82 ^c	50.1 ^c	53.6 ^b	44.3 ^{ab}	3.24 ^b	1719.3 ^b
	KARA24	98. ^a	137.4 ^b	1.47 ^b	33.8 ^d	63.5 ^a	44.8 ^{ab}	3.07 ^b	1918.8 ^b
	KARA42	82.3 ^c	130.7 ^b	1.75 ^a	34.2 ^d	62.9 ^b	46 ^{ab}	2.95 ^b	1881.5 ^b
گیبکدوس GonbadKavous									

در هر ستون، میانگین های با حروف متفاوت دارای تفاوت معنی دار آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر اساس آزمون LSD می باشند.

In each column, the means with different letters have a statistically significant difference at the probability level of 0.05 based on the LSD test.

جدول ۸- مقایسه میانگین برهمکنش سه تیمار مکان، تاریخ کاشت و زونیتپ بر صفات زراعی کلچر

Table 8. Comparison of the interaction of three treatments of location, planting date and genotype on sesame agronomic traits

مکان Location	تاریخ کاشت Planting date	زونیتپ Genotype	طول دوره رسیدگی فیزیولوژیک Length of physiological ripening period(day)	ارتفاع بوته Plant height(cm)	تعداد شاخه های فرعی Number of sub-branches	ارتفاع کپسول Capsule height(cm)	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Number of seeds per capsule	وزن هزار دانه Weight of 1000 seeds(gr)	عملکرد دانه Grain yield(kg/ha)
گرگان Gorgan	۱۵ خرداد	KARA0	90.3 ^{de}	165.8 ^{bd}	1.07 ^{bc}	61.5 ^a	59.7 ^a	44.51 ^c	3.49 ^{bc}	2165.8 ^{ab}
		KARA24	97 ^b	175.2 ^{abc}	0.71 ^d	54.6 ^b	52.4 ^b	52.3 ^a	3.73 ^{ab}	2300.8 ^a
		KARA42	83 ^f	149.4 ^{def}	1.22 ^{bc}	52.4 ^b	64.4 ^a	43.1 ^{cd}	3.73 ^{ab}	2299.3 ^a
	۱۰ تیر	KARA0	95 ^{bc}	181.7 ^{ab}	0.71 ^d	54 ^b	49.3 ^b	33.9 ^c	4 ^a	1509.8 ^{ef}
		KARA24	103 ^a	159.1 ^{cde}	0.71 ^d	55.5 ^b	62.4 ^a	41.5 ^{cd}	3.73 ^b	2154.9 ^{ab}
		KARA42	86.0 ^f	189.9 ^a	0.97 ^c	52.4 ^b	51.8 ^b	51.4 ^{ab}	3.53 ^{bc}	2107.3 ^{ab}
گنبدکاووس GonbadKavo us	۱۵ خرداد	KARA0	868.7 ^{ef}	149.81 ^{def}	1.81 ^a	47.9 ^c	60.4 ^a	45.7 ^b	3.03 ^{de}	1865 ^{cd}
		KARA24	94.3 ^{bc}	143.56 ^{ef}	1.64 ^a	33.7 ^c	63.0 ^a	51.4 ^{ab}	2.77 ^{ef}	2001.8 ^{bc}
		KARA42	79 ^g	142.8 ^{ef}	1.72 ^a	29.7 ^f	66 ^a	51.1 ^{ab}	2.64 ^f	1985.9 ^{cd}
	۱۰ تیر	KARA0	92.7 ^{cd}	141.5 ^{de}	1.84 ^a	52.2 ^b	46.8 ^b	42.9 ^{cd}	3.46 ^{bc}	1573.6 ^{ef}
		KARA24	101.7 ^a	131.1 ^{fg}	1.2 ^b	33.9 ^c	164 ^a	38.2 ^{de}	3.36 ^c	1835.7 ^{cd}
		KARA42	85.7 ^f	118.6 ^g	1.77 ^a	38.7 ^d	59.8 ^a	40.90 ^{cd}	3.25 ^{cd}	1777.1 ^{de}

در هر ستون، میانگین های با حروف متفاوت دارای تفاوت معنی دار آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ بر اساس آزمون LSD می باشند.

In each column, the means with different letters have a statistically significant difference at the probability level of 0.05 based on the LSD test.

KARA0 حاصل شد. مقایسه میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که ژنوتیپ‌های KARA24 و KARA42 به ترتیب با تولید ۲۰۷۳/۳ و ۲۰۴۲/۴ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند (جدول ۵). طبق شکل ۲ اختلاف بین کمترین و بیشترین عملکرد دانه می‌تواند دلالت بر برتری ژنتیکی ژنوتیپ‌های KARA24 و KARA42 نسبت به KARA0 دارد. اصولاً با طولانی شدن فصل رشد و افزایش کارایی فتوسنتزی، بهره‌گیری مطلوب از امکانات محیطی منجر به بهبود عملکرد نهایی محصول خواهد شد که این موضوع در مورد کنجد میزان بیشتری محسوس می‌باشد، زیرا که با کاشت ۲۵ روز زودتر این گیاه میزان عملکرد دانه بیش از دو برابر در تاریخ کاشت اول نسبت به دوم افزایش نشان داد. به عبارتی دیگر کشت دیر هنگام ۱۰ تیر ماه منجر به برخورد دوره پر شدن دانه و رسیدگی کنجد به سرمای زود رس پائیزه و یا بارندگی‌های پائیزه شده که این مسئله برای گیاه گرما دوستی مانند کنجد مناسب نمی‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کنجد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده در دو منطقه گرگان و گنبد کاوس نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با توجه به شرایط آب و هوایی در ایستگاه گرگان در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد و ۱۰ تیر، عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با مزرعه گنبد کاوس داشتند. به نظر می‌رسد چنانچه کاشت کنجد در زمان مناسب

صورت گیرد، گلدهی محصول با گرمای شدید تابستانه مواجه نخواهد شد به طوری که تاریخ کاشت زودتر (۱۵ خرداد) به دلیل زمان کافی جهت رشد رویشی و زایشی و انطباق نیاز حرارتی گیاه با دمای محیط، عملکرد دانه بیشتری نسبت به تاریخ کاشت دیر هنگام (۱۰ تیر) حاصل شد. به عبارتی دیگر، ژنوتیپ‌های KARA24 و KARA42 در تاریخ کاشت اول (۱۵ خرداد) نسبت به ژنوتیپ KARA0 در کاشت دوم (۱۰ تیر) از افزایش عملکرد چشم‌گیری برخوردار بوده، تاخیر در کاشت کنجد به دلیل کاهش طول دوره رشد و عدم وجود فرصت کافی جهت رشد و توسعه تاج پوشش و مواجه شدن با بارندگی پائیزه عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. با وجود اینکه تیمار تاریخ کاشت و اثر متقابل تاریخ کاشت در ژنوتیپ تفاوت معنی‌داری را نشان نداد، اما میانگین ارتفاع بوته در تاریخ کاشت اول (۱۵ خرداد) بیشتر از تاریخ کاشت دوم (۱۰ تیر) بود. از طرف دیگر اثر متقابل مکان در ژنوتیپ و مکان در تاریخ کاشت نشان داد که گیاه کنجد در مزرعه گرگان در مقایسه با مزرعه گنبد کاوس از ارتفاع بیشتری برخوردار بود. لازم به ذکر است که این نتایج مربوط به یکسال زراعی است و برای دستیابی به نتایج کاربردی لازم است پژوهش‌های مشابه برای چندین سال تکرار شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان قدردانی بعمل می‌آید.

References

- Andarkhor, S. A., and Mansori, S. 2015. Evaluation of yield and yield components of sesame promising lines under on-farm conditions in Mazandaran. *Research Achievement Improvement for Crop Production*, 1 (2), 61-68. (In Persian)
- Andria, R., Chiaranda, F. Q., Magliulo, V., and Mori, M. 1995. Yield and soil water uptake of sunflower sown in spring and summer. *Agronomy Journal*, 87: 1122-1128.
- Danaei, K. H. 2015. Effect of planting date on yield and agronomic characteristics of some sesame genotypes in Behbahan region. *Seed and Plant Production Journal*, 2 (31), 1-21. (In Persian).
- Das, R., and Bhattacharjee, C. 2015. Processing sesame seeds and bioactive fractions. *Processing and Impact on Active Components in Food*, pp.385-394.
- El-Mahdi, A. R. A., El-Amin, S. E. M., and Ahmed, F. G. 2007. Effect of sowing date on the performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes under irrigation conditions in northern Sudan. Conference: Proceedings of the 3rd. Scientific Conference of Agricultural Sciences. Assiut University 101 - 105. At: Egypt
- Gloaguen, R. M., Byrd, S., Rowland, D. L., Langham, D. R., and 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.
- Hassanabadi, M., Ebrahimi, M., Farajpour, M., and Dejahang, A., 2019. Variation in essential oil components among Iranian *Ferula assa-foetida* L. accessions. *Industrial Crops and Products*, 140: 111598. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111598>
- Hore, D., King, G. H., and Rathi, R. S. 2002. Collection, cultivation and characterization of buckwheat in the Northeastern region of India. *Fagopyrum*, 19: 11-15.
- Hwang, L. S. 2005. Bailey's industrial oil and fat products. 6th ed, INC
- Khan, A., Najeeb, U., Wang, L., Tan, D.K.Y., Yang, G., Munsif, F., Ali, S., and Hafeez, A., 2017. Planting density and sowing date strongly influence the

- growth and lint yield of cotton crops. *Field Crops Research*, 209: 129-135.
- Mahmoudi, M. 2018. Sesame. Monthly Magazine of Livestock, Agriculture and Industry 112. (In Persian)
- Mulkey, J. R., Drawe, H. J., and Elledge, R. E. 1987. Planting date effects on plant growth and development in sesame. *Agronomy Journal*, 79: 701-703.
- Nath, R., Chakraborty, P. K., and Chakraborty, A. 2001. Effect of climatic variation on yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). At different dates of sowing. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 18: 97-102.
- Payghamzadeh, K., Faraji, A., Kiani, A., Razaghi, M. H., Sadeghnejad, H. R., Younesabadi, M., Haghighi, A., Kia, S. H., Sharifi, M., Shamali, S., Salahi Farahi, M., Ghazaian, M., and Pahlavanrad, M. R. 2022. A comprehensive guide to planting, growing, and harvesting sesame in Golestan province. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 104 p. (In Persian).
- Roshdi, M., Fozi, N., and Jafarzadeh, N. 2014. Investigating vegetative characteristics of four sesame cultivars at different planting dates in Khoy region. *International Conference on New Researches in Agricultural and Environmental Sciences*, December 24, Kuala Lumpur-Malaysia. 3-11. (In Persian with English Summary).
- SAS Institute. 2009. The SAS system for Windows. v. 9.2. SAS Inst., Cary, NC.
- Suravanshi, G. B., Pawar, V. S., and Ransing, S. K. 1990. Effect of sowing dates on yield attributes of sesame. *Annals of Plant Physiology*, 4: 257-259.
- Uzun, B., and Cagiran, M. I. 2006. Comparison of determinate and indeterminate lines of sesame for agronomic traits. *Field Crop Research*, 96: 13-18.

The effects of planting date and location on some agronomic characteristics and yield of sesame genotypes tolerant to non-dehiscent

Gholamhossein Calagari¹, Hossein Kazemi^{2*}, Kamal Payghamzadeh³

1. M.Sc. Graduate in Agrotechnology, Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran .
2. Professor, Dept. of Horticulture, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran. (Corresponding author).
3. Assistant Prof., Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.

Received: August 2024 Accepted: November 2025- DOI: 10.22092/aj.2025.366877.1683

Extended Abstract

Calagari, Gh., Kazemi, H., Payghamzadeh, K., The effects of planting date and location on some agronomic characteristics and yield of sesame genotypes tolerant to non-dehiscent
Applied Research in Field Crops Vol 37, No.2, 2024, 4-6: 15-33(in Persian)

Introduction

Ecologically, sesame is a short-day plant that requires warm weather and abundant light. It is sensitive to temperatures below 19 degrees Celsius, and the required temperature for sesame growth is around 27 degrees Celsius. This plant can be cultivated in a wide range of soils, but this plant grows best in light, well-drained soils, and prefers a pH range between 5 and 8, and is also sensitive to highly acidic and saline soils. One of the major problems in sesame cultivation is capsule dehiscence during ripening, which leads to significant seed loss. The limited availability of genotypes with non-dehiscent traits is a key factor restricting the expansion of sesame production in Iran (Payghamzadeh *et al.*, 2022). Selecting an appropriate planting date allows the crop to make optimal use of climatic variables such as temperature, humidity, day length, while also ensuring that flowering coincides with favorable temperature conditions. Determining the appropriate planting time is crucial for aligning vegetative and reproductive growth stages with
Email address of the corresponding author: E- mail:hkazemi@gau.ac.ir

environmental factors (Khan *et al.*, 2017). Also, it is important to select compatible varieties for each region to achieve the highest quantitative and qualitative yield (Hassanabadi *et al.*, 2019). In order to determine the suitable sowing date and its impact on sesame growth characteristics, this study was carried out in two regions of Golestan province.

Materials & Methods

In order to determine the suitable sowing date for sesame, a split-plot experiment was conducted in 2022 using a randomized complete blocks design with three replications in two regions of Golestan province (Gorgan and Gonbad Kavous). Sowing date was assigned as the main factor (June 5 and July 1), while genotype (KARA0, KARA24 and KARA42) served as the sub-factor. Agronomic practices, including weed control and irrigation, were carried out regularly throughout the growing season. During this period, a range of traits were evaluated: phenological traits such as physiological maturity period, agronomic and growth traits including plant height, number of sub-branches, and capsule height; and yield-related components such as number of capsules per plant, number of seeds per capsule, 1000-seed weight and grain yield. To analyze the variance of the data, a split plot design was used, and to compare the main means, the least significant difference (LSD) test was applied at a statistical probability level of 5%. All graphs were drawn in Excel 2013 software.

Results & Discussion

Analysis of variance showed that planting date had a significant effect on all traits except plant height and capsule height. Also, genotype showed significant differences in growth-related traits. Among the two study locations, Gorgan ranked highest in terms of plant height, number of seeds per capsule, and grain yield per hectare compared to Gonbad Kavous. The interaction analysis between location, planting date, and genotype showed that the highest grain yields were achieved on June 5 in Gorgan for genotypes KARA24 and KARA42, with yields of 2,300 and 2,299 kg/ha, respectively. Comparison of the mean interaction of three treatments:

location, planting date, and genotype showed that the highest plant height was for the KARA24 genotype on the second planting date (July 10) and at the Gorgan station with 189.9 cm. In this study, the lowest grain yield (1778.6 kg/ha) was obtained in the KARA0 genotype. Comparison of the average grain yield in different genotypes showed that the KARA24 and KARA42 genotypes had the highest grain yield with production of 2073.3 and 2042.4 kg/ha, respectively.

Conclusion

The results from the regions of Gorgan and Gonbad Kavous showed that the studied genotypes produced higher grain yields in Gorgan on both planting dates - June 5 and July 1, compared to Gonbad Kavous.

Keywords: Gorgan, Gonbad, Oilseed plant, Yield components.

References

- Hassanabadi, M., Ebrahimi, M., Farajpour, M., and Dejahang, A., 2019. Variation in essential oil components among Iranian *Ferula assa-foetida* L. accessions. *Industrial Crops and Products*, 140: 111598. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111598>
- Khan, A., Najeeb, U., Wang, L., Tan, K., Yang, G., Munsif, F., and Hafeez, A. 2017. Planting density and sowing date strongly influence the growth and lint yield of cotton crops. *Field Crops Research*, 209: 129135-.
- Payghamzadeh, K., Faraji, A., Kiani, A., Razaghi, M. H., Sadeghnejad, H. R., Younesabadi, M., Haghighi, A., Kia, Sh., Sharifi, M., Shamali, S., Salahi Farahi, M., Ghazaian, M., and Pahlavanrad, M. R. 2022. A comprehensive guide to planting, growing, and harvesting sesame in Golestan province. Agricultural Research, Education, and Extension Organization. 104 p. (In Persian).