نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۹
۱۷۷-۱۶۳
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.16692.2528

ارزیابی تولید دانه و میزان روغن در ارقام کنجد تحت‌تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته

*حمیدرضا فنایی[۱]، محمدرضا نارویی‌راد[۲] و محمد کشته‌گر خواجه‌داد[۳]

[۱]دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، زابل، ایران،

[۲]استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، زابل، ایران،

[۳]کارشناس بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، زابل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: عملکرد در گیاهان زراعی هم‌چون کنجد تحت‌تأثیر شرایط محیطی، خصوصیات ژنتیکی و مدیریت مزرعه قرار می‌گیرد، یکی از عوامل مدیریتی که عملکرد کنجد را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد آرایش کاشت و تراکم بوته است. افزایش تراکم روشی برای بالا بردن عملکرد محصول در واحد سطح است و تعیین آرایش کاشت مناسب جهت استفاده بهینه از منابع، شرایط آب و هوایی و ظرفیت ژنتیکی ارقام دارای ضرورت هست. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی آرایش کاشت بر عملکرد ارقام کنجد از طریق تغییر در فاصله بین ردیف و تراکم بوته انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک، واقع در استان سیستان و بلوچستان اجرا گردید. فواصل ردیف در سه سطح شامل ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر، به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم بوته (۲۰، ۳۰ و ۴۰ بوته در مترمربع) و ژنوتیپ (داراب ۱، شوین و محلی سیستان) به‌عنوان عوامل فرعی در نظر گرفته شدند. در این بررسی ویژگی‌های عملکرد و اجزای عملکرد دانه، ویژگی‌های فنولوژیکی، درصد و عملکرد روغن مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت. هم‌چنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر عملکرد دانه، روز تا شروع گلدهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک معنی‌دار بود. اثر فاصله ردیف و رقم بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثر تراکم بوته به غیر از تعداد دانه در کپسول بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه معنی‌دار بود. از طرف دیگر، اثر متقابل سه‌گانه عوامل مورد بررسی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد دانه در سال اول با میانگین ۹۳۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. در بین فواصل ردیف بالاترین عملکرد دانه به

* مسئول مکاتبه: fanay52@yahoo.com

فاصله ردیف ٤٠ سانتی‌متر با میانگین ۸۹۸ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که نسبت به فاصله ردیف ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۲۷ و ١٤ درصد افزایش تولید داشت. در بین تراکم‌های بوته بالاترین عملکرد دانه به تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با میانگین ۸۰۹ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که نسبت به تراکم ۱۰ و٤٠ بوته در مترمربع به‌ترتیب ۷/۸ و ۵ درصد افزایش نشان داد. در بین ارقام مورد بررسی عملکرد دانه رقم داراب ۱ با میانگین ۹۰۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم محلی و شوین به‌ترتیب ۲۳ و ۱۹ درصد برتری داشت. رقم محلی و داراب ۱ بالاترین درصد روغن و عملکرد روغن را در بین ارقام داشتند. اثر متقابل سه‌گانه فاصله ردیف × تراکم بوته × رقم بیش‌ترین عملکرد دانه را با میانگین ۱۱٤۹ کیلوگرم در هکتار در فاصله ردیف ٤٠ سانتی‌متر و تراکم ۳۰ بوته برای رقم داراب ۱ نشان داد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج نشان داد که جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و روغن در کنجد در شرایط منطقه سیستان برای ارقام چند شاخه مانند داراب ۱ و محلی سیستان، رعایت فاصله ردیف ٤٠ سانتی‌متر و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و در ارقام تک‌شاخه مانند شوین رعایت فاصله ردیف ٤٠ سانتی‌متر و تراکم ٤٠ بوته در مترمربع قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آرایش کاشت، اجزای عملکرد، روغن، فاصله ردیف

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) از خانواده Pedaliaceae (پدالیاسه) از جمله گیاهان بومی ایران است که از قرن‌ها پیش در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر کشور کشت شده است. کنجد به‌دلیل ویژگی‌های برجسته از جمله مقاومت بالا به خشکی، مناسب بودن در تناوب زراعی با گندم و جو امکان کشت در نظام‌های زراعی کم‌نهاده و مناطق کم‌باران از اهمیت بسیار زیادی در توسعه کشاورزی پایدار برخوردار است (۳). کنجد علی‌رغم داشتن پتانسیل بالا به دلایلی چون مدیریت ضعیف زراعی، تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده، مصرف کم‌نهاده‌ها و عدم وجود ارقام اصلاح‌شده سازگار و پرمحصول از عملکرد پایین برخوردار هست (۲۰). علاوه بر عوامل اقلیمی یکی از عوامل مدیریتی که عملکرد کنجد را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد آرایش کاشت و تراکم بوته است (۲). افزایش تراکم گیاه زراعی روشی برای بالا بردن عملکرد محصول در واحد سطح است از این طریق تاج پوشش گیاه زراعی سریع‌تر بسته شده و توانایی گیاه زراعی برای جذب تشعشع فتوسنتزی بیش‌تر خواهد بود. در آغاز فصل رشد که اندازه گیاهچه‌ها کوچک و نیازهای آن‌ها محدود است، تداخل مستقیم بین گیاهان مجاور حداقل می‌باشد. با بزرگ‌تر شدن اندازه بوته‌ها و محدود شدن منابع، فشار ناشی از تراکم افزایش می‌یابد (۲۷). ایجاد یک تراکم گیاهی کافی و یکنواخت برای دستیابی به عملکرد دانه بالا ضروری است.

عملکرد دانه یک گیاه روغنی تابعی از تراکم، غلاف روی بوته، دانه در غلاف و وزن هزاردانه می‌باشد (٢٦). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که با انتخاب تراکم و آرایش کاشت مناسب می‌توان تولید و کیفیت را افزایش داد. در فاصله ردیف‌های کم کنترل علف‌های هرز به افزایش عملکرد دانه کمک می‌کند، درحالی‌که فاصله‌های زیاد ردیف‌ها برای رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی مطلوب است (٦).

اوزوترک و سامان (۲۰۱۲) گزارش کردند که متوسط عملکرد دانه در دامنه‌ای از ۹۸۹ کیلوگرم در هکتار (فاصله بین ردیف ۵ سانتی‌متر) تا ۷۱۱/٦ کیلوگرم در هکتار (فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر) مشاهده شد. این پژوهشگران اعلام داشتند که اگرچه

اثر فاصله بین ردیف بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود اما فواصل ردیف وسیع عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (۱۹). جاکوسکا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که فاصله ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه کنجد معنی‌دار بود و آرایش کاشت ۱۰×۷۵ سانتی‌متر مناسب‌ترین برای شرایط منطقه مورد مطالعه پیشنهاد گردید (۱۳). در گزارش آدام و همکاران (۲۰۱۳) ارتفاع بوته با افزایش فاصله بین ردیف کاهش یافت و بالاترین عملکرد دانه به آرایش کاشت ۲۵×۵۰ سانتی‌متر تعلق داشت (۱). در آزمایش‌های ندیم و همکاران (۲۰۱۵) و طاهر و همکاران (۲۰۱۲) نیز افزایش ارتفاع بوته با افزایش تراکم گیاهی در کنجد گزارش گردیده است (۱٦ و ۲۵). در گزارش کاتانگ (۲۰۰۳) عملکرد دانه با افزایش تراکم بوته تا ٤۰۰ هزار بوته در هکتار روند افزایشی نشان داد و بعد از این تراکم، افزایشی در عملکرد دانه مشاهده نشد (۱٤) درحالی‌که روی و همکاران (۲۰۰۹) کاهش در عملکرد دانه را با افزایش فاصله ردیف از ۳۰ به ٤۰ سانتی‌متر گزارش کردند (۲۲). کوچکی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تحت‌تأثیر برهمکنش آرایش کاشت و تراکم بوته عملکرد دانه، تعداد دانه در کپسول و تعداد کپسول در بوته تغییرات معنی‌داری داشت به‌طوری‌که حداکثر تولید ماده خشک در آرایش کاشت لوزی با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع گزارش، که نسبت به آرایش کاشت مربعی و مستطیلی به‌ترتیب ۸ و ۱۳ درصد بالاتر بود (۱۵). ندیم و همکاران (۲۰۱۵) و طاهر و همکاران (۲۰۱۲) طی آزمایش‌ها جداگانه نشان دادند با افزایش تراکم گیاهی تعداد شاخه در گیاه، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه در بوته کاهش اما عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می‌یابد (۱٦ و ۲۵). در آزمایش قاسمیان و همکاران (۲۰۱۰) افزایش تراکم بوته منجر به افزایش دو جزء تأثیرگذار در عملکرد دانه یعنی تعداد کپسول و تعداد دانه در کپسول گردید، به‌طوری‌که ضمن افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز افزایش یافت و رقم اردستان نسبت به رقم داراب ۱٤ از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود (۱۱). در آزمایش رضوانی‌مقدم و همکاران (۲۰۰۵) تراکم۵۰ بوته در مترمربع بالاترین عملکرد دانه (۹۱٤/۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (٤۷۸/٦ کیلوگرم در هکتار) را داشت (۲۱). با عنایت به شرایط خاص منطقه سیستان از جهت بالا بودن درجه حرارت، تشعشع، شدت نور، تبخیر و تعرق بالا و بادهای گرم و خشک موسمی ۱۲۰ روزه، تعیین آرایش کاشت مناسب جهت استفاده بهینه از منابع، شرایط آب و هوایی و ظرفیت ژنتیکی ارقام ضروری است. بنابراین این آزمایش باهدف بررسی آرایش کاشت بر عملکرد ارقام کنجد از طریق تغییر در فاصله بین ردیف و تراکم بوته تدوین و انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار دو سال زراعی (۱۳۹٤-۱۳۹۳ و ۱۳۹۵-۱۳۹٤) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زهک (در استان سیستان و بلوچستان) واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان زابل در طول جغرافیایی ٦۱ درجه و ٤۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ٥٤ دقیقه شمالی و ارتفاع ٤۸۳ متر از سطح دریا اجرا شد. در دو سال آزمایش در سال اول زمین مورد آزمایش سال قبل آیش و در سال دوم گندم بود.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش.

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil in the experimental field.

سال Year	عمق نمونه‌برداری Sampling depth	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی ٪O.C	واکنش گل اشباع pH	پتاسیم قابل‌جذب $mg.kg^{-1}$	فسفر قابل‌جذب $mg.kg^{-1}$	بافت خاک Soil texture
2014	0-30 cm	2.4	0.2	7.9	145	8.2	لوم شنی Sandy loam
2015	0-30 cm	4.2	0.33	8.3	140	8.6	لوم شنی Sandy loam

جدول ۲- برخی اطلاعات هواشناسی طی فصل رشد کنجد.

Table 2. Some of meteorological data during growth period of seseam.

ماه‌های سال Monthe / آماره‌های هواشناسی Meteorological Data	فروردین April		اردیبهشت May		خرداد June		تیر August		مرداد September		شهریور October	
سال Year	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
حداقل دما (درجه سانتی‌گراد) Min Tem (^oC)	15.6	14.9	20.5	20.7	25	25.7	29.5	27.5	28	28	23	24.7
حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد) Max Tem (^oC)	31.1	32	38	38.5	41	41.4	43.3	42.1	41	41.5	37	40.3
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Aver Tem (^oC)	23.3	23	29	29.6	33	33.5	36	35	34.5	34.7	30	32.5
بارندگی Precipitation (mm)	27.6	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
رطوبت نسبی (درصد) Relative Hummidity (%)	42	36	26	27	15	21	15	17	13	17	17	0
تبخیر (میلی‌متر) Evaporate (mm)	233	246	358	385	613	529	734	705	752.7	686	606	514

این پژوهش به‌صورت آزمایش اسپیلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. هر کرت شامل چهار خط کاشت به‌طول ٤ متر بود. تیمارهای آزمایش شامل فاصله بین ردیف‌های کاشت در سه سطح شامل: ٤٠، ٣٠ و ٥٠ سانتی‌متر، به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم بوته در

۳ سطح شامل (۲۰، ۳۰ و ٤۰ بوته در مترمربع) و رقم در سه سطح شامل: (داراب ۱، شوین و محلی سیستان) به‌عنوان عوامل فرعی بودند. ابعاد هر کرت آزمایشی ٤×٤ متر بود. فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. کشت به‌صورت مسطح و هیرمکاری در دهه اول اردیبهشت هر دو سال به‌صورت دستی و براساس سطوح مختلف فاصله بین ردیف انجام گرفت. در مرحله ٦-٤ برگی برای رسیدن به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب (۱۷، ۱۲/۵، ۱۰ سانتی‌متر فاصله روی ردیف)، تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (۱۱، ۸، ٦/٦ سانتی‌متر فاصله روی ردیف) و تراکم ٤۰ بوته در مترمربع (۸، ٦، ۵ سانتی‌متر فاصله روی ردیف) در سه فاصله ردیف ۳۰، ٤۰ و ۵۰ سانتی‌متر، تنک بوته‌ها در خطوط صورت گرفت. علف‌های هرز در طول فصل رشد از طریق وجین دستی کنترل شدند. آبیاری بر اساس تخلیه رطوبتی خاک و در سطح ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی از خاک که معیار عدم ایجاد تنش برای گیاه کنجد در شرایط منطقه محل اجرای آزمایش بود، صورت گرفته است (علیزاده، ۲۰۰۵) (٤). براساس آزمون خاک، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم هم‌زمان با آماده‌سازی زمین به خاک افزوده شد. ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به نسبت‌های ۳۰، ٤۰ و ۳۰ درصد به‌ترتیب قبل از کاشت، ٦-٤ برگی و قبل گل‌دهی به خاک داده شد. در این مطالعه صفاتی شامل ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه شامل تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول و وزن هزاردانه و صفات فنولوژیکی شامل تعداد روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی، اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد ۵ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب تعداد کپسول در گیاه، شمارش و جهت تعیین تعداد بذر در کپسول ۱۰ کپسول انتخاب و براساس یک بوته میانگین‌گیری شدند. تعیین عملکرد دانه از دو خط وسط هر کرت و با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای از سطح ۱ مترمربع انجام و عملکرد دانه در هکتار محاسبه گردید. وزن هزاردانه با توزین چهار نمونه ۲۵۰ تایی با ترازوی حساس ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. درصد روغن دانه‌ها با استفاده از دستگاه NMR مدل A-18-H20۲۵ ساخت کارخانه Bruker کشور کانادا در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تعیین شد. پس از تعیین درصد روغن دانه از حاصل‌ضرب آن در عملکرد دانه، عملکرد روغن محاسبه شد (فنایی و همکاران، ۲۰۱۸) (۸). لازم به ذکر است که نتایج ارائه شده برای درصد روغن و عملکرد روغن در جدول مقایسه میانگین صفات، حاصل تجزیه واریانس سال اول آزمایش می‌باشد و میانگین مربعات این صفات در جدول تجزیه مرکب ذکر نشده است. جهت اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی روی داده‌های دو سال، آزمون یکنواختی واریانس‌های آزمایشی از طریق آزمون بارتلت انجام شد. آزمون نشان داد که برای همه صفات موردبررسی واریانس‌ها یکنواخت بود، بنابراین تجزیه واریانس مرکب براساس تصادفی بودن سال انجام گرفت. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر فاصله بین ردیف، تراکم بوته و رقم بر مراحل فنولوژیکی و ارتفاع بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال، تراکم بوته، اثر متقابل سال × تراکم بوته، اثر رقم و اثر متقابل سال × رقم بر روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی از لحاظ آماری معنی‌دار بودند (جدول ۳). در طی دو سال این آزمایش در سال اول زمان بالاتری برای رسیدن به ۵۰ درصد گلدهی سپری شد. به‌نظر می‌رسد شرایط دمایی مطلوب‌تر از جهت خنک‌تر بودن دما در سال اول در این تاخیر تأثیرگذار بوده است (جدول ۲). در بین تراکم‌های مختلف بوته با افزایش جمعیت گیاهی در واحد سطح تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی تسریع گردیده است. به‌طوری‌که تراکم بوته ٤٠ بوته در مزرعه (٤٠٠ هزار بوته در هکتار) نسبت به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع ٤ روز زودتر وارد مرحله گل‌دهی گردید (جدول ٤). افزایش تعداد بوته در ردیف و ایجاد رقابت بین‌بوته‌ای جهت رسیدن به نور و سایر منابع رشدی عامل ورود سریع‌تر نسبت به شرایط عدم رقابت بر سر این منابع بود. در بین ارقام مورد بررسی رقم محلی با ۳۲ روز کم‌ترین زمان تا شروع گلدهی و رقم شوین با میانگین ٣٦ روز از بیش‌ترین زمان تا شروع گلدهی برخوردار بودند (جدول ٤). به‌نظر اختلاف ژنتیکی میان ارقام در این نتیجه تأثیرگذار بوده است (۱۲). براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس روز تا رسیدگی فیزیولوژیک تحت‌تأثیر معنی‌دار سال، فاصله ردیف، اثر متقابل سال × فاصله ردیف، تراکم بوته، اثر متقابل فاصله ردیف × تراکم بوته، اثر رقم و اثر متقابل سال × رقم قرار گرفت (جدول ۳). مدت زمان طولانی‌تر جهت رسیدن به رسیدگی فیزیولوژیک در سال اول می‌تواند متأثر از شرایط دمایی و رطوبتی آخر فصل طی این سال باشد (جدول هواشناسی ۳). همان‌طورکه از جدول مقایسه میانگین استنباط می‌گردد با افزایش فاصله ردیف از۳۰ به ۵۰ سانتی‌متر زمان تا رسیدگی برداشت افزایش داشت (جدول ٤). عدم رقابت میان بوته‌ها و فضای رشدی مناسب در افزایش دوره رشد رویشی و زایشی می‌تواند تأثیرگذار باشد. در بین تراکم‌های مختلف بوته نیز با افزایش جمعیت گیاه در واحد سطح در تراکم ٤٠ بوته زمان تا برداشت کاهش نشان داد (جدول ٤) که به‌نظر می‌رسد افزایش رقابت بین بوته‌ای و فرار از شرایط نا مطلوب در آخر فصل سبب گردید. تا فصل رشد در این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر زودتر به پایان برسد. آدام و همکاران (۲۰۱۳) بیان نمودند که افزایش جمعیت گیاه در واحد سطح باعث تسریع در تاریخ گلدهی و تاریخ رسیدگی می‌شود (۱). در بین ارقام بیش‌ترین زمان تا برداشت با میانگین ۱۲۰ روز به رقم شوین و کم‌ترین زمان به رقم محلی با میانگین ۱۱۵ روز تعلق داشت که اختلاف در ژنتیک ارقام می‌تواند در این تفاوت دخیل باشد.

جدول ۳- میانگین مربعات صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه تحت‌تأثیر فاصله ردیف، تراکم بوته و رقم در کنجد در تجزیه مرکب دو ساله.

Table 3. Squared mean phonological traits, yield and grain yield components affected row spacing, plant density and cultivar in sesame in combined analysis of variance.

عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه Grain weight1000	دانه در کپسول Seeds Per capsule	کپسول در بوته Capsules per plant	ارتفاع بوته Plant height	روز تا رسیدگی Day to maturity	روز تا ۵۰ ٪گل دهی Day to 50% flowering	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
3156467.73**	0.03^{ns}	39.21^{ns}	193.39^{ns}	2.54^{ns}	764.84**	117.556**	1	سال Year (A)
15702.30	0.12	12.97	104.64	8.29	24.09	3.642	4	تکرار × سال Replication/Y
802416.77**	0.04*	6.73^{ns}	389.34*	350.68**	118.06**	18.56^{ns}	2	فاصله ردیف Row spacing (B)
223829.79**	0.01**	60.76**	69.91^{ns}	1057.58**	123.04**	6.24^{ns}	2	سال × فاصله ردیف B × A
8673.54	0.07	4.25	65.47	13.13	13.43**	10.84^{ns}	8	خطای a Error (a)
55885.66**	0.46**	6.23^{ns}	639.75**	3335.09**	590.22**	176.02**	2	تراکم بوته Plant density (C)
11449.49*	0.10*	21.85^{ns}	306.46**	1197.95**	13.19^{ns}	66.89**	2	سال × تراکم بوته C × A
17943.13**	0.02^{ns}	18.99^{ns}	142.14**	121.95**	75.96**	0.64^{ns}	4	فاصله ردیف × تراکم بوته C × B
21311.55**	0.02^{ns}	12.43^{ns}	156.01**	80.75**	9.22^{ns}	15.55**	4	سال × فاصله ردیف × تراکم بوته C × B × A
677099.35**	0.40**	113.19**	1756.76**	1350.99**	1497.95**	255.89**	2	رقم Cultivar (D)
94248.28**	0.68**	456.31**	130.89*	464.81**	511.28**	236.52**	2	سال × رقم D × A
132872.30**	0.040^{ns}	21.59^{ns}	4.74^{ns}	26.10^{ns}	6.16^{ns}	2.69^{ns}	4	فاصله ردیف × رقم D × B
103013.57**	0.05^{ns}	21.83^{ns}	9.07^{ns}	53.47**	12.68^{ns}	1.70^{ns}	4	سال × فاصله ردیف × رقم D × B × A
27455.59**	0.14**	8.09^{ns}	35.65^{ns}	8.17^{ns}	4.63^{ns}	4.71^{ns}	4	تراکم بوته × رقم D × C
27170.09**	0.071^{ns}	14.16^{ns}	11.74^{ns}	9.97^{ns}	6.96^{ns}	4.63^{ns}	4	سال × تراکم بوته × رقم D × C × A
13972.25**	0.072^{ns}	4.80^{ns}	6.76^{ns}	3.32^{ns}	7.43^{ns}	4.37^{ns}	8	فاصله ردیف × تراکم بوته × رقم D × C × B
11924.30**	0.030^{ns}	901.0^{ns}	10.83^{ns}	8.09^{ns}	14.45^{ns}	3.41^{ns}	8	سال × فاصله ردیف × تراکم بوته × رقم D × C × B × A
2662.39	0.032	9.92	36.96	13.35	9.04^{ns}	2.38	96	خطای b Error (b)
6.66	7.01	7.27	11.58	4.86	2.61	4.50	-	ضریب تغییرات (درصد) C.V%

^{ns} غیرمعنی‌دار، ** و * معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد.

^{ns} non significant, **, * respectively significant at 0.01 and 0.05 probability level.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه تحت‌تأثیر فاصله ردیف، تراکم بوته و رقم در کنجد.

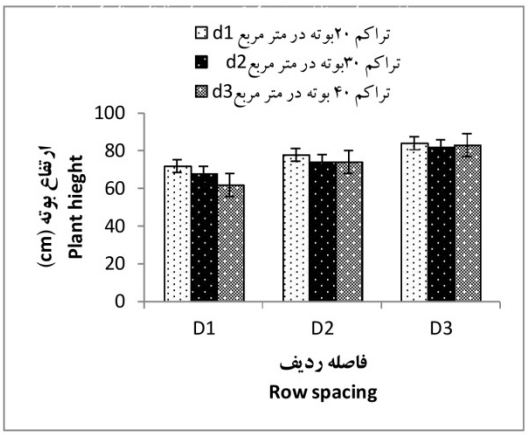
Table 4. Mean comparison of phonological traits, yield and grain yield components affected row spacing, plant density and cultivar.

عملکرد روغن Oil yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد روغن Oil percent	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	وزن هزاردانه (گرم) Grain weight 1000 (gr)	تعداد دانه در کپسول Number seed Per capsule	تعداد کپسول در بوته Number Capsule per plant	ارتفاع بوته Plant height	روز تا رسیدگی Day to maturity	روز تا ۵۰ درصد گلدهی Day to 50% flowering	تیمارها Treatments
									سال Year
487	53	913.79	2.566	43	54	75	117	35	اول First
-	-	634.62	2.538	44	51	75	113	33	دوم Second
									فاصله بین ردیف Row spacing
389.776^{c}	52.77^{a}	654.64^{c}	2.58^{a}	43^{a}	50^{bc}	78^{a}	114^{b}	34^{a}	۳۰ سانتی‌متر (30 cm)
590.98^{a}	53.13^{a}	898.31^{a}	2.55^{a}	43^{a}	52^{b}	75^{b}	115^{ab}	34^{a}	٤۰ سانتی‌متر (40 cm)
479.75^{b}	53.18^{a}	769.66^{b}	2.52^{a}	44^{a}	56^{a}	73^{c}	116^{a}	35^{a}	۵۰ سانتی‌متر (50 cm)
									تراکم بوته Plant density
467.05^{b}	53.47^{a}	745.65^{bc}	2.66^{a}	43^{a}	54^{a}	67^{c}	118^{a}	36^{a}	۲۰ بوته در مترمربع (20 $Plant.m^{2}$)
508.99^{a}	52.64^{a}	809.06^{a}	2.52^{ab}	44^{a}	55^{a}	75^{b}	115^{b}	34^{b}	۳۰ بوته در مترمربع (30 $Plant.m^{2}$)
484.47^{b}	52.97^{a}	767.90^{b}	2.48^{b}	43^{a}	49^{b}	83^{a}	112^{c}	32^{c}	٤۰ بوته در مترمربع (40 $Plant.m^{2}$)
									رقم Cultivar
551.29^{a}	52.93^{b}	901.81^{a}	2.64^{a}	44^{a}	58^{a}	75^{b}	114^{b}	34^{ab}	داراب۱ Darab 1
474.56^{b}	53.92^{a}	692.31^{bc}	2.54^{ab}	42^{b}	47^{b}	70^{ab}	111^{c}	32^{b}	سیستان محلی Local sistan
434.67^{c}	52.23^{b}	728.49^{b}	2.47^{b}	44^{a}	53^{ab}	80^{a}	121^{a}	36^{a}	شوین Shovin

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

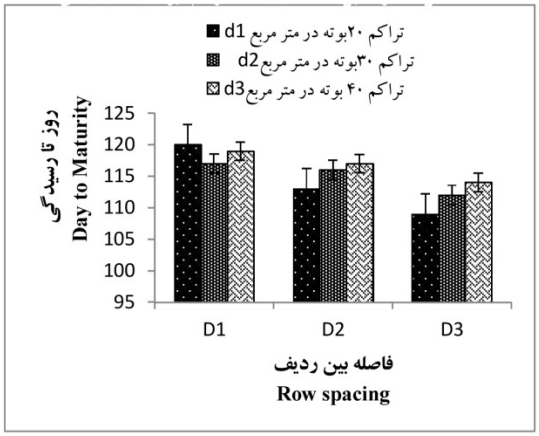
Means by the similar letter(s) were not significantly different at 5% probability level, according to Duncan's Multiple Range Test.

اثر متقابل فاصله ردیف × تراکم بوته نشان می‌دهد که بیش‌ترین روز تا زمان رسیدگی با میانگین ۱۲۰ روز در فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و تراکم بوته ۲۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد (شکل ۱). هم‌چنین نتایج نشان داد که اثر فاصله ردیف، اثر متقابل سال × فاصله ردیف، تراکم بوته، اثر متقابل سال × تراکم بوته، اثر متقابل فاصله ردیف × تراکم بوته، اثر متقابل سال × فاصله ردیف × تراکم بوته، اثر رقم و اثر متقابل سال × رقم و اثر متقابل سال × فاصله ردیف × رقم، بر ارتفاع بوته از لحاظ آماری معنی‌دار بودند (جدول ۳). با افزایش فاصله ردیف و کاهش تعداد بوته در واحد سطح ارتفاع بوته روند افزایشی نشان داد. اگرچه روند تغییرات ارتفاع بوته در فاصله بین ردیف‌ها زیاد نبود (جدول ٤). با افزایش تعداد بوته در مترمربع به‌دلیل رقابت بین بوته‌ها روی ردیف بر سر رسیدن و کسب نور بیش‌تر و یا تغییر ماهیت و کیفیت نور، ارتفاع بالاتری در گیاه ایجاد شده است و بالاترین ارتفاع بوته در تراکم ٤٠ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ٤). در مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله ردیف × تراکم بوته مشاهده می‌شود که بیش‌ترین ارتفاع بوته با میانگین ٨٤ سانتی‌متر در فاصله ردیف ٥٠ سانتی‌متر و تراکم بوته ٢٠ بوته در مترمربع به‌دست آمده است (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل فاصله ردیف × تراکم بوته بر ارتفاع بوته.

Fig. 2. Interaction effect of row spacing and on density on plant height.



شکل ۱- اثر متقابل فاصله ردیف × تراکم بر روز تا رسیدگی.

Fig. 1. Interaction effect of row spacing and density days to days to maturity.

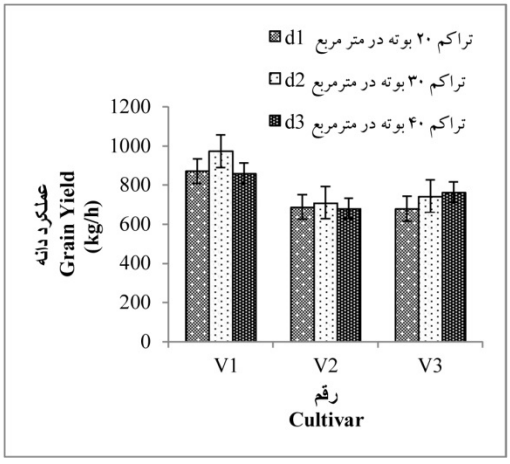
D1= فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر (Row spacing (30 cm، D2= فاصله بین ردیف ٤٠ سانتی‌متر (Row spacing (40 cm، D3= فاصله بین ردیف ٥٠ سانتی متر (Row spacing (50 cm.

گزارش‌های متعددی وجود دارد که بیانگر افزایش ارتفاع بوته با افزایش تراکم بوته است (١٦ و ٢٥). کاهش در فاصله بین ردیف با افزایش تراکم بوته، رقابت بر سر منابع را افزایش می‌دهد و این منابع با پیشرفت در فصل رشد در فواصل نزدیک‌تر در مقایسه با فواصل وسیع‌تر کاهش می‌یابد و در تراکم‌های بالا به‌علت تجزیه کم‌تر هورمون اکسین، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (۱).

اجزای عملکرد و عملکرد دانه: اثر سال بر عملکرد دانه، اثر فاصله بین ردیف، تراکم بوته، رقم، اثر متقابل فاصله بین ردیف × تراکم بوته بر تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه و اثر متقابل تراکم بوته × رقم فقط بر عملکرد دانه از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). همان‌طورکه از اثر برهمکنش فاصله ردیف × تراکم بوته در شکل ۳ استنباط می‌شود، بیش‌ترین تعداد کپسول در بوته با میانگین ٦٠ کپسول در فاصله

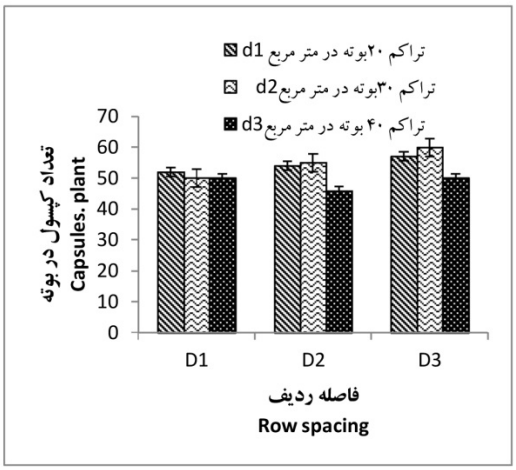
ردیف ۵۰ سانتی‌متر و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد. اگرچه با افزایش فاصله بین ردیف‌ها به ۵۰ سانتی‌متر تعداد کپسول در بوته روند افزایشی داشته اما با ایجاد و تشدید رقابت میان بوته‌ها بر سر منابع رشدی در تراکم بوته بالا زمینه برای کاهش تعداد کپسول در بوته فراهم که در اثر بر همکنش این دو عامل کاملاً مشهود می‌باشد. به‌عبارتی در تراکم‌های کم به‌دلیل وجود فضای کافی رقابت کم‌تری برای جذب آب و عناصر غذایی وجود دارد و گل‌های بیش‌تری تبدیل به کپسول شده و در نهایت تعداد کپسول باقی‌مانده در زمان برداشت نیز بیش‌تر می‌گردد، هم‌چنین در تراکم‌های بالا نفوذ نور به درون تاج پوشش کاهش یافته و سبب افزایش رشد رویشی می‌شود و سبب می‌گردد تا گره‌های پایین گیاه تعداد کم‌تری کپسول داشته و گاه بدون کپسول باشند (۱۵). نتایج پژوهش‌های دیگر نیز بیانگر کاهش تعداد کپسول در بوته با افزایش تراکم بوته است (۱۳، ۱۶ و ۲۵). در بین ارقام مورد بررسی، رقم داراب ۱ با میانگین ۵۸ کپسول از بالاترین تعداد کپسول در بوته برخوردار بود (جدول ۳) گزارش قاسمیان و همکاران (۲۰۱۰) مبنی بر تأثیر تراکم بوته بالا در کاهش تعداد کپسول در بوته و وجود اختلاف میان ارقام از جهت تعداد کپسول در بوته با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (۱۱).

از طرف دیگر، اثر متقابل سال × فاصله ردیف، اثر رقم و اثر متقابل سال × رقم بر تعداد دانه در کپسول از لحاظ آماری معنی‌دار بودند (جدول ۳). بالاترین تعداد دانه در کپسول در سال دوم و در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ٤). به‌نظر شرایط بهینه و مطلوب‌تری از جهت فراهمی منابع برای تشکیل دانه بیش‌تر در کپسول در این تیمار شکل گرفته باشد. در پژوهش‌های (جاکوسکا و همکاران، ۲۰۱۳) و قاسمیان و همکاران (۲۰۱۰) برخلاف نتایج این آزمایش به معنی‌دار شدن اثر تراکم بوته بر تعداد دانه در کپسول اشاره کردند که با نتایج این آزمایش مطابقت نداشت (۱۳ و ۱۱). در بین ارقام مورد بررسی ارقام داراب ۱ و رقم شوین با ٤٤ دانه از بیش‌ترین و رقم محلی با ٤۲ دانه از کم‌ترین تعداد دانه در کپسول برخوردار بودند (جدول ٤).



شکل ٤- اثر متقابل تراکم × رقم بر عملکرد دانه.

Fig. 4. Interaction effect of density and cultivar on density on Grain Yield.



شکل ۳- اثر متقابل فاصله ردیف × تراکم روز بر تعداد کپسول در بوته.

Fig. 3. Interaction effect of Row spacing and density days to capsule per plant.

D1= فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر Row spacing (30 cm)، D2= فاصله بین ردیف ٤۰ سانتی‌متر Row spacing (40 cm)، D3= فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر Row spacing (50 cm)، V1= داراب ۱ Darab 1، V2= محلی Local، V3= شوین Shovin.

به‌نظر می‌رسد طول و عرض کپسول، تعداد کپسول در هر گره و تعداد شاخه حاوی کپسول در این اختلاف، میان ارقام تأثیرگذار بوده باشد. گزارش قاسمیان و همکاران (۲۰۱۰) و قدرتی و همکاران (۲۰۱۷) مبنی وجود اختلاف میان ارقام از جهت تعداد دانه در کپسول بوته با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (۱۱ و ۹). معنی‌دار شدن بر همکنش سال × رقم می‌تواند به‌میزان وابستگی ارقام با شرایط آب و هوایی و اقلیمی طی سال‌های متفاوت نسبت داده شود.

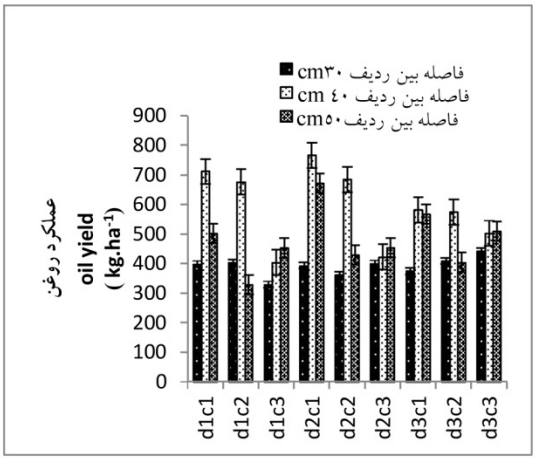
وزن هزاردانه: اثر سال و فاصله ردیف بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود. اما اثر تراکم بوته، اثر متقابل سال × تراکم بوته، اثر رقم، اثر متقابل سال × رقم، اثر متقابل تراکم بوته × رقم بر وزن هزاردانه از لحاظ آماری معنی‌دار بودند (جدول ۳). کم‌ترین وزن هزاردانه با میانگین ۲/٤۸ گرم در تراکم ٤۰ بوته در مترمربع مشاهده شد. جاکویکو و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند وزن هزاردانه در کنجد به‌صورت معنی‌داری با افزایش فاصله ردیف افزایش می‌یابد (۱۳). نجلا و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که بین وزن هزاردانه کنجد در سه فاصله ردیف (۲۵×۲۵، ۲۵×۵۰ و ۲۵×۷۵ (سانتی‌متر) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (۱۷)، در حالی‌که کاهش وزن هزاردانه با افزایش تراکم بوته توسط یانیک (۲۰۱۳)، رضوانی‌مقدم و همکاران (۲۰۰۵) و کوچکی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (۲۷، ۲۱ و ۱۵). در بین ارقام مورد بررسی داراب ۱ با میانگین ۲/٦٤ گرم از بیش‌ترین وزن هزاردانه و رقم شوین با میانگین ۲/٤۷ گرم از کم‌ترین وزن برخوردار بودند (جدول ٤). که به‌نظر می‌رسد دیررسی و زودرسی وضعیت شاخه‌دهی (تک‌شاخه- چندشاخه)، توانایی فیزیولوژیکی و ژنتیکی ارقام از جهت تخصیص مواد به دانه به همراه شرایط آب و هوایی آخر فصل در این نتیجه تأثیرگذار بوده باشد که نیاز به مطالعه بیش‌تر می‌باشد. وجود اختلاف میان ارقام کنجد از جهت وزن هزاردانه در نتایج قاسمیان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کرد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (۱۱).

عملکرد دانه: بالاترین عملکرد دانه در سال اول با میانگین ۹۳۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ٤). مناسب بودن شرایط آب و هوایی برای رشد گیاه در سال اول در این افزایش می‌تواند تأثیرگذار بوده باشد. در بین فواصل ردیف بالاترین عملکرد دانه به فاصله ردیف ٤۰ سانتی‌متر با میانگین ۸۹۸ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که نسبت به فاصله ردیف ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۲۷ و ۱٤ درصد افزایش تولید داشت (جدول ٤). در واقع فاصله ردیف کم، ۳۰ سانتی‌متر از طریق رقابت درون‌بوته‌ای و فاصله ردیف زیاد، ۵۰ سانتی‌متر از طریق رقابت بین‌گونه‌ای باعث کاهش تولید و عملکرد دانه می‌گردد. در بین تراکم‌های بوته بالاترین عملکرد دانه به تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با میانگین ۸۰۹ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ٤). که نسبت به تراکم ۱۰ و ٤۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب ۷/۸ و ۵ درصد افزایش داشت. بسیاری از پژوهشگران مشاهده کردند که عملکرد کنجد معمولاً در تراکم بوته بالا افزایش می‌یابد. ندیم و همکاران (۲۰۱۵)، طاهر و همکاران (۲۰۱۲) آدام و همکاران (۲۰۱۳)، طی پژوهش‌های خود بالاترین عملکرد را در تراکم بوته بالا گزارش کردند. که این نتایج، با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (۱٦، ۲۵ و ۱). در مقابل اراچالام (۱۹۸۹) کاهش تدریجی در عملکرد دانه با افزایش در تراکم بوته از ۲۰۰ هزار

بوته به ٤٠٠ هزار بوته (٥) و دیکسیتی و همکاران (۱۹۹۷) عدم تحت‌تأثیر قرار گرفتن عملکرد دانه کنجد را تحت‌تأثیر تراکم بوته گزارش کردند (۷). به‌نظر اختلافات در نتایج گزارش شده می‌تواند به متفاوت بودن شرایط آزمایش، نوع تیمار به‌ویژه نوع ارقام مرتبط باشد. در بین ارقام مورد بررسی، رقم داراب ۱ با میانگین ۹۰۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به ارقام محلی و رقم شوین به‌ترتیب ۲۳ و ۱۹ درصد برتری عملکرد دانه داشت (جدول ۳). معنی‌دار شدن اثرات متقابل عوامل مورد بررسی در این آزمایش بر عملکرد دانه نشان‌دهنده تأثیر توأم آن‌ها در افزایش تولید دانه می‌باشد. در اثر متقابل تراکم بوته × رقم مشخص گردید که بیش‌ترین عملکرد دانه را رقم داراب ۱ در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع داشت (شکل ٤). اختلاف ارقام از جهت وضعیت شاخه‌دهی (تک‌شاخه و چندشاخه بودن) می‌توانند در تراکم‌های بوته مختلف عکس‌العمل‌های متقاوتی را نیز به دنبال داشته باشد. رقم شوین به‌دلیل تک‌شاخه بودن بیش‌ترین عملکرد دانه را در تراکم بوته بالا نشان داد که به‌نظر می‌رسد از تراکم‌پذیری بالاتری برخوردار است. قاسمیان و همکاران (۲۰۱۰)، آدام و همکاران (۲۰۱۳) به تغییرات عملکرد دانه در تراکم بوته‌های مختلف طی سال‌های متفاوت از جهت آب و هوایی نیز اشاره داشتند (۱۱ و ۱).

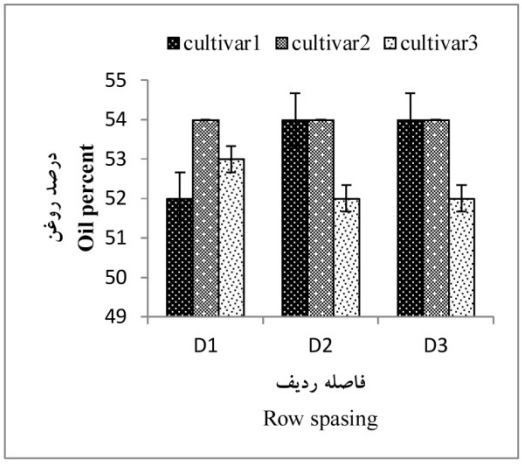
درصد و عملکرد روغن: اثر رقم و برهمکنش فاصله ردیف × رقم بر درصد روغن و اثر تمامی فاکتورها بر میزان عملکرد روغن از لحاظ آماری معنی‌دار بود (نتایج ارائه نشده است). طبق مقایسه میانگین‌ها با افزایش فاصله ردیف (۵۰ سانتی‌متر) و کاهش تراکم بوته (۲۰ بوته در مترمربع) بر درصد روغن کنجد افزوده شده است (جدول ٤). به‌نظر وجود تعداد بوته کافی در واحد سطح به رشد بهتر گیاهان از طریق در دسترس بودن مواد مغذی و آب کمک نموده و این موجب افزایش تجمع مواد غذایی در دانه به‌عنوان بخشی از عملکرد اقتصادی و روغن دانه‌ها شده است. حسینی ولیکی و همکاران (۲۰۱۵) در کنجد و شهری و همکاران (۲۰۱۳) در گلرنگ کاهش در درصد روغن دانه را با افزایش تراکم بوته گزارش کردند (۱۲ و ۲۳) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

ارقام به‌صورت معنی‌داری درصد روغن در کنجد را تحت‌تأثیر قرار داد، به‌طوری‌که رقم محلی بالاترین درصد روغن را در بین ارقام داشت و این نشان‌دهنده افزایش درصد روغن به‌واسطه ظرفیت ژنتیکی گیاهان روغنی بر روی کنجد است (جدول ٤). این نتایج با نتایج سولانکی (۲۰۱۱) و گاندهی و اسراواستاوا (۲۰۰۷) مطابقت داشت (۲٤ و ۱۰). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که بیش‌ترین عملکرد روغن از فاصله ردیف ٤٠ سانتی‌متر و تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد و رقم داراب ۱ در بین ارقام بیش‌ترین مقدار (۵۵۱ کیلوگرم بر هکتار) را داشت (جدول ٤). همان‌طورکه از شکل ٦ تحت‌تأثیر برهمکنش رقم × فاصله ردیف نیز مشخص می‌شود بیش‌ترین درصد روغن در فاصیه ردیف ۵۰ سانتی‌متر و رقم محلی سیستان و بیش‌ترین عملکرد روغن از تیمار فاصله ردیف ٤٠ سانتی‌متر، تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و رقم داراب ۱ به‌دست آمد (شکل ۵). که با توجه به عملکرد دانه بیش‌تر در این تیمار افزایش عملکرد روغن بدیهی و قابل‌توجیه است. نتیجه به‌دست آمده با نتایج اوزل و همکاران (۲۰۰٤) مطابقت داشت (۱۸).



شکل ٥- اثر متقابل تراکم × رقم× فاصله ردیف بر عملکرد روغن.

Fig. 5. Interaction effect of density and cultivars and row spacing on oil yield.



شکل ٦- اثر متقابل رقم × فاصله ردیف بر درصد روغن.

Fig. 6. Interaction effect of cultivars and row spacing on oil percent.

d_1= تراکم ۲۰ بوته در مترمربع (20 Plant.m^2)، d_2= تراکم ۳۰ بوته در مترمربع (30 Plant.m^2)، d_3= تراکم ٤٠ بوته در مترمربع (40 Plant.m^2).

D1= فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر (Row spacing (30 cm، D2= فاصله بین ردیف ٤٠ سانتی‌متر (Row spacing (40 cm، D3= فاصله بین ردیف ٥٠ سانتی متر (Row spacing (50 cm، C_1= داراب ۱ Darab 1، C_2= محلی سیستان Local sistan، C_3= شوین Shovin.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج نشان داد که صفات فنولوژیکی و عملکردی بویژه عملکرد دانه کنجد به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر آرایش کاشت قرار می‌گیرد، با افزایش تراکم بوته از طریق کاهش فاصله ردیف و هم‌چنین کاهش فاصله روی ردیف تا رسیدن به تراکم ۳۰۰۰۰۰ بوته در هکتار اگرچه سبب کاهش اجزای عملکرد در بوته می‌شود اما به‌دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح جبران کاهش در اجزاء صورت گرفته و افزایش عمکرد دانه در واحد سطح را به‌دنبال خواهد داشت. از نتایج این آزمایش استنباط می‌گردد که در کنجد تراکم مطلوب می‌تواند از یک آستانه‌ای پیروی نماید و از آن کم‌تر و بیش‌تر باعث کاهش عملکرد دانه خواهد شد. در تراکم مطلوب استفاده بهینه از منابع آب، نور و به‌ویژه کنترل علف‌های هرز صورت می‌پذیرد که تأثیر مثبت آن‌ها به‌صورت غیرمستقیم در افزایش عملکرد دانه مشهود می‌باشد. بین سه ژنوتیپ مورد استفاده رقم داراب ۱ در تمامی آرایش‌های کاشت مورد بررسی، عملکرد دانه بالاتری تولید کرد. براساس نتایج به‌دست آمده از اثر متقابل عوامل مورد بررسی (فاصله ردیف، تراکم بوته و رقم)، جهت دستیابی به حداکثر تولید دانه و روغن در کنجد در شرایط منطقه سیستان در صورت استفاده از ارقام چندشاخه مانند داراب ۱ و محلی سیستان رعایت فاصله ردیف ٤٠ سانتی‌متر × تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و در صورت استفاده از ارقام تک‌شاخه مانند شوین رعایت فاصله ردیف ٤٠ سانتی‌متر × تراکم ٤٠ بوته در مترمربع قابل توصیه می‌باشد.

منابع

1. Adam, L., Ibrahim, N., Dugje, Y. and Haliru, Y. 2013. Effects of inter-row spacing and plant density on performance of sesame (*Sesamum indicum,* L.) in a Nigerian Sudan Savanna. Sci. Int. (Lahore), 25: 3. 13-519.
2. Adebisi, M.A. 2004. Variation, stability and correlation studies in seedquality and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). University of Agriculture, Abeokuta, Ogun state, Nigeria.
3. Ahmadi, M.R., Farrokhi, A., Agharkh, B., Khayawi, M., Arab, G. and Mohammadi, A. 2000. Introducing sesame single digit. J. Seedlin. Seed. 16: 3. 392-390. (In Persian)
4. Alizadeh, A. 2004. Water, soil and plant relationship. Ferdowsi University Publication, Mashhad, Iran, (6^{th} ed). (In Persian)
5. Arunachalam, L. 1989. Effect of planting dates and population levels on the yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). Madras Agric. J. 76: 98-101.
6. Azerakhsh Torabi, J., Hassanzadeh Gort Tape, A. and Fayyaz Moghaddam, A. 2008. Effect of planting density on morphological characteristics of plant in two bean cultivars. Res. Dev. J. 74: 71-63. (In Persian)
7. Dixit, J.P., Rao, V.S.N., Ambabatiya, G.R. and Khan, R.A. 1997. Productivity of sesame cultivars sown as semi-rabi under various plant densities and nitrogen levels. Crop Res. Hisar, 13: 27-31.
8. Fanaei, H.R., Kaikha, Gh.A., Saranei, M., Akbarimoghadam, A.R., Shariati, F. and Khajedad Keshtkar, M. 2018. Study effect time of terminal irrigation on grain yield, oil and some agronomic traits of canola cultivars (*Brassica napus* L.). Environ. Stress Crop Sci. 11: 1. 65-77.
9. Ghodrati, G.R., Fanaei, H.R., alhani, A., Danaei, A., Aeein, A. and Kazarani., N. 2017. Evaluation of adaptation and yield comparison of promising lines of sesame in Southern regions. Final Rep. Agric. Res. Educ. Exten. Organ. (In Persian)
10. Gandhi, A.P. and Srivastava, J. 2007. Studies on the production of protein isolates from defatted sesame seed (*Sesamum indicum* L.) four and their nutritional profile. Asi. Food J. 14: 3. 175-180.
11. Ghasemian, H., Shirani Rad, A.H. and Lotfifar, A. 2010. Effect of makeup and planting density on yield and yield components of sesame seeds of two sesame genotypes, Third International Seminar on Oilseeds and Edible Oils, Tehran, Sci. Tech. Coordination Center Oil Seeds. 23p.
12. Hosseini Valiki, S.R., Ghanbari, S., Golmohammadzadeh, S. and Riahi Kiasari, K. 2015. Effect of different plant density on growth and yield of three cultivars of sesame (*Sesamum indicum* L.). Biol. Forum. An. Inter. J. 7: 1. 1524-1528.
13. Jakusko, B., Usman, B. and Mustapha, A. 2013. Effect of row spacing on growth and yield of Sesame in Yola, Adamawa State, Nigeria. J. Agric. Vet. Sci. 2: 36-39.
14. Katung, P.D. 2003. The response of two varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.) to different plant populations and sowing dates at Samaru, northern Guinea savanna. J. Agric. Res. 19: 17-27.
15. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Nourbakhsh, F. and Nehbandani, A. 2017.The Effect of planting pattern and density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian J. Field Crop Res. 15: 1. 31-45. (In Persian)
16. Nadeem, A., Kashani, S., Ahmed, N., Buriro, M., Saeed, Z., Mohammad, F. and Ahmed, S. 2015. Growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under the influence of planting geometry and irrigation regimes. Amer. J. Plant Sci. 6: 980-986.
17. Ngala, A.L., Dugje, I.Y. and Yakubu, H. 2013. Effects of inter row spacing and plant density on performance of sesame in a Nigerian Sudan Savanna. Sci. Inst. (Lahore) 25: 3. 513-519.
18. Ozel, A., Demibiek, T., Gur, M.A. and Copu, R.O. 2004. Effect of different sowing date and intra row spacing on yield and some agronomic traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Harran plain are arid conditions. Turk. J. Agric. Forest. 28: 413-419.

19. Oztürk, O. and Şaman, O. 2012. ffects of Different Plant Densities on the Yield and Quality of Second Crop Sesame. Inter J. Agric. Biol. Sci. Engin. 6: 9. 644-649.
20. Pham, T.D., Nguyen, T.D.T., Carlsson, A.S. and Bui, T.M. 2010. Morphological evaluation of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties from different origins. Aust. J. Crop Sci. 4: 7. 498-504.
21. Resvani Moghadam, P., Norouzpour, C., Nobati, M. and Abadi, A.U. 2005. Study of morphological characteristics, grain yield and sesame oil in different plant densities and irrigation intervals. Res. Agric. Crop Iran. 3: 68-57. (In Persian)
22. Roy, N., Abdullah, S.M. and Jahan, M.S. 2009. Yield performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties at varying levels of row spacing. Res. J. Agric. Biol. Sci. 5: 823-827.
23. Shahri, A., Ganjali, H.R. and Fanayi, H.R. 2013. Effect of drought on quantitative and qualitative yield of safflower (Goldasht cultivar) in different planting densities. Inter. J. Agric. Crop Sci. 6: 19. 1342-1346.
24. Solanki, M.H. 2011. Response of different sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties to varying levels of potassium in summer season. M.Sc. (Agric.) Thesis, College Agric. JAU, Junagadh.
25. Tahir, M., Saeed, U., Ali, A., Hassan, I., Naeem, M. and Ibrahim, M. 2012. Optimizing sowing date and row spacing for newly evolved sesame (*Sesamum indicum* L.) variety TH-6. Pakistan J. Life Soc. Sci. 10: 1-4.
26. Wysocki, D. and Sirovatka, N. 2010. Effect of row spacing and seeding rate on winter canola in semiarid Oregon. J. Sci. 85: 444-446.
27. Yaneq, A., Rezvani Moghaddam, P., Zarghani, H. and Mohammadian, M. 2013. Evaluation of aboveground and underground competition between sesame and amaranth and its effect on yield and yield components of sesame. Iran. Agric. Res. 1: 96-86. (In Persian)