تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۴، زمستان ۹۲

مطالعه عملکرد ارقام کرچک ایرانی به روش تجزیه واریانس مرکّب

سید یعقوب موسوی[1]*، مهدی تاج بخش[2] و برات قبادیان[3]

۱*- **نویسنده مسؤول:** دانش آموخته دکتری زراعت ، دانشگاه ارومیه، (eizeh2010@gmail.com)

۲- استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- دانشیار گروه مکانیک دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۸

چکیده

کرچک *Rininus Communis L.* از مهم ترین گیاهان صنعتی در تولید انرژی و دارو می باشد. به منظور بررسی تأثیر تراکم و گوگرد بر اجزای عملکرد و عملکرد چهار رقم کرچک ایرانی آزمایشی در قالب طرح کرت های دو بارخرد شده بر مبنای بلوک های کامل تصادفی در شهرستان ایذه در سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ طراحی و اجرا شد. در کرت اصلی چهار رقم ارومیه، ایذه، کرمان و دزفول، در کرت فرعی سه فاصله کاشت روی ردیف ۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی متر و در کرت فرعی فرعی مصرف گوگرد در سه سطح ۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار گنجانیده شد. نتایج این بررسی نشان می دهد که اجزای عملکرد و عملکرد ارقام کرچک ایرانی تحت تاثیر فاصله کاشت روی ردیف و مصرف مقادیرگوگرد قرار گرفت که مقدار این تاثیر در ارقام گوناگون و در اجزای مختلف با یکدیگر متفاوت است. در این پژوهش رقم دزفول بیشترین (۱۱۷۳۵/۲۸ کیلوگرم در هکتار) و رقم ایذه کمترین عملکرد (۷۱۷۲/۰۸ کیلوگرم در هکتار)، فاصله کاشت روی خط ۷۰ سانتی متر بیشترین (۱۰۲۰۹/۱ کیلوگرم در هکتار) و ۵۰ سانتی متر کمترین عملکرد (۸۱۲۶/۸۳ کیلوگرم در هکتار) و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم گوگرد خالص حداکثر (۹۸۶۸/۳۸ کیلوگرم در هکتار) و تیمار شاهد حداقل عملکرد (۷۹۵۰/۶۳ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد.

کلید واژه ها: کرچک ایرانی، فاصله کاشت ،گوگرد

مقدمه

کرچک متعلق به خانواده فرفیون، گیاهی بسیار ارزشمند بوده که علی رغم وجود آن در بسیاری از نقاط کشور از جمله بخش های مرکزی در جنوبی ناشناخته است. در سال های اخیر جنبه های زراعی (موسوی و همکاران، ۱۳۹۱)، دارویی (ملک زاده، ۱۳۸۸)، صنعتی (صفایی و قبادیان، ۱۳۹۱) و یا پزشکی (پیرداده بیرانوند و همکاران، ۱۳۸۶) این گیاه مورد مطالعه قرار داده اند. این گیاه در مناطق معتدله در فصول گرم سال در یک فصل زراعی رویش نموده ولی در نواحی نیمه گرم و گرم به صورت درختچه و درخت بلند قامت و چندساله محسوب می شود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۱). بررسی ها نشان می دهد که کرچک بومی آفریقای شمالی و کشور اتیوپی می باشد.

تنوع ارقام در کرچک مزیتی محسوب شده که در پرتو استفاده صحیح در انتخاب ارقام مناسب برای هر منطقه می توان به حداکثر تولید دست یافت. پاتاک و ورما[1] (۱۹۶۶) با انتخاب رقم کالپی موفق به افزایش عملکرد دو برابری نسبت به واریته بومی گردیدند. در آزمایش ویس[2] (۱۹۶۷) اختلاف عملکرد میان پانزده واریته پاکوتاه کرچک بین ۳۳۶ تا ۱۶۰۸ کیلوگرم مشاهده گردید. به اعتقاد آرنون (۱۹۹۸) تعداد بوته مورد

1 - Pathak & Verma
2 - Weiss

نیاز در واحد سطح برای دستیابی به حداکثر عملکرد به نوع گیاه زراعی و محیط آن بستگی دارد. این تعداد نمی تواند خیلی کم یا خیلی زیاد باشد، درتراکم خیلی کم بوته، از ظرفیت تولید استفاده کامل به عمل نمی آید و در تراکم خیلی زیاد، رقابت بین بوته ها راندمان کلی گیاه زراعی را کاهش خواهد داد. ایران نژاد و همکاران (۱۳۸۶) فواصل بین ردیف ها را از ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی متر و فواصل بوته ها روی ردیف را بین۴۰ تا ۸۰ سانتی متر توصیه نموده که دارای دامنه نسبتاً وسیعی بوده و با توجه به تنوع ارقام کرچک از نظر قامت و اندازه بوته موضوع مهمی برای مطالعه به نظر می رسد. گوگرد یکی از عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه به شمار می‌رود. گوگرد برای ساختن پروتئین و آنزیم از طریق شرکت در ساختمان اسیدهای آمینه متیونین و سیستئین الزامی است (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۸۷). کومار (۲۰۰۲) معتقد است تغذیه مناسب و استفاده از عناصری همچون گوگرد در افزایش عملکرد کرچک مؤثر است. برای کاشت کرچک فاصله بین ردیف ها ۹۰ الی ۱۲۰ سانتی متر و فاصله بوته ها روی ردیف ۴۰ تا ۷۰ سانتی متر در نظر گرفته می شود. در کرچک های یک ساله و پاکوتاه فاصله ردیف ها ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته می شود. میزان بذر مصرفی برای هر هکتار ۱۵ الی ۳۰ کیلوگرم می باشد. برداشت بذرها در زمانی است که میوه ها کاملا خشک شده اند. برداشت دیرهنگام سبب باز شدن میوه ها وریزش بذور خواهد شد. عمکرد بذر در ارقام معمولی حدود یک تا چهار تن در هکتار بوده و در برخی گزارشات تا بالای ۷ تن نیز گزارش شده است (بی نام ، ۲۰۰۹).

در دانه ی کرچک آلکالوئیدهای سمی به نام ریسین و ریسینین وجود دارند که خوشبختانه در زمان استحصال روغن از دانه ها این آلکالوئیدها در پس مانده ی آن باقی مانده و در روغن وجود ندارند. روغن کرچک از فشردن دانه های بدون پوسته گیاه به دست می آید که پس از تصفیه، بی رنگ کردن و عبور بخار آب به روغن کرچک دارویی تبدیل می شود. از روغن کرچک برای رفع برخی دردهای عضلانی و رماتیسمی استفاده می شود. همچنین به خاطر اثر شدید مسهلی روغن کرچک برای آزمایش های پزشکی که نیاز به خالی بودن روده ها و معده دارد از آن استفاده می شود.

با عنایت به ضرورت تولید کرچک و ارزش اقتصادی آن در صنایع دارو سازی و صنعت سوخت های زیستی مانند تولید بیودیزل و روغن موتور جت به دلیل ویژگی های آن در صنایع هواپیمایی این تحقیق به منظور شناخت ارقام پر محصول، تراکم مناسب برای هر رقم و تعیین نیاز گوگرد اجرا گردید.

مواد و روش ها

قبل از اجرای تحقیق به دلیل و ناشناخته بودن نیازهای اکوفیزیولوژیکی کوچک در محل انجام پژوهش، در سال ۱۳۸۷ پیش آزمایش تعیین تاریخ کاشت مناسب در ایذه خوزستان انجام و بر اساس نتایج مناسب ترین گزینه تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت تعیین گردیده و در سال ۱۳۸۸ طرح اصلی آزمایش اجرا شد. برای اجرای این بررسی از طرح آزمایش کرت های دو بارخرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. چهار رقم کرچک ایرانی به عنوان تیمار اصلی در کرت های اصلی و تراکم (فواصل بوته ها روی خطوط کاشت) به عنوان تیمار فرعی در کرت های فرعی و مصرف گوگرد به عنوان تیمار فرعی فرعی در کرتچه ها منظور شد. فواصل بین ردیف های کاشت یک متر در نظر گرفته شد. ارقام شامل ارومیه، ایذه، کرمان و دزفول بوده که با سه فاصله ۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی متری روی ردیف کاشته شد.مشخصات ارقام بدین شرح است (صفی الدین اردبیلی و همکاران، ۱۳۸۹؛ موسوی و همکاران، ۱۳۹۱):

رقم ارومیه: مبدأ،آذربایجان غربی (ارومیه)، پابلند، دارای رنگ پهنک و دمبرگ سبزرنگ، با بریدگی عمیق

لوب های پهنک، خوشه سبزرنگ، تراکم خوشه متوسط، متوسط رس وطول دوره گلدهی متوسط.

رقم کرمان: مبدأ، کرمان، دارای ارتفاع متوسط، دارای رنگ پهنک سبز، ارغوانی تا بنفش و دمبرگ قرمزرنگ، با بریدگی نیمه عمیق لوب، خوشه ارغوانی رنگ با تراکم فشرده، دیررس و طول دوره گلدهی متوسط.

رقم دزفول: مبدأ، شمال خوزستان، پابلند، دارای رنگ پهنک و دمبرگ سبزرنگ، با بریدگی عمیق لوب های پهنک، خوشه سبزرنگ، با تراکم خوشه متوسط، متوسط رس وطول دوره گلدهی بلند.

رقم ایذه: مبدأ شمال تا شرق خوزستان، دارای ارتفاع متوسط، رنگ پهنک ارغوانی تا قرمز و دمبرگ قرمزرنگ، با بریدگی کم عمق لوب، خوشه قرمز رنگ با تراکم سست، زود تا متوسط رس و طول دوره گلدهی متوسط.

برای هر تیمار پنج ردیف به طول ۱۲ متر اختصاص یافت. تیمارهای گوگردی شامل ۰، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود گرانوله کشاورزی (ساری کود) بوده که به عنوان کود پایه به همراه ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفاته و ۱۰۰کیلوگرم کود اوره به خاک اضافه شد. در زمان ۸ برگی شدن گیاه و یک ماه بعد، دو نوبت کود سرک با تقسیط ۱۰۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار در سال اول و دو نوبت در فروردین و خرداد سال دوم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در هر نوبت مصرف گردید. تراکم های در نظر گرفته شده شامل ۲۰۰۰۰ ، ۱۶۶۶۷و ۱۴۲۸۶ بوته در هکتاربود.

در مرحله برداشت در آزمایشگاه وزن تر بوته های نمونه برداری شده، اندازه گیری شده و پس از اندازه گیری ها سایر صفات رویشی، در آون با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شده و وزن خشک نمونه نیز تعیین گردید. برداشت نهایی دانه به صورت همزمان به تعداد ۵ بوته از هر کرت فرعی فرعی به صورت دستی انجام شد. در سال دوم آزمایش گیاهان باقی مانده در مزرعه از حالت زراعی به سمت درختچه ای و سپس درختی رسیده و با قامتی افراشته با افزایش اجزای عملکرد خود به عملکرد بالایی رسیدند. دانه ها پس از پوست گیری با دستگاه روغن کشی آزمایشگاهی در مرکز تحقیقات بیوانرژی دانشگاه تربیت مدرس روغن کشی شد. برای مقایسه میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن، همبستگی پیرسون، رگرسیون خطی ساده و چندگانه، تجزیه مرکب واریانس و ترسیم نمودارها از برنامه های نرم افزار Mstat-c ، Spss و Statistica استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد خوشه های اصلی

بر اساس نتایج این تحقیق تأثیر رقم، تراکم و مصرف گوگرد بر تعداد خوشه های اصلی کاملاً معنی دار بود. رقم دزفول با ۴/ ۲ و رقم ایذه با ۲/۷۸ خوشه اصلی دارای بیشترین و کمترین تعداد خوشه اصلی بودند. افزایش تراکم منجر به کاهش تعداد خوشه های اصلی و مصرف گوگرد موجب افزایش تعداد آن ها گردید. اختلاف این جزء مهم عملکردی در بین ارقام مربوط به خواص متفاوت ژنتیکی آن ها دارد. در تراکم بالای بوته ها به دلیل رقابت از تعداد خوشه های اصلی کاسته می گردد. گوگرد از عناصر مهم و ضروری بوده و تأثیر مهمی در افزایش جذب سایر عناصر مهم نظیر فسفر در خاک های قلیایی داشته و در افزایش خوشه های اصلی نقش مهمی را به عهده دارد. ایرانی پور و همکاران (۱۳۸۲) تأثیر مثبت گوگرد در جذب فسفر را گزارش کرده اند (جداول ۱و ۲).

تعداد کپسول در خوشه اصلی

تعداد کپسول در خوشه اصلی به شدت متأثر از رقم، تراکم و گوگرد است. رقم کرمان با تولید ۶۸/۳۹ و رقم ایذه با تولید ۴۲/۰۷ کپسول در بوته بیشترین و کمترین کپسول در خوشه را دارا بوده ضمن آن که افزایش تراکم موجب افت این شاخص شده ولی مصرف گوگرد

جدول ۱- تجزیه مرکّب واریانس اجزای عملکرد و عملکرد ارقام کرچک ایرانی تحت تأثیر تراکم و گوگرد

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد خوشه های اصلی	تعداد کپسول در خوشه اصلی	تعداد دانه در خوشه های اصلی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه خوشه های اصلی	تعداد خوشه های فرعی	تعداد کپسول در خوشه های فرعی	مقدار روغن در هکتار	درصد روغن
سال	۱	۹۰.۰۹**	۹۸۸۲.۰۴**	۶۹۲۹۶۶۵.۸۱**	۳۵۶.۱۰**	۹۲۸۰۳۴.۱۴**	۶۷۷.۰۳**	۲۸۹.۳۵**	۴۲۱۹۳۲۵۱۴.۹**	۱.۴۷۲ ns
تکرار	۴	۰.۰۰^{ns}	۰.۲۲^{ns}	۱۵۰.۷۰^{ns}	۰.۱۴^{ns}	۲۱.۹۳^{ns}	۰.۰۰^{ns}	۰.۰۳^{ns}	۶۴۳۷.۵^{ns}	۰.۳۲۸ ns
رقم	۳	۲۲.۸۴**	۶۸۳۴.۱۵**	۱۹۲۷۸۸۵.۷۵**	۲۴۱۳۳۰.۰۱**	۲۵۳۴۷۱.۶۹**	۲۵۰.۲۳**	۲۵۳۰.۶۹**	۶۲۲۶۰۷۱۲**	۱۳۸.۶۷۵**
سال*رقم	۳	۰.۳۴**	۲۸۱.۹۷**	۱۶۵۹۵۵.۰۲**	۵۳.۲۰**	۳۸۱۸۴.۴۳**	۱۵.۳۰**	۸.۵۱**	۱۱۱۰۱۴۱۴.۳**	۰.۶۹۵ ns
خطا	۱۲	۰.۰۰	۰.۰۹	۴۴.۷۱	۰.۰۵	۵.۳۴	۰.۰۰	۰.۰۷	۳۲۲۲.۵	۰.۳۱۵
تراکم	۲	۵.۹۰**	۶۲۵۱.۷۰**	۱۵۱۹۷۴۰.۹۴**	۲۴۹۴۸.۴۵**	۲۷۹۵۲۵.۷۶**	۲۷.۶۵**	۲۶۹۸.۶۹**	۳۱۶۶۵۲۵۴.۷۱**	۴۷.۶۹۸**
سال* تراکم	۲	۰.۲۷**	۶۸.۳۵**	۷۱۰۹۶.۹۸**	۱۲.۴۱**	۱۳۹۶۳.۶۹**	۰.۰۴**	۱.۱۳**	۸۰۳۲۹۰.۵۹**	۰.۰۹۶ ns
رقم* تراکم	۶	۰.۴۸**	۲۰۳.۹۶**	۸۶۷۰۲.۹۷**	۲۳۷۴.۳۹**	۱۲۸۴۲.۸۰**	۱.۳۲**	۲۳.۹۳**	۱۲۷۱۲۰۹.۷۶**	۰.۵۲۶ ns
سال*رقم* تراکم	۶	۰.۰۶**	۱۱۳.۲۴**	۱۳۲۸۱.۳۶**	۳۷.۲۱**	۱۴۵۱.۹۴**	۰.۰۳**	۱۰.۴۰**	۴۶۷۷۸۹.۶۸**	۰.۳۱۶ ns
خطا	۳۲	۰.۰۰	۰.۱۱	۷۷.۲۷	۰.۰۵	۱۰.۲۹	۰.۰۰	۰.۰۵	۳۹۸۸.۵۵	۰.۲۸۵
گوگرد	۲	۱.۵۵**	۵۵۶.۵۳**	۲۲۸۰۱۸.۲۳**	۳۵۰۰.۵۱**	۴۲۰۶۰.۸۳**	۴.۲۶**	۳۵۶.۸۴**	۳۲۳۲۱۷۷۸.۰۴**	۲۰۶.۱۳۵**
سال* گوگرد	۲	۰.۰۸**	۱.۰۱**	۲۰۵۱۷.۰۱**	۲.۸۱**	۴۰۵۵.۱۴**	۰.۰۹**	۲.۹۵**	۲۱۱۹۸۸۳.۸۷**	۰.۲۷۷ ns
رقم *گوگرد	۶	۰.۰۸**	۹.۷۴**	۱۵۲۴۰.۳۳**	۲۷۴.۳۴**	۲۳۱۶.۳۹**	۰.۰۹**	۹.۱۴**	۸۲۶۷۹۴.۰۵۲**	۱.۴۹۳**
سال* گوگرد*گوگرد	۶	۰.۰۳**	۲.۱۴**	۳۵۳۱.۵۳**	۷.۴۷**	۵۲۷.۸۹**	۰.۰۶**	۱.۷۲**	۱۶۵۸۰۲.۱۷۷**	۰.۳۵۱ ns
تراکم*گوگرد	۴	۰.۰۵**	۳۳.۵۴**	۲۱۵۸۷.۰۱**	۳۲۸.۹۱**	۵۰۷۹.۷۲**	۰.۴۰**	۷.۴۱**	۱۳۳۹۵۸۱.۹۱**	۳.۲۸۰**
سال* تراکم*گوگرد	۴	۰.۰۷**	۹.۶۷**	۱۰۸۰۳.۷۴**	۶.۰۵**	۱۸۶۴.۵۴**	۰.۰۳**	۱.۳۹**	۲۲۱۶۶۴.۰۹**	۰.۳۱۹ ns
رقم* تراکم*گوگرد	۱۲	۰.۰۳**	۳.۷۲**	۶۰۴۳.۹۱**	۱۰۸.۲۸**	۸۳۲.۸۳**	۰.۱۶**	۳.۴۸**	۱۴۵۴۲۱.۴۲**	۱.۷۰۰**
سال* رقم* تراکم*گوگرد	۱۲	۰.۰۶**	۸.۰۷**	۷۵۶۹.۱۳**	۲.۸۴**	۹۱۱.۹۷**	۰.۰۵**	۲.۵۳**	۱۰۷۰۲۳.۷۰**	۰.۳۵۲ ns
خطا	۹۶	۰.۰۰	۰.۱۵	۷۵.۴۹	۰.۰۴	۹.۵۳	۰.۰۰	۰.۱۱	۴۷۹۰.۰۴	۰.۴۰۶
ضریب تغییرات(٪)		۱/۴۱	۰/۶۹	۱/۴۹	۰/۰۶	۱/۴۹	۰/۵۸	۰/۸۱	۱/۴۲	۱/۱۸

** معنی دار در سطح آماری کمتر از ۱ ٪ ns غیرمعنی دار

ادامه جدول ۱- تجزیه مرکّب واریانس اجزای عملکرد و عملکرد ارقام کرچک ایرانی تحت تأثیر تراکم و گوگرد

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در خوشه های فرعی	عملکرد دانه خوشه های فرعی در بوته	عملکرد کل دانه در بوته	عملکرد خوشه های اصلی درهکتار	عملکرد دانه خوشه های فرعی درهکتار	عملکرد کل دانه درهکتار
سال	۱	۱۳۴۸۹۹۶۶.۲۸**	۱۶۹۶۲۵۲.۱۰**	۵۱۳۳۶۱۲.۸۵**	۲۵۶۸۱۸۲۲۸.۶۰**	۴۶۷۷۷۵۳۵۹.۴۸**	۱۴۱۷۷۹۸۴۳۷.۸۶**
تکرار	۴	۴۷.۴۸ ns	۶.۵۱ ns	۲۴.۷۳ ns	۵۰۱۰.۷۴ ns	۱۵۸۶.۸۱ ns	۵۰۳۸.۷۵ ns
رقم	۳	۸۰۳۳۸۲۰.۸۳**	۳۹۰۱۵۳.۳۲**	۷۹۴۴۵۹.۰۶**	۶۷۶۳۷۴۳۲.۷۸**	۱۰۵۰۰۶۶۳۷.۰۲**	۲۱۳۹۹۵۱۵۸.۷۱**
سال*رقم	۳	۶۵۸۹۴۲.۹۹**	۵۲۷۲۲.۰۳**	۱۲۵۶۰۰.۷۴**	۱۱۰۶۶۷۹۰.۴۷**	۱۴۴۵۴۱۳۲.۹۷**	۳۵۰۷۱۳۸۶.۸۸**
خطا	۱۲	۴۴.۰۰	۶.۸۸	۸.۶۹	۱۵۲۷.۲۰	۱۹۳۵.۶۱	۲۵۷۷.۷۵
تراکم	۲	۳۶۴۳۴۴۱.۴۱**	۶۳۹۸۵۷.۲۳**	۱۷۶۱۸۲۱.۲۲**	۱۵۶۱۷۹۰۲.۷۰**	۲۹۰۱۷۸۵۹.۳۷**	۸۶۵۳۲۶۴۱.۳۸**
سال* تراکم	۲	۱۰۳۹۵۵.۰۵**	۲۴۳۱۳.۳۱**	۷۴۱۶۸.۲۶**	۷۱۳۶۹۹.۹۰**	۴۳۱۶۳۱.۷۷**	۲۱۲۷۹۴۰.۲۶**
رقم* تراکم	۶	۱۸۲۴۰۸.۶۸**	۱۹۵۶۶.۳۴**	۳۶۰۹۰.۵۴**	۱۲۸۶۸۷۴.۱۰**	۲۴۰۸۶۸۹.۴۱**	۴۰۰۱۰۷۳.۰۱**
سال*رقم* تراکم	۶	۱۲۱۱۸.۱۵**	۳۰۲۰.۱۱**	۵۸۹۹.۲۶**	۵۱۷۹۱۳.۳۷**	۵۲۲۶۵۰.۶۹**	۱۳۰۹۲۷۷.۸۱**
خطا	۳۲	۴۷.۲۱	۵.۷۰	۱۲.۲۳	۲۵۶۷.۳۵	۱۵۵۴.۰۸	۳۱۷۲.۷۲
گوگرد	۲	۵۲۴۸۱۰.۹۵**	۹۲۱۴۶.۰۴**	۲۵۸۰۶۹.۵۱**	۱۰۷۱۸۲۹۷.۰۲**	۲۴۲۲۱۱۲۶.۲۱**	۶۶۹۸۳۷۹۶.۵۷**
سال* گوگرد	۲	۲۸۵۱۱.۵۷**	۵۱۳۵.۰۷**	۱۷۹۶۱.۴۳**	۹۷۸۸۳۱.۸۵**	۱۳۵۳۷۶۵.۰۳**	۴۵۵۰۵۰۵.۹۵**
رقم *گوگرد	۶	۲۶۷۶۲.۱۵**	۲۶۶۱.۴۶**	۸۵۴۴.۱۹**	۵۵۶۹۱۶.۷۹**	۷۰۰۱۶۸.۱۸**	۲۱۴۵۵۵۳.۲۸**
سال* گوگرد*گوگرد	۶	۴۹۲۸.۷۶**	۶۵۱.۹۳**	۲۱۴۳.۵۹**	۱۱۰۵۲۰.۸۸**	۱۷۲۵۵۲.۳۹**	۵۱۰۲۵۱.۴۵**
تراکم*گوگرد	۴	۱۵۵۶۰.۴۸**	۵۷۰۱.۷۲**	۲۱۴۳۲.۹۱**	۷۰۷۴۳۴.۰۹**	۵۸۹۲۳۱.۰۹**	۲۵۶۹۷۱۶.۹۹**
سال* تراکم*گوگرد	۴	۴۰۸۰.۰۷**	۴۶۹.۴۶**	۲۹۰۴.۱۱**	۳۶۱۳۴۶.۴۰**	۱۰۳۱۲۷.۷۱**	۴۹۰۸۳۶.۵۴**
رقم* تراکم*گوگرد	۱۲	۳۳۹۸.۹۱**	۶۸۵.۴۴**	۲۰۹۵.۷۶**	۱۵۴۸۱۱.۰۴**	۱۵۷۸۶۸.۰۳**	۳۹۷۵۶۳.۳۵**
سال* رقم* تراکم*گوگرد	۱۲	۳۲۳۶.۷۹**	۳۲۱.۷۰**	۱۶۹۰.۱۰**	۱۹۷۵۹۴.۱** ۰	۸۶۶۰۴.۷۰**	۳۶۹۲۱۱.۶۰**
خطا	۹۶	۹۲.۹۲	۱۱.۹۵	۲۰.۲۵	۲۶۱۷.۸۸	۳۳۷۲.۲۳	۵۵۶۳.۴۲
ضریب تغییرات (٪)		۰/۹۸	۱/۰۲	۰/۸۳	۱/۵۰	۱/۰۵	۰/۸۳

** معنی دار در سطح آماری کمتر از ۱ ٪ ns غیرمعنی دار

جدول ۲- میانگین اجزای عملکرد و عملکرد کرچک تحت تأثیر رقم، فاصله بوته روی خط کاشت(تراکم کاشت) وگوگرد

عوامل آزمایش	تعداد خوشه های اصلی	تعداد کپسول در خوشه اصلی	تعداد دانه در خوشه های اصلی	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه خوشه های اصلی (گرم در بوته)	تعداد خوشه های فرعی	تعداد کپسول در خوشه های فرعی	تعداد دانه در خوشه های فرعی	عملکرد دانه خوشه های فرعی (گرم در بوته)
تاج بخش	۳.۰۸b**	۵۴.۳۳c**	۵۱۶.۳۸c**	۲۸۸.۰۶d**	۱۴۹.۸۳c**	۹.۰۷b**	۴۱.۷۴b**	۱۱۵۰.۵۲b**	۳۳۳.۶۹b**
ابراهیم	۳.۰۱c	۶۸.۳۹a	۶۴۴.۹۸b	۴۲۵.۶۹a	۲۷۶.۷۴a	۴.۹۵d	۴۱.۵۲c	۶۲۶.۲۴d	۲۶۸.۲۳d
موسوی	۴.۲۴a	۶۱.۵۶b	۸۰۷.۷۲a	۳۱۲.۹۵c	۲۵۶.۴۳b	۹.۷۶a	۴۸.۶۷a	۱۴۴۷.۹۹a	۴۵۸.۲a
قبادیان	۲.۷۹d	۴۲.۰۷d	۳۶۳.۱۷d	۴۰۱.۶۷b	۱۴۷.۷۷d	۷.۲۵c	۳۲d	۷۰۹.۵۶c	۲۸۹.۶۲c
۵۰سانتی متر	۳.۰۱c**	۴۸.۴۴c**	۴۵۷.۴۷c**	۳۴۱.۴۴c**	۱۵۴.۹۷c**	۷.۱۵c**	۳۵.۰۸c**	۷۶۹.۹۹c**	۲۵۱.۳۷c**
۶۰سانتی متر	۳.۲۴b	۵۴.۵۷b	۵۴۹.۵۴b	۳۵۲.۱۶b	۱۹۱.۶۵b	۷.۷۴b	۴۰.۵۶b	۹۶۲.۳۶b	۳۲۲.۷۵b
۷۰سانتی متر	۳.۵۸a	۶۶.۷۵a	۷۴۲.۱۸a	۳۷۷.۶۸a	۲۷۶.۴۵a	۸.۳۸a	۴۷.۳۱a	۱۲۱۸.۳۹a	۴۳۸.۱۸a
شاهد	۳.۱۲c**	۵۳.۵۳c**	۵۲۲.۵۳c**	۳۴۹.۳۴c**	۱۸۱.۵۷c**	۷.۵۲c**	۳۸.۶۴c**	۸۹۶.۲c**	۳۰۰.۴۵c**
۷۵کیلوگرم گوگرد	۳.۳b	۵۷.۲۸b	۵۹۲.۸۸b	۳۵۹.۰۸b	۲۱۲.۲۵b	۷.۷۶b	۴۱.۲۴b	۹۸۷.۷۳b	۳۴۰b
۱۵۰کیلوگرم گوگرد	۳.۴۱a	۵۸.۹۶a	۶۳۳.۷۸a	۳۶۲.۸۶a	۲۲۹.۲۶a	۸a	۴۳.۰۷a	۱۰۶۶.۸a	۳۷۱.۸۶a

اعداد دارای یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار در سطح ۱ ٪ می باشند.

ادامه جدول ۲- میانگین اجزای عملکرد و عملکرد کرچک تحت تأثیررقم، فاصله بوته روی خط کاشت (تراکم کاشت) وگوگرد

عوامل آزمایش	درصد روغن	مقدار روغن (کیکوگرم در هکتار)	عملکرد کل دانه (گرم در بوته)	عملکرد خوشه های اصلی (کیلوگرم درهکتار)	عملکرد دانه خوشه های فرعی (کیلوگرم درهکتار)	عملکرد کل دانه (کیلوگرم درهکتار)
تاج بخش	۵۳.۰۹ b**	۴۲۴۶.۸۱c**	۴۸۳.۵۳c**	۲۴۷۴.۱۸c**	۵۴۹۱.۷۹b**	۷۹۶۵.۹۷c**
ابراهیم	۵۶.۳۵a	۵۰۸۶.۲۷b	۵۴۴.۹۶b	۴۵۵۵.۴۷a	۴۴۵۰.۱۸d	۹۰۰۵.۶۵b
موسوی	۵۳.۱۶ b	۶۲۶۶.۱۵a	۷۱۴.۶۳a	۴۱۹۴.۵۲b	۷۵۴۰.۷۵a	۱۱۷۳۵.۲۸a
قبادیان	۵۳.۲۱ b	۳۸۳۳.۱۲d	۴۳۷.۳۸d	۲۴۳۳.۰۸d	۴۷۳۹c	۷۱۷۲.۰۸d
۵۰سانتی متر	۵۳.۰۷c**	۴۳۲۵.۰۷c**	۴۰۶.۳۴c**	۳۰۹۹.۴۸c**	۵۰۲۷.۳۵c**	۸۱۲۶.۸۳c**
۶۰سانتی متر	۵۴.۱۰b	۴۶۴۸.۴۵b	۵۱۴.۴b	۳۱۹۴.۱۴b	۵۳۷۹.۱۶b	۸۵۷۳.۲۹b
۷۰سانتی متر	۵۴.۶۸a	۵۶۰۰.۷۴a	۷۱۴.۶۴a	۳۹۴۹.۳۲a	۶۲۵۹.۷۸a	۱۰۲۰۹.۱a
شاهد	۵۲.۱۳c**	۴۱۵۰.۲۷c**	۴۸۲.۰۱c**	۲۹۹۶.۰۶c**	۴۹۵۴.۵۷c**	۷۹۵۰.۶۳c**
۷۵کیلوگرم گوگرد	۵۴.۲۶b	۴۹۴۱.۵۲b	۵۵۲.۲۵b	۳۴۹۰.۵۵b	۵۵۹۹.۶۷b	۹۰۹۰.۲۲b
۱۵۰کیلوگرم گوگرد	۵۵.۴۷a	۵۴۸۲.۴۷a	۶۰۱.۱۱a	۳۷۵۶.۳۳a	۶۱۱۲.۰۵a	۹۸۶۸.۳۸a

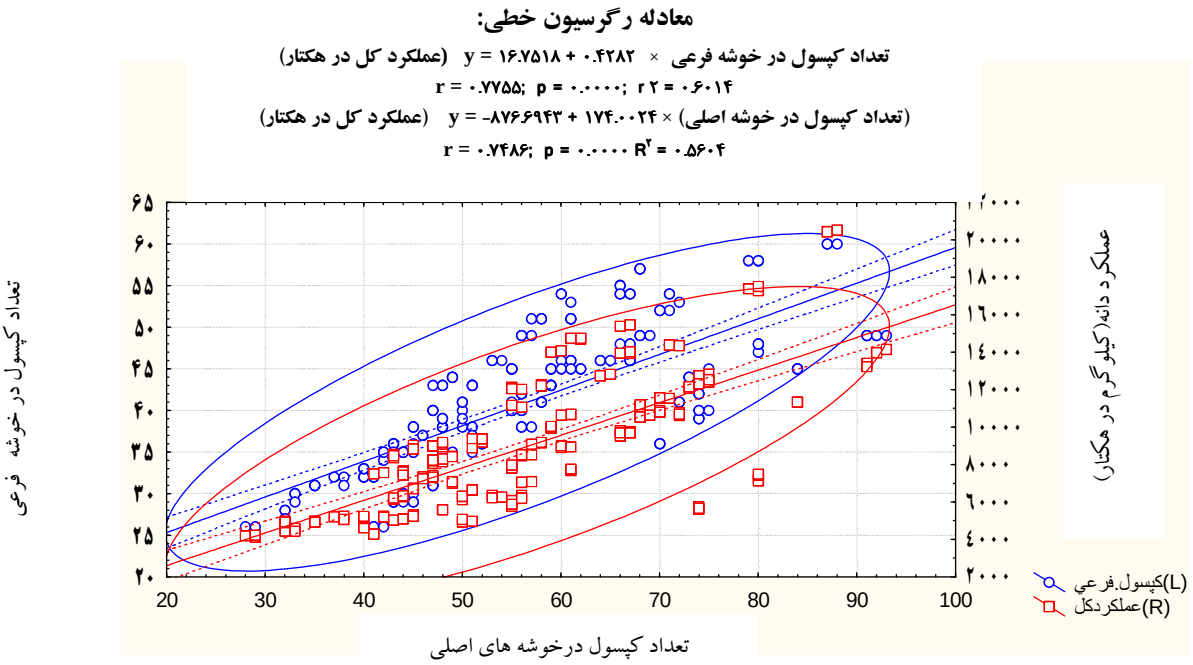
آن را بهبود بخشید. تعداد کپسول در خوشه اصلی ازصفات ژنتیکی بوده که با طول و فشردگی خوشه و تغذیه ارتباط مستقیم دارد. افزایش تعداد آن ها در تراکم پایین به دلیل رقابت کمتر بوته ها بوده است. (شکل ۱ و جداول ۱و ۲).

تعداد دانه در خوشه های اصلی

تعداد دانه در خوشه اصلی ارقام مختلف یکسان نیست. رقم دزفول با ۸۰۷/۷ دانه بیشترین و رقم ایذه با ۳۶۳/۱۷ دانه کمترین دانه در خوشه های اصلی را تولید نموده اند. میزان تولید دانه در تراکم های پایین بیشتر است. مصرف گوگرد سبب افزایش تعداد دانه در خوشه اصلی شد. تعداد دانه در خوشه اصلی تحت تأثیرتعداد کپسول در خوشه اصلی و تعداد دانه در کپسول اصلی بوده که عامل اول ازصفات ژنتیکی بوده و مؤثرتر است چرا که عمدتاً تعداد دانه در کپسول ثابت و سه عدد می باشد. ضمناً تغذیه و ایجاد فضای مناسب برای جذب عناصر ضروری و آب از خاک و نور به بهبود و افزایش تعداد آن ها کمک شایانی می نماید (جداول ۱و ۲).

وزن هزار دانه

ارقام کرچک دارای وزن هزار دانه متفاوتی از دامنه ۲۸۸/۰۶ گرم در رقم ارومیه تا ۴۲۵/۶۹ در رقم کرمان بودند. کاهش تراکم منجر به تولید بذور سنگین تر و مصرف گوگرد موجب ارتقای وزن بذور کرچک گردید. در این تحقیق ارقام پرمحصول وزن هزاردانه کمتری داشتند، هرچند که با افزایش وزن هزاردانه در هر رقم، تراکم و سطوح گوگرد منجر به افزایش عملکرد گردید (جداول ۱و ۲). در جدول۳ میزان همبستگی صفات مهم با یکدیگر و همچنین با عملکرد دانه در بوته و هکتار ذکر شده است. نتایج این بررسی نشان داد که اگر چه وزن هزار دانه رابطه نزدیک و قوی با عملکرد اصلی و فرعی در بوته و یا هکتار نشان داد، لیکن بدان معنی نیست که ارقام پرمحصول لزوماً دارای وزن هزار دانه بیشتری می باشند. وزن هزار دانه در ارقام کرمان و ایذه بسیار بیش تر از دو رقم دیگر است، لیکن این دو رقم دارای تعداد کمتری از اجزای تعیین کننده عملکرد می باشند بدین سبب علی رغم برخورداری از این مزیت نمی توانند از دو رقم دیگر پیشی بگیرند(جداول ۲ و ۳).



شکل ۱- رابطه تعداد کپسول درخوشه های فرعی با عملکرد دانه و تعداد کپسول خوشه های اصلی

جدول ۳- ضرایب همبستگی پیرسون اجزای عملکرد و عملکرد کرچک

	خوشه اصلی	کپسول خوشه اصلی	وزن هزاردانه	عملکرد اصلی بوته	تعداد خوشه فرعی	عملکرد فرعی بوته	عملکرد بوته	عملکردکل	درصد روغن	عملکردروغن درهکتار
خوشه اصلی	۱									
کپسول خوشه اصلی	.۵۱۰**	۱								
وزن هزاردانه	.۷۴۵**	.۷۷۵**	۱							
عملکرد اصلی بوته	.۵۵۲**	.۹۰۹**	.۶۶۵**	۱						
تعدادخوشه فرعی	.۹۲۰**	.۲۸۴**	.۴۵۴**	.۳۷۳**	۱					
عملکردفرعی بوته	.۹۴۰**	.۶۲۵**	.۷۴۳**	.۷۳۶**	.۸۳۹**	۱				
عملکردبوته	.۸۳۰**	.۷۹۹**	.۷۶۰**	.۹۱۰**	.۶۸۵**	.۹۵۱**	۱			
عملکردکل	.۸۰۹**	.۷۴۹**	.۶۵۸**	.۸۷۰**	.۷۲۲**	.۸۹۵**	.۹۴۸**	۱		
درصدروغن	.۳۱۹**	.۱۴۴*	.۳۰۴**	/۰۳۶	.۳۱۴**	.۲۶۷*	.۱۷۹*	/۰۹۹	۱	
عملکردروغن درهکتار	.۱۷۶*	.۵۸۸**	.۱۵۵*	.۶۴۶**	.۱۷۱*	.۳۵۳**	.۵۱۴**	.۴۹۰**	.۲۸۸**	۱

** معنی دار در سطح ۱٪

* معنی دار در سطح ۵ ٪

عملکرد دانه خوشه های اصلی

دو رقم دزفول و کرمان نسبت به دو رقم دیگر از عملکرد خوشه اصلی بالاتری برخودار بودند. در رقم کرمان عملکرد دانه خوشه های اصلی ۲۷۶/۷ گرم در بوته و در رقم ایذه ۱۴۷/۷۶ گرم در بوته بود. همچنین عملکرد خوشه های اصلی در تراکم پایین بیشتر است و نیز گوگرد سبب افزایش عملکرد خوشه های اصلی گردیده است. این معیار تحت تأثیر مؤلفه هایی نظیر تعداد کپسول در خوشه اصلی، تعداد دانه در خوشه های اصلی و وزن هزار دانه قرار دارد که به نظر می رسد نقش دو عامل نخست مهم تر بوده و وزن هزاردانه رابطه شدیدتری با ژنوتیپ ها دارد (جداول ۱و ۲).

تعداد خوشه های فرعی

واکنش ارقام به این جزء مهم عملکرد متفاوت بوده است. رقم دزفول بیشترین و رقم کرمان کمترین تعداد خوشه فرعی را تولید نموده اند. ضمن آن با افزایش تراکم از تعداد خوشه های فرعی کاسته گردید. در حالی که مصرف کود گوگرد سبب افزایش این شاخص گردید. تعداد خوشه های فرعی از توانایی های بالقوه فنوتیپی و فنولوژیکی ارقام بوده که تحت تأثیر تعداد انشعابات جانبی ساقه ها و طول دوره گلدهی قرار می گیرند. ارقام با ساقه های منشعب و دوره بلند گلدهی امکان تولید تعداد بیشتری از خوشه های فرعی را دارا می باشند. در شرایط وجود فضای بیشتر و تغذیه بهتر برای بوته ها این امکان قابل افزایش می باشد (جداول ۱و ۲).

تعداد کپسول در خوشه های فرعی

تعداد کپسول در خوشه های فرعی به شدت متأثر از رقم، تراکم و گوگرد است. رقم دزفول با تولید ۴۸/۶۷ و رقم ایذه با تولید ۳۲ کپسول در خوشه های فرعی بیشترین و کمترین کپسول در خوشه را دارا بوده ضمن آن که با افزایش تراکم، از تعداد کپسول در خوشه فرعی کاسته شده ولی مصرف گوگرد آن را افزایش داد. تعداد کپسول در خوشه فرعی ازصفات ژنتیکی و نیز تحت اثر شرایط محیطی بوده که با طول و فشردگی خوشه و تغذیه ارتباط مستقیم دارد. کاهش تعداد کپسول ها در تراکم بالاتر به سبب رقابت بیشتر بوته ها در جذب آب و عناصرضروری خاک بوده است (جداول ۱و۲).

تعداد دانه در خوشه های فرعی

نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد دانه در خوشه های فرعی ارقام مختلف متفاوت بوده و رقم دزفول با ۱۴۴۷/۹دانه بیشترین و رقم کرمان با ۶۲۶/۲ دانه کمترین دانه در خوشه های فرعی تک بوته را تولید نموده اند. میزان تولید دانه در تراکم های پایین بیشتر بوده ومصرف گوگرد سبب افزایش تعداد دانه در خوشه های فرعی شده است. تعداد دانه در خوشه فرعی ازتعداد کپسول فرعی و تعداد دانه در آن پیروی نموده که تعداد کپسول فرعی به شدت وابسته به وضعیت شاخه ها و انشعابات ساقه و بر اساس صفات ژنوتیپ ها بوده و مؤثرتر است چرا که عمدتاً تعداد دانه در کپسول ثابت و سه عدد می باشد. اگر چه تغذیه و وجود فضای مناسب موجب بهبود و افزایش تعداد آن ها می شود (جداول ۱و ۲).

عملکرد دانه خوشه های فرعی

با بررسی نتایج می توان دریافت که از نظر عملکرد خوشه های فرعی در بوته به ترتیب اولویت رتبه بندی ارقام دزفول، ارومیه، ایذه و کرمان قرار گرفته اند و این در حالی است که رقم کرمان از لحاظ عملکرد خوشه های اصلی در بوته وضعیت مطلوب تری نسبت به دو رقم ارومیه و ایذه داشته است. واکنش گیاه به افزایش تراکم منفی و به افزایش مصرف گوگرد مثبت بوده است. به نظر می رسد اختلاف میان ارقام بیشتر ناشی ازتعداد خوشه های فرعی آن هاست. ارقام با فنوتیپ مناسب تر برای برخورداری از انشعابات شاخه ها که حاوی خوشه می باشد از جمله مهم ترین عامل این تفاوت ها به شمار می رود. ضمن آن که افزایش جذب عناصری همچون گوگرد در فضای مناسب بوته ها پتانسیل ارقام را بهبود می بخشد (جداول ۱و ۲).

عملکرد کل دانه در بوته

اجزای تشکیل دهنده ارکان عملکرد نقش مهم خود را در تعیین عملکرد ارقام، تراکم ها و تیمارگوگردی ایفا نموده، به گونه ای که رقم دزفول با تولید ۷۱۴/۶ و رقم ایذه با تولید ۴۳۷/۳۸ گرم در بوته بیش ترین و کمترین عملکرد را به خود اختصاص داده اند. عملکرد کل دانه در بوته در تراکم های کمتر به علت بهبود نسبی اجزای عملکرد بالاتر بوده، همچنین مصرف گوگرد نیز به ارتقای عملکرد بوته انجامید. این عامل که مجموع عملکرد حاصل از خوشه های اصلی و فرعی می باشد خود تحت تأثیر عوامل یاد شده بر این دو شاخص قرار می گیرد (جداول ۱و ۲).

عملکرد خوشه های اصلی در هکتار

عملکرد خوشه های اصلی ارقام گوناگون کرچک در سطح هکتار متفاوت بود. رقم کرمان با تولید ۴۵۵۵/۴۷ و رقم ایذه با تولید ۲۴۳۳/۰۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب حداکثر و حداقل عملکرد حاصل از خوشه های اصلی را به خود اختصاص دادند. همچنین عملکرد خوشه های اصلی در تراکم پایین و مصرف گوگرد بیشتر، فزونی یافت. افزایش عملکرد در ارقام پرمحصول در این تحقیق به تعداد بیشتر خوشه های اصلی مربوط می شود. ارقامی که دارای شاخه های با انشعاب بیشتر می باشند از این امکان برای استحصال عملکرد بالاتر بهره برداری می کنند (جداول ۱و ۲).

عملکرد دانه خوشه های فرعی درهکتار

عملکرد حاصل از خوشه های فرعی ارقام متفاوت بوده و رقم دزفول با ۷۵۴۰/۷ کیلوگرم درهکتار و کرمان با ۴۴۵۰/۱۸ به ترتیب حداکثر و حداقل عملکرد حاصل از خوشه های فرعی را به خود اختصاص دادند. با افزایش تراکم عملکرد حاصل از خوشه های فرعی، روند نزولی و با مصرف گوگرد این شاخص مهم روند صعودی داشت. تعداد خوشه های فرعی و تعداد دانه در خوشه در تفاوت ارقام برای حصول عملکرد بالا ضروری به نظر می رسد. تراکم بالا با افزایش رقابت مانع تشکیل تعداد بیشتری از خوشه های فرعی می شود (جداول ۱و ۲).

عملکرد کل دانه درهکتار

عملکرد ارقام در سال دوم بین ۷۱۷۲/۰۸ تا ۱۱۷۳۵/۲۸ کیلوگرم در هکتار متغیر بوده که رتبه ارقام به ترتیب دزفول، کرمان، ارومیه و ایذه بود. نقش تراکم کشت نیز بسیار مؤثر بوده و فاصله کاشت ۵۰ سانتی متری روی خط عملکردی معادل ۸۱۲۶/۸ کیلوگرم در هکتار و فاصله کاشت ۷۰ سانتی متری روی خط عملکردی معادل ۱۰۲۰۹/۱کیلوگرم در هکتار داشته است. عملکرد در شرایط عدم مصرف گوگرد ۷۹۵۰/۶۳ کیلوگرم در هکتار بوده در حالی که در سطح سوم این تیمار با مصرف گوگرد خالص به میزان ۱۵۰ کیلوگرم عملکرد به ۹۸۶۸/۳۸ کیلوگرم در هکتار رسیده است که نشان از تأثیر فراوان گوگرد در عملکرد این گیاه روغنی می باشد (جداول ۱و ۲). بر اساس گزارش سپهوند (۱۳۸۲) با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار عملکرد سویا در لرستان ۶۵۰ کیلوگرم افزایش داشته است. محنت کش (۱۳۸۲) درشهرکرد نتیجه گرفت که افزایش گوگرد تا ۳۰۰ کیلوگرم عملکرد کلزا را افزایش داد ولی مصرف ۵۰کیلوگرم گوگرد به همراه تیوباسیلوس نیز اثر مشابه داشته است.

در هندوستان میزان عملکرد در گزارش کومار (۲۰۰۲) در زراعت دیم بین۲۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و در زراعت آبی ۵۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار در دوره ۱۵۰ تا ۱۸۰ غالباً ۱۶۰ تا ۱۷۰ روزه گزارش شده است. نتایج این پژوهش با یافته های سایر محققان در زمینه عملکرد متفاوت ارقام، تأثیر تراکم و آرایش کاشت و مصرف گوگرد همخوانی دارد (جمز و داک، ۱۹۹۸؛ کومار، ۲۰۰۲؛ وانجا و همکاران، ۲۰۰۸).

درصد روغن و مقدارروغن تولیدی در هکتار

درصد روغن تحت تأثیر عوامل آزمایش قرار گرفت. در بین ارقام ، رقم ابراهیم دارای ۵۶/۳۵ درصد روغن بوده و از سایر ارقام برتر است ولی بین آن ارقام تفاوت

معنی داری ملاحظه نگردید. با افزایش تراکم درصد روغن روند نزولی و با مصرف گوگرد این شاخص مهم روند صعودی داشت. در بررسی مقدار روغن تولیدی در هکتار عملکرد دانه نیز بسیار مهم می باشد. بر این اساس رقم دزفول با وجود درصد کمتر روغن به دلیل داشتن عملکرد دانه بیشتر در واحد سطح دارای بیشترین مقدار روغن تولیدی در هکتار بوده است. (جداول ۱و ۲). نتایج این پژوهش با تحقیقات احمدآقایی و قبادیان(۱۳۹۰)، صفایی و قبادیان (۱۳۹۱) و صفی الدین و همکاران (۱۳۸۹) مطابقت دارد. میانگین عملکرد در هند ۵۶۰ کیلوگرم دانه در هکتار محتوی ۵۵ - ۳۵ ٪ روغن بوده که معادل روغن بالقوه ۲۰۰ تا۲۷۵۰ کیلوگرم در هکتار می باشد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۱؛ آقایی و همکاران، ۱۳۹۰).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد اجزای عملکرد ارقام به شدت وابسته به متغیرهای آزمایش بوده ولی در بررسی عملکرد بوته (گرم) از میان آن ها، عملکرد خوشه های فرعی بوته همبستگی بالایی نشان داده (r= ۰/۹۵۱**) و عملکرد خوشه های اصلی در بوته (r=۰/۹۱**) تعداد کپسول خوشه های فرعی (r= ۰/۸**) و تعداد کپسول خوشه های اصلی و تعداد خوشه های فرعی در بوته در مراتب بعدی قرار گرفتند. عملکرد کل (کیلوگرم دانه در هکتار) بیشتر تحت تأثیر عملکرد خوشه های فرعی، تعداد خوشه های اصلی ، تعداد کپسول در خوشه های اصلی ، تعداد خوشه های فرعی و وزن هزاردانه قرار گرفته است (جدول ۳).

با افزایش تعداد خوشه های اصلی و فرعی و تعداد کپسول در خوشه های اصلی و فرعی عملکرد دانه افزایش یافت که روابط ریاضی آن از مدل رگرسیون خطی ساده پیروی می کند. بدین ترتیب از طریق مطالعه عوامل مؤثر بر این اجزای مهم عملکرد از جمله انتخاب رقم مناسب، تراکم و تغذیه مناسب عناصر ضروری مانند گوگرد می توان به عملکرد بالایی از دانه، روغن و فراورده های دارویی و صنعتی آن دست یافت.

منابع

۱. احمدآقایی، ن.، قبادیان، ب. و شاه ولایتی، ا.س. ۱۳۹۰. بررسی خواص روان کنندگی سه گونه کرچک بومی. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی کاربردی. دانشگاه آزاد اسلامی واحدشهر ری، ۸۰ ص.

۲. آرنون، آی . ۱۹۹۸. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. (ترجمه) :کوچکی،ع. سلطانی، ا. نشر آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، ۹۴۲ ص.

۳. ایران نژاد، ح. پشتکوهی، م. پیری، پ و جوانمردی، ز. ۱۳۸۶. زراعت گیاهان داروئی روغنی، شاهدانه، کتان روغنی و کرچک. انتشارات آییژ. دانشگاه تهران ، ۱۲۸ ص.

۴. ایرانی پور، ر.، ملکوتی، م،ج. عابدی، م.ج.، سجادی، ا.ا. و غفوریان، ح. ۱۳۸۲ . بررسی مصرف گوگرد، ماده آلی، تیوباسیلوس و باکتری های حل کننده فسفات بر قابلیت جذب فسفر از منبع خاک فسفات با استفاده از تکنیک رقت ایزوتوپی. صص.۲۹۶-۲۹۵. در: بی نام. خلاصه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود وسم در کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، ۷۳۴ ص.

۵. پیرداده بیرانوند، س.، اظهری، ص.، لطفعلی زاده، م. و شاکردوست، م.ت. ۱۳۸۶. تأثیر روغن کرچک بر شروع زایمان در حاملگی هفته ۴۲-۴۰. مجله دانشگاه علوم پزشکی بابل، ۴ (۹): ۳۳-۳۸ .

۶. رضوانی مقدم، پ.، نباتی، ج.، نوروزپور، ق. و محمدآبادی، ع.ا. ۱۳۸۷ . بررسی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغن کرچک در تراکم های مختلف گیاهی و فواصل مختلف آبیاری. پژوهش های زراعی ایران، ۲ (۶): ۳۰۳-۳۱۳.

۷. سپهوند. ۱۳۸۲. بررسی تأثیرگوگرد برعملکرد و کیفیت دانه سویا. ص۲۴. در: بی نام. خلاصه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود وسم در کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، ۷۳۴ ص.

۸. صفایی، ز. و قبادیان، ب. ۱۳۹۱. سینتیک تولید بیودیزل از سه واریته روغن کرچک ایرانی. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی کاربردی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، ۹۰ ص.

۹. صفی الدین اردبیلی، م.، قبادیان، ب. و توکلی هشجین، ت. ۱۳۸۹. طراحی و ساخت و ارزیابی دستگاه روغن کشی کرچک به منظور تولید بیودیزل . پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۱۳۸ ص.

۱۰. محنت کش، ع. م. ۱۳۸۲. بررسی مصرف گوگرد، تیوباسیلوس و ماده آلی بر عملکرد کمی و کیفی کلزا در شهرکرد. ص.۲۸۹. در: بی نام. خلاصه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود وسم در کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، ۷۳۴ ص.

۱۱. ملک زاده، م. ۱۳۸۸. بررسی فنولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکردی گیاه دارویی کرچک(*Ricinus communis L.*) در شمال تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم باغبانی(گیاهان دارویی) دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۱۶۰ ص.

۱۲. موسوی، س. ی.، تاج بخش، م و قبادیان، ب. ۱۳۹۱. بررسی اثرات تراکم بوته و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های کرچک ایرانی، تولید سوخت های زیستی و تعیین شاخص های فنّی برای کاربرد آن ها درخودرو و هواپیما.رساله دکتری تخصصی زراعت،گرایش بیوانرژی. دانشگاه ارومیه، ۲۵۲ ص.

13. Anonymous. 2009. The Hybrid seeds of Castor-oil plant. The brief introductions for the fine hybrid Castor-oil plant of the Agriculture Science Academy of Zibo Shandong China.

14. James A., and Duke, S. 1998. Ricinus communis L. Euphorbiaceae. Castor bean. Handbook of Energy Crops.

15. Kumar, S., 2002. Effect of planting pattern and fertilizer management on castor (*Ricinus communis*) based intercropping system. Indian Journal Agronomy, 47(3): 355-36.

16. Pathak, G.N., and Verma, G. 1966. An improved variety of Castor for bundelkand, Indian Journal Agriculture Sciences, 36(6): 328-333.

17. Vanaja, M., Jyothi, M., Ratnakumar, P., Vagheera, P., Raghuram, R.P., Jyothi L, N., Yadav, S.K, Maheshwari, M., and Venkateswarlu, B. 2008.Growth and yield responses of castor bean (Ricinus communis L.) to two enhanced CO2 levels. Plant Soil Environment, 54 (1): 38–46.

18. Weiss, E.A. 1967. Dwarf castor trials in western Kenya. East African Agriculture Journal, 32(3): 229-236.