DOI: http://dx.doi.org/10.22092/aj.2016.109609

نشریه زراعت شماره ۱۱۱، تابستان ۱۳۹۵

(پژوهش و سازندگی)

تأثیر جمعیت و الگوی فضایی کاشت بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه کرچک (*Ricinus communis* L.)

- سپیده نایبی حاجیلار، دانشگاه ازاد اسلامی واحد خوی (نویسنده مسئول)
- آذرعبداله حسن زاده قورت تپه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

تاریخ دریافت: تیر ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۹۳

پست الکترونیک نویسنده مسئول: a.g.hassanzadeh@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر آرایش کاشت بر صفات رویشی و زایشی کرچک، آزمایشی طی سال ۱۳۸۹ در مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ارومیه انجام گرفت. آزمایش به صورت طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۳ فاصله ردیف کاشت (۶۰ ، ۸۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر) به عنوان کرت اصلی و فاصله بوته روی ردیف به عنوان فاکتور فرعی (۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر) بود. در این بررسی صفات طول خوشه اصلی، تعداد ساقه فرعی، وزن برگ، نسبت گل‌های نر به ماده، وزن دانه در خوشه اصلی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن، درصد روغن، عملکرد دانه و اجزای آن مانند تعداد کپسول و دانه درخوشه اصلی و وزن صد دانه اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که اثر فاصله ردیف بر طول خوشه اصلی، تعداد ساقه فرعی، وزن برگ، نسبت گل‌های نر به ماده، وزن دانه در خوشه اصلی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن، درصد روغن، عملکرد دانه و اجزای آن مانند تعداد کپسول و دانه درخوشه اصلی و وزن صد دانه معنی‌دار بود. همچنین اثر فاصله بوته روی ردیف بر طول خوشه اصلی، تعداد ساقه فرعی، نسبت گل نر به ماده، وزن برگ، عملکرد بیولوژیک، درصد روغن، وزن دانه در خوشه اصلی، عملکرد دانه و اجزاء آن مانند کپسول در خوشه اصلی و وزن صد دانه معنی‌دار بود. با توجه به اثر متقابل معنی دار فاصله ردیف کاشت در فاصله بوته روی ردیف، بیشترین عملکرد بیولوژیک به فواصل ردیف در بوته ۵۰×۳۰ و بیشترین عملکرد دانه و روغن به فاصله ردیف‌های کاشت ۸۰ سانتی‌متر در فاصله بوته روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر اختصاص داشت. در این آزمایش همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و صفت تعداد کپسول در خوشه وجود داشت. با توجه به نتایج بررسی فواصل ردیف ۸۰ در فاصله بوته ۵۰سانتی متر جهت حصول عملکرد دانه و روعن بیشتر قابل توصیه می باشد.

کلمات کلیدی: درصدروغن، فاصله بوته، عملکرد دانه، آرایش کاشت، کرچک

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:108 pp: 83-94

Effects of plant population and planting pattern on vegetative and reproductive characteristics of castor bean (*Ricinus communis* L.) plant

By:

- *S. Naibi hajilar, (Corresponding Author), Islamic Azad University of Khoy*
- *A. Hassanzadeh, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center*

Received: June 2013 **Accepted: November 2014**

In order to study the effect of planting pattern on vegetative and reproductive traits of caster bean, an experiment was done during (2010) in Agriculture and Natural Resources Research Institute, West Azerbijan, Iran. This study performed as a split plot in a randomized complete block design with 3 replications. The treatments include 3 row spacing (60, 80 and 100 cm) as the main plot, the plant spacing in the row (30, 40 and 50) as the sub plat. The results showed that the effect of row spacing on the length of main ear, the number of branch, leaf weight, the ratio of female/ male flowers, 100 seed weight on the main ear, biological yield, oil yield, oil percentage, grain yield and its components, such as, the number of capsules and grain/main ear, were significant. Also, the effect of inter row spacing on the length of main ear, number of branch, ratio of female/ male flowers, leaf weight, stalk diagonal, biological yield, oil percentage, seed weight/ main ear, seed yield and its components, such as capsule/ main ear and weight of 100 grain were significant. The interaction between row spacing and iner row spacing, the most biological yield produced in 60 intera row*30 inter row and most seed and oil yield were assigned to 80cm intera row*50cm inter row spacing. In this experiment, a positive correlation between grain yield and number capsule/ ear was found. According of this study planting in 80*50cm (intera row * inter row) suitable for castor bean plant in West Azerbijan.

Keywords: Oil percentage, plant spacing, grain yield, castor bean, planting pattern

مقدمه

کرچک (Caster bean) با نام علمی *Ricinas communis* L. گیاهی از خانوادهٔ *Euphorbiacea* ، که تنها گونه جنس Ricinus است. این خانواده مرکب از نباتات بسیاری می‌باشد که اغلب آن‌ها بومی مناطق گرمسیری هستند (زرگری، ۱۳۶۹).

عملکرد دانه کرچک همانند سایر محصولات زراعی، تحت تاثیر عوامل گوناگونی از جمله ژنوتیپ، تاریخ کاشت، تراکم، رطوبت، حاصلخیزی خاک، دما و تشعشع قرار می‌گیرد. تراکم بوته به طرق مختلف از جمله تغییر در فضای موجود برای هر گیاه و در نتیجه تغییر رقابت گیاه برای مواد غذایی و منابع محیطی، بر خصوصیات گیاه اثر می‌گذارد. به این ترتیب تراکم مناسب گیاهی، مستلزم آگاهی کامل از ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه و همچنین ارتباط آن با عوامل محیطی است عملکرد گیاهان حاصل رقابت‌های درون و برون گونه ای برای کسب امکانات بالقوه محیطی بوده و حداکثر عملکرد در واحد سطح هنگامی حاصل می‌گردد که این رقابت‌ها به حداقل برسد. یکی از راه‌های به حداقل رساندن این رقابت‌ها دقت در نحوه توزیع گیاهان در واحد سطح است، چرا که فاصله بین ردیف‌های کاشت و همچنین فاصله گیاهان در روی ردیف‌های کاشت تعیین کننده فضای رشد قابل استفاده هربوته و در نتیجه عملکرد قابل حصول می‌باشد(Souza-Schlick *et al*., 2011). مشخص شده است که آرایش کاشت در مزرعه نقش مؤثری در چگونگی توزیع نور در داخل پوشش گیاهی دارد(Bavec, and Bavec, 2002). طبیعتاً توزیع یکنواخت بوته‌ها در ردیف‌های نزدیکتر کاشت سبب استفاده مؤثرتر از منابع و تأخیر در زمان آغاز رقابت درون گونه ای خواهد شد که این امر باعث انتشار بهتر نور در سیستم شده و جذب خالص نور را بالا خواهد برد(Martins *et al*., 2011). چنین توزیع یکنواختی در واحد سطح هنگامی حاصل می‌شود که فواصل گیاهان از هر طرف با یکدیگر یکسان باشد که این همان آرایش کاشت مربعی خواهد بود. در این سیستم کاشت، ضمن اینکه رقابت برای جذب نور به حداقل می‌رسد، سایه انداز گیاهی تشعشع موجود را بطور کامل دریافت کرده و به این ترتیب راندمان عملکرد در گیاه افزایش می‌یابد. این افزایش ممکن است بخاطر تغییراتی باشد که در تخصیص مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی رخ می‌دهد و مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های زایشی پیش می‌روند (Meekins and McCar-thy, 2002). به طور کلی فاصله بوته نزدیک‌تر در ردیف‌های پهن موجب عدم کارایی در جذب نور در ابتدای فصل و آغاز زودتر رقابت برگی در روی ردیف‌های کاشت می‌شود(Martins *et al*., 2011).

در گیاه کرچک عملکرد دانه به تعداد بوته در واحد سطح، تعداد گل آذین در گیاه، تعداد کپسول در اولین گل آذین، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه بستگی دارد (Laureti and Marras, 1995). در رابطه با اثر تراکم بر گیاه کرچک اطلاعات اندکی وجود دارد. از آنجا که کرچک اغلب در نواحی گرم وخشک کشت می‌شود برای حصول بازدهی مطلوب رابطه بین میزان آب آبیاری و تراکم بوته اهمیت زیادی دارد. در مناطقی که آب عامل محدود کننده

نباشد تراکم گیاهی بین ۳۰ تا ۴۰ هزار بوته در هکتار برای کرچک در نظر می‌گیرند(Soratto *et al*.,2011). در تراکم بالای گیاهی رقابت بین گیاهان ممکن است باعث مرگ و میر بوته در اثر تراکم شود، بنابراین افزایش تراکم در شرایط بدون تنش خشکی تا حدی باعث افزایش عملکرد و بیوماس می‌گردد و از یک حدی به بالا باعث کاهش عملکرد می‌شود. در تراکم‌های بالا کاهش رشد گیاه به دلیل افزایش رقابت برای نور اتفاق می‌افتد (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۸۳). بنابراین افزایش تراکم در شرایط بدون تنش خشکی تا حدی باعث افزایش عملکرد و بیوماس می گردد و از یک حدی به بالا باعث کاهش عملکرد می شود (Zimmerman, 1997).

تراکم و آرایش کاشت دو عاملی هستند که با تحت تأثیر قرار دادن ساختار کانوپی از طریق تغییر شکل اجزای اندام‌های هوایی همچون اندازه برگ، جهت گیری برگ‌ها و نحوه اتصال آنها به ساقه و پیری برگ‌های پایین تر کانوپی قادر به کاهش پتانسیل تداخل علف‌های هرز از طریق افزایش جذب نوری کانوپی هستند (Maddoni et al., 2001). نحوه توزیع و تراکم بوته در مزرعه بر جذب و بهره وری از عوامل محیطی مؤثر بر رشد و رقابت درون و برون بوته ای تأثیر گذاشته و در نهایت از عوامل تعیین کننده عملکرد است. با کاهش فاصله ردیف‌های کاشت، تاج پوشش زودتر بسته می‌شود، مزرعه زودتر به شاخص سطح برگ برای جذب کامل تابش خورشیدی می‌رسد، مقدار بیشتری مواد فتوسنتزی برای رشد رویشی و ایجاد زیربنای لازم در تشکیل شمار بیشتری اجزای عملکرد تولید شده و سرانجام عملکرد دانه بیشتری حاصل می گردد (Board and Harville, 1996, Board *et al*.,1992).

سینگ و همکاران (۱۹۹۲) در مطالعه ای در هندوستان چنین عنوان کردند که با کاهش فاصله ردیف‌ها از ۷۵ سانتی متر به ۶۰ سانتی متر، عملکرد دانه گلرنگ افزایش می‌یابد، ولی پس از آن با کاهش فاصله ردیف‌ها تا ۴۵ سانتی متر، تفاوت معنی داری پیدا نمی‌کند. اوزونی داراجی و همکاران (۲۰۰۸) نتیجه گرفتند عملکرد ماده خشک در کلزا نتیجه کارآیی جامعه گیاهی از نظر استفاده از تابش خورشید در طول فصل رویشی است، در این ارتباط جامعه گیاهی نیاز به سطح برگ کافی دارد که یکنواخت توزیع شده باشد و سطح زمین را کاملاً بپوشانند. این هدف با تغییر تراکم بوته‌ها و توزیع مناسب بوته‌ها روی سطح زمین تأمین می‌شود، بنابراین یکی از مهم ترین وظایف مدیریت مزرعه انتخاب تراکم و آرایش مناسب کاشت جهت حداکثر تابش خورشیدی است. بیل جیلی و همکاران (۲۰۰۳) اعلام نمودند که ارقام مختلف کلزا در شرایط دیم در تراکم‌های کمتر عملکرد کمتری داشتند ولی در تراکم‌های بیشتر علاوه بر عملکرد بالا در کاهش جمعیت علف‌های هرز نیز مؤثر می‌باشند.

فیروزه و همکاران (۲۰۰۵) در زراعت گلرنگ آبی بیان داشتند که با کاهش فواصل ردیف بر وزن هزار دانه افزوده می‌شود که علت این موضوع را کوچک شدن اندازه طبق‌ها و کم شدن تعداد دانه در طبق و بزرگ شدن اندازه دانه‌ها اعلام کردند. نادری درباغشاهی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی ارقام گلرنگ در شرایط تنش و تراکم بوته مختلف نشان دادند که میزان روغن دانه تحت تأثیر تنش بوده و تراکم بوته هیچگونه تأثیری روی این صفت نداشته است.

بنابراین یکی از نیازهای مهم در برنامه ریزی زراعی با هدف دستیابی به عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، تعیین بهترین تراکم کاشت محصول است و در این راستا این بررسی به منظور ارزیابی بهترین تراکم گیاهی (فاصله ردیف و بوته روی ردیف) در کرچک جهت حصول بیشترین عملکرد روغن انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی واقع در روستای عسگرآباد کوه اجرا شد. این محل در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه و ۱۸ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۰ دقیقه و ۵۳ ثانیه شرقی با ارتفاع ۱۳۳۸ متر از سطح دریا بوده که در ۲۷ کیلومتری شمال غرب شهرستان ارومیه واقع شده است. منطقه با دارا بودن ۱۸۰-۱۵۰ روز خشک جزء مناطق آب و هوایی گرم و خشک و دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردد. متوسط بارندگی دراز مدت سالانه محل آزمایش ۲۹۶ میلی‌متر می‌باشد. بر اساس اطلاعات ۴۰ ساله ایستگاه هواشناسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان ارومیه، متوسط درجه حرارت ۱۱/۱ درجه سلسیوس است. مواد آزمایشی که در طرح مورد استفاده قرار گرفت عبارت است از : بذر کرچک رقم مبارکه اصفهان. طول دوره رشد این رقم ۱۲۰روز می باشد.

آن برابر ۷/۸ و هدایتpHبافت خاک رسی لومی بود که الکتریکی آن برابر ۱/۰ دسی‌زیمنس بر متر (sd/m) می‌باشد. مصرف کودهای شیمیایی بر اساس توصیه آزمایشگاه مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن به میزان نصف مقدار توصیه شده در زمان کشت و بقیه کود نیتروژن در مرحله سرک مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با دو فاکتور اجرا گردید. فاکتور اصلی در سه فاصله مختلف بین ردیف‌ها (a_3 = 100 cm, a_2 = 80 cm , a_1 60cm)

و فاکتور فرعی در سه فاصله روی ردیف‌ها (b_3 = 50 cm, b_2 = 40 cm , b_1 30cm)

مورد ارزیابی قرار گرفتند.

زمین محل آزمایش سال قبل از کشت به حالت آیش بود که در اواخر اردیبهشت سال ۱۳۸۹ به وسیله گاو آهن برگردان دار ابتدا شخم عمیق، سپس روتیواتور و پس از آن فارو زده شد. سپس مزرعه کرت‌بندی گردید، به طوری که مساحت کرت‌ها به ابعاد ۴/۵×۲/۴، ۴/۵×۳/۲، ۴/۵×۴ مترمربع به تعداد ۲۷ عدد کرت ایجاد شد. بذور در کرت‌هایی به صورت ردیفی در چهار ردیف با فواصل مختلف بین ردیف‌ها ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر و عمق کاشت پنج‌سانتی‌متر در تاریخ ۶ خرداد به صورت خشکه کاری کشت شد. برای سبز شدن بهتر بذر بلافاصله بعد از کاشت اولین آبیاری صورت انجام گرفت. آبیاری‌های بعدی با توجه به وضعیت خاک و نیاز گیاه انجام گرفت. مبارزه با علف‌های هرز توسط کارگر و به صورت وجین دستی در سه مرحله انجام شد.

طول خوشه اصلی، تعداد ساقه فرعی، نسبت گل ماده به نر، تعداد کپسول در خوشه اصلی، تعداد دانه در خوشه اصلی، وزن صد دانه، وزن برگ و ساقه با انتخاب ۶ نمونه گیاهی برای هر کرت و میانگین گیری محاسبه گردید. عملکرد بیولوژیک و دانه با برداشت از ۲ خط وسط هر کرت با حذف حاشیه و خشک کردن در آون با رطوبت ۹ درصد محاسبه شد. با برداشت ۱۰ گرم دانه آسیاب شده، درصد روغن به روش سوکسله اندازه‌گیری شد و عملکرد روغن از حاصل ضرب

درصد روغن در عملکرد دانه، در واحد سطح به دست آمد. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر فاصله ردیف کاشت بر تعداد ساقه فرعی، وزن برگ، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن تعداد دانه در خوشه اصلی معنی‌دار بود. اختلاف بین فاصله بوته‌ها روی ردیف برای کلیه صفات اندازه گیری شده بجز تعداد دانه در خوشه اصلی، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد روغن معنی دار بود(جدول ۲).

اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله بوته روی ردیف برای تمام صفات اندازه گیری شده بجز تعداد دانه و کپسول در خوشه اصلی و وزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار شد (جدول ۲).

طول خوشه اصلی

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که فاصله ردیف ۸۰ سانتی‌متر در فاصله بوته روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر در فاصله بوته روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر به ترتیب با اعدادی معادل ۵۱/۸۷ و ۴۸ سانتی‌متر بیشترین و فواصل روی ردیف ۶۰ و ۸۰ سانتی متر بترتیب در فواصل روی ردیف ۴۰ و ۳۰ سانتی متر کمترین طول خوشه اصلی را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). علت افزایش طول خوشه در فاصله ردیف ها و فاصله روی ردیف های زیاد ردیف کاشت ۱۰۰ سانتی متر، فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی متر با ۴۸ سانتی متر طول خوشه اصلی بیشتر و کمتر را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). در آزمایش علیمحمدی و همکاران (۲۰۰۹) نیز تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفت طول خوشه اصلی گیاه کرچک داشت.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که فاصله ردیف کاشت ۱۰۰ سانتی متر و فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر بیشترین تعداد ساقه فرعی را داشت (شکل ۲). با افزایش فاصله ردیف کاشت و کاهش فاصله بین دو بوته، رقابت بین بوته‌ای زودتر اتفاق می‌افتد که این موضوع باعث محدود شدن شرایط مطلوب محیطی از جمله مواد غذایی و نور شده و باعث جلوگیری از تولید شاخه‌های فرعی می‌شود. نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققان ارایه شده است (دانش شهرکی و همکاران، ۲۰۰۸، پورهادیان و خواجه‌پور، ۲۰۰۷).

با کاهش نسبت گل های نر به ماده عملکرد دانه در گیاه کرچک افزایش می یابد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که فاصله ردیف کاشت ۸۰ سانتی‌متر در فاصله روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف کاشت ۶۰ سانتی‌متر در فاصله روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر به ترتیب با اعدادی معادل ۷/۹۹ و ۶/۰۰ بیشترین و کمترین نسبت گل‌های ماده به نر را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). در فاصله ردیف کاشت اول (۱۰۰ سانتی متر) و فاصله روی ردیف های ۳۰ سانتی متر با عددی معادل ۷/۴۹ بیشترین نسبت گل های ماده به نر را به خود اختصاص داد (شکل ۳).

وزن برگ در این آزمایش تحت تأثیر اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله بوته روی ردیف قرار گرفت (جدول ۲). در آزمایش والا و همکاران(۲۰۰۰) نیز تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن برگ کرچک داشت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن برگ در فاصله ردیف ۶۰ و فاصله بوته روی ردیف ۵۰ سانتی متر تولید شد (شکل ۴).

بررسی نتایج نشان داد که فاصله روی ردیف اثر معنی‌داری بر تعداد کپسول در خوشه اصلی گذاشت (جدول ۲). فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر با ۱۳۷/۹۵ و فاصله روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر با ۱۰۶/۵۲ عدد به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد کپسول در خوشه اصلی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغن کرچک در تراکم‌های مختلف گیاهی و فواصل مختلف آبیاری بیان داشتند که تیمارهای مختلف تراکم بوته (۳،۲، ۴ و ۵ بوته در متر مربع) تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد کپسول در خوشه اصلی داشتند. جهان نورد (۲۰۰۹) در آزمایش خود به این نتیجه رسید که تراکم بوته تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر روی تعداد کپسول در خوشه اصلی کرچک دارد.

تعداد دانه در خوشه اصلی

تعداد دانه در خوشه اصلی در این آزمایش تحت تأثیر فاصله ردیف کاشت قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که فاصله ردیف‌های ۸۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر با اعدادی معادل ۳۶۳/۰۸ و ۳۷۳/۳۳ بیشترین تعداد دانه در خوشه اصلی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). البته بین دو تیمار فاصله ردیف ۸۰ و ۱۰۰ اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند. در آزمایش علیمحمدی و همکاران (۲۰۰۹) نیز تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد داشت. در آزمایش پورهادیان و خواجه پور(۲۰۰۷) روی گلرنگ نیز اثر فاصله ردیف کاشت بر تعداد دانه در طبق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش فاصله ردیف کاشت از تعداد دانه در طبق کاسته شد. باوک(۲۰۰۲) گزارش نمود که با افزایش تراکم در آفتابگردان روغنی، عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق افزایش می‌یابد.

مطالعات دیگر (Hoag *et al*., 1968; Zope *et al*., 1992) نشان داد که با کاهش فواصل بوته‌ها در روی ردیف‌های کاشت، تعداد دانه در غوزه کاهش می‌یابد. در آزمایش فیروزه و همکاران (۲۰۰۵) نیز تأثیر فواصل بوته روی ردیف‌های کاشت گلرنگ بر تعداد دانه در غوزه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

وزن صد دانه

علارغم معنی دار نشدن وزن صد دانه در این بررسی، نتایج نشان داد که فاصله روی ردیف ۵۰ و ۳۰ سانتی‌متر به ترتیب با اعدادی معادل ۱۸/۶۶ و ۱۶/۶۱ گرم بیشترین و کمترین وزن صد دانه را به خود اختصاص دادند(جدول ۳). در آزمایش علیمحمدی و همکاران (۲۰۰۹) نیز تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن صد دانه، در سطح احتمال یک درصد داشت.

عملکرد بیولوژیک

با توجه به مقایسات میانگین اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روی ردیف، در فاصله ردیف کاشت سوم (۶۰ سانتی متر) فاصله روی ردیف های ۳۰ و ۴۰ سانتی متر با اعدادی معادل ۴۴۳۷/۳ و ۲۸۳۲/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (شکل ۵). در فاصله ردیف کاشت دوم (۸۰ سانتی متر) فاصله روی ردیف های ۴۰ و ۳۰ سانتی متر با اعدادی معادل ۳۶۷۹/۳ و ۳۲۴۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین

عملکرد بیولوژیک را داشتند (شکل ۵). در فاصله ردیف کاشت اول (۱۰۰ سانتی متر) فاصله روی ردیف های ۳۰ و ۵۰ سانتی متر با اعدادی معادل ۴۲۷۰ و ۳۸۹۶/۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (شکل ۵). می توان بیان داشت که در فواصل ردیف بیشتر گیاه با تولید شاخه های فرعی بیشتر و بالطبع تولید شاخ و برگ و خوشه بیشتر و بزرگتر توانسته کاهش تعداد بوته در واحد سطح را جبران و عملکرد بیولوژیک خود را افزایش دهد زیرا در این تراکم رقابت بین بوته ها کاهش یافته و منابع محیطی بیشتری از جمله آب، مواد غذایی و تشعشع خورشیدی در اختیار هر بوته قرار می گیرد. در آزمایش تقدیری و همکاران (۲۰۰۶)، اثر فاصله بوته روی ردیف آفتابگردان بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. در آزمایش علیمحمدی و همکاران (۲۰۰۹) نیز تراکم کاشت تاثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت عملکرد بیولوژیک داشت.

عملکرد دانه

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که فاصله ردیف ۸۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۵۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف ۶۰ و فاصله بوته ۵۰ سانتی‌متر به ترتیب با اعدادی معادل ۲۷۷۹/۲ و ۱۴۳۸/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). در فاصله ردیف کاشت ۱۰۰ سانتی متر، فاصله روی ردیف های ۳۰ و ۵۰ سانتی متر با اعدادی معادل ۲۲۲۶/۱ و ۱۶۷۶/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). می توان گفت که آرایش فضایی مربعی شکل و استفاده بهینه از عوامل محیطی بویژه نور و مواد غذایی و کاهش رقابت درون گونه ای در تیمار فاصله ردیف ۸۰ در فاصله بوته روی ردیف ۵۰ سانتی متر موجب شده که بیشترین عملکرد دانه در این تیمار تولید شود (شکل۷). نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققان بر روی سویا (Nenadic and Slovic, 1994) گزارش شده است. فتحی و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی اثر سه تراکم ۵۰، ۷۰ و ۹۰ بوته در متر مربع بر عملکرد یک رقم کلزای بهاره مشاهده کردند که عملکرد بوته به طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت و بیشترین عملکرد دانه، در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع به دست آمد.

درصد روغن

با توجه به مقایسات میانگین اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روی ردیف، در فاصله ردیف کاشت ۱۰۰ سانتی متر در فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی متر به علت نورگیری بهتر، فتوسنتز بیشتر و تولید اسید چرب بیشتر در هر بوته درصد روغن دانه بیشترین مقدار (معادل ۵۵ درصد) بود (شکل ۸). پژوهش انجام شده توسط تامسون و فنتون (۱۹۷۷)، روی ارقام آفتابگردان نشان داد که تراکم کاشت بر درصد روغن مؤثر است. به طوری که با کاهش فاصله ردیف کاشت از ۴۵ به ۲۰ سانتی‌متر، میزان روغن دانه ۴۳/۳ درصد کاهش یافت. محققین دیگری نیز اظهار داشتند که تراکم بوته بر میزان روغن دانه کلزا (Morrison *et al*., 1990) اثری ندارد. تفاوت در نتایج می تواند ناشی از اختلاف در ژنوتیپ، عوامل متفاوت آب و هوایی و خاکی محل کشت با دیگر مناطق مورد بررسی باشد.

عملکرد روغن

نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثر متقابل فاکتورها نشان داد که فاصله ردیف ۸۰ سانتی‌متر در فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر بعلت تولید خوشه های بزرگتر و پرتر (اشکال ۱ و۳) و در نتیجه عملکرد دانه بیشتر (شکل ۷) بیشترین عملکرد روغن معادل ۱۴۴۷/۹۶ کیلوگرم تولید شد (شکل ۹). در آزمایش دانش شهرکی و همکاران (۲۰۰۸)، تفاوت بین سطوح مختلف تراکم از نظر عملکرد روغن کلزا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. رفیع‌الحسینی و صالحی (۲۰۰۲) نیز دریافتند که عملکرد روغن آفتابگردان با افزایش تراکم بوته به علت افزایش عملکرد دانه و درصد روغن افزایش یافت. کاهش فاصله ردیف کاشت به علت افزایش عملکرد دانه، باعث افزایش عملکرد روغن در گلرنگ می‌شود (Ozel *et al*., 2004; Azari, 2001;).

ضرایب همبستگی صفات

نتایج حاصل از همبستگی صفات در جدول ۴ ارایه شده است. بر طبق این جدول ملاحظه می شود که عملکرد دانه با صفات تعداد کپسول در خوشه اصلی و وزن دانه در خوشه اصلی همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال یک درصد داشت و می توان اظهار داشت که با افزایش هر یک از آنها عملکرد دانه افزایش می یابد. در آزمایش محققان دیگر نیز همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و تعداد کپسول در بوته (r^2 =۰/۹۵) وجود داشت (Rodrigues *et al*., 2010). تعداد دانه در خوشه اصلی با صفات طول خوشه اصلی، وزن برگ و تعداد کپسول در خوشه در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت و معنی داری داشت. وزن صد دانه با صفات طول خوشه اصلی و تعداد دانه در خوشه اصلی همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال پنج درصد داشت. سرور و همکاران (۲۰۱۰)با بررسی ژنوتیپهای مختلف کرچک در فیصل آباد پاکستان ملاحظه کردند که همبستگی مثبت و معنی داری بین تعداد خوشه در گیاه و تعداد کپسول در بوته با عملکرد دانه وجود دارد و با افزایش آنها عملکرد دانه افزایش می یابد.

نتیجه گیری

نتایج بررسی نشان داد که تراکم مناسب به عنوان یکی از پارامترهای اساسی مد نظر می باشد. با داشتن یک تراکم مناسب می‌توان ضمن داشتن سطح سبز و نیز تاثیر بر روی عملکرد هر محصول در شرایط آب و هوایی خاص هر منطقه عملکرد در واحد سطح را افزایش داد. حداکثر عملکرد دانه از آرایش کاشت (۵۰×۸۰) حاصل شد. زیرا گیاهان دارای تعداد خوشه اصلی و وزن دانه در خوشه بیشتر بودند.

کاهش فاصله ردیف کاشت از ۸۰ به ۶۰ سانتی متر باعث کاهش ۳۲ درصدی عملکرد دانه و افزایش آن به ۱۰۰ سانتی متر منجر به کاهش ۲۳ درصدی عملکرد دانه شد. زیرا در فاصله بیشتر از ۱۰۰ سانتی متر تعداد خوشه اصلی در واحد سطح کم بوده و در فاصله کمتر از ۸۰ سانتی متر تعداد دانه در خوشه و وزن خوشه کاهش یافت. حداکثر عملکرد بیولوژیک از آرایش کاشت (۳۰×۶۰) حاصل شد. زیرا با کاهش خطوط کاشت و افزایش بوته وزن شاخ و برگ در واحد سطح افزایش می یابد.

حداکثر عملکرد روغن از آرایش کاشت (۵۰×۸۰) حاصل شد. زیرا عملکرد دانه در این تراکم بیشترین مقدار بودو همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت.

جدول ۱- تراکم‌های مختلف بوته

فاصله بوته / فاصله ردیف	۳۰	۴۰	۵۰
۶۰	۵/۵۵	۴/۱۶	۳/۳۳
۸۰	۴/۱۶	۳/۱۲	۲/۵
۱۰۰	۳/۳۳	۲/۵	۲

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه کرچک.

		میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	طول خوشه اصلی	تعداد ساقه فرعی	نسبت گل نر به ماده	وزن برگ	تعداد کپسول در خوشه اصلی	تعداد دانه در خوشه اصلی
تکرار	۲	۵/۰۹	۰/۰۴۷	۰/۲۹۱	۴/۲۰۱	۲۹۴/۳۸	۴۶۳۴/۶۲
فاصله ردیف‌ها	۲	۱۶۸/۷۸۰^{ns}	۰/۴۶۰**	۱/۲۰۰^{ns}	۱۲۱/۶۳۳**	۵۴۴۰/۳۰^{ns}	۱۵۷۵۸/۴۰*
خطای اول	۴	۷/۱۴۵	۰/۰۱۸	۰/۲۱۷	۱/۰۴۹	۱۵۱/۶۶	۲۰۳۸/۸۱
فاصله بوته روی ردیف	۲	۱۷۳/۰۰**	۱/۷۱۶**	۰/۸۱۷*	۶۰۳/۹۱**	۲۸۶۸/۳۵**	۵۱۱۲/۷۳^{ns}
اثر متقابل a×b	۴	۱۰۷/۰۱۵**	۰/۲۷۶**	۱/۴۷۷**	۶۹/۹۶۶**	۳۵۳/۰۲۹^{ns}	۷۵۲/۵۷^{ns}
خطای دوم	۱۲	۷/۸۳	۰/۰۳۵	۰/۱۲۳	۲/۵۳۷	۳۳۵/۱۱	۳۸۲۱/۰۵
ضریب تغییرات(٪)	-	۶/۸۹	۱۲/۶۸	۴/۹۵	۵/۲۸	۱۵/۶۰	۱۷/۹۵

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد ns عدم اختلاف معنی دار

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه کرچک.

		میانگین مربعات				
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن صد دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	عملکرد روغن	درصد روغن
تکرار	۲	۷/۵۸	۱۸۴۹۶۲/۸	۱۸۶۳۴	۲۶۱۴/۷۰	۴۵۷۰
فاصله ردیف‌ها	۲	۱۳/۰۲۷^{ns}	۱۲۲۶۸۹۹/۷۵^{ns}	۱۶۲۴۳۲۷**	۴۱۵۲۲۹**	۸۰۰۷**
خطای اول	۴	۶/۱۹۴	۲۳۱۸۵۶/۴۵	۲۳۹۱۶	۹۰۰۰/۹۰	۶۱۶۰
فاصله بوته روی ردیف	۲	۹/۶۹۴^{ns}	۱۰۵۳۴۸۱/۰۰**	۱۹۶۶۵۸**	۱۶۰۴۷^{ns}	۱۳۶۱*
اثر متقابل a×b	۴	۵/۰۵۵^{ns}	۵۹۷۵۹۵/۵۹*	۲۲۴۷۰۸**	۱۰۱۲۸۳**	۲۱۳۲**
خطای دوم	۱۲	۲/۵۸۷	۱۱۳۱۸۸/۰۵	۲۷۵۳۷	۷۷۵۳/۵۰	۲۰۴۰
ضریب تغییرات(٪)	-	۹/۰۷	۸/۹۸	۷/۸۴	۸/۴۱	۲/۸۸

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد ns عدم اختلاف معنی دار

جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای فاصله ردیف کاشت و فاصله روی ردیف بر صفات مورد بررسی در گیاه کرچک.

فاکتورهای آزمایشی	طول خوشه اصلی (سانتی متر)	تعداد ساقه فرعی	نسبت گل نر به ماده	وزن برگ (گرم)	تعداد کپسول در خوشه اصلی	تعداد دانه در خوشه اصلی
فاصله ردیف کاشت						
۶۰ سانتی متر	۳۵/۶۶ b	۱/۲۷ b	۶/۶۶c	۱۵/۷۲ c	۹۲/۱۱c	۲۹۶/۲۸b
۸۰ سانتی متر	۴۲/۱۴ a	۱/۴۳ b	۷/۲۴b	۲۳/۰۵ a	۱۴۱/۲۲a	۳۶۳/۰۸a
۱۰۰ سانتی متر	۴۳/۸۸ a	۱/۷۲ a	۷/۳۳ a	۱۸/۹۱ b	۱۱۸/۶۹b	۳۷۳/۳۳a
فاصله روی ردیف کاشت						
۳۰ سانتی متر	۳۶/۸۵ b	۱/۰۴ c	۷/۳۹ a	۱۳/۹۳b	۱۰۷/۵۵b	۳۱۸/۸۳c
۴۰ سانتی متر	۳۹/۴۳ b	۱/۴۷b	۷/۰۶ ab	۱۵/۰۹ b	۱۰۶/۵۲b	۳۴۷/۷۵b
۵۰ سانتی متر	۴۵/۴۰ a	۱/۹۱ a	۶/۷۹b	۲۸/۶۶ a	۱۳۷/۹۵a	۳۶۶/۱۱a

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

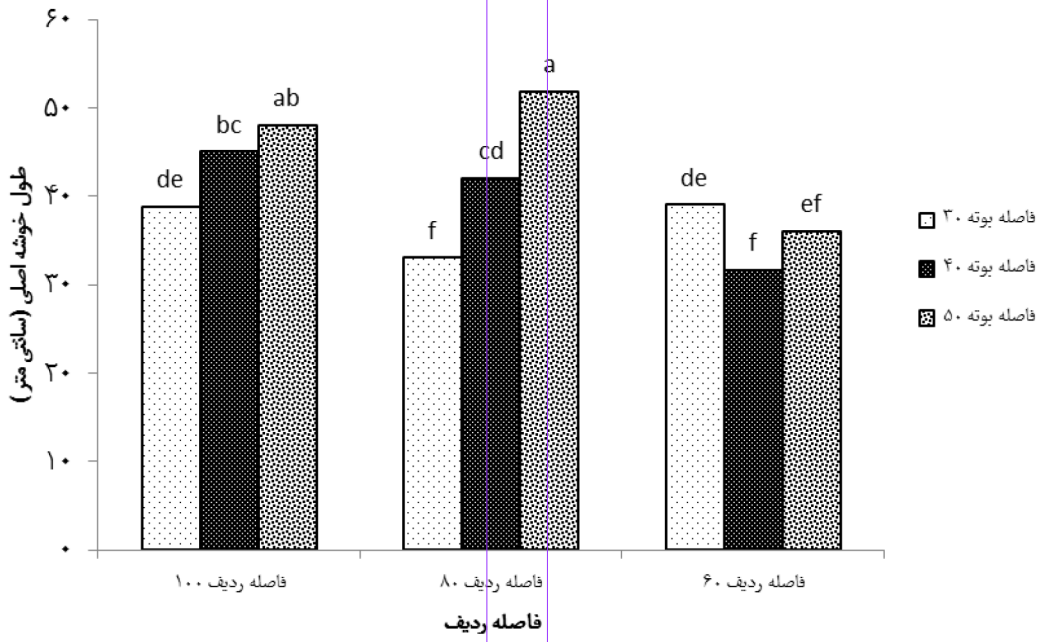
ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای فاصله ردیف کاشت و فاصله روی ردیف بر صفات مورد بررسی در گیاه کرچک.

فاکتورهای آزمایشی	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن	درصد روغن
فاصله ردیف کاشت					
۶۰ سانتی متر	۱۷/۵۵b	۱۷۶۷/۲۰c	۳۶۷۸/۲b	۸۳۲/۷۰c	۴۶c
۸۰ سانتی متر	۱۶/۶۱c	۲۵۸۷/۹۰a	۳۴۱۴/۲c	۱۲۶۲/۳۰a	۴۸b
۱۰۰ سانتی متر	۱۹/۰۰a	۱۹۸۷/۰۰b	۴۱۴۳/۴a	۱۰۴۴/۹۰b	۵۲a
فاصله روی ردیف کاشت					
۳۰ سانتی متر	۶۱/۱۶ b	۲۲۶۰/۵a	۴۱۲۸/۹a	۱۰۹۱/۹۰a	۴۸b
۴۰ سانتی متر	۸۸/۱۷ ab	۲۱۱۶/۷۰ab	۳۴۷۱/۹b	۱۰۳۹/۷۰b	۴۹b
۵۰ سانتی متر	۱۸/۶۶ a	۱۹۶۴/۹۰b	۳۶۳۵/۰b	۱۰۰۸/۳۰c	۵۰a

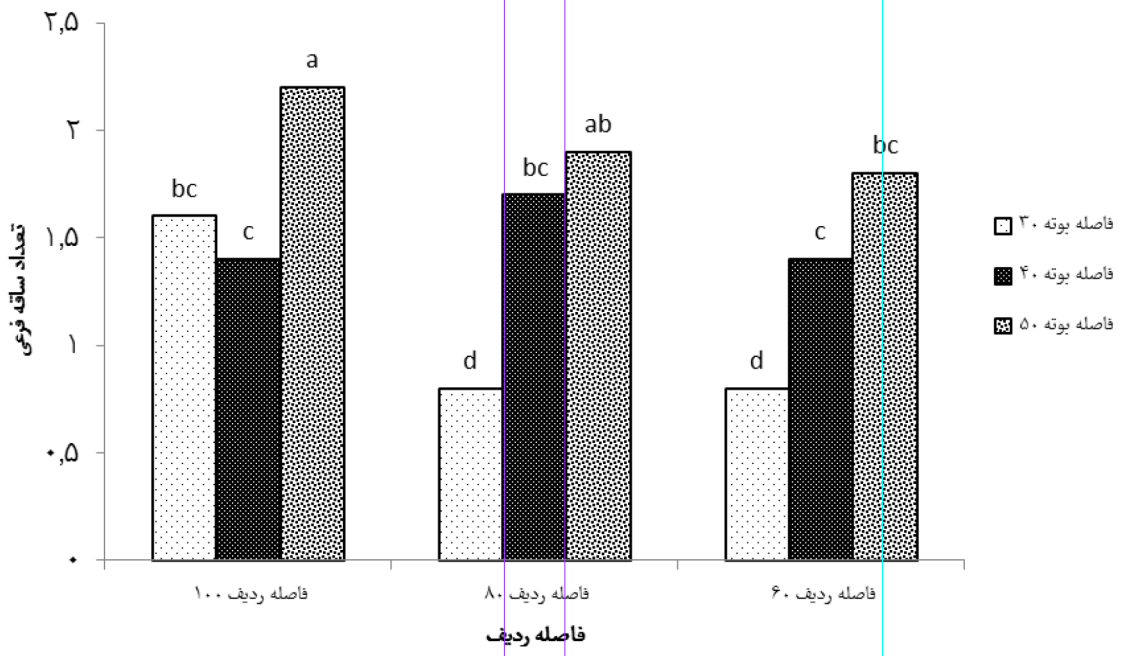
اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات

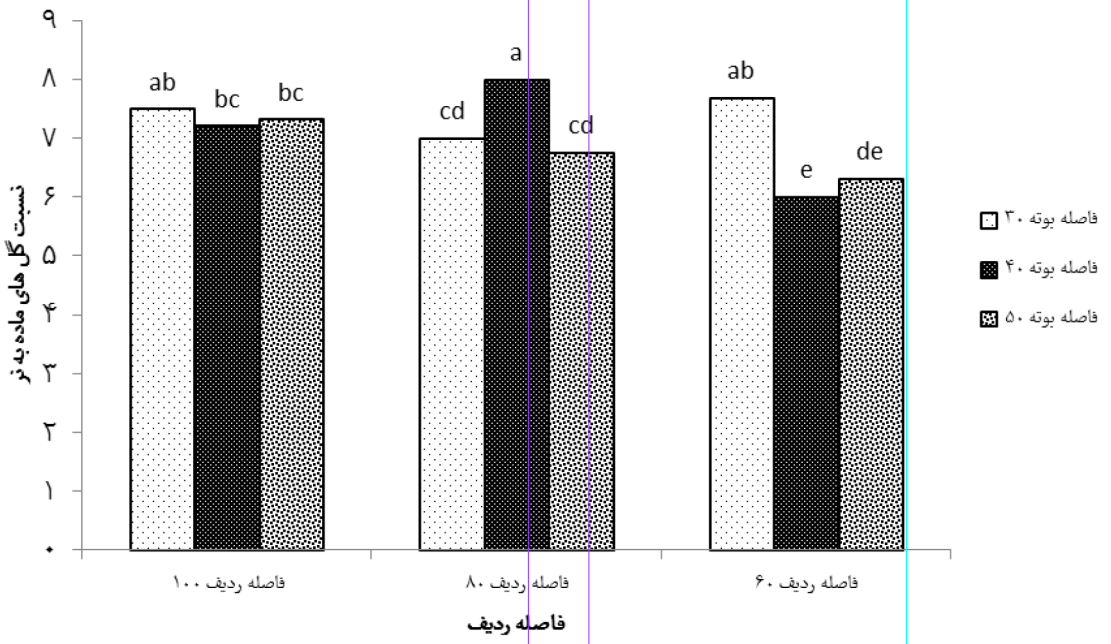
صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱ طول خوشه اصلی	۱/۰۰										
۲ تعداد ساقه فرعی	۰/۵۷**	۱/۰۰									
۳ وزن برگ خشک	۰/۶۹۴**	۰/۶۰۳**	۱/۰۰								
۴ تعداد کپسول در خوشه	۰/۷۲۳*	۰/۴۲۳*	۰/۷۳۵**	۱/۰۰							
۵ تعداد دانه در خوشه	۰/۴۹۴	۰/۳۷۲*	۰/۴۱۳*	۰/۵۸۶**	۱/۰۰						
۶ نسبت گل‌های نر به ماده	۰/۲۳۸	-۰/۰۷۲	-۰/۱۳۹	۰/۰۸۳	۰/۰۲۹	۱/۰۰					
۷ عملکرد دانه	۰/۳۰۶	۰/۱۵۲	۰/۲۱۸	۰/۵۴۴**	۰/۳۱۲	۰/۳۶۵	۱/۰۰				
۸ عملکرد بیولوژیک	۰/۰۹۰	۰/۱۵۲	-۰/۱۰۲	-۰/۱۹۹	۰/۱۰۳	۰/۴۵۳*	-۰/۰۵	۱/۰۰			
۹ وزن صددانه	۰/۴۸۲*	۰/۴۰۳*	۰/۱۷۶	۰/۰۷۴	۰/۴۷۱*	-۰/۱۲۴	-۰/۲۰۴	۰/۱۳۰	۱/۰۰		
۱۰ درصد روغن	۰/۶۶۶**	۰/۵۳۱**	۰/۲۸۹	۰/۳۹۵*	۰/۳۰۶	۰/۱۷۸	۰/۰۷۶	۰/۱۱۹	۰/۵۱۳**	۱/۰۰	
۱۱ عملکرد روغن	۰/۴۹۱**	۰/۰۲۲	۰/۳۶۱	۰/۶۳۱**	۰/۳۷۷*	۰/۳۶۵	۰/۹۵۳**	-۰/۰۲۳	-۰/۰۴۶	۰/۳۶۴	۱/۰۰



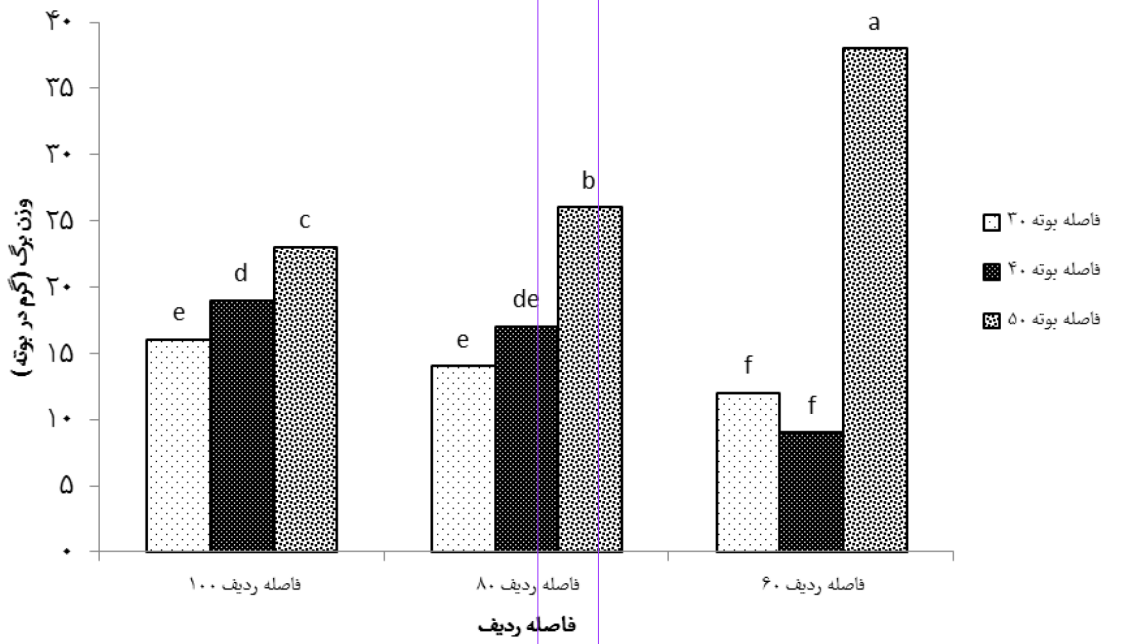
شکل ۱- اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روي ردیف بر طول خوشه اصلي



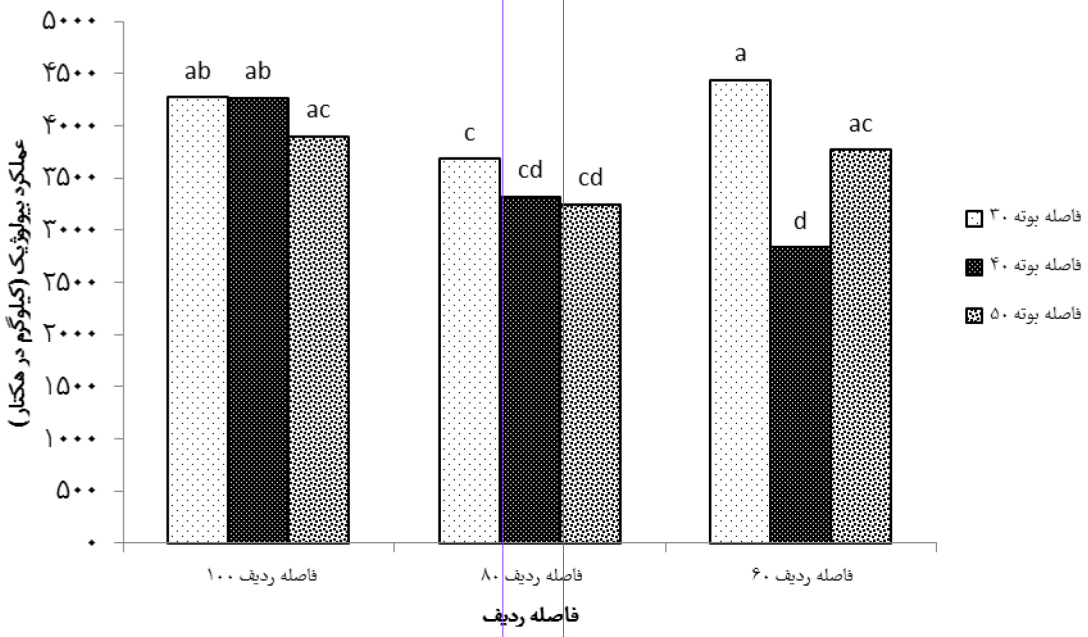
شکل ۲- اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روي ردیف بر تعداد ساقه فرعي



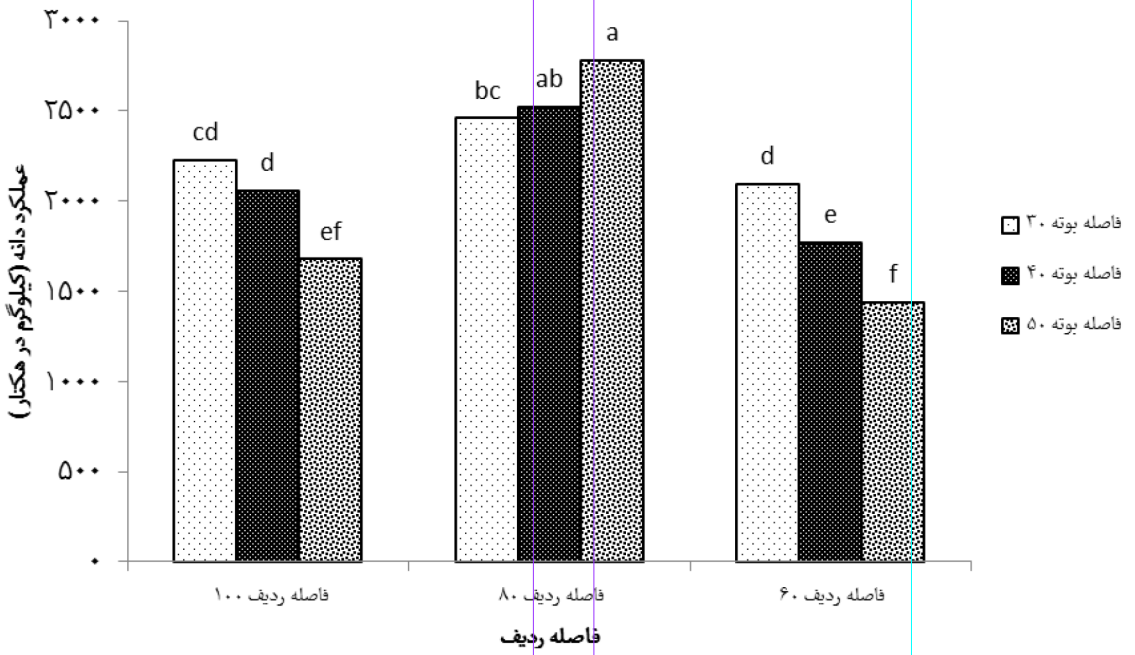
شکل ۳- اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روي ردیف بر نسبت گل هاي ماده به نر



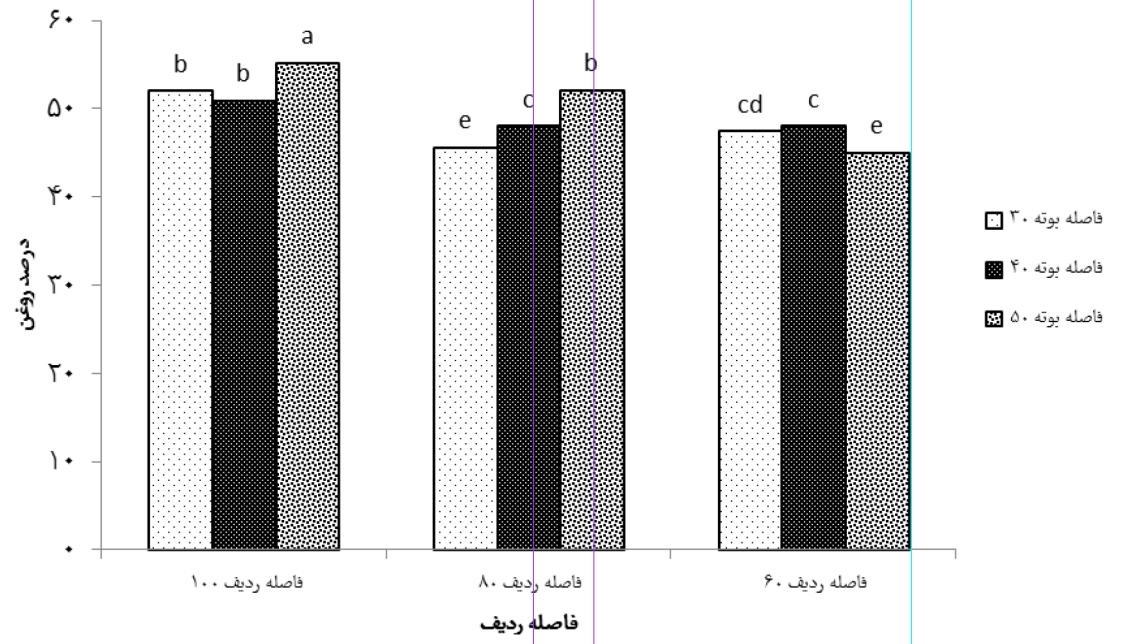
شکل ٤- اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روي ردیف بر وزن برگ



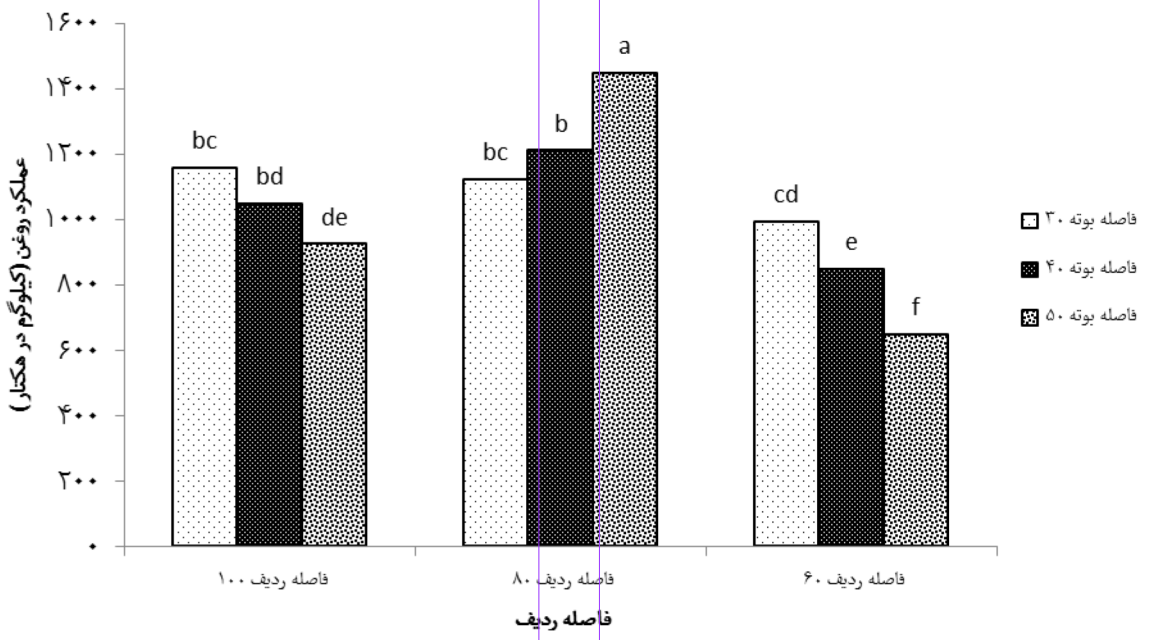
شکل۵- اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روي ردیف بر عملکرد بیولوژیک



شکل ۷- اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روي ردیف بر عملکرد دانه



شکل ۸- اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روي ردیف بر درصد روغن



شکل ۹- اثر متقابل فاصله ردیف کاشت در فاصله روي ردیف بر عملکرد روغن

منابع مورد استفاده

1. Azari ,A .(2001) .Determination of optimum planting pattern for safflower ,variety kooseh ,at early and late planting dates in Isfahan .m.sc Thesis.depatment of Agronomy and Plant Breeding .Isfahan University of Technology .Isfahan, Iran.
2. Alimohammadi ,M .Valadabady ,S.A.R .Daneshian ,J. and Aref ,B .(2009) .Effect of nitrogen and plant density on seed yield of castor plant .New Journal of Sustainable Agriculture .Vol.15-19 :(21)6 ,
3. Bavec ,F .and Bavec ,M .(2002) .Effects of plant population on leaf area index ,cob characteristics and grain yield of early maturing maize cultivars) FAO.(100-400 European of Agronomy ,Vol ,16 ,No .2 ,pp.151-159 :
4. Bilgili ,U .Sincik ,M .Uzan ,A .and Acikgoz ,E.(2003) . The influence of row spacing seeding rate on seed yield and yield components of forage tarnip .J .of Agron and Crop Sci .Vol ,189,No .4,pp. 250-254:
5. Board ,J.E .and Harville ,B.G .(1996) .Growth dynamics during the vegetative period effects yield of narrow–row late planted soybean .Agron. J .Vol ,8,pp.567-572 :
6. Board ,J.E .Kamal ,M .and Harville ,B.G .(1992) .Temporal importance of greter light interception to increased yield in narrow-row soybean .Agron .J .Vol ,84 ,pp572- : .575
7. Danesh-Shahraki ,A .Kashani ,A .Mesgarbashi ,M .Banipour ,M .and Kohi-Dehkordi ,M .(2008) .Effect of density and the time of nitrogen consumptionon on some agronomic traits of canola .Journal of Agronomy and Horticulture Karaj .No.79 ,
8. Fathi ,GH .Nabi-Saidi ,A .Siadat ,SA .and Ebrahim-pour-Noorabadi ,F .(2002) .Effect of different levels of plant density on seed yield of canola in 7045 PF variety in climate of Khuzestan .Journal of Agricultural Science. Vol ,25 ,No .1 ,pp.43-58 :
9. Firoze ,F .Shirani-Rad ,A.M .Rezayi ,A .Naderi ,M.R. and Nabi-Taba ,S.A.R .(2005) .Effect of planting density on yield and yield components in spring safflower in Esfahan .Journal of Agronomic Sciences .Vol ,8 ,No.3 , pp.267-259 :
10. Hoag ,B .Zubriski and Geiszer ,G.N .(1968) .Effect of fertilizer treatment and row spacing on yield ,quality and physiologica response of safflower .Agron .J .Vol 60 ,pp: .200– 198
11. Jahannavard ,SH .Tajbakhsh ,M .and Bernousi ,A. .(2009)Effect of planting date and plant density on content of oil and protein yield of castor .Articles Collections of National Conference of oilseed crops ,Isfahan Un .pp.361 - 359 :
12. Laureti ,D .and Marras ,G .(1995) .Irrigation of castor) Ricinus communis l (. in Italy .Agronomy journal .Vol, 4pp.235 – 229 :
13. Maddoni ,G.A .Otegui ,M.E .and Cirilo ,A.G.(2001) . Plant population density ,row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation .Field Crops Res .Vol 71 ,pp.183-193 :
14. Meekins ,J.F .and McCarthy ,B.C .2002 .Effect of population density on the demography of an invasive plant) Alliaria Petiolata ,Brassicaceae (population in a southeastern Ohio forest .American Midland Naturalist .278–147:256
15. Martins ,V.F ,.Haddad B .and Semir ,J .(2011) .Responses of the invasive Ricinus communis seedlings to

competition and light .New Zealand Journal of Botany .279–49:263
16. Morrison ,M.J .Mcvetty ,P.B.E .MC .and Scarth ,R. .(1990)Effect of altering plant density on growth characteristics of summer rape .Can .J .Plant Sci .Vol ,70 ,pp: .139-149
17. Naderi-Darbaghshahi ,M.R .Nour-Mohammadi ,GH. Majidi ,A .Darvish ,F .Shirani-Rad ,A.KH .and Madani, H .(2004) .Effects of drought stress and plant density on ECO physiological yield three lines of safflower in summer planting in Esfahan .Seed and Plant Journal ,Vol,2 , No .3 ,pp.12-26 :
18. Nenadic ,N .and Slovic ,S .(1994) .Soybean yield and quality as influenced by crop density ,sowing type and nitrogen fertilization .Rev .Res .Work .Facal .Agric .Belgrade .Vol ,39 ,pp.87-95 :
19. Ozel ,A .Demibiek ,T .Gur ,M.A .and Copu ,R.O.(2004) . Effect of different sowing date and intrarow spacing on yield and some agronomic traits of safflower) *Carthamas cinerarias* L.) Under Harran plain's arid conditions. Turk .J. Agric Forest. Vol, 28, pp: 413-419.
20. Ozoni Daraji, A. Esfahani, M. Sami zadeh, H. and Rabiei, M. (2008). Effect of planting pattern and pland density on growth Indies and radiation use effieiency of apetalous flowers and petalled rapeseed (Brassica Napusl .) cultivars. Iran. J. Crop Sci. Vol, 9, No, 4. pp: 382-400.
21. Pourhadian, H. And Khajehpour, M.R. (2007). Effect of row spacing and plant density on growth indexes and yield of Safflower, Local variety of Isfahan, Kose. Science and Technology Journal of Agriculture and Natural Resources, the eleventh year, No, 42. pp: 16-22.
22. Rezvani-Moghaddam, B. Nabati, J. Norozpour, GH. and Mohammad-Abadi, A. (2004). Evaluation of morphological characteristics, seed and oil yield of castor in plant densities and irrigation different distances. Journal of Agricultural Research. Vol, 2, No, 1. pp: 1-12.
23. Rafi-alHusseini, M. And Salehi, f. (2002). Effect of plant density on seed yield and agronomic characteristics of of three sunflower cultivars in Shahrkord. Articles abstracts of the seventh Conference of Agronomy and Plant Breeding Science, Karaj. pp: 22-29.
24. Rodrigues, H. C., Carvalho, S.P., Carvalho, A.A., Santos, C.E.M., Filho, J.L.C.. (2010). Genotypic, phenotypic and environmental correlations among castor bean variables. Ciênc. Agrotec. Vol.34, No.6, pp. 1390-1395.
25. Sarwar,G., Munir, H., and Hussain, J. 2010. Evaluation of castor bean (Ricinus communis L.) mutants for gentic parameters and cluster analysis. Evaluation of castorbean mutants for genetic parameters. J. Agric. Res., 48(3): 289-302.
26. Soratto, R.P., Souza-Schlick, G.D., San Giacomo, B.M., Zanotto, M.D., Fernandes, A.M. (2011). Low-height castor bean row spacing and plant population for mechanical harvest. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 46 (3): 245-249.
27. Souza-Schlick, G. D.; Soratto, R. P.; Pasquali, C. B. and Fernandes, A. M. (2011). Castor bean IAC 2028 performance as affected by row spacing and plant population in out-of-season cropping . Bragantia, Vol.70, No.3, pp. 519-528.
28. Thompson, J.A. and fenton, I.G. (1977). Influence of plant population on yield and yield components of irrigated sunflower in southern new South Wales. Aust.J. Exp. Agric. 8A.H. Vol, 19, No, 100. pp: 570 – 574.
29. Tagdiri, b. Ahmadvand, G. And Mazaheri Lagab, H. (2006). Effect of plant spacing on yield and yield components of four sunflower cultivars. Journal of Research Agriculture, Water, Soil and Agriculture. Vol, 6, No, 1. pp: 35-26.
30. Vala, G. M.; Khanpara, V. D.; Kaneria, B. B.; Mathukia, R. K.(2000). Performance of castor Ricinus communis genotypes under various sowing times and row Journal Gujarat Agric. Un. Res. J., Vol. 26 No. 1 pp. 12-15
31. Zimmerman, L.H. (1997). The relationship of a dwarf-internode gene to several important agronomic characters in castor-beans. Agron. J. Vol, 49, pp: 251–254.
32. Zope, R.E. Parlekar, D.S. Ghorpade, D.S. and Tambe, S.I. (1992). Effect of different row spacing on the growth and yield of Safflower. Third Int. Safflower Conf. Bijing. China. pp: 34-39.