

تأثیر نیتروژن و تراکم گیاهی بر عملکرد دانه و روغن گیاه کرچک (*Ricinus Communis L.*)

مهرزاد علیمحمدی^۱، سید علیرضا ولدآبادی^{۲*}، جهانفر دانشیان^۳ و بهروز عارف^۳

چکیده

اثر سطوح تراکم و مقادیر مختلف نیتروژن بر صفات زراعی و برخی شاخص‌های رشد کرچک در آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مرکز آموزش اسماعیل آباد استان قزوین در سال زراعی ۱۳۸۵ ارزیابی شد. مقادیر مختلف نیتروژن در چهار سطح (۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و تراکم کاشت شامل در سه سطح (۲/۵، ۴ و ۵/۵ گیاه در متر مربع) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه و روغن به ترتیب از کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار شاهد نیتروژن به‌دست آمد. بین سطوح تراکم از نظر کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین و کمترین عملکرد دانه و روغن به ترتیب از تراکم ۵/۵ و ۲/۵ گیاه در متر مربع حاصل شد. اثر متقابل نیتروژن و تراکم نیز بر صفات وزن خشک خوشه در گیاه، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در متر مربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه از لحاظ آماری معنی‌داری بود. بیشترین وزن خشک خوشه در گیاه، تعداد دانه در گیاه و وزن هزار دانه از اثر متقابل تراکم ۲/۵ گیاه در متر مربع و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. کمترین میزان در صفات ذکر شده نیز از تراکم ۵/۵ گیاه در متر مربع و تیمار عدم مصرف نیتروژن به‌دست آمد. بیشترین تعداد دانه در متر مربع و عملکرد دانه نیز از اثر متقابل تراکم ۵/۵ گیاه در متر مربع و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. بر اساس نتایج این آزمایش، کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۵/۵ گیاه در متر مربع به‌عنوان بهترین تیمار جهت تولید بیشتر عملکرد دانه و روغن شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، تراکم، عملکرد دانه، عملکرد روغن، کرچک.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۲/۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۳

۱- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس

۲- فرهیخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

۳- دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، کرج

* نویسنده مسئول مکاتبات

مقدمه

کرچک گیاهی علفی، یکساله و روز بلند است که در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به‌خوبی رشد می‌کند (Samsam Shariat, 1996). کرچک به سرما حساس است و نمو آن در نقاط سرد و ساحلی اغلب به‌کندی صورت می‌گیرد. (Choilt, 1988).

کرچک یکی از دانه‌های روغنی است که میزان روغن دانه در ارقام مختلف متغیر و بین ۳۵ تا ۵۵ درصد گزارش شده است (Omidbeygi, 1998).

امروزه از کودهای شیمیایی برای رسیدن به عملکرد واحد سطح استفاده می‌شود. چنانچه نیتروژن کمتر از میزان مطلوب و یا بیشتر از حد نیاز باشد، اختلالاتی را در فرآیندهای ضروری و حیاتی گیاه نظیر رشد و نمو، کاهش، تعویق و یا حتی توقف رشد زایشی را موجب می‌شود (Naseri, 1997).

پوران و همکاران (Pooran et al., 2003) در بررسی نحوه حفظ رطوبت و زمان کاربرد نیتروژن بر میزان محصول گیاه کرچک در هند به این نتیجه رسیدند که کاربرد ۴۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار و در دو مرحله، بیشترین تعداد خوشه بارور را در گیاه تولید کرد. در آزمایشی واکنش گیاه کرچک به کود شیمیایی نیتروژن در سطوح ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر در سطوح ۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار ارزیابی شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌طور معنی‌دار محصول دانه را افزایش داد (۳۶/۱ درصد). ماتوکیا و مدوادیا (۱۹۹۵) در یک آزمایش مزرعه‌ای روی گیاه کرچک دریافتند که کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش محصول دانه گردید و میزان روغن دانه با افزایش کاربرد کود نیتروژن کاهش یافت.

هکوا و موگویرا (Hikwa and Mugwira, 2001) آزمایشی را روی گیاه کرچک انجام دادند و واکنش گیاه را نسبت به نیتروژن بررسی نمودند. آن‌ها دریافتند که بین مقادیر ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود. کوتروباس و همکاران (Kautrobas et al., 2000) با آزمایش روی گیاه کرچک در دو تحقیق جداگانه اظهار داشتند که عملکرد دانه در کرچک به تعداد بوته در واحد سطح، تعداد گل‌آذین در گیاه، تعداد کپسول در اولین گل‌آذین، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه بستگی داشت و همچنین با کاهش

تراکم ارتفاع گل‌آذین کرچک می‌تواند تا ۱۰۰ سانتی‌متر افزایش یابد که البته این امر باعث غیر یکنواختی در رسیدن دانه می‌شود. پاتل (Patel, 1978) در آزمایشی که بر روی گیاه کرچک انجام داد، دریافت که کاربرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کاربرد ۹۰ کیلوگرم فسفر، بیشترین محصول دانه و بیشترین تعداد کپسول را تولید نمود.

وایس (Weiss, 2000) با آزمایشی بر روی گیاه کرچک اظهار داشت که تراکم گیاهی بین ۳۰ تا ۴۰ هزار بوته در هکتار برای کرچک مناسب است. لک و همکاران (Lak et al., 2007) با آزمایش روی گیاه ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در دو سال متوالی دریافتند که تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. اردکانی و همکاران (Ardakani et al., 2007) طی آزمایشی روی گیاه آفتابگردان اظهار نمودند که در تراکم‌های مناسب، افزایش قطر طبق به علت افزایش تعداد دانه‌های تشکیل شده در طبق موجب رسیدن به عملکرد مطلوب شد. آلام و همکاران (Allam et al., 2007) عکس‌العمل دو هیبرید آفتابگردان را به تاریخ کاشت و سه تراکم ۸۳۳۰۰، ۵۵۵۳۲ و ۱۶۶۶۰۰ بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراکم، وزن صد دانه کاهش یافت. رفیع‌الحسینی و صالحی (Rafiol-Hoseini and Salehi, 2002) نیز دریافتند که عملکرد روغن آفتابگردان با افزایش تراکم بوته به علت افزایش عملکرد دانه و درصد روغن افزایش یافت.

این تحقیق به منظور شناسایی میزان مصرف مناسب کود نیتروژن و تأثیر افزایش تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کرچک و همچنین بررسی اثرات متقابل سطوح کود نیتروژن و تراکم کاشت بر درصد روغن گیاه کرچک طرح ریزی و به مرحله اجرا در آمده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۸۵ در مزرعه مرکز آموزش کشاورزی اسماعیل‌آباد سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین انجام پذیرفت. این منطقه در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی قرار دارد و ارتفاع از سطح دریای آن ۱۲۸۵ متر می‌باشد.

آزمایش به‌صورت اسپلینت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. کود نیتروژن در چهار

تعداد دانه در گیاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن دانه).

تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ۰/۵) توسط نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت. هم‌چنین نمودارها توسط نرم‌افزار EXCEL رسم گردید.

نتایج و بحث

طول خوشه اصلی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کود نیتروژن و تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر صفت طول خوشه اصلی داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطوح نیتروژن از نظر طول خوشه اصلی در گیاه در گروه‌های مختلف آماری قرار داشتند و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم ۲/۵ گیاه در متر مربع با میانگین ۶۷/۰۲ سانتی‌متر بیشترین طول خوشه اصلی را داشت. هم‌چنین در کلیه سطوح کود نیتروژن، تراکم ۲/۵ گیاه در متر مربع، بیشترین طول خوشه اصلی را تولید کرد (جدول ۳).

وزن خوشه در بوته

کود نیتروژن و تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن خوشه در گیاه در سطح احتمال یک درصد داشتند. با کاهش تراکم، وزن خشک خوشه در گیاه افزایش یافت. با توجه به این‌که بیشترین طول خوشه اصلی در گیاه از کمترین تراکم کاشت حاصل شده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بالاترین وزن خشک خوشه در گیاه نیز از تراکم‌های پایین حاصل می‌شود. حداکثر و حداقل وزن خوشه در گیاه به ترتیب در تیمار با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن و تیمار شاهد به دست آمد. اثر متقابل نیتروژن و تراکم برای صفت وزن خوشه در گیاه نیز از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

وزن خوشه در واحد سطح

کود نیتروژن و تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن خشک خوشه در واحد سطح در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین سطوح کود نیتروژن و تراکم کاشت از نظر وزن خوشه در واحد سطح نشان داد که تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۵۷۰/۴ گرم در متر مربع و عدم استفاده از کود نیتروژن با میانگین ۳۰۹/۷ گرم

سطح (صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره در کرت‌های اصلی و تراکم در سه سطح (۲۵۰۰۰، ۴۰۰۰۰ و ۵۵۰۰۰ بوته در هکتار) به کرت‌های فرعی اختصاص یافت.

زمین آزمایش سال قبل از کشت، به صورت آیش بود. طول هر کرت آزمایشی، شش متر و عرض آن ۳/۶۰ متر بود. فاصله ردیف‌های کشت با یکدیگر ۶۰ سانتی‌متر و در هر کرت، شش خط کاشت در نظر گرفته شد. فاصله کشت گیاهان روی خطوط در تراکم‌های ۲/۵ و ۴ و ۵/۵ بوته در متر مربع به ترتیب ۴۰، ۲۵ و ۱۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از انجام شخم، دیسک و تسطیح، شیارهایی توسط فاروئر به عرض ۶۰ سانتی‌متر روی زمین ایجاد گردید. سپس کاشت به صورت تک ردیفه در وسط پشته انجام شد. قبل از عملیات زراعی کاشت، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار در همان کرت‌ها به طور یکسان مورد استفاده قرار گرفت.

در هنگام استفاده از کود اوره مطابق تیمارهای آزمایشی، یک سوم آن به صورت نواری، ۴ تا ۵ سانتی‌متر زیر بذور کشت شده قرار داده شد. هم‌چنین مقدار باقی مانده آن در دو مرحله، در زمان ۵ تا ۶ برگی و ۱۰ تا ۱۲ برگی به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. اولین آبیاری بعد از کاشت در تاریخ ۸۵/۴/۱۰ انجام شد. روش آبیاری نیز به صورت جوی و پشته انجام پذیرفت. آبیاری هر ۸ تا ۹ روز یک‌بار انجام شد و تا زمان رسیدگی کامل محصول ادامه داشت. عملیات تنک در طی دو مرحله ۶-۵ برگی و ۱۲-۱۰ برگی گیاه انجام گرفت تا تراکم مورد نظر در هر کرت به دست آید. اولین مرحله نمونه‌برداری در تاریخ ۸۵/۴/۳۰ انجام شد. مراحل نمونه‌برداری بعدی در تاریخ‌های ۱۳ و ۲۶ مرداد، ۱۳ و ۳۰ شهریور و ۱۳ مهر همانند نمونه‌برداری مرحله اول و با رعایت حذف اثر حاشیه‌ها انجام گردید. در زمان رسیدگی کامل، در سطح چهار مترمربع از تراکم‌های مختلف برداشت صورت گرفت. صفات زیر هنگام برداشت اندازه‌گیری و محاسبه شدند:

صفات مورفولوژیکی (ارتفاع گیاه، طول ساقه اصلی، قطر ساقه (میانگره سوم)، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد کل برگ در گیاه، تعداد ساقه فرعی در گیاه).

صفات زراعی (طول خوشه اصلی، تعداد خوشه نابارور در گیاه، وزن خوشه در گیاه، وزن دانه در گیاه، وزن هزار دانه،

در متر مربع به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک خوشه در واحد سطح را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). هم‌چنین با کاهش تراکم از وزن خشک خوشه در متر مربع کاسته شد. (جدول ۲).

تعداد دانه در گیاه

نیتروژن و تراکم تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد دانه در گیاه در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش تراکم، به تعداد دانه در گیاه افزوده شد. با توجه به این‌که بیشترین طول خوشه اصلی و وزن خوشه در گیاه از کمترین تراکم حاصل شد، بنابراین بیشترین تعداد دانه در گیاه نیز از تراکم‌های پایین به دست آمد. اثر متقابل نیتروژن و تراکم نیز تأثیر معنی‌داری بر صفت تعداد دانه در گیاه در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۴).

وزن صد دانه

کود نیتروژن و تراکم کاشت از لحاظ آماری تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن صد دانه، در سطح احتمال یک درصد داشتند. کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۲۶/۵۴ گرم و عدم کاربرد نیتروژن با میانگین ۲۳/۷۲ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن صد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). اثر متقابل نیتروژن و تراکم تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن صد دانه در سطح احتمال ۱٪ داشت (جدول ۴). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و تراکم کاشت از نظر وزن صد دانه نشان داد که سطوح تیماری در گروه‌های جداگانه آماری واقع شدند. در شرایط عدم مصرف نیتروژن، به دلیل کاهش قابل توجه میزان مواد آسیمیلاتی و توان فتوسنتزی گیاه، وزن صد دانه کاهش یافته است. اما با افزایش تراکم، به دلیل کاهش بیشتر توان فتوسنتزی تک گیاهان از وزن صد دانه بیش از پیش کاسته شد. در این تحقیق با کاربرد حداکثر میزان نیتروژن (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار)، فعالیت‌های فتوسنتزی گیاهان افزایش یافت و مواد آسیمیلاتی بیشتری برای انتقال به دانه فراهم شد.

وزن خشک در تک گیاه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر کود نیتروژن و تراکم کاشت بر وزن بوته در گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). با توجه به نقش نیتروژن در افزایش و توسعه اندام‌های رویشی، با افزایش کاربرد نیتروژن (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در

هکتار) حداکثر وزن خشک در بوته حاصل شد (جدول ۳). هم‌چنین با افزایش تراکم از وزن تک گیاه کاسته شد. به طور کلی در کلیه سطوح نیتروژن، بالاترین وزن بوته از تراکم ۲/۵ گیاه در متر مربع حاصل شد (جدول ۶).

عملکرد بیولوژیک

در مورد عملکرد بیولوژیک مشاهده شد که نیتروژن و تراکم در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری روی این صفت داشتند (جدول ۴). تراکم ۲/۵ گیاه در متر مربع با ۹۳۶۶ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۵/۵ گیاه در متر مربع با ۱۰۶۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که کود نیتروژن و تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۷). مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۲۹۲۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد نیتروژن با میانگین ۱۶۸۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین با افزایش تراکم، عملکرد دانه افزایش یافت و تراکم ۲/۵ گیاه در متر مربع با ۱۸۶۶ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۵/۵ گیاه در متر مربع با ۲۵۱۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۸).

اثر متقابل نیتروژن و تراکم کاشت از لحاظ آماری روی صفت عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۷). نقش تراکم گیاهی در افزایش عملکرد دانه با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت، به طوری که در تیمار شاهد و کاربرد ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کلیه سطوح تراکم در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند، اما با مصرف بیشتر نیتروژن نقش تراکم در افزایش عملکرد دانه موثرتر شد (جدول ۸).

شاخص برداشت

نیتروژن و تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد داشتند (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای سطوح نیتروژن از نظر شاخص برداشت در گروه‌های مختلف آماری قرار گرفتند. افزایش مصرف نیتروژن سبب افزایش وزن اندام‌های رویشی و دانه شد، اما میزان افزایش در عملکرد دانه بیش از اندام‌های رویشی بود و به این لحاظ شاخص برداشت افزایش یافت.

درصد روغن

نیتروزن و تراکم کاشت تأثیر معنی داری بر درصد روغن در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۷). کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروزن در هکتار با میانگین ۵۴/۴۲ درصد به عنوان گروه برتر قرار گرفت و سایر سطوح نیتروزن نیز در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند (جدول ۷). در مقایسه میانگین‌ها با افزایش تراکم از درصد روغن کاسته شد. تراکم ۲/۵ گیاه در متر مربع با ۵۳/۴۱ درصد و تراکم ۵/۵ گیاه در متر مربع با ۴۷/۳۱ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد روغن را به خود اختصاص دادند (جدول ۸).

عملکرد روغن

نیتروزن تأثیر معنی داری بر عملکرد روغن داشته (جدول ۷) و سطوح کود نیتروزن از نظر عملکرد روغن در گروه‌های مختلف آماری قرار گرفتند. بیشترین درصد روغن و عملکرد

دانه از کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروزن در هکتار حاصل شد، بنابراین بالاترین عملکرد روغن نیز از این سطح حاصل شد. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که تراکم تأثیر معنی داری بر صفت عملکرد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۷). با افزایش تراکم بر عملکرد روغن دانه افزوده شد. بیشترین عملکرد دانه و درصد روغن در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن حاصل شد. بنابراین بالاترین عملکرد روغن از تراکم ۵/۵ گیاه در متر مربع و استفاده از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروزن به دست می‌آید. با توجه به نتایج به دست آمده، کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروزن در هکتار و تراکم ۵/۵ گیاه در متر مربع به عنوان بهترین تیمارها شناخته شدند و تیمار عدم مصرف نیتروزن و تراکم ۲/۵ گیاه در متر مربع در این آزمایش از نظر عملکرد دانه، عملکرد روغن و سایر صفات اندازه‌گیری شده مرتبط با عملکرد دانه ضعیف‌تر از سایر تیمارها بودند.

جدول ۱- میانگین مربعات عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 1. Mean squares of grain yield and related characteristics

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F.	طول خوشه اصلی Main cluster length	وزن خوشه در گیاه Cluster weight per plant	وزن خوشه در مترمربع Cluster weight per m ²
تکرار (Replication)	3	45.08 ^{ns}	358.22 ^{ns}	5812.56 ^{ns}
نیتروزن (N)	3	497.31 ^{**}	11320.54 ^{**}	155334.74 ^{**}
اشتباه (Error)	9	11.51	95.71	1908.63
تراکم (Density)	2	427.98 ^{**}	6927.32 ^{**}	124792.21 ^{**}
نیتروزن * تراکم (N*D)	6	5.68 ^{ns}	294.50 ^{**}	2385.32 ^{ns}
اشتباه (Error)	24	3.16	75.44	1614.48
ضریب تغییرات (C.V. %)		5.30	7.59	9.24

ns و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف و اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد

ns and **: Not significant and significant at 0.01% levels of probability, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن و تراکم گیاه بر عملکرد و صفات وابسته به آن

Table 2. Mean comparison of nitrogen and plant density levels on yield and its related characteristics

نیتروژن Nitrogen (kg/ha)	تراکم گیاه Plant density (plant/ m ²)	طول خوشه اصلی Main cluster length (cm)	وزن خشک خوشه در گیاه Cluster dry weight plant (g)	وزن خشک خوشه Cluster dry weight (g/ m ²)
0		26.30 ^d	80.73 ^d	309.70 ^d
40		30.27 ^c	100.60 ^c	381.10 ^c
80		37.24 ^b	124.30 ^b	478.50 ^b
180		40.43 ^a	151.90 ^a	570.40 ^a
	2.5	38.78 ^a	136 ^a	339.80 ^c
	4	33.46 ^b	112 ^b	450.60 ^b
	5.5	28.44 ^c	94.46 ^c	514.30 ^a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون با همدیگر در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with same letters in each column are not significantly different at 0.05 of probability level

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم گیاه بر عملکرد و صفات وابسته به آن

Table 3. Mean comparison of nitrogen and plant density interaction on yield and its related characteristics

نیتروژن Nitrogen (kg/ha)	تراکم گیاه Plant density/m ²	طول خوشه اصلی Main cluster length (cm)	وزن خشک خوشه در گیاه Cluster dry weight per plant (g)	وزن خشک خوشه Cluster dry weight (g/m ²)
0	2.50	32.25 ^d	95.32 ^{de}	238.20 ^f
	4	25.33 ^f	77.90 ^{fg}	311.60 ^e
	5.50	21.33 ^g	68.96 ^g	379.20 ^d
40	2.50	35.94 ^c	122.70 ^c	306.60 ^e
	4	29.50 ^e	95.33 ^{de}	381.30 ^d
	5.50	25.36 ^f	83.70 ^{ef}	455.40 ^c
80	2.50	40.92 ^b	141.40 ^b	353.20 ^{de}
	4	39.06 ^b	126.10 ^c	504 ^c
	5.50	31.75 ^{de}	105.30 ^d	578.40 ^b
120	2.50	46.02 ^a	184.50 ^a	461.20 ^c
	4	39.97 ^b	151.40 ^b	605.60 ^{ab}
		35.31 ^c	119.90 ^c	644.30 ^a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون با همدیگر در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with same letters in each column are not significantly different at 0.05 of probability level

جدول ۴- میانگین مربعات عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 4. Mean squares of grain yield and its related characteristics

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F.	تعداد دانه در گیاه Grain number per plant	وزن دانه در گیاه Grain weight per plant	تعداد دانه Grain number/m ²	وزن صد دانه 100 grain weight	وزن کل گیاه T.D.W.	عملکرد بیولوژیک Biological yield
تکرار (Replication)	3	1153.47 ^{ns}	336.54 ^{ns}	16610.96 ^{ns}	1.48 ^{ns}	34893.69 ^{ns}	19367.81 ^{ns}
نیترोजن (N)	3	15129.98 ^{**}	2350.77 ^{**}	207433.08 ^{**}	16.34 ^{**}	2246353.08 ^{**}	1797745.75 ^{**}
اشتباه (Error)	9	745.04	25.99	11076.68	0.34	154960.76	115043.83
تراکم (Density)	2	26436.97 ^{**}	3371.19 ^{**}	554697.14 ^{**}	30.28 ^{**}	6614382.25 ^{**}	14139746.44 ^{**}
نیترोजن * تراکم (N*D)	6	1225.75 ^{**}	10.01	10443.24 [*]	1.62 ^{**}	164309.87	79897.59
اشتباه (Error)	24	252.78	12.05	3131.66	0.35	80345.22	54413.97
C.V. (%) ضریب تغییرات		6.89	5.85	6.35	3.35	2.83	8.66

** بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ می باشد و ns : غیر معنی دار

** : show significant difference at 1% levels of probability and ns= not significant

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سطوح نیترोजن و تراکم گیاه بر عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 5. Mean comparison of nitrogen and plant effect on grain yield and its related characteristics

تراکم گیاه Planting density/ m ²	نیترोजن Nitrogen (kg/ha)	تعداد دانه در گیاه Grain Number Per plant	وزن دانه در گیاه Grain weight per plant (g)	وزن صد دانه 100 grains weight (g)	وزن تک گیاه Plant weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)
	0	187 ^c	45.30 ^d	23.72 ^c	2261 ^d	8526 ^d
	40	218 ^b	51.50 ^c	24.93 ^b	2555 ^c	9469 ^c
	80	262 ^a	63.30 ^b	25.37 ^b	2784 ^b	10380 ^b
	120	257 ^a	77.10 ^a	26.54 ^a	3178 ^a	11740 ^a
2.50		272 ^a	74.60 ^a	26.48 ^a	3719 ^a	9366 ^c
4		230 ^b	57.50 ^b	25.20 ^b	2493 ^b	10070 ^b
5.50		191 ^c	45.70 ^c	23.73 ^c	1871 ^c	10650 ^a

حروف متفاوت در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد

Means with different letters in each column are significantly different at 0.05 of probability level

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم گیاه بر عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 6. Mean comparison of nitrogen and plant density interaction on grain yield and its related characteristics

نیتروژن Nitrogen (kg/ha)	تراکم گیاه Plant density / m ²	تعداد دانه در گیاه Grain number per plant	وزن دانه در گیاه Grain weight per plant (g)	وزن صد دانه 100 grain weight (g)	وزن بوته در گیاه Plant weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (kg/ha)
0	2.50	199 ^{cd}	58.70 ^d	25.11 ^{cde}	3155 ^c	7980 ^h
	4	209 ^c	44.80 ^e	24.22 ^{ef}	2154 ^f	8566 ^g
	5.50	151 ^e	32.30 ^g	21.82 ^g	1474 ^h	9033 ^f
40	2.50	265 ^b	65.90 ^c	25.94 ^{bc}	3602 ^b	9012 ^f
	4	210 ^c	49.50 ^e	25.46 ^{bcd}	2321 ^{ef}	9311 ^f
	5.50	177 ^d	39.10 ^f	23.38 ^f	1743 ^{gh}	10080 ^e
80	2.50	312 ^a	80.30 ^b	26.35 ^b	3697 ^b	9419 ^f
	4	254 ^b	60.30 ^d	25.02 ^{cde}	2649 ^{de}	10600 ^d
	5.50	220 ^c	49.40 ^e	24.75 ^{de}	2006 ^{fg}	11130 ^c
120	2.50	310 ^a	93.50 ^a	28.53 ^a	4421 ^a	11050 ^c
	4	246 ^b	75.40 ^b	26.10 ^b	2853 ^{cd}	11810 ^b
	5.50	214 ^c	62.20 ^{cd}	24.99 ^{de}	2261 ^f	1230 ^a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون با همدیگر در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with same letters in each column are not significantly different at 0.05 of probability level

جدول ۷- میانگین مربعات عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 7. Mean squares of grain yield and its related characteristics

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن Oil yield
تکرار (Replication)	3	465622.06 ^{ns}	60.14 ^{ns}	0.001 ^{ns}	146439.64 ^{ns}
نیتروژن (N)	3	3565857.17 ^{**}	56.10 ^{**}	0.013 ^{**}	1422268.10 ^{**}
اشتباه (Error)	9	40811.75	5.94	0.002	27023.59
تراکم (Density)	2	1756255.77 ^{**}	18.55 [*]	0.015 ^{**}	146486.76 ^{**}
نیتروژن * تراکم (N*D)	6	114149.69 ^{**}	5.43 ^{ns}	0.002 ^{ns}	11844.82 ^{ns}
اشتباه (Error)	24	15243.29	5.81	0.002	12194.15
ضریب تغییرات (C.V. (%))		5.54	11.05	9.07	9.86

ns و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد

ns and **: non significant and significant at 1% levels of probability, respectively

جدول ٨- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن، تراکم گیاه بر عملکرد دانه و صفات وابسته به آن

Table 8. Mean comparison of nitrogen and plant density effects on grain yield and its related traits

نیتروژن Nitrogen (kg/ha)	تراکم گیاه Plant density (plant/ m ²)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن Oil percent (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg/ha)
0		1680 ^d	19.95 ^c	46.75 ^b	780 ^d
40		1929 ^c	20.23 ^c	48.71 ^b	937 ^c
80		2379 ^b	22.44 ^b	50.33 ^b	1193 ^b
120		2920 ^a	24.61 ^a	54.42 ^a	1569 ^a
	2.50	1866 ^c	20.70 ^b	53.41 ^a	1014 ^b
	4	2299 ^b	21.88 ^{ab}	49.44 ^a	1144 ^a
	5.50	2516 ^a	22.85 ^a	47.31 ^b	1201 ^a

حروف متفاوت در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ٥ درصد می باشد

Means with different letters in each column are significantly different at 0.05 level of probability

References

منابع

Allam AU, EL- Nager GR, Gala AH (2003) Response of sunflower hybrids to planting dates and densities. Acta Agronomy Hangrica 51 (1): 25-35.

Ardakani MR, Rahmati A, Daneshian J, Valizadeh M (2007) Investigating the effect of density on yield and yield components of two sunflower hybrids. Proceeding of 9th Iranian Crop Science Congress. Tehran University, Pardis Abu-Reyhan. [In Persian with English Abstract].

Choilt O (1988) Reports of the crop experimental station (special crops). Suwan, Korea.

Hikwa D, Mugwira LM (2001) Response of castor cultivar "Hale" To rant and method of nitrogen fertilizer application in different enviroments of Zimbabwe. African Crop Science Journal 8: 23-35.

Koutrobas SD, Papakosta DK, Doitsinis A (2000) Water requirements for castor plant (*Ricinus communis* L.) in a mediterranean climate. Agronomy Journal 784:33-41.

Lak Sh A, Naderi S, Siadat A, Ayneh Bandough A, Nour-Mohammadi G (2007) Effect of different nitrogen levels and plant density under different moisture conditions on yield, yield components and water use efficiency of corn cv. single cross 704 in khouzestan. Journal of Iranian Crop Science. 8(2): 56-67.

Omidbeygi R (1998) Production and productivity approach of medicinal plants. Nikrouz publishing. 155 pp.

Patel PK (1976) Nipping of branches increases yield in castor. Ind. Fmy. 26(3): 35-43.

Pooran, Ch, Singh PK, Goverd Han M, Chand P (2003) Study of moistur conservation practices and time of nitrogen application on yield of castor (*Ricinus communis* L.) Progressive Agriculture 3:1-2, 111-112.

Rafioli-Hoseini M, Salehi F (2002) Determination of sunflower cultivar and its optimum density in order to oil production in Shahr-e-Kord area. Proceeding of the First Scientific- Practical Seminar on Vegetable Oil Industry of Iran.

Samsam Shariat H (1996) Growing and propagation of medicinal plants. Mafi publishing. 275 pp.

Naseri F (1997) Oil seeds (translation). Press and Publication Institute of Astan Qods Razavi. 816 pp. [In Persian with English Abstract].

Weiss EA (2000) Oil seed crops. Black Weel Science, pp:13-52.

William IH, Kittock DL (1989) Management factors influencing viability of castor bean. Agronomy Journal 67(6): 954-8.