

## تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات زراعی گیاه داروئی کرچک (*Ricinus communis* L.)

### Effect of water holding and different nitrogen levels on some of agronomic characteristics of castor bean (*Ricinus communis* L.)

سید علیرضا ولدآبادی<sup>۱</sup>، فرشید یوسفی<sup>۲</sup>، امیر حسین شیرانی راد<sup>۳</sup>

#### چکیده

به منظور بررسی اثر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کرچک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی انجام شد. در این تحقیق، عامل آبیاری در چهار سطح (آبیاری معمول، قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی، گلدهی و پر شدن دانه) و عامل نیتروژن نیز در چهار سطح (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول ساقه اصلی، قطر ساقه، تعداد گره در ساقه اصلی، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن دانه. نتایج حاصل نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی داری بر کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱٪ داشت و سطوح نیتروژن بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، قطر ساقه، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن دانه در سطح ۱٪ و بر طول ساقه اصلی در سطح ۵٪ معنی دار بود و بر روی تعداد گره در ساقه اصلی معنی دار نبود. همچنین اثر متقابل قطع آبیاری و نیتروژن بر کلیه صفات به جزء ارتفاع گیاه و تعداد گره در ساقه اصلی در سطح ۱٪ معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۱/۹۹۲ تن در هکتار) و عملکرد روغن دانه (۱/۰۳۵ تن در هکتار) در آبیاری نرمال و کمترین آنها در قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، به ترتیب با میانگین ۲/۵۶۶ و ۱/۲۹۲ تن در هکتار) و کمترین مقدار نیز از عدم مصرف نیتروژن مشاهده گردید. در بین تیمارهای مورد آزمایش مصرف، ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با تیمار آبیاری نرمال بیشترین عملکرد دانه (۳/۳۳۸ تن در هکتار) و عملکرد روغن دانه (۱/۷۴۵ تن در هکتار) را دارا بود.

**واژه های کلیدی:** قطع آبیاری در مراحل رشد زایشی، سطوح مختلف نیتروژن، درصد روغن دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن.

۱- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس

۲- دانشجوی دوره کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

۳- دانشیار یار پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

## مقدمه

مورفولوژیکی است که در برداشت مکانیزه موثر می باشند. محل اولین گل آذین در کرچک بین ششمین تا دوازدهمین گره متفاوت است (زیمرمن، ۱۹۵۷، کوتراباس و همکاران، ۱۹۹۹).

آبیاری باعث افزایش ارتفاع گیاه و ارتفاع اولین گل آذین می شود. ولی این افزایش آنقدر زیاد نیست که برای برداشت مکانیزه موثر باشد (کوتراباس و همکاران، ۱۹۹۹). در مورد اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه در کرچک گزارش های متناقضی وجود دارد. کیتوک و همکاران (۱۹۶۷) گزارش نمودند که اختلافی در عملکرد کرچک بین تیمارهای مختلف تنش خشکی وجود ندارد، اما کوتراباس و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که با افزایش آبیاری، عملکرد دانه و تجمع ماده خشک در کرچک افزایش می یابد. عده ای از محققین عقیده دارند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه و وزن هزار دانه در کرچک می شود (لورتی و مارس، ۱۹۹۵، کوتراباس و همکاران، ۱۹۹۹، کیتوک و همکاران، ۱۹۶۷).

کیتوک و همکاران (۱۹۶۷) گزارش کردند که بین هزار دانه و درصد روغن در کرچک همبستگی مثبت وجود دارد، اما کوتراباس و همکاران (۲۰۰۰) معتقدند که کاهش عملکرد با کاهش آبیاری در ارتباط با کاهش تعداد گل و کپسول در گیاه می باشد و رابطه ای با وزن هزار دانه ندارد. لورتی و مارس (۱۹۹۵) گزارش کردند که تعداد کپسول در کرچک با کاهش تنش خشکی افزایش می یابد. مقدار روغن در دانه کرچک یک صفت ژنتیکی است اما تحت تاثیر شرایط محیطی و عملیات زراعی و زمان برداشت قرار می گیرد (کوتراباس و همکاران، ۱۹۹۹). دمای بالا (حدود ۳۵ درجه سانتیگراد) و تنش آب در طی گلدهی و شکل گیری روغن می تواند اثر مضر بر عملکرد روغن دانه داشته باشد (کوتراباس و همکاران، ۱۹۹۹). اما لورتی و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که مقدار آب تاثیری بر عملکرد روغن در کرچک ندارد. هوکس و همکاران (۱۹۷۱) گزارش کردند که مقدار روغن کرچک همبستگی مثبت با تعداد گل آذین و وزن بذر دارد. عملکرد

کرچک (*Ricinus communis* L.) یکی از گیاهان روغنی خانواده Euphorbiaceae است که روغن آن در صنایع پتروشیمی، کارخانجات لاستیک، رنگ و لاک، الکل، صابون، وسایل آرایشی، پوشش سطوح و پزشکی استفاده می شود استرهای موجود در روغن کرچک از ویسکوزیته بالایی برخوردارند که یک دامنه وسیع از دما را تحمل می کنند. به همین علت آن را به عنوان روغن موتور در صنایع هواپیماسازی استفاده می نمایند (وایس، ۲۰۰۰).

با توجه به این که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده است و میزان نزولات جوی در طی فصل رشد و نمو گیاه زراعی پایین می باشد، بنابراین تولید محصولات زراعی در مناطق مختلف ایران وابسته به آبیاری است. تنش آب در گیاهان موجب بسته شدن روزنه ها شده و از فتوسنتز ممانعت می کند (باراداس و همکاران، ۱۹۹۴، سپاس خواه و ایلامپور، ۱۹۹۶).

کیتوک و همکاران (۱۹۶۷) اظهار داشتند مقدار نیاز آبی در کرچک به رقم، مرحله رشدی، زمان آبیاری و شرایط محیطی بستگی دارد. بریگهام و سپیرس (۱۹۶۰) دور آبیاری ۷ تا ۱۴ روز و نیاز آبی ۵۱ تا ۶۱ سانتی متر آب برای کرچک در تگزاس را گزارش کردند. بررسی ها نشان داده است که اثر تنش آب بر رشد و عملکرد در گیاهان مختلف در طی فصل متفاوت می باشد (چامپولیور و مرین، ۱۹۹۶، فرانس و همکاران، ۲۰۰۰، کنگ و همکاران، ۲۰۰۰، کیتوک و همکاران، ۱۹۶۷).

عملکرد دانه در کرچک به تعداد گیاه در واحد سطح، تعداد گل آذین در گیاه، تعداد کپسول در اولین گل آذین، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه بستگی دارد (کوتراباس و همکاران، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰).

تعداد کم شاخه در کرچک با سه گل آذین مقاوم به ریزش برای وارسته های جدید مناسب می باشد (کوتراباس و همکاران، ۱۹۹۹).

ارتفاع گیاه و ارتفاع اولین گل آذین از مهم ترین خصوصیات

## تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات...

هکتار کود نیتروژنه به طور معنی داری محصول بالایی از دانه (۳۶/۱ درصد) و ساقه (۴۸/۸ درصد) را تولید کرد و افزایش در میزان کود نیتروژنه موجب افزایش معنی دار محصول نشد. سوازا و همکاران (۱۹۷۴) در یک آزمایش مزرعه ای در برزیل تأثیر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم را روی محصول کرچک بررسی کردند و دریافتند که بیشترین تأثیر را بر روی محصول دانه، پتاسیم به عهده داشت، ولی باید نیتروژن و فسفر نیز مورد استفاده قرار گیرد. ناکاگاوا و نیتون (۱۹۷۱) در آزمایشی بر روی گیاه کرچک دریافتند که برداشت و جذب حداکثر عناصر NPK و Mg بین ۴۱ تا ۱۱۰ روز بعد از کاشت و برداشت حداکثر کلسیم بین ۴۱ تا ۸۷ روز بعد از کاشت اتفاق می افتد. سالانن کو و همکاران (۱۹۷۲) تأثیر استفاده از کودهای معدنی را بر روی رشد کرچک در شرایط کشت آبی و دیم مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بالاترین میزان محصول را تولید کرد.

متوکیا و مدوادیا (۱۹۹۳) در آزمایشی که بر روی گیاه کرچک در کجرات هند انجام دادند مشخص شد که ۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث افزایش محصول دانه گردید. پای کارای و همکاران (۱۹۹۲) در آزمایشی که بر روی کرچک در هند انجام دادند مشخص شد که کاربرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کاربرد ۹۰ کیلوگرم فسفر بیشترین میزان محصول دانه و بیشترین تعداد کپسول را تولید نمود.

### مواد و روش ها

آزمایش در سال ۱۳۸۴ در مزرعه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان قزوین اجرا شد. بافت خاک مزرعه لوم شنی و pH آن در حدود ۷/۸ است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار، عامل قطع آبیاری (I) در چهار سطح شامل (آبیاری نرمال، قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی، گلدهی و پر شدن دانه) و عامل نیتروژن (N) در چهار سطح شامل (۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) اجرا گردید. هر کرت فرعی دارای ۵ ردیف

روغن از ترکیب عملکرد دانه و مقدار روغن دانه بدست می آید. بنابراین کاهش عملکرد دانه باعث کاهش عملکرد روغن می شود (کوترباس و همکاران، ۱۹۹۹). بنا به گزارش کوتراباس و همکاران (۱۹۹۹) درصد روغن دانه بین ۵۱/۸ و ۴۸/۸ درصد متغیر می باشد که مقدار پایین درصد روغن دانه به دلیل پر نشدن و نارس بودن دانه ها می باشد.

مقدار مصرف کودهای نیتروژن دار به عملکرد بهینه دانه، نوع محصول، پراکنندگی ریشه، نوع کود، مدیریت مزرعه، پتانسیل خاک و درصد مواد آلی خاک بستگی دارد. یکی از دلایل پائین بودن راندمان مصرف کودهای نیتروژن دار نا صحیح بودن زمان مصرف آن میباشد. بهترین زمان مصرف کودهای نیتروژن دار حدوداً یک ماه پس از کاشت، زمانی که گیاه ریشه دوانده، آن هم به صورت تقسیط می باشد (متشرع زاده و همکاران، ۱۳۷۹).

اسکولا (۱۹۷۱) دریافت که در گیاه کرچک، کاربرد NPK در فاصله زمانی بین ۴۰ تا ۱۱۰ روز پس از کاشت، بیشترین مقدار جذب را داشت. مصرف زیاد نیتروژن ممکن است بر جوانه زدن اثر معکوس بگذارد. در آزمایشی در آمریکا میزان جوانه زدن بذر در تیمار عدم مصرف نیتروژن نسبت به تیمار کاربرد ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۲۰ درصد کاهش نشان داد (ویلیامز و کیتوک، ۱۹۶۹).

ناکاگاوا و همکاران (۱۹۸۶) جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم را در طی رشد گیاه کرچک رقم IAC-38 مورد بررسی قرار دادند. مصرف توام NPK و سنگ آهک دولولویت محتوی NPK کلسیم و منیزیم و بالاترین محصول دانه را تولید کرد. اما مصرف NPK به تنهایی باعث افزایش وزن خشک در گیاه شد، در صورتی که مصرف سنگ آهک دولومیت این حالت را ایجاد نکرد. اکبری و همکاران (۲۰۰۱) آزمایشی را در استان گجرات هند انجام دادند و واکنش گیاه کرچک را به دو کود شیمیایی نیتروژن در سطوح ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر ۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار ارزیابی کردند. کاربرد ۳۰ کیلوگرم در

کممک حلال دی اتیل اتر انجام شد. تجزیه و تحلیل داده های حاصل از اندازه گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم افزار MStat-C انجام شد. برای ترسیم نمودار از نرم افزار Excell استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### ارتفاع گیاه

تأثیر تیمارهای آبیاری، نیتروژن و اثر متقابل آنها بر ارتفاع گیاه ارزیابی گردید و مشخص شد که اثرات ساده آبیاری و نیتروژن بر ارتفاع گیاه در سطح ۱٪ معنی دار گردید، اما اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفت معنی دار نشد (جدول ۱).

مقایسه میانگین ها نشان داد که سطوح مختلف آبیاری از لحاظ این صفت در گروه های متفاوت آماری قرار گرفتند، به طوری که آبیاری معمول یا شاهد با میانگین ۱۷۴/۹ سانتی متر، بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با میانگین ۸۹/۹ سانتی متر، کمترین ارتفاع گیاه را تولید نمود. آبیاری نرمال سبب افزایش توانایی گیاه کرچک در جذب مواد غذایی و سایر عوامل محیطی گردیده است، همچنین تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی سبب کاهش ارتفاع گیاه به دلیل عدم جذب مواد غذایی و استفاده از سایر عوامل محیطی شده است.

سطوح مختلف نیتروژن نیز از لحاظ ارتفاع گیاه در گروه های متفاوت آماری واقع شدند و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۱۳۷/۴ سانتی متر، بالاترین و عدم کاربرد نیتروژن یا شاهد با میانگین ۱۱۷/۱ سانتی متر، پایین ترین ارتفاع گیاه را به خود اختصاص دادند.

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که سطوح مختلف آبیاری در مقادیر مختلف نیتروژن از لحاظ صفت مذکور در گروه های متفاوت آماری قرار گرفتند و به طور کلی آبیاری معمول و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۹۴ سانتی متر، بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با عدم کاربرد نیتروژن با میانگین ۸۱/۷

کاشت به طول ۱۰ متر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر بود. زمین محل اجرای آزمایش سال قبل به صورت آیش بود. عملیات تهیه بستر شامل شخم پائیزه، شخم تکمیلی بهار، دیسک، تسطیح زمین و ایجاد جوی انجام شد. قبل از عملیات زراعی کاشت مقدار ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم گوگرد گرانوله و ۴۰ کیلوگرم سولفات روی و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت.

در هنگام کاربرد کود نیتروژنه (اوره) برابر توصیه های انجام شده مقدار آن به وسیله یک ترازوی حساس برای مصرف هر کرت از قبل مشخص و با پیمان زنی آن به وسیله یک بشر آزمایشگاهی با دقت بصورت نواری ۵ تا ۴ سانتی متر زیر بستر بذرها قرار داده شد. کاشت در تاریخ ۸۴/۴/۱۰ انجام شد.

به لحاظ حساسیت آزمایش هایی که تیمار کودی دارند، در این تحقیق نهرهای آب و فاضلاب جداگانه ای برای هر تکرار در نظر گرفته شد و بین هر کرت در هر تکرار ۵ خط بدون کاشت، منظور شد و روش آبیاری نیز به صورت جوی و پشته با نهایت دقت در میزان آن انجام پذیرفت تا میزان آب یکسان باشد. فواصل آبیاری هر ۸ تا ۹ روز یکبار بوده و تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک میوه ها ادامه داشت.

عملیات وجین علف های هرز به صورت مستمر به روش دستی تا مراحل نهایی انجام شد. عملیات تنک کردن در طی دو مرحله ۶-۵ برگی گیاه و در ۱۲-۱۰ برگی گیاه انجام گرفت. در عملیات تنک کردن برای جلوگیری از آسیب دیدن سایر گیاه ها، با نهایت دقت و احتیاط انجام شد. تراکم نهایی گیاه پس از تنک کردن به ۴ گیاه در متر مربع رسید.

به منظور تعیین عملکرد دانه و اجزای عملکرد، در مرحله رسیدن فیزیولوژیک، کلیه گیاه های ردیف های انتهایی حذف و از سه خط میانی ۱۰ گیاه به طور تصادفی انتخاب شد و صفات ارتفاع گیاه، طول ساقه اصلی، قطر ساقه، تعداد گره در ساقه، تعداد برگ و برای عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن دانه نیز ۴ متر مربع برداشت گردید. درصد روغن دانه ها از طریق روش استاندارد سوکسله و به

## تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات...

در مرحله پر شدن دانه، مقدار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بیشترین طول ساقه را تولید نمودند (جدول ۲ و ۳). نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات نشان داد طول ساقه اصلی با صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد گره در ساقه و درصد روغن همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۴).

### قطر ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده مشخص نمود که اثرات ساده آبیاری و نیتروژن و همچنین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر قطر ساقه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که سطوح آبیاری از نظر قطر ساقه، در گروه های جداگانه آماری قرار گرفتند و بالاترین اندازه قطر ساقه در آبیاری نرمال یا شاهد، با میانگین ۲۵/۲ میلی متر و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با میانگین ۱۸/۴ میلی متر کمترین اندازه قطر ساقه را به خود اختصاص دادند.

سطوح مختلف نیتروژن نیز از لحاظ صفت مذکور، در گروه های متفاوت آماری واقع شدند به طوری که مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۲۴/۷ میلی متر بیشترین و تیمار شاهد با عدم کاربرد نیتروژن با میانگین ۱۹/۶ میلی متر کمترین اندازه قطر ساقه را تولید نمودند. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن از لحاظ صفت مذکور بیانگر این مطلب بود که در گروه های متفاوت آماری قرار گرفتند. به طور کلی آبیاری نرمال و مقدار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۳۰/۵ میلی متر بالاترین و نیز تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و عدم کاربرد نیتروژن با میانگین ۱۶/۹ میلی متر پایین ترین، قطر ساقه را به خود اختصاص دادند. همچنین در کلیه تیمارهای آبیاری مورد آزمون، کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بیشترین قطر ساقه را تولید نمودند (جدول ۲ و ۳).

نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات نشان داد قطر ساقه با صفات طول ساقه اصلی، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد گره در ساقه، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن

سانتی متر، کمترین ارتفاع گیاه را تولید نمودند. همچنین کلیه تیمارهای آبیاری مورد آزمون، کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بالاترین ارتفاع گیاه را داشتند (جدول ۲ و ۳).

نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات نشان داد ارتفاع گیاه با صفات طول ساقه اصلی، قطر ساقه، تعداد گره در ساقه، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۴).

### طول ساقه اصلی

اثر ساده آبیاری و اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر طول ساقه در سطح ۱٪ و همچنین اثر ساده نیتروژن در سطح ۵٪ معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که سطوح آبیاری از نظر طول ساقه در سه گروه آماری قرار گرفتند، به طوری که آبیاری شاهد با میانگین ۱۱۱/۷ سانتی متر، بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با میانگین ۵۸/۳ سانتی متر، کمترین طول ساقه را به خود اختصاص دادند.

مقادیر مختلف نیتروژن از لحاظ صفت مذکور در گروه های متفاوت آماری واقع شدند و کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۸۲/۱ سانتی متر، بالاترین و عدم کاربرد نیتروژن یا شاهد با میانگین ۷۵/۲ سانتی متر، پایین ترین طول ساقه را تولید نمودند.

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن از لحاظ این صفت نشان داد که سطوح آبیاری در مقادیر مختلف نیتروژن در گروه های متفاوت آماری قرار گرفتند به طور کلی آبیاری شاهد و کاربرد ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۲۷/۱ سانتی متر از بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۵۰/۳ سانتی متر، کمترین طول ساقه را به خود اختصاص دادند. همچنین در شرایط آبیاری نرمال، مقدار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و در تیمارهای قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی، گل دهی، مقدار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و در شرایط قطع آبیاری

همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۴).

برتر قرار گرفتند و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با میانگین ۲۲/۹ کمترین تعداد برگ را تولید نمود.

بررسی مقایسه میانگین های اثرات ساده مقادیر مختلف نیتروژن بر صفت تعداد برگ در گیاه مشخص نمود که در گروه های متفاوت آماری قرار داشتند و در این میان مصرف مقدار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۳۰/۱ عدد در بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با میانگین ۲۱/۱ کمترین تعداد برگ را به خود اختصاص دادند.

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن از لحاظ این صفت نشان داد که در گروه های متفاوت آماری قرار گرفتند و در کل آبیاری نرمال یا شاهد و مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۳۳/۱ تعداد برگ از بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و عدم کاربرد نیتروژن با میانگین ۲۰/۹ تعداد برگ، از کمترین تعداد برگ در گیاه برخوردار شد همچنین در کلیه تیمارهای آبیاری مورد آزمون، کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن بیشترین تعداد برگ را تولید نمودند (جدول ۳ و ۲).

نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات نشان داد تعداد برگ با صفات قطر ساقه، عملکرد دانه و درصد روغن همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۴).

#### عملکرد دانه

تجزیه واریانس صفت مذکور نشان داد که اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ بین سطوح آبیاری، مقادیر مختلف نیتروژن و اثر متقابل تیمارها وجود داشت (جدول ۱). سطوح آبیاری از نظر عملکرد دانه در گروه های جداگانه آماری واقع شدند بطوری که آبیاری نرمال با میانگین ۱۹۹۲/۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با میانگین ۱۲۹۴/۹ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را تولید نمودند. آرنسود (۱۹۹۰) گزارش کرد که در گیاه کرچک افزایش عملکرد به وسیله آبیاری در نتیجه افزایش تعداد شمع ها و کپسول ها در هر گیاه است و وزن بذر تاثیری بر عملکرد

#### تعداد گره در ساقه اصلی

اثر ساده آبیاری بر تعداد گره در ساقه اصلی در سطح ۵٪ معنی دار شد ولی اثر ساده نیتروژن و اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفت معنی دار نگردید (جدول ۱).

مقایسه میانگین ها نشان داد که سطوح مختلف آبیاری از لحاظ صفت مذکور در گروه های متفاوت آماری قرار گرفتند. به طوری که آبیاری نرمال با میانگین ۱۱/۴ بالاترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با میانگین ۱۰/۶ گره در ساقه، کمترین تعداد گره در ساقه اصلی را به خود اختصاص داد.

مقایسه میانگین ها مشخص نمود که مقادیر مختلف نیتروژن از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند، که مقدار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین تعداد گره را در ساقه تولید نمود. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن از لحاظ این صفت نشان داد که تمام تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند و بیشترین تعداد گره در ساقه اصلی، در تیمار آبیاری نرمال با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مشاهده شد (جدول ۳ و ۲).

نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات نشان داد تعداد گره در ساقه با صفات طول ساقه اصلی، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، عملکرد دانه، قطر ساقه، درصد روغن و عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۴).

#### تعداد برگ در گیاه

اثرات ساده آبیاری و نیتروژن و نیز اثر متقابل آنها بر تعداد برگ در گیاه در سطح ۱٪ معنی دار گردید (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین های اثرات ساده آبیاری نشان داد که از لحاظ این صفت در دو گروه آماری قرار گرفتند و سطوح آبیاری نرمال با میانگین ۲۵/۴، تنش قطع آبیاری در مرحله گل دهی با میانگین ۲۵/۹ و تنش قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه با میانگین ۲۶/۷ تعداد برگ در گیاه جملگی در گروه آماری

## تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات...

انجام دادند به این نتیجه رسیدند که جهت تولید کرچک، آبیاری ضروری است زیرا محصول روغن و دانه این گیاه در مقایسه با گیاهانی که به صورت دیم کشت می شوند بسیار بالاتر است. همچنین آبیاری طول سیکل زندگی گیاه را افزایش داد. نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات نشان داد که عملکرد دانه با صفات قطر ساقه، ارتفاع گیاه، تعداد برگ و عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۴).

### درصد روغن دانه

مشاهدات حاصل از تجزیه آماری اختلاف بسیار معنی دار در سطح احتمال ۱٪ بین سطوح آبیاری، مقادیر مختلف نیتروژن و اثر متقابل آنها، از نظر درصد روغن دانه نشان داد (جدول ۱). ارزیابی مقایسه میانگین های سطوح آبیاری از نظر درصد روغن دانه مؤید این موضوع بود که سطوح تیماری در گروه های جداگانه آماری قرار داشتند به طوری که تیمار آبیاری نرمال با میانگین ۵۲ درصد بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه با میانگین ۴۵/۹ درصد، کمترین درصد روغن دانه را به خود اختصاص دادند. کیتوک و همکاران (۱۹۶۷) در آزمایشی بر روی کرچک به این نتیجه رسید که برداشت زود هنگام این گیاه به طوری که گیاه ها نارس باشند و یا کپسول ها سبز باشند به طور چشم گیری باعث کاهش میزان روغن دانه می شود. همچنین درجه حرارت بیش از ۳۵ درجه سانتی گراد، ذخیره سازی آب در هنگام گل دهی و تشکیل روغن نیز می تواند بطور نامطلوبی میزان روغن را تحت تأثیر خود قرار دهد همچنین وی نتیجه گرفت مقدار نیاز آبی جهت آبیاری محصول بستگی به رقم، سیکل زندگی و شرایط محیطی دارد.

بررسی مقایسه میانگین ها نشان دهنده این نکته بود که مقادیر مختلف نیتروژن از نظر درصد روغن دانه در سه گروه مختلف آماری قرار گرفتند. در این میان تیمار نیتروژن ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۵۰/۱ درصد در گروه برتر آماری و عدم کاربرد نیتروژن و نیز مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به ترتیب با میانگین های ۴۷/۶ و ۴۷/۸ درصد روغن دانه

نداشت. لارت و ماراس (۱۹۹۵) در بررسی آبیاری بر روی گیاه کرچک دریافتند که آبیاری اثر معنی داری بر روی میزان روغن بذر ندارد مقادیر مختلف نیتروژن نیز از لحاظ عملکرد دانه در گروه های مختلف آماری قرار گرفت و مشخص شد که مقدار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۲۵۶۶/۱ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد را داشت و عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۹۴۳/۰۴ کیلوگرم در هکتار، کمترین مقدار عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. سوازا (۱۹۷۲-۷۳) در بین چهار تیمار ۱۰،۲۰،۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دریافت که بیشترین محصول دانه از تیمار ۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن بدست آمد. به طوری که این تیمار به طور معنی داری متفاوت از تیمارهای دیگر بود. ناکاگوا و همکاران (۱۹۷۴) در آزمایشی تیمار کودی ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن را در گیاه کرچک مورد بررسی قرار داد. که بالاترین سطح محصول از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۲/۵۵ تن در هکتار بدست آمد. میانگین اثر متقابل آبیاری و نیتروژن مشخص نمود که سطوح آبیاری و مقادیر مختلف نیتروژن از نظر صفت مذکور در گروه های متفاوت آماری بودند و در کل آبیاری نرمال یا شاهد و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۳۳۳۸/۷ کیلوگرم در هکتار در بالاترین گروه قرار گرفت و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و عدم مصرف نیتروژن با میانگین تولید ۸۰۲/۶ کیلوگرم در هکتار در پایین ترین گروه آماری واقع شد. همچنین مشخص شد در کلیه سطوح تیماری آبیاری مورد آزمون، مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۲ و ۳). ون کاتس و وارلن (۱۹۷۴) در آزمایشی تأثیر آبیاری و نیتروژن را بر روی میزان محصول وارسته های کرچک بررسی کردند و دریافتند که اعمال تیمار کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و ۲ بار آبیاری، محصول دانه را افزایش داد.

کوتراباس و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی که بر نیازهای آبی محصول روغنی کرچک در آب و هوای مدیترانه ای یونان

نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات نشان داد درصد روغن با صفات قطر ساقه، طول ساقه اصلی، ارتفاع گیاه، تعداد گره در ساقه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۴).

### عملکرد روغن دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که سطوح آبیاری، سطوح نیتروژن و نیز اثر متقابل آنها بر عملکرد روغن دانه در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). از مقایسه میانگین های سطوح آبیاری مشاهده شد که از لحاظ آماری در گروه های مختلف آماری قرار دارند و بیشترین عملکرد روغن دانه از آبیاری نرمال یا شاهد با میانگین ۱۰۳۵/۶ کیلوگرم در هکتار و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی با میانگین ۶۲۸/۵ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد روغن دانه را به خود اختصاص دادند.

مشاهدات حاصل از مقایسه میانگین ها نشان داد که مقادیر مختلف نیتروژن از نظر عملکرد روغن دانه در گروه های مختلف آماری قرار داشتند به طوری که کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۱۲۹۲/۲ کیلوگرم و نیتروژن شاهد با میانگین ۳/۴۴۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در بالاترین و پایین ترین گروه آماری قرار گرفتند.

با بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و نیتروژن از لحاظ این صفت، مشاهده شد که تیمارها در گروه های جداگانه واقع شدند به طوری که در این میان آبیاری شاهد و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، با میانگین ۱۷۴۵/۲ کیلوگرم از بیشترین و تیمارهای تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و گلدهی با عدم کاربرد نیتروژن به ترتیب با میانگین های ۳۸۱/۱ و ۴۰۸/۵ کیلوگرم در هکتار از کمترین عملکرد روغن دانه برخوردار شدند. همچنین در تمامی تیمارهای آبیاری، کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، بالاترین عملکرد روغن دانه را تولید نمودند (جدول ۲ و ۳). نتایج حاصل از جدول همبستگی صفات نشان داد که عملکرد روغن با صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۴).

که جملگی در یک گروه آماری بودند در گروه آخر قرار گرفتند. ون کاتس و وارلن (۱۹۷۴) در بررسی تاثیر تراکم و آبیاری و دوز درجه بندی شده نیتروژن بر روی میزان روغن و جذب مواد غذایی در گیاه کرچک به این نتیجه رسیدند که آبیاری تاثیر بر میزان روغن بذری نداشته است ولی کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن میزان روغن را افزایش داد اما با کاربرد ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم نیتروژن این میزان کاهش یافت. ضمناً آبیاری جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم را افزایش داد. متوکیا و مدوادیا (۱۹۹۵) در یک آزمایش مزرعه ای در استان گجرات هند در سال های ۸۷ و ۱۹۸۶ بر روی گیاه کرچک رقم GCHA انجام گرفت. دریافت که میزان روغن دانه بوسیله افزایش در کاربرد کود نیتروژن کاهش یافت ولی کاربرد کود فسفر تاثیری در کاهش روغن دانه نداشت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و نیتروژن از نظر درصد روغن دانه مؤید آن بود که سطوح تیماری در گروه های جداگانه آماری واقع شدند و در کل، آبیاری نرمال با کاربرد صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۵۳/۳ درصد از بیشترین و تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه با عدم مصرف نیتروژن با میانگین ۴۳/۲ درصد از کمترین مقدار درصد روغن دانه برخوردار بودند و به طوری که از اثر متقابل تیمارهای مورد آزمون مشخص شد در کلیه تیمارهای آبیاری، کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بالاترین درصد روغن دانه را تولید نمودند (جدول ۲ و ۳). لارت و ماراس (۱۹۹۵) نیز در بررسی آبیاری بر روی گیاه کرچک دریافتند که آبیاری اثر معنی داری بر روی میزان روغن بذری ندارد. ون کاتس و وارلن (۱۹۷۴) در بررسی تاثیر آبیاری و نیتروژن بر روی میزان روغن و جذب مواد غذایی در گیاه کرچک به این نتیجه رسیدند که آبیاری تاثیری بر میزان روغن بذری نداشته است ولی کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، میزان روغن را افزایش داد اما با مصرف ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم نیتروژن این میزان کاهش یافت. ضمناً آبیاری جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم را افزایش داد.



تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات...

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر آبیاری و نیتروژن بر صفات مورد مطالعه

Table 1. Analysis of variance of effect of irrigation and nitrogen on studied traits

عامل تغییرات Source of variation	درجه آزادی	ارتفاع گیاه Plant high	طول ساقه اصلی Main stem	قطر ساقه Stem diameter	تعداد گره در ساقه Number of nodes in stem	تعداد برگ در گیاه Number of leaf in plant	عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن Seed oil content	عملکرد روغن Seed oil yield
تکرار Replication	3	92.383	57.71	8.85	0.289	2.470	5038.035	4.418	2316.038
آبیاری Irrigation	3	**20718.61	**8774.44	**126.51	**2.328	**42.491	**1703934.296	**102.341	**502157.643
نیتروژن Nitrogen	3	**1269.8	*140.39	**77.1	0.596ns	**236.665	**8356099.367	**21.745	**2258820.89
آبیاری × نیتروژن Irrigation * Nitrogen	9	117.43 Ns	**329.19	**5.53	0.340ns	**21.568	**293980.839	**6.817	**79441.939
اشتباه Error	45	61.33	46.43	1.35	0.768	4.246	1650.924	1.798	1090.856
ضریب تغییرات CV(%)	-	6.29	8.66	5.34	8.04	8.15	2.43	2.76	4.02

ns , \* و \*\* به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار ، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می باشد.  
ns , \* and \*\* non insignificant , significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی در سطوح اثر آبیاری و نیتروژن

Table 2- Means comparison of determined characteristics for irrigation and nitrogen.

	ارتفاع گیاه Height plant	طول ساقه اصلی Long of main stem	قطر ساقه Stem diameter	تعداد گره در ساقه Long of main stem	تعداد برگ Number of leaf on plant	عملکرد دانه Seed Yield	درصد روغن Seed oil content	عملکرد روغن Oil yield
ارتفاع گیاه Height plant	1							
طول ساقه Long of main stem	0.878**	1						
قطر ساقه Stem diameter	0.857**	0.615**	1					
تعداد گره در ساقه Number in stem	0.66**	0.576*	0.511*	1				
تعداد برگ Number of leaf on plant	0.395	0.078	0.745**	0.271	1			
عملکرد دانه Seed yield	0.532*	0.229	0.845**	0.366	0.928**	1		
درصد روغن دانه Seed oil content	0.677**	0.647**	0.532**	0.676**	0.288	0.397	1	
عملکرد روغن دانه Seed oil yield	0.583*	0.28	0.869**	0.422	0.911**	0.995**	0.476	1

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر آبیاری و نیتروژن و اثر متقابل آن ها بر صفات مورد مطالعه

Table 2. Analysis of variance of effect of irrigation and nitrogen on studied traits and interval traits

عملکرد روغن دانه Seed oil yield (kg/h)	درصد روغن دانه Seed oil Content (%)	عملکرد دانه Seed yield (kg/h)	تعداد برگ Leaf number	تعداد گره در ساقه Node number in stem	قطر ساقه Stem diameter (mm)	طول ساقه اصلی Height of main stem (cm)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	نیتروژن Nitrogen	آبیاری Irrigation
1035.68 a	47.64 c	1992.48 a	25.48 a	11.45 a	25.28a	111.72a	174.88 a		I1
628.51 d	47.87 c	1294.96 d	22.96 b	10.60 b	18.42c	58.36c	89.92 d		I2
738.65 c	48.96 b	1514.73 c	25.90 a	10.68 b	21.44b	71.04b	112.76 c		I3
886.11 b	50.18 a	1895.42 b	26.76 a	10.85 ab	21.95b	73.61b	120.80 b		I4
449.33 d	52.08 a	943.04 d	21.13 d	10.80 a	19.64d	75.25b	117.11c	N1	
602.18 c	48.31 b	1259.70 c	23.61 c	10.89 a	20.79c	82.12a	120.74b c	N2	
945.17 b	48.31 b	1928.68 b	26.24 b	10.72 a	21.9b	79.85ab	123.08 b	N3	
1292.27 a	45.96 c	2566.17 a	30.12 a	11.16 a	24.76a	77.51ab	137.43 a	N4	

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

Similar Letters in each column shows non – significant difference according to duncans multiple range test at 5% level of probability

جدول ۴-ضرایب همبستگی صفات مورد آزمون

Table4-Regression coefcent for experimental characters

عملکرد روغن دانه Oil yield (kg.h)	درصد روغن دانه Seed oil content (%)	عملکرد دانه Seed yield (kg.h)	تعداد برگ Number of leaf on plant	تعداد گره در ساقه Length of main stem	قطر ساقه Stem diameter (mm)	طول ساقه اصلی Length of main stem (cm)	ارتفاع گیاه plant height (cm)	نیتروژن Nitrogen	آبیاری Irrigation
545.11 i	53.32 a	1022.30 k	21.05 e	11.10 a	ef 21.69	b 112.1	167.32 b	N1	
666.06 g	51.50 ab	1293.29 i	22.15 de	11.42 a	cd 23.48	a 127.07	172.14 b	N2	
1186.34 c	51.25 bc	2315.55 c	25.62 c	11.57 a	b 25.55	b 114	166.05 b	N3	I1
1745.20 a	52.25 ab	3338.76 a	33.12 a	11.70 a	a 30.51	c 93.73	a 194	N4	
381.19 k	47.50 ef	802.65 m	20.90 e	11 a	i 16.91	h 50.35	g 81.71	N1	
515.54 i	47.50 ef	1085.89 j	22.97 cde	10.42 a	i 17.37	fg 60.35	fg 89.55	N2	I2
681.53 g	49.00 de	1390.72 h	23.20 cde	10.45 a	hi 18.47	gh 57.35	f 93.57	N3	
935.77 e	49.25 cde	1900.60 f	24.80 cd	10.55 a	fg 20.91	efg 65.38	94.87f	N4	
408.59 k	46.50 fg	878.98 l	22.17 de	10.40 a	fg 20.38	def 70.22	e 107.35	N1	
592.72 h	47.75 ef	1242.37 i	25.87 c	10.75 a	fg 20.87	efg 66.02	e 107.95	N2	
849.27 f	48.50 def	1751.56 g	26.02 c	10.52 a	efg 21.5	def 68.75	de 113.82	N3	I3
1103.99 d	50.50 bcd	2186.24 e	29.52 b	11.07 a	cde 23.01	d 79.17	d 121.92	N4	
462.44 j	43.25 h	1068.24 jk	20.40 e	10.72 a	gh 19.66	def 68.35	de 112.05	N1	
634.34 gh	44.75 gh	1417.24 h	23.47 cde	10.97 a	efg 21.44	de 75.05	de 113.32	N2	
1063.56 d	47.12 ef	2256.90 d	30.12 ab	10.35 a	def 22.09	d 79.32	de 118.87	N3	I4
1384.11 b	48.75 de	2839.30 b	33.05 a	11.35 a	bc 24.61	de 71.75	c 138.95	N4	

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

Similar Letters in each column shows non – significant difference according to duncans multiple range test at 5% level of probability

## References

## فهرست منابع

- متشرع زاده، ب. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. آشنایی با روش ها و زمان مصرف کودهای شیمیایی جدید ساخت داخل کشور. نشر آموزش کشاورزی. نشریه فنی شماره: ۱۰۹.
- Akbari, KN., GS. Sutaria, PR. Patel and AS. Yusufzai.** 2001 ResPonse of castor *Ricinus Communis L.*) To nitrogen and Phosphorus under rainfed condition. *Advances in Plant Sciences*, 14:2,445-451;8ref.
- Arnaud, F.**, 1990: The development of castor-oil crops in France. In: *II Ricino: Obiettivi, Strategie e Ricerca*. Agricoltura Ricerca, Ministero Agricoltura e Foreste, Roma.
- Barradas, V. L., H. G. Jones, and J. A. Clark.** 1994. Stomatal responses to changing irradiance in *Phaseolus vulgaris L.* *J. Exp. Bot.* 45: 931-936.
- Befenguer, M. J., and J. M. Faci.** 2001. Sorghum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) yield compensation processes, under different plant densities and variable water supply. *Eur. J. Agron.* 15: 43—55.
- Brigham, R. D., and B. R. Spears.** 1960. Castorbeans in Texas. *Agric. Exp. Sta. B-954.* 12pp.
- Champolivier, L., and A. Merrier.** 1996. Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus L. var. oleifera* on yield, yield components and seed quality. *Eur. J. Agron.* 5: 153-160.
- Franc, M. G. C, A. T. P. Thi, C. Pimentel, R. O. P. Rossiello, Y. Z. Fodil, and D. Laffray.** 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. *Env. Exp. Bot.* 43:227-237.
- Hooks, J. A., J. H. Williams, and C. O. Gardner.** 1971. Estimates of heterosis from a diallel cross of inbred lines of castors, *Ricinus communis L.* *Crop. Sci.* 11: 651-655.
- Kanga, S., W, Shib. and J. Zhange.** 2000. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. *Field Crops Res.* 67: 207-214.
- Kittock, D. L., J. H. Williams, and D. G. Hanway.** 1967. Castor bean yield and quality as influenced by irrigation schedules and fertilization rates. *Agron. J.* 59: 463-467.
- Koutroubas, S.D., D.K. Papakosta, and A. Doitsinis.** 1999. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis L.*) genotypes in a Mediterranean climate. *Eur. J. Agron.* 11: 227-237.
- Koutroubas, S. D., D. K. Papakosta, and A. Doitsinis.** 2000. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis L.*) in a Mediterranean climate. *J. Agron. Crop Sci.* 184: 33-41.
- Laureti, D., and G. Marras.** 1995. Irrigation of castor (*Ricinus communis L.*) in Italy. *Eur. J. Agron.* 4:229-235.
- Laureti, D., A. M. Fedeli, G. M. Scarpa, and G. F. Marras.** 1998. Performance of castor (*Ricinus communis L.*) cultivars in Italy. *Indust. Crops and Prod.* 11: 91-93.
- Mathukia, R.K. M, M. Modhwadia.** 1995. Influence of different levels of nitrogen and phosphorus on yield and nutrient uptake by castor (*Ricinus communis L.*). *Gujarat-Agricultural-University-Research-Journal.* 21: 1,

149-151; 4 ref.

**Nakagawa, J., AML. Neptune and A. Jaehn.** 1971. Isolated Combined effects of nitrogen, Phosphorus and Potassium in castor (*Ricinus Communis L.*). Cultivars 'IAC-38' and 'Campinas'. *Anais du Escola Superior de Agricultura*, 31:233-241.

**Salatenco, V.N.** 1972. Photosynthetic activity of castor under different plant densities. *Zroshurane-Zemlerobstvo, -Resp.-Mizhvid.-temat.-nauk.-Zb.-.No.19,59-61.*

**Souza, E. M.E. Ferreira. G, M. Bono and D,A. Banzatto.** 1974. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the yield of castor (*Ricinus communis, L.*). Jaboticabal, Sao Paulo, Brazil. *Cientifica*. 2: 2, 162-168.

**Souza. EA.** . 1972. : Uptake of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in castor (*Ricinus communis L.*). Departamento de Solos e Adubos, Universidade Estadual, 14. 87 0 Jaboticabal, S.P , Brazil. *Cientifica*. 7: 3, 357-363

**Sepaskhah, A. R., and S. Ilampour.** 1996. Relationships between yield, crop water stress index (CWSI) and transpiration of cowpea (*Vigna sinensis L.*). *Agron. Agric. Environ.* 16: 269-279.

**Weiss, E. A.** 2000. Oilseed crops. Blackweel Science. pp:13-52

**Zimmerman, L. H.** 1957. The relationship of a dwarf-internode gene to several important agronomic characters in castor-beans. *Agron. J.* 49: 251-254.