



تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد، درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب گیاه کرچک

نسرين فرهادی^۱، *محمدکاظم سوری^۲ و رضا امید بیگی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، آستادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، آستاد فقید گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ دریافت: ۹۰/۰۴/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۷

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد، درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب گیاه دارویی کرچک، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۸۹ به سه تکرار انجام شد. گیاهان در شش تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ فروردین، ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت، ۱۵ و ۳۰ خرداد ماه کشت شدند. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات ریخت‌شناسی و عملکردی گیاه دارویی کرچک دارد. بیشترین عملکرد دانه (۱۵۹۰/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و روغن (۷۷۴/۴۳ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین حاصل شد و با تأخیر در زمان کاشت، به طور معنی‌داری از میزان عملکرد دانه و روغن کاسته شد. در این مطالعه، وجود ۱۵ اسید چرب در روغن کرچک مشخص شد که بیشترین اسید چرب، اسید ریسینولئیک بود. نتایج نشان داد ترکیب اسیدهای چرب روغن کرچک به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده، برای حصول عملکرد بالا روغن در گیاه کرچک، تاریخ کاشت ۱۵ فروردین برای منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه، با تکرار آزمایش قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: کرچک، تاریخ کاشت، عملکرد دانه، روغن، اسید ریسینولئیک

*مسئول مکاتبه: mk.souri@modares.ac.ir

مقدمه

کرچک با نام علمی *Ricinus communis* L. از تیره فرفیون^۱، یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی و دارویی مورد استفاده در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی بیشتر کشورهای توسعه یافته است. (آگونیی، ۲۰۰۶). گیاه کرچک در مناطق سردسیر، علفی و یک‌ساله است که ارتفاع آن به ۳-۲ متر نیز می‌رسد. در حالی که، در مناطق گرمسیری، به‌صورت درختچه‌ای چند ساله است که ارتفاع آن به بیش از سه متر می‌رسد (مارتر، ۱۹۸۱). مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده بذر کرچک، روغن آن است که دارویی بودن گیاه نیز به واسطه همین روغن و ترکیب اسیدهای چرب آن می‌باشد. میزان روغن در ارقام تجاری معمولاً بین ۴۰ تا ۶۰ درصد است (ویس، ۲۰۰۰) و مهم‌ترین اسید چرب آن، اسید ریسینولئیک (18:1Δ9c-12OH) بوده که یک اسید چرب هیدروکسی غیراشباع است. سایر اسیدهای چرب روغن کرچک شامل اسید لینولئیک، اسید لینولئیک، اسید اولئیک، اسید استئاریک، اسید پالمیتیک و اسید ایکوزانوئیک می‌باشد (آگونیی، ۲۰۰۶). روغن کرچک از با ارزش‌ترین مواد مسهل و ملین در پزشکی است و به‌عنوان قطره چشمی برای برطرف نمودن تحریکات مواد خارجی در چشم استفاده می‌شود (آگونیی، ۲۰۰۶). علاوه بر کاربرد روغن کرچک در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی، در صنعت نیز در حال حاضر به‌عنوان سوخت زیستی در بیشتر کشورهای توسعه یافته مورد استفاده قرار می‌گیرد (ویولا و آنکوی، ۲۰۰۱).

طبق نظر پالویچ و پانیو، اگرچه میزان متابولیت‌های ثانویه تحت کنترل ژن‌هاست، ولی مقدار، غلظت و تجمع آن‌ها به‌طور قابل توجهی تحت‌تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (امید بیگی، ۲۰۰۸). از مهم‌ترین عوامل محیطی که تأثیر عمده‌ای بر کمیت و کیفیت مواد موثره گیاهان دارویی دارند، می‌توان به نور، تراکم گیاه، آب، عناصر غذایی، حرارت، موقعیت جغرافیایی و عوامل مربوط به خاک و غیره اشاره کرد (پالویچ، ۱۹۸۷). با وجود این که امکان کنترل این عوامل بسیار مشکل می‌باشد، ولی می‌توان با روش‌هایی، اثرات محیطی را به گونه‌ای مدیریت نمود که گیاه، تحت آن شرایط، پتانسیل بالقوه خود را ظاهر کند که در این بین، عامل تاریخ کاشت، نقش اساسی در دست‌یابی به شرایط مناسب در طول دوره رشد و نمو، جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاهان دارویی ایفا می‌نماید (فرانز، ۱۹۸۳). با انتخاب تاریخ کاشت مناسب، مراحل مختلف رشد گیاه با شرایط مطلوب محیطی منطبق می‌شود که این امر سبب افزایش راندمان فتوسنتز و در نتیجه، ذخیره مطلوب مواد فتوسنتزی در دانه می‌گردد (بنگ و همکاران، ۱۹۹۸). در

مقابل، تاریخ کاشت نامناسب از طریق بروز شرایط نامطلوب محیطی در مراحل حساس گیاه، ممکن است سبب کاهش عملکرد شود. بنابراین باید زمان کاشت، بر اساس آب و هوای هر منطقه به طور جداگانه بررسی و مشخص شود (میشرا و نایاک، ۱۹۹۷).

تحقیقات روی گیاه کرچک نشان می‌دهد که خصوصیات رشدی، عملکردی، شیمیایی و میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب در مناطق مختلف کاشت، در زمان‌های مختلف کشت متفاوت می‌باشد (علبرضالو و همکاران، ۲۰۱۱؛ امید بیگی و همکاران، ۲۰۰۹). بیشتر مطالعات صورت گرفته، در مورد اثر تاریخ کشت بر خصوصیات ریخت‌شناختی کرچک است، به طوری که، کیتوک و ویلیامز (۱۹۶۸) در بررسی اثر تاریخ کشت بر خصوصیات ریخت‌شناختی کرچک، دما خاک و اثر آن بر میزان عملکرد را مورد توجه قرار داده‌اند. در آزمایشی دیگر بالدوین و کوسر (۲۰۰۹) به بررسی اثر تاریخ کشت، اقلیم و اثر متقابل این دو فاکتور بر عملکرد کرچک در بخش مرکزی آمریکا جنوبی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که در یک منطقه خاص، با تأخیر در کشت، پس از زمان خاصی، عملکرد کرچک کاهش می‌یابد، که البته این زمان در مناطق مختلف مورد مطالعه، متفاوت می‌باشد. سیلوا (۲۰۰۵) با مطالعه تأثیر تاریخ‌های مختلف کشت بر کتان، نشان داد که با تأخیر در کاشت گیاه، میزان عملکرد دانه و درصد روغن به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

با توجه به روند رو به افزایش مصرف گیاهان دارویی و هزینه زیاد تأمین داروهای مورد نیاز کشور از طریق واردات، توسعه کشت گیاهان دارویی سازگار به شرایط اقلیمی کشور و همچنین گسترش برنامه‌های تحقیقاتی در این زمینه، دارای اهمیت است. از آنجایی که در خصوص واکنش گیاه کرچک مخصوصاً تغییرات روغن و اجزاء آن به تاریخ کاشت، اطلاعات کمی در دست است، بنابراین، آزمایشی به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و شیمیایی (درصد روغن و ترکیب اجزا آن) در کرچک در منطقه غرب تهران صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در غرب تهران اجرا شد. این منطقه دارای طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و ۱۲۷۵ متر ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارندگی بلندمدت منطقه ۲۴۶/۷۳ میلی‌متر است. منطقه مورد نظر دارای بافت خاک شنی لومی، اسیدیته ۸/۳ و کربن آلی

۱/۷۸ درصد می‌باشد. متوسط دمای کمینه و بیشینه ماهانه و میزان بارندگی طی فصل رشد گیاه در سال ۱۳۸۹ در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- متوسط دمای ماهانه و میزان بارندگی طی فصل رشد گیاه در سال ۱۳۸۹

دما	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
متوسط دمای کمینه (درجه سانتی‌گراد)	۱۰/۵۵	۱۵/۳۵	۲۳/۱۶	۲۵/۵۸	۲۳/۸	۲۰/۵۲	۱۸/۹۳
متوسط دمای بیشینه (درجه سانتی‌گراد)	۱۹/۶۸	۲۵/۲۶	۳۳/۵۸	۳۸	۳۴/۳۹	۳۱/۴۸	۲۸/۷۷
بارندگی (میلی‌متر)	۱/۷۴	۱/۰۲	۰	۰/۰۵	۰	۰	۰/۰۳

این مطالعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. شش تاریخ کشت مختلف شامل ۱۵ فروردین، ۳۰ فروردین، ۱۵ اردیبهشت، ۳۰ اردیبهشت، ۱۵ خرداد و ۳۰ خرداد به‌عنوان تیمارهای این پژوهش انتخاب شدند. عملیات خاک‌ورزی و کوددهی در اسفند ماه سال ۸۸ انجام شد. پس از آماده‌سازی خاک، کرت‌های آزمایش به ابعاد ۳ در ۶ متر آماده گردید. بذره‌های گیاه دارویی کرچک که یک رقم اصلاح شده بودند، از شرکت کشت و صنعت گیاهان دارویی زردبند، تهیه و کشت روی ردیف‌هایی به فواصل ۶۰ سانتی‌متر از یکدیگر و فاصله ۴۰ سانتی‌متر روی یک ردیف، به عمق ۵-۳ سانتی‌متر صورت گرفت، هر کرت شامل ۱۰ ردیف به طول ۳ متر بود. در طول دوره رشد، کنترل علف‌های هرز به‌صورت دستی و در دو نوبت صورت گرفت و آبیاری کرت‌ها نیز به روش غرقابی انجام شد.

در این آزمایش صفات ریخت‌شناختی شامل ارتفاع گیاه در مراحل گل‌دهی و میوه‌دهی، طول گل‌آذین، تعداد برگ، تعداد شاخه جانبی و تعداد خوشه برداشت شده ثبت شد. بذرها در تاریخ‌های مختلف کاشت در مرحله رسیدگی کامل، برداشت شدند. برای اندازه‌گیری صفات مورد بررسی، از هر کرت، شش بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد. در پایان وزن کل بذره‌های هر کرت به‌عنوان عملکرد کل اندازه‌گیری و عملکرد در واحد هکتار محاسبه شد. پس از پاک کردن و خشک کردن بذور، نمونه‌های خشک شده به‌وسیله آسیاب، خرد شده و سپس میزان ۵۰ گرم برای روغن‌گیری در دستگاه سوکسله با حلال هگزان، مورد استفاده قرار گرفت. پس از آن، حلال موجود با استفاده از دستگاه تقطیر در

خلا^۱ جدا شده و میزان درصد روغن و عملکرد روغن (حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد روغن) محاسبه شد (آکیان و همکاران، ۲۰۰۶). برای تعیین اسیدهای چرب روغن، از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل متیل استراسیدهای چرب، از دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به ستون موئینی سیلیکائی (TRCN100) با طول ۱۰۰ متر و قطر ۰/۲۵ سانتی متر با قطر لایه داخلی ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد.

تجزیه واریانس داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای بررسی وجود همبستگی بین صفات ریخت‌شناختی و عملکردی گیاه کرچک، تحلیل همبستگی بین عملکرد کل و درصد روغن با متغیرهای مورد بررسی، بر اساس ضریب پیرسون انجام گرفت.

نتایج و بحث

صفات ریخت‌شناختی: بررسی مراحل مختلف رشد گیاه کرچک در تاریخ‌های مختلف کاشت نشان داد که در کشت‌های فروردین ماه، طول دوره رشد نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت بیشتر بود و با تأخیر در کاشت، به تدریج از طول دوره رشدی گیاه کاسته شد. زمان تشکیل و پر شدن دانه، در دانه‌های روغنی از نظر میزان سنتز روغن اهمیت فراوانی دارد که این مرحله در کشت‌های بعد از فروردین ماه، با کاهش دما محیط مصادف بود. این مرحله در تاریخ‌های کاشت فروردین، اردیبهشت و خرداد ماه به ترتیب در ماه‌های تیر- مرداد، مرداد- شهریور و شهریور- مهر ثبت شد. نتایج تجزیه واریانس صفات ریخت‌شناسی و رشدی گیاه کرچک، نشان داد که زمان کاشت، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع بوته در مرحله گل‌دهی، طول گل‌آذین، تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد خوشه برداشت شده داشت. همچنین، تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته در مرحله میوه‌دهی و تعداد برگ در بوته تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در مرحله گل‌دهی (۸۲/۱۱ سانتی‌متر) و میوه‌دهی (۱۵۶/۴۴ سانتی‌متر) در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین حاصل شد. البته در بین تاریخ‌های کاشت ۱۵ و ۳۰ فروردین و ۳۰ اردیبهشت تفاوت معنی‌داری از لحاظ ارتفاع بوته وجود نداشت. از نظر طول گل‌آذین در چهار تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ فروردین، ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین تعداد برگ در

1- Rotary Evaporator

هر بوته در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت ماه ثبت شد که تفاوت معنی داری با ۱۵ فروردین نداشت. از لحاظ تعداد شاخه جانبی، بیشترین تعداد شاخه جانبی (۸ شاخه در بوته) در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت حاصل شد که تفاوت معنی داری با ۱۵ فروردین و ۳۰ اردیبهشت ماه نداشت. بیشترین تعداد خوشه برداشت شده در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین حاصل شد (جدول ۳).

تغییر ارتفاع گیاه در تاریخ‌های مختلف کاشت در مطالعات متعددی نشان داده شده است (بهاتی، ۱۹۸۸؛ سینگ و راندهاوا، ۱۹۹۱). با توجه به طبیعت گرما دوست بودن گیاه کرچک به‌نظر می‌رسد، افزایش درجه حرارت و طول روز طی فصل رشد گیاه در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین موجب بیشترین ارتفاع گیاه شده، ولی افزایش شدید دما در مرحله رشد رویشی، در کشت‌های اردیبهشت و خرداد ماه، از طریق کاهش دوره رشد رویشی، سبب شد تا ارتفاع گیاهان به‌خصوص در کشت‌های خردادماه نسبت به کشت در ماه‌های قبلی کاهش یابد. در کشت‌های بعد از فروردین ماه، طول گل آذین در گیاه کاهش یافت و در واقع گل آذین‌های کوچک‌تری در گیاه تشکیل شد. این امر احتمالاً به سبب کاهش طول دوره رشد، در نتیجه تأخیر در کشت و نیز مواجه شدن با دما بالا در مرحله رشد رویشی گیاه بود. از آنجایی که کرچک، گیاهی رشد نامحدود است و در این گیاه، گل آذین به‌غیر از ساقه اصلی در شاخه‌های جانبی نیز ظاهر می‌شود، بنابراین، می‌توان تعداد خوشه برداشت شده را در ارتباط با تعداد شاخه جانبی دانست. عوامل متعددی بر تعداد و رشد شاخه‌های جانبی در گیاه، تأثیر دارد که مهم‌ترین آن‌ها وضعیت هورمونی و سطوح عناصر غذایی در گیاه است، که احتمالاً میزان بیشتر هورمون سیتوکینین در این امر نقش به‌سزائی دارد (کیتوک و ویلیامز، ۱۹۶۸).

در این مطالعه با تأخیر در زمان کاشت، تعداد برگ در گیاه کاهش یافت. این امر احتمالاً به‌دلیل عدم تطابق شرایط محیطی با شرایط رشد گیاه است. در ضمن، تعداد برگ به‌طور مستقیم به طول دوره بین آغاز گل‌دهی تا گلدار شدن کامل گیاه مربوط می‌شود و هر چه این مدت به‌دلیل تأخیر در کاشت، کاهش یابد، موجب کاهش تعداد برگ خواهد شد (تومر، ۲۰۰۱).

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس صفات ریخت شناختی گیاه کرچک در تاریخ‌های مختلف کاشت.

میانگین مربعات						درجه آزادی	منبع تغییرات
تعداد خوشه	تعداد شاخه	تعداد برگ	ارتفاع بوته	طول گل آذین	ارتفاع بوته در گلدهی		
۳/۶۰*	۳۵/۲۷*	۱۰۲/۴۹**	۶۱۷۹/۱۷**	۷۵/۰۰*	۱۹۶۵/۸۱*	۵	تاریخ کاشت
۰/۳۹	۲۳/۳۵	۱/۷۲	۱۹۲/۴۶	۹۵/۵۷	۳۴/۱۳	۲	بلوک
۱/۲۲۹	۱۱/۲۴	۳۰/۳۹	۷۳۸/۱	۲۲/۱۰	۶۴۸/۳۹	۱۰	خطا
۱۹/۱	۱۸/۲۲	۱۴/۵۱	۱۰/۱۶	۸/۸	۱۴/۵۲		ضریب تغییرات(درصد)

ns, *, ** به ترتیب تفاوت غیر معنی دار، تفاوت معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات ریخت شناختی گیاه کرچک در تاریخ‌های مختلف کاشت.

تاریخ کاشت*	ارتفاع بوته در گلدهی (سانتی متر)	طول گل آذین (سانتی متر)	ارتفاع بوته در میوه‌دهی (سانتی متر)	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه جانبی در بوته	تعداد خوشه در بوته
۱۵ فروردین	۸۲/۱۱ ^a	۲۳/۶۷ ^a	۱۵۶/۴۴ ^a	۲۳/۱۱ ^{ab}	۵/۴۴ ^{ab}	۲/۷۸ ^a
۳۰ فروردین	۶۶/۳۳ ^{ab}	۲۰/۲۲ ^{ab}	۱۵۲/۱۱ ^a	۱۵/۳۳ ^{bc}	۴/۲۲ ^b	۲/۱۱ ^{abc}
۱۵ اردیبهشت	۳۹/۳۳ ^c	۱۸/۸۹ ^{ab}	۱۲۳/۱۱ ^{bc}	۲۸/۲۲ ^a	۸/۰۰ ^a	۲/۳۳ ^{ab}
۳۰ اردیبهشت	۵۷/۳۳ ^{abc}	۱۸/۸۹ ^{ab}	۱۳۰/۲۲ ^{ab}	۱۸/۳۳ ^{bc}	۵/۵۶ ^{ab}	۱/۳۳ ^{bc}
۱۵ خرداد	۵۳/۴۴ ^{bc}	۱۶/۷۸ ^b	۹۸/۵۶ ^{cd}	۱۴/۱۱ ^c	۳/۲۲ ^b	۱/۶۷ ^{abc}
۳۰ خرداد	۵۰/۸۹ ^c	۱۵/۳۳ ^b	۹۳/۶۷ ^d	۱۴/۱۱ ^c	۲/۴۴ ^b	۱/۱۱ ^c

* در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهای با حروف یکسان، از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند

عملکرد و اجزای عملکرد: نتایج تجزیه واریانس صفات عملکردی گیاه کرچک، نشان داد که بین تاریخ‌های مختلف کشت از لحاظ تعداد کپسول و دانه در بوته، عملکرد بوته، وزن هزار دانه و عملکرد کل تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۴). بیشترین تعداد کپسول در بوته (۴۵ کپسول)، تعداد دانه در بوته (۱۱۹/۱۱ دانه)، بالاترین عملکرد بوته (۴۸/۶۴ گرم) و عملکرد کل دانه (۱۵۹۰/۶۷ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کشت ۱۵ فروردین حاصل شد که با سایر تاریخ‌های کاشت، تفاوت معنی داری داشتند. بیشترین وزن هزار دانه (۴۱۸/۰۲ گرم) در تاریخ کشت ۳۰ فروردین به دست آمد که البته تفاوت معنی داری با وزن هزار دانه در تاریخ‌های کاشت ۱۵ فروردین و اردیبهشت ماه نداشت ($P < 0.05$) (جدول ۵). کاهش وزن هزار دانه در تاریخ‌های کشت آخر را می‌توان به کاهش فتوسنتز به سبب تعداد برگ کمتر در این تاریخ‌های کاشت و تنش‌های دمایی وارد شده به گیاه جوان

در حال رشد نسبت داد. محمدی نیک‌پور و کوچکی (۱۹۹۹) گزارش دادند که وزن هزار دانه گلرنگ با تأخیر در زمان کشت گیاه، به سبب افت شاخص سطح سبز گیاه طی پر شدن دانه‌ها و کمبود مواد غذایی قابل انتقال در ساقه‌ها کاهش می‌یابد. البته باید توجه داشت که تأثیر متقابل دما و شدت نور نیز می‌تواند در اندازه بذر موثر باشد (ویس، ۲۰۰۰). همچنین سیلوا (۲۰۰۵) بیان داشت که با تأخیر در کاشت گیاه کتان، به سبب برخورد گیاه با شرایط نامطلوب محیط، وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. تعداد کپسول به‌عنوان اولین جزء عملکرد در گیاه، در تعیین عملکرد نهایی نقش به‌سزایی دارد. حرکت مواد فتوسنتزی از برگ‌ها (منبع) به محل مصرف (دانه‌ها و اندام‌های در حال نمو) مبتنی بر ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی از یک طرف و ظرفیت ذخیره مواد فتوسنتزی (مخزن) از طرف دیگر می‌باشد که عملکرد نهایی را تعیین می‌کند. در صورت عدم تعادل بین این دو، عملکرد کاهش می‌یابد. در این بین تعداد کپسول، به‌عنوان بافت‌های حاوی بذر، بیان‌گر قدرت مخزن گیاه بوده و با افزایش تعداد کپسول در گیاه، مواد فتوسنتزی تولید شده در برگ‌ها بیشتر به بذور اختصاص داده شده و عملکرد، افزایش می‌یابد (گارسید، ۲۰۰۴؛ گرین، ۲۰۰۰).

تأخیر در کاشت منجر به کاهش عملکرد دانه و روغن شد. نتایج مشابهی به وسیله کیتوک و ویلیامز (۱۹۶۸) به‌دست آمد. آن‌ها نشان دادند که عملکرد گیاه کرچک، به‌طور معنی‌داری با تأخیر در زمان کشت، کاهش می‌یابد. همچنین بالدوین و کوسر (۲۰۰۹) با بررسی اثر تاریخ کشت، اقلیم و اثر متقابل این دو عامل را بر عملکرد کرچک در بخش مرکزی آمریکا جنوبی نشان دادند با تأخیر در کشت، پس از زمان خاصی، عملکرد کرچک کاهش می‌یابد که البته این زمان در مناطق مختلف، متفاوت است. عملکرد بالا را می‌توان به وجود شرایط محیطی مناسب طی دوران رشد رویشی و زایشی که منجر به کارایی بالا فتوسنتز، و انتقال بهتر مواد فتوسنتزی به دانه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌گردد، نسبت داد. نتایج به‌دست آمده با نتایج کار سایر محققان (کایا و همکاران، ۲۰۰۰؛ گوکسوی و همکاران، ۱۹۹۸؛ موهان و همکاران، ۲۰۰۱) مطابقت دارد. گوکسوی و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت روی آفتابگردان به وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه، سطح برگ و سرعت رشد محصول دست یافتند. در مورد دانه‌های روغنی شرایط دمایی در مرحله پر شدن دانه‌ها، اهمیت بسیاری در میزان سنتز روغن و عملکرد دانه دارد (کونر و سدراس، ۱۹۹۲). در این مطالعه با تأخیر در زمان کاشت کرچک، مرحله رشد رویشی گیاه با دما بالا محیط مواجه شده و به‌همین دلیل گیاه به سرعت بدون تکمیل مرحله رویشی خود، وارد مرحله زایشی شد و در مرحله زایشی، مرحله تشکیل و پر شدن دانه‌ها با کاهش دما، در شهریور-مهرماه برخورد کرد که نتیجه آن، کاهش ترکیبات ذخیره‌ای گیاه و کاهش عملکرد بوده است. کاهش دما، فرایند انتقال مواد به دانه‌ها را نیز تحت‌تأثیر

قرار می‌دهد. این اختلال در انتقال، موجب سبکی دانه‌ها و از طرف دیگر، پوکی آن‌ها می‌گردد. در واقع با تأخیر در زمان کاشت، مدت زمان رشد و نمو، کوتاه شده و زمان گل‌دهی و پر شدن دانه‌ها با شرایط نامساعد محیط مواجه می‌شود و در نتیجه، میزان عملکرد و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (کونر و سدراس، ۱۹۹۲).

علت کاهش درصد روغن در تاریخ‌های کاشت آخر را می‌توان به دلیل کاهش درجه حرارت در مرحله پر شدن دانه‌ها و کاهش فتوسنتز خالص ذکر کرد. در این حالت، درصد کمتری از مواد ساخته شده و کربوهیدرات‌ها به روغن تبدیل می‌شوند. گیلبرتسون و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر میزان روغن دانه‌های روغنی، نتایج مشابهی یافتند. آن‌ها گزارش نمودند که تاریخ‌های مختلف کاشت گیاهان را در معرض شرایط متفاوت محیطی قرار می‌دهد و در نتیجه میزان عملکرد گیاهان در زمان‌های مختلف متفاوت خواهد بود. زمانی که مرحله تشکیل و پر شدن دانه‌ها با کاهش دما محیط برخورد کند، میزان سنتز روغن تحت تاثیر قرار خواهد گرفت و درصد روغن دانه‌ها کاهش خواهد یافت.

از لحاظ درصد روغن بین تیمارهای مختلف کاشت، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد روغن (۷۷۴/۴۳ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین به دست آمد که با تاریخ‌های دیگر کشت، تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۵). ضریب همبستگی بین عملکرد کل و درصد روغن با متغیرهای مورد بررسی، نشان داد که طول گل‌آذین، تعداد برگ و تعداد دانه در بوته در سطح احتمال ۹۹ درصد، تعداد شاخه جانبی و تعداد کپسول در سطح احتمال ۹۵ درصد با عملکرد کل و درصد روغن همبستگی دارند (جدول ۶). **اسیدهای چرب:** تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اسیدهای چرب روغن نشان داد که تاریخ کاشت، اثر معنی‌داری بر ترکیب اسیدهای چرب روغن گیاه دارویی کرچک دارد (جدول ۶). در تجزیه شیمیایی اسیدهای چرب روغن کرچک، ۱۵ اسیدچرب با مقادیر متفاوت در تاریخ‌های مختلف کاشت، گزارش شد. اسید ریسینولئیک ($18:1\Delta^9c-12OH$) عمده‌ترین اسید چرب (۸۰/۶۳-۷۷/۴۰ درصد) شناخته شده در روغن بود. سایر اسیدهای چرب مهم شناسایی شده شامل اسید لینولئیک، اسید اولئیک، اسید پالمیتیک، اسید استئاریک، اسید لینولنیک و اسید ایکوزانویک بودند. تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت بر میزان اسیدهای چرب پالمیتیک، استئاریک، اولئیک و لینولئیک در سطح احتمال ۵ درصد و بر میزان اسیدهای چرب ریسینولئیک، لینولنیک و ایکوزانویک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶).

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد روغن گیاه کرچک در تاریخ‌های مختلف کاشت.

عملکرد روغن	میزان روغن	عملکرد کل دانه	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد بوته	تعداد دانه		تعداد کپسول		درجه آزادی	میانگین
						در بوته	در بوته	در بوته	در بوته		
۰۰/۱۳۴۱۶۱۱/۱۱	۹۳/۸۱NS	۴۱۰۰۲/۸۳**	۱۶۳۹۱/۳۳**	۱۵۱۷/۸۵**	۹۳۶۵/۰۵**	۱۳۷۱/۷۶**	۵				تاریخ کاشت
۷۸/۳۴	۹/۰۳	۶۴۰/۵۳	۸۷/۲۰	۳/۵۹	۲۱۸/۶۹	۳۶/۳۵	۲				بلوک
۹۶/۷۶/۶۶	۳۵/۳۳	۴۰۴۰/۵	۱۹۲۷/۲۲	۲۷/۸۱	۳۰۶/۲۳	۳۲/۴۱	۱۰				خطا
۲/۳۷	۱۴/۴۸	۱۷/۶۹	۱۲/۵۱	۱۹/۸۱	۱۷/۱۷	۱۷/۰۹					ضریب تغییرات (%)

NS، *، ** به ترتیب تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد کرچک در تاریخ‌های مختلف کشت.

تاریخ کاشت*	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد بوته (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد کل دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
۱۵ فروردین	۴۵/۰ ^a	۱۱۹/۱۱ ^a	۴۸/۶۴ ^a	۳۹۹/۷۶ ^a	۱۵۹۰/۶۷ ^a	۴۹/۶۷ ^a	۷۷۴/۴۳ ^a
۳۰ فروردین	۲۴/۵۶ ^{bc}	۸۴/۷۸ ^b	۲۴/۹۷ ^b	۴۱۸/۰۲ ^a	۱۰۷۹/۶۴ ^b	۴۵/۶۷ ^{ab}	۴۹۴/۸۴ ^b
۱۵ اردیبهشت	۲۷/۳۳ ^b	۵۸/۷۸ ^c	۲۴/۷۸ ^b	۳۲۵/۳۴ ^b	۱۰۷۹/۰۲ ^b	۴۰/۳۳ ^{ab}	۴۳۳/۳۹ ^c
۳۰ اردیبهشت	۲۰/۶۷ ^c	۵۰/۲۲ ^{dc}	۱۷/۳۵ ^c	۳۱۳/۸ ^b	۸۸۶/۲۷ ^c	۳۸/۱۳ ^{ab}	۳۳۹/۴۹ ^d
۱۵ خرداد	۱۵/۰ ^d	۴۱/۰۰ ^{de}	۱۶/۵۹ ^c	۳۳۰/۱۲ ^b	۷۰۹/۷۸ ^d	۳۸/۱۸ ^{ab}	۲۷۱/۲ ^e
۳۰ خرداد	۹/۲۲ ^e	۳۲/۵۶ ^e	۱۲/۳۶ ^c	۳۱۹/۱۵ ^b	۵۲۱/۶۷ ^e	۳۴/۴۵ ^b	۱۸۳/۷۲ ^f

* در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهای با حروف یکسان، اختلاف معنی‌داری ندارند.

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بین ترکیب اسیدهای چرب به‌دست آمده در تاریخ‌های مختلف کشت، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بیشترین میزان اسید ریسینولئیک که یک اسید چرب غیراشباع می‌باشد، در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد (۸۰/۶۳ درصد) و کم‌ترین میزان آن در ۱۵ اردیبهشت ماه (۷۷/۴۰ درصد) حاصل شد. میزان اسید لینولئیک در این پژوهش بین ۷/۵۶-۸/۶۸ درصد گزارش شد که بیشترین میزان آن در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد ماه و کم‌ترین میزان آن در ۳۰ اردیبهشت ماه به‌دست آمد. بر خلاف اسید لینولئیک، با تأخیر در زمان کاشت از درصد اسید اولئیک کاسته شد به‌طوری‌که کم‌ترین میزان اسید اولئیک (۵/۲۳ درصد) در تاریخ ۳۰ خرداد به‌دست آمد. بیشترین میزان اسید استئاریک و اسید پالمیتیک به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۱۵ اردیبهشت (۲/۴۵ درصد) و ۳۰ فروردین (۲/۳۴ درصد) حاصل شد و کم‌ترین میزان آن‌ها در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد ماه به‌دست آمد. بیشترین میزان اسید ایکوزانوئیک (۰/۶۹ درصد) در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ثبت شد ولی در تاریخ‌های کاشت دیگر به‌طور معنی‌داری میزان این اسید چرب کاهش یافت (جدول ۸).

در این آزمایش بر خلاف درصد روغن، اجزاء آن یعنی میزان اسیدهای چرب روغن کرچک تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفتند. متفاوت بودن ترکیب اسیدهای چرب در تاریخ‌های مختلف کاشت با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (سلیم و همکاران، ۲۰۰۷؛ گرین، ۲۰۰۰). بررسی اثر درجه حرارت بر درصد اسیدهای چرب کتان نشان داد که با تأخیر در کاشت، زمان دانه بستن با تغییر درجه حرارت محیط مصادف شده و در نتیجه، کیفیت روغن از نظر ترکیب اسیدهای چرب، متفاوت خواهد بود.

(گرین، ۲۰۰۰). نتایج به دست آمده در مورد میزان اسید ریسینولئیک بذره‌های کرچک (حدود ۷۸ درصد)، تفاوت ۱۰ درصدی نسبت به مطالعه‌های دیگر (اسچنیدر و همکاران، ۲۰۰۴ (۸۸/۲ درصد) و (بورچ- جنسنا و همکاران، ۱۹۹۷ (۸۷/۵ درصد)) نشان داد، که این تفاوت احتمالاً به سبب شرایط متفاوت اقلیمی می‌باشد. از آنجایی که افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع در گیاهان، متأثر از دما پایین است، بنابراین در تاریخ کاشت ۳۰ خرداد نسبت به تاریخ‌های کشت دیگر، تشکیل روغن در بذر همراه با کاهش بیشتر دما بوده است. به این ترتیب وجود مقادیر بالا اسید ریسینولئیک در این زمان، قابل توجه خواهد بود. به طور مشابهی پایین بودن درصد اسید ریسینولئیک در ۱۵ اردیبهشت ماه، احتمالاً به سبب مصادف شدن تشکیل و پر شدن دانه‌ها با دما بالا می‌باشد.

در پژوهش حاضر، تاریخ کاشت، میزان اسید اولئیک و اسید لینولئیک را تحت تاثیر قرار داد. به طوری که، با تأخیر در کاشت و هم‌زمان با کاهش دما در مرحله رسیدگی دانه‌ها، بر میزان اسید لینولئیک افزوده شده، ولی از میزان اولئیک اسید بذور کرچک کاسته گردید. نتایج مشابهی توسط سلیم و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه آفتابگردان گزارش شده است. به طوری که، آن‌ها نشان دادند، رسیدن دانه آفتابگردان در دما پائین منجر به بیشترین میزان اسید لینولئیک و کمترین میزان اسید اولئیک می‌گردد. در گیاه سویا نشان داده شده است که با سرد شدن هوا، میزان اسید چرب پالمیتیک، کاهش می‌یابد و گرم شدن هوا سبب افزایش این اسید چرب می‌شود (ویلوکس و کاوینز، ۱۹۹۲). در این مطالعه نیز بیشترین میزان اسید پالمیتیک در ۱۵ اردیبهشت ماه و کمترین میزان آن در ۳۰ خرداد ماه بوده است که بیانگر هم‌زمانی دماهای به ترتیب بالا و پائین در این تاریخ‌های کشت با تشکیل بذر می‌باشد. بیشترین میزان اسید ایکوزانوئیک در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت ماه به دست آمد، که می‌توان آن را به دما بالا در مرحله سنتز روغن نسبت داد، در حالی که در سایر تاریخ‌های کاشت میزان اسید ایکوزانوئیک به میزان اندکی گزارش شد.

جدول ۶- تجزیه واریانس ترکیب اسیدهای چرب روغن کرچک در تاریخ‌های مختلف کشت.

میانگین مربعات								منبع تغییرات
اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	درجه آزادی	
اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	
ایکوزانوئیک	لینولئیک	پالمیتیک	استئاریک	اولئیک	لینولئیک	ریسینولئیک	ریسینولئیک	
۰/۰۱۸۴**	۰/۰۰۴۵**	۰/۰۰۹۶*	۰/۰۲۱۳*	۰/۰۶۸۳*	۰/۰۸۴۸*	۴/۸۷۹**	۵	تاریخ کاشت
۰/۰۰۰۰۵۶	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۳۶	۰/۰۱۷۲	۰/۰۱۷۳	۰/۰۱۷۶۹	۲	بلوک
۰/۰۰۰۰۲۹	۰/۰۰۰۰۱۷	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۴۶	۰/۰۱۷۲	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۶۲	۱۰	خطا
۳/۰۴	۱/۶۳	۷/۸۲	۹/۹۸	۶/۷۱	۱۱/۰۹	۰/۵۱		ضریب تغییرات (%)

ns، *، ** به ترتیب تفاوت غیر معنی دار، تفاوت معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۷- مقایسه میانگین درصد اسیدهای چرب مهم روغن کرچک در تاریخ‌های مختلف کشت.

اسیدهای چرب (درصد)							تاریخ‌های کاشت*
اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	اسید	
ایکوزانوئیک	لینولنیک	پالمیتیک	استئاریک	اولئیک	لینولئیک	ریسینوئیک	
۰/۵۳ ^{dc}	۰/۷۳ ^c	۲/۰۶ ^{ab}	۲/۰۶ ^{ab}	۶/۴۲ ^{ab}	۸/۴۷ ^b	۸۰/۱۳ ^a	۱۵ فروردین
۰/۵۶ ^{bc}	۰/۸۲ ^a	۲/۳۴ ^a	۲/۲۵ ^a	۶/۸۲ ^a	۸/۳۲ ^b	۷۸/۴۷ ^b	۳۰ فروردین
۰/۶۹ ^a	۰/۸۱ ^a	۲/۲۰ ^a	۲/۴۵ ^a	۷/۰۳ ^a	۷/۹۲ ^c	۷۷/۴۰ ^c	۱۵ اردیبهشت
۰/۵۹ ^b	۰/۸۳ ^a	۲/۰۹ ^{ab}	۲/۳۳ ^a	۶/۳۴ ^b	۷/۵۶ ^d	۷۸/۶۰ ^b	۳۰ اردیبهشت
۰/۴۷ ^c	۰/۷۷ ^b	۲/۱۲ ^a	۲/۱۱ ^a	۵/۲۴ ^c	۸/۶۸ ^a	۸۰/۲۵ ^a	۱۵ خرداد
۰/۵۰ ^d	۰/۸۲ ^a	۱/۸۰ ^b	۱/۶۹ ^b	۵/۲۳ ^c	۸/۶۸ ^a	۸۰/۶۳ ^a	۳۰ خرداد

* در هر صفت و گروه مقایسه شده، تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۸- تحلیل همبستگی بین عملکرد کل و درصد روغن با صفات مرفولوژیک و عملکردی بر اساس ضریب پیرسون.

متغیرها	طول گل آذین	تعداد برگ	تعداد شاخه جانبی	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در بوته
عملکرد کل	۰/۹۸۳**	۰/۹۲۱**	۰/۸۲۳*	۰/۸۱۶*	۰/۹۵۷**
درصد روغن	۰/۹۵۱**	۰/۸۸۱*	۰/۸۴۶*	۰/۸۵۹*	۰/۹۸۵**

*, ** به ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

نتیجه‌گیری

عوامل محیطی نقش به‌سزائی در میزان ماده موثره گیاهان دارویی دارند. با وجود این‌که، امکان کنترل این عوامل میسر نبوده، ولی می‌توان با روش‌هایی، اثرات محیطی را به گونه‌ای مدیریت نمود که گیاه تحت آن شرایط، پتانسیل بالقوه خود را ظاهر کند. در این بین، عامل تاریخ کاشت، نقش اساسی در دستیابی به شرایط مناسب در طول دوره رشد و نمو جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاهان دارویی ایفا می‌نمایند. تعیین زمان کاشت مناسب برای گیاهان روغنی، اهمیت بسیاری دارد و باید زمان کاشت بر اساس آب و هوای هر منطقه به‌طور جداگانه، بررسی و مشخص شود. در این بررسی مشخص گردید، تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات مرفولوژیک و عملکردی گیاه دارویی کرچک دارد. اما بر درصد روغن، تأثیر زیادی نداشت. در تاریخ کشت ۱۵ فروردین در منطقه مورد مطالعه، بیشترین عملکرد دانه و روغن حاصل شد که با تاریخ‌های دیگر کشت، تفاوت بسیار

معنی‌داری داشت. همچنین تاریخ کاشت، ترکیب اسیدهای چرب روغن کرچک را نیز تحت تأثیر قرار داد. اسید ریسینولئیک که مهم‌ترین اسید چرب شناخته شده روغن کرچک بود، به بیشترین مقدار در تاریخ‌های کشت ۱۵ فروردین و خرداد ماه نائل شد. با توجه به نتایج به دست آمده از عملکرد و درصد روغن، به نظر می‌رسد که برای حصول میزان بالا عملکرد روغن کرچک در منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه، تاریخ کشت ۱۵ فروردین برای کاشت این گیاه، مناسب باشد.

منابع

- Akpan, U.G., Jimoh, A., and Mohammad, A.D. 2006. Extraction, characterization and modification of castor seed oil. *Leonardo. J. Sci.* 8: 43-52.
- Alirezalu, A., Farhadi, N., Shirzad, H., and Hazarti, S. 2011. The effect of climatic factors on the production and quality of castor oil. *Nat Sci.* 9: 15-19.
- Baldwin, B.S., and Cossar, R.D. 2009. Castor yield response to planting date at four locations in the south-central United States. *Ind. Crop Prod.* 29: 316-319.
- Bange, M.P., Hammer, G.L., and Rickert, K.G. 1998. Temperature and sowing date affect the linear increase of sunflower harvest index. *Agron. J.* 90: 324-328.
- Bhati, D.S. 1988. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) response to sowing date and spacing. *Indian J. Agric. Sci.* 58: 437-439.
- Borch-Jensen, C., Jensen, B., Mathiasen, K., and Mollerup, J. 1997. Analysis of seed oil from *Ricinus communis* and *Dimorphoteca pluvialis* by Gas and supercritical fluid chromatography. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 74: 277-284.
- Connor, D.J., and Sadras, V.O. 1992. Physiology of yield expression in sunflower. *Field Crops Res.* 30: 333-389.
- Franz, C.H. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. *J. Acta. Hort.* 132: 205-215.
- Garsid, A. 2004. Sowing time effects on the development, yield and oil of flaxseed in semi arid tropical. *Aust. J. Prod. Agric.* 23: 607-612.
- Gilbertson, P.K., Johnson, B.L., Berti, M.T., and Halvorson, M.A. 2007. Seeding date and performance of speciality oilseeds in North Dakota. In: Janick, J., and A. Whipkey (eds.): *Issues in New Crops and New Uses*. ASHS Press, Alexandria, VA. 105-110.
- Goksoy, A., Turan, Z., and Acikyo, E. 1998. Effect of planting date and plant population on seed and oil yields and plant characteristics in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia.* 21: 115-107.
- Green, A. 2000. Variation for oil quantity and quality in flaxseed. *Aust. J. Agric. Res.* 32: 599-607.
- Kaya, N., Yilmaz, G., and Telci, I. 2000. Agronomic and technological properties of coriander populations planted on different dates. *Turk. J. Agron. For.* 24: 355-364.

- Kittock, D.L., and Williams J.H. 1968. Influence of planting date on certain morphological characteristics of castor beans. *Agron. J.* 61: 401-403.
- Marter, A.D. 1981. Castor: Markets, Utilization and Prospects. *Trop. Prod. Inst.* 152: 55-78.
- Mishra, G.C., and Nayak, S.C. 1997. Effect of sowing date and row spacing on seed production of jute (*Corchorus* species) genotypes with and without clipping. *India. J. Agron.* 42: 531-534.
- Mohammadi-Nikpour, A., and Kochaki, E. 1999. Effects of planting date on growth, yield and yield components of safflower. *Agric. Sci. Tech. J.* 13: 7-15.
- Mohan, V.P., Batra, V.K., and Thakral, K.K. 2001. Response of sowing dates and seed rate on growth and yield of fennel. *Haryana. J. Hort. Sci.* 30: 271-73.
- Ogunniyi, D.S. 2006. Castor oil: A vital industrial raw material. *Bioresour Technol.* 97: 1086-1091.
- Omidbaigi, R. 2008. Production and Processing of Medicinal Plants. Astane Ghods Razavi Press. 347p. (In Persian)
- Omidbaigi, R., Alirezalu, A., Alirezalu, K., and Habibi Nodeh, F. 2009. Evaluation of quality and physicochemical properties of castor oil in eastern Azarbaijan Area. *J. Food. Res.* 19:67-76. (In Persian)
- Palevich, D. 1987. Recent advance in the cultivation of medicinal plants. *J. Acta. Hort.* 208: 29-34.
- Saleem, M.F., Ma, B.L., Malik, M.A., Cheema, M.A., and Wahid, M.A. 2008. Yield and quality response of autumn planted sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing dates and planting patterns. *Can. J. Plant Sci.* 88: 101-109.
- Schneider, R.C.S., Baldissarelli, V.Z., Trombetta, F., Martinelli, M., and Caramão, E.B. 2004. Optimization of gas chromatographic–mass spectrometric analysis for fatty acids in hydrogenated castor oil obtained by catalytic transfer hydrogenation. *Anal. Chem. Acta.* 505: 223–226.
- Silva, R. 2005. Effect of planting date and planning distance on growth of flaxseed. *Agron. J.* 136: 113-118.
- Singh, A., and Randhawa, G.S. 1991. Effect of cultural practices on periodic plant height and seed yield of dill (*Anethum graveolens*). *Indian. J. Agron.* 36: 574-577.
- Turner, J. 2001. Flaxseed plant population relative to cultivar and fertility. *Food. Nutr. Res.* 44: 195-246.
- Viola, A.O., and Anekwe, G.E. 2001. Amino acids and other biochemical components of *Ricinus communis* (variety ninor), nnti-conceptive seed. *Pak. J. Biol. Sci.* 4: 866-868.
- Weiss, E.A. 2000. Oilseed Crops. Blackwell Sci. 364p.
- Wilcox, J.R., and Cavins, J.F. 1992. Normal and reduce linoleic acid soybean strains: response to planting date. *Crop. Sci.* 32: 1248-1251.



Effect of sowing date on yield, yield components and oil percentage of castor bean

N. Farhadi¹, *M.K. Souri² and R. Omidbaigi³

¹M.Sc. Student of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, ²Assistant Prof. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, ³Late Prof. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

Received: 2011-07-18; Accepted: 2012-01-17

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of sowing date on morphology, yield parameters, as well as oil percentage and fatty acids composition of castor bean. The experiment was carried out at research farm of Tarbiat Modares University, in randomized complete blocks design with three replications during 2010. Plants were grown at six sowing dates of 5th April, 20th April, 5th May, 20th May, 5th June and 20th June. The results showed that morphological traits and yield traits were influenced by sowing dates. The highest seed yield (1590.67 kg/h), oil yields (774.43 kg/g) were obtained at 5th April, and delay in sowing date, led to significant reduction in these traits. Fifteen fatty acids were detected in oil. Nevertheless, the highest amount of fatty acid belonged to Ricinoleic acid. Results showed that fatty acid composition of castor oil influenced by sowing date. Therefore, it can be concluded, that 15th April could be recommended as an appropriate sowing date in the studied location and similar climates for achieved high oil yield of castor bean.

Keywords: Castor bean; Sowing date; Seed yield; Oil; Ricinoleic acid

*Corresponding Author; Email: mk.souri@modares.ac.ir