

اثر هرس شاخه‌های جانبی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام کرچک (*Ricinus communis* L.)

الناز طاهری فرد^۱، اسمعیل نبی زاده^۲، عبدالله حسن زاده قورت تپه^۳ و فرزاد گرامی^۴

چکیده

به منظور بررسی اثر هرس شاخه‌های جانبی بر عملکرد و اجزاء عملکرد چهار رقم گیاه کرچک، مطالعه‌ای در سال زراعی ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه انجام شد. این آزمایش در قالب کرت‌های یکبار خرد شده با طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار پیاده شد. فاکتور اصلی شامل چهار رقم کرچک (۲۳-۸۰، ۲۹-۸۰، ۱-۱۲-۸۰ و ۱۷-۸۰) و فاکتور فرعی شامل سه نوع هرس (عدم هرس، هرس دو شاخه جانبی و هرس چهار شاخه جانبی) بود. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: طول خوشه اصلی، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در خوشه اصلی، وزن صد دانه، عملکرد دانه، وزن خوشه اصلی، وزن دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد روغن. نتایج حاصل از داده‌های مورد بررسی نشان داد که از لحاظ آماری بین ارقام کرچک از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. هم‌چنین اثر هرس و اثر متقابل دو فاکتور رقم و هرس تنها بر صفات وزن دانه در خوشه اصلی و وزن خوشه اصلی اثر معنی‌داری داشتند. بنا به نتایج بدست آمده، می‌توان رقم ۱-۱۲-۸۰ و هرس چهار شاخه جانبی را با بیشترین عملکرد دانه (۱۴۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۱۴۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۸۰۵/۴۵ کیلوگرم در هکتار) جهت کشت در منطقه توصیه نمود.

کلمات کلیدی: رقم، کرچک (*Ricinus communis* L.)، گیاه روغنی، هرس.

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۵

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه زراعت، مهاباد، ایران (نویسنده مسئول).

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه زراعت، مهاباد، ایران.

۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ایران.

۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، مهاباد، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

کرچک با نام علمی *Ricinus communis* L. متعلق به تیره فرفیون می‌باشد که عمدتاً در مناطق گرم پراکنش یافته است (Naseri, 1996). کرچک در بسیاری از کشورهای جهان به عنوان یک گیاه روغنی کشت می‌شود (Doan, 2004). روغن بدست آمده از بذر کرچک، دارای مواد با ارزش، با اثر مسهل و ملین است و کاربردهای پزشکی فراوانی دارد (Ogunniyi, 2006). هم‌چنین از روغن این گیاه به عنوان حلال در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود. از سوی دیگر اخیراً در بسیاری از کشورهای توسعه یافته، گیاه کرچک به عنوان منبعی جدید برای سوخت به صورت بیودیزل مورد استفاده قرار می‌گیرد (Baldwina and Cossarb, 2009). استرهای موجود در روغن کرچک به دلیل ویسکوزیته بالا، دامنه وسیعی از دما را تحمل می‌کنند و به همین علت، روغن این گیاه به عنوان روغن موتور در صنایع هواپیماسازی استفاده می‌شود (Nwokolo and Smartt, 1996). مقدار درصد روغن بدست آمده از دانه‌های این گیاه، با توجه به رقم، شرایط محیطی، روش کشت و زمان برداشت، بین ۴۰ تا ۶۰ درصد نوسان دارد (Weiss, 2000).

ارقام جدید گیاه کرچک با ترکیب بالایی از عملکرد دانه، عملکرد روغن و خصوصیات مورفولوژیک مناسب‌تر برای برداشت مکانیزه در طول چند سال گذشته در دنیا توسعه یافته است.

شاهین (Shaheen, 2002) تنوع مورفولوژی گیاه کرچک را در مصر مورد بررسی قرار داد و اظهار داشت که ژنوتیپ‌های بومی از نظر بسیاری از خصوصیات مورفولوژیک متفاوت می‌باشند.

هرس عبارت است از قطع کامل یا جزئی شاخه‌های فرعی، ساقه و ریشه، با در نظر گرفتن خصوصیات رقم در حال رشد. هرس کردن یکی از عملیات مهم کشاورزی است که از حدود سه هزار سال پیش شناخته شده و امروزه نیز مورد توجه بسیاری از محققین و مجریان کشاورزی است. اکثر گیاهانی که در شرایط محیطی مناسب رشد می‌کنند، پس از مدتی شاخه‌های جانبی زیادی تولید کرده که این شاخه‌ها مزاحم رشد یکدیگر شده و مانع رسیدن نور به داخل کانوپی گیاه می‌شوند و به تدریج برگ‌ها و شاخه‌های درون کانوپی خشک شده و با از بین رفتن شاخه‌ها، تولید محصول محدود به سطح بیرونی بوته گشته و میزان محصول کاهش می‌یابد. برای جلوگیری از این امر، شاخه‌های جانبی را هرس می‌کنند که این امر باعث افزایش کارایی فتوسنتز و در نتیجه ذخیره مطلوب مواد فتوسنتزی در دانه کرچک می‌شود. اطلاعات بدست آمده از نواحی مختلف جهان نشان می‌دهد که میزان روغن و عملکرد کرچک بدست آمده متفاوت بوده و به اقلیم، رقم، روش‌های کاشت و فرآوری بستگی دارد (Weiss, 2000).

دینیز و همکاران (Diniz et al., 2009) با هرس گیاه کرچک در تراکم‌های مختلف کاشت به این نتیجه رسیدند که حذف شاخه انتهایی در زمان

با توجه به این که قسمت اعظم روغن مورد نیاز کشور از خارج تأمین می‌شود، نیاز به تحقیق بیشتر جهت توسعه کشت گیاهان دانه روغنی سازگار به شرایط آب و هوایی کشور و همچنین افزایش میزان تولید آنها در واحد سطح ضروری به نظر می‌رسد. از آنجایی که تحقیقات اندکی در رابطه با اثر هرس بر افزایش رشد و عملکرد گیاهان روغنی انجام شده است، لذا هدف از انجام این تحقیق، مطالعه تأثیر هرس شاخه‌های جانبی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه روغنی کرچک بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو، واقع در ۳۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان ارومیه با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه، ۴۴ دقیقه و ۱۸ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه، ۱۰ دقیقه و ۵۳ ثانیه شرقی و با ارتفاع ۱۳۳۸ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. متوسط بارندگی منطقه ۳۲۲ میلی‌متر و متوسط دما حدود ۱۸/۶۱ درجه سانتی‌گراد بود. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی با زهکش طبیعی، $pH=7/9$ ، مواد آلی ۰/۵۶ درصد، نیتروژن کل خاک ۰/۴۹ درصد، میزان پتاسیم قابل جذب ۳۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و میزان فسفر ۳۲/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در کرت‌های اصلی چهار رقم مختلف کرچک (۲۳-۸۰، ۲۹-۸۰، ۱-۸۰)

تشکیل ششمین، دهمین و چهاردهمین گره در ساقه اصلی باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد، در حالی که تأثیری بر عملکرد دانه نمی‌گذارد. در هندوستان هرس همه جوانه‌های فرعی باعث تسریع در رشد گیاه کرچک گردید (Patel, 1976). هرس نوک شاخه‌ها در ارتفاع ۶۰-۳۰ سانتی‌متری می‌تواند از ارتفاع بوته کاسته و سبب افزایش تعداد شاخه‌ها شود، اما معمولاً محصول را کاهش می‌دهد (Khan, 1973). تائو و همکاران (Tao et al., 2007) در بررسی دوره‌های مختلف هرس بر عملکرد و کیفیت الیاف پنبه گزارش نمودند که هرس نوک شاخه‌های جانبی پنبه در دوره‌های مختلف رشد باعث افزایش فضای غوزه و مقدار غوزه‌های تولید شده در پنبه گردید. آزوییدو و همکاران (Azevedo et al., 1983) در بررسی اثر هرس بر روی پنبه یکساله کشت شده در خاک‌های فقیر از لحاظ عناصر غذایی، اعلام نمودند که هرس شاخه‌های جانبی باعث افزایش عملکرد پنبه نسبت به تیمار شاهد شد. پریفیتی (Prifti, 1975) با بررسی اثر هرس رویشی پنبه، گزارش کرد که هرس در مراحل اولیه رشد باعث افزایش عملکرد این گیاه شده و هرس شاخه‌های پایینی بوته در مقایسه با هرس ساقه اصلی، بذر پنبه بیشتری تولید کرد. همچنین او گزارش نمود که حذف جوانه‌های جانبی در پنبه لازم و ضروری است، چرا که باعث تسریع در رسیدگی غوزه‌ها و افزایش کیفیت بذر در این گیاه شد.

خشک شدن توزین گشته و بیوماس کل که حاصل جمع دانه و کاه و کلش بود، بدست آمد. برای استخراج روغن دانه‌ها از دستگاه سوکسله استفاده شد و میزان درصد روغن محاسبه گردید. سپس عملکرد روغن از طریق حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد روغن بدست آمد.

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

طول خوشه اصلی: همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود طول خوشه اصلی توسط عامل رقم، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد، در حالی‌که عامل هرس و اثر متقابل بین عوامل (رقم×هرس)، تأثیر معنی‌داری بر طول خوشه اصلی کرچک نداشتند. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین طول خوشه اصلی در رقم ۱-۱۲-۸۰ (۴۴/۰۵ سانتی‌متر) و کمترین طول خوشه اصلی در رقم ۱۷-۸۰ (۲۲/۵۵ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۲). بیشتر بودن طول خوشه اصلی در رقم ۱-۱۲-۸۰ می‌تواند به دلیل برتری ژنتیکی این رقم در ارتباط با این صفت نسبت به ارقام دیگر باشد. طول خوشه اصلی همبستگی معنی‌دار مثبتی در سطح احتمال ۱ درصد با تمام صفات مورد بررسی به جز صفت شاخص برداشت، دارا بود. بر خلاف آن، همبستگی این صفت با شاخص برداشت در سطح

۱۲-۸۰ و ۱۷-۸۰) و هرس شاخه‌های جانبی (عدم هرس، هرس دو شاخه جانبی و هرس چهار شاخه جانبی) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که عمل هرس در ارقام کرچک پس از ظهور خوشه اصلی و در زمان تولید شاخه‌های جانبی صورت گرفت. بذور مورد استفاده نیز از بخش بانک ژن مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان ارومیه تهیه گردید.

کاشت به روش هیرم‌کاری و به صورت ردیفی انجام شد، به طوریکه هر کرت شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۶ متر و با فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و فاصله ۶۰ سانتی‌متر روی ردیف صورت گرفت. فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات آبیاری در طول دوره رشد و مطابق عرف منطقه انجام گردید. مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در دو نوبت و به روش وجین دستی انجام شد. قبل از برداشت، طول خوشه اصلی در ۵ بوته اندازه‌گیری شد. سپس جهت محاسبه شاخص برداشت بعد از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها و در نظر گرفتن یک ردیف از طرفین به عنوان حاشیه، سطح باقی مانده جهت اندازه‌گیری عملکرد برداشت شده و پس از خشک شدن بوته‌ها در هوای آزاد، صفات وزن خوشه اصلی، وزن دانه در خوشه اصلی، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و وزن دانه در بوته اندازه‌گیری شد. بعد از جدا شدن دانه‌ها از کاه و کلش، این بقایا در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت در آون قرار داده شد و پس از

درصد مشاهده شد. از سوی دیگر عامل هرس و اثر متقابل رقم و هرس اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن دانه در خوشه اصلی داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها در رابطه با اثر رقم بر وزن دانه در خوشه اصلی نشان داد که بیشترین وزن دانه در خوشه اصلی در رقم ۱-۱۲-۸۰ (۱۹۰/۸۳ گرم) و کمترین وزن دانه در خوشه اصلی در رقم ۲۹-۸۰ (۷۵ گرم) بود (جدول ۲). هم‌چنین، بیشترین وزن دانه در خوشه اصلی از هرس چهار شاخه جانبی (۱۳۹/۶۲ گرم) و کمترین وزن آن از عدم هرس شاخه‌های جانبی (۱۱۵/۵۰ گرم) بدست آمد (جدول ۲). از سوی دیگر اثر متقابل بین عوامل نشان داد که بیشترین وزن دانه در خوشه اصلی از رقم ۱-۱۲-۸۰ با هرس چهار شاخه جانبی و کمترین مقدار آن از رقم ۲۹-۸۰ با عدم هرس شاخه‌های جانبی حاصل شد (شکل ۱). در خصوص اثر متقابل دو عامل رقم و هرس بر وزن دانه در خوشه اصلی می‌توان اظهار داشت که هرس چهار شاخه جانبی در رقم ۱-۱۲-۸۰ بیشترین تأثیر خود را بر روی خوشه اصلی این گیاه گذاشت و باعث افزایش طول خوشه اصلی و نهایتاً افزایش وزن دانه در این خوشه گشت. این نتایج، با نتایج حاصل از وزن خوشه اصلی مطابقت دارد. پریفیتی (Prifti, 1975) در بررسی خود بر روی اثر هرس رویشی در پنبه گزارش کرد که در مراحل رشد اولیه، هرس باعث افزایش عملکرد شد و هرس شاخه‌های پایین‌تر بوته در مقایسه با هرس ساقه اصلی، بذر پنبه بیشتری تولید کرد. وزن دانه در

احتمال ۵ درصد معنی دار و منفی بود (جدول ۵). ارتفاع خوشه اصلی در گیاه کرچک یکی از مهم‌ترین صفات در برداشت مکانیزه این گیاه محسوب می‌شود. به طور کلی طول خوشه اصلی می‌تواند تا ۱۰۰ سانتی‌متر افزایش یابد که این امر باعث غیر یکنواختی در رسیدگی بذور می‌گردد (Koutroubas et al., 1999).

تعداد دانه در بوته: اثر ارقام مختلف کرچک بر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار، ولی اثر هرس و اثر متقابل دو فاکتور بر تعداد دانه در بوته غیر معنی دار بود (جدول ۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها، رقم ۱-۱۲-۸۰ بیشترین تعداد دانه در بوته (۳۲۷ دانه) و رقم ۲۹-۸۰ کمترین تعداد دانه در بوته (۱۹۰/۲۲ دانه) را دارا بودند (جدول ۲). تعداد دانه در بوته همبستگی معنی دار مثبتی با صفات وزن دانه در خوشه اصلی، وزن خوشه اصلی، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (جدول ۵). کرچک گیاه رشد نامحدودی است و تا آغاز فصل سرما به رشد خود ادامه داده و شاخه‌های جانبی تولید می‌کند. خوشه کرچک به غیر از ساقه اصلی در شاخه‌های جانبی نیز ظاهر می‌شود. با عدم حذف این شاخه‌ها، خوشه‌های بیشتری در بوته ظاهر گشته و نهایتاً منجر به تولید تعداد دانه بیشتری در گیاه کرچک می‌شود.

وزن دانه در خوشه اصلی: بین ارقام مختلف کرچک از لحاظ وزن دانه در خوشه اصلی اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال ۱

خوشه اصلی همبستگی معنی‌دار مثبتی با صفات وزن خوشه اصلی، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ و عملکرد روغن در سطح احتمال ۵٪ دارا بود (جدول ۵). در بین ارقام کرچک، رقم ۸۰-۱۲-۱ به طور ژنتیکی خوشه اصلی قوی‌تری نسبت به ارقام دیگر تولید نموده و این موضوع باعث افزایش وزن دانه در خوشه اصلی گشته که با هرس چهار شاخه جانبی تشدید یافته است.

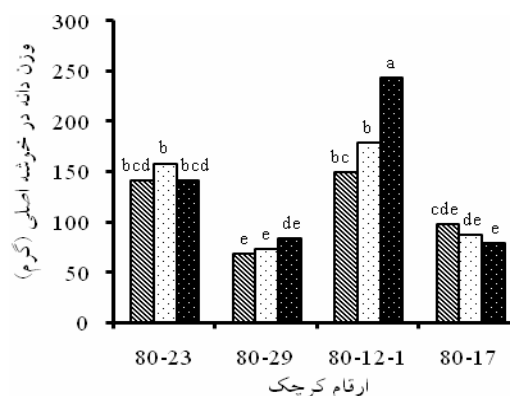
جدول ۱- تجزیه واریانس طول خوشه اصلی، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در خوشه اصلی، وزن صد دانه و عملکرد دانه در کرچک
Table 1- Analysis of variance of main panicle length, number of seeds per plant, seed weight per main panicle, 100 seed weight and grain yield in castor bean

S.O.V	d.f	Main panicle length	Number of seeds per plant	Seed weight per main panicle	100 seed weight	Grain yield
Rep	2	119.04 ^{ns}	15000.08 ^{ns}	7886.43 ^{ns}	10.38 ^{ns}	167889.06 ^{ns}
Varieties	3	698.41 ^{**}	40122.11 [*]	26023.41 ^{**}	100.53 [*]	640542.3 ^{**}
Error (a)	6	36.35	6103.19	2398.10	19.33	62396.47
Pruning	2	17.13 ^{ns}	50.33 ^{ns}	1938.56 [*]	8.59 ^{ns}	17463.02 ^{ns}
V×P	6	21.07 ^{ns}	1457.11 ^{ns}	1940.47 [*]	6.26 ^{ns}	27949.59 ^{ns}
Error (b)	16	17.90	1444.87	507.68	7.14	20389.67
CV (%)		12.89	14.01	17.98	9.74	13.91

*, **, ns, Significant at P = 0.05, P = 0.01 and non-significant, respectively.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن صد دانه از رقم ۸۰-۲۹ (۳۰/۷۷ گرم) و کمترین وزن صد دانه از رقم ۸۰-۱۷ (۲۲/۹۷ گرم) بدست آمد (جدول ۲). وزن صد دانه همبستگی معنی‌دار مثبتی با صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن و وزن خوشه اصلی در سطح احتمال ۱ درصد و صفت وزن دانه در خوشه اصلی در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد. از سوی دیگر، همبستگی وزن صد دانه با شاخص برداشت غیر معنی‌دار بود (جدول ۵).

در خصوص تأثیر رقم بر وزن صد دانه در کرچک، می‌توان گفت که رقم ۸۰-۲۹ بیشترین وزن صد دانه را در میان ارقام مورد مقایسه دارا بود، که این رقم علاوه بر خواص ژنتیکی برتر، به دلیل استفاده بهتر از امکانات محیطی و طولانی‌تر شدن دوره رشد و نمو، بوته‌های قوی‌تری ایجاد کرده و



شکل ۱- مقایسه اثر متقابل رقم و هرس بر صفت وزن دانه در خوشه اصلی

Figure 1- Comparison of interaction of castor bean varieties and pruning on seed weight per main panicle

وزن صد دانه: بین ارقام مختلف کرچک از لحاظ وزن صد دانه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد، ولی بین عامل هرس و اثر متقابل بین آنها از لحاظ این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱).

دانه همبستگی معنی دار مثبتی با صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن و وزن خوشه اصلی در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (جدول ۵).

همچنین عملکرد دانه با طول خوشه اصلی همبستگی معنی دار و مثبتی نشان داد (جدول ۵)، که این مطلب با یافته‌های رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2004) مطابقت داشت. عملکرد دانه صفت مهمی است که تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله ژنوتیپ قرار می‌گیرد (Jabari et al., 2007). در مطالعه‌ای بر روی گلرنگ، وزن دانه بیشترین تأثیر مستقیم را بر روی عملکرد دانه دارا بود (Acharya et al., 1994; Nie et al., 1993). در مطالعه‌ای گویاهایی و لیانلو (GuoYahai and Lianlu, 1992) گزارش نمودند که تعداد دانه مهم‌ترین صفت تأثیرگذار بر عملکرد دانه است. لوپز پیرا و همکاران (Lopez Pereira et al., 2000) تعداد دانه و وزن هزار دانه را مهم‌ترین عامل مؤثر بر عملکرد دانه هیبریدهای مختلف آفتابگردان ذکر نموده‌اند.

مواد فتوسنتزی بیشتری تولید می‌کند. در نتیجه هنگام پرشدن دانه، امکان انتقال مواد فتوسنتزی بیشتری به مخزن دانه وجود داشته که باعث افزایش وزن صد دانه می‌شود (Fondy and Geiger, 1980). هم‌چنین در این بررسی کمترین تعداد دانه در بوته به رقم ۲۹-۸۰ تعلق داشت و هر چه تعداد دانه در یک بوته کمتر باشد، وزن دانه‌های تولیدی در آن بوته افزایش می‌یابد و نهایتاً این امر باعث بالا رفتن وزن صد دانه در رقم ۲۹-۸۰ شده است (Vega et al., 2000).

عملکرد دانه: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، عملکرد دانه در بین ارقام مختلف کرچک، در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و عامل هرس و اثر متقابل بین عوامل، تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه کرچک نداشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از رقم ۱-۱۲-۸۰ (۱۳۰۷/۷۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد دانه از رقم ۱۷-۸۰ (۷۷۰/۸۳ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۲). عملکرد

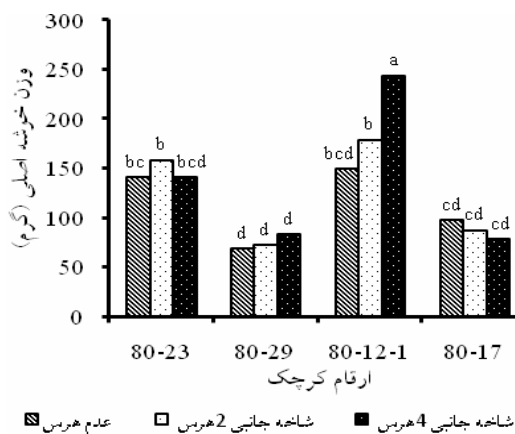
جدول ۲- مقایسه میانگین‌های رقم و هرس بر طول خوشه اصلی، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در خوشه اصلی، وزن صد دانه و عملکرد دانه در کرچک

Table 2- Mean comparison of variety and pruning on main panicle length, number of seeds per plant, seed weight per main panicle, 100 seed weight and grain yield in castor bean

Varieties	Pruning types	Main panicle length (cm)	Number of seeds per plant	Seed weight per main panicle (g)	100 seed weight (g)	Grain yield (kg.ha ⁻¹)
80-23		32.88 b	324.89 a	147 b	27.05 b	1198.06 a
80-29		31.72 b	190.22 c	75 c	30.77 a	827.5 b
80-12-1		44.05 a	327 a	190.83 a	28.94ab	1307.78 a
80-17		22.55 c	242.56 b	88.17 c	22.97 c	770.83 b
	No pruning	31.54 a	273.5 a	115.5 b	26.72 a	991.67 a
	Pruning of 2 lateral branches	32.95 a	269.67 a	120.62 ab	27.2 a	1067.08 a
	Pruning of 4 lateral branches	33.91 a	270.33 a	139.62 a	28.37 a	1019.38 a

In each section, means followed by the same letter within columns are not significantly different ($p \leq 0.05$) according Duncan test.

جانبی در بوته (به دلیل اختصاص یافتن بیشتر مواد فتوسنتزی به سمت خوشه اصلی) این امر تشدید یافت. این نتایج با نتایج آزوییدو و همکارانش (Azevedo et al., 1983) مطابقت دارد. وزن خوشه اصلی همبستگی معنی‌دار مثبتی با عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۵). نتایج حاصل از وزن خوشه اصلی با نتایج صفت وزن دانه در خوشه اصلی مطابقت دارد.



شکل ۲- مقایسه اثر متقابل رقم و هرس بر صفت وزن خوشه اصلی

Figure 2- Comparison of interaction of castor bean varieties and pruning on weight of main panicle

وزن دانه در بوته: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، وزن دانه در بوته بین ارقام مختلف کرچک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و عامل هرس و اثر متقابل بین عوامل، تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه در بوته نداشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن دانه در بوته از رقم ۸۰-۱۲-۱ (۲۶۱/۵۶ گرم) و کمترین وزن آن از رقم ۸۰-۱۷ (۱۵۴/۱۷ گرم) بدست آمد

وزن خوشه اصلی: بین ارقام مختلف کرچک از لحاظ وزن خوشه اصلی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد. همچنین تأثیر عامل هرس و اثر متقابل بین عوامل بر وزن خوشه اصلی کرچک دارای اثر معنی‌داری به ترتیب در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد داشتند (جدول ۳). در رابطه با اثر رقم بر وزن خوشه اصلی، نتایج جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن این خوشه از رقم ۸۰-۱۲ (۱۱۲/۷۲ گرم) و کمترین وزن خوشه اصلی از رقم ۸۰-۲۹ (۴۵/۳۳ گرم) بدست آمده است (جدول ۴). همچنین در رابطه با تأثیر هرس بر وزن خوشه اصلی، اعداد حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن این خوشه از هرس چهار شاخه جانبی (۸۷/۴۱ گرم) و کمترین وزن آن از عدم هرس شاخه‌های جانبی (۶۶ گرم) بدست آمده است (جدول ۴). اثر متقابل دو عامل رقم و هرس نشان داد که بیشترین وزن خوشه اصلی از رقم ۸۰-۱۲-۱ با هرس چهار شاخه جانبی و کمترین مقدار از رقم ۸۰-۲۹ با عدم هرس شاخه‌های جانبی حاصل شد (شکل ۲). به طور کلی بیشترین تأثیر هرس شاخه‌های جانبی کرچک (به‌خصوص هرس چهار شاخه جانبی) بر روی خوشه اصلی این گیاه بوده است که نهایتاً باعث افزایش طول و وزن این خوشه نسبت به خوشه‌های فرعی شده است. در این بررسی بین ارقام کرچک، رقم ۸۰-۱۲-۱ توانست به طور ژنتیکی خوشه اصلی حجیم‌تری تولید کند که با هرس چهار شاخه

۱-۱۲-۸۰ می‌تواند به دلیل برتری ژنتیکی این رقم نسبت به ارقام دیگر و همچنین استفاده بهتر از شرایط محیطی که باعث بهبود شرایط رشد می‌گردد، باشد.

شاخص برداشت: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، از نظر شاخص برداشت اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مختلف کرچک مشاهده شد ($p \leq 0.05$) و عامل هرس و اثر متقابل بین عوامل، تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت از رقم ۱۷-۸۰ (۱۳/۶۶ درصد) و کمترین شاخص برداشت از رقم ۲۹-۸۰ (۹/۰۹ درصد) حاصل شد (جدول ۴). شاخص برداشت بیانگر نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی گیاه (دانه) و عملکرد بیولوژیکی می‌باشد که تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرد.

(جدول ۴). نتایج حاصل از وزن دانه در بوته با نتایج صفت تعداد دانه در بوته مطابقت دارد.

عملکرد بیولوژیک: بین ارقام مختلف کرچک از لحاظ عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد، در حالی‌که عامل هرس و اثر متقابل بین عوامل، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشتند (جدول ۳). با توجه به جدول ۴، مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در رقم ۱-۱۲-۸۰ (۱۲۰۶۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد آندر رقم ۱۷-۸۰ (۵۹۵۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. عملکرد بیولوژیک همبستگی معنی‌دار مثبتی با صفت عملکرد روغن در سطح احتمال ۱ درصد داشت، ولی همبستگی آن با صفت شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و منفی بود (جدول ۵). بیشتر بودن عملکرد بیولوژیک در رقم

جدول ۳- تجزیه واریانس وزن خوشه اصلی، وزن دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد روغن در کرچک

Table 3- Analysis of variance of weight of main panicle, seed weight per plant, biological yield, harvest index and oil yield in castor bean

Oil yield (kg.ha ⁻¹)	Harvest index (%)	Biological Yield (kg.ha ⁻¹)	Seed weight per plant (g)	Weight of main panicle (g)	d.f	S.O.V
54064.91 ^{ns}	0.63 ^{ns}	9982433.3 ^{ns}	6715.56 ^{ns}	2493.36 ^{ns}	2	Rep
190784.97 *	38.41 *	56848088.9 *	25621.69**	8959.19**	3	Varieties
24394.08	4.67	9879455.6	2495.85	618.47	6	Error (a)
9699.89 ^{ns}	4.42 ^{ns}	113233.3 ^{ns}	698.52 ^{ns}	1679.36*	2	Pruning
7213.43 ^{ns}	4.44 ^{ns}	7518388.9 ^{ns}	1117.98 ^{ns}	1253.80**	6	V×P
9638.01	4.84	7646183.3	815.58	297.12	16	Error (b)
18.28	18.76	29.81	13.23	23.35		CV (%)

*, **, ns, Significant at P = 0.05, P = 0.01 and non-significant, respectively.

عملکرد روغن نداشتند (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین عملکرد روغن در رقم ۱-۱۲-۸۰ (۶۹۶/۵۶ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد روغن در رقم ۲۹-۸۰

عملکرد روغن: این صفت در بین ارقام مختلف کرچک اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد. از سوی دیگر، عامل هرس و اثر متقابل بین عوامل، تأثیر معنی‌داری بر

محیطی و عملیات زراعی و زمان برداشت قرار می‌گیرد (David and Beevers, 1961). اختلاف عرض جغرافیایی از عوامل اقلیمی مؤثر بر عملکرد روغن است (Morison and Morecroft, 2006). در این بررسی بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن از رقم ۱-۱۲-۸۰ و هرس چهار شاخه جانبی حاصل شد، بنابراین می‌توان آنها را جهت کشت در منطقه توصیه نمود.

(۴۰۹/۸۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول Koutroubas et al., (۱۹۹۹). کوتروباس و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند که میزان عملکرد روغن همانند عملکرد دانه به رقم، اقلیم و برهم کنش اقلیم و رقم بستگی دارد. هم‌چنین ویس (Weiss, 2000)، میزان روغن دانه‌های گیاه روغنی کرچک را ۴۰ تا ۶۰ درصد گزارش کرد. مقدار روغن در دانه کرچک یک صفت ژنتیکی است، اما تحت تأثیر شرایط

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های رقم و هرس بر وزن خوشه اصلی، وزن دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد روغن در کرچک

Table 4- Mean comparison of variety and pruning on weight of main panicle, seed weight per plant, biological yield, harvest index and oil yield in castor bean

Oil yield (kg.ha ⁻¹)	Harvest index (%)	Biological yield (kg.ha ⁻¹)	Seed weight per plant (g)	Weight of main panicle (g)	Pruning types	Varieties
624.11 a	13.05ab	9476a	239.61a	86 b		80-23
409.88 b	9.09c	9602a	165.5b	45.33c		80-29
696.56 a	11.1bc	12062 a	261.56 a	112.72 a		80-12-1
417.06 b	13.66a	5953b	154.17 b	51.16 c		80-17
507.72a	11.05a	9320a	198.33 a	66b	No pruning	
564.51a	12.22 a	9162a	213.42 a	68b	Pruning of 2 lateral branches	
538.48 a	11.91a	9338a	203.88 a	87.41 a	Pruning of 4 lateral branches	

In each section, means followed by the same letter within columns are not significantly different ($p \leq 0.05$) according Duncan test.

جدول ۵- ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در کرچک

Table 5- Correlation coefficients of traits in the castor bean

Oil yield (kg.ha ⁻¹)	Harvest index (%)	Biological yield (kg.ha ⁻¹)	Weight of main panicle (g)	Grain yield (kg.ha ⁻¹)	100 seed weight (g)	Seed weight per main panicle (g)	Number of seeds per plant	Main panicle length (cm)
								1
								0.58**
							1	0.11 ^{ns}
					1	0.36*	0.8**	0.49**
				1	0.97**	0.37*	0.76**	0.79**
		1	0.89**	0.93**	0.44**	0.89**	0.78**	0.78**
		0.75**	0.67**	0.67**	0.64**	0.58**	0.78**	0.78**
		-0.67**	-0.09 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.51**	0.07 ^{ns}	-0.41*
1	-0.03 ^{ns}	0.71**	0.96**	0.88**	0.91**	0.4*	0.85**	0.74**

*, **, ns, Significant at P = 0.05.

Reference

منابع مورد استفاده

- ✓ Acharya, S., L. K. Dhaduk, and G. L. Maliwal. 1994. Path analysis in safflower under conserved moisture conditions. Gujarat-Agric.Uni. Res. J. 20 (1): 154- 157.
- ✓ Azevedo, D. M. P., N. E. Beltrao, L. B. Nobrega, and J. R. Cristostomo. 1983. Date of pruning in cultivars of herbaceous cotton. Pesquisa Agropecuaria Brasilia. 18 (4): 387- 391.
- ✓ Baldwin, B. S., and R. D. Cossarb. 2009. Castor yield in response to planting date at four locations in the south-central United States. Ind Crop Prod. 29: 316- 319.
- ✓ David, T., and N. Beevers. 1961. Sucrose synthesis from acetate in the germination castor bean. Journal of Biochemistry. 236: 988- 995.
- ✓ Diniz, B. L. M. T., F. J. A. F. Tavora, and M. A. Diniz Neto. 2009. Manipulation of the castor bean growth through the pruning at different planting densities. Revista Ciencia Agronomica. 40 (4): 570- 577.
- ✓ Doan. L. G. 2004. Ricin: mechanism of toxicity, clinical manifestations and vaccine development. A Review Journal of Topical. 42: 201- 208.
- ✓ Fondy, B. R., and D. R. Geiger. 1980. Effect of rapid changes in sink-source ratio on export and distribution of products of photosynthesis in leaves of *Beta vulgaris* L. Plant Physiol. 66: 945- 949.
- ✓ GuoYahai, X., and L. Lianlu. 1992. The relations between yield formation and development of flowering parts as well as growth of branches and leaves. Third International Safflower Conference. Beijing. China. PP: 465- 477.
- ✓ Jabari, H., GH. A. Akbari., J. Daneshyan., A. Allahdadi, and N. Shahbazian. 2007. Effects of water stress on agronomic traits of sunflower hybrids. Journal of Agricultural. 9 (1): 13- 22 (In Persian).
- ✓ Khan. M. I. 1973. Topping effect in castor crop. Pakistan J. Agr. Res. 11 (4): 1- 8.
- ✓ Koutroubas, S. D., D. K. Papakosta., and A. Doitsinis. 1999. Adaptation and yielding ability of Castor plant (*Ricinuscommunis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. Eur. J. Agron. 11: 227- 237.
- ✓ Lopez Pereira, M., N. Trapani, and V. Sadras. 2000. Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. Dry matter partitioning and achene composition. Field Crop Res. 87: 167- 178.
- ✓ Morison, J. I. L., and M. D. Morecroft. 2006. Plant growth and climate change. Blackwell Publishing. New York. 231 Pp.
- ✓ Naseri. F. 1996. Oil seeds (*translation*). Astan-E Quds- E Razavi Information Center (In Persian).
- ✓ Nie, Z., F. T. Chen, and X. C. Shi. 1993. Path analysis of character related to seed yield in safflower. Oil Crop of China. 3: 26- 29.
- ✓ Nwokolo, E., and J. Smartt. 1996. Food and Feed from Legumes and Oil seeds. Chapman and Hall. PP: 355- 359.
- ✓ Ogguniyi. D. S. 2006. Castor oil: A vital industrial raw material. Bioresource Technology. 97: 1086- 1091.
- ✓ Patel. P. K. 1976. Nipping of branches increases yield in Castor (*Ricinuscommunis* L.). Industrial. Fmg. 26: 30- 35.
- ✓ Prifti. T. 1975. The effect of vegetative pruning on cotton. Buletinii Shkencave Bujqesore. 14 (3): 29- 36.
- ✓ Rezvani Moghaddam, P., J. Nabati., G. Norozpoor, and A. A. Mohamadabadi. 2004. Investigation on morphological characteristics, grain and oil yields of castor bean at different

plant densities and irrigation intervals. Iranian Journal of Field Crops Research. 2 (1): 1- 12 (In Persian).

✓ Shaheen. A. M. 2002. Morphological variation within *Ricinus communis* L. in Egypt: Fruit, leaf, seed and pollen. Pakistan J. Biol. Sci. 5 (11): 1202- 1206.

✓ Tao, L., Z. DeZhond., Z. JuSong, and T. QiuXiang. 2007. Effect of different tip pruning periods on yield and fiber quality space distribution of Sea Island cotton. Xinjiang Agricultural Sciences. 44 (4): 385- 389.

✓ Vega, C. R. C., V. O. Sedras., F. H. Andrede, and S. A. Uhrat. 2000. Reproductive allometry in soybean, maize and sunflower. Ann. Bot. 85: 461- 468.

✓ Weiss. E. A. 2000. Oil Seed Crops. Longman. New York. 660 Pp.