تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۲/ شماره ۷۸/تابستان ۱۴۰۰/ص ۸۸-۷۳

سایت مجله: https://www.amsr.areeo.ac.ir

مقاله علمی– پژوهشی

مقایسهٔ روش‌های نشاکاری مکانیزه و بذرکاری کلزا در استان خوزستان

جعفر حبیبی‌اصل[1*]، آذرخش عزیزی[2] و لیلا بهبهانی[3]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب: استادیار پژوهش؛ مربی پژوهش؛ و محقق بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۰

چکیده

پژوهش حاضر به منظور بررسی امکان نشاکاری مکانیزهٔ کلزا و مقایسهٔ آن با روش بذرکاری در استان خوزستان اجرا شد. در تیمار نشاکاری، با استفاده از ماشین نشاکار تعداد ۹ نشای ۳۸ روزه در هر متر مربع کشت شد. در روش بذرکاری نیز بذر کلزا به میزان ٦ کیلوگرم در هکتار با استفاده از خطی‌کار جوی-پشته‌ای به صورت دو ردیف بر هر پشته و فاصلهٔ پشته‌های ٦٠ سانتی‌متری کشت شد. نتایج تحقیق نشان داد که از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد ساقه‌های فرعی، ارتفاع بوته‌ها و میزان روغن استحصالی بین روش بذرکاری و نشاکاری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. میانگین دو سال عملکرد دانهٔ کلزا در روش‌های نشاکاری و بذرکاری به ترتیب ۲۲۲۵/۲ و ۲۳۹۱/۸ کیلوگرم در هکتار بود. تراکم کمتر بوته‌ها در روش نشاکاری نسبت به روش بذرکاری باعث رشد رویشی بیشتر گیاه کلزا شد به طوری‌که تعداد خورجین در هر ساقه در روش نشاکاری ٦٤ درصد بیش از تعداد آن در روش بذرکاری بود. همچنین قطر ساقه‌های اصلی و فرعی در روش نشاکاری به ترتیب با ۱۹/۳۳ و ۷/۲۳ میلی‌متر، ۳۰ و ۱٦/۲ درصد بیش از قطر ساقه‌های اصلی و فرعی در روش بذرکاری بود. کارایی مصرف آب در تیمارهای نشاکاری و بذرکاری به ترتیب ۰/٤٤ و ۰/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود. نسبت سود به هزینهٔ یک هکتار نشاکاری و بذرکاری کلزا نیز به ترتیب ۰/۹۸ و ۳/۰۲ محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی

ارزیابی اقتصادی، خطی‌کار، عملکرد، کارایی مصرف آب، هزینه

مقدمه

امروزه یکی از معضلات بخش کشاورزی و صنایع غذایی ایران، واردات بیش از ۸۵ درصد روغن خوراکی مصرفی است. برای مبارزه با این معضل، علاوه بر کاهش مصرف سرانه، کشت دانه‌های روغنی بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد (Shariati & Ghazi Shahni Zadeh, 2000). استان خوزستان در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ با سطح زیر کشت ۲۰۰۰۰ هکتار و میزان تولید ۲۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، رتبه اول کشت کلزا را در کشور داشته است. ولی این مقدار سطح زیر کشت و میزان تولید قابل افزایش است و مدیریت و روش کاشت این محصول می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد در واحد سطح داشته باشد (Anon, 2017).

زراعت کلزا به دلیل ایجاد تنوع در تناوب محصولات زمستانه در ایران مورد استقبال کشاورزان قرار گرفته است (Assefa *et al.*, 2014). وقتی کلزا در تناوب زراعی با غلات قرار می‌گیرد، کیفیت

* نگارنده مسئول: Email: jhabibi139@yahoo.com

http://doi: 10.22092/amsr.2021.352252.1364

محصول غلات افزایش و آفات و پاتوژن‌ها در خاک و بقایای گیاهی کاهش می‌یابد (Brown *et al.*, 2008). در گزارش سیادت و همکاران (Siadat *et al.*, 2009) آمده است که عملکرد گندم بعد از کلزا ۱۷ درصد افزایش داشته است.

به علت ریز بودن بذر کلزا، وجود هر نوع بقایای گیاهی و یا کلوخ سبب کاشت غیریکنواخت و نامناسب می‌شود و به غیریکنواختی رسیدگی محصول در زمان برداشت می‌انجامد (Rahnema & Habibi Asl, 2013).

علاوه بر خاک‌ورزی، یکی دیگر از عوامل مؤثر بر عملکرد کلزا تراکم مناسب بوته در واحد سطح است. تراکم مطلوب باعث می‌شود که گیاه از تمامی عوامل محیطی (آب، هوا، نور و خاک) به طور کامل استفاده کند یا به عبارتی رقابت بین بوته‌ها حداقل باشد (Hashemi Dezfuli, 1996). وقوع شرایط نامساعد مانند بارندگی زیاد، رطوبت بیش از حد خاک و زهکشی نامناسب در فصل پاییز، به آماده‌سازی نادرست و بی‌موقع زمین و جوانه‌زنی غیریکنواخت بذر کلزا می‌انجامد، گیاهچه‌ها به خوبی مستقر نمی‌شوند، و تراکم مطلوب بوته ایجاد نمی‌شود. برای رفع این مشکل می‌توان کلزا را به صورت نشاکاری کشت کرد. کشت نشایی کلزا به دلیل این مزایا می تواند به کار گرفته شود: داشتن فرصت کافی برای آماده‌سازی زمین، استقرار مطلوب بوته‌ها، از بین نرفتن گیاهچه‌ها در ابتدای فصل کشت در اثر بارندگی‌های زیاد، جلوگیری از خسارت سرمای زمستانه، تولید گیاهچه‌های قوی و انتقال گیاهچه‌ها در زمان مناسب به زمین اصلی، ایجاد تراکم و آرایش کاشت مناسب در زمین اصلی، ایجاد بهترین بستر کشت برای بذر کلزا در خزانه، رقابت نکردن علف‌های هرز، و حتی گاهی به عنوان کشت سوم بعد از کشت محصولاتی چون حبوبات (Rabiee *et al.*, 2011).

نشاکاری که عموماً برای تولید سبزی‌ها و برنج استفاده می‌شود، به دلیل مزایای فراوانش، برای محصولات زراعی مانند برنج، پنبه، کلزا و تنباکو در حال توسعه است (Thomas 1993; Hu *et al.*, 1996; Frantz *et al.*, 1998). کشت نشایی کلزا نه تنها باعث صرفه‌جویی در مصرف بذر می‌شود بلکه امکان استفادهٔ بهینه از زمین و وقت را به منظور تولید بیشتر ایجاد می‌کند (Rahnema & Bakhshande, 2005). بستر بذر اولیه (سینی‌های تولید نشا) در زمان نشاگیری به فضای بسیار کمتری نیاز دارد و بنابراین می‌توان در زمان تولید نشا زمین مزرعه را حفظ کرد و بهره‌وری آن را افزایش داد. علاوه بر این، بر خلاف روش بذرکاری، در روش نشاکاری زمان نشاگیری می‌تواند بر اساس زمان مناسب انتقال نشاها انتخاب شود و بنابراین نشاکاری در خصوص مدیریت زمان کشت، مزایای بیشتری نسبت به روش بذرکاری دارد (Yun *et al.*, 2014).

کمبود آب آبیاری یکی از محدودیت‌های زراعت کلزا در مناطق خشک و نیمه خشک است و یافتن راه‌حلی برای کاهش میزان آب برای آبیاری بسیار مهم خواهد بود. یکی از حساس‌ترین مراحل رشد کلزا نسبت به کمبود آب، ابتدای رشد گیاهچه است (Huang *et al.*, 2009)، از این رو نشاکاری می تواند یکی از راه‌های حل این مشکل باشد (Safi *et al.*, 2018).

رهنما و بخشنده (Rahnema & Bakhshande, 2005) گزارش داده‌اند که نشاکاری در کلزا می‌تواند مصرف نهاده‌ها (کود، آفت‌کش وبذر)، آب برای آبیاری و خسارت ناشی از بیماری‌ها، پرندگان و هجوم علف‌های هرز را کاهش دهد. در روش نشاکاری، زمان انتقال نشاها به زمین اصلی را

می‌توان بر اساس پیش‌بینی آب و هوایی تعیین و از خسارت احتمالی ناشی از شرایط نامساعد جوی جلوگیری کرد (Wang *et al.*, 2012; Brown *et al.*, 2015).

نشاکاری روشی مناسب برای شرایط دیرکاشت محصول در برخی مناطق است، به ویژه در محصولاتی مانند کلزا که به شدت به تاریخ کاشت حساس است و دچار کاهش عملکرد می‌شود (Dehqani *et al.*, 2015; Haghighikhah *et al.*, 2017; Mehrabadi, 2017). به طور مثال، نشاکاری می‌تواند تا حدی مشکلات هم‌پوشانی زراعی در تناوب برنج-کلزا را کاهش دهد. تاخیر در برداشت برنج در سال‌های اخیر، به طور جدی زمان کاشت کلزا را تحت تاثیر قرار داده و موجب شده تا کلزا دیرتر کاشته شود (Huang *et al.*, 2009). از یک طرف برداشت برنج باید قبل از کاشت کلزا کامل شود و از طرف دیگر تاخیر در کاشت کلزا می‌تواند عملکرد آن را کاهش دهد (Chen *et al.*, 2005).

در حال حاضر، استان خوزستان یکی از مناطق دارای پتانسیل قابل توجه برای توسعه زراعت کلزا در کشور است. با توجه به بررسی‌ها و وجود برخی شرایط مشابه در استان خوزستان با مناطق توسعه‌یافتهٔ دنیا در زمینه کلزا، پژوهش حاضر به منظور بررسی روش نشاکاری مکانیزهٔ کلزا و مقایسهٔ آن با روش بذرکاری در استان خوزستان پیشنهاد و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی امکان نشاکاری مکانیزهٔ کلزا و مقایسهٔ آن با روش بذرکاری در استان خوزستان طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. بستر بذر برای هر دو تیمار بذرکاری و نشاکاری با استفاده از چیزل پیلر و دیسک تهیه شد. در روش بذرکاری، بذر کلزا به میزان ۶ کیلوگرم در هکتار (۲۰۰ بوته در متر مربع) با استفاده از جوی‌پشته‌کار برزگر همدان، به صورت دو ردیف بر هر پشته و فاصلهٔ پشته‌های ۶۰ سانتی‌متری کشت شد. برای نشاکاری از ماشین نشاکار موجود در منطقه، یعنی نشاکار چهار ردیفه مدل برنطین (شرکت تجهیز آریا) استفاده شد (شکل ۱). قبل از نشاکاری، پشته‌های به عرض ۶۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ مرکز به مرکز ۹۰ سانتی‌متر در مزرعه ایجاد شد. پس از آن، نشاها با آرایش دو ردیف روی هر پشته با فاصله ۴۵ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شد. فاصلهٔ نشاها از یکدیگر روی هر ردیف کشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، یعنی کاشت تقریبا ۹ بوته در هر متر مربع (۹۰۰۰۰ بوته در هکتار)؛ میزان استقرار موفق نشاها ۸۶/۵ درصد به دست آمد، یعنی در ۱۳/۵ درصد سطح مزرعه واکاری اجرا شد. نشاها در زمان انتقال ۳۸ روزه بودند. تحقیقات نشان داده که بالاترین عملکرد محصول به دلیل داشتن تعداد شاخهٔ فرعی و خورجین بیشتر در هر بوته، در نشاهای با عمر متوسط ۴۰ روزه به دست آمده است (Yun et al., 2014). نشاگیری در سینی‌های نشای گلدانی (۲۴۷ نشا در هر سینی) (شکل ۲) در تاریخ بذرکاری و در گلخانه و تحت شرایط کنترل شده صورت گرفت، تا از نظر رشد گیاه تفاوتی میان تیمار بذرکاری و نشاکاری ایجاد نشود. گلدان‌های سینی نشا تا ارتفاع دو سوم با خاک مخصوص نشاگیری (کوکوپیت ضدعفونی شده) پر شد. روی خاک بستر کاشت در هر گلدان دو عدد بذر کلزا قرار داده شد و روی آن تا ارتفاع ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متر با خاک پوشانده شد. بذرهای کلزا از قبل با قارچ‌کش ضدعفونی شده

بودند. خاک مورد استفاده برای هر نشا ۸ تا ۱۰ گرم بود. پس از کاشت بذر، سینی‌های نشاگیری آبیاری و در معرض نور غیر مستقیم قرار داده شدند. دمای گلخانه برای تولید نشا روی ۲۵ تا ۲۸ درجه سلسیوس در روز و ۱۷ تا ۲۰ درجه سلسیوس در شب تنظیم شد. برای تقویت نشاها از کودهای ریزمغذی زیستی و هیومیک اسید نیز استفاده شد. شکل‌های ۳، ۴ و ۵ به ترتیب استقرار نشاها در مزرعه، مرحلهٔ رشد رویشی و مرحلهٔ گل‌دهی کلزای نشاکاری شده را نشان می‌دهند.

شکل ۱- ماشین نشاکار در حال کاشت نشاهای کلزا

Fig. 1- Transplanter and seedlings of canola

شکل ۲- سینی نشای کلزای آمادهٔ کاشت

Fig. 2- Canola seedling in the tray, ready for transplanting

شکل ۳- مزرعهٔ کلزا ۱۰ روز پس از نشاکاری

Fig. 3- The field and canola seedlings, 10 days after transplantation

شکل ۴- بوته‌های کلزای نشاکاری شده در میانهٔ مرحلهٔ رشد

Fig. 4- Canola plants in the middle of their growth stage

شکل ۵- مرحلهٔ گلدهی بوته‌ها در مزرعهٔ کلزای نشاکاری شده

Fig. 5- Canola plants in flowering stage

تمامی عملیات داشت از جمله آبیاری، کوددهی (بر اساس آزمون خاک)، تغذیه، مبارزه با آفات و علف‌های هرز و همچنین عملیات برداشت در تمامی تیمارها یکسان بود. پارامترهای مورد ارزیابی به شرح زیر اندازه‌گیری و محاسبه شدند:

- **عملکرد دانه:** در هر تیمار ۲۵ نمونه به ابعاد ۱x۱ متر برداشت و دانه‌های تمیز شده وزن شدند. پس از میانگین‌گیری از ۲۵ نمونه، عدد به دست آمده به سطح یک هکتار تعمیم داده شد (Seyed Ahmadi *et al.*, 2015; Esmaeili *et al.*, 2016).

- **ارتفاع بوته، تعداد ساقهٔ فرعی، قطر ساقه ها و تعداد خورجین در هر ساقه:** از هر تیمار، ۲۵ بوته به صورت تصادفی انتخاب و این پارامترها در هر بوته اندازه‌گیری شد (Seyed Ahmadi *et al.*, 2015; Esmaeili *et al.*, 2016).

- **وزن هزاردانه:** به طور تصادفی ۲۵ نمونهٔ ۱۰۰۰ تایی دانه از هر یک از تیمارها، با استفاده از دستگاه بذرشمار، شمرده و با ترازوی دقیق وزن شد.

- **تعیین مقدار آب مصرفی:** برای تعیین مقدار آب مصرفی، از یک دستگاه WSC فلوم در نهر اصلی استفاده شد. در هر دور آبیاری، میزان مصرف آب در واحد سطح از حاصل‌ضرب زمان آبیاری هر قطعه زمین در دبی جریان آب ورودی و تقسیم آن بر سطح قطعهٔ آبیاری شده به دست آمد. قطعات با انتهای بسته آبیاری شدند و زمانی آبیاری قطع گردید که آب در قطعات (فاروها یا کرت‌ها) به انتها می‌رسید (Salamati & Delbari, 2014).

- **کارایی مصرف آب:** پس از تعیین میزان عملکرد دانه و مقدار آب مصرفی هر قطعهٔ آزمایشی، کارایی مصرف آب (WUE) بر حسب کیلوگرم محصول بر متر مکعب آب مصرفی از رابطهٔ ۱ محاسبه شد (Salamati & Delbari, 2014).

$$WUE = \frac{Y}{W_C} \qquad (۱)$$

که در آن،

W_C = مقدار آب مصرفی (مترمکعب در هکتار با احتساب میزان آب قابل استحصال از بارش‌ها در دورهٔ رشد)؛ و Y= عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار).

- **تعیین میزان روغن دانه:** میزان روغن دانه بر اساس روش AOAC با دستگاه سوکسله تعیین شد (Khosroshahi Asl, 1997). سیستم سوکسله شامل قسمت استخراج‌کننده، مبرد برگردان و بالن تقطیر است.

- **ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای سیستم:** در این آزمایش ظرفیت موثر مزرعه‌ای (کار اجرا شده بر حسب سطح یا ماده با ماشین در مدت یک ساعت) برای هر ماشین با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه می‌شود. برای محاسبهٔ ظرفیت موثر مزرعه‌ای کل هر سیستم (شامل تهیهٔ زمین و کاشت) از رابطهٔ ۳ استفاده شد (Habibi Asl & Dehghan, 2012).

$$C_n = \frac{Swe}{10} \qquad (۲)$$

$$C_a = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{C_{ni}}} \qquad (۳)$$

که در آنها،

C_n= ظرفیت موثر مزرعه‌ای ماشین خاص (هکتار بر ساعت)؛ C_a= ظرفیت موثر مزرعه‌ای سیستم شامل چند عملیات (هکتار بر ساعت)؛ S=سرعت پیشروی ماشین (کیلومتر بر ساعت)؛ w= عرض کار نامی ماشین (متر)؛ e= بازده مزرعه‌ای؛ و n= تعداد عملیات مورد نیاز.

- **ارزیابی اقتصادی**: با توجه به نتایج به دست آمده در خصوص نهاده‌های استفاده شده برای یک هکتار و عملکرد محصول، عامل تعیین‌کننده، ارزیابی اقتصادی تیمارهاست. در ارزیابی اقتصادی تیمارها، از نسبت سود به هزینه استفاده شد. این نسبت نشان‌دهندهٔ بهره‌وری هزینه‌هاست. هزینه‌های محاسبه شده در هر تیمار، شامل هزینهٔ تمامی نهاده‌های استفاده شده از زمان تهیهٔ زمین تا برداشت محصول (شامل هزینه عملیات ماشین‌های کشاورزی، بذر، کود، سم و ...) بود. در این روش قیمت خرید دستگاه، استهلاک ، سود سرمایه و سایر هزینه‌های ماشینی در محاسبات منظور نشد و تیمارها در شرایط یکسان اجاره‌ای با هم مقایسه شدند. سود نیز درآمد حاصل از فروش دانهٔ برداشت شدهٔ کلزا در نظر گرفته شد.

نحوهٔ محاسبهٔ آماری

برای ارزیابی پارامترهای معرفی شده، نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیهٔ آماری شدند و میانگین‌ها به روش آزمون t (نمونه‌های جفتی مستقل) در ۲۵ تکرار مقایسه و نمودارها با نرم‌افزار اکسل نسخهٔ ۲۰۱۳ رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج مقایسهٔ میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در تیمارهای نشاکاری و بذرکاری به روش آزمون t (نمونه‌های جفتی مستقل) در جدول ۱

نشـان داده شـده اسـت. جـدول ۲ مقایسـهٔ میـانگین عملکـرد و اجـزای عملکـرد کلـزا را در سـال‌های اول و دوم آزمایش نشان می‌دهد.

عملکرد و وزن هزار دانه

نتـایج بررسـی‌هـا نشـان داد کـه از نظـر عملکـرد و وزن هـزار دانـه اخـتلاف معنـی‌داری در سـطح ۵ درصـد بـین روش بـذرکاری و نشـاکاری وجـود نـدارد. میـانگین دو سـال عملکـرد دانـهٔ کلـزا در روش‌هـای نشـاکاری و بـذرکاری بـه ترتیـب ۲۲۲۵/۲ و ۲۳۹۱/۸ کیلـوگرم در هکتار اسـت (جـدول ۱). ایـن نتـایج نشـان می‌دهـد کـه روش کاشـت روی میـزان پـر شـدگی و رسـیدگی دانـه‌ها تـاثیری نداشـته اسـت و بنـابراین در شـرایط اسـتان خوزسـتان، پتانسـیل نشـاکاری کلـزا بـدون کـاهش عملکرد دانـه نسـبت بـه روش بـذرکاری وجـود دارد. ایـن نتیجـه بـا نتـایج تحقیـق بسـیاری از محققـان (Momoh & Zhou, 2001; Rahnema & Bakhshandeh, 2005; Ren *et al.*, 2014) در زمینـهٔ نشـاکاری کلـزا مطابقـت دارد. مقایسـهٔ میـانگین داده‌هـای سـال اول و دوم آزمـایش نشـان داد کـه اخـتلاف معنـی‌دار از نظـر عملکـرد و وزن هـزار دانـه در سـطح ۱ درصـد وجـود دارد، به طوری‌کـه سـال اول متوسـط عملکـرد دانـه کلـزا بـا ۱۹۸۷/۴ ۳۰ کیلـوگرم در هکتـار ۲۴/۴ درصـد کمتـر از عملکـرد دانـه در سـال دوم اسـت (جـدول ۲ و شـکل ۶). دلیـل ایـن اخـتلاف می‌توانـد ناشـی از تفـاوت قابـل توجـه آب و هـوای سـال‌های زراعـی ۱۳۹۶-۹۷ و ۹۸-۱۳۹۷ از نظـر میـزان بارنـدگی، رطوبـت و دمـای هـوا در زمـان گلـدهی تـا رسـیدگی دانـه‌ها دانسـت. عملکـرد و اجـزای عملکـرد کلـزا بـه شـدت تحـت تـأثیر تنش‌هـای محیطـی از زمـان گلـدهی تـا پایـان رسـیدگی دانـه‌ها قـرار مـی‌گیـرد (Zirgoli & Kahrizi, 2015). وزن هـزار دانـهٔ کلـزا در سـال اول زراعـی بـا ۲/۸۴ گـرم حـدود ۱۱ درصـد کمتـر از مقـدار آن در سـال دوم بـود کـه روی عملکـرد کـل محصـول نیز تأثیر گذاشت.

جدول ۱- مقایسهٔ میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در تیمارهای نشاکاری و بذرکاری به روش آزمون t

Table 1- Mean comparison of the yield and yield components for canola seeding and transplanting by t-test method

پارامتر مورد اندازه‌گیری و ارزیابی Evaluating Parameters	درجه آزادی d.f.	شاخص آماری t t Value	میانگین Mean		انحراف استاندارد Standard Deviation	
			نشاءکاری Transplanting	بذرکاری Seeding	نشاکاری Transplanting	بذرکاری Seeding
عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) Grain Yield (kg/ha)	24	-1.828 ns	2225.2	2391.8	515.51	433.8
وزن هزار دانه (گرم) 1000-Seed Weight (g)	24	-1.425 ns	2.97	3.09	0.535	0.381
تعداد خورجین در هر ساقه فرعی Pods(capsules) per Lateral Branch	24	19.239 **	63.38	38.62	5.202	3.555
تعداد ساقهٔ فرعی Number of Lateral Branches	24	1.074 ns	13.75	13.15	0.849	0.985
قطر ساقه‌های اصلی (میلی‌متر) Main Branch Diameter (mm)	24	7.954 **	19.33	14.84	2.038	3.217
قطر ساقهٔ فرعی (میلی‌متر) Lateral Branch Diameter (mm)	24	4.478 **	7.23	6.22	0.902	1.249
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	24	1.906 ns	153.12	146.18	17.973	11.828
درصد روغن دانه Oil Content (%)	24	-0.428 ns	34.20	34.55	4.075	4.175

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns: معنی‌دار نبودن

**Statistically significant (P<0.01), ns Not significant

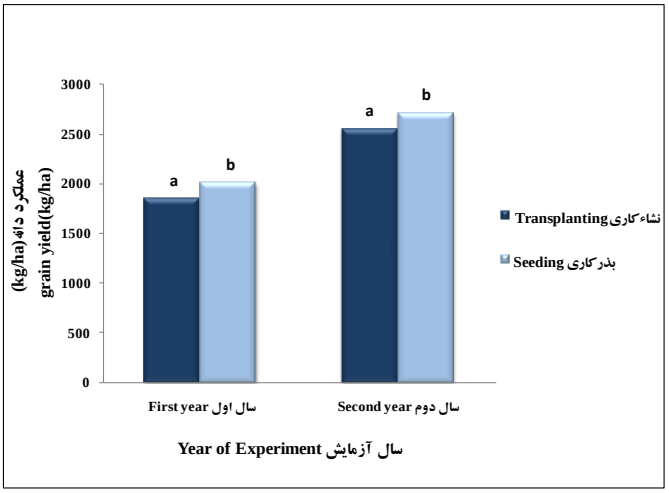
جدول ۲- مقایسهٔ میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در سال اول و دوم به روش آزمون t

Table 2- Mean comparison of canola yield and yield components between the first and the second year of experience by t-test method

پارامتر مورد اندازه‌گیری و ارزیابی Evaluating Parameters	درجه آزادی d.f.	شاخص آماری t t Value	میانگین Mean		انحراف استاندارد Standard Deviation	
			سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year
عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) Grain Yield (kg/ha)	24	-12.273**	1987.4	2629.6	266.52	324.97
وزن هزار دانه (گرم) 1000-Seed Weight (g)	24	-4.157**	2.88	3.18	0.472	0.371
تعداد خورجین در هر ساقهٔ فرعی Pods(capsules) per Lateral Branch	24	17.211**	44.9	57.1	6.543	4.114
تعداد ساقه فرعی Number of Lateral Branches	24	-1.307ns	13.2	13.7	0.897	0.951
قطر ساقه‌های اصلی (میلی‌متر) Main Branch Diameter (mm)	24	-1.710ns	16.83	17.34	3.832	3.673
قطر ساقهٔ فرعی (میلی‌متر) Lateral Branch Diameter (mm)	24	-3.785**	6.35	7.10	1.112	1.389
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	24	-4.768**	144.7	154.6	12.327	9.899
درصد روغن دانه Oil Content (%)	24	0.577ns	34.61	34.13	3.038	4.976

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد، ns: معنی‌دار نبودن

**Statistically significant (P<0.01), ns Not significant



شکل ۶- عملکرد دانهٔ کلزا در تیمارهای آزمایشی طی دو سال زراعی

Fig.6. Canola grain yield of treatments in two cropping seasons

تعداد خورجین در هر ساقه فرعی

از نظر تعداد خورجین در هر ساقهٔ فرعی، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین روش‌های کاشت و همچنین بین دو سال آزمایش وجود دارد (جدول‌های ۱ و ۲). تعداد خورجین در هر ساقه در روش نشاکاری به طور متوسط ۶۳ عدد و حدود ۶۴

درصد بیش از تعداد آن در روش بذرکاری است. در روش نشاکاری، تعداد کمتر بوته در هر متر مربع نسبت به روش بذرکاری باعث شده تا میزان رویش ساقه‌ها بیشتر و بنابراین تعداد خورجین بیشتری تولید شود. کلزا گیاهی پوششی است و رشد رویشی آن طوری است که فضاهای خالی بین بوته‌ها را پر می‌کند (Mousavi *et al.*, 2011). در تحقیقی، با بررسی تاثیر تراکم‌های مختلف کلزا از ۲۰ تا ۱۳۰ بوته در متر مربع نشان داده شد که تعداد خورجین در بوته، وزن دانه و مادهٔ خشک هر بوته با افزایش تراکم، کاهش می‌یابد (Al-Barzinjy *et al.*, 1999). لیچ و همکاران (Leach *et al.*, 1999) نیز گزارش داده‌اند که با افزایش تراکم بوتهٔ کلزا در واحد سطح، تعداد خورجین و شاخهٔ بارور در هر بوته کاهش می‌یابد. نتایج این پژوهش همچنین نشان داده است که میانگین تعداد خورجین در هر ساقه در سال دوم آزمایش با ۵۷/۱ عدد، ۲۹ درصد بیش از تعداد آن در سال اول است. کمتر بودن تعداد خورجین در سال اول نسبت به سال دوم آزمایش، روی میزان عملکرد محصول نیز تأثیر گذاشته و باعث اختلاف معنی‌دار آن بین دو سال آزمایشی شده است (جدول ۲).

قطر ساقه‌های اصلی و فرعی

همان‌طوری که در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است، اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد بین قطر ساقه‌های اصلی و فرعی در روش‌های کاشت وجود دارد. ولی نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که تأثیر سال زراعی فقط بر قطر ساقه‌های فرعی معنی‌دار بوده است (جدول ۱). قطر ساقه‌های فرعی در سال دوم آزمایش ۱۴ درصد بیش از قطر ساقه‌های فرعی در سال اول است (جدول ۲). فاصلهٔ بیشتر بین بوته‌ها در روش نشاکاری نسبت به روش بذرکاری باعث رشد رویشی بیشتر گیاه کلزا شده است. قطر ساقه‌های اصلی و فرعی در روش نشاکاری به ترتیب با ۱۹/۳۳ و ۷/۲۳ میلی‌متر، ۳۰ و ۱۶/۲ درصد بیشتر است تا در روش بذرکاری (جدول ۱). افزایش بیش از حد قطر ساقه‌ها می‌تواند در برداشت با کمباین مشکل ایجاد کند و به تیغه‌های برش تنش وارد آورد.

میزان روغن استحصالی

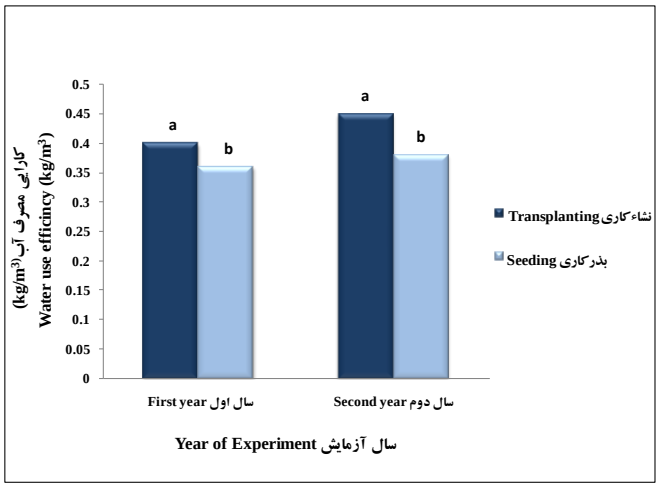
نتایج مقایسهٔ میانگین‌های دو ساله روش‌های نشاکاری و بذرکاری کلزا نشان می‌دهد که از نظر میزان روغن استحصالی اختلاف معنی‌داری بین روش‌های کاشت کلزا و دو سال آزمایش وجود ندارد. نتیجهٔ بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد که روغن استحصالی از دانه کلزا، به رغم وجود اختلاف در عملکرد و برخی اجزای عملکرد، مستقل از شرایط آزمایش دو سال زراعی و روش کاشت بوده است. نتایج پژوهش‌های دیگر نیز این یافته را تایید می‌کنند (Leach *et al.*, 1999; Momoh & Zhou, 2001; Mousavi *et al.*, 2011).

مقدار آب مصرفی، کارایی مصرف آب

میانگین مقدار آب مصرفی در روش های نشاکاری و بذرکاری کلزا طی دو سال زراعی آزمایش به ترتیب ۵۱۰۰ و ۶۲۵۰ مترمکعب در هکتار اندازه گیری شد. استفاده از خزانه و کاهش ۳۰ تا ۴۰ روز بهره برداری از زمین زراعی، باعث ۱۸/۴ درصد صرفه جویی در مصرف آب به روش نشاکاری نسبت به روش بذرکاری کلزا شده است.

میانگین کارایی مصرف آب طی دو سال زراعی در تیمارهای نشاکاری و بذرکاری به ترتیب ۰/۴۴ و

۰/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شده است. روش‌های کاشت کلزا از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری ندارند، ولی نشاکاری آب کمتری (به طور متوسط ۱۸/۴ درصد) نسبت به روش بذرکاری مصرف کرده و باعث شده است تا کارایی مصرف آب این تیمار حدود ۱۶ درصد نسبت به روش بذرکاری افزایش یابد. شکل ۷ مقایسهٔ کارایی مصرف آب تیمارهای آزمایش را به تفکیک سال زراعی نشان می‌دهد. برای بهبود کارایی مصرف آب در شرایط کمبود آن در مناطق خشک، نشاکاری روشی مناسب به حساب می‌آید (Huang *et al.*, 2009; Rahnema & Bakhshandeh, 2005; Safi *et al.*, 2018). دهقانی و همکاران (Dehqani *et al.*, 2015) تاثیر نشاکاری بر عملکرد پنبه و کارایی مصرف آب آبیاری را بررسی کرده‌اند و کشت نشایی و انتقال آن به زمین اصلی در زمان مناسب را یکی از روش‌های صرفه‌جویی و استفاده بهینه از آب دانسته‌اند.



شکل ۷- مقایسهٔ کارآیی مصرف آب در تیمارهای آزمایشی طی دو سال زراعی

Fig.7- The comparison of water use efficiency of treatments in two cropping seasons

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای سیستم

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای روش‌های نشاکاری و بذرکاری کلزا به ترتیب ۰/۱۷ و ۱/۷۲ هکتار بر ساعت محاسبه گردید. علت کاهش ۱۰/۱ برابری ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای در روش نشاکاری نسبت به روش بذرکاری کلزا، بالاتر بودن زمان مورد نیاز برای نشاکاری با ماشین نشاکار است. ماشین نشاکار مورد استفاده، یک هکتار زمین را در زمانی حدود ۶ ساعت کشت می‌کند. در حالی‌که کشت یک هکتار زمین با بذرکار، ۳۴/۸ ساعت زمان نیاز دارد.

ارزیابی اقتصادی

در ارزیابی اقتصادی تیمارها، با در نظر گرفتن کلیهٔ هزینه‌های مورد نیاز برای کاشت یک هکتار کلزا و همچنین سود حاصل از فروش دانهٔ برداشت شده از یک هکتار، نسبت سود به هزینه محاسبه و تیمارها بر اساس این نسبت مقایسه شدند. هزینهٔ عملیات و نهاده‌های به کار رفته برای زراعت یک هکتار کلزا (مربوط به سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷) به روش‌های بذرکاری و نشاکاری در جدول ۳ ارائه شده است. درآمد حاصل از فروش دانهٔ کلزا در دو روش

نشاکاری و بذرکاری به ترتیب ۱۰۶,۸۰۹,۶۰۰ و ۱۱۴,۸۰۶,۴۰۰ ریال است. بنابراین نسبت سود به هزینهٔ یک هکتار نشاکاری و بذرکاری کلزا به ترتیب ۰/۹۸ و ۳/۰۲ محاسبه شد. این نتیجه نشان می‌دهد در روش بذرکاری، درآمد حاصل از فروش دانه کلزا نزدیک سه برابر هزینه‌هاست. ولی در روش نشاکاری، به‌رغم صرفه‌جویی قابل توجه در مصرف آب و سموم شیمیایی، درآمد حدود ۲/۱ درصد (معادل ۲۲۰ هزار تومان) کمتر از هزینه است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، کاهش هزینه‌های روش نشاکاری نسبت به روش بذرکاری کلزا، فقط در میزان بذر مصرفی، علف‌کش، عملیات سمپاشی و آبیاری است که جمعاً حدود ۷/۸ درصد کل هزینه‌های مورد نیاز نشاکاری است که نتوانسته هزینهٔ بالای روش نشاکاری را جبران کند. بنابراین، اگر عملکرد دانهٔ کلزا در روش نشاکاری به ۴ تن در هکتار افزایش می یافت، نسبت سود به هزینه آن (با فرض ثابت ماندن هزینه‌ها) ۱/۷۶ می‌شد که باز هم از روش بذرکاری (با عملکرد دانه ۲/۴ تن در هکتار) کمتر بود.

دلیل بالا بودن هزینهٔ تولید کلزا در روش نشاکاری، قیمت بالای نشای گلخانه‌ای کلزاست. هزینهٔ تولید نشاهای ۳۵ تا ۴۰ روزهٔ کلزا در تحقیق حاضر ۷۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال در هکتار محاسبه شده که خود به تنهایی ۶۲ درصد کل هزینه‌های تولید را دربرمی‌گیرد. هزینهٔ نشاکاری مکانیزهٔ کلزا با کارنده مورد استفاده ۱۰,۴۰۰,۰۰۰ ریال در یک هکتار است که در مقایسه با هزینهٔ دیگر ادوات و ماشین‌های کشاورزی مورد استفاده، رقم چشم‌گیری است. به طور کلی هزینهٔ تولید و کاشت هر نشای کلزا در مزرعه با ماشین نشاکار ۸۹۳ ریال و هزینهٔ کاشت یک بذر کلزا ۱/۷۵ ریال به دست آمده است.

تأسیس و توسعهٔ گلخانه‌های ارزان قیمت، ایجاد رقابت برای تولید نشای کلزا و حمایت از تولید ماشین‌های نشاکار ارزان‌تر با ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای بالاتر می‌تواند تا حدود زیادی هزینه‌های تولید در روش نشاکاری کلزا را کاهش دهد. فارغ از هزینه‌های بالای آن، روش نشاکاری کلزا مزایایی دارد که می‌تواند در برخی موارد جایگزین خوبی برای روش بذرکاری باشد، مانند تولید بذر هیبرید یا کشت کلزا پس از برنج و ذرت. در تولید بذر هیبرید کلزا به روش نشاکاری، به دلیل قیمت بالای بذر هیبرید (بیش از شش برابر قیمت دانهٔ کلزا)، می‌توان هزینه اولیه را جبران کرد و در تناوب کلزا- برنج یا کلزا- ذرت دانه‌ای در مناطقی چون استان خوزستان، با توجه به اینکه دیرترین تاریخ کاشت کلزا حدود ۲۰ تا ۳۰ روز قبل از تاریخ برداشت برنج یا ذرت دانه‌ای است امکان کاشت کلزا در این حالت به روش بذرکاری وجود ندارد و اگر هم به شکلی عملی شود، کلزا کاهش عملکرد قابل‌توجهی پیدا خواهد کرد (Chen *et al.*, 2005). در این شرایط می‌توان روش نشاکاری کلزا پس از برنج یا ذرت دانه‌ای را پیشنهاد کرد (Huang *et al.*, 2009).

جدول ۳- هزینهٔ عملیات و نهاده‌های به کار رفته برای زراعت یک هکتار کلزا به روش های بذرکاری و نشاکاری

Table 3- Expenditures and inputs for one hectare of canola in seeding and transplanting methods

نشاکاری (هزار ریال در هکتار) Transplanting (1000 Rials/ha)	بذرکاری (هزار ریال در هکتار) Seeding (1000 Rials/ha)	تیمار / هزینه‌ها Treatment / Expenditures
3000	3000	تهیهٔ زمین و کاشت Tillage and sowing
11000	1500	ماشین کاشت Planting machine
-	220	بذر Seeds
70000	-	نشا Seedlings
6800	6800	کود Fertilizer
3000	3000	عملیات کودپاشی Fertilizer application
-	4000	علفکش Herbicides
-	1500	عملیات سمپاشی Application of herbicides
2000	2800	عملیات آبیاری Irrigation
2500	2500	آب بها Cost of water
5000	5000	کمباین Harvesting combine
4500	4500	حمل و بارگیری محصول Product loading and transportation
1200	1200	بیمه Insurance
109000	**38020**	**جمع Total**

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان می‌دهد از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد ساقه‌های فرعی، ارتفاع بوته‌ها و میزان روغن استحصالی اختلاف معنی‌داری بین روش بذرکاری و نشاکاری وجود ندارد. میانگین دو سال عملکرد دانهٔ کلزا در روش‌های نشاکاری و بذرکاری به ترتیب ۲۲۲۵/۲ و ۲۳۹۱/۸ کیلوگرم در هکتار است. از نظر تعداد خورجین در هر ساقهٔ فرعی و قطر ساقه های اصلی و فرعی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین روش‌های کاشت و همچنین طی دو سال آزمایش وجود دارد. فاصلهٔ بیشتر بین بوته‌ها در روش نشاکاری، نسبت به روش بذرکاری، باعث رشد رویشی بیشتر گیاه کلزا می‌شود، به طوری‌که تعداد خورجین در هر ساقه در روش نشاکاری ۶۴ درصد بیش از تعداد آن در روش بذرکاری به دست آمده است. قطر ساقه‌های اصلی و فرعی در روش نشاکاری به ترتیب با ۱۹/۳۳ و ۷/۲۳ میلی‌متر، ۳۰ و ۱۶/۲ درصد بیش از قطر ساقه‌های اصلی و فرعی در روش بذرکاری مشاهده شده است.

کارایی مصرف آب در تیمارهای نشاکاری و بذرکاری به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شده است. تیمار نشاکاری، نسبت به روش بذرکاری، مصرف آب کمتری (حدود ۱۸/۴ درصد) داشته است و باعث شده تا کارایی مصرف آب این تیمار حدود ۱۶ درصد نسبت به روش بذرکاری افزایش یابد.

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای روش نشاکاری ۱۵/۷ برابر کمتر است تا در بذرکاری کلزا و نسبت سود به هزینهٔ یک هکتار نشاکاری و بذرکاری کلزا به ترتیب ۰/۹۸ و ۳/۰۲ محاسبه شده است. این نتیجه نشان می‌دهد که در روش بذرکاری، درآمد حاصل از فروش دانهٔ کلزا نزدیک سه برابر هزینه‌هاست. ولی در روش نشاکاری، به رغم صرفه‌جویی قابل توجه در مصرف آب و سموم شیمیایی، درآمد حاصل کمتر از هزینهٔ آن است. تأسیس و توسعهٔ گلخانه‌های ارزان قیمت، ایجاد رقابت برای تولید نشای کلزا و حمایت از تولید ماشین‌های نشاکار ارزان‌تر با ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای بالاتر می‌تواند تا حدود زیادی هزینه‌های تولید در روش نشاکاری کلزا را کاهش دهد.

قدردانی

از رئیس و کارکنان محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور و شرکت کشت و صنعت شهید رجایی دزفول که در فراهم کردن امکانات برای اجرای پروژه همکاری صمیمانه داشتند، قدردانی می‌شود.

مراجع

Ahmadi, M. R. (2000). China leads research and canola production in the world. *Zeitun, 145*, 3-14. (in Persian)

Al-Barzinjy, M., Stolen, O., Christiansen, J. L., & Jensen, J. E. (1999). Relationship between plant density and yield for two spring cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Acta* Agriculturae *Scandinavica - Section B Soil* and *Plant Science*, 49, 129-133.

Anon. (2017). Statistics and technology of khuzestan agricultural jihad organization, agriculture information bank. First Ed. Crop and Garden Products, Web Site: http://www.khouzestan.agri-jahad.ir. (in Persian)

Assefa, Y., Roozeboom, K., & Stamm, M. (2014). Winter canola yield and survival as a function of environment, genetics, and management. *Crop Science, 54*, 2303-2313.

Brown, J., Davis, J. B., Lauver, M., & Wysocki, D. (2008). US canola association canola Growers' manual (pp. 6-30). Idaho, University of Idaho and Oregon State University.

Brown, M., Perez, J., & Miles, A. (2015). *Teaching organic farming and gardening.* 3rd Ed. Center For Agroecology And Sustainable Food Systems. Santa Cruz: University of California.

Chen, C., Jackson, G., Neill, K., Wichman, D., Johnson, G., & Johnson, D. (2005). Determining the feasibility of early seeding canola in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal, 97*, 1252-1262.

Dehqani, M., Jafaraghaei, M., & Mohammadikia, S. (2015). Effect of cotton transplanting on its yield and water use efficiency. *Journal of Water Research in Agriculture, 28*(2), 307-314.

Esmaeili, A. Sohrabi, S. S. Hoseini, S. Zh. Namdarian, R. & Goodarzi, D. (2016). Genotypic correlation and path analysis of parameters related to conola grain yield and oil content under dehydration stress and non-stress conditions. *Iranian Journal of Crop Research, 14*(4), 646-664. (in Persian)

Frantz, J. M., Welbaum, G. E., Shen, Z., & Morse, R. (1998). Comparison of cabbage seedling growth in four transplant production system. *HortScience, 33*, 976-979

Habibi Asl, J. & Dehghan, E. (2012). Evaluation of technical and yield parameters of wheat seeding methods with different seeding rates in south Khuzestan. *Journal of Agricultural Machinery Engineeing, 2*(1), 46-57. (in Persian)

Haghighikhah, M., Khajeh-Hosseini, M., Nassiri-Mahallat, M., & Khavari-Khorasan, S. (2017). The effect of seed priming and transplanting on morphological characteristics, yield and yield components of super sweet corn. *Journal of Agroecology, 8*(4), 628-643.

Hashemi Dezfuli, A. (1996). *Increase crop yield* (Translation). University of Mashhad Pub. . (in Persian)

Hu, D., Bell, R. W., & Xie, Z. (1996). Zinc and phosphorous responses in transplanted oilseed rape (*Brassica napus*). *Soil Science* and *Plant Nutrition, 42*, 333-344

Huang, Y., Zhang, W., Yu, Y., Sun, W., Sun, W., & Chen, J. (2009). A primary assessment of climate change impact on rice production in China. Proceedings of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 18-19 November.

Khosroshahi Asl, A. (1997). *Food decomposition chemistry* (Translation). Urmiyeh University Publ. (in Persian)

Leach, J. E., Stevenson, H. J., Rainbow, A. J., & Mullen, L. A. (1999). Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science, 132*, 173-180.

Mehrabadi, H. R. (2017). Effect of different planting dates and methods on quantity and quality traits of varamin cotton cultivar. *Journal of Crop Production and Processing, 7*(2), 61-72.

Momoh, E. J. J., & Zhou, W. (2001). Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy Crop Science, 186*, 253-259.

Mousavi, S. J., Samdaliri, M., & Bagheri, H. (2011). Study of planting density on some agronomic traits of rapeseed three cultivar (*Brassica napus* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5*(12), 2625-2627.

Rabiee, M., Alinia, F., & Toosi Kohal, P. (2011). Effect of transplanting date on seed yield and its components of four rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars as second crop in Rasht in Iran. *Journal of Seed and Plant Breeding, 27-2*(3), 251-267. (in Persian)

Rahnema, A., & Bakhshandeh, A. M. (2005). Effect of sowing dates and direct seeding and transplanting methods on agronomic characteristics and grain yield of canola under Ahwaz conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences, 7*(4), 324-336.

Rahnema, A., & Habibi Asl, J. (2013). Evaluation and determination of optimum method and rate of seeding of canola seeds (Case study: Khouzestan, south Iran). *International Journal of Agricultural Crop Science, 6*(4), 185-190.

Ren, Y., Zhu1, J., Hussain, N., Ma1, S., Ye, G., Zhang, D., & Hua, S. (2014). Seedling age and quality upon transplanting affect seed yield of canola (*Brassica napus* L.). *Canadian Journal of Plant Science, 94*, 1461-1469.

Safi, S. Z., Kamgar Haghighi A. A., Zand Parsa Sh., Emam Y., & Honar T. (2018). Evaluation of yield, actual crop evapotranspiration and water productivity of two canola cultivars as influenced by transplanting and seeding and deficit irrigation. *International Journal of Plant Production, 7*(3), 53-63.

Salamati, N., & Delbari, M. (2014). Effect of water content in strip drip method on quantitative and qualitative yield of two rapeseed cultivars in Behbahan. *Journal of Water Research in Agriculture, 28*(2), 329-338. (in Persian)

Seyed Ahmadi, A., Bakhshanded, A., & Gharineh, M. H. (2015). Evaluation of physiological characteristics and grain yield of rapeseed cultivars under drought stress at the end of the season in Ahwaz climatic condition. *Iranian Journal of Field Crops Research, 13*(1), 71-80. (in Persian)

Shariati, Sh., & Ghazi Shahnizadeh, P. (2000). *Canola*. First Ed. Agricultural Education Publishing Publ. (in Persian)

Siadat, S. A., Hemayati, S. S., Fathi, G., & Abdali-Mashadi, A. (2009). Determination of the most suitable crop rotation systems in Ahwaz region. *Iranian Journal of Crop Sciences, 11*(2), 174-192.

Thomas, B. M. (1993). Overview of the speedling: Incorporated, transplant industry operation. *Horttechnology*, 3, 406-408.

Wang, Sh., Wang, E., Wang, F., & Tang, L. (2012). Phenological development and grain yield of canola as affected by sowing date and climate variation in the Yangtze river basin of China. *Crop and Pasture Science, 63*(5), 478-488.

Yun, R., Zhu, J., Hussain, N., Shanlin, M., Genru, Y., Zhang, D., & Hua, S. (2014). Seedling age and quality upon transplanting affect seed yield of canola (*Brassica napus* L.). *Canadian Journal of Plant Science, 94*, 1461-1469.

Zirgoli, M. H., & Kahrizi, D. (2015). Effects of end-season drought stress on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) in warm regions of Kermanshah province. *Biharean Biologist, 9*(2), 133-140.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.22/No.78/Summer2021/P:73-88
Journal Home Page: https://amsr.areeo.ac.ir

Research Paper

Technical and Yield Evaluation of Mechanized Rapeseed Transplanting in Khuzestan

J. Habibi Asl*, A. Azizi and L. Behbahani

*Corresponding Author: Assistant Professor, Agriculture Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran. Email: jhabibi139@yahoo.com
Received: 18 October 2020, Accepted: 9 January 2021
http://doi: 10.22092/amsr.2021.352252.1364

Abstract

The study was conducted to evaluate canola transplanting possibility and to compare this method with seeding method in Khuzestan province. In transplanting (TR) method, some 9 plants of 38-days old seedlings were transplanted in one m2. In seeding (SD) method, 6 kg/ha of canola seeds were planted in furrow and ridge pattern at a distance of 60 cm. The results showed that there were no significant difference between two methods of plantation from the point of view of the yield, thousand- seeds weight, number of lateral stems, plant height, and the amount of extracted oil. Two-year average grain production in TR and SD were 2225.2 and 2391.8 kg/ha respectively. So, it can be concluded that Khuzestan province has the potential for canola TR, without any grain yield reduction, comparing to SD method. The results also showed that there was significant difference ($P<0.01$) between the treatments in terms of number of capsules per each lateral stem. More plant spacing cause to greater vegetative growth and then 64% more capsules per stem produced in TR as compared to SD. The diameter of main and lateral stems in TR method with 19.33 and 7.23 mm were 30 and 16.2 percent more than that of DS method respectively. Water use efficiency in TR and DS were calculated as 0.38 and 0.44 kg/m3 respectively. Benefit to cost ratio for one hectare of canola production in TR and DS were 0.98 and 3.02 respectively.

Keywords: Cost, Economic Evaluation, Grain Yield, Seed Drill, Water Use Efficiency

© 2021 Agricultural Mehanization and Systems Research, Karaj, Iran. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)