تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۲/ شماره ۷۷/بهار ۱۴۰۰/ص ۱۰۰-۸۵
https://www.amsr.areeo.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی روش‌های مختلف خاک‌ورزی–کاشت در خشکه‌کاری برنج با مقادیر متفاوت بذر

عبدالعلی گیلانی[1*] و نعیم لویمی[2]

۱ و ۲- به ترتیب: استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر؛ و استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۳

چکیده

سطح خاک‌ورزی حفاظتی از یک‌سو و میزان کشت برنج به صورت خشکه‌کاری از سوی دیگر، با توجه مزایای آنها، در حال افزایش است. این پژوهش با هدف مقایسهٔ روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی، به مدت ۲ سال (۱۳۹۵-۱۳۹۳) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در شرایط خشکه‌کاری برنج اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل سه روش خاک‌ورزی-کاشت استفاده از دستگاه خاک‌ورز-کاشت نواری، دو بار دیسک + خطی‌کار و کاشت مستقیم با دستگاه بی‌خاک‌ورز و کرت‌های فرعی نیز شامل سه میزان بذر برنج: ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی-کاشت در تمام شاخص‌های فنی و اقتصادی اختلاف معنی‌داری داشتند. مقایسهٔ میانگین‌ها نیز نشان داد که از نظر سوخت مصرفی، ظرفیت مزرعه‌ای و هزینه هکتاری به ترتیب تیمارهای دوبار دیسک + خطی‌کار با ۳۱/٦ لیتر در هکتار، بی‌خاک‌ورزی با ۱/٦۲ هکتار بر ساعت و دو بار دیسک + خطی‌کار با ۱/۵ میلیون ریال بیشترین و تیمارهای خاک‌ورز-کاشت نواری با ۸/٦ لیتر بر هکتار، دو بار دیسک + خطی‌کار با ۰/٤۸ هکتار بر ساعت و خاک‌ورز-کاشت نواری با ۱/۱ میلیون ریال در هکتار کمترین مقادیر را داشتند. نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب دو ساله صفات زراعی نشان داد که اثر روش خاک‌ورزی-کاشت فقط بر وزن هزار دانه و شاخص برداشت اثر معنی‌داری دارد و تاثیر آن بر عملکرد و سایر صفات معنی‌داری نیست. از نظر عملکرد، خاک‌ورز-کاشت نواری با ۳٤۹۰ و دو بار دیسک + خطی‌کار با ۳۳٤٤ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد را داشتند.

واژه‌های کلیدی

بی‌خاک‌ورزی، خاک‌ورز-کاشت نواری، شاخص‌های اقتصادی، شاخص‌های فنی، کم‌خاک‌ورزی

مقدمه

در حال حاضر استان خوزستان با سطحی بیش از ۵۰ هزار هکتار کشت برنج، بعد از استان‌های گیلان و مازندران در مقام سوم کشور قرار دارد (Gholami Rezvani *et al.*, 2015). روش‌های مرسوم تهیهٔ زمین در منطقه، عمدتاً استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک و ماله است. در سال‌های اخیر نیز برخی از کشاورزان از روش‌های کم‌خاک‌ورزی همچون انواع کولتیواتورهای مزرعه استفاده می‌کنند. هدف از خاک‌ورزی صحیح، فراهم آوردن محیطی مناسب برای جوانه زدن، رشد ریشه، کنترل علف‌های هرز، کنترل فرسایش، جلوگیری از رطوبت بیش از حد و کاهش تنش ناشی از کمبود رطوبت است. با توجه به هزینه‌های بالا، سوخت مصرفی زیاد، زمان‌بر بودن عملیات و فرسایش خاک در خاک‌ورزی متداول، بزرگ‌ترین دگرگونی در

* نگارنده مسئول: Email: gilani.abdolali@yahoo.com
http://doi: 10.22092/amsr.2021.341744.1341

سیستم‌های خاک‌ورزی تغییر آن به سمت خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند باشد.

بررسی‌های برام و همکاران (Bram *et al.*, 2007) در مورد خاک‌ورزی و تناوب نشان داد که سیستم خاک‌ورزی شامل بی‌خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی، تناوب و بازگشت بقایای گیاهی به خاک، در سطح وسیع، می‌تواند در مقایسه با روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، میزان زیست‌توده (بیوماس) و تنوع فعالیت میکروفلورای[1] خاک را افزایش دهد.

خاک‌هایی که مقدار مادهٔ آلی در آنها اندک است، حساسیت زیادی به خاک‌ورزی پی‌درپی و شدید دارند (Free, 1960). خاک‌ورزی نامناسب، تشدید اکسیداسیون مواد آلی با شخم متناوب، از بین بردن بقایای گیاهی و خشک شدن متوالی خاک از دلایل کاهش مواد آلی خاک هستند (Tisdall & Oades, 1982). تهیهٔ بستر بذر از عوامل مؤثر بر افزایش عملکرد محصولات کشاورزی است. حدود ۶۰ درصد از انرژی مکانیکی مورد مصرف در کشاورزی ماشینی، صرف خاک‌ورزی و تهیه بستر می‌شود (Jacobs & Harrel, 1983). ارزیابی ترابی جفرودی و همکاران (Torabi Jafroodi *et al.*, 2017) نشان می‌دهد در ارقام محلی برنج استان گیلان، در کشت و کار نشایی، بیشترین سهم انرژی با ۲۸/۹ درصد، مختص ماشین‌های کشاورزی و سوخت آنهاست. این محققان می‌افزایند در بین نهاده‌های غیرکارگری کشت و کار برنج، بیشترین سهم هزینه نیز اختصاص به ماشین‌های کشاورزی و سوخت دارد.

خاک‌ورزی حفاظتی، در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، می‌تواند در شرایط مختلف مزایایی به دنبال داشته باشد مانند: کاهش مصرف انرژی (Abbaspour *et al.*, 2005)، کاهش فرسایش آبی و بادی (Lithourgidis *et al.*, 2007)، نیاز به نیروی کار کمتر (Ito *et al.*, 2007)، افزایش مواد آلی خاک (Nyagumbo, 1999) و تسریع در زمان کشت دوم (Herridge & Holland, 1992). امبوسا و همکاران (Ambossa-Kiki *et al.*, 1996) با مقایسهٔ روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی برای کاشت برنج در خاک ورتی‌سول در کامرون نشان دادند که از نظر عملکرد دانه بین روش‌های خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد اما از نظر زمان مورد نیاز برای خاک‌ورزی و هزینهٔ کارگری اختلاف بین روش‌های خاک‌ورزی معنی‌دار است و روش بی‌خاک‌ورزی از روش مرسوم برتر است. این محققان بر این اساس پیشنهاد کردند که برای کشت برنج در مزارع کوچک از روش بی‌خاک‌ورزی استفاده شود.

لی و همکاران (Lee *et al.*, 2003) با بررسی تأثیر روش خاک‌ورزی نواری بر برنج نشان دادند که در روش خاک‌ورزی کمینه برای کشت مستقیم برنج باید خاک‌ورزی اولیه و ثانویه حذف شود و به جای آن خاک‌ورزی با یک خاک‌ورز دوار همراه با کشت مستقیم در نظرگرفته شود. این پژوهشگران می‌گویند این یک حالت ایده‌آل برای کشت مستقیم برنج است و در این روش خاک‌ورزی، باید در کشت برنج کاربرد کودها و عملیات پوششی هم‌زمان باشند.

ینگ و همکاران (Ying *et al.*, 2004) با بررسی سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بذر نتیجه گرفتند که در سیستم بی‌خاک‌ورزی نه تنها نیازی به هزینهٔ خرید ادوات وجود ندارد بلکه هزینهٔ کارگری، ساعات کارکرد تراکتور و هزینه‌های متغیر تولید نیز کاهش می‌یابد. بر اساس استنتاج آنها، در بی‌خاک‌ورزی به دلیل نگهداری تمام بقایای گیاهی در سطح خاک پتانسیل بالایی برای کنترل فرسایش

1- Microflora

بادی و آبی خاک وجود خواهد داشت و وجود مالچ بقایا باعث کاهش تلفات آب می‌شود.

دهقان و الماسی (Dehghan & Almassi, 2005) با ارزیابی روش‌های خاک‌ورزی برای کشت مستقیم برنج در منطقهٔ شاوور نشان دادند که روش خاک‌ورزی با رتیواتور به عمق ۵ سانتی‌متر به دلیل کاهش معنی‌دار در مصرف سوخت، انرژی، زمان مورد نیاز و هزینهٔ خاک‌ورزی، نسبت به روش مرسوم مناسب‌تر است و می‌افزایند تعداد خوشه در متر مربع بیش از سایر اجزا تحت تاثیر روش‌های خاک‌ورزی قرار می‌گیرد اما عملکرد به عنوان مهم‌ترین جزء تعیین کننده، اختلاف معنی‌داری ندارد.

گیلانی (Gilani, 2011) در تحقیق خود در استان خوزستان که مقدار بذر۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار را برای کشت سه رقم برنج شامل ارقام محلی چمپا و عنبوری قرمز و نیز رقم پرمحصول دانیال، به عنوان پلات اصلی در نظر گرفت، نشان داد که بین میزان بذر از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. رجب‌زاده (Rajabzadeh, 1997) با مطالعهٔ ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ بذر در مترمربع از رقم زاینده‌رود اعلام کرد که حداکثر عملکرد دانه با متوسط ۵/۸ تن در هکتار مربوط به ۵۰ کپه در متر مربع است. ساهی و همکاران (Sahi *et al.*, 1976) در بررسی اثر تعداد ۲۵ و ۵۰ بوته در متر مربع از ارقام مختلف برنج در کشت مستقیم گزارش داده‌اند که ۲۵ کپه در متر مربع مطلوب‌ترین تراکم برای دستیابی به حداکثر عملکرد است.

محققان در آزمایشی به منظور بررسی اثر میزان بذر در کشت مستقیم برنج در پاکستان، گزارش کردند که عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر میزان بذر قرار می‌گیرد و میزان بذر ۸۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه است؛ بالاتر بودن عملکرد دانه به تعداد بهینهٔ پنجهٔ بارور در متر مربع و وزن دانهٔ بیشتر نسبت داده شده است (Akbar & Ehsanullah, 2004).

در بررسی اثر میزان بذر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در انواع روش‌های کاشت مستقیم، سه میزان بذر برنج رقم هاشمی شامل ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ارزیابی شد. بر اساس نتایج این تحقیق، در هر سه روش کاشت مستقیم مورد ارزیابی شامل کشت ردیفی، کپه‌ای و دستپاش بذر جوانه‌دار شده، میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانهٔ بالاتری داشت (Gholami Rezvani *et al.*, 2015). در تحقیقی مشابه در هند که در آن دو رقم برنج به صورت مستقیم کشت شدند، در بین پنج مقدار بذر مورد ارزیابی ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به دست آورده است (Dongarwar *et al.*, 2018).

در کشور ما نیز تحقیقات در زمینهٔ تاثیر خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد محصولات مختلف آغاز شده است ولی در زمینه کشت برنج در شرایط خشکه‌کاری، به دلیل جدید بودن این روش، تحقیقات اندک است. بنابراین، برای حفاظت از خاک و افزایش بهره‌وری آن، کاهش انرژی مصرفی، کاستن از زمان و هزینه‌ها و اصلاح و حفظ ویژگی‌های فیزیکی خاک که از هدف‌های رسیدن به کشاورزی پایدارند و نیز برای توسعهٔ ماشین‌هایی که بتوانند سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی یا بی‌خاک‌ورزی را جایگزین سیستم مرسوم کنند، به چنین تحقیقی دست زده شد. این پژوهش به طور مشخص با هدف مقایسهٔ روش‌های مختلف خاک‌ورزی-کاشت نواری در شرایط خشکه‌کاری برنج اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۳-۱۳۹۵) در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور) اجرا شد. این ایستگاه تحقیقاتی در فاصلهٔ ۷۰ کیلومتری شمال اهواز واقع شده است. خاک‌های این منطقه غالباً بافت رسی دارند، pH آنها برابر ۷/۵-۷ و شوری آنها ۴-۳ میلی‌موز بر سانتی‌متر در قسمت‌های زهکشی شده اندازه‌گیری شده است؛ این خاک‌ها از نظر مواد آلی و نیتروژن فقیر هستند. از نظر آب و هوایی نیز این منطقه اقلیم خشک و نیمه‌خشک دارد، میانگین سالیانهٔ دما ۲۳ درجه سلسیوس و بارندگی ۲۴۴ میلی‌متر است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در شرایط خشکه‌کاری برنج اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل سه روش خاک‌ورزی-کاشت در بقایای گندم: استفاده از دستگاه خاک‌ورز-کاشت نواری (T1)، دو بار دیسک + خطی‌کار غلات (T2) و روش بی‌خاک‌ورزی (T3) و کرت‌های فرعی شامل سه میزان بذر برنج رقم پرمحصول دانیال ۵۰ کیلوگرم در هکتار (A1)، ۷۵ کیلوگرم در هکتار (A2) و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (A3) بود. ابعاد هر کرت اصلی و فرعی به ترتیب برابر ۳۰×۱۰ و ۳۰×۳ متر در نظر گرفته شد.

برای عملیات خاک‌ورز-کاشت نواری از یک روتیواتور با تیغه‌های C شکل استفاده شد. اندازهٔ تیغه‌ها طوری اصلاح گردید تا هر گروه از تیغه‌های دورانی (فلانج‌ها) یک نوار کوچک، حدود ۷ سانتی‌متر را خاک‌ورزی کند (Habibi Asl & Goosheh, 2017). فاصلهٔ هر گروه با گروه کناری مطابق خطی‌کار تنظیم گردید. به عبارتی دیگر، روتیواتور اصلاح شده و خطی‌کار به هم متصل شده عملیات خاک‌ورزی و کاشت را پیش‌برده‌اند (شکل ۱). در حالی‌که در روش دو بار دیسک + خطی‌کار غلات، خاک‌ورزی در تمام سطح و کاشت به صورت خطی است. در روش بی‌خاک‌ورزی از کارندهٔ بی‌خاک‌ورز مدل گاسپاردو استفاده شد. این کارنده با ایجاد شیارهای کوچک با شیاربازکن‌های دیسکی، بذر را به صورت خطی می‌کارد و با چنگک پشتی خود آن را می‌پوشاند. برای عملیات خاک‌ورز-کاشت نواری و نیز دو بار دیسک + خطی‌کار، از تراکتور فرگوسن شش سیلندر مدل MF399 با قدرت ۱۱۰ اسب بخار استفاده شد اما برای کارنده مستقیم گاسپاردو، به دلیل سنگین‌تر بودن عملیات آن، تراکتور نیوهلند T6090 با قدرت ۱۶۵ اسب بخار به کار گرفته شد.

قبل از کاشت برنج، از خاک مزرعه از عمق‌های صفر تا ۳۰ سانتی‌متر برای تعیین EC، pH، OC و N.P.K نمونه‌گیری شد. مقدار کود مصرفی بر اساس آزمون خاک معین گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز در دورهٔ رشد گیاه، بر اساس توصیه‌های فنی عمل شد. عملیات و تیمارهای آزمایش، در هر دو سال، در شرایط وجود بقایای ایستادهٔ گندم صورت گرفت. در سال اول زمینی انتخاب شد که محصول قبلی آن گندم بود، بعد از اجرای آزمایش و برداشت برنج، این زمین باز به زیرکشت گندم برده شد تا آزمایش‌های سال دوم نیز مانند آزمایش‌های سال اول در بقایای گندم دنبال شود. یادآور می‌شود مکان کرت‌ها و تیمارهای دو سال آزمایش همسان بود.

شکل ۱- نمایی از روتیواتور اصلاح شده و اتصال آن به خطی‌کار (Habibi Asl & Goosheh, 2017)

Fig. 1. A view of the modified rotavator and connect it to the grain drill machine (Habibi Asl & Goosheh, 2017)

ارزیابی‌های این آزمایش در دو بخش صورت گرفت: بخش اندازه‌گیری و ارزیابی شاخص‌های فنی و اقتصادی و بخش اندازه‌گیری و ارزیابی شاخص‌های زراعی.

ارزیابی‌های فنی و اقتصادی

برای اندازه‌گیری برخی شاخص‌های فنی، از جمله میزان سوخت مصرفی، مدت زمان مورد نیاز برای اجرای هر یک از عملیات به منظور محاسبه ظرفیت مزرعه‌ای، برای هر روش خاک‌ورزی و کاشت سه قطعه ۴۰×۱۵ متری به عنوان سه تکرار در نظر گرفته شد. این قطعات جدا از زمین آزمایش زراعی در نظر گرفته شد و در این قسمت از آزمایش، شاخص‌ها و روش اندازه‌گیری آنها به شرح زیر بود:

مقدار سوخت مصرف شده: برای تعیین مقدار سوخت مصرف شده از روش "باک پر" استفاده شد. در این روش، قبل از شروع عملیات و پس از پایان عملیات مخزن سوخت ماشین کاملاً پر می‌شود. مقدار سوخت مورد نیاز برای پر کردن مجدد مخزن سوخت در پایان عملیات، برابر مقدار سوخت مصرفی در مساحت یا مدت کارکرد ماشین است (Habibi Asl *et al.*, 2010).

ظرفیت مزرعه‌ای سیستم: در این آزمایش، ظرفیت مزرعه‌ای براساس تقسیم سطح عملیات بر کل زمان‌های مفید و غیر مفید مصرف شده برای اجرای آن عملیات و با استفاده از رابطهٔ ۱ محاسبه شد (Almassi *et al.*, 2015).

$$C_a = \frac{A}{T} \qquad (۱)$$

که در آن،

C_a = ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار بر ساعت)؛ A= مساحت مربوط به عملیات (هکتار) و T= کل زمان (مفید و تلف شده) (ساعت)

تعیین هزینهٔ هکتاری: با ارائهٔ مشخصه‌های مدت زمان اتمام هر هکتار، قیمت بازار ادوات مورد استفاده در هر تیمار، میزان مصرف سوخت و عرف اجاره‌بهای منطقه، به سه کارشناس خبره، میزان اجاره‌بهای پیشنهادی آنها برای هر تیمار به عنوان سه تکرار در نظر گرفته و مقایسه شد.

ارزیابی شاخص‌های زراعی

شاخص‌های زراعی مورد ارزیابی و روش اندازه‌گیری آنها به شرح زیر است:

عملکرد دانه و صفات دیگر زراعی: پس از حذف

حاشیهٔ کرت، با انداختن کادر ۱×۱ متر، سه نقطه به طورتصادفی مشخص و محصول درون آنها برداشت شد؛ تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه، درصد دانه‌های پر (بارور شده) و وزن دانه به عنوان عملکرد آنها معین شد.

وزن هزار دانه: با جداسازی و توزین ۸ نمونه تصادفی ۱۰۰ تایی از دانه‌ها و بر اساس رطوبت ۱۴ درصد وزن ۱۰۰۰ دانه به دست آمد.

ارتفاع محصول: در هر تکرار (کرت آزمایشی)، ۵ نقطه و از هر نقطه ۵ بوته برای اندازه‌گیری ارتفاع در نظر گرفته شد و میانگین آنها (میانگین ۲۵ بوته) به عنوان ارتفاع محصول محاسبه شد.

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت: کل بوته‌های درون کادرهای انداخته شده، به صورت کف‌بر برداشت و به مدت ۴۸ ساعت در آفتاب خشک شد وزن آنها به عنوان عملکرد بیولوژیک در نظر گرفته شد. با کوبیدن و جداسازی دانه از سایر اندام‌ها و توزین آنها، شاخص برداشت (نسبت دانه به کل مادهٔ خشک اندام‌های هوایی) مشخص شد.

پس از اجرای آزمایش و جمع‌آوری داده‌ها، تجزیهٔ واریانس ساده و مرکب به ترتیب روی شاخص‌های فنی و زراعی دنبال شد و میانگین صفات به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارزیابی‌های فنی و اقتصادی

مصرف سوخت

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان می‌دهد مقدار مصرف سوخت بین روش‌های خاک‌ورزی تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد دارد (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز نشان می‌دهد بیشترین مقدار مصرف سوخت به میزان ۳۱/۶ لیتر در هکتار از تیمار دوبار دیسک + خطی‌کار و کمترین آن به میزان ۸/۶ لیتر بر هکتار از تیمار خاک‌ورز- کاشت نواری به دست آمده است (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس میانگین مربعات (MS) شاخص‌های فنی و اقتصادی

Table 1- Analysis of variance of mean squares (MS) of technical and economic parameters

منبع تغییرات Source of variations	درجهٔ آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean Squares (MS)		
		مصرف سوخت Fuel consumption	ظرفیت مزرعه‌ای Field capacity	هزینه هکتاری Cost per hectare
تکرار Replications	2	0.404	0.0001	0.021
روش خاک‌ورزی Tillage methods	6	394.2**	1.17**	0.21**
خطای آزمایش Error	12	2.68	0.001	0.001
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variations (%)		8.3	2.8	2.4

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین شاخص‌های فنی و اقتصادی روش‌های خاک‌ورزی-کاشت*

Table 2- Comparison of average technical and economic parameters of tillage-planting methods

هزینه هکتاری Cost per hectare (1000Rial.ha^{-1})	ظرفیت مزرعه‌ای Field capacity (ha.h^{-1})	مصرف سوخت Fuel consumption (l.ha^{-1})	تیمار Treatments
1100c	0.59b	8.6c	خاک‌ورز-کاشت نواری (T_1) Strip-till-drill (T1)
1500a	0.48b	31.6a	دو بار دیسک + خطی‌کار (T_2) Twice disk + grain drill (T2)
1200b	1.62a	15.1b	بی‌خاک‌ورزی(T_3) No tillage (T3)

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد احتمال تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, the averages that have common letter(s) do not differ significantly at the 5% level.

تیمار دو بار دیسک + خطی‌کار به علت اجرای عملیات در سه مرحله، بیشترین مصرف سوخت را دارد اما تیمار خاک‌ورز-کاشت نواری اگرچه دارای دو ماشین خاک‌ورز و خطی‌کار به هم متصل است اما به علت اینکه ابزار خاک‌ورز آن دورانی (روتیواتور) و تیغه‌های آن کوتاه است، کمترین مصرف سوخت را دارد. مصرف سوخت در تیمار بی‌خاک‌ورزی، با وجود یک مرحله‌ای بودن عملیات کاشت و به کارگیری یک ماشین، میانه ارزیابی شد زیرا دستگاه آن (ماشین کشت مستقیم مدل گاسپاردو) سنگین بوده و تراکتور کشنده آن نیز برخلاف دو تیمار قبل (که تراکتور متوسط فرگوسن شش سیلندر بود)، تراکتور سنگین نیوهلند بوده است. ارزیابی روش‌های مختلف خاک‌ورزی برنج در منطقهٔ شاوور استان خوزستان توسط دهقان و الماسی (Dehghan & Almassi, 2005) نشان می‌دهد که میزان مصرف سوخت در تیمارهای دو بار دیسک + خطی‌کار و بی‌خاک‌ورزی به ترتیب ۳۶/۴ و ۱۲/۳ لیتر در هکتار است. در واقع در این دو پژوهش تیمار بی‌خاک‌ورزی دارای مصرف سوخت کمتری نسبت به تیمار دو بار دیسک + خطی‌کار است و تفاوت مقادیر می‌تواند ناشی از بافت خاک، عمق خاک‌ورزی و میزان بقایا باشد.

ظرفیت مزرعه‌ای

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان می‌دهد از نظر ظرفیت مزرعه‌ای بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین ظرفیت مزرعه‌ای روش‌های مختلف خاک‌ورزی مشخص می‌کند که در شرایط کار با تراکتور و ادوات مورد استفاده در این پژوهش، تیمار بی‌خاک‌ورزی با ۱/۶۲ هکتار بر ساعت و روش دو بار دیسک + خطی‌کار با ۰/۴۸ هکتار بر ساعت به ترتیب دارای بیشترین و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای هستند (جدول ۲). در بسیاری از تحقیقات صورت گرفته (Calcante & Oberti, 2019; Dehghan & Almassi, 2005)، روش بی‌خاک‌ورزی به دلیل اتمام کار در یک مرحله و اجرای عملیات کاشت به صورت نواری و سطحی، بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای را داشته است. در تحقیق حاضر نیز بی‌خاک‌ورزی، با اختلاف زیادی با تیمارهای دیگر، بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای را کسب کرده است. نتایج تحقیقات دهقان و الماسی (Dehghan & Almassi, 2005) نشان می‌دهد ظرفیت مزرعه‌ای تیمارهای دو بار دیسک + خطی‌کار و بی‌خاک‌ورزی به ترتیب ۰/۵۱ و ۱/۴ هکتار در

ساعت است که همانند پژوهش حاضر با اختلاف زیادی ظرفیت مزرعه‌ای بی‌خاک‌ورزی بیشتر است و همان‌طور که پیشتر گفته شد در اینجا نیز تفاوت مقادیر می‌تواند متاثر از بافت خاک، عمق خاک‌ورزی و میزان بقایا باشد.

با توجه به اینکه ظرفیت مزرعه‌ای هر سیستم برابر با عکس زمان مورد نیاز برای اجرای عملیات در آن سیستم است، می‌توان گفت هر عاملی که باعث کاهش زمان مورد نیاز برای اجرای عملیات در سطحی معین شود، می‌تواند منجر به افزایش ظرفیت مزرعه‌ای آن سیستم گردد.

هزینه

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان می‌دهد بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر هزینهٔ هکتاری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین شاخص‌های فنی و اقتصادی نشان می‌دهد که از این لحاظ دو بار دیسک + خطی‌کار با ۱/۵ میلیون ریال در هکتار بیشترین و خاک‌ورز-کاشت نواری با ۱/۱ میلیون ریال در هکتار کمترین هزینه را دارند (جدول ۲). یادآور می‌شود که در این تحقیق، هزینهٔ پنهان همچون مبارزه با علف‌های هرز در نظر گرفته نشده است. به طور کلی انتظار می‌رفت که میزان علف‌های هرز در روش‌های کم‌خاک‌ورزی و خصوصاً بی‌خاک‌ورزی بیشتر و هزینهٔ مبارزه و کنترل آنها نیز بیشتر باشد. این مسأله در این پژوهش به طور نسبی مشهود بود اما به دلیل مشاهده اختلاف کم در میزان علف‌های هرز و خصوصاً مخلوط بودن انواع پهن‌برگ‌ها و باریک‌برگ‌ها با نسبت‌های متفاوت، سمپاشی به یک شکل صورت گرفت.

هزینهٔ هکتاری عملیات براساس توافق بین صاحبان ماشین و کشاورز و متاثر از عواملی چند است مانند: قیمت اولیهٔ خرید ادوات، زمان اتمام عملیات، نوع محصول، مصرف سوخت، توانایی مالی کشاورز و نیز میزان استقبال از ماشین. در این پروژه، ملاک هزینه برآورد سه نفر خبره است که با توجه به عوامل بالا هزینهٔ هکتاری را برآورد کرده‌اند. در تیمار بی‌خاک‌ورزی، با وجود قیمت بالای دستگاه بی‌خاک‌ورز گاسپاردو، به علت ترویج نشدن روش بی‌خاک‌ورزی، هزینهٔ هکتاری میزان میانی را دارد. دو بار دیسک + خطی‌کار به دلیل مرسوم بودن روش و استقبال نسبی، ظرفیت مزرعه‌ای کمتر و در نتیجه طولانی شدن زمان اجرای عملیات و نیز مصرف سوخت بالا حداکثر هزینه را دارد. خاک‌ورز-کاشت نواری با کمترین مصرف سوخت و ادوات نسبتاً ارزان‌تر توانست حداقل هزینه را داشته باشد.

ارزیابی‌های زراعی

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب دو ساله صفات زراعی نشان می‌دهد که تاثیر فاکتور سال در اجرای پروژه به جز در تعداد خوشه در واحد سطح، در عملکرد دانه و سایر صفات معنی‌داری است. روش خاک‌ورزی-کاشت فقط بر وزن هزار دانه و شاخص برداشت اثر معنی‌داری نشان داده است و مقادیر بذر فقط در عملکرد دانه باعث اختلاف معنی‌دار شده است. اثر متقابل سال و روش خاک‌ورزی در عملکرد بیولوژیک، سال و میزان بذر در عملکرد دانه و تعداد خوشه در واحد سطح و روش خاک‌ورزی و میزان بذر در عملکرد بیولوژیک و درصد باروری اختلاف معنی‌داری نشان داده‌اند (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس مرکب میانگین مربعات (MS) صفات زراعی

Table 3- Complex variance analysis of mean square (MS) of agronomic traits

منابع تغییرات Sources of variations	درجهٔ آزادی Degree of freedom	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Bio. yield	ارتفاع بوته Plant height	خوشه در متر مربع Spikes per sq. meter	دانه در خوشه Grains per Spike	درصد باروری Fertility percentage	وزن هزار دانه 1000. Seed. Wt.	شاخص برداشت Harvest Index
سال (Y) Year	1	6188816**	985943474**	177*	6446	4850**	169.9*	47.7**	852**
خاک‌ورزی-کاشت (T) Tillage planting	2	96104	7632616	12.7	7813	214.4	26.2	6.8*	99.4*
سال در خاک‌ورزی-کاشت (YT) Year× Till. planting	2	172088	1654112*	45.8	251	47.4	33.9	2.41	7.2
خطای (a) Error	8	563516	11340034	24.4	4628	167.3	36	1.05	27.4
میزان بذر (A) Seed rate	2	715493*	4653205	10.2	302	3.1	7.5	0.61	15.1
سال در میزان بذر (YA) Year× Seed rate	2	862344*	5931468	14.1	8311*	17.8	3.1	1.78	11.4
خاک‌ورزی-کاشت در میزان بذر (TA) Till. planting × Seed rate	4	131052	12110788*	13.3	1140	132	121.8*	0.54	30.1
سال در خاک‌ورزی-کاشت در میزان بذر (YTA) Year× Till. planting × Seed rate	4	191429	17820757*	6.4	2404	38	68	0.68	35.8
خطای (b) Error	24	280573	3469669	24.1	1591	89.2	44.8	1.82	21.1
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variations (%)		15.4	18.6	7.1	15.3	12.5	8.3	6.1	12.6

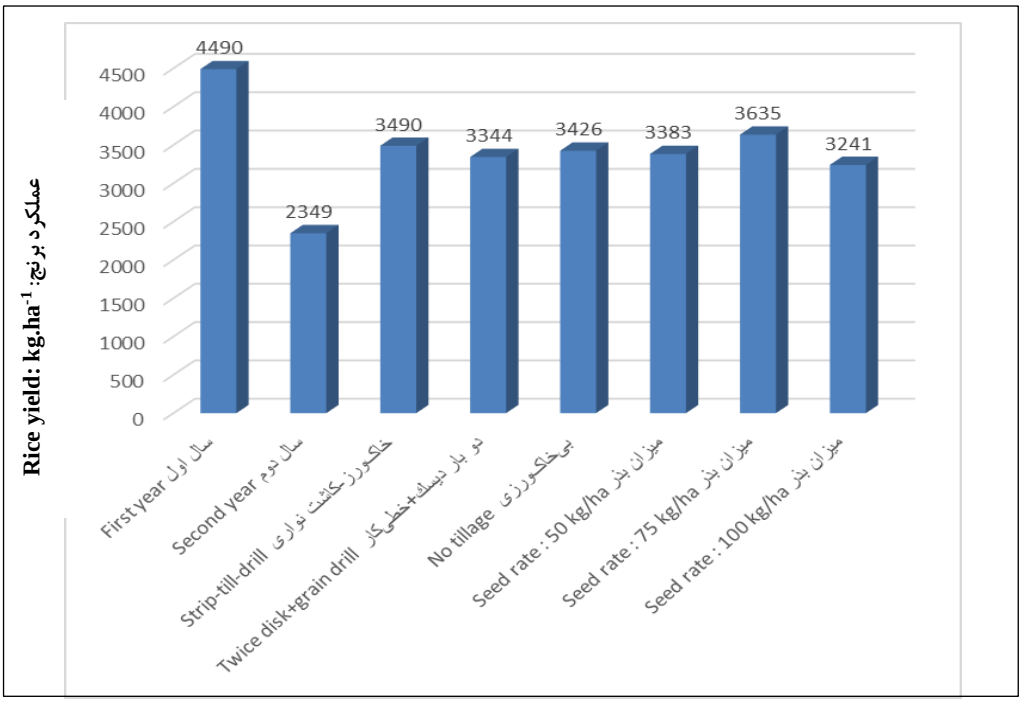
* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* and ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

با توجه به معنی‌دار شدن عملکرد در اثر متقابل سال و میزان بذر، علاوه بر مقایسهٔ میانگین فاکتورهای مستقل (شکل ۲ و جدول ۴)، مقایسهٔ میانگین اثر متقابل این دو فاکتور نیز آورده شده است (جدول ۵). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد سال اول در عملکرد (شکل ۲) و اکثر صفات زراعی (جدول ۴) بالاتر از سال دوم است. در عملکرد دانه، بین روش‌های خاک‌ورزی-کاشت، خاک‌ورز-کاشت نواری با ۳۴۹۰ و دو بار دیسک + خطی‌کار با ۳۳۴۴ کیلوگرم در هکتار و نیز بین مقادیر بذر، میزان بذر ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با ۳۶۳۵ و ۳۲۴۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین مقدار را داشته‌اند (شکل ۲). بین روش‌های خاک‌ورزی، دو بار دیسک + خطی‌کار با ۱۰۷۳۸ و خاک‌ورز-کاشت نواری با ۹۵۷۳ کیلوگرم در هکتار و بین مقادیر بذر، میزان بذر ۷۵ کیلوگرم در هکتار با ۱۰۵۱۷ و میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با ۹۵۰۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را داشته‌اند (جدول ۴). همین‌طور مقایسهٔ میانگین اثر متقابل سال و روش خاک‌ورزی-کاشت نشان می‌دهد که میزان بذر ۷۵ کیلوگرم در هکتار در سال اول با عملکرد ۴۹۳۸ کیلوگرم در هکتار و میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال دوم با

۲۱۹۹ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشته‌اند (جدول ۵).

همان‌طور که در تجزیهٔ مرکب دو ساله مشاهده می‌شود، عملکرد دانه و اکثر صفات زراعی در اثر سال معنی‌دار شده‌اند (جدول ۳) و عملکرد دانه در سال اول بسیار بیشتر از عملکرد دانه در سال دوم است (شکل ۲). به نظر می‌رسد کاهش عملکرد در سال دوم، علاوه بر تفاوت شرایط رطوبتی و دما در آخر فصل این سال با سال اول اجرای تحقیق، بیشتر به دلیل کشت مداوم و رعایت نکردن آیش باشد. زمین انتخابی برای آزمایش، در ابتدا دارای کشت گندم و پیش از آن آیش بوده است. بدین ترتیب کشت برنج سال اول آزمایش در بقایای گندم و شرایط آیش پیش از آن، صورت گرفت. اما کشت برنج سال دوم آزمایش در بقایای گندم و در شرایط کشت سه محصول گندم، برنج و گندم قبل‌تر صورت گرفت. از این رو به نظر می‌رسد با وجود کشت‌های مداوم، زمین برای سال دوم آزمایش ضعیف شده و عملکرد کاهش یافته است.



شکل ۲- مقایسهٔ میانگین عملکرد برنج در دو سال اجرای تحقیق، روش‌های خاک‌ورزی-کاشت و مقادیر متفاوت بذر

Fig. 2- Comparison of average rice yield in two years of research, tillage-planting methods and different seed rates

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین دو ساله صفات زراعی*

Table 4- Comparison of two-year mean of agronomic traits*

شاخص برداشت (٪) Harvest Index (%)	وزن هزار دانه 1000. Seed. Wt. (g)	درصد باروری (٪) Fertility percentage (%)	دانه در خوشه Grains per Spike (grain. no. sp. no)	خوشه در متر مربع Spikes per sq. meter (sp.no.m^{-1})	ارتفاع بوته Plant height (cm)	عملکرد بیولوژیک Bio. Yield (kg. ha^{-1})		عامل Factor
							Year:	**سال:**
32.5b	21.3b	82.4a	85.2a	250a	67.2b	14260a	First year	سال اول
40.4a	23.2a	78.9b	66.1b	271.8a	70.8a	5714b	second year	سال دوم
							Tillage planting:	**خاک‌ورزی-کاشت:**
38.6a	21.6b	81.4a	77.6a	279.7a	70.2a	9573a	Strip-till-drill	خاک‌ورز-کاشت نواری (T_1)
33.9b	22.8a	79.2a	77.5a	238.5a	68.6a	10738a	Twice disk + grain drill	دو بار دیسک+خطی‌کار (T_2)
36.8ab	22.2ab	81.3a	71.6a	264.4a	68.4a	9651a	No tillage	بی‌خاک‌ورزی (T3)
							Seed rate:	**میزان بذر:**
37.2a	22.3a	81.2a	75.3a	257.2a	68.9a	9942a	50 kg.ha^{-1}	۵۰ کیلوگرم در هکتار (A_1)
36.6a	22.3a	80.8a	75.4a	260.2a	69.8a	10517a	75 kg.ha^{-1}	۷۵ کیلوگرم در هکتار (A_2)
35.4a	22a	79.9a	76.1a	265.3a	68.3a	9503a	100 kg.ha^{-1}	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (A_3)

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد احتمال تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, the averages that have common letter(s) do not differ significantly at the 5% level.

جدول ٥- مقایسهٔ میانگین دو ساله صفات زراعی مربوط به اثر متقابل سال و میزان بذر*

Table 5- Comparison of two-year average of agronomic traits related to the interaction of year and seed rate*

شاخص برداشت (٪) Harvest Index (%)	وزن هزار دانه 1000. Seed. Wt.(g)	درصد باروری (٪) Fertility percentage (%)	دانه در خوشه Grains per Spike (grain. no. sp. no)	خوشه در متر مربع Spikes per sq. meter (sp.no.m^{-1})	ارتفاع بوته Plant height(cm)	عملکرد بیولوژیک Bio. Yield (kg. ha^{-1})	عملکرد دانه Grain yield (Kg. ha^{-1})	سال × میزان بذر Year× Seed rate (YA)	
32.4b	21.7ab	83.1a	83.7a	237.6c	66.1a	13659b	4251b	A_1	Y_1
32.8b	21.1b	82.1a	85.6a	273.8b	68.4a	15380a	4938a	A_2	Y_1
32.2b	20.9b	82a	86.1a	238.7c	66.9a	13743b	4233b	A_3	Y_1
42.1a	22.9a	79.3a	67.1b	276.8b	71.8a	6226c	2516c	A_1	Y_2
40.5a	23.6a	79.5a	65.2b	246.7c	71.1a	5654c	2333c	A_2	Y_2
38.7ab	23a	77.8a	66.1b	292a	69.7a	5263c	2199c	A_3	Y_2

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح ۵ درصد احتمال تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, the averages that have common letter(s) do not differ significantly at the 5% level.

بر اساس تجزیهٔ مرکب، عامل اصلی مورد تحقیق یعنی روش‌های خاک‌ورزی-کاشت از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری نشان نداده‌اند (جدول ۳). این عامل در دیگر صفات زراعی نیز به جز وزن هزار دانه و شاخص برداشت اثر معنی‌داری ندارد. همچنین اثر متقابل روش خاک‌ورزی و سال، با وجود تفاوت شرایط رطوبتی دو سال آزمایش و محصولات کاشته شده در قبل، از نظر عملکرد معنی‌دار نیست (جدول ۳) و این مسئله بیشتر به متأثر نبودن عملکرد برنج از روش خاک‌ورزی مرتبط است. نتیجه‌ای که بسیاری از تحقیقات چندین ساله در داخل کشور(Gilani, 2008) و در خارج (Seth *et al.*, 1971; Ambossa-Kiki *et al.*, 1996) در شرایط متفاوت کشت برنج همچون وجود مالچ یا کشت غرقابی، به آن اذعان کرده‌اند و در این تحقیق در شرایط خشکه‌کاری به دست آمده است. از طرفی دیگر، این امر تائیدی است بر توانمندی ماشین‌های خاک‌ورزی-کاشت مانند دستگاه خاک‌ورز-کاشت نواری مونتاژ شده و نیز بی‌خاک‌ورز در پخش و جایگذاری بذرهای برنج، به گونه‌ای که عملکرد دانه در سه روش خاک‌ورزی-کاشت نزدیک به هم است (به میزان ۳۴۹۰، ۳۳۴۴ و ۳۴۲۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای خاک‌ورز-کاشت نواری، دو بار دیسک + خطی‌کار و بی‌خاک‌ورزی) (جدول ۴).

با توجه به متأثر نبودن عملکرد برنج از روش‌های خاک‌ورزی-کاشت مورد ارزیابی، به نظر می‌رسد در انتخاب و توصیهٔ روش بهتر خاک‌ورزی-کاشت باید به عامل یا عواملی جز عملکرد دانه توجه کرد. همان‌طور که در بخش ارزیابی فنی گفته شد، خاک‌ورز-کاشت نواری کمترین هزینه و نیز کمترین مصرف سوخت را دارد (جدول ۲) و از طرف دیگر می‌توان با اصلاح و بهینه‌سازی آن، مدت زمان اجرای عملیات را کمتر و در نتیجه ظرفیت مزرعه‌ای را بهبود بخشید. در واقع، اگر چه خاک‌ورز-کاشت نواری از نظر ظرفیت مزرعه‌ای بهتر از روش مرسوم دو بار دیسک + خطی‌کار است ولی نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی فاصله زیاد دارد. کشیدن دو ابزار خاک‌ورز و کارنده در این روش وقتی پشت سرهم بسته شوند، باعث کاهش سرعت و مانور خصوصاً در دور زدن‌های سر مزرعه می‌شود و از این‌رو ترکیب این دو ابزار در یک دستگاه می‌تواند با حفظ نقاط قوت، این نقیصه را برطرف کند. از طرفی دیگر این روش برعکس بی‌خاک‌ورزی نیاز به تراکتور با قدرت و قیمت بالا ندارد و با تراکتورهای مرسوم سازگاری کاملی دارد.

عامل فرعی، یعنی مقدار بذر، از نظر عملکرد دانه در تجزیهٔ مرکب معنی‌دار شده است. غلات و خصوصاً برنج، قدرت بالایی در پنجه‌زنی و افزایش خوشه در واحد سطح دارند و این موضوع با مراقبت‌های زراعی از جمله تغذیه و کنترل علف‌های هرز و تا حدودی کنترل آفات و بیماری‌ها افزایش می‌یابد. در مقابل، رقابت درون گروهی وجود دارد که بر میزان دانه در خوشه و وزن هزار دانه تأثیر می‌گذارد. از این‌رو می‌بینیم در سال اول میزان بذر ۷۵ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم میزان بذر ۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشته‌اند و در هر دو سال میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را داشته است (جدول ۵). بدین ترتیب نمی‌توان میزان بذر ۷۵ کیلوگرم در هکتار را توصیه کرد که در مجموع در تجزیه مرکب دو ساله بالاترین عملکرد را به دست آورده (جدول ۴). میزان بذر ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز می‌تواند در شرایطی منجر به عملکرد بیشتری شود و این مورد به طور مستقیم با میزان مراقبت‌های زراعی، رعایت

تاریخ کاشت و شرایط زمین از نظر آیش‌گذاری مرتبط است؛ تجربه‌های عملی و نیز تحقیقات انجام شده (Sahi *et al*., 1976; Gilani, 2011) مؤید این موضوع است. نتایج تحقیقات در ایران (Gholami Rezvani *et al*., 2015) و نیز در دیگر کشورها (Akbar & Ehsanullah, 2004; Dongarwar *et al*., 2018) در بارهٔ کشت مستقیم برنج، به بالاتر بودن عملکرد در میزان بذر ۸۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار دلالت دارد و نتایج سال اول این پژوهش تا حدودی به این نتایج نزدیک است. اما همان‌طور که پیش از این هم گفته شد، شرایط زمین در سال دوم به دلیل کشت مداوم ضعیف شده و باعث افزایش رقابت درون گروهی، خصوصاً در میزان بذر بیشتر گردیده و از این‌رو در این سال عملکرد بیولوژیک، دانه در خوشه و تا حدودی درصد باروری به نفع میزان بذر کمتر پیش رفته است (جدول ۵) و در نتیجه بیشترین عملکرد دانه در این سال به میزان بذر ۵۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص یافته است.

اثر متقابل دو عامل خاک‌ورزی-کاشت و میزان بذر از نظر عملکرد دانه معنی‌دار نیست. به عبارت دیگر هر یک از روش‌های خاک‌ورزی-کاشت در میزان‌های متفاوت بذر از نظر عملکرد تفاوت نداشته‌اند و نسبت به میزان بذر حساسیت نشان ندادند و این موضوع بر قوت متأثر نبودن عملکرد از روش‌های خاک‌ورزی-کاشت در برنج افزوده است. از این‌رو، روش خاک‌ورزی-کاشت برنج باید بر اساس سایر فاکتورها همچون عوامل فنی، اقتصادی و خصوصاً حفظ خاک انتخاب شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی-کاشت خشکه‌کاری برنج اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد وجود ندارد و از این‌رو روش‌های کم‌هزینه به خصوص با کمترین آسیب به خاک توصیه می‌شود.

بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی-کاشت خشکه‌کاری برنج، روش کم‌خاک‌ورزی با دستگاه خاک‌ورز-کاشت نواری مونتاژ شده، با دارا بودن کمترین مصرف سوخت و هزینه توصیه می‌شود. اصلاح و بهینه‌سازی این دستگاه می‌تواند آن را از نظر ظرفیت مزرعه‌ای به روش بی‌خاک‌ورزی نزدیک کند.

بین مقادیر مختلف بذر، در سال اول میزان بذر ۷۵ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم میزان بذر ۵۰ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه را به دست آورده است و بنابراین بسته به رعایت تاریخ کاشت، میزان مراقبت‌های زراعی و نیز شرایط زمین از نظر آیش‌گذاری می‌توان این محدوده را برای خشکه‌کاری برنج مدنظر قرار داد.

مراجع

Abbaspour, Y., Khalilian, A., Alimardani, R., Keyhani, A. R., & Sadati, H. (2005). *Energy saving with variable depth tillage. Proceedings of the 27th Annual Southern Conservation Tillage System Conference*. June 27–29, South Carolina, USA.

Akbar, N., & Ehsanullah, B. (2004). Agro- Qualities responses of direct seeded fine rice to different seeding densities. P*akistan Journal* of *Agricultural Sciences*, *41*, 76-79.

Almassi, M., Kiani, S., & Loveimi, N. (2015). *Principles of agricultural mechanization*. Gofteman Andishieh Maaser Press. Iran. (in Persian)

Ambossa-Kiki R., Abobaker, Y., & Boulama, T. (1996). Zero-tillage for rice production on Cameroonian vertisols. *Soil and Tillage Research, 39*(1-2): 75-84.

Bram, G., Monica, M., Yusuke, U., Ken, D. S., Marco, L. G., Katrien, V., Luc, D., & Jozef, D. (2007). Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *Applied Soil Ecology, 37,* 18-30.

Calcante, A., & Oberti, R. (2019). A Technical-economic comparison between conventional tillage and conservative techniques in paddy-rice production practice in northern Italy. *Journal of Agronomy, 9,* 1-14.

Dehghan, A., & Almassi, M. (2005). The effect of different tillage methods on energy consumption indices, yield and yield components of rice cultivars using dry seeding method in Shavour area of Khuzestan. (M. Sc. Thesis), Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. (in Persian)

Dongarwar, U. R., Patke, N., Dongarwar L. N., & Kashiwar, S.R. (2018). Impact of different seed rates on yield and economics of direct seeded rice in eastern Vidharbha zone of Maharashtra, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7*(3): 32-42.

Free, G. R. (1960). Minimum tillage for soil and water conservation. *Agricultural Engineerng, 41,* 96-99.

Gholami Rezvani, N., Esfahani, M., Kaabi Rahnama, Sh., Aalami, A., & Nahvi, M. (2015). Effect of seed rate on grain yield and yield yomponents of rice (cv. Hashemi) in direct seeding methods. *Seed and Plant Production, 31,* 37-56. (in Persian)

Gilani, A. (2008). The effect of minimum tillage methods with wheat stubble mulch on yield and yield components of three rice cultivars under dry seeding condition in Khuzestan. *Reserch Report*. Rice Research Institute of Iran. (in Persian)

Gilani, A. (2011). The effect of Trichoderma biological fungicide application and different seed rates on yield and yield components of three rice cultivars under dry seeding condition in Khuzestan. *Research Report*. Rice Research Institute of Iran. (in Persian)

Habibi Asl, J., & Goosheh, S. A. (2017). Design, construction and evaluation of active strip tillage machine attachable to seed drill. *Agricultural Mechanization and Systems Research, 18,* 119-132. (in Persian)

Habibi Asl, J., Loveimi, N., & Gilani, A. (2010). Mechanized dry seeding methods for rice in Khuzestan. *Journal of Agricultural Engineering Research, 10*(1): 81-96. (in Persian)

Herridge, D. F., & Holland, J. F. (1992). Production of summer crops in Northen New South Wales: Effects of tillage and double cropping on growth, grain and N yields of six crops. *Australian Journal of Agricultural Research, 43,* 105-122.

Ito, M., Matsumoto, T., & Quinones, M. A. (2007). Conservation tillage practice in sub-Saharan Africa: The experience of Sasakawa Global 2000. *Crop Protection, 26,* 417-423.

Jacobs, C. O., & Harrel W. R. (1983). *Agricultural power and machinery*. McGraw Hill Book Co. New York.

Lee, K. S., Park, S. H., Park, W. Y., & Lee, C. S. (2003). Strip tillage characteristics of rotary tiller bludes for use in a dryland direct rice seeder. *Soil and Tillage Research. 71*, 25-32.

Lithourgidis, A. S., Dhima, K. V., Damalas, C. A., Vasilakoglou, I. B., & Eleftherohorinson, I. G. (2007). Tillage effects on wheat emergence and yield at varying seeding rates, and on labor and fuel consumption. *Crop Science, 46*, 1187-1192.

Nyagumbo, I. (1999). Conservation tillage for sustainable crop production systems: Experiences from on-station and on-farm research in Zimbabve. *Soil and Water Conservation, 9*, 108-115.

Rajabzadeh, M. (1997). Effects of plant density on yield and yield components of rice in Isfahan (M. Sc. Thesis), Faculty of Agriculture. Isfahan University of Technology. Isfahan. Iran. (in Persian)

Sahi, H. L., Gill, P. S., & Khind, C. S. (1976). Effect of number of seeding per hill and spacing on growth and yield of rice. *Indian Journal of Agronomy*, *21*, 392-395.

Seth, A. K., Khaw, C. H., & Fua, T. M. (1971). *Minimal and zero tillage techniques and post-planting weed control in rice. Proceedings of the Third Asian-Pacific Weed Science Society Conference*. DOI: 10.1080/09670877109413329.

Tisdall, J. M., & Oades, J. M. (1982). Organic matter and water- stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science, 33*, 141-63.

Torabi Jafroodi, A., Adibi, S., & Hasanzade, A. (2017). Energy balance and economic analysis of local and improved rice cultivars in Gilan province. *Agronomy Journal*, *104*, 21-28. (in Persian)

Ying, C., Tessier, S., & Irvine, B. (2004). Drill and crop performances as affected by different drill configurations for no-till seeding. *Soil and Tillage Research*, *77*, 147-155.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.22/No.77/Spring2021/P:85-100

Research Paper

Evaluation of Different Tillage-Planting Methods and Different Seed Rates under Dry Seeding of Rice

A. A. Gilani*and N. Loveimi

*Corresponding Author: Assistant Professor, Lhouzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran. Email: Email: gilani.abdolali@yahoo.com
Received: 28 January 2020, Accepted: 13 March 2021

Abstract

The area in which conservation tillage is used, and also the area in which cultivation of dry seeding method of rice is used, both, due to their advantages, are increasing. This study was done in two years (2014-2016) in Khuzestan province to compare different conservation tillage methods. The experiments were based on split plot with randomized complete blocks design with two factors and three replications under dry seeding of rice. The main factor included different methods of tillage and sub-factor included different seed rates. The main factor treatments were: strip-till-drill, twice disk + grain drill, and no tillage (direct planting) and the sub-factor treatments were: 50, 75 and 100 kg.ha^{-1} of seed rates. The analysis of variance of technical parameters showed significant difference in all indices. Comparison of data showed that twice disk with 31.6 L.ha^{-1}, no tillage with 1.62 ha.h^{-1} and twice disk with 1.5 million Rials per hectare had the highest value in fuel consumption, field capacity and costs per hectar, respectively, and strip-till-drill with 8.6 L.ha^{-1}, twice disk with 0.48 ha.h^{-1} and strip-till-drill with 1.1 million Rials per hectare had the lowest value in those indices. Analysis of variance in two years of agronomic traits showed that tillage methods had significant effects only on 1000 grain weight and harvest index, and no effects on other indices. Among tillage methods, strip-till-drill with 3490 kg.ha^{-1} and twice disk with 3344 kg.ha^{-1} had the highest and lowest yield, respectively.

Keywords: Economic Parameters, Minimum Tillage, No Tillage, Strip-till-drill, Technical Parameters

© 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)