مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۰/ شماره ۱/سال ۱۳۸۸/ص ۹۶-۸۱

بررسی و مقایسه سه روش خشکه‌کاری مکانیزه ارقام مختلف برنج در خوزستان

جعفر حبیبی اصل*، نعیم لویمی و عبدالعلی گیلانی**

* نگارنده مسئول، نشانی: اهواز، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. ص. پ. ۳۳۴۱-۶۱۳۳۵، تلفن: ۳۷۳۷۴۱۹ (۰۶۱۱)، پیام‌نگار: **jhabibi139@yahoo.com**

** به‌ترتیب اعضای هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان؛ و عضو هیئت علمی بخش تحقیقات برنج مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۵

چکیده

به منظور دستیابی به روش یا روش‌های مناسب خشکه‌کاری مکانیزه برنج با استفاده از بذر خشک و نیز پیدا کردن ارقامی مناسب برای هر روش، آزمایشی به صورت کرت‌های نواری در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل (رقم و روش بذرکاری) و سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور (خوزستان) اجرا شد. برای این منظور سه رقم برنج عنبوری قرمز، چمپا، و دانیال (LD183) در کرت‌های نواری افقی و سه روش بذرکاری مکانیزه شامل خطی‌کار (برزگر همدانی)، ردیف‌کار (جهت کپه‌کاری) و بذرپاش گریز از مرکز (سانتریفوژ) در کرت‌های نواری عمودی قرار گرفتند. صفات مورد بررسی در ارقام برنج شامل عملکرد و اجزای عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در واحد سطح و درصد باروری بود. دستگاه‌های کاشت نیز از نظر درصد جوانه‌زنی، میزان مصرف سوخت، ظرفیت مزرعه‌ای، و شاخص یکنواختی کاشت بذر در فواصل طولی و عرضی ارزیابی شدند. نتایج تجزیهٔ واریانس دو ساله نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر سال، رقم، و اثر متقابل آنها قرار دارد. رقم دانیال با متوسط ۷۲۴۶ و رقم چمپا با متوسط ۵۶۶۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را داشتند. از میان شاخص‌های زراعی، تفاوت بین روش‌های کاشت فقط از نظر تعداد خوشه در واحد معنی‌دار بود، به‌طوری‌که خطی‌کار با ۳۲۹ و ردیف‌کار با ۲۸۹ خوشه در متر مربع به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد را داشتند. بین بذرکارها از نظر تمام شاخص‌های فنی، اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای و کمترین مصرف سوخت از روش کاشت با سانتریفوژ به‌دست آمد. از لحاظ شاخص‌های یکنواختی فواصل طولی و عرضی بذرهای، ردیف‌کار با ۶۸/۸ درصد برای فواصل طولی و ۸۹/۷ درصد برای فواصل عرضی، بالاترین سطح یکنواختی کاشت را داشت. در مجموع، با توجه به نتایج عملکرد محصول، هر یک از روش‌های کاشت را (با توجه به امکانات زارع) می‌توان به کار بست، اما ردیف‌کار جهت کپه‌کاری با مصرف بذر کمتر (۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم در هکتار) و شاخص‌های یکنواختی کاشت بالاتر، مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی

ارقام برنج، خشکه‌کاری، خوزستان، کشت مکانیزه

مقدمه

برنج به دو شیوه مستقیم و نشایی در استان خوزستان کشت می‌شود که روش مستقیم بیش از نیمی از سطح زیر کشت استان را پوشش می‌دهد. در چند سال گذشته و به دنبال آزمایش‌های مشاهده‌ای متعدد، امکان استفاده از روش خشکه‌کاری با استفاده از بذرهای خشک در شیوهٔ کشت مستقیم، مشخص و برتری این روش از نظر تراکم و درصد سبز مطلوب مزرعه، کاهش میزان آب مصرفی و تلفات بذر، و نیز سهولت تهیهٔ زمین و عملیات کاشت نسبت به روش رایج منطقه نشان داد. در این شیوه کاشت، بعد از تهیه زمین، بذرهای خشک برنج (خیس نشده و جوانه‌نزده) با روش‌های مختلفی همانند بذرپاش سانتریفوژ یا انواع کارنده در خاک خشک کشت می‌شوند و مزرعه پس از کرت‌بندی به روش غرقابی آبیاری می‌شود. درحالی‌که در روش مرسوم، بعد از تهیهٔ زمین، مزرعه کرت‌بندی و غرقاب و سپس بذر جوانه‌دار

© 2012,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

به‌صورت دست‌پاش در سطح کرت کشت می‌شود (Gilani & Kariminejad, 2006).

کاشت مستقیم برنج در آمریکا به صورت مکانیزه است که در آن بذر خشک برنج با هواپیما روی کرت‌هایی با ارتفاع آب ثابت ۲۰-۱۵ سانتی‌متر پاشیده می‌شود. در کشور ما نیز در برخی از مناطق مانند اهر، مشکین‌شهر، و میانه، برنج به صورت مستقیم کشت می‌شود (Okhowat & Vakili, 1997).

نشاکاری مکانیزه نیاز به تکنولوژی خاص در زمینهٔ تهیهٔ خاک، جعبه نشا، گلخانه، ماشین نشاکار، و بستر مناسب دارد، حال آنکه سیستم مکانیزه کشت مستقیم به تکنولوژی ساده‌تر و به ماشین و کار کمتری نیاز دارد. تجربیات کشورهای پیشرفته دنیا در مورد کشت مستقیم و عملکرد بالای آن و موفقیت بررسی‌های اخیر در کشت مستقیم ارقام پاکوتاه در سطوح کوچک، ایجاب می‌کند تا این روش از نظر عملکرد و مسایل اقتصادی و اجتماعی و زیست محیطی در سطوح وسیع و از همهٔ جوانب بررسی شود (Soleimani, 1994).

مزیت مهم کاشت مستقیم برنج، کاهش کارگر و زمان مورد نیاز در مقایسه با نشاکاری گزارش شده است (Lee *et al*, 1996).

در تایلند نیز به علت افزایش هزینه های کارگری و احتمال کمبود آب کافی در زمان نشاکاری که مشکل تلفات نشاها را در پی داشت، طی سال‌های اخیر کشت مستقیم برنج خصوصاً خشکه کاری جایگزین نشاکاری شده است (Naklang *et al*, 1997).

کاشت مستقیم برنج با ماشین علاوه بر کاهش هزینهٔ کارگری می‌تواند سرعت جوانه‌زنی بذرها را به‌دلیل یکنواختی عمق کاشت بهبود بخشد و در نتیجه عملکرد را افزایش دهد (Sawada *et al.*,1996).

یکی از راه‌های کاهش هزینهٔ تولید برنج، تغییر شیوهٔ کشت این محصول از نشاکاری به کاشت مستقیم بذر است که البته با مشکلاتی نیز همراه است مانند ناسازگار بودن ماشین آلات مختلف، نامناسب بودن واریته‌های محلی و پرمحصول برای کشت مستقیم، و ناکافی بودن آگاهی‌های لازم نسبت به مسایل خاص آگرونومی مرتبط با کشت مستقیم برنج، که باید دربارهٔ این مسائل بررسی بیشتری شود (Nasirian, 1994).

در تحقیقی در اصفهان، با مقایسهٔ دو شیوهٔ کاشت مستقیم ردیفی و نشاکاری مشخص شد که شیوه کاشت و تراکم بوته بر رشد و روند پنجه‌زنی ارقام مؤثرند. عملکرد دانه در روش کشت مستقیم تفاوت معنی‌داری با عملکرد دانه در روش نشایی نداشت. همچنین کشت مستقیم ردیفی هزینهٔ کمتری نسبت به نشاکاری داشت (Ghalavand & Madandoost, 1998).

محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 1998) با مقایسهٔ روش خشکه‌کاری با استفاده از بذر خشک و نشاکاری برنج در آمل اعلام کردند، که در روش خشکه‌کاری عملکرد دانه بیشتر و مصرف آب کمتر است.

روش خشکه‌کاری در خاک‌های خشک، در ایالات متحده و استرالیا، و در جاهایی که برنج کاملاً به صورت مکانیزه تولید می‌شود متداول‌تر است (Singh & Bhattacharyya, 1989). بررسی یک مدل تغییر است شکل یافته از کارنده استوانه‌ای (Drum seeder) در ایری (IRRI) در سال ۱۹۹۸ نشان داد که روش خشکه‌کاری نسبت به روش نشاکاری از نظر اقتصادی و صرف وقت مزایایی قابل توجه دارد و با این دستگاه، دو کارگر می‌توانند ۰/۵۴ هکتار را در یک روز کشت کنند (Rajendran *et al.*, 1998).

مقایسهٔ سه روش کشت مستقیم با دستگاه شامل خطی‌کار دستی سه ردیفه، خطی‌کار دامی دو ردیفه، و خطی‌کار دامی یک ردیفه با روش مرسوم دست‌پاش نشان دادکه دستگاه دو ردیفهٔ دامی با ۲/۵ تن در هکتار عملکرد دانه و کشت دست‌پاش با ۱/۵ تن در

هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین تولید را داشته‌اند (Subudhi *et al.*, 1999).

همزمانی کشت برنج با گرمای طاقت فرسای تابستان، مصرف بالای آب، نیاز به نیروی کار زیاد و پایین بودن بازده مزرعه‌ای از جمله مشکلات بارز روش نشاکاری برنج در منطقه خوزستان است. این آزمایش به منظور دست‌یابی به یک روش کشت مکانیزه و انتخاب رقم یا ارقامی مناسب برای هر روش طراحی و اجراء شد.

روش تحقیق

این پژوهش به‌صورت آزمایش کرت‌های نواری[1] (Strip Plot) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار در کرت‌هایی به ابعاد ۲۰×۱۵ متر در سال ۱۳۸۳-۱۳۸۲ در ایستگاه شاوور (خوزستان) اجراء شد. ایستگاه تحقیقاتی شاوور در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی واقع شده است. ارتفاع ایستگاه از دریا ۳۲ متر، میانگین بارندگی ۲۰ ساله و حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۲۴۲ میلی‌متر و ۱۹ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک لوم‌سیلتی‌رسی، pH آن حدود ۷/۶ و شوری خاک ۲-۳ دسی زیمنس بر متر است.

در این تحقیق کرت‌های نواری افقی برای سه رقم برنج (عنبوری قرمز، چمپا، و دانیال) و کرت‌های نواری عمودی نیز برای سه روش بذرکاری مکانیزه شامل خطی‌کار جوی و پشته‌ای غلات (برزگر همدانی به عرض کار ۳ متر با موزع شیاری حجمی و شیاربازکن کفشکی)، ردیف‌کار جاندیر (چهار ردیفه با موزع صفحه‌ای مکانیکی) جهت کپه‌کاری، و بذرپاش گریز از مرکز (با پخش‌کننده صفحه‌ای) که بعد از آن برای پوشاندن بذرهای لحاظ شده، از دیسک استفاده شد.

عملیات کاشت، به صورت خشکه‌کاری در اوایل خرداد آغاز شد. زمین، به صورت مرسوم (استفاده از گاوآهن برگردان‌دار+ دو پاس دیسک + ماله) در بقایای ایستادهٔ گندم از کشت قبلی و در رطوبت وزنی ۱۷ درصد تهیه شد. مقدار بذر مصرفی در دو روش بذرکاری با خطی‌کار و سانتریفوژ، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و در بذرکاری با ردیف‌کار بر اساس وزن هزار دانه، تعداد ۵-۶ بذر در هر کپه و تراکم ۲۵×۲۵ سانتی‌متر برای رقم دانیال و ۲۰×۲۰ سانتی‌متر برای ارقام محلی تعیین شد. میزان مصرف بذر در روش کپه‌کاری با ردیف‌کار، به دلیل ماهیت کاشت، ۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. دلیل کمتر بودن میزان مصرف بذر در این روش نسبت به روش‌های استفاده از خطی‌کار و بذرپاش سانتریفوژ، ماهیت کشت کپه‌ای است. در روش کشت کپه‌ای میزان مصرف بذر با توجه به الگوی کاشت تعیین می‌شود و الگوی کاشت در این روش مانند روش نشاکاری، کشت با فاصله ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر بسته به نوع رقم است. سرعت بذرپاشی با سانتریفوژ ۴ تا ۵، با خطی‌کار ۷، و با ردیف‌کار ۵/۵ کیلومتر بر ساعت بود. آبیاری از زمان کاشت تا مرحلهٔ ۲ تا ۳ برگه شدن گیاهچه‌ها (با تناوب ۲ تا ۳ روز)، به صورتی تنظیم شد که رطوبت خاک، در حد اشباع باشد اما پس از این مرحله، کرت‌ها با حفظ ارتفاع ثابت ۳ تا ۴ سانتی‌متر آب روی سطح خاک و ورود و خروج دائم آن در روز و قطع آب شبانه، آبیاری شدند. همچنین در دورهٔ رشد بر حسب ضرورت آب در مراحل نموی، پایان پنجه‌زنی، و ساقه‌دهی به مدت ۴ تا ۵ روز قطع شد. کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و توصیه‌های فنی به میزان ۲۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار برای ارقام محلی و ۳۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار برای رقم دانیال به صورت ۴۰ درصد پایه (۱۵ تا ۲۰ روز پس از کاشت) و ۶۰ درصد باقیمانده نیز در دو قسط مساوی به‌عنوان سرک‌های اول و دوم به‌ترتیب در اوایل شکل‌گیری جوانه اولیهٔ خوشه (۳۵ تا ۴۵ روز پس از مصرف پایه) و ابتدای آبستنی (۳۰ تا ۳۵ روز پس از سرک اول) مصرف شد. کود فسفردار (P_2O_5) به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع فسفات آمونیم، کود

1- Strip Plot

پتاسیم‌دار به مقدار ۱۰۰ و کود دارای عنصر روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار از منابع سولفات همزمان با کود پایه به کار گرفته شد. با علف‌های هرز به صورت تلفیقی مبارزه شد: وجین دستی و مصرف سم توفوردی به میزان ۱/۵ تا ۲ لیتر در هکتار، ۳۰ تا ۳۵ روز پس از سبز شدن. در زمان برداشت (اواخر آبان ماه)، پس از حذف حاشیهٔ هر کرت، محصول درون سه نقطهٔ تصادفی با انداختن کادر ۱×۱ متر با دست برداشت شد. خوشه‌های برداشت شده در هوای آزاد قرار داده شدند و پس از خشک شدن و رسیدن رطوبت وزنی دانه‌ها به ۱۴ درصد، خرمن‌کوبی آغاز پذیرفت.

شاخص‌های مورد بررسی در ارقام برنج

در این آزمایش، تعداد خوشه در واحد سطح در زمان برداشت با کادرهای یک مترمربعی از ۵ نقطه در هر کرت تعیین شد. درصد باروری، تعداد دانه در خوشه، و وزن هزار دانه- با برداشت ۲۰ خوشهٔ اصلی (اولین خوشه‌های ظاهر شده در داخل کرت) که در زمان ظهور خوشه با روبان رنگی مشخص شده بودند- برآورد شد. ارتفاع بوته، با اندازه‌گیری طول ۱۵ بوته از محل طوقه تا انتهای خوشه، بدون احتساب ریشک، به‌صورت تصادفی مشخص شد. میزان مادهٔ خشک کل و شاخص برداشت با کف‌بر کردن ۴ نمونه ۰/۲۵×۰/۲۵ متر و خشک کردن آنها در آون با دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد و به مدت دو روز تعیین شد. عملکرد دانه با همین سطح نمونه‌برداری با رطوبت ۱۴ درصد به‌دست آمد. تمامی صفات زراعی پس از تجزیهٔ واریانس ساده و مرکب به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

شاخص‌های عملکردی جهت ارزیابی بذرکارها

در این تحقیق، بذرکارهای مورد استفاده با این شاخص‌ها ارزیابی شدند: چون تعداد و درصد جوانه‌زنی (سبز شدن بذرها)، مقدار سوخت مصرفی، ظرفیت مزرعه‌ای، و یکنواختی فواصل کاشت طولی و عرضی بذرها.

جهت تعیین تعداد گیاهچه سبز شده در واحد سطح و درصد جوانه‌زنی، در هر کرت پنج نقطه به طول ۰/۵ متر و با عرض یک ردیف برای کشت‌های خطی (خطی‌کار و ردیف‌کار) و کادرهای ۵۰×۵۰ سانتی‌متری فلزی برای کشت پخشی به‌طور تصادفی انتخاب و حدود آنها با میخ (برای کشت خطی) یا استقرار کادر فلزی (برای کشت پخشی) مشخص شد. بعد از استقرار و سه برگه شدن گیاهچه‌ها، تعداد بذرهای جوانه زده در محدوده مورد نظر به‌طور دقیق شمارش و ثبت و میانگین تعداد بذرهای جوانه‌زده بر اساس واحد سطح و همچنین درصد جوانه‌زنی از رابطهٔ ۱ محاسبه شد (Karayel & Özmerzi, 2002).

$$PE = \frac{n}{N} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن، PE= درصد جوانه زدن بذرها در خاک (سبز شدن مزرعه)؛ n= تعداد بذرهای جوانه زده یا گیاهچه‌های شمرده شده در واحد سطح؛ N= تعداد کل بذرهایی است که به‌صورت اسمی در واحد سطح کشت شده‌اند.

تعداد کل بذرهای کشت شده در واحد سطح (N) بر اساس وزن هزار دانهٔ بذرهای کشت شده در هر کرت محاسبه شد.

برای تعیین مقدار سوخت مصرف شده، از روش "باک پر" استفاده شد. در این روش، قبل از شروع عملیات مخزن سوخت ماشین کاملاً لبریز و پس از پایان عملیات نیز مجدداً لبریز شد. مقدار سوخت مورد نیاز برای پر کردن مجدد مخزن سوخت در پایان عملیات اندازه‌گیری و برابر مقدار سوخت مصرفی در مساحت یا زمان کار ماشین لحاظ شد. در این طرح به علت کوچک بودن کرت‌ها این شاخص در شرایط مزرعه (کرت‌های بزرگ‌تر و به ابعاد

۵۰×۱۲۰ متر) و برای هر تیمار به‌طور جداگانه تکرار و مقادیر سوخت مصرفی اندازه‌گیری شد.

ظرفیت مزرعه‌ای، از نسبت مساحت مورد عملیات به کل زمان مصرف شده برای اجرای همان عملیات در سطح یک هکتار از مزرعه محاسبه شد. مجموع زمان‌های مفید و دور زدن ماشین در ابتدا و انتهای مزرعه، در هنگام اجرای عملیات با سرعت مناسب، با زمان سنج به‌طور جداگانه برای هر کرت اندازه‌گیری شد (Anon, 1983).

جهت تعیین شاخص یکنواختی فواصل طولی بذرها در ماشین‌های کشت خطی (خطی‌کار و ردیف‌کار)، در سطح میانی کرت فواصل ۳۰ بوته روی یک ردیف اندازه‌گیری شد؛ برای روش کشت پخشی (در بذرپاش سانتریفوژ) نیز ۳۰ بوته به‌طور تصادفی از سطح میانی کرت مشخص و فاصلهٔ هر بوته با چهار بوتهٔ مجاور (در چهار جهت) اندازه‌گیری شد، میانگین چهار عدد به عنوان فاصلهٔ دو بوتهٔ مجاور در آن نقطه در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از روابط ۲ و ۳ شاخص یکنواختی فواصل طولی بذرها محاسبه شد (Anon, 1994).

$$sd_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} S_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} S_i)^2}{n}}{n-1}} \qquad (۲)$$

$$SSE = \frac{S_a - sd_s}{S_a} \qquad (۳)$$

که در آن، SSE= میزان یکنواختی در شاخص مورد نظر؛ S_a= میانگین فواصل اندازه‌گیری شده؛ sd_s= انحراف معیار فواصل؛ S_i= فاصلهٔ اندازه‌گیری شده در نقطهٔ i ام؛ و n= تعداد نمونه‌ها (فواصل) اندازه‌گیری شده است.

جهت تعیین شاخص یکنواختی فواصل عرضی بذرها در ماشین‌های کشت خطی (خطی‌کار و ردیف‌کار)، در سطح میانی کرت با استقرار میله‌ای نازک به طول ۱ متر در وسط ردیف‌ها، فواصل (فواصل عرضی) هر بوته تا این میله اندازه‌گیری و با استفاده از روابط ۲ و ۳ شاخص یکنواختی فواصل عرضی بذرها محاسبه شد (Mohammadi & Mazaheri, 1994). یادآور می‌شود که برای کشت پخشی (سانتریفوژ) به علت نبود خطوط مشخص کشت، شاخص طولی و عرضی به یک شکل و تحت عنوان شاخص یکنواختی پخش بذرها تعریف شده است (Smith *et al*., 1994) که روش اندازه‌گیری آن در قسمت قبل توضیح داده شد. بعضی منابع (از جمله Anon, 1983) به‌جای شاخص یکنواختی فواصل بذرها، شاخص پراکنش فواصل بذرها (بر اساس رابطهٔ ۴) را مدنظر قرار داده‌اند که به هر شکل مجموع این دو شاخص ۱ (۱۰۰ درصد) است و دو شکل بیان یک فاکتور هستند.

$$CV = \frac{sd_s}{S_a} \qquad (۴)$$

که در آن، CV= میزان پراکنش در شاخص مورد نظر (ضریب تغییرات).

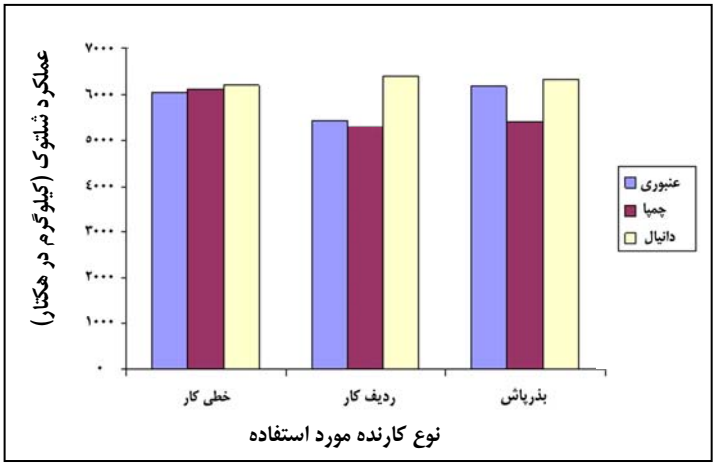
نتایج و بحث

صفات زراعی

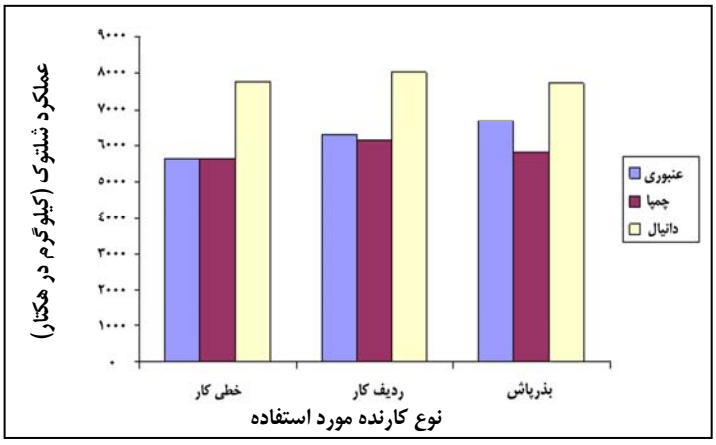
نتایج این آزمایش نشان داد از نظر عملکرد دانه بین سال، رقم، و اثر متقابل رقم در سال تفاوت معنی‌دار است. اما در سایر عوامل اختلافی مشاهده نشد (جدول ۱). رقم دانیال با عملکرد ۷۲۴۶ و ارقام محلی با متوسط ۵۸۱۴ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند. عملکرد سال دوم با میانگین ۶۸۱۱ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد سال اول با میانگین ۵۷۷۳ کیلوگرم در هکتار برتری داشت. بین بذرکارها از نظر عملکرد در هیچ یک از سال‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده

نـشد (جـدول ۲). شـکل‌هـای ۱ و ۲ بـه‌ترتیـب تـأثیر روش‌های مختلف کاشت بر عملکرد شلتوک ارقام مختلـف برنج را در سال‌های اول و دوم آزمایش نشـان می‌دهند.

بـا توجـه بـه تفـاوت بـین ارقـام از نظـر خـصوصیات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی، اختلاف در عملکرد بین ارقـام قابل پیش‌بینی بود اما نبود اختلاف در روش‌هـای مختلـف بذرکاری و اثر متقابل دو فاکتور (رقم و بذرکار)، بـا وجـود تفاوت در میزان بذر مـصرفی را بایـد در عملکـرد و تـراکم نهایی پوشش گیاهی یا افزایش عملکرد تک بوته در تـراکم نسبی جستجو کرد. عملکرد دانه رابطه‌ای مهـم بـا تـراکم بوته دارد به این ترتیب که اگر تراکم از حد مطلوبی بـالاتر رود، عملکرد کاهش می‌یابد، زیـرا بـا افـزایش تـراکم بوتـه سیـستم‌هـای خـودتنظیمی فعـال مـی‌شـوند و وابـستگی عملکرد دانه به تراکم روندی مجانب پیدا می‌کند از این رو می‌توان گفت به رغم متفاوت بودن میزان بذر مصرفی بین ارقـام و روش‌هـای بـذرکاری و نیـز اخـتلاف در قـدرت پنجه‌زنی بین ارقام، سیستم خود تنظیمی باعث شده است که ایـن تفـاوت در روش‌هـای بـذرکاری و اثـر متقابـل دو فاکتور تأثیر نداشته باشد. به همین جهت توجه بـه نقـش تراکم بوته در ایجاد پوشش گیاهی مناسب و بهره‌گیـری از عوامل تولید و تأثیر آن در مبانی و اجـزای تـشکیل‌دهنـدۀ عملکرد بسیار مهم است (Gilani, 2002).



شکل ۱- تأثیر روش‌های مختلف کاشت بر عملکرد شلتوک ارقام مختلف برنج (نتایج سال اول)



شکل ۲- تأثیر روش‌های مختلف کاشت بر عملکرد شلتوک ارقام مختلف برنج (نتایج سال دوم)

اختلاف عملکرد بین دو سال را می‌توان مربوط به شرایط اقلیمی و زمان کاشت دانست. زمان گل‌دهی، تلقیح، و سبز شدن دانه در سال دوم با گرمای کمتری همراه بود که باعث افزایش نسبی عملکرد در آن سال شد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، میزان مادهٔ خشک کل فقط تحت تأثیر سال اختلاف معنی‌داری نشان داد. این اختلاف بیشتر به‌دلیل اختلاف در متوسط دما به‌ویژه در زمان پرشدگی دانه‌ها در دو سال بود. میانگین دمای سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب حداقل ۱۹/۵ و ۱۸/۴ و حداکثر ۳۳/۶ و ۳۲/۸ درجهٔ سانتی‌گراد بود. همچنین مشاهده شد که از نظر آماری بین رقم، روش‌های بذرکاری، و اثر متقابل عوامل تفاوتی وجود ندارد (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که سال اول با ۱۵۹۴۴ کیلوگرم در هکتار بر سال دوم با ۱۲۸۸۹ کیلوگرم در هکتار برتری دارد و در اثر متقابل سال و بذرکار، سال دوم ردیف‌کار با ۱۶۹۴۴ و سال اول خطی‌کار با ۱۳۲۲۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین مادهٔ خشک را داشتند. همچنین بین ارقام، به‌طور نسبی رقم دانیال با متوسط ۱۴۹۳۶کیلوگرم در هکتار، نسبت به دو رقم دیگر دارای مادهٔ خشک کل بیشتری بود (جداول ۲ و ۳).

توزیع مواد فتوسنتزی نقشی مهم در تولید دانه دارد که در این خصوص، ضریب برداشت و نسبت دانه به کاه و کلش آسان‌ترین معیار قابل استناد است. از این رو پس از تجزیهٔ آماری مرکب میزان شاخص برداشت، مشخص شد که این شاخص فقط متأثر از رقم و اثر متقابل رقم در سال است (جدول ۱). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که رقم دانیال با متوسط ۴۷/۷ درصد، نسبت به دو رقم محلی دارای ضریب برداشت بیشتری است اما بین روش‌های بذرکاری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲). در اثر متقابل رقم در سال نیز بیشترین شاخص برداشت (۴۸/۷ درصد) مربوط به رقم دانیال در سال اول بود (جدول ۳).

در این بررسی مشخص شد که از نظر تولید خوشه در واحد سطح بین دو سال و بین روش‌های بذرکاری و اثر متقابل سال و بذرکار تفاوت معنی‌داری وجود دارد در حالی که در سایر موارد اختلافی از نظر آماری مشاهده نمی‌شود (جدول ۱). داده‌ها نشان دادند که بین روش‌های بذرکاری، خطی‌کار با ۳۲۹، و ردیف‌کار با ۲۸۹ بیشترین و کمترین خوشه را در متر مربع داشتند (جدول ۲). علت این اختلاف را می‌توان به تفاوت در میان بذر مصرفی در روش‌های مختلف نسبت داد که باعث رقابت بین بوته ها و پنجه‌های تولیدی می‌شود.

تعداد خوشه در واحد سطح یکی از اجزای تولید برنج است که به‌طورکلی متأثر از تعداد بوته در واحد سطح و تعداد پنجه‌های بارور در هر بوته است. اما هر یک از این دو مقوله خود نیز تحت تأثیر سایر فاکتورهای گیاهی، اقلیمی، و مدیریتی قرار دارد که در این آزمایش می‌توان به ارزش بیولوژیکی بذر (ظرفیت جوانه‌زنی) و تراکم و عمق کاشت اشاره کرد. از این روست که بین روش‌های بذرکاری، در تیمارهای کشت شده با خطی‌کار نسبت به سایر روش‌ها تعداد خوشهٔ بیشتری در واحد سطح مشاهده شد که علت آن آرایش خاص بوته‌ها و فضای اشغال شده و نیز تعداد آنها در واحد سطح است.

تعداد دانه در خوشه یکی از اجزای مهم عملکرد برنج در کشت مستقیم است. در این مطالعه مشخص شد که این صفت فقط بین ارقام از اختلاف معنی‌داری برخوردار است (جدول ۱).

با توجه به مقایسهٔ میانگین‌ها، رقم عنبوری قرمز با متوسط ۱۴۲ دانه، تعداد بیشتری دانه در هر خوشه تولید کرد (جدول ۲). در ارقام محلی که به‌طور ژنتیکی خوشهٔ طویل‌تر، انشعابات بیشتر، و در نتیجه تعداد خوشه بیشتری دارند در شرایط یکسان باروری و محیطی، تعداد دانهٔ بیشتری در هر خوشه خواهند داشت. همچنین، در

موضوع اثر متقابل دو فاکتور رقم و ماشین، بیشترین تعداد دانه در هر خوشه مربوط به رقم عنبوری قرمز با خطی‌کار با متوسط ۱۵۰ دانه در هر خوشه است (جدول ۳).

نتایج تجزیهٔ مرکب دو ساله نشان داد که درصد باروری خوشه بین سال، رقم، اثر متقابل این دو عامل، و نیز اثر متقابل رقم و روش بذرکاری معنی‌دار است (جدول ۱). باروری خوشه در سال اول (۸۳/۵ درصد) از سال دوم (۸۰/۲ درصد) بیشتر بود و همچنین بین ارقام، رقم چمپا با ۸۵/۵ درصد بیشترین و رقم عنبوری قرمز با ۷۸/۱ درصد کمترین میزان باروری خوشه را داشته است (جدول ۲). در موضوع اثر متقابل سال و رقم، رقم چمپا در سال اول با ۸۵/۶ درصد و رقم عنبوری قرمز در سال دوم با ۷۵/۴ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد باروری خوشه را داشته است. در زمینهٔ اثر متقابل رقم و روش بذرکاری، رقم چمپا و کشت با خطی‌کار با ۸۶/۲ درصد بیشترین و رقم عنبوری قرمز و کشت با ردیف‌کار با ۷۴/۰ درصد کمترین میزان باروری را داشته‌اند (جدول ۳).

با توجه به اینکه درصد باروری خوشه بیشتر تابع رقم و شرایط اقلیمی و به خصوص دما و رطوبت در زمان گلدهی و آبستنی است، بنابراین معنی‌دار شدن اختلاف در این شاخص در اثر سال، رقم و اثر متقابل آنها قابل انتظار بود. در خصوص اثر متقابل رقم و روش‌های بذرکاری به‌علت اختلاف در فاصله‌ها و فضای بوته‌ای و در نتیجه تفاوت در شرایط حرارتی و رطوبتی بین بوته‌ای، اختلاف درصد باروری قابل تحلیل است.

تجزیهٔ مرکب دو سالهٔ وزن هزار دانه نشان داد که بین سال، رقم، و اثر متقابل این دو عامل تفاوت معنی‌دار است (جدول ۱)، به طوری که سال دوم با وزن هزار دانه ۲۲/۳ بر سال اول با۲۱/۱ گرم برتری داشت و بین ارقام نیز رقم دانیال با ۲۳/۲ گرم بیشترین و عنبوری قرمز با ۲۰/۵ گرم کمترین وزن هزار دانه را دارا بودند (جدول ۲). در زمینهٔ اثر متقابل این دو عامل، رقم دانیال در سال دوم با ۲۳/۸ و رقم عنبوری قرمز در سال اول با ۲۰/۱ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۳). وزن هزار دانه از جمله صفات وابسته به واریته است ولی تا حدود زیادی تحت تأثیر عوامل اقلیمی از جمله دما در دورهٔ پرشدن دانه و رسیدگی آن است. بنابراین معنی‌دار شدن آن در اثر سال با توجه به اختلاف اقلیمی و حرارتی دو سال، قابل انتظار بود.

نتایج تجزیهٔ مرکب دو ساله نیز نشان داد که ارتفاع بوته تحت تأثیر ارقام و سال دارای تفاوت معنی‌دار است درحالی‌که در سایر عوامل از جمله بین روش‌های بذرکاری و اثر متقابل آنها اختلافی از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۱). با توجه به مقایسهٔ میانگین‌ها، به‌طورکلی ارقام محلی ارتفاع بوته بیشتری داشتند و رقم چمپا با ۱۳۴/۲ سانتی‌متر و رقم دانیال با متوسط ۸۷/۳ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین طول بوته را داشتند. همچنین، سال دوم با ۱۲۳/۲ بر سال اول با ۱۱۳/۴ سانتی‌متر از نظر ارتفاع بوته برتری داشت اما بین روش‌های بذرکاری، به‌طور نسبی، بذرکاری با ردیف‌کار با متوسط ۱۱۹/۷ سانتی‌متر ارتفاع بوته بیشتری داشت (جدول ۲).

شاخص‌های عملکردی بذرکارها

نتایج مقایسهٔ درصد جوانه‌زنی در روش‌های بذرکاری نشان داد که از این لحاظ بذرکارها دارای اختلاف معنی‌دار

بودند؛ بذرپاش سانتریفوژ با ۸۰/۹ درصد جوانه‌زنی در بالاترین سطح قرار داشت و ردیف‌کار با ۶۱/۵ درصد و خطی‌کار با ۵۶/۸ درصد در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). یادآور می‌شود که تعداد بذرهای اسمی در واحد سطح قرار داشت با توجه به وزن هزاردانه و میزان مصرفی بذر در هکتار برای خطی‌کار و سانتریفوژ حدود ۴۶۸ بذر و برای ردیف‌کار با توجه به الگوی کشت شطرنجی و کپه‌ای آن حدود ۸۸ بذر در مترمربع بود که میانگین تعداد بوته‌های اولیه مستقر شده (جوانه‌ها) به‌ترتیب برای سانتریفوژ ۳۷۸، خطی‌کار ۲۶۶، و ردیف‌کار ۵۴ در مترمربع است (جدول ۵).

درصد جوانه‌زنی علاوه بر خصوصیات بذر و قوه نامیهٔ آن، به تهیهٔ مناسب زمین، عمق جایگذاری، و خصوصاً چگونگی آبیاری و حفظ رطوبت در روش خشکه‌کاری برنج بستگی دارد. در این تحقیق، درصد بالاتر جوانه‌زنی در روش سانتریفوژ به‌دلیل امکان بیشتر ماندن رطوبت در بذر به‌علت عدم کشت روی پشته (نسبت به دو روش دیگر) و با توجه به حساسیت بذرهای برنج خشک (جوانه‌نزده) به رطوبت، قابل توجیه است.

نتایج مقایسهٔ روش‌های بذرکاری از نظر مصرف سوخت در واحد سطح نشان داد که از این لحاظ بذرکارها اختلاف معنی‌داری دارند؛ کمترین مصرف سوخت مربوط به خطی‌کار با ۸/۹۴ لیتر در هکتار بود. بذرپاش سانتریفوژ با ۱۰/۰۹ و ردیف‌کار با ۱۰/۲۲ لیتر در هکتار در سطح دوم مصرف سوخت قرار گرفتند (جدول ۵). علت مصرف بالاتر سوخت در روش بذرپاشی، استفاده از دیسک به‌منظور زیر خاک کردن بذر پس از بذرپاشی است که عملیاتی اضافه به حساب آمد و مصرف سوخت آن محاسبه شد. در روش استفاده از ردیف‌کار چهار ردیفه به‌دلیل کم عرض بودن دستگاه (یک متر) تعداد تردد در زمین بیشتر و در نتیجه مصرف سوخت نیز بیشتر شد.

از نظر ظرفیت مزرعه‌ای، روش‌های بذرکاری اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند؛ در روش سانتریفوژ به‌دلیل عرض کار بیشتر با ۰/۸۷ هکتار در ساعت بالاترین سطح را داشت و خطی‌کار با ۰/۶۵ و ردیف‌کار با ۰/۴۷ هکتار در ساعت در سطوح بعدی قرار گرفتند (جدول ۵).

با توجه به نتایج مقایسات از نظر یکنواختی فواصل طولی بذرها، بین روش‌های بذرکاری اختلاف معنی‌داری وجود داشت به‌طوری‌که براساس رابطهٔ ۴، ردیف‌کار با شاخص یکنواختی طولی ۶۸/۸۱ درصد بالاترین سطح را داشت و سانتریفوژ با ۵۹/۷۲ درصد و خطی‌کار با ۴۵/۴۳ درصد در سطوح بعدی قرار گرفتند (جدول ۵).

ردیف‌کارها به‌علت ماهیت ساخت و نیز دارا بودن موزع دقیق‌تر نسبت به خطی کارها، غالباً دارای شاخص یکنواختی فواصل طولی بالا و ضریب پراکنش کم هستند که نتایج هم مؤید این مسئله است. اما در مقایسه بین خطی‌کار و سانتریفوژ، موزع شیاردار خطی‌کار بذرها را به‌صورت تصادفی و شره‌ای در شیارهای خود در لوله‌های سقوط رها می‌کند و باعث پایین آمدن شاخص یکنواختی فواصل طولی بذرها، نسبت به سانتریفوژ، شد.

در مورد شاخص یکنواختی فواصل عرضی بذرها، نتایج نشان داد که روش‌های بذرکاری دارای اختلاف معنی‌دار هستند به‌طوری‌که ردیف‌کار با ۸۹/۷۲ درصد بالاترین شاخص یکنواختی فواصل عرضی بذرها را داشت و خطی‌کار با ۸۴/۱۱ درصد و سانتریفوژ با ۵۹/۷۲ درصد در سطوح بعدی قرار گرفتند (جدول ۵).

بیشتر بودن شاخص یکنواختی فواصل عرضی بذرها در ردیف‌کار و خطی‌کار، نسبت به سانتریفوژ، به‌دلیل ماهیت کار این دو دستگاه و ساخت آنها برای کشت خطی قابل توجیه است. در ردیف‌کار نیز به‌دلیل داشتن وزن بیشتر نسبت به هر واحد کارنده و اتصالات قوی‌تر شیار بازکن‌ها و همچنین وجود چرخ‌های فشار در آن، امکان حرکت جانبی برای واحدهای کشت آن نسبت به خطی کار کمتر است و باعث می‌شود که این شاخص برای ردیف‌کار بیشتر از خطی‌کار شود.

جدول ۱- خلاصهٔ تجزیهٔ واریانس مرکب اثر روش کاشت و رقم بر عملکرد شلتوک و سایر صفات زراعی مورد بررسی

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	باروری خوشه (درصد)
سال	۱	۱۴۵۱۸۵**	۱۳۰۲۰۰۴۱۶**	۳۹/۲	۱۸۸۴۴۶**	۹۵۴	۲۰/۶**	۱۲۸۲*	۱۴۶**
تکرار × سال	۴	۱۵۶۴۲	۱۹۹۱۵۲۷	۴۴/۵	۱۵۱۷	۲۱۷	۰/۲۲	۶۳	۱۰/۲
رقم	۲	۱۲۶۹۱۴**	۳۴۰۹۳۰۵	۱۸۳/۳*	۵۳۵۵	۷۲۹۱*	۳۵**	۱۲۹۵۴**	۲۴۵**
سال × رقم	۲	۴۵۲۴۱*	۸۹۲۵۴۱۶	۱/۸*	۱۷۰۹	۲۵۶۲	۱/۷*	۱۲۸	۳۹/۷*
خطای (a)	۶	۶۸۴۷	۲۵۴۳۲۸۷	۳۸/۷	۲۶۲۷	۱۱۱۰	۰/۲۷	۱۰۵	۴/۸
بذرکار	۲	۷۶۸	۲۴۷۱۸۰۵	۴/۸	۷۴۹۷*	۵۷۲	۰/۴۶	۲۶	۲۰/۳
سال × بذرکار	۲	۴۲۴۲۴	۱۶۹۳۲۹۱۶	۸/۸	۳۴۳۹*	۱۷۹	۰/۱۲	۶۵	۱۰/۹
خطای (b)	۸	۳۳۴۱	۳۵۴۶۸۰۵	۲۲/۹	۲۶۳	۳۱۰	۰/۶۱	۴۰	۲۵/۱
رقم × بذرکار	۴	۱۱۲۳۹	۳۷۷۰۶۹۴	۲۹/۷	۳۷۶۰	۲۲۴	۰/۱۵	۴/۲	۵۳*
سال×رقم× بذرکار	۴	۲۵۸۱	۳۶۲۷۰۸۳	۵۴/۴	۹۶۶	۷۷	۰/۲۳	۱۲/۱	۲۲
خطای (ab)	۱۸	۵۰۲۰	۲۹۸۸۷۸۰	۵۵/۷	۶۰۵	۱۵۲	۰/۳۳	۱۲/۲	۱۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۲۶	۱۱/۹۷	۱۶/۹۵	۸/۰۳	۱۰/۳۲	۲/۶۴	۳/۰۲	۴/۷۶

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۲- میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تیمارهای روش کاشت و رقم

	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد خوشه در مترمربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	باروری خوشه (درصد)
سال (y)	سال اول (۱)	۵۷۷۳ b	۱۲۸۸۹ b	۴۴/۹ a	۲۴۷ b	۱۲۳/۸ a	۲۱/۰۸ b	۱۱۳/۴ b	۸۳/۵ a
	سال دوم (۲)	۶۸۱۱a	۱۵۹۹۴ a	۴۳/۲ a	۳۶۵ a	۱۱۵/۴ b	۲۲/۳۲ a	۱۲۳/۲ a	۸۰/۲ b
رقم (v)	عنبوری قرمز (V1)	۵۹۶۱ b	۱۴۱۱۶a	۴۲/۲ b	۳۰۳ a	۱۴۲/۶ a	۲۰/۴۸c	۱۳۳/۴ a	۷۸/۱c
	چمپا (V2)	۵۶۶۷ b	۱۴۲۷۲ a	۴۲/۱ b	۲۹۱ a	۱۰۵/۲ b	۲۱/۳۷ b	۱۳۴/۲ a	۸۵/۵ a
	دانیال (V3)	۷۲۴۶ a	۱۴۹۳۶ a	۴۷/۷ a	۳۲۵ a	۱۱۱/۱ab	۲۳/۲۵ a	۸۷/۳ b	۸۱/۹ b
نوع بذرکار (P)	خطی کار (P1)	۶۲۳۸ a	۱۴۱۸۶ a	۴۴/۴ a	۳۲۹ a	۱۲۵/۸ A	۲۱/۶۷ a	۱۱۷/۷ a	۸۲/۳ a
	ردیف‌کار (کپه‌کار) (P2)	۶۲۷۲ a	۱۴۲۷۲ a	۴۴/۳ a	۲۸۹ b	۱۱۸/۳ A	۲۱/۵۶ a	۱۱۹/۷ a	۸۰/۶ a
	سانتریفوژ (P3)	۶۳۶۴ a	۱۴۸۶۶ a	۴۳/۴ a	۳۰۱ b	۱۱۴/۸ a	۲۱/۸۷ a	۱۱۷/۵ a	۸۲/۶ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- میانگین اثر متقابل دو عاملی صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تیمارهای روش کاشت و رقم

اثر متقابل			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	مادهٔ خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	باروری خوشه (درصد)
سال × رقم	۱	V1	۵۷۱۹ b	۱۳۲۶۶ d	۴۳/۳ b	۲۳۴/۲ a	۱۳۴/۶ ab	۲۰/۱۱d	۱۲۵/۶ b	۸۰/۸ b
	۱	V2	۵۴۵۱ b	۱۲۷۲۲ d	۴۲/۷ b	۲۳۳/۷ a	۱۱۰/۱ bc	۲۰/۴۲cd	۱۳۰/۲ ab	۸۵/۴ a
	۱	V3	۶۱۴۹ b	۱۲۶۷۸ d	۴۸/۷ a	۲۷۴/۷ a	۱۲۶/۸ b	۲۲/۷۵ b	۸۴/۶ c	۸۴/۲ a
	۲	V1	۶۲۰۳ b	۱۴۹۶۷ c	۴۱/۱ b	۳۷۳/۴ a	۱۵۰/۷ a	۲۰/۸۱ c	۱۴۱/۳ a	۷۵/۴c
	۲	V2	۵۸۸۳ b	۱۵۸۲۲ b	۴۱/۷ b	۳۴۸/۱ a	۱۰۰/۳ c	۲۲/۳۲ b	۱۳۸/۱ a	۸۵/۶ a
	۲	V3	۸۳۴۳ a	۱۷۱۹۴ a	۴۶/۸ ab	۳۷۵/۴ a	۹۵/۲ c	۲۳/۸۳ a	۹۰/۱c	۷۹/۶ b
سال × بذرکار	۱	P1	۶۱۲۹ bc	۱۳۲۲۲ cd	۴۵/۹ a	۲۵۴/۴ c	۱۲۹/۱ a	۲۱/۱۲ b	۱۱۱/۱ c	۸۳/۲ ab
	۱	P2	۵۷۱۷ cd	۱۲۶۰۰de	۴۵/۲ a	۲۳۶/۳ c	۱۱۹/۸ ab	۲۰/۹۳ b	۱۱۶/۹ bc	۸۲/۲ ab
	۱	P3	۵۹۷۳ cd	۱۳۸۴۴ cd	۴۳/۶ a	۲۵۱/۸ c	۱۲۲/۶ ab	۲۱/۳۴ b	۱۱۲/۳ c	۸۵/۰ a
	۲	P1	۶۳۴۸ bc	۱۵۱۵۰ bc	۴۲/۹ a	۴۰۴/۱ a	۱۲۲/۶ ab	۲۲/۳۴ a	۱۲۴/۴ a	۸۱/۴ ab
	۲	P2	۶۸۲۷ a	۱۵۹۴۴ a	۴۳/۳ a	۳۴۳/۱ b	۱۱۶/۶ ab	۲۲/۲۱ a	۱۲۲/۶ ab	۷۹/۰ b
	۲	P3	۶۷۵۶ ab	۱۵۸۸۹ ab	۴۳/۳ a	۳۴۹/۸ b	۱۰۷/۱ b	۲۲/۴۳ a	۱۲۲/۷ ab	۸۰/۱ ab
رقم × بذرکار	P1	V1	۵۸۳۵ c	۱۳۸۳۰ ab	۴۲/۵ a	۳۴۳/۳ a	۱۵۰/۳ a	۲۰/۵۵ c	۱۳۲/۵ a	۸۱/۷ ab
	P2	V1	۵۶۱۵ c	۱۳۲۳۰ b	۴۳/۲ a	۲۸۸/۸ b	۱۳۷/۲ ab	۲۰/۴۳ c	۱۳۴/۲ a	۷۴/۰c
	P3	V1	۶۴۳۳ bc	۱۵۲۸۰ ab	۴۱/۰ a	۲۷۹/۳ b	۱۴۰/۳ a	۲۰/۴۶ c	۱۳۳/۷ a	۷۸/۷bc
	P1	V2	۵۸۹۲ c	۱۴۴۰۰ ab	۴۳/۲ a	۳۰۶/۷ b	۱۱۲/۳ b	۲۱/۳۷ b	۱۳۴/۰ a	۸۶/۲ a
	P2	V2	۵۴۸۵ d	۱۳۹۲۰ ab	۳۹/۷ a	۲۹۲/۰ b	۹۹/۸ c	۲۱/۱۴ bc	۱۳۶/۰ a	۸۴/۷ a
	P3	V2	۵۶۲۵ c	۱۴۵۰۰ ab	۴۳/۷ a	۲۷۴/۰ b	۱۰۳/۵ c	۲۱/۶۲ b	۱۳۲/۵ a	۸۵/۷ a
	P1	V3	۶۹۸۸ b	۱۴۳۳۰ ab	۴۷/۵ a	۳۳۷/۸ a	۱۱۴/۸ b	۲۳/۱۰ a	۸۶/۷ b	۷۹/۲ b
	P2	V3	۷۷۱۵ a	۱۵۶۷۰ a	۵۰/۰ a	۲۸۸/۳ b	۱۱۷/۵ b	۲۳/۱۰ a	۸۹/۰ b	۸۳/۴ab
	P3	V3	۷۰۳۵ ab	۱۴۸۲۰ ab	۴۵/۷ a	۳۴۹/۰ a	۱۰۰/۷ C	۲۳/۵۵ a	۸۶/۳b	۸۳/۳ ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ٤- میانگین اثر متقابل سه عاملی صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تیمارهای روش کاشت و رقم

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	مادهٔ خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	باروری خوشه (درصد)
سال×رقم× بذرکار								
۱ ۱ P1	۶۰۴۳cde	۱۲۶۷۰def	۴۶/۳a	۲۴۲/۰fg	۱۴۰/۷ab	۲۰/۲۳d	۱۲۲/۲c	۸۱/۷abc
۱ ۱ P2	۵۴۳۰cde	۱۲۴۷۰f	۴۴/۳ a	۲۳۶/۰g	۱۲۹/۷b	۲۰/۰۷d	۱۲۸/۳c	۷۸/۷bc
۱ ۱ P3	۶۱۸۳cde	۱۵۶۷۰bcd	۳۹/۳ a	۲۲۴/۷g	۱۳۳/۳b	۲۰/۰۵d	۱۲۶/۳c	۸۲/۰abc
۱ ۲ P1	۶۱۳۳cde	۱۳۶۷۰bcdef	۴۵/۰ a	۲۳۸/۷fg	۱۱۷/۳bc	۲۰/۵۷d	۱۲۸/۷c	۸۵/۳ab
۱ ۲ P2	۵۳۲۰cde	۱۲۵۰۰f	۴۱/۳ a	۲۳۸/۳fg	۹۷/۷c	۱۹/۹۷d	۱۳۵/۳b	۸۳/۷ab
۱ ۲ P3	۵۴۰۰cde	۱۳۰۰۰cdef	۴۱/۷ a	۲۲۴/۰g	۱۱۵/۳bc	۲۰/۶۷d	۱۲۶/۷c	۸۷/۳a
۱ ۳ P1	۶۲۱۰cde	۱۳۳۳۰cdef	۴۶/۳ a	۲۸۲/۷ef	۱۲۹/۳b	۲۲/۳۷bc	۸۲/۷e	۸۲/۷abc
۱ ۳ P2	۶۴۰۰cd	۱۲۸۳۰ef	۵۰/۰ a	۲۳۴/۷g	۱۳۲/۱b	۲۲/۵۳bc	۸۷/۰de	۸۴/۳ab
۱ ۳ P3	۶۳۳۷cd	۱۲۸۷۰def	۴۹/۷ a	۳۰۶/۷de	۱۱۹/۱bc	۲۳/۳۰ab	۸۴/۰e	۸۵/۷ab
۲ ۱ P1	۵۶۲۷cde	۱۵۰۰۰bcde	۳۸/۷ a	۴۴۴/۷a	۱۶۰/۱a	۲۰/۸۷d	۱۴۳/۰a	۸۱/۷abc
۲ ۱ P2	۶۳۰۰cd	۱۴۵۰۰bcde	۴۲/۰ a	۳۴۱/۷cd	۱۴۴/۷ab	۲۰/۸۰d	۱۴۰/۰ab	۶۹/۳d
۲ ۱ P3	۶۶۸۳bc	۱۴۹۰۰bcde	۴۲/۷ a	۳۳۴/۰cd	۱۴۷/۳ab	۲۰/۸۷d	۱۴۱/۰ab	۷۵/۳cd
۲ ۲ P1	۵۶۵۰cde	۱۵۱۳۰bcde	۴۱/۳ a	۳۷۴/۷bc	۱۰۷/۳c	۲۲/۱۷c	۱۳۹/۳ab	۸۷/۰a
۲ ۲ P2	۶۱۵۰cde	۱۵۸۳۰bc	۳۸/۰ a	۳۴۵/۷cd	۱۰۲/۱c	۲۲/۳۰bc	۱۳۶/۷ab	۸۵/۷ab
۲ ۲ P3	۵۸۵۰cde	۱۶۰۰۰bcd	۴۵/۷ a	۳۲۴/۰de	۹۱/۷cd	۲۲/۵۷bc	۱۳۸/۳ab	۸۴/۰ab
۲ ۳ P1	۷۷۶۷b	۱۵۳۲۰bcd	۴۸/۷ a	۳۹۳/۰b	۱۰۰/۳cd	۲۳/۸۳a	۹۰/۷d	۷۵/۷cd
۲ ۳ P2	۸۰۳۰a	۱۷۵۰۰a	۵۰/۰ a	۳۴۲/۰cd	۱۰۳/۱c	۲۳/۶۷a	۹۱/۰d	۸۲/۳abc
۲ ۳ P3	۷۷۳۳b	۱۶۷۷۰ab	۴۱/۷ a	۳۹۱/۳b	۸۳/۳d	۲۳/۸۰a	۸۸/۷de	۸۱/۰abc

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین روش‌های مختلف کاشت (نوع بذرکار) بر شاخص‌های مورد بررسی در بذرکارها

نوع بذرکار	تعداد بذرهای جوانه‌زده	درصد جوانه‌زنی	مصرف سوخت (لیتر در هکتار)	ظرفیت مزرعه‌ای (هکتار در ساعت)	شاخص یکنواختی فواصل طولی بذرهای (درصد)	شاخص یکنواختی فواصل عرضی بذرهای (درصد)
خطی‌کار	۲۶۶/۲b	۵۶/۸۸b	۸/۹۴b	۰/۶۵b	۴۵/۴۳c	۸۴/۱۱b
ردیف‌کار (کپه‌کار)	۵۴/۲c	۶۱/۵۹b	۱۰/۲۲a	۰/۴۷c	۶۸/۸۱a	۸۹/۷۲a
سانتریفوژ	۳۷۸/۷a	۸۰/۹۴a	۱۰/۰۹a	۰/۸۷a	۵۹/۷۲b	۵۹/۷۲c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

این تحقیق به منظور بررسی امکان استفاده از روش مناسب جهت خشکه کاری برنج در منطقه اهواز اجرا شد. خلاصهٔ نتایج این تحقیق به شرح زیر است:

- در تمامی روش‌های بذرکاری، بین شاخص‌های ارزیابی ارقام برنج اختلاف معنی‌داری وجود داشت. رقم دانیال در مجموع عملکرد بیشتر نسبت به ارقام محلی داشت.
- به دلیل ویژگی‌های خاص برنج در پنجه‌زنی و ترمیم فضاهای خالی در زمین و سیستم خودتنظیمی، بین روش‌های کاشت با ماشین، به غیر از تعداد خوشه در واحد سطح، در سایر صفات زراعی آن، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در مجموع اثر متقابل روش‌های بذرکاری و نوع رقم تأثیر معنی‌داری بر صفات زراعی برنج نداشت. لذا روش‌های مکانیزه خشکه‌کاری برای تمامی ارقام مورد ارزیابی قابل توصیه است.
- در مجموع، کشت با ردیف‌کار به منظور کپه‌کاری به علت مصرف بذر کمتر (حدود ۷۵ درصد کمتر) و یکنواختی کاشت بالاتر برای خشکه‌کاری برنج در منطقه قابل توصیه است. ولی بسته به امکانات و شرایط کشاورزان، روش‌های مکانیزه دیگر یعنی خطی‌کار غلات و بذرپاش سانتریفوژ، به ترتیب جهت خشکه‌کاری ارقام برنج نیز کاربرد دارند.
- توصیه می‌شود که تحقیقاتی در زمینهٔ میزان بذر مصرفی با روش‌های مرسوم بذرکاری مکانیزه (خصوصاً در روش‌های خطی‌کاری و و بذرپاشی) صورت پذیرد. همچنین طراحی و ساخت ماشین تک دانه‌کار برنج به منظور کاهش بذر مصرفی و بهسازی الگوی کاشت در گام‌های بعدی پیشنهاد می‌شود.

مراجع

Anon. 1983. Test codes & Procedures for farm machinery. Technical Series. No. 12.

Ghalavand, A. and Madandoost, M. 1998. Evaluation of planting methods and seeding rates on yield and growth curve of different rice varieties in Esfehan. 5th Iranian Congress on Crop Production and Breeding Science. Karaj. (in Farsi)

Gilani, A. 2002. Evaluation of effect of nitrogen fertilizer and seeding density on rice cultivar of LD183. Final Research Report. Khoozestan Agriculture Research Center. Ahwaz. (in Farsi)

Gilani, A. and Kariminejad, J. 2006. Rice Dry Seeding. 1st Ed. Khoozestan Agriculture Organization Pub. (in Farsi)

Karayel, D. and Özmerzi, A. 2002. Effect of tillage methods on sowing uniformity of maize. Canadian Biosys. Eng. 44(2): 23-26.

Lee, H. J., Seo, J. H., Lee, J. S., Jung, Y. S. and Park, J. K. 1996. Low-input and energy efficiency of direct seeding method in rice. Korean J. Crop Sci. 41(1): 115-122.

Mohammadi, K. and Mazaheri, D. 1994. Evaluation of direct seeding of rice in dry land. 5th Iranian Congress on Crop Production and Breeding Science. Karaj. (in Farsi)

Naklang, K., Fukai, S., Cooper, M. and Salisbury, J. 1996. Direct seeding for rain fed lowland rice in Thailand. Proceedings of an International Workshop. Nov. 5-8. Ubon Ratchathani. Thailand. 126-136.

Nasirian, M. 1994. Evaluation and determination of best time and rate of direct seeding of rice in Gilan province. 3rd Iranian Congress on Crop Production and Breeding Science. Tabriz University. Tabriz. Iran. (in Farsi)

Okhowat, M. and Vakili, D. 1997. Rice (Planting, Intercultural, Harvesting). Farabi Pub. 1st Ed. (in Farsi)

Rajendran, P., Tajuddin, A. and C. Ramaswami. 1998. Rice-cum-green manure culture with modified drum seeder under low land condition. Inter. Rice Res. Notes. 23.3.

Sawada, Y., Endo, I., Hanai, H. and Horibe, K. 1996. Development of pneumatic direct seeding system for submerged paddy field. Japan Soc. Agric. Machin. 58(3): 69-76.

Singh, K. N. and Bhattacharyya, H. C. 1989. Direct-seeded rice. Oxford and I. B. H. Pub. New Delhi-31. ISBN: 81-204-0446-7.

Smith, D. W. Sims, B. G. and Neill, D. H. O. 1994. Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment. Agric. Ser. Bull. No 110. FAO. Rome. Italy.

Soleimani, A. 1994. Preliminary investigation of rice direct seeding. 3rd Iranian Congress on Crop Production and Breeding Science. Tabriz University. Tabriz. Iran. (in Farsi)

Subudhi, C. R., Pradhan, P. C. and Senapati, P. C. 1999. Seed drill for upland rice grown in undulating terrain. Inter. Rice Res. Notes. 24.1.

AERI JAER *Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.10/No.1/2009/P: 81-96*

Mechanized Dry Seeding Methods for Rice in Khuzestan

J. Habibi Asl*, N. Loveimi and A. A Gilani

* Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 61335-3341, Khuzestan, Iran. E-mail: jhabibi139@yahoo.com

This study examined suitable mechanized methods to seed rice in dry-bed conditions using dried seeds and determined the most suitable varieties for each method. The experimental design was strip-plots in a randomized complete block design with two factors (seeding methods and rice varieties) and three replications. The testing took place during 2003-2004 at the Shavour Agricultural Research Station in Khuzestan province. The rice varieties were Anboury, Champa and Danial (horizontal factors) and the seeding methods were use of grain drill (Barzagar Hamadan), row planter (hill drop planter) and centrifugal broadcaster (vertical factors). The rice varieties were evaluated based on total yield, yield components and other agronomic characteristics. Seeding machines were evaluated and compared based on field capacity, fuel consumption, inter-row and intra-row seed spacing uniformity and seed germination. The analysis of variance for the two years showed that the grain yield was significantly affected by year, variety and their interaction. The average yield of the second year was significantly greater than that of the first year. A maximum yield of 7246 kg/h and minimum yield of 5667 kg/h were recorded for Danial (LD183) and Champa, respectively. There was no significant difference between the average yields of the different seeding methods in both years. Seeding methods also had no significant effect on the agronomic characteristics of the rice varieties except for the number of panicles per m^2. In this case, the grain drill with 329 and row planter with 289 panicles per m^2 had the highest and lowest values, respectively. The evaluation of the seeding machines showed that there was a significant difference between the machines for all operational parameters. The centrifugal broadcaster had greater field capacity, low fuel consumption and better seed germination. In case of inter-row and intra-row seed spacing uniformity, the row planter had 68.8% inter-row uniformity and 89.7% intra-row uniformity, giving it the best seeding uniformity of the tested machines. Results indicate that the use of a row planter for dry seeding of rice is recommended because it used a less seed (20-25 kg/h) and had better seeding uniformity. However, considering farm conditions and available facilities, the centrifugal broadcaster and grain drill can be used for dry rice and direct seeding, respectively.

Key Words: Dry Seeding, Khuzestan, Mechanized Seeding, Rice Varieties