Archive of SID

مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۱، شماره ۱، سال ۱۳۹۴

اثر میزان بذر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی در انواع روش‌های کاشت مستقیم

Effect of Seed Rate on Grain Yield and Yield Components of Rice (cv. Hashemi) in Direct Seeding Methods

نسیم غلامی رضوانی[۱]، مسعود اصفهانی[۲]، شادی کعبی رهنما[۱]، علی اعلمی[۳] و مجید نحوی[۴]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت
۴- مربی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۸

چکیده

غلامی رضوانی، ن.، اصفهانی، م.، کعبی رهنما، ش.، اعلمی، ع. و نحوی، م. ۱۳۹۴. اثر میزان بذر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی در انواع روش‌های کاشت مستقیم. **مجله به‌زرعی نهال و بذر ۲-۳۱:** ۵۶ - ۳۷.

اثر میزان بذر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی در انواع روش‌های کاشت مستقیم در آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه روش کاشت به عنوان کرت‌های اصلی و سه میزان بذر ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان کرت‌های فرعی در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) طی دو سال (۱۳۸۹ و ۱۳۹۰) مورد ارزیابی قرار گرفت. روش‌های کاشت شامل کشت ردیفی، کپه‌ای و دست‌پاش بذر جوانه‌دار شده در بستر گِلخراب بودند. بر اساس نتایج آزمایش، بیشترین ارتفاع بوته (۱۳۱/۰ سانتی‌متر)، تعداد خوشه (۲۳۵ خوشه در مترمربع)، عملکرد دانه (۲۷۵۳ کیلوگرم در هکتار)، شاخص قدرت مخزن (۱۳۲/۲ سانتی‌متر)، سرعت تشکیل عملکرد (۲۹/۷ کیلوگرم روز)، راندمان تبدیل (۶۸/۰ درصد) و میزان برنج سالم (۵۹/۰ درصد) از روش کاشت کپه‌ای به دست آمد. بیشترین تعداد خوشه (۲۴۳ خوشه در مترمربع)، عملکرد دانه (۲۴۸۶ کیلوگرم در هکتار) و سرعت تشکیل عملکرد (۲۶/۵ کیلوگرم روز) از میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بر اساس نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که با استفاده از روش کاشت مستقیم بذر جوانه‌دار شده به صورت کپه‌ای در بستر مرطوب و میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، می‌توان عملکرد دانه قابل قبولی در زراعت برنج رقم هاشمی در شرایط اقلیمی منطقه مورد آزمایش به دست آورد.

واژه‌های کلیدی: برنج، کشت مستقیم، سرعت تشکیل عملکرد، شاخص قدرت مخزن، راندمان تبدیل.

نویسنده مسئول: mesfahan@yahoo.com تلفن: ۰۱۳۳۳۶۹۰۲۸۲

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گیاه برنج با سطح زیر کشت ۱۶۳ میلیون هکتار و تولید کل ۷۱۹ میلیون تن با متوسط عملکرد ۴۴۱۰ کیلوگرم در هکتار مهم‌ترین محصول زراعی و غذای عمده بیش از نیمی از جمعیت جهان است (Anonymous, 2012). کشت برنج در نقاط مختلف دنیا به دو روش کشت مستقیم و غیر مستقیم (نشایی) انجام می‌شود. در روش کشت مستقیم، بذر برنج به صورت مستقیم در زمین اصلی کاشته می‌شود. این روش بر اساس نوع عملیات آماده‌سازی زمین، شرایط فیزیکی بستر بذر و روش کشت بذر به دو روش خشکه‌کاری (Dry seeding) و کشت در بستر مرطوب (Wet seeding) انجام می‌شود. در روش خشکه‌کاری بذر خشک جوانه‌دار نشده به صورت دستپاش یا ردیفی روی بستر خشک (غیر اشباع) کاشته می‌شود. در روش کشت برنج در بستر مرطوب (Wet seeding) بذر جوانه‌دار شده به صورت دستپاش، ردیفی و یا کپه‌ای در بستر گِلخراب کاشته می‌شود. کشت در بستر مرطوب در مقایسه با روش نشاکاری، دارای مزایایی از جمله استقرار سریع‌تر و آسان‌تر گیاه، کاهش هزینه کارگری (یک تا دو نفر در روز برای روش کشت مستقیم در مقایسه با بیش از ۳۰ نفر در روز برای روش نشاکاری)، سهولت در اجرای عملیات کشت، هفت تا ده روز رسیدگی سریع‌تر محصول، کاهش هزینه تولید و افزایش سودآوری برای کشاورزان است (Vongsaroj, 1995). از معایب این روش نیز می‌توان به از بین رفتن بذر توسط آفات، خشک شدن بذر به علت قرار گرفتن در معرض نور مستقیم خورشید، فساد بذر به علت وقوع بارندگی‌های سنگین (Bhuiyan *et al*., 1995)، افزایش خوابیدگی بوته به علت سیستم ریشه‌ای سطحی و ضعیف، رقابت شدید بین گیاه برنج و علف‌های هرز به علت عدم شرایط غرقابی و افزایش شیوع آفات و بیماری‌ها به علت پوشش گیاهی متراکم و کاهش تهویه در اطراف بوته‌ها (Sittisuang, 1995) اشاره کرد. به عنوان مثال در ایران از روش کشت مستقیم برنج به دلیل هجوم علف‌های هرز، کاهش حاصلخیزی خاک (به علت وجود شرایط هوازی در خاک و افزایش سرعت تجزیه مواد آلی و تلفات نیتروژن و فسفر) و عدم همزمانی بارندگی در فصل رشد استقبال چندانی نمی‌شود (Esfahani, 1998). در روش کشت غیرمستقیم (نشاکاری) محصول برنج از رشد گیاهچه‌هایی با میانگین سنی ۱۵ تا ۳۰ روز پس از بذرکاری در خزانه و انتقال از خزانه به زمین اصلی که به صورت گِلخراب آماده شده است، به دست می‌آید. نشاکاری روش رایج کشت برنج در آسیا است. از جمله فوایدی که باعث رواج این روش کشت شد می‌توان به افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی، کنترل علف‌های هرز، اطمینان از استقرار یکنواخت گیاه و مدیریت مناسب مزرعه اشاره کرد (Yoshida, 1981). یکی از مشکلات اصلی روش کشت مستقیم

www.SID.ir

Archive of SID

هجوم علف‌های هرز است. به دلیل این که در روش کشت مستقیم گیاهچه‌های برنج با علف‌های هرز در یک رده سنی قرار دارند، طول دوره رقابت بین علف هرز و گیاه برنج طولانی‌تر است، اما روش نشاکاری باعث برتری رقابتی بوته‌های برنج بر علف‌های هرز می‌شود، به علاوه وجود شرایط غرقابی در روش نشایی تا حد زیادی به کنترل علف‌های هرز کمک می‌کند. بالا بودن میزان عملکرد دانه یکی دیگر از مزایای کشت نشایی نسبت به روش کشت مستقیم است. در برخی گزارش‌ها ادعا شده است که با اعمال روش‌های مدیریتی صحیح، عملکرد دانه در روش کشت مستقیم همانند عملکرد دانه در روش نشاکاری و یا بالاتر از آن است (Farooq *et al*., 2011).

در روش کشت مستقیم به دلیل مشکلاتی که در استقرار گیاه وجود دارد برای بدست آوردن عملکرد مطلوب لازم است از میزان بذر مناسبی در زمان کاشت استفاده شود (Aslam *et al*., 2002). جونز و سیندر (Jonse and Synder, 1987) اظهار کردند که برای به دست آوردن حداکثر عملکرد برنج در روش کشت مستقیم بر اساس زمان کشت و نوع رقم به میزان بذر ۵۰ تا ۱۶۸ کیلوگرم در هکتار نیاز است. کانس (Counce and Wells, 1987) تراکم بین ۱۵۹ تا ۳۰۴ بوته در مترمربع را برای حصول عملکرد بالا در کشت مستقیم برنج را پیشنهاد کرد. چاترجی ومایتی (Chatterjee and Maiti, 1985) در آزمایشی نشان دادند که میزان بذر جوانه دار شده مورد نیاز در کشت مستقیم برنج به صورت دستپاش در اراضی خشک و نیمه خشک ۶۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و در اراضی مرطوب ۸۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است. سوبرامانیان و همکاران (Subramanian *et al*., 1987) با انجام آزمایشی میزان بذر مصرفی در کشت مستقیم برنج را ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و در کشت نشایی ۶۰ کیلوگرم در هکتار برآورد کردند. به طور کلی در شرایط بذر پاشی مستقیم می‌توان با کاشت به موقع، کنترل علف‌های هرز، مدیریت آب و کود عملکردی مشابه به روش کشت نشایی به دست آورد (Nai-Kin *et al*., 1993).

سطح زیر کشت برنج در ایران ۵۷۴۰۸۸ هکتار می‌باشد (Anonymous, 2010-2011). با توجه به این که ایران از نظر اقلیم در موقعیت کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد، کشت برنج در مناطقی که با کمبود آب کشاورزی مواجه است، به روش کشت مستقیم انجام می‌شود (Pandey and Velasco, 2002). در استان خوزستان نیز برنج به صورت مستقیم کشت می‌شود. در حال حاضر در ایران سطح زیر کشت مستقیم برنج حدود ۴۵۰۰۰ هکتار برآورد شده است که عمده آن در استان خوزستان (۴۲۰۰۰ هکتار) و مقدار کمی در استان آذربایجان شرقی (۲۵۰۰ هکتار) متمرکز

www.SID.ir

Archive of SID

است (آمارنامه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، ۱۳۹۰). در ایران مانند سایر نقاط جهان مصرف آب زیاد و افزایش هزینه‌های تولیدی برنج باعث کاهش سودمندی روش کشت نشاکاری شده است. در استان گیلان برای تولید برنج مرغوب دانه بلند در یک هکتار به روش نشاکاری، ۱۱۱ نفر کارگر در روز نیاز است (جدول پیش‌بینی هزینه تولید یک هکتار شالیکاری استان گیلان به نقل از دفتر برنج سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان، ۱۳۹۰-۱۳۸۹). در مقابل در استان خوزستان با دارا بودن بیشترین سطح زیر کشت مستقیم برنج، برای تولید یک هکتار برنج به روش خشکه‌کاری به ۲۵ کارگر در روز نیاز است (جدول پیش‌بینی هزینه تولید یک هکتار برنج‌کاری استان خوزستان، ۱۳۹۰-۱۳۸۹). این عوامل باعث شده است که در سال‌های اخیر طرح‌های تحقیقاتی و ترویجی در خصوص روش کشت مستقیم برنج به اجرا گذاشته شوند. فراهم بودن ارقام برنج زودرس از یک سو و مشکل افزایش هزینه‌های کارگری و کاهش سودمندی تولید برنج از سوی دیگر، کشاورزان را تشویق به تغییر سیستم کشت نشایی به کشت مستقیم کرده است (Arabzadeh and Tavakoli, 2006). این پژوهش به منظور مقایسه میزان‌های مختلف بذر در انواع روش‌های کشت مستقیم برنج رقم هاشمی انجام شد و در آن عملکرد و اجزای عملکرد، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در موسسه تحقیقات برنج کشور در رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی به اجرا گذاشته شد. بر اساس تقسیمات آب و هوایی، این منطقه جزء مناطق نمیه مدیترانه‌ای گرم محسوب می‌شود که دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌هایی ملایم است. خاک محل آزمایش دارای بافت رسی با اسیدیته ۶/۴۳، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۰/۸۸ دسی‌زیمنس بر متر و کربن آلی و نیتروژن کل به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۰۹۶ درصد، فسفر و پتاسیم قابل دسترس ۴/۷ و ۱۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، سه روش کشت (در کرت‌های اصلی) و سه میزان بذر (در کرت‌های فرعی) اجرا شد. روش‌های کاشت شامل کشت ردیفی بذر جوانه دار شده در بستر گِلخراب با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر (Drum Direct Seeding)، کشت کپه‌ای بذر جوانه دار شده در بستر گِلخراب با فواصل ۲۵ در ۱۵ سانتی‌متر (Hill Wet Seeding) و کشت بذر جوانه‌دار شده به‌صورت دست‌پاش در بستر گِلخراب (Broadcasting) بودند. مقادیر بذر نیز ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برای هر سه روش کشت مستقیم در نظر گرفته شد. همچنین از روش کاشت نشایی برنج (کاشت گیاهچه‌های ۳ تا ۴ برگی به تعداد ۳ تا

www.SID.ir

Archive of SID

۵ گیاهچه در هر کپه به فواصل ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر) به عنوان روش شاهد استفاده شد. در این آزمایش از برنج بومی رقم هاشمی استفاده شد. این رقم بیش از ۸۵ درصد از کل اراضی سطح زیر کشت برنج استان گیلان را به خود اختصاص داده است.

پس از آماده‌سازی زمین شامل شخم دوم، کانال کشی و تسطیح زمین، عملیات کاشت با استفاده از بذری که به منظور جوانه‌دار شدن پس از ۲۴ ساعت خیساندن، در مکانی گرم با دمای تقریبی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۵ درصد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند تا اندکی جوانه بزنند و به مرحله سینه کبوتری (Pigeon breasted) (مرحله‌ای که پوشینه بیرونی بذر توسط ساقه‌چه و ریشه‌چه شکافته می‌شود) برسند، در کرت‌هایی به ابعاد ۴×۳ متر که به صورت گِلخراب با توجه به روش کشت آماده شده بودند، انجام شد. در زمان کاشت کودهای فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۴۷ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شدند. کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پایه و همین مقدار به صورت سرک در هنگام پنجه‌زنی به زمین داده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ماچتی (بوتاکلر) به میزان سه لیتر در هکتار و دو نوبت وجین دستی استفاده شد. همچنین زمانی که گیاهچه‌ها در کرت‌های کشت مستقیم به مرحله سه تا چهار برگی رسیدند، از علف‌کش پروپانیل به میزان ۱۲ لیتر در هکتار به صورت محلول‌پاشی استفاده شد. آبیاری کرت‌ها با ایجاد مبادی ورودی مجزا برای روش‌های کشت مستقیم انجام گرفت. اولین آبیاری یک هفته پس از بذرکاری به صورت سبک انجام شد. با رسیدن ارتفاع گیاهچه‌ها به حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر، مزرعه غرقاب و تا ۱۰ روز قبل از برداشت به صورت تناوبی با رسیدن آب موجود در خاک در حد ظرفیت اشباع خاک (مشاهده ترک‌های مویی در سطح خاک) آبیاری انجام شد. با مشاهده علائم رسیدگی فیزیولوژیک صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد خوشه در واحد سطح (بارور و نابارور)، تعداد دانه در خوشه (پر و پوک) و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند. همچنین برای تعیین عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴درصد) و عملکرد بیولوژیکی با رعایت اثر حاشیه‌ای از مساحت شش مترمربع از هر کرت، بوته‌ها از نزدیکی سطح زمین کف‌بر و پس از جدا کردن دانه از بقایا، به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشکانده و پس از توزین صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند. اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک برنج بر اساس سیستم استاندارد ارزیابی صفات (Standard Evaluation System, IRRI) اندازه‌گیری و ثبت شدند.

وزن ماده خشک کل از مجموع وزن خشک ساقه، برگ، غلاف برگ و وزن خشک خوشه محاسبه شد. وزن مخصوص ساقه از نسبت طول

www.SID.ir

Archive of SID

ساقه به وزن خشک ساقه (شامل برگ و غلاف برگ) به دست آمد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه بر عملکرد زیستی و شاخص قدرت مخزن از حاصل ضرب وزن مخصوص ساقه در وزن خشک خوشه (شامل دانه‌های پر و پوک و محور خوشه) محاسبه شد (Wiangsamut *et al*., 2013). تعداد دانه در واحد سطح از رابطه زیر محاسبه شد:

وزن هزار دانه بر حسب گرم/ عملکرد دانه در مترمربع برحسب گرم × ۱۰۰۰ = تعداد دانه در واحد سطح

سرعت تشکیل دانه از نسبت تعداد دانه در واحد سطح به تعداد روز از کاشت تا گرده‌افشانی محاسبه شد. سرعت تشکیل عملکرد دانه و سرعت تشکیل عملکرد زیستی به ترتیب از نسبت عملکرد دانه به تعداد روز از کاشت تا رسیدگی و نسبت عملکرد زیستی به تعداد روز از کاشت تا رسیدگی محاسبه شد (Reynolds *et al*., 1994).

به منظور ارزیابی خصوصیات تبدیل، از محصول شلتوک بوجاری شده در هر کرت نمونه‌ای ۲۰۰ گرمی تهیه و در آون ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشکانیده شد تا رطوبت نمونه‌ها به ۸ الی ۹ درصد برسد، سپس نمونه‌ها از آون خارج و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند تا دمای آن‌ها به تعادل برسد. نمونه‌های ۱۵۰ گرمی از محصول شلتوک خشک شده با استفاده از دستگاه پوست‌کن غلطک لاستیکی (Satake, Japan) پوست‌کنی و به برنج قهوه‌ای تبدیل شدند. برنج قهوه‌ای با استفاده از دستگاه سفید کن مالشی (Belador, USA) به برنج سفید تبدیل و سپس توزین شد و با الک تریول طولی، برنج سالم (دانه‌ها برنجی که طول آن‌ها سه چهارم طول کل دانه باشد) از برنج خرد شده جدا و توزین شد. راندمان تبدیل، میزان برنج سالم ومیزان برنج خرد از روابط زیر محاسبه شدند.

۱۰۰ × وزن شلتوک/ وزن برنج سفید = راندمان کل (درصد)

۱۰۰ × وزن شلتوک/ وزن برنج سالم = میزان برنج سالم (درصد)

۱۰۰ × وزن شلتوک/ وزن برنج خرد = میزان برنج خرد (درصد)

قبل از انجام تجزیه مرکب داده‌ها، به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شد. برای تبدیل داده‌ها از رابطه ($\mathrm{ArcSin}\sqrt{x}$) استفاده شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که روش‌های کشت مستقیم

www.SID.ir

Archive of SID

مورد استفاده در این آزمایش تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشتند (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته از روش کاشت کپه‌ای با میانگین ۱۳۱ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۲۱/۶ سانتی‌متر از روش کشت دستپاش به دست آمد (جدول ۲). تیمارهای مقدار بذر اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشتند (جدول ۱). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته در روش کاشت کپه‌ای با مقادیر بذر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین‌های ۱۳۱/۷ و ۱۳۱/۸ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته (۱۱۸/۳ سانتی‌متر) از تیمار روش کاشت دستپاش با میزان بذر ۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳).

از آن جائی که افزایش ارتفاع بوته به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی و روش‌های مدیریتی مزرعه است، در روش‌های کاشتی که بوته‌ها به صورت تنک کاشته می‌شوند، به دلیل افزایش سریعتر برگ‌ها، ارتفاع ظاهری بوته بیشتر از روش‌هایی است که در آن بوته‌ها به صورت متراکم کشت می‌شوند (Esfahani *et al*., 2009). یوشینگا (Yoshinga, 2005) با مقایسه دو روش کاشت مستقیم (کشت کپه‌ای و دستپاش)، بالاترین ارتفاع بوته (۸۵/۵ سانتی‌متر) را در روش کاشت کپه‌ای مشاهده کرد و اثر مقادیر بذر بر این صفت را غیر معنی‌دار گزارش کرد.

روش‌های کاشت مستقیم تاثیر معنی‌داری بر طول خوشه داشتند (جدول ۱). بیشترین طول خوشه از روش‌های کاشت ردیفی و کپه‌ای به ترتیب با میانگین‌های ۲۵/۸ و ۲۶/۲ سانتی‌متر و کمترین طول خوشه با میانگین ۲۴/۳ سانتی‌متر از روش کاشت دستپاش به دست آمد (جدول ۲). تیمارهای مقدار بذر و اثر متقابل روش کشت × میزان بذر اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشتند (جدول ۱). محمد و همکاران (Mohammad *et al*., 2004) عنوان کردند تراکم بوته اثر معنی‌داری بر طول خوشه داشته و با افزایش تراکم طول خوشه کاهش می‌یابد.

تیمارهای روش کاشت اثر معنی‌داری بر تعداد پنجه در واحد سطح داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد پنجه در واحد سطح (۲۵۴ و ۲۶۴ پنجه در مترمربع) در روش‌های کاشت ردیفی و کپه‌ای و کمترین تعداد پنجه در واحد سطح (۱۸۳ پنجه در مترمربع) در روش کشت دستپاش مشاهده شد (جدول ۲). تیمارهای مقدار بذر نیز اثر معنی‌داری بر تعداد پنجه در واحد سطح داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد پنجه (۲۷۳ پنجه در مترمربع) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد پنجه (۲۰۳ پنجه در مترمربع) در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۲). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر بر تعداد پنجه در واحد سطح معنی‌دار بود (جدول ۱). در روش‌های کاشت ردیفی و کپه‌ای با میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین تعداد پنجه در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب اثر روش کاشت و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی

Table 1. Combined analysis of variance for seeding method and seed rate on grain yield and yield components in rice (cv. Hashemi)

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	ارتفاع بوته Plant height	طول خوشه Panicle length	تعداد پنجه در واحد سطح No. tiller. unit area^{-1}	تعداد خوشه در واحد سطح No. panicles. unit area^{-1}	تعداد دانه پر در خوشه No. grain. panicle^{-1}	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield
Year (Y)	سال	1	5876.88**	34.78**	16120.16**	626.96^{ns}	389.35**	1.34**	2665.01^{ns}
Rep (Year)	سال (تکرار)	4	24.06^{ns}	3.70**	258.55^{ns}	521.85^{ns}	12.40^{ns}	0.16^{ns}	215644.17**
Seeding method (SM)	روش کاشت	2	394.99**	19.09**	34964.22**	30117.12**	2200.90**	2.50**	1057237.78**
Y × SM	روش کاشت × سال	2	34.87^{ns}	4.74	905.55^{ns}	556.24^{ns}	4.87**	1.04**	269550.78**
Error a	خطای الف	8	21.40	1.30	500.36	853.93	91.62	0.10	1954744.09
Seed rate (SR)	میزان بذر	2	3.88^{ns}	1.78^{ns}	23516.05**	21917.35**	153.60**	0.07^{ns}	322594.52**
SR × Y	میزان بذر × سال	2	11.52^{ns}	0.41^{ns}	1761.72**	452.57^{ns}	3.62^{ns}	0.06^{ns}	223872.57**
SD × SR	میزان بذر × روش کاشت	4	54.24*	1.53^{ns}	2846.86**	1889.99**	153.60**	0.36**	230589.14**
Y × SD × SR	سال × روش کاشت × میزان بذر	4	85.21**	2.71^{ns}	1099.69**	540.93^{ns}	92.76**	0.19*	223872.57**
Error b	خطای ب	24	21.36	0.78	250.03	257.35	213.84	0.06	32487.24
C.V (%)	درصد ضریب تغییرات		3.65	3.46	6.77	7.83	3.33	1.02	8.45

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not-significant

ns : غیر معنی‌دار.

Table 1. Continued

ادامه جدول ۱

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	شاخص برداشت Sink strength index	شاخص قدرت مخزن Total dry weight	وزن ماده خشک کل Total dry weight	تعداد دانه در واحد سطح No. grains. unit area^{-1}	سرعت تشکیل دانه Grain formation rate	سرعت تشکیل عملکرد Yield formation rate	سرعت تشکیل عملکرد زیستی Biological yield formation rate
Year (Y)	سال	1	115.98**	78878.67**	21438572.82**	884011.72^{ns}	27.99^{ns}	198.37**	18.71^{ns}
Rep (Year)	سال (تکرار)	4	2.54^{ns}	79.67^{ns}	3300.41^{ns}	3049854.21**	656.18**	23.40**	68.35^{ns}
Seeding method (SM)	روش کاشت	2	67.95**	282.72**	523304.38**	156977307.10**	34387.05**	1325.17**	17497.07**
Y × SM	روش کاشت × سال	2	18.48**	7.75^{ns}	156410.56**	3971269.35**	1458.89**	31.07**	230.49**
Error a	خطای الف	8	3.41	30.16	5026.96	1701729.20	350.64	14.42	41.16
Seed rate (SR)	میزان بذر	2	19.15**	897.95**	1449271.85**	32037914.58**	6825.95**	215.32**	1918.65**
SR × Y	میزان بذر × سال	2	8.84**	107.09^{ns}	1028872.41**	3509478.26**	828.87**	17.83**	1991.04**
SD × SR	میزان بذر × روش کاشت	4	33.01**	384.76**	108361.13**	6000416.00**	1279.29**	40.34**	1048.76**
Y × SD × SR	سال × روش کاشت × میزان بذر	4	12.22**	29.17^{ns}	72218.32**	3991836.27**	797.05**	28.44**	628.32**
Error b	خطای ب	24	1.09	43.20	6249.62	551063.50	117.30	3.73	38.29
C.V (%)	درصد ضریب تغییرات		3.98	5.09	7.51	8.74	8.81	8.46	5.48

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not-significant

ns : غیر معنی‌دار.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در تیمارهای روش کاشت و میزان بذر در برنج رقم هاشمی

Table 2. Mean comparison of grain yield and yield components in seeding method and seed rate treatments in rice (cv. Hashemi)

Treatments	تیمارها	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول خوشه Panicle length (cm)	تعداد پنجه در واحد سطح No. tiller. m^{-2}	تعداد خوشه در واحد سطح No. panicle. m^{-2}	تعداد دانه پر در خوشه No. grain. $panicle^{-1}$	وزن هزار دانه 1000-grain Weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
Seedling method	**روش کاشت**							
Drum direct seeding	کشت ردیفی	127.0b	25.8a	254a	221b	63a	25.07b	2367b
Hill wet seeding	کشت کپه‌ای	131.0a	26.2a	264a	235a	62a	25.44a	2753a
Broadcasting	کشت دستپاش	121.6c	24.3b	183b	158c	43b	24.70c	1276c
Transplanting	نشاکاری	-	-	-	-	-	-	3643
Seed rate	**میزان بذر**							
60 ($kgha^{-1}$)		126.2a	25.7a	204c	174c	58a	25.14a	1834c
80 ($kgha^{-1}$)		126.3a	25.6a	223b	198b	57a	25.02a	2077b
100 ($kgha^{-1}$)		127.1a	25.1a	274a	243a	53b	25.05a	2486a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's Test.

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

Treatments	تیمارها	شاخص برداشت Harvest index (%)	شاخص قدرت مخزن Sink strength Index (cm)	ماده خشک کل Total dry weight (gm^{-2})	تعداد دانه در واحد سطح No. grains m^{-2}	سرعت تشکیل دانه Grain formation rate ($grainday^{-1}$)	سرعت تشکیل عملکرد Yield formation rate ($kgday^{-1}$)	سرعت تشکیل عملکرد زیستی Biological yield formation rate ($kgday^{-1}$)
Seedling method	**روش کاشت**							
Drum direct seeding	کشت ردیفی	21.0a	130.0a	1231.3a	9444b	136.0b	25.4b	121.5b
Hill wet seeding	کشت کپه‌ای	21.9a	132.2a	1032.6b	10839a	158.3a	29.7a	138.7a
Broadcasting	کشت دستپاش	16.8b	124.5b	892.0c	51171c	74.0c	13.2c	78.2c
Transplanting	نشاکاری	-	-	-	-	-	-	-
Seed rate	**میزان بذر**							
60 ($kgha^{-1}$)		19.0b	136.5a	815.1c	7264c	105.0c	19.6c	101.4c
80 ($kgha^{-1}$)		19.2b	127.6 a	974.3b	8281b	119.7b	22.3b	115.5b
100 ($kgha^{-1}$)		21.5a	122.6b	1366.5a	9909a	143.6a	26.5a	121.5a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در اثر متقابل تیمارهای روش کاشت × میزان بذر بر برنج رقم هاشمی

Table 3. Mean comparison of grain yield and yield components in interaction effect of seeding method×seed rate treatments in rice (cv. Hashemi)

Treatments	تیمارها	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه در واحد سطح No. tiller. m^{-2}	تعداد خوشه در واحد سطح No. panicle. m^{-2}	تعداد دانه پر در خوشه No. grain. $panicle^{-1}$	وزن هزار دانه 1000-grain Weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
Seedling method × Seed rate ($kgha^{-1}$)	**روش کاشت × میزان بذر**						
Drum direct seeding × 60	ردیفی × ۶۰	128.7ab	228bc	190cde	65a	25.1abc	2133b
Drum direct seeding × 80	ردیفی × ۸۰	126.3ab	235bc	211cd	65a	24.9bc	2360b
Drum direct seeding × 100	ردیفی × ۱۰۰	126.0ab	299a	262ab	58ab	25.1abc	2608b
Hill wet seeding × 60	کپه‌ای × ۶۰	131.7a	213bcd	188cde	67a	25.7a	2265b
Hill wet seeding × 80	کپه‌ای × ۸۰	131.8a	254b	226bc	64ab	25.4ab	2586b
Hill wet seeding × 100	کپه‌ای × ۱۰۰	129.4ab	324a	290a	55bc	25.1abc	3409a
Broadcasting × 60	دستپاش × ۶۰	118.3b	170d	143f	40d	24.5c	1103c
Broadcasting × 80	دستپاش × ۸۰	120.8ab	180d	155ed	42d	24.6c	1284c
Broadcasting × 100	دستپاش × ۱۰۰	125.8ab	199cd	176def	47cd	24.8bc	1440c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's Test.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳

Table 3. Continued

Treatments	تیمارها	شاخص برداشت Harvest index (%)	شاخص قدرت مخزن Sink strength Index (cm)	ماده خشک کل Total dry weight (gm^{-2})	تعداد دانه در واحد سطح No. grains m^{-2}	سرعت تشکیل دانه Grain formation rate ($grain day^{-1}$)	سرعت تشکیل عملکرد Yield formation rate ($kg day^{-1}$)
Seedling method × Seed rate ($kgha^{-1}$)	**روش کاشت × میزان بذر**						
Drum direct seeding × 60	ردیفی × ۶۰	20.4bc	143.1ab	776.3e	8505b	122.2b	23.1b
Drum direct seeding × 80	ردیفی × ۸۰	22.6b	126.1bc	918.9cde	9458b	136.0b	25.5b
Drum direct seeding × 100	ردیفی × ۱۰۰	19.9bcd	120.9c	1402.5b	10368b	149.8b	27.8b
Hill wet seeding × 60	کپه‌ای × ۶۰	20.0bcd	144.5a	910.9cde	8792b	128.4b	24.4b
Hill wet seeding × 80	کپه‌ای × ۸۰	17.7cde	125.8bc	1119.6c	10157b	148.3b	27.9b
Hill wet seeding × 100	کپه‌ای × ۱۰۰	28.0a	126.3abc	1663.5a	13567a	198.1a	36.8a
Broadcasting × 60	دستپاش × ۶۰	16.4e	122.1c	758.1e	4495c	64.3c	11.4c
Broadcasting × 80	دستپاش × ۸۰	17.3de	130.8abc	884.5de	5227c	74.8c	13.4c
Broadcasting × 100	دستپاش × ۱۰۰	16.5e	120.7c	1033.3cd	5791c	82.8c	14.8c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's Test.

واحد سطح و در روش کاشت دستپاش با مقادیر بذر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کمترین تعداد پنجه در واحد سطح مشاهده شد (جدول ۳).

بر اساس تحقیقات انجام شده با افزایش مقادیر بذر تعداد پنجه در واحد سطح افزایش می‌یابد. اسلام و همکاران (Aslam *et al.*, 2002) گزارش کردند که با افزایش مقدار بذر، تعداد پنجه در واحد سطح افزایش می‌یابد. در آزمایش نامبردگان بیشترین تعداد پنجه (۸۶۹ پنجه در مترمربع) در میزان بذر ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد پنجه (۷۳۰ پنجه در مترمربع) در میزان بذر ۷۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. رجب زاده (Rajabzadeh, 1996) گزارش کرد که در روش کشت مستقیم با افزایش فاصله ردیف‌های کاشت و کاهش تراکم گیاهی، اگرچه قدرت پنجه‌زنی هر بوته افزایش یافت، اما کاهش تعداد پنجه در واحد سطح را در پی داشت.

روش‌های کاشت مستقیم تاثیر معنی‌داری بر تعداد خوشه در واحد سطح داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح در روش کاشت کپه‌ای با میانگین ۲۳۵ خوشه در مترمربع و کمترین تعداد خوشه در واحد سطح با میانگین ۱۵۸ خوشه در مترمربع در روش کاشت دستپاش مشاهده شد (جدول ۲). تیمارهای مقدار بذر اثر معنی‌داری بر تعداد خوشه در واحد سطح داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح (با میانگین۲۴۳ خوشه در مترمربع) از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و کمترین تعداد خوشه در واحد سطح (با میانگین ۱۷۴ خوشه در مترمربع) از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر تاثیر معنی‌داری بر تعداد خوشه در واحد سطح داشت (جدول ۱). بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح در روش کاشت کپه‌ای با میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار با میانگین ۲۹۰ خوشه در مترمربع و کمترین تعداد خوشه در واحد سطح با میانگین ۱۴۳ خوشه در مترمربع از تیمار روش کاشت دستپاش با میزان بذر ۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). به طور کلی با افزایش فاصله کشت و تعداد بوته در واحد سطح، تعداد خوشه در واحد سطح افزایش می‌یابد (Wells and Faw, 1990؛ Bloach *et al*., 2002). یوشینگا (۲۰۰۵) گزارش کرد که در روش کاشت کپه‌ای در مقایسه با روش کاشت دستپاش، تعداد خوشه در واحد سطح بیشتر است. اسلام و همکاران (۲۰۰۲) بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح (۳۹۲/۹ خوشه در مترمربع) را در میزان بذر ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد خوشه در واحد سطح (۳۳۴/۵۲ خوشه در مترمربع) را در میزان بذر ۷۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده کردند.

روش‌های کاشت اثر معنی‌داری بر تعداد دانه پر در خوشه داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه پر به ترتیب با میانگین ۶۳ و ۶۲ دانه پر در خوشه از روش کاشت ردیفی و کپه‌ای و کمترین تعداد دانه پر در خوشه (با میانگین ۴۳ دانه پر در خوشه) از روش کاشت دستپاش به دست آمد (جدول ۲). تیمارهای مقدار بذر اثر معنی‌داری بر صفت تعداد دانه پر در خوشه داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه پر به ترتیب با میانگین ۵۸ و ۵۷ دانه پر در خوشه از مقادیر بذر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد دانه پر در خوشه با میانگین ۵۳ دانه پر در خوشه از میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر بر صفت تعداد دانه پر در خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱). روش کاشت ردیفی با مقادیر بذر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار و روش کاشت کپه‌ای با میزان بذر ۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین تعداد دانه پر در خوشه و روش کاشت دستپاش با مقادیر بذر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کمترین تعداد دانه پر در خوشه را دارا بودند (جدول ۳). صفت تعداد دانه در خوشه یکی از اجزای عملکرد دانه است (Esfahani *et al*., 2009). بلوچ و همکاران (Bloach *et al*., 2002) عنوان کردند که با افزایش فواصل کاشت، برای رشد بوته فضای بیشتری از زمین اطراف فراهم می‌شود و هر بوته می‌تواند به صورت کارآمدتری از مواد غذایی و نورخورشید بهره‌مند شود و فرایند فتوسنتزی بیشتری در مقایسه با گیاهانی که به صورت متراکم‌تر کشت شده‌اند، انجام شود. این موضوع منجر به افزایش تعداد پر در هر خوشه می‌شود. باوی (Bavi, 2007) در آزمایش خود گزارش کرد که اثر تعداد بذر بر دانه در خوشه معنی‌دار بود و با افزایش تعداد بذر در هر کپه، تعداد دانه در خوشه به صورت خطی کاهش می‌یابد، به طوری که بیشترین تعداد دانه در خوشه (۱۶۵ دانه در هر خوشه) در تیمار دو بذر در هر کپه و کمترین تعداد دانه در هر خوشه (۱۳۸ دانه در هر خوشه) در تیمار هشت بذر در کپه به دست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

روش‌های کاشت مستقیم تاثیر معنی‌داری بر صفت وزن هزار دانه داشتند (جدول ۱). بیشترین وزن هزار دانه از روش کاشت کپه‌ای با میانگین ۲۵/۴ گرم و کمترین وزن هزار دانه با میانگین ۲۴/۷ گرم از روش کاشت دستپاش به دست آمد (جدول ۲). تیمارهای مقدار بذر اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه نداشتند (جدول ۱). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشت (جدول ۱). بیشترین وزن هزار دانه (با میانگین ۲۵/۷ گرم) در روش کاشت کپه‌ای با میزان بذر ۶۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین وزن هزار دانه از تیمارهای روش کاشت دستپاش با مقادیر بذر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). در برنج اغلب وزن هزار دانه ثابت بوده و از پایدارترین خصوصیات رقم به شمار می‌رود زیرا در برنج از نظر فیزیولوژیکی رشد دانه توسط پوست دانه محدود می‌شود (Mohammad and Ranjan, 2001). با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد که در این آزمایش صفت وزن هزار دانه از شرایط محیطی تاثیر چندانی نگرفته است و اعمال تیمارهای روش کاشت و مقادیر بذر تنها توانسته تفاوت بین مرتبه تیمارها را به وجود آورد. احسان الله و همکاران (Ehsanullah *et al*., 2007) با بررسی انواع روش‌های کاشت برنج تفاوت معنی‌داری را در وزن هزار دانه برنج مشاهده نکردند. یانگ و همکاران (Yang *et al*., 2000) اظهار کردند که تراکم کاشت تاثیری بر وزن هزار دانه برنج ندارد. بلوچ و همکاران (۲۰۰۲) عنوان کردند که با افزایش تراکم بوته، وزن هزار دانه کاهش می‌یابد.

نتایج نشان داد که روش‌های کاشت مستقیم تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه از روش کاشت کپه‌ای با میانگین ۲۷۵۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۱۲۷۶ کیلوگرم در هکتار از روش کاشت دستپاش به دست آمد (جدول ۲). تیمارهای مقدار بذر اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه (با میانگین ۲۴۸۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و کمترین عملکرد دانه (با میانگین ۱۸۳۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر تاثیر معنی‌داری بر عمکرد دانه داشت (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در روش کاشت کپه‌ای با میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین عملکرد دانه ۳۴۰۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه با میانگین‌های ۱۱۰۳، ۱۲۸۴ و ۱۴۴۰ کیلوگرم در هکتار از تیمارهای روش کاشت دستپاش با مقادیر بذر ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه در روش کاشت نشایی ۳۶۴۳ کیلوگرم در هکتار بود که در مقایسه با روش‌های کاشت مستقیم بالاتر بود

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۲).

با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که در روش کاشت کپه‌ای به علت وجود فاصله کافی بین بوته‌ها و پنجه‌زنی مناسب بوته‌های برنج، رقابت برای استفاده از عوامل محیطی بین بوته‌های برنج و علف‌های هرز کمتر بوده است. کاهش عملکرد در روش کاشت دستپاش را می‌توان به عدم وجود فاصله یکنواخت و مناسب بین بوته‌ها و افزایش رقابت شدید بین بوته‌های برنج و علف‌های هرز در استفاده از منابع غذایی و نور نسبت داد. چنگ (Cheng, 2000) اظهار داشت که دلیل اصلی پایین بودن عملکرد برنج در روش کشت مستقیم دستپاش، عدم توانایی در مدیریت صحیح و مناسب علف‌های هرز بعد از استقرار گیاهچه‌ها است. انوس و سادیکو (Onos and Sadikko, 1998) نیز اظهار کردند که در روش کشت مستقیم با افزایش فاصله بوته‌ها، تعداد خوشه در واحد سطح و عملکرد دانه افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که علت افزایش عملکرد در میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش تعداد خوشه در واحد سطح باشد. بلوچ و همکاران (۲۰۰۲) عنوان کردند که با افزایش تراکم کاشت، در اثر افزایش تعداد خوشه در واحد سطح، بر میزان عملکرد دانه نیز افزوده می‌شود.

روش‌های کاشت مستقیم تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشتند (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت از روش‌های کاشت کپه‌ای و ردیفی (به ترتیب ۲۱/۹ و ۲۱ درصد) و کمترین شاخص برداشت (۱۶/۸ درصد) از روش کاشت دستپاش به دست آمد (جدول ۲). تیمارهای مقدار بذر اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشتند (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت (۲۱/۵ درصد) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و کمترین شاخص برداشت (۱۸/۹ و ۱۹/۲ درصد) از تیمارهای ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر تاثیر معنی‌داری بر عمکرد دانه داشت (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت در روش کاشت کپه‌ای با میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین شاخص برداشت از تیمارهای روش کاشت دستپاش با مقادیر بذر ۶۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). با توجه به این که تاثیر عملکرد اقتصادی بر شاخص برداشت بیشتر از مقدار ماده خشک تولیدی است (Saeidzadeh *et al.*, 2010)، تراکم و روش‌های کاشتی که بیشترین و کمترین عملکرد نهایی را تولید کنند به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص برداشت را دارا خواهند بود. در آزمایش حاضر علت بالا بودن شاخص برداشت در تیمار روش کاشت کپه‌ای با میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار را می‌توان به بالا بودن عملکرد دانه در این تیمار نسبت داد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های شاخص قدرت مخزن نشان داد که بین تیمارهای روش کاشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۱). بیشترین شاخص قدرت مخزن (۱۳۰/۰ و۱۳۲/۲ سانتی‌متر) در روش‌های کاشت ردیفی و کپه‌ای و کمترین شاخص قدرت مخزن (۱۲۴/۵ سانتی‌متر) در روش کاشت دستپاش مشاهده شد (جدول ۲). تیمارهای مقادیر بذر اثر معنی‌داری بر شاخص قدرت مخزن داشتند (جدول ۱). بیشترین شاخص قدرت مخزن (۱۳۶/۵ سانتی‌متر) در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین شاخص قدرت مخزن ۱۲۷/۶ و ۱۲۲/۶ سانتی‌متر) در تیمار های ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۲). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر بر شاخص قدرت مخزن معنی‌دار بود (جدول ۱). بالاترین شاخص قدرت مخزن (۱۴۴/۵ سانتی‌متر) در تیمار روش کاشت کپه‌ای با میزان بذر ۶۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). شاخص قدرت مخزن صفت مناسبی جهت ارزیابی کارایی گیاه در تسهیم ماده خشک به دانه‌ها در دوره رسیدگی است و در مقایسه با صفت شاخص برداشت که بیان کننده کارایی تسهیم مواد پرورده بین دانه و قسمت‌های رویشی گیاه است (Sinclair, 1998)، صفت موثرتری محسوب می‌شود (Wiangsamut *et al*., 2013). وزن خشک قاعده ساقه شاخص مناسبی جهت پیش‌بینی عملکرد دانه است. زیاد بودن وزن خشک قاعده ساقه حاکی از دارا بودن ساقه ضخیم، وزن خوشه زیاد و عملکرد بالاتر است (Esfahani *et al*., 2009). با توجه به این که تعداد دانه پر بخش زیادی از وزن خشک خوشه را شامل می‌شود، به نظر می‌رسد که استفاده از الگوی کاشتی که در آن گیاهان فواصل مناسبی را روی ردیف‌های کاشت و بین ردیف‌های کاشت داشته باشند، برای گیاه امکان حداکثر استفاده از تابش خورشیدی را بیشتر فراهم می‌کند و به علت مساعد بودن عوامل محیطی و رقابت کمتر بین گیاهان مجاور شرایط مناسب‌تری برای پرشدن دانه‌ها فراهم می‌شود. ویانگسا‌موت و همکاران (Wiangsamut *et al*., 2013) با مقایسه سه روش کاشت نشاکاری، کاشت مستقیم دستپاش با دو میزان بذر ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار، بالاترین شاخص قدرت مخزن را از تیمار روش کاشت دستپاش با میزان بذر ۲۵ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های تعداد دانه در واحد سطح، سرعت تشکیل دانه، سرعت تشکیل عملکرد و سرعت تشکیل عملکرد زیستی نشان داد بین تیمارهای روش کاشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). بیشترین و کمترین تعداد دانه در واحد سطح، سرعت تشکیل دانه، سرعت تشکیل عملکرد و سرعت تشکیل عملکرد زیستی به ترتیب در روش کاشت کپه‌ای و دستپاش مشاهده شد (جدول ۲). تیمارهای مقادیر بذر نیز اثر معنی‌داری بر این صفات داشتند (جدول ۱). بیشترین و کمترین تعداد دانه در واحد سطح، سرعت تشکیل دانه، سرعت تشکیل عملکرد و

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت تشکیل عملکرد زیستی به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۶۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۲). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر بر صفات مذکور معنی‌دار بود (جدول ۱). بالاترین میانگین‌ها در تیمار روش کاشت کپه‌ای با میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین تعداد دانه در واحد سطح، سرعت تشکیل دانه و سرعت تشکیل عملکرد در روش کاشت دستپاش با مقادیر بذر ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). وزن دانه برآیند فتوسنتز و شرایط محیطی حاکم در زمان پر شدن دانه‌ها است. سرعت انتقال مواد فتوسنتزی و ذخیره‌ای به میزان دریافت محرک‌های محیطی، کارآیی سیستم آنزیمی، هورمونی و آوندی گیاه بستگی دارد. اثر متقابل این عوامل سرعت و مدت پر شدن دانه را تعیین می‌کند و نقش مهمی در پایداری عملکرد دانه دارند (Housley *et al*., 1982). به نظر می‌رسد که در روش کاشت کپه‌ای به دلیل فراهم بودن فضای مناسب برای رشد بوته‌ها، اثر متقابل این عوامل روی صفات گیاهی تاثیر مثبت داشته است.

روش‌های کاشت اثر معنی‌داری بر راندمان تبدیل، میزان برنج سالم و میزان برنج خرد داشتند (جدول ۴). بالاترین راندمان تبدیل و میزان برنج سالم در روش‌های کاشت ردیفی و کپه‌ای مشاهده شد. کمترین میانگین‌ها نیز از روش کاشت دستپاش به دست آمد (جدول ۵). بیشترین میزان برنج خرد نیز از روش کشت دستپاش به دست آمد (جدول ۵). تیمارهای مقدار بذر اثر معنی‌داری بر راندمان تبدیل، میزان برنج سالم و میزان برنج خرد نداشتند (جدول ۴). اثر متقابل روش کاشت × میزان بذر نیز بر این صفات غیرمعنی‌دار بود (جدول ۴). درصد استخراج برنج سفید از شلتوک (راندمان تبدیل)، میزان برنج سالم و برنج خرد از مهم‌ترین خصوصیات کیفی برنج محسوب می‌شوند که علاوه بر نقش تغذیه‌ای در قیمت و بازارپسندی برنج نقش به سزایی دارند. کیفیت دانه برنج به عوامل مختلفی از جمله خصوصیات ژنتیکی، شرایط محیطی و روش کاشت بستگی دارد (Wang *et al*., 2003). به طور کلی عواملی که در کاهش قدرت دانه موثر هستند (شامل دماهای بالا در طی شب، دانه‌های برداشت شده با محتوی رطوبت بالا و سایر عوامل از جمله بیماری‌ها و علف‌های هرز) در کاهش پایداری دانه در برابر عملیات پوست‌کنی نقش به سزایی دارند و این عوامل در نهایت کاهش عملکرد کیفی را باعث می‌شوند (Siebenmorgen *et al*., 2008). به نظر می‌رسد که در این آزمایش دلیل افت عملکرد کیفی در روش کاشت دستپاش، عدم وجود فاصله یکنواخت و مناسب بین بوته‌ها و افزایش رقابت شدید بین بوته‌های برنج با یک دیگر و با علف‌های هرز در استفاده از منابع غذایی و نور بوده است.

به طور کلی، نتایج حاصل از این آزمایش

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب اثر روش کاشت و میزان بذر بر خصوصیات تبدیل برنج رقم هاشمی

Table 4. Combined analysis of variance for seeding method and seed rate treatments on milling recovery components in rice (cv. Hashemi)

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	راندمان تبدیل Milling recovery	میزان برنج سالم Head rice	میزان برنج خرد rice Broken
Year (Y)	سال	1	87.32**	283.50**	288.56**
Rep (Year)	سال (تکرار)	4	20.02**	1.66^{ns}	19.91**
Seeding method (SM)	روش کاشت	2	69.58**	233.53**	428.26**
Y × SM	روش کاشت × سال	2	1.28^{ns}	296.18**	267.05**
Error a	خطای الف	8	12.97	3.81	6.22
Seed rate (SR)	میزان بذر	2	0.41^{ns}	1.30^{ns}	3.13^{ns}
SR × Y	میزان بذر × سال	2	0.06^{ns}	2.18^{ns}	1.42^{ns}
SD × SR	میزان بذر × روش کاشت	4	1.75^{ns}	5.39^{ns}	4.71^{ns}
Y × SD × SR	سال × روش کاشت × میزان بذر	4	0.91^{ns}	5.89^{ns}	8.94^{ns}
Error b	خطای ب	24	1.85	1.84	4.79
C.V (%)	درصد ضریب تغییرات		2.50	2.98	9.29

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

**: Significant at the 1% probability level, respectively.

ns : غیر معنی‌دار.

ns: Not-significant

جدول ۵- مقایسه میانگین خصوصیات تبدیل در تیمارهای روش کاشت و میزان بذر در برنج رقم هاشمی

Table5. Mean comparison of milling recovery components in seeding method and seed rate treatments in rice (cv. Hashemi)

Treatments	تیمارها	راندمان تبدیل Milling recovery (%)	میزان برنج سالم Head rice (%)	میزان برنج خرد Broken rice (%)
Seedling method	**روش کاشت**			
Drum direct seeding	کشت ردیفی	68.3a	58.9a	13.6b
Hill wet seeding	کشت کپه‌ای	68.0a	59.0a	12.7b
Broadcasting	کشت دستپاش	62.3b	54.6b	22.5a
Seed rate	**میزان بذر**			
60 (kgha^{-1})		66.3a	57.8a	16.5a
80 (kgha^{-1})		65.8a	57.4a	15.7a
100 (kgha^{-1})		66.2a	57.2a	16.7a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's Test.

نشان داد که روش کاشت کپه‌ای در بین روش‌های کاشت مستقیم مورد آزمایش و میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها، در بسیاری از صفات اندازه‌گیری شده ازجمله تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد خوشه در واحد سطح، عملکرد دانه و شاخص برداشت، برتری داشتند. به نظر می‌رسد که در روش کاشت مستقیم کپه‌ای به دلیل فاصله بیشتر بین بوته‌ها و تراکم متعادل گیاهی، هر گیاه به دلیل داشتن فضای بیشتری در اطراف خود، میزان تابش بیشتری دریافت کند و فعالیت فتوسنتزی بیشتری انجام دهد و این موضوع منجر به افزایش ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه پر در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص قدرت مخزن، تعداد دانه در واحد سطح، سرعت تشکیل دانه و سرعت تشکیل عملکرد در این روش می‌شود. با توجه

www.SID.ir

Archive of SID

به این‌که بیشترین تعداد پنجه در واحد سطح، تعداد خوشه در واحد سطح، عملکرد دانه، وزن ماده خشک، تعداد دانه در واحد سطح، سرعت تشکیل دانه و سرعت تشکیل عملکرد در میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، به نظر می‌رسد که افزایش تراکم باعث افزایش تعداد بوته در واحد سطح شده است و این موضوع در نهایت افزایش تعداد خوشه و ماده خشک کل را به دنبال داشته است. از طرف دیگر با توجه به این‌که ظرفیت مخزن و محدودیت منبع هر دو اهمیت بالایی را در تعیین عملکرد برنج دارا است (Venkateswarlu, 1976)، به نظر می‌رسد که در این آزمایش در مقادیر بذر ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار، محدودیت مخزن بیشتر از محدودیت منبع وجود داشته است. در مجموع می‌توان اظهار داشت که با استفاده از روش کاشت مستقیم بذرهای جوانه‌دار شده به صورت کپه‌ای در بستر مرطوب و میزان بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه قابل قبولی در زراعت برنج رقم هاشمی در شرایط اقلیمی منطقه مورد آزمایش به دست آورد. به کارگیری سایر روش‌های کاشت مستقیم مانند روش کاشت مستقیم در بستر خشک و یا کاشت به صورت جوی و پشته و تعیین تراکم متعادل گیاهی برای سایر ارقام برنج را می‌تواند به عنوان موضوع پژوهش‌های بعدی در نظر گرفته شود. به علاوه از آن جائی که یکی از مشکلات کاشت مستقیم برنج رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی است، لازم است این موضوع نیز مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت و مساعدت مسئولین دانشگاه گیلان و موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) جهت اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

References

Anonymous, 2010-2011. Agricultural Statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran (in Persian).

Anonymous 2012. FAO Statistics of Agricultural Crops in the World. Available at: http://www.fao.org.

Arabzadeh, B., and Tavakkoli, A. R. 2006. Economic analysis of deficit irrigation management for rice in direct dry seeded farming. Journal of Agricultural Engineering Research 26(7): 99-110 (in Persian).

Aslam, M., Shamshad, H. S., and Shafi Nazir, M. 2002. Biological response of

www.SID.ir

Archive of SID

direct-seeding coarse rice to seeding density and planting time. Pakistan Journal of Agricultural Sciences 39(1): 28-31.

Baloch, A. W., Soomro, A. M., Javed, M. A., Ahmed, M., Bughio, H. R., Bughio, M. S., and Mastoi, N. N. 2002. Optimum plant density for high yield in rice (*Oryza sativa* L.). Asian Journal of Plant Sciences 1(1): 25-27.

Bavi. J. 2007. Effect of number of seeds per hill on grain yield, yield components and growth indices of three rice cultivars in Khuzestan condition. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran (in Persian).

Bhuiyan, S. I., Sattar, M. A., and Khan, M. A. K. 1995. Improving water use efficiency in rice irrigation through wet seeding. Irrigation Science 16: 1-8.

Chatterjee, B. N., and Maiti, S. 1985. Principles and Practices of Rice Growing. Oxford and IBH Pulishing Co. Ltd., New Delhi, India.

Counce, P. A., and Wells, B. R. 1987. Rice plant population density effect on early-season nitrogen requirement. Journal of Production Agriculture 3: 390-393.

Cheng, Y. G. 2000. Extension services for rice production in China. China Rice 1: 21-24.

Ehsanullah, N. A., Jabran, Kh., and Habib, T. 2007. Comparison of different planting methods for optimization of plant population of fine rice (*Oryza sativa* L.) in Punjab (Pakestan). Pakistan Journal of Agricultural Sciences 44(4): 597-599.

Esfahani, M. 1998. An Introduction to the Physiology and Ecology of Rice. University of Guilan Press, Rasht, Iran (in Persian).

Esfahani, M., Mojtabaie-Zamani, M., and Amiri-Larijani, B. 2009. The Growing Rice Plant. An Anatomical Monograph. University of Guilan Press, Rasht, Iran 380pp. (in Persian).

Farooq, M., Kadambot, H. M., Siddique, H., Rehman, T., Aziz, W., and Dong-Jin Lee, A. Wahid. 2011. Rice direct seeding: Experiences, challenges and opportunities. Soil & Tillage Research 111: 87-98.

Housley, T. L., Kirleis, A.W., and Patterson, F. L. 1982. Dry matter accumulation in soft red winter wheat seeds. Crop Scienc Journal 22: 290-294.

Jones, D. B., and Snyder, G. H. 1987. Seeding rate and row spacing effects on yield and yield components of drill-seeded rice. Journal of Agronomy and Crop Science 79: 623-639.

www.SID.ir

Archive of SID

Mohammad, I., and Ranjan, M. 2001. Response of rice to the graded levels of NPK fertilizers. Crop Research Hisar 21: 120-122.

Mohammad, N. H. M., Sudarshan, T., and Abdur, R. S. 2004. Effect of number of seedling per hill and urea supergranules on growth and yield of the rice (cv. Bina Dhan 4.). Journal of Biological Science 4(2): 122-129.

Nai-Kin, H., Cheng, C. M., Murat, M., and Ismail, M. Z. 1993. MADA'S experiences in direct seeding. Paper in direct seeding. Workshop on Water and Direct Seeding for Rice. 14-16 June, Muda Agricultural Development, Ampang Jajar, Alor Setar, Malaysia.

Onos, A. S., and Sadikko, S. L. 1998. Effect of plant density on yield and yield attribute. Crop Scienc Journal 22: 11-15.

Pandy, S., and Velasco, L. E. 2002. Economics of direct seeding in Asia: Patterns of adoption and research priorities. In: Pandey, S., Mortimer, M., Wade, L., Tuong, T. P., Lopez, K., and Hardy, B. (eds.) Direct Seeding: Research Strategies and Opportunities. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Rajabzadeh, M. 1996. The effects of plant density on yield and yield components of rice in Isfahan. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran 71pp. (in Persian).

Reynolds, M. P., Balota, M., Delgado, M. I. B., Amain, I., and Fischer, R. A. 1994. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. Australian Journal of Plant Physiology 21: 717-730.

Saeidzadeh, F., Taghizadeh, R., and Molazem, D. 2010. Effect of plant density on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) in climatic condition of the west part of Guilan province. Iranian. Journal of New Agricultural Science 6(18): 37-46 (in Persian).

Siebenmorgen, T., Grigg, B., Counce, P., and Hardke, J. 2014. Production Factors Impacting Rice Milling Yield. University of Arkansas Division of Agriculture. In: Arkansas Rice, University of Arkansas Division of Agriculture.

Sinclair, T. R. 1998. Historical change in harvest index and crop nitrogen accumulation. Crop Scienc Journal 38: 638-643.

Sittisuang, P. 1995. Extent of problems and policies in wet-seeded rice production in Thailand. pp. 1-5. In: Moody, K. (ed.) editor. Constraints, Opportunities, and

www.SID.ir

Archive of SID

Innovations for Wet-Seeded Rice. IRRI Discussion Paper Series. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Subramaniam, M., Soundararajam, A. P. N. K., and Sivasubramanian, V. 1987. Performance of broadcast seeded TM 8089 (a rice variety in india). International Rice Research Newsletter 12 (3):8-12**.**

Venkateswarlu, B. 1976. Source-sink interrelationships in lowland rice. Plant and Soil 44: 575-586.

Vongsaroj, P. 1995. Weed control in wet-seeded rice in Thailand. pp. 270-286. In: Moody, K. (ed.) Constraints, Opportunities and Innovations for Wet-Seeded Rice. IRRI Discussion Paper Series No. 10. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Wang, Z., GU, Y. J., Chen, G., Xiong, F., and Li, Y. X. 2003. Rice quality and its affecting factors. Molecular Plant Breeding 1(2): 231-241.

Wells, B. R.. and Faw, H. F., 1990. Rice plant population density effect on early-season nitrogen requirement. Journal of Production Agriculture (USA) 3: 390-393.

Wiangsamut, B., Lafarge, T. A., Mendoza, C. T., and Pasuquin, E. S. 2013. Agronomic traits and yield components associated with broadcasted and transplanted high-yielding rice genotypes. ESCI Journal of Crop Production 2: 19-30.

Yang, F. U. 2000. Effets of plant density on growth and yield of rice. Journal of Gillin Agricultural University 22(4): 18-22.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. International Rice Reserch Institute, Los Banose, Philippines. 269pp.

Yoshinaga, S. 2005. Improved lodging resistance in rice (*Oryza sativa* L.) cultivated by submerged direct seeding using a newly developed hill seeder. Japanese Journal of Crop Science National Agricultural 39 (3): 147-152.

www.SID.ir