Archive of SID

"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و دوم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹

اثر روش‌های خاک‌ورزی و کاشت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، عملکرد دانه و راندمان تبدیل برنج (*Oryza sativa* L.) رقم هاشمی

Effect of tillage and planting methods on soil physical properties, grain yield and milling recovery of rice (*Oryza sativa* L. cv. Hashemi)

مینا ابراهیمی[۱]، مجید مجیدیان[۲] و محمدرضا علیزاده[۳]

چکیده

ابراهیمی، م.، م. مجیدیان و م. ر. علیزاده. ۱۳۹۹. اثر روش‌های خاک‌ورزی و کاشت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، عملکرد دانه و راندمان تبدیل برنج (*Oryza sativa* L.) رقم هاشمی. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۲(۱): ۸۰-۶۶.**

به منظور بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی وکاشت بر ویژگی‌های خاک، عملکرد دانه و خصوصیات تبدیل برنج، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح؛ روتاری تراکتوری، خاک‌همزن مرسوم تیلری و پادلر دوار تیلری، به عنوان عامل اصلی و روش‌های کاشت در سه سطح؛ نشاکاری دستی، نشاکاری با ماشین نشاکار و کاشت مستقیم بذر در خاک غرقاب، به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عمق نفوذ مخروط سقوطی و چگالی خاک داشتند. بیشترین عمق نفوذ مخروط سقوطی (۱۰/۸۶ سانتی‌متر) و کمترین چگالی ظاهری (۰/۸۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در خاک‌ورزی با روتاری تراکتوری بدست آمد. نتایج نشان داد که صفات ارتفاع بوته (۱۴۴/۰۱ سانتی‌متر) و تعداد پنجه (۳۴۴ پنجه در مترمربع) در کاشت مستقیم بذر به طور معنی‌داری بیشتر از روش‌های کاشت نشاکاری ماشینی و دستی بود. بالاترین شاخص برداشت و مقاومت فشاری (به‌ترتیب ۴۹/۲ درصد و ۵/۷۳ نیوتن) در نشاکاری ماشینی بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با کاشت مستقیم بذر و نشاکاری دستی داشت. حداکثر تعداد خوشه در متر مربع در کاشت مستقیم بذر (۲۸۸ خوشه در متر مربع) و نشاکاری ماشینی (۲۸۴ خوشه در متر مربع) بدست آمد که با نشاکاری دستی (۲۶۱ خوشه در مترمربع) تفاوت معنی‌داری داشت. روش‌های خاک‌ورزی، کاشت و برهمکنش آنها اثر معنی‌داری بر میزان دانه‌های سالم، خرد و راندمان تبدیل نداشتند. نتایج این آزمایش نشان داد که در خاک‌ورزی با استفاده خاک‌همزن‌های تیلری و روش‌های کاشت نشاکاری ماشینی و کاشت مستقیم بذر می‌توان علاوه بر حفظ ویژگی‌های فیزیکی خاک، عملکرد دانه مناسبی در برنج بدست آورد.

واژه‌های کلیدی: برنج، خاک‌ورزی، کاشت مستقیم بذر، مقاومت فشاری و نشاکاری ماشینی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۲۰ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می باشد.

۱- دانشجوی دکتری دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
۲- دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان. (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: ma_majidian@guilan.ac.ir)
۳- دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از مهم‌ترین غلات و غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان است و در بیش از ۹۵ کشور جهان کشت می‌شود (Liu *et al.*, 2014). خاک‌ورزی قدیمی‌ترین و مؤثرترین فعالیت زراعی محسوب می‌شود که باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک و ویژگی‌های ریشه‌ای بوته‌های برنج و افزایش عملکرد آن می‌شود (Badshah *et al.*, 2014). خاک‌ورزی شیوه‌ای برای هم‌زدن خاک و فراهم شدن شرایط برای کاشت گیاه بوده و یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و عملکرد در برنج است (Khan *et al.*, 2010). اجرای بیش از حد و غیرضروری خاک‌ورزی اغلب برای خاک مضر بوده و باعث تخریب خاک، اختلال در پیوستگی خلل و فرج خاک، کاهش مقدار بقایای گیاهی در سطح خاک و به طور کلی کاهش کیفیت خاک می‌گردد (Yaduvanshi and Sharma, 2008). انتخاب نوع ادوات برای اجرای خاک‌ورزی بر اساس شرایط هر منطقه از جمله آب و هوا، نوع خاک، نوع بقایای گیاهی، نیروی کششی در دسترس و غیره، در بسیاری از مناطق دنیا و از جمله در ایران نیاز به بررسی و پژوهش دارد. روش مطلوب تهیه زمین، شیوه‌ای است که با کمترین دفعات تردد ماشین در زمین و صرف زمان، انرژی و هزینه کمتر، بستری مناسب برای کاشت و رشد گیاه، نفوذ آب و تهویه بهتر خاک فراهم شود، بقایای

گیاهی به شکل مناسبی با خاک مخلوط شوند و از فرسایش خاک جلوگیری شود. این روش می‌تواند در عملکرد نهایی محصول تأثیر زیادی داشته باشد (Habibi-Asl and Gilani, 2014). در خاک‌ورزی مرسوم برای نشاکاری برنج و همچنین در کاشت مستقیم بذور جوانه‌دار شده برنج، زمین با اجرای گِلخرابی خاک آماده می‌شود (Alizadeh, 2015). نتایج آزمایش علیزاده (Alizadeh, 2015) در ارزیابی اثر سه نوع دستگاه خاک‌ورز تیلری شامل خاک همزن مرسوم، روتیوار تیلری و پادلر مخروطی با یک و دوبار عبور در عملیات گِلخرابی بر تراکم علف‌های هرز در مزرعه برنج نشان داد که علاوه بر تفاوت معنی‌دار بین نوع ادوات شخم، دفعات گِلخرابی نیز بر تراکم علف‌های هرز تأثیر داشتند.

در زراعت برنج استقرار گیاهچه یک مرحله کلیدی در تولید و تعیین‌کننده بهره‌وری و سودآوری کشت می‌باشد. در انطباق با شرایط اکولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی، چندین روش استقرار گیاهچه بصورت کاشت مستقیم بذر در مزرعه و نشاکاری وجود دارند (Horgan *et al.*, 2014).کشت برنج می‌تواند روی بسترهای خزانه یا سینی‌های نشا انجام و گیاهچه‌ها در سن‌های مختلف بصورت دستی (سنتی) و یا ماشینی نشاکاری شوند. در اکثر کشورها نشاکاری برنج به روش سنتی اجرا می‌شود که در مقایسه با روش‌های ماشینی نیاز به انرژی و نیروی کار بیشتری داشته و این موضوع باعث تمایل کشاورزان به تغییر به سمت کاشت مستقیم بذر و نشاکاری ماشینی شده است (Chen *et al.*, 2017). کاشت مستقیم بذر برنج در حال حاضر در آمریکا، اروپای غربی، ژاپن و هندوستان مرسوم است. در ایران، کاشت مستقیم در خوزستان، اهر، مشکین شهر، میانه، کرخه و بعضی از قسمت‌های آذربایجان شرقی رایج است. کاشت مستقیم به دلیل بازده اقتصادی مناسب، کاشت سریع‌تر و آسان‌تر، بکارگیری نیروی انسانی کم‌تر، بازده مناسب‌تر آب، قابلیت اجرای ماشینی بیشتر و طول دوره رشد کوتاه‌تر نسبت به کاشت نشایی، تمایل کشاورزان به کاشت مستقیم برنج را در سال‌های اخیر افزایش داده است، اما بزرگ‌ترین عامل محدود کننده در کاشت مستقیم، هجوم بالای علف‌های هرز است (Farooq *et al.*, 2011). در پژوهشی با عنوان اثر نرخ بذر، مدیریت علف‌های هرز و روش استقرار بذر در خاک بر عملکرد برنج، در صورت مبارزه با

www.SID.ir

Archive of SID

علف‌های هرز، عملکرد دانه در روش کاشت مستقیم با ماشین، مشابه روش نشاکاری بود و استفاده از بذر جوانه‌زده نیز باعث افزایش موفقیت کاشت مستقیم شد (Sinha *et al*., 2008). ایوانی و همکاران (Ivani *et al*., 2014) در مقایسه روش‌های کاشت گزارش کردند که بین نشاکاری دستی، کاشت مستقیم بذر به صورت دست‌پاش و با استفاده از ماشین خطی کار، به‌ترتیب کشت مستقیم بذر به‌صورت دست‌پاش، کشت مستقیم با ماشین و نشاکاری دستی، بیشترین کاهش عملکرد را داشتند. کاشت مستقیم برنج به مراتب هزینه‌های کارگری کمتر، پنجه‌دهی و رسیدگی زودتر محصول و برداشت زودتر نسبت به نشاکاری و همچنین استقرار به موقع گیاهان بعد از برنج را داشته، اما چالش‌هایی از قبیل کنترل علف‌های هرز، خوابیدگی (ورس) بوته‌ها، کاهش عملکرد و کیفیت دانه را به همراه دارد (Farooq *et al*., 2011). نشاکاری برنج علف‌های هرز را بهتر کنترل می‌کند، اما بوته‌ها در اثر شوک نشاکاری (ناشی از ریشه‌کن شدن گیاهچه‌ها از خزانه و نشاکاری در زمین اصلی)، در ابتدای فصل توسعه کندی داشته و باعث کاهش عملکرد با درجات مختلف می‌شود (Sangeetha and Baskar, 2015). به طور کلی روش‌های مختلف استقرار گیاهچه با روش‌های مختلف زراعی از نظر خاک‌ورزی اولیه، آماده‌سازی بستر بذر، تراکم بوته، تاریخ نشاکاری، وجین و مدیریت آب همراه است (Li *et al*., 2016). این روش‌ها اثر مستقیمی بر ویژگی‌های گیاهچه و رشد پنجه‌ها در مرحله رویشی و طول دوره رشد، تجمع ماده خشک، جذب نیتروژن و عملکرد دانه دارند (Ali *et al*., 2015). بادشاه و همکاران (Badshah *et al*., 2014) در بررسی واکنش عملکرد دانه و پنجه‌زنی برنج هیبرید در روش‌های خاک‌ورزی و استقرار گیاه گزارش نمودند که کاشت مستقیم بذر در مراحل حداکثر پنجه‌زنی و رسیدگی، ۲۲ درصد پنجه‌زنی بیشتری از نشاکاری (صرف نظر از روش خاک‌ورزی) داشت. علا و همکاران (Ala *et al*., 2014) گزارش نمودند که تفاوت عملکرد برنج در روش‌های کاشت عمدتا مربوط به مدیریت علف‌های هرز بوده و چنانچه علف‌های هرز کنترل شوند، بین دو شیوه کاشت مستقیم و نشاکاری تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و حتی در برخی مواقع عملکرد دانه در کاشت مستقیم بیشتر بود. گانگوار و همکاران (Gangwar *et al*., 2008) نیز گزارش کردند که بوته‌های برنج در کاشت مستقیم بذر تجمع ماده خشک ساقه و ریشه بیشتری نسبت به بوته‌های رشد یافته در نشاکاری دستی و ماشینی داشتند. بعلاوه در نشاکاری ماشینی، گیاهچه‌ها با استقرار در عمق و فواصل یکنواخت، پنجه‌های بیشتری نسبت به نشاکاری دستی تولید کردند.

با توجه به این که کشاورزان در مناطق شمال کشور از روش‌ها و ادوات مختلف تراکتوری و تیلری برای عملیات آماده‌سازی زمین برنج استفاده می‌کنند، انتخاب شیوه‌های مناسب خاک‌ورزی می‌تواند باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و افزایش عملکرد دانه در واحد سطح شود. با توجه به اینکه اطلاعات نسبتا قابل توجهی در خصوص اثر کاشت مستقیم بذر و نشاکاری برنج وجود دارد، اما تحقیقات اندکی درباره اثرات توام روش‌های خاک‌ورزی و کاشت بر عملکرد دانه انجام شده است. پژوهش حاضر به منظور بررسی برهمکنش روش‌های خاک‌ورزی و کاشت بر ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های زراعی و عملکرد دانه برنج رقم هاشمی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در پنج کیلومتری رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و در ارتفاع هفت متر پایین‌تر از سطح دریای آزاد اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

www.SID.ir

Archive of SID

محل اجرای آزمایش در آزمایشگاه بخش آب و خاک موسسه تحقیقات برنج کشورتعیین شد (جدول ۱). میزان دما و بارندگی منطقه در طول اجرای آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. میانگین دما درهر دو سال آزمایش مشابه، اما متوسط بارندگی در سال دوم آزمایش (۱۳۹۷) بالاتر ازسال اول (۱۳۹۶) بود.آزمایش به صورت کرت‌های خرد شد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح (روتاری تراکتوری، خاک‌همزن مرسوم تیلری و پادلر دوار تیلری) به عنوان عامل اصلی و روش‌های کاشت در سه سطح (نشاکاری دستی، نشاکاری با ماشین نشاکار و بکاشت مستقیم بذر در خاک غرقاب) به عنوان عامل فرعی بودند.

تهیه خزانه برای تیمارهای نشاکاری دستی و ماشینی در تاریخ ۱۳۹۶/۱/۲۵ و ۱۳۹۷/۱/۲۵ و نشاکاری و کاشت مستقیم بذر به طور همزمان در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۲۳ و ۱۳۹۷/۲/۲۳ انجام شد. آزمایش در قطعه زمینی به مساحت ۱۳۵۰ متر مربع شامل ۲۷ کرت به ابعاد ۱۰ × ۵ متر (ابعاد کرت‌های اصلی و فرعی به‌ترتیب: طول ۳۰ و ۱۰ متر و عرض پنج متر) اجرا شد. فواصل بوته‌ها در هر سه روش کاشت ۱۵×۳۰ سانتی‌متر با تراکم ۲۲ بوته در متر مربع بود که در دو روش نشاکاری دستی و ماشینی بصورت ۲ تا ۳ گیاهچه در هر کپه بود. در کشت مستقیم بذور جوانه‌دار شده به تعداد ۳ تا ۴ بذر در زمین گِلخراب کاشته شدند. برای جوانه‌دار کردن، بذرها ۲۴ ساعت خیسانده شده و سپس در دمای تقریبی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۵ درصد به مدت ۴۸ ساعت نگه‌داری شدند تا جوانه بزنند. پس از سبز شدن گیاهچه‌ها، سه بوته در هر کپه نگه داشته شدند. شخم اول با گاوآهن برگردان‌دار تراکتوری در همه تیمارها در عمق یکسان اجرا شد و سپس عملیات گِلخرابی در هر کرت مطابق تیمار آزمایشی مورد نظر انجام گرفت. در این آزمایش از برنج بومی رقم هاشمی استفاده شد. این رقم پابلند (حدود ۱۴۰ سانتی‌متر)، با طول دوره رسیدگی ۱۲۰ روز، ساقه نازک، حساس به کرم ساقه‌خوار برنج و خاصیت کودپذیری پایین با کیفیت پخت عالی و بازارپسندی خوب، به عنوان یکی از ارقام مورد پسند کشاورزان برای کاشت است. جهت تأمین نیاز کودی گیاه، کود نیتروژن (از منبع اوره) به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰ درصد در زمان کاشت و ۵۰ درصد در مرحله پنجه‌زنی)، کود فسفر (از منبع سوپرفسفات تریپل) به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پایه در هنگام کاشت و کود پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پایه به زمین داده شدند. به منظور کنترل علف‌های هرز از علف‌کش بوتاکلر به مقدار مناسب (سه لیتر در هکتار) به صورت پس از کاشت و وجین دستی استفاده شد. بعلاوه زمانی که گیاهچه‌ها در کرت‌های کشت مستقیم به مرحله سه تا چهار برگی رسیدند، از علف‌کش کانسیل اکتیو به میزان ۱۵۰ گرم در هکتار استفاده شد. نمونه‌برداری در مرحله رسیدگی کامل بعد از حذف حاشیه‌ها از ردیف‌های میانی کرت‌ها صورت گرفت. نحوه نمونه‌برداری بدین صورت بود که کلیه بوته‌ها در مساحت یک متر مربع بطور تصادفی برداشت شد. پس از برداشت، نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شده و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری شاخص برداشت، وزن خشک نمونه‌ها بطور جداگانه در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشکانده شده و سپس توزین و عملکرد بیولوژیک و دانه آنها محاسبه گردید. جهت تعیین اجزای عملکرد بوته‌های ۱۰ کپه از هرکرت به طور تصادفی و با در نظر گرفتن حاشیه، به صورت دستی کف‌بر شده و صفات تعداد پنجه در بوته، تعداد خوشه در مترمربع، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه در هر بوته به طور جداگانه اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان صفت مورد نظر ثبت گردید. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، از پائین

www.SID.ir

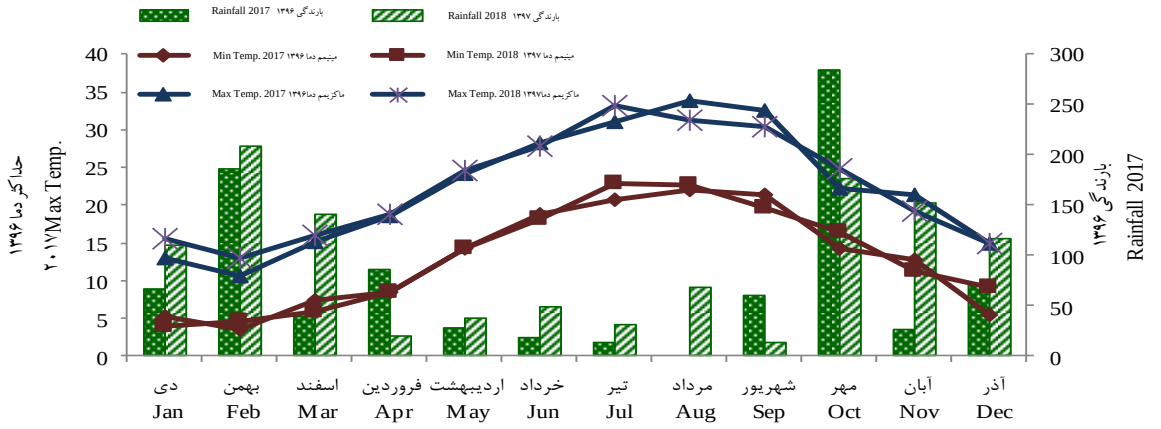
Archive of SID

طوقه تا نوک ساقه اصلی در ۱۰ بوته با استفاده از خط‌کش مدرج اندازه‌گیری و سپس میانگین آنها به عنوان ارتفاع نهایی بوته تعیین شد. برای اندازه‌گیری خصوصیات تبدیل، از محصول هر کرت، به مقدار ۱۵۰ گرم نمونه دانه (شلتوک) انتخاب و در آون در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت تا رطوبت حدود نه درصد خشکانده شد. نمونه‌های خشک شده با استفاده از پوست‌کن آزمایشگاهی نوع غلتک لاستیکی (Satake Eng. Co. Ltd., Japan) پوست‌گیری و برنج قهوه‌ای حاصل با استفاده از سفیدکن نوع مالشی (اصطکاکی) (McGill Miller, USA) سفید شدند. با استفاده از الک دوار (ایندنت) آزمایشگاهی (Satake TRG 058, Japan) برنج سالم (با طول برابر یا بزرگتر از سه چهارم طول برنج کامل) از برنج خرد جدا شده و توزین شد. میزان برنج سالم (درصد)، میزان برنج خرد (درصد) و راندمان تبدیل از نسبت میزان برنج سفید به کل شلتوک برای تیمارهای مختلف بدست آمد. اندازه‌گیری مقاومت فشاری در مزرعه با انتخاب ۱۰ بوته از هر کرت در مرحله رسیدگی انجام شده و با وارد کردن فشار به بوته (در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری از کف زمین) جهت خواباندن گیاه از حالت عمودی به مایل (تا زاویه ۴۵ درجه)، با استفاده از نیروسنج دیجیتالی (Lutron FG-500 A, Taiwan) انجام شد (Kashiwagi and Ishimaru, 2004).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the soil in experiment site

بافت خاک Texture	پتاسیم قابل جذب K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل N (%)	کربن آلی O.C (%)	SP%	pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
رسی- سیلتی Silty Clay	280	7.8	0.22	2.31	74	7.34	1.85



شکل ۱- میانگین دما و بارندگی ماهیانه در طول دوره رشد گیاه برنج (۱۳۹۷-۱۳۹۶)

Fig. 1. Monthly mean temperature and rainfall during rice plant growth (2017-2018)

برای تعیین عمق نفوذ مخروط فلزی یا شاخص مخروطی (Cone index) در خاک گِلخراب شده، از روش توصیه شده سالوخه و رامالینگام (Salokhe and Ramalingam, 2001) استفاده شد، به این ترتیب که بعد از اجرای عملیات گِلخرابی در هر تیمار با رها کردن مخروط فلزی استاندارد به وزن حدود ۱۱۵ گرم از ارتفاع یک متری از سطح خاک، میزان نفوذ مخروط در خاک به عنوان شاخصی از مقاومت خاک ثبت شد.

www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین چگالی ظاهری خاک (ρ_b)، با استفاده از استوانه‌های نمونه‌گیری که وزن و حجم آن‌ها مشخص است، نمونه‌های دست نخورده پس از عملیات گِلخرابی تهیه و سپس به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشکانده و توزین شدند. چگالی ظاهری خاک از رابطه زیر به دست آمد:

$\rho_b = W_s / V_t$ (رابطه ۱)

ρ_b= چگالی ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

W_s= وزن خاک خشک (گرم)

V_t= حجم خاک (سانتی‌متر مکعب)

قبل از تجزیه مرکب داده‌ها، به منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شد. تجزیه واریانس و محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عمق نفوذ مخروط سقوطی و چگالی ظاهری خاک داشتند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین عمق نفوذ مخروط در خاک‌ورزی با روتاری تراکتوری و کمترین مقدار آن در خاک‌همزن مرسوم تیلری (به ترتیب ۱۰/۸۶ و ۹/۰۹ سانتی متر) مشاهده شد (جدول ۲). برهمکنش خاک‌ورزی در روش کاشت بر عمق نفوذ مخروط سقوطی معنی‌دار بود. خاک‌ورزی با روتاری تراکتوری بیشترین عمق نفوذ مخروط سقوطی را داشت و در سایر روش‌های خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). عمق نفوذ مخروط در یک خاک گِلخراب شده که به عنوان شاخصی برای مقاومت به نفوذ ریشه محسوب می‌شود، به عواملی مانند رطوبت، بافت و ساختمان خاک و نیز شرایط آماده‌سازی خاک بستگی دارد. افزایش شدت و میزان به هم خوردگی خاک در شرایط استفاده از ادوات تراکتوری، باعث پایین رفتن عمق لایه سخت و نفوذ بیشتر مخروط در خاک گِلخراب می‌شود (Alizadeh, 2015).

نتایج نشان داد که چگالی ظاهری خاک در تیمار روتاری تراکتوری (۰/۸۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب) به طور معنی‌داری کمتر از دو روش دیگر خاک‌ورزی بود (جدول ۲). این موضوع را می‌توان به شدت بیشتر برخورد تیغه‌های روتاری تراکتوری با خاک نسبت داد که باعث به‌هم خوردگی بیشتر خاک در شرایط غرقابی و کاهش بیشتر چگالی ظاهری خاک سطحی شد. نتایج تحقیقات علیزاده (Alizadeh, 2015) نیز روند مشابهی را نشان داد.

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد برنج نداشتند. معنی‌دار نبودن تفاوت میانگین صفات مورد بررسی برای روش‌های مختلف خاک‌ورزی نشان دهنده این

جدول ۲- مقایسه میانگین عمق نفوذ سقوطی و چگالی خاک در تیمارهای خاک‌ورزی در خاک گِلخراب شالیزار

Table 2. Mean comparison of penetrating depth of falling cone and bulk density in tillage treatments in puddled soil

Treatments	تیمارهای آزمایشی	نفوذ مخروط سقوطی Penetrating depth of falling cone (cm)	چگالی ظاهری Bulk density ($kg.m^{-3}$)
Rotary tractor	روتاری تراکتوری	10.86a	0.86b
Power tiller rotary puddler	پادلر دوار تیلری	9.15b	0.96a
Power tiller conventional puddler	خاک‌همزن مرسوم تیلری	9.09b	0.95a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت 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

است که کلیه روش‌های خاک‌ورزی بستر مناسبی برای کاشت و استقرار گیاهچه فراهم کردند و بنابراین می‌توانند جایگزین یکدیگر باشند. در این صورت معیار انتخاب روش خاک‌ورزی می‌تواند شاخص‌هایی مانند هزینه خاک‌ورزی، مصرف سوخت و انرژی، میزان فشردگی خاک، ظرفیت مزرعه‌ای و نوع ماشین‌ها و ادوات در دسترس باشد. نتایج این تحقیق با یافته‌های حبیبی اصل و گیلانی (Habibi-Asl and Gilani, 2014) مطابقت دارد. خسروانی و همکاران (Khosravani *et al.*, 2003) گزارش دادند که بین روش‌های خاک‌ورزی از نظر عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گندم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج نشان داد که بین روش‌های کاشت از نظر ارتفاع بوته، تعداد پنجه و خوشه در واحد سطح، شاخص برداشت و مقاومت فشاری تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین ارتفاع بوته (۱۴۴ سانتی‌متر) در تیمار کاشت مستقیم بذر و کمترین مقدار (۱۳۷ سانتی‌متر) در تیمار نشاکاری دستی بدست آمد (جدول ۳). با توجه به معنی‌دار بودن برهمکنش روش کاشت در سال و تجزیه جداگانه دو سال، تیمارهای روش کاشت در سال ۱۳۹۶ در سطح احتمال یک درصد، اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشتند. بیشترین ارتفاع بوته (۱۵۰ سانتی‌متر) در کاشت مستقیم بذر و کمترین مقدار آن (۱۴۱ سانتی‌متر) در تیمار نشاکاری دستی بدست آمد، اما در سال ۱۳۹۷ اثر این تیمارها بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۴). ارتفاع بوته از صفات گیاهی است که تحت تأثیر ژنتیک، مدیریت زراعی، شرایط رشد، سن گیاهچه، قدرت رویش و تغذیه قرار می‌گیرد. به نظر می‌رسد که در تیمار کاشت مستقیم بذر بوته‌ها به دلیل تراکم بالا و رقابت بین آن‌ها از ارتفاع بالاتری نسبت به نشاکاری برخوردار بودند. این موضوع ممکن است به دلیل شوک نشاکاری باشد که می‌تواند در حدود یک هفته در برنج نشاکاری شده به طول بینجامد (Parameswari *et al.*, 2014).

بین روش‌های کاشت و استقرار بوته از نظر تعداد پنجه در واحد سطح تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. بیشترین تعداد پنجه در واحد سطح (۳۴۴ پنجه در مترمربع) مربوط به کاشت مستقیم بذر و کمترین میزان آن (۲۶۸ پنجه در مترمربع) مربوط به نشاکاری دستی بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که نشاکاری نسبت به کاشت مستقیم به دلیل شوک نشاکاری، به زمان بیشتری برای تکمیل پنجه‌زنی نیاز داشته که می‌تواند در افزایش تعداد پنجه در شرایط کاشت مستقیم تأثیرگذار باشد. بادشاه و همکاران (Badshah *et al.*, 2014) نیز گزارش نمودند که در روش کاشت مستقیم در مرحله رسیدگی، صرف نظر از روش خاک‌ورزی، تعداد پنجه بیشتری نسبت به نشاکاری (۲۲ درصد) به دلیل تعداد بوته بالاتر در واحد سطح، تولید شد. با توجه به معنی‌دار بودن برهمکنش روش کاشت در سال و تجزیه جداگانه دو سال، بین روش‌های کاشت و استقرار بوته از نظر تعداد پنجه در واحد سطح اختلاف معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) مشاهده شد. بیشترین تعداد پنجه در واحد سطح در هر دو سال آزمایش (به‌ترتیب ۳۲۷ و ۳۶۳ پنجه در مترمربع) مربوط به کاشت مستقیم بذر و کمترین مقدار آن مربوط به نشاکاری دستی بود. (جدول ۴). بر اساس نتایج بدست آمده، حداکثر تعداد پنجه در نشاکاری ماشینی و دستی پایین‌تر بود و تعداد خوشه در مترمربع نیز با حداکثر تعداد پنجه و نه میزان پنجه‌های بارور ارتباط مثبت داشت. این موضوع با یافته‌های هوانگ و همکاران (Huang *et al.*, 2015) مطابقت دارد، البته پنجه‌زنی بیش از حد ممکن است باعث عدم تکامل اکثر پنجه‌ها، دانه‌بندی ضعیف، اندازه کوچک خوشه و کاهش عملکرد دانه شود (Badshah *et al*, 2014).

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که روش‌های خاک‌ورزی و کاشت و برهمکنش آنها اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در خوشه نداشتند. این نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی در تیمارهای روش‌های کاشت

Table 3. Mean comparison of grain yield and yield component of rice (cv. Hashemi) in planting treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	پنجه در مترمربع No. tiller.m^{-2}	دانه در خوشه No. grain. panicle^{-1}	خوشه در مترمربع No. Panicle. m^{-2}	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	مقاومت فشاری Pushing resistance (N)
Manual transplanting	نشاکاری دستی	137b	268c	90a	261b	24.3a	4394a	9216a	47.1b	5.52ab
Mechanized transplanting	نشاکاری ماشینی	141a	298b	92a	284ab	24.4a	4618a	9341a	49.2a	5.73a
Direct seeding	کاشت مستقیم بذر	144a	344a	95a	287a	24.5a	4577a	9617a	47.5ab	5.19b

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

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

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی در تیمارهای روش‌های کاشت (۱۳۹۶ و ۱۳۹۷)

Table 4. Mean comparison of grain yield and yield components of rice (cv. Hashemi) in planting method treatments (2017 and 2018)

		ارتفاع بوته Plant height (cm)		پنجه در مترمربع No. tiller.m^{-2}		دانه در خوشه No. grain. panicle^{-1}		عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})		عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha^{-1})	
		۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷
Treatment	تیمارهای آزمایشی	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Manual transplanting	نشاکاری دستی	141c	133a	276b	259b	93a	88ab	4738a	4050b	10505a	7928b
Mechanized transplanting	نشاکاری ماشینی	145ab	137a	308ab	289b	96a	90a	4951a	4285ab	10576a	8107b
Direct Seeding	کاشت مستقیم بذر	150a	137a	326a	363a	99a	81b	4473a	4681a	10148a	9086a

در هرستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت 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

نشان می‌دهد که کلیه روش‌های خاک‌ورزی و کاشت شرایط مشابه و یکسانی را برای بوته‌های برنج ایجاد کرده و هر گونه تغییری مستقل از آنها است، اما با توجه به معنی‌دار بودن برهمکنش سال در روش کاشت، در تجزیه واریانس جداگانه هر سال، روش کاشت به طور معنی‌دار تعداد دانه در خوشه را در سال دوم آزمایش (۱۳۹۷) تحت تأثیر قرار داد. در سال ۱۳۹۷ در بین روش‌های کاشت، نشاکاری ماشینی با ۹۱ دانه در خوشه، برتر از کاشت مستقیم بذر (با ۸۱ دانه در خوشه) بود، اما در سال ۱۳۹۶ این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که کمتر بودن تعداد دانه در خوشه در روش کاشت مستقیم مربوط به تعداد بیشتر بوته‌ها در واحد سطح و رقابت بین آن‌ها است. استفاده از خاک همزن مرسوم تیلری در مقایسه با دو روش دیگر باعث افزایش تعداد دانه در خوشه شد. این نتایج با یافته‌های علیزاده (Alizadeh, 2015) نیز مطابقت دارد.

از نظر تعداد خوشه در مترمربع، تفاوت بین روش‌های خاک‌ورزی معنی‌دار نبود، اما در تیمارهای روش کاشت، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد از نظر تعداد خوشه در واحد سطح وجود داشت. بیشترین تعداد (۲۸۷ خوشه در مترمربع) از کاشت مستقیم بذر و کمترین تعداد (۲۶۱ خوشه در مترمربع) از تیمار نشاکاری دستی به دست آمد (جدول ۳). نتایج نشان داد که تعداد پنجه‌ها در روش نشاکاری کمتر از کاشت مستقیم بذر بوده که می‌تواند دلیل بیشتر بودن تعداد خوشه در مترمربع در کاشت مستقیم بذر در اثر بیشتر بودن تعداد بوته‌ها در واحد سطح باشد. تعداد خوشه بیشتر در واحد سطح در کاشت مستقیم بذر به دلیل بیشتر بودن تعداد پنجه‌ها است و نه تعداد پنجه‌های بارور که به خوشه می‌روند (Badshah *et al*, 2014). برهمکنش روش‌های خاک‌ورزی در روش کاشت بر تعداد خوشه در واحد سطح معنی‌دار بود. بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح در روش‌های خاک‌ورزی با خاک همزن مرسوم تیلری و پادلر دوار تیلری و در نشاکاری ماشینی و کاشت مستقیم بذر بدست آمد (شکل ۲). به نظرمی‌رسد که خاک همزن‌های تیلری با عمق شخم کمتر و عدم فشرده کردن خاک در لایه‌های پایینی در روش‌های کاشت مستقیم بذر و تا حدودی ماشینی که بذرها و گیاهچه‌ها در عمق کمتری از سطح خاک استقرار پیدا می‌کنند، از کارآیی بهتری برخوردار هستند و این موضوع باعث افزایش تعداد پنجه‌ها و تعداد خوشه‌ها در واحد سطح می‌شود. در واقع فراهم بودن فضای مناسب برای رشد بوته‌ها، برهمکنش مثبت این عوامل بوده است. لیو و همکاران (Liu *et al*., 2014) گزارش کردند که در کاشت مستقیم بذر برنج در مقایسه با روش نشاکاری، تعداد خوشه در واحد سطح بیشتر است. بین روش‌های خاک‌ورزی و کاشت و برهمکنش آنها از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. 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 پوسته دانه (لما و پالئا) محدود می‌شود (Gholami Rezvani *et al*., 2015). گزارش شده است که اثر روش‌های خاک‌ورزی بر صفاتی از قبیل تعداد پنجه‌های مؤثر، طول خوشه، تعداد دانه‌های پر و خوشه‌چه بارور در برنج معنی‌دار است، اما وزن هزار دانه تحت‌تأثیر روش‌های خاک‌ورزی قرار نگرفت (Singh, 2013). با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که اثر شرایط محیطی بر وزن هزار دانه ناچیز است.

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی تنها برهمکنش سال در روش کاشت بر عملکرد دانه و اثر سال بر عملکرد زیستی معنی‌دار بود. بنابراین در تجزیه واریانس جداگانه هر سال، تنها در سال دوم آزمایش (۱۳۹۷) روش کشت اثر معنی‌داری (در سطح احتمال پنج درصد) بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که روش کاشت مستقیم بذر (به‌ترتیب با

www.SID.ir

Archive of SID

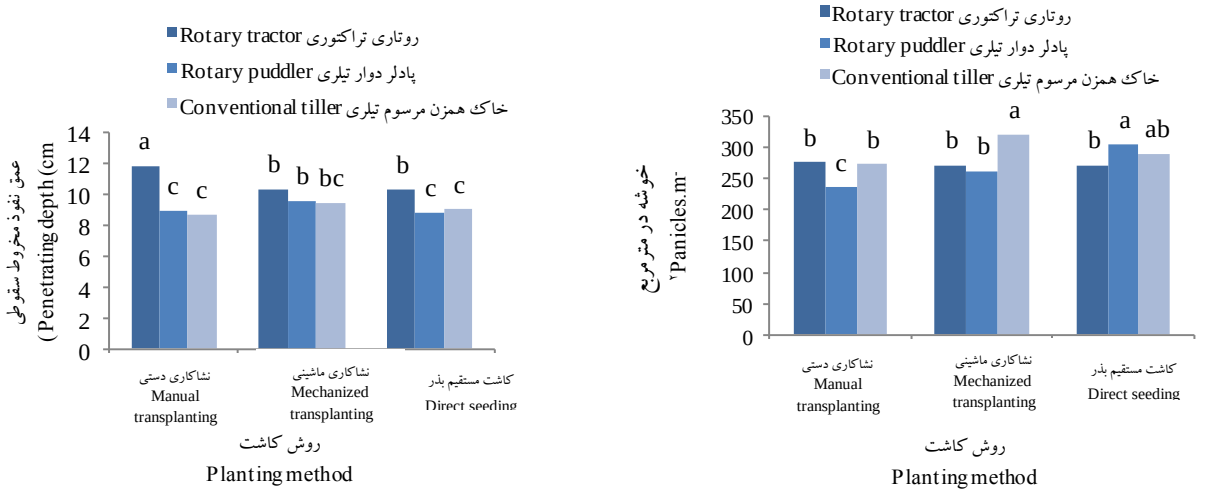
۴۶۸۱ و ۹۰۸۶ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه و عملکرد زیستی بیشتر و روش نشاکاری دستی (به‌ترتیب با ۴۰۵۰ و ۷۹۲۸ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه و عملکرد زیستی کمتری داشتند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که خاک‌همزن‌های تیلری با عمق شخم کمتر و عدم فشرده کردن خاک در لایه‌های پایینی در روش کاشت مستقیم بذر از کارآیی بهتری برخوردار بوده و در نتیجه باعث افزایش تعداد پنجه و تعداد خوشه و عملکرد دانه می‌شوند. اثر روش‌های خاک‌ورزی بر عملکرد دانه برنج در آزمایش‌های دیگری نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است (Wu *et al*., 2013; Huang *et al*., 2015). آماتو و همکاران (Amato *et al*., 2013) گزار دادند که عملکرد دانه گندم در روش‌های خاک‌ورزی متداول بیشتر از روش‌های کاهش یافته و بدون خاک‌ورزی بود. علیزاده (Alizadeh, 2015) در ارزیابی اثر روش و دفعات گِلخرابی بر عملکرد برنج گزارش کرد که عملکرد دانه در گِلخرابی با روتاری تراکتوری و خاک‌همزن دوار تیلری به طور معنی‌داری بیش از خاک‌همزن مرسوم تیلری و پادلر مخروطی تیلری بود که بر اساس نتایج آزمایش حاضر، این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2008) نیز گزارش کردند در تناوب گندم- برنج چنانچه علف‌های هرز کنترل شوند، بین دو روش کاشت مستقیم بذر و نشاکاری تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود نخواهد داشت و حتی در برخی مواقع ممکن است عملکرد دانه در کاشت مستقیم بیشتر باشد (Bhushan *et al*., 2007). دینگکون و همکاران (Dingkuhn *et al*., 2007) گزارش نمودند که کاشت مستقیم بذر برنج باعث افزایش تعداد پنجه و عملکرد دانه می‌شود. محققان مناطق مختلف دنیا عملکردهای متفاوتی را برای روش کاشت مستقیم بذر برنج (بسته به شرایط و نوع رقم) گزارش کرده‌اند. لیو و همکاران (Liu *et al*., 2014) در آزمایشی دو ساله در خصوص جایگزینی کاشت مستقیم بذر به جای نشاکاری برنج گزارش کردند که عملکرد دانه در دو روش نشاکاری و کاشت مستقیم بذر در ارقام مختلف مشابه بوده و عملکرد دانه در کاشت مستقیم بذر عمدتا تابع تعداد خوشه بود. آنها بر اساس تحقیقات میدانی از کشاورزان، افزایش اندک یا کاهش ۱۰ درصدی در عملکرد دانه را در کاشت مستقیم بذر در مقایسه با نشاکاری برنج گزارش کردند. علا و همکاران (Ala *et al*., 2014) نیز گزارش کردند عملکرد دانه برنج در دو روش کاشت مستقیم و نشایی تفاوت معنی‌داری نداشتند. نتایج نشان داد که روش‌های کاشت اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشتند. بیشترین شاخص برداشت از روش نشاکاری ماشینی (۴۹/۲ درصد) و کمترین مقدار آن (۴۷/۱ درصد) از روش نشاکاری دستی به دست آمد (جدول ۳). با توجه به این که اثر عملکرد دانه بر شاخص برداشت بیشتر از ماده خشک است، در روش کاشتی که بالاترین عملکرد دانه بدست آمد، بالاترین شاخص برداشت نیز حاصل شد.

روش‌های خاک‌ورزی، کاشت و برهمکنش آنها اثر معنی‌داری بر میزان دانه‌های سالم، خرد و راندمان تبدیل نداشتند. راندمان تبدیل، میزان برنج سالم و برنج خرد از مهم‌ترین خصوصیات کیفی برنج محسوب می‌شوند که علاوه بر نقش تغذیه‌ای در قیمت و بازارپسندی محصول برنج نقش به سزایی دارند. کیفیت دانه برنج به عوامل مختلفی از جمله خصوصیات ژنتیکی، شرایط محیطی و روش کاشت بستگی دارد. عواملی مانند دماهای بالا در طی شب و بالا بودن رطوبت دانه‌های برداشت شده باعث کاهش پایداری دانه در برابر عملیات پوست‌کنی شلتوک و تبدیل آن به برنج سفید شده و باعث کاهش عملکرد کیفی دانه می‌شوند (Gholami Rezvani *et al*., 2015). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان دانه‌های سالم، خرد و راندمان تبدیل بیشتر تحت تأثیر عوامل بعد از برداشت قرار گرفته و عوامل زراعی از قبیل خاک‌ورزی و روش کاشت تأثیر چندانی بر آنها ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین روش‌های خاک‌ورزی از نظر مقاومت فشاری بوته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما بین روش‌های کاشت از نظر مقاومت فشاری بوته تفاوت کاملا معنی‌دار بود. بیشترین مقاومت فشاری بوته (۵/۷۳ نیوتن) مربوط به روش نشاکاری ماشینی بوده و کمترین مقدار آن (۵/۱۹ نیوتن) مربوط به کاشت مستقیم بذر بود (جدول ۳). مقاومت فشاری نشان دهنده ایستادگی بخش‌های پایینی بوته در برابر فشارهای وارد شده بر این بخش است. مقاومت فشاری نشان می‌دهد که ساقه تا چه حد نیرو را می‌تواند تا قبل از شکستن تحمل کند و پس از آن قابلیت برگشتن مجدد به حالت قائم را دارد. بر اساس نتایج کاشت مستقیم بذر کمترین مقاومت فشاری را دارا بود که می‌تواند به دلیل کاشت سطحی‌تر بذر و عدم گسترش عمیق ریشه‌ای گیاه برنج باشد. خوابیدگی بوته (ورس) در روش کاشت مستقیم بذر برنج بیشتر از کاشت نشایی است که ناشی از سطحی‌تر بودن ریشه گیاه در اثر کاشت سطحی بذر در روش کاشت مستقیم بذر می‌باشد (Akhgari *et al.*, 2017).



شکل ۲- برهمکنش روش‌های خاک‌ورزی و کاشت بر تعداد خوشه در واحد سطح و عمق نفوذ مخروط سقوطی برنج رقم هاشمی

Fig. 2. Interaction effect of tillage and planting methods on No. panicles.m^{-2} and penetrating depth of falling cone

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عمق نفوذ مخروط سقوطی و چگالی ظاهری خاک گِلخراب شالیزار داشت و بیشترین عمق نفوذ مخروط سقوطی به عنوان شاخصی در میزان نفوذ ریشه، در خاک‌ورزی با روتاری تراکتوری بدست آمد، اما در سایر ویژگی‌های زراعی و عملکردی تفاوت معنی‌داری بین روش‌های خاک‌ورزی مشاهده نشد. معنی‌دار نبودن تفاوت میانگین صفات گیاهی مورد ارزیابی برای روش‌های خاک‌ورزی با استفاده از ادوات خاک‌همزن تیلری و تراکتوری، نشان دهنده این است که همه روش‌های خاک‌ورزی بستر مناسبی برای کاشت و استقرار گیاهچه‌های برنج ایجاد کرده و می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند. هرچند ادوات مورد استفاده در تیمارهای خاک‌ورزی اثر قابل توجهی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج نداشتند، با این حال اجرای بیش از حد و غیرضروری عملیات خاک‌ورزی و ادواتی با

www.SID.ir

Archive of SID

عمق شخم زیاد اغلب برای خاک مضر بوده و باعث تخریب خاک، اختلال در تداوم خلل و فرج خاک، افزایش هزینه‌ها، کاهش مقدار بقایا در سطح خاک و کیفیت خاک می‌شوند. بنابراین معیار انتخاب نوع ادوات خاک‌ورزی می‌تواند شاخص‌هایی مانند هزینه خاک‌ورزی، مصرف سوخت و انرژی، میزان فشردگی خاک، ظرفیت مزرعه‌ای و نوع ماشین‌ها و ادوات در دسترس باشد. در این پژوهش در خصوص خاک‌ورزی علاوه بر جنبه‌های زراعی و عملکردی گیاه برنج، اثر آن بر ویژگی‌های کمی و کیفی خاک نیز مورد توجه بوده است. بین روش‌های کاشت در بین ویژگی‌های زراعی و عملکردی اندازه‌گیری شده در برنج از نظر ارتفاع بوته، تعداد پنجه و خوشه در واحد سطح، شاخص برداشت و مقاومت فشاری تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین ارتفاع بوته، تعداد پنجه در واحد سطح و پنجه‌های بارور در کاشت مستقیم بذر و برای شاخص برداشت، میزان برنج سالم و مقاومت فشاری در نشاکاری ماشینی بالاترین مقادیر بدست آمد. در مجموع بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان کرد که خاک‌ورزی با خاک‌همزن مرسوم و دوار تیلری، روش‌های مناسبی در آماده سازی خاک شالیزار برنج محسوب می‌شوند. بعلاوه روش کاشت مستقیم با بذر جوانه زده و نشاکاری ماشینی عملکرد دانه مشابه و بالاتری نسبت به نشاکاری دستی داشته و می‌توانند جایگزین یکدیگر در زراعت برنج شوند. با توجه به اینکه یکی از مشکلات کاشت مستقیم بذر برنج، تشدید رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی است، لازم است این موضوع مورد مطالعه بیشتر قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری و مساعدت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، دانشگاه گیلان و موسسه تحقیقات برنج کشور صمیمانه قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Akhgari, H., M. Esfahani, G. Mohsenabadi and A. Alami. 2017. Effect of seed priming on lodging indices of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in direct seeding method. J. Crop Prod. Proc. 7(3): 129-143. (In Persian with English abstract).

Ala, A., M. Aghaalikhani, B. Amiri Larijani and S. Soufizadeh. 2014. Comparison of direct sowing system and planting of rice in Mazandaran province: weed competition, yield and yield components. Iran J. Crop Res. 12(3): 463-475. (In Persian with English abstract).

Ali, A. M., H. S. Thind, S. Sharma and S.Y. Singh. 2015. Site-specific nitrogen management in dry direct-seeded rice using chlorophyll meter and leaf colourchart. J. Pedosphere. 25: 72–81.

Alizadeh, M. R. 2015. Effect of method and times of puddling on some soil physical properties and rice grain yield. Cereal Res. 5(1): 33-43. (In Persian with English abstract).

Amato, G., P. Ruisi, A. S. Frenda, G. Di Miceli, S. Saia, A. Plaia and D. Giambalvo. 2013. Long-term tillage and crop sequence effects on wheat grain yield and quality. Agron. J. 105(5): 1317-1327 .

Badshah, M., T. Naimei, Y. Zou, M. Ibrahim and K. Wang. 2014. Yield and tillering response of super hybrid rice Liangyoupeijiu to tillage and establishment methods. The Crop J. 2(1): 79-86.

www.SID.ir

Archive of SID

Bhushan, L., J. K. Ladha, R. K. Gupta, S. Singh, A. Tirol-Padre, Y. S. Saharawat, M. Gathala, and H. Pathak. 2007. Saving of water and labor in rice–wheat system with no-tillage and direct seeding technologies. Agron. J. 99: 1288–1296.

Chen, S., Q. Ge, G. Chu, C. Xu, J. Yan and X. Zhang. 2017. Seasonal differences in the rice grain yield and nitrogen use efficiency response to seedling establishment methods in the middle and lower reaches of the Yangtze River in China. Field Crops Res. 205: 157-169.

Dingkuhn, M., H. F. Schnier, S.K. Datta, E. Wijangkco and K. Dorffling. 2007. Diurnal and developmental changes in canopy gas exchange in relation to growth in transplanted and direct seeded flooded rice. Aust. J. Crop Sci. 17(2): 119-134.

Farooq, M., K. H. M. Siddique, H. Rehman, T. Aziz, D. J. Lee and A. Wahid. 2011. Rice direct seeding: experiences, challenges and opportunities. Soil Tillage Res. 111: 87–98.

Gangwar, K. S., M. S. Gill, O. K. Tomar and D. K. Pandey. 2008. Effect of crop establishment methods on growth, productivity and soil fertility of rice (*Oryza sativa*) - based cropping systems. Indian J. Agron. 53(2): 102-106.

Gholami Rezvani, N. M. Esfahani, Sh. Kabi Rahnema, A. Alami and M. Nahvi. 2015. Effect of seed rate on grain yield and yield components of rice (cv. Hashemi) in direct seeding methods. Seed Plant Prod. J. 31-2: 37-56. (In Persian with English abstract).

Habibi-Asl, J. and A. A. Gilani. 2014. Effect of tillage method and rice cultivation on machine parameters, yield and yield components of wheat and residue management for rice-wheat rotation in Khuzestan. J. Agric. Engin. Res. 15(2): 45-62. (In Persian with English abstract).

Horgan, F. G., J. Y. Figueroa and M. L. P. Almazan. 2014. Seedling broadcasting as apotential method to reduce apple snail damage to rice. Crop Prot. 64: 168–176.

Huang, M., X. F. Zhou, F. B. Cao, B. Xia and Y. B. Zou. 2015. No-tillage effect on rice yield in China: a meta-analysis. Field Crops Res. 183: 126–137.

Ivani, A., M. Safari and A. Hedayatipour. 2014. Comparison of direct sowing methods of germinated (machined and manual) rice with transplantation. J. Agric. Machin. 4(1): 108-115. (In Persian with English abstract).

Kashiwagi, T. and K. Ishimaru. 2004. Identification and functional analysis of a locus for improvement of lodging resistance in rice. Plant Physiol. 134(2): 676-683.

Khan N. I., A. U. Malik, F. Umer and M. I. Bodla. 2010. Effect of tillage and farmyard manure on physical properties of soil. Int. Res. J. Plant Sci.1(4): 75-82.

Li, X.C., Q.Y. Zhong, Y.X. Li, G.H. Li, Y.F. Ding, S.H. Wang, Z.H. Liu, S. Tang, C.Q. Ding and L. Chen. 2016. Triacontanol reduces transplanting shock in machine-transplanted rice by improving the growth and antioxidant systems. Front. Plant Sci. 7: 1-10.

www.SID.ir

Archive of SID

Liu, H., S. Hussain, M. Zheng, Sh. Peng, J. Huang, K. Cui and L. Nie. 2014. Dry direct-seeded rice as an alternative to transplanted-flooded rice in Central China. Agron. Sustain. Dev. 35(1): 285-294.

Parameswari, Y. S., A. Srinivas, T. Ram Prakash and G. Narender. 2014. Effect of different crop establishment methods on rice (*Oryza sativa* L.) growth and yield- A review. Agric. Rev. 35(1): 74-77.

Khosravani, A., M. Zabolestani, A. Sharifi, A. Mohsenimanesh, M. Sharbanoo Nejad and A. Hemmat. 2003. Evaluation of the possibility of shallow tillage in irrigated wheat. J. Agric. Eng. Res. 17(4): 29-46. (In Persian with English abstract).

Salokhe, V. M. and N. Ramalingam. 2001. Effects of direction of rotation of a rotary tiller on properties of Bangkok clay soil. Soil and Tillage Res. 63: 65-74.

Sangeetha, C. and P. Baskar. 2015. Influence of different crop establishment methods on productivity of rice- A Review. Agric. Rev. 36(2): 113-124.

Singh, S., J. K. Ladhab, R. K. Guptaa, L. Bhushana, and A. N. Raob. 2008. Weed management in aerobic rice systems under varying establishment methods. Crop Protec. 27: 660–671.

Singh, Y. 2013. Crop and water productivity as influenced by rice cultivation methods under organic and inorganic sources of nutrient supply. Paddy Water Environ. 11(1-4): 531-542.

Sinha, K. P., B. K. Singh, and M. Kumar. 2008. Effect of seed rate, weed management and establishment methods on irrigated rice in Bihar. Los Baños (Philippines): IRRI and Pantnagar (India): Directorate of Experiment Station, G.B. Pant University of Agriculture and Technology. 272 p.

Wu, W., L. X. Nie, Y. C. Liao, F. Shah, K. H. Cui, Q. Wang, Y. Lian and J. L. Huang. 2013. Toward yield improvement of early-season rice: other options under doublerice-cropping system in central China. Eur. J. Agron. 45: 75–86.

Yaduvanshi, N. P. S. and D. R. Sharma. 2008. Tillage and residual organic manures/ chemical amendment effects on soil organic matter and yield of wheat under sodic water irrigation. Soil Tillage Res. 98: 11-16.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of tillage and planting methods on soil physical properties, grain yield and milling recovery of rice (*Oryza sativa* L. cv. Hashemi)

Ebrahimi, M.,[1] M. Majidian[2] and M. R. Alizadeh[3]

ABSTRACT

Ebrahimi, M., M. Majidian, M. R. Alizadeh. 2020. Effect of tillage and planting methods on soil physical properties, grasin yield and milling recovery of rice (*Oryza sativa* L. cv. Hashemi). **Iranian Journal of Crop Sciences. 22(1): 66-80. (In Persian).**

To evaluate the effects of tillage and planting systems on soil physical properties, grain yied and its components, and milling recovery of rice (cv. Hashemi), an experiment was conducted at Rice Research Institute of Iran in 2017 and 2018 cropping seasons-using split plot arrangements in randomized complete block design with three replications. The experimental factors were; tillage methods (main plots) at three levels (rotary tractor, power tiller conventional puddler and power tiller rotary puddler), planting methods (sub plots) in three levels (manual transplanting, mechanized transplanting and direct seeding). Results of combined analysis of variance showed that fall-cone penetration depth and bulk density were significantly affected by tillage methods. Maximum penetration depth of fall-cone (10.86 cm) and minimum bulk density (0.86 $g.cm^{-3}$) were observed in tillage rotary tractor.Plant height (144.01 cm) and number of tillers per m^{-2} (344 $tillers.m^{-2}$) in direct seeding were significantly higher than mechanized and manual transplanting methods. Maximum harvest index (49.29%) and pushing resistance (5.73 N) in mechanized transplanting was significantly diffirent in comparison to manual transplanting and direct seeding. Maximum number of $panicles.m^{-2}$ obtained in direct seeding (288 $panicles.m^{-2}$) followed by mechanized transplanting (284 $panicles.m^{-2}$) which were significantly diffirent from panicle number per unit area in manual transplanting (261 $panicles.m^{-2}$). Effect of tillage methods, planting methods and their interaction on head rice, broken rice and milling recovery were not significant. It can be concluded that power tiller puddler, mechanized transplanting and direct seeding may improve grain yield components with maintaining the the soil physical properties.

Key word: Direct seeding, Mechanized transplanting, Pushing resistance, Rice and Tillage systems.

Received: April, 2019 Accepted: December, 2019

1. PhD Student, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Associate Prof., University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author) (Email: ma_majidian@guilan.ac.ir)
3. Associate Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization, Rasht, Iran

www.SID.ir