تأثیر روش‌های آماده‌سازی بستر بر عملکرد، اجزاء عملکرد و مقدار آب مصرفی سه رقم برنج (*Oryza sativa* L.) در استان اصفهان

احمد رمضانی[۱*] و امیر هوشنگ جلالی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۲۵)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سه روش تهیه بستر نشاء و سه رقم برنج بر عملکرد، اجزاء عملکرد و مقدار آب مصرفی در هر هکتار، پژوهشی در سال ۱۳۸۶ در دو منطقه شامل ایستگاه شهید فزوه (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان) و زرین شهر، به‌صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. در این طرح سه روش تهیه بستر (روش سنتی، استفاده از غلتک و استفاده از روتیواتور) فاکتور اصلی و سه ژنوتیپ برنج (سازندگی، زاینده‌رود و لاین ۲) فاکتور فرعی را تشکیل دادند. صفاتی که در این پژوهش اندازه‌گیری شدند عبارت بودند از: تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، طول خوشه، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و درصد پوکی دانه. در منطقه زرین شهر کاربرد روتیواتور در تمام ارقام استفاده شده نسبت به سایر ادوات (غلتک و روش سنتی) عملکرد بالاتری داشت. بالاترین مقدار عملکرد (۸۷۰۰ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد روتیواتور و استفاده از لاین ۲ در منطقه زرین شهر به‌دست آمد. درصد ورس ساقه در منطقه زرین شهر، در روش استفاده از غلتک در بین ارقام مختلف، دامنه‌ای از ۱۵ تا ۲۵ درصد داشت درحالی‌که این دامنه برای ارقام مختلف در دو روش تهیه بستر سنتی و استفاده از روتیواتور از ۳۵ تا ۴۵ درصد متغیر بود. نتایج این پژوهش نشان داد اگرچه هر دو روش استفاده از روتیواتور و غلتک نسبت به روش سنتی تهیه بستر عملکردهای بالاتری داشتند اما روش استفاده از غلتک شهر به‌ترتیب با کاهش (۳۱ و ۲۴) و (۳۲ و ۳۳) درصدی آب مصرف شده در دو منطقه فزوه و زرین شهر نقش مؤثرتری در کاهش آب مصرفی در هر هکتار داشت. با توجه به میزان آب مصرفی، به‌ترتیب استفاده از غلتک و روتیواتور برای تهیه بستر نسبت به روش سنتی برتری دارند.

واژه‌های کلیدی: پنجه‌زنی، شله‌زنی، ورس

۱. پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ramazaani@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]

مقدمه

بیش از ۵۰ درصد آب آبیاری مصرفی در آسیا مربوط به کشت برنج است (۲). براساس آمار سال (۱۳۸۸-۱۳۸۷)، سالیانه بیش از ۵۳۵ هزار هکتار از زمین‌های زراعی کشور با متوسط عملکرد ۴۲۰۵ کیلوگرم شلتوک در هکتار، به کشت برنج اختصاص می‌یابد که از این سطح کشت، ۸۳۰۰ هکتار به کشت برنج در استان اصفهان تعلق داشته است (۱). امروزه در کشورهای در حال توسعه، انجام عملیات مکانیزه با هدف افزایش کارایی استفاده از منابع انسانی و نهاده‌های مورد استفاده در کشاورزی انجام می‌گردد. از زمان ورود اولین تراکتور به ایران بیش از ۸۰ سال می‌گذرد، اما، روند مکانیزاسیون و استفاده از ادوات کشاورزی متناسب با نیازهای غذایی جامعه افزایش نیافته است (۱۳). هدف از عملیات آماده‌سازی زمین در کاشت برنج، ایجاد بستری نرم برای کاشت نشاء با تغییر خواص هیدرولیکی خاک جهت کاهش نفوذ آب به عمق خاک و به‌تبع آن صرفه‌جویی در مصرف آب و حفظ مواد غذایی در منطقه رشد ریشه و نهایتاً افزایش عملکرد دانه است (۷).

روش‌های گوناگونی جهت افزایش تراکم خاک و آماده‌سازی زمین قبل از انتقال نشاء برنج مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه محاسنی مثل ممانعت از هدر روی آب، جلوگیری از تلفات مواد غذایی و کاهش علف‌های هرز به عملیات شله‌زنی در برنج نسبت داده می‌شود (۲۰)، بسیاری از پژوهشگران نیز معتقدند عملیات شله‌زنی برای کشت برنج ضروری نیست (۲۴). تونگ و همکاران (۲۳) تأثیرات مثبت عملیات شله‌زنی را منوط به رسی بودن بافت خاک می‌دانند. به هر صورت شله‌زنی زمین، فرآیندی مهم در تهیه بستر محسوب شده و با توجه به نوع ادوات استفاده شده ممکن است بسیار مشکل و پر هزینه باشد (۱۱). در پژوهش همت و تاکی (۱۰) با بررسی چند روش تهیه بستر نشاء با دستگاه نشاء کار در شرایط اصفهان، روش شله‌زنی با دو بار تردد خاک همزن مجهز به تیغه کاردی شکل را بهترین روش از نظر عملکرد دانه با حداقل مصرف انرژی تشخیص دادند. رحمتی و سالوخه (۱۶) با مطالعه یک خاک رسی، شله‌زنی با یک و دو بار تردد و همزنی خاک را، روشی مناسب برای دستیابی به عملکردهای بالاتر شلتوک نسبت به روش بدون شله‌زنی پس از شخم تشخیص دادند. بهرا و همکاران (۳) با مقایسه روش‌های مختلف شله‌زنی، استفاده از شله‌زن دوار (Rotary puddler) با سه بار عبور در زمین بالاترین مقدار عملکرد را تولید نمود. واکنش ارقام مختلف برنج به شرایط تهیه بستر نیز ممکن است متفاوت باشد. این واکنش را می‌توان به عوامل مختلفی از جمله مقدار آب ذخیره شده در انواع مختلف عملیات تهیه بستر (۶) و ویژگی‌های رشد و توسعه ریشه در شرایط مختلف (۲۲) نسبت داد. در پژوهش شارما و همکاران (۱۹) مقاومت ریشه سه رقم برنج در شرایط مختلف خاک و تهیه بستر مورد بررسی قرار گرفت و رقم KDML105 نسبت به دورقم RD9 و IR46 حساس‌ترین رقم به شرایط خاک تشخیص داده شد. اگرچه آب مورد نیاز در مرحله تهیه بستر برای برنج از نظر تئوری۲۰۰-۱۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود، اما، در صورتی‌که از روش تهیه بستر با زمان طولانی استفاده گردد، این مقدار ممکن است تا ۹۰۰-۶۵۰ میلی‌متر افزایش یابد (۵).

با توجه به این‌که برنج از یک سو کمترین مقدار تولید به ازاء هر واحد آب مصرفی در بین غلات را داراست و از سوی دیگر در کشت برنج ۷۵ درصد از اتلاف آب از طریق نفوذ عمقی از دست می‌رود (۴)، توجه به عملیات صحیح تهیه بستر جهت کاهش تلفات آب و افزایش تولید، به‌ویژه در شرایط کم آبی ضروری است. رواج استفاده از نشاء کارهای برنج و توسعه کشت مکانیزه با استفاده از نشاءهایی با ارتفاع کمتر از دلایل دیگر لزوم توجه به تهیه بستری ایده‌آل برای برنج است. بنابراین، پژوهش حاضر به هدف بررسی تأثیر روش‌های مختلف تهیه زمین بر عملکرد و اجزای عملکرد، میزان ورس و مصرف آب در سه رقم برنج در دو منطقه از استان اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی سه روش تهیه بستر نشاء و سه رقم برنج لنجان (اصفهان) با استفاده از آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]

جدول ۱. مشخصات ارقام استفاده شده در آزمایش

	عملکرد دانه (تن درهکتار)	تعداد خوشه در مترمربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه در کپه	طول خوشه (سانتی‌متر)	دوره رشد (روز)
ارقام								
سازندگی	۹-۸	۴۵۰-۴۰۰	۱۵۰-۱۳۰	۲۲	۱۴۰-۱۲۰	۳۵-۳۰	۲۴-۲۰	۱۵۰-۱۳۵
زاینده رود	۸/۵-۷/۵	۴۳۰-۳۸۰	۱۴۵-۱۲۰	۲۱	۱۴۰-۱۲۰	۳۳-۲۸	۲۳-۲۰	۱۵۰-۱۳۵
لاین ۲	۸/۵-۷/۵	۴۰۰-۳۵۰	۱۱۰-۱۳۰	۲۴	۱۳۵-۱۱۵	۳۰-۲۵	۲۲-۱۸	۱۴۰-۱۲۵

جدول ۲. ویژگی‌های ادوات استفاده شده برای تهیه بستر

نام ماشین	عرض کار(متر)	مشخصات فنی
کولتیواتور (خیش‌چی)	۱/۹۵	سوار شونده دارای ۱۵ بازوی صلب و راست که بر روی دو ردیف با فاصله مؤثر ۱۴ سانتی‌متر قرار دارد. نوع تیغه مثلثی شکل با پهنای قاعده ۵ سانتی‌متر می‌باشد.
رتیواتور با تیغه J شکل (پادلر)	۲	سوار شونده با ۴۵ تیغه J شکل که بر روی ۱۵ فلانچ قرار دارد. این دستگاه با سرعت نسبتاً بالایی روتور (۸۰۰ rpm) می‌تواند لایه سطحی خاک را گل آب کند.
غلتک	۱/۲۰	غلتک صاف راه سازی به وزن ۷ تن بدون اعمال ضربه که به‌صورت خودگردان حرکت می‌کند.

طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو منطقه، شامل ایستگاه تحقیقاتی شهید فزوه (طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه) و شهرستان زرین شهر (طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه) در سال ۱۳۸۶ مورد مقایسه قرار گرفتند. میزان بارندگی (میانگین ۲۰ ساله) ایستگاه شهید فزوه ۱۶۰ میلی‌متر در سال و تعداد روزهای یخبندان سال به‌طور متوسط ۹۳ روز است. بافت خاک این ایستگاه در عمق ۳۰ - ۰ سانتی‌متری رسی سنگین با ضریب نفوذپذیری بسیار پایین، اسیدیته ۷/۴ و هدایت الکتریکی خاک ۱/۸۷ دسی‌زیمنس بر متر بود. ویژگی‌های مزرعه آزمایشی در شهرستان زرین شهر شامل: میزان بارندگی براساس آمار ۲۰ ساله ۱۵۷/۵ میلی‌متر در سال، تعداد روزهای یخبندان سال ۸۹ روز، بافت خاک لومی- سیلتی با اسیدیته ۷/۶ و هدایت الکتریکی ۲/۱ دسی‌زیمنس بر متر بود.

سه روش تهیه بستر (فاکتور اصلی) در این پژوهش عبارت از شلەزدن با استفاده از تراکتور و کولتیواتور مزرعه با بازوهای ثابت (خیش‌چی) و به روش متداول در منطقه، تهیه زمین با استفاده از دستگاه پادلر با تراکتور چرخ آهنی باریک (دو مرتبه) و متراکم کردن خاک با استفاده از غلتک به‌صورت رفت و برگشت (شخم تا عمق ۱۵ سانتی‌متری، غرقاب نمودن کرت و فشرده کردن خاک در محدوده رطوبتی ۲۵ - ۲۰ درصد وزنی خاک و خاک‌ورزی سطحی به عمق۷ - ۵ سانتی‌متر) بود. فاکتور فرعی شامل سه رقم برنج محلی استان اصفهان شامل ارقام سازندگی، زاینده‌رود و لاین امید بخش شماره ۲ بود که ویژگی‌های آنها در جدول شماره (۱) ذکر شده است. ویژگی‌های ادوات استفاده شده در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم فسفر خالص از نوع سوپر فسفات تری پل و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم خالص از نوع سولفات پتاسیم قبل از کشت و۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از نوع اوره (۲۰ درصد کود نیتروژن قبل از کشت و دو مقدار ۴۰ درصدی به‌ترتیب در مراحل پنجه‌زنی و آغاز خوشه‌دهی) استفاده به زمین اضافه گردید.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]

عملیات خزانه‌گیری در هفته اول اردیبهشت شروع و بذور در داخل سینی کاشته شدند. تمام مراحل خزانه‌گیری مطابق روش معمول خزانه‌گیری جعبه‌ای (سینی) انجام شد. به این منظور ابتدا بذور ۲۴ ساعت در آب خیسانده شده و سپس به‌مدت ۲۴ ساعت داخل قارچ‌کش رورال تی ایکس ۱/۵ در هزار ضدعفونی شده و در پایان به‌مدت ۲۴ – ۴۸ ساعت در شرایط مناسب جوانه‌زنی (دمای ۳۰ –۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حدود ۹۰٪) قرار گرفته و جوانه‌دار شدند. به‌منظور توزیع مناسب بذر در سطح سینی خزانه و یکنواختی کشت، بذرپاشی خزانه با استفاده از دستگاه بذرپاش (Seeder, SD-370-610 Model ,China) مخصوص انجام شد. در تیمار های تهیه بستر (به غیر از روش غلتک) ابتدا زمین مورد نظر با گاو آهن برگردان‌دار تا عمق متوسط ۲۰ سانتی‌متری شخم‌زده شد و تهیه زمین اصلی از تاریخ ۲۵ اردیبهشت ماه شروع و نشاءها پس از ۳۰ روز به زمین اصلی انتقال یافتند. کشت به‌صورت دستی و توسط کارگر انجام شد. اندازه کرت‌های اصلی ۱۵ × ۲۰ متر در نظر گرفته شد. در زمان اجرای طرح پارامترهای تعداد پنجه بارور در مترمربع، ارتفاع بوته، طول خوشه، عملکرد دانه و اجزای عملکرد، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی کامل، و درصد پوکی دانه اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری شد. عملکرد دانه از ۱۰ مترمربع هر کرت پس از حذف حاشیه‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد پوکی دانه نسبت تعداد دانه پوک خوشه به تعداد کل دانه‌های همان خوشه محاسبه شد. به‌منظور مقایسه میزان آب مصرفی تیمارهای آزمایش، میزان آب آبیاری کرت‌های اصلی با نصب خط‌کش در چند نقطه کرت و قرائت سطح آب قبل و بعد از هر آبیاری در طول دوره رشد اندازه‌گیری و ثبت شد. ضریب تبدیل شلتوک به برنج براساس نسبت وزن برنج سفید به وزن شلتوک برحسب درصد محاسبه گردید. میزان ورس براساس فرمول فیشر و استاپر (۹) محاسبه گردید.

$$\text{درصد ورس} = \frac{[\text{سطح ورس یافته (مترمربع)} \times \text{زاویه خوابیدگی نسبت به حالت عمود}]}{۹۰} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS (۱۷) و برای مقایسه میانگین‌ها از روش مقایسه چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب تأثیر روش‌های تهیه بستر و استفاده از سه رقم مختلف برنج بر صفات مختلف اندازه‌گیری شده در دو منطقه آزمایش در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده بیانگر تفاوت معنی‌دار دو منطقه مورد مطالعه از نظر صفات آزمایشی (به‌جز وزن هزار دانه) است. اگرچه نحوه تهیه بستر و یا نوع رقم استفاده شده بر اکثر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری داشته، اما، توجه به برهمکنش تأثیر تیمارها اطلاعات جامع‌تری را فراهم می‌سازد. تأثیر برهمکنش نحوه تهیه بستر و نوع رقم بر صفات تعداد پنجه در هر کپه، تعداد دانه در خوشه، ضریب تبدیل شلتوک به برنج و درصد پوکی در سطح ۱٪ و بر صفات عملکرد دانه، درصد ورس، ارتفاع بوته و مقدار آب مصرفی در سطح ۵٪ از نظر آماری معنی‌دار بود. طول خوشه، تعداد خوشه در مترمربع و وزن هزار دانه از جمله صفاتی بودند که تحت تأثیر برهمکنش روش تهیه بستر و رقم استفاده شده قرار نگرفتند.

تأثیر برهمکنش روش تهیه بستر و رقم استفاده شده بر عملکرد

مقایسه عملکرد دو منطقه آزمایش بیانگر آن است که منطقه زرین شهر نسبت به منطقه فزوه از نظر عملکرد دانه برتری نسبی داشت (جدول ۴). با توجه به پتانسیل عملکرد ارقام (جدول ۱)، در منطقه فزوه ارقام نتوانسته‌اند به عملکردهای مورد انتظار نزدیک شوند (بر خلاف منطقه زرین شهر). تفاوت عملکرد در دو منطقه را می‌توان به تفاوت حاصلخیزی خاک دو منطقه نسبت داد. یکی دیگر از دلایل تفاوت عملکردهای به‌دست آمده، بافت خاک دو منطقه است. منطقه فزوه خاکی به‌شدت رسی داشت در حالی‌که بافت خاک در منطقه زرین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

جدول ۳. نتایج تجزیه مرکب تأثیر روش‌های تهیه بستر و رقم بر صفات عملکرد، اجزاء عملکرد، درصد ورس، اب مصرفی، ضریب تبدیل شلتوک به برنج و درصد پوکی دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		طول خوشه	تعداد پنجه در کپه	ارتفاع بوته	وزن هزار دانه	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در متر مربع	عملکرد دانه	درصد ورس	آب مصرفی	ضریب تبدیل شلتوک به برنج	درصد پوکی
منطقه	۱	۷/۳۱ **	۷۵۰/۰۰ **	۱۳۳/۱۰ *	۳۱/۲۵ ns	۱۸۸/۲۴ **	۷۳/۱۷ **	۱۹/۴۸ **	۵۴۱/۱۳ *	۴۵۱/۱۰ *	۲۹۰/۴۰ *	۷۰۱/۴۱ *
تکرار (منطقه)	۴	۴/۰۲ ns	۹/۰۲ ns	۸/۳۸ ns	۳/۱۷ ns	۵/۱۱ ns	۷۴/ ۴۰ **	۳/۳۸ ns	۳/۲۸ ns	۸۶۹/۵۰ **	۶۳/۴۳ **	۱۳/۰۸ ns
تهیه بستر	۲	۳/۲۰ ns	۵۹/۳۳ **	۱۴۵۶/۱۰ **	۱/۷۶ ns	۱۰۱۸/۰۱ **	۷۲۶/۳۷ **	۲۸/۴۳ **	۲۸۰۲/۱۰ **	۳۷/۳۷ **	۸/۰۲ ns	۶/۷۳ ns
منطقه × تهیه بستر	۲	۳/۵۴ ns	۲۷/۱۸ **	۸/۳۶ ns	۵۹/۹۳ *	۲۰۲/۳۹ ns	۶/۳۵ ns	۸/۰۸ ns	۷۹۳/۰۰ *	۳۵۴/۴۰ *	۱۴/۲۰ ns	۲۱/۴۴ ns
خطای a	۸	۳۳/۴۵	۵۸۱/۰۶	۵۲/۴۰	۳۱۰/۲۱	۱۴/۶۵	۲۶/۹۷	۲۲/۴۰	۲۷/۷۷	۰/۳۹	۶۳/۱۳	۸۸/۸۲
رقم	۲	۲/۳۱ ns	۱۴/۱۷ **	۲۷/۲۱ ns	۸۸/۰۳ **	۷۴۰/۱۵ **	۱۱۱۷۳/۱۴ *	۵/۶۱ **	۹۰۱/۲۰ **	۲/۱۵ ns	۱۰/۲۰ ns	۶۸/۵۰ **
تهیه بستر × رقم	۴	۲/۰۵ ns	۱۶/۱۵ **	۳۸/۱۶ *	۰/۹۵ ns	۷۲۷/۰۲ **	۱۸/۰۸ ns	۶/۰۹ *	۷۰۵/۱۳ *	۵/۶۲ *	۱۷۰۹/۳۱ **	۸۹/۰۵ **
منطقه × رقم	۲	۴/۲۱ *	۷۹/۳۷ *	۲۴/۱۷ ns	۳۸/۳۱ ns	۸۱/۲۶ **	۳۳/۵۰ *	۴/۸۸ **	۴۸۳/۲۳ *	۱۹/۰۴ *	۹۸/۷۵ *	۶۷/۶۱ *
منطقه× تهیه بستر × رقم	۴	۱/۳۱ ns	۴/۴۰ ns	۴/۴۱ ns	۳۰/۱۵ ns	۵۶/۰۳ ns	۶/۸۰ ns	۳/۲۵ ns	۳۰/۳۳ ns	۲۹/۰۶ *	۷۲/۷۱ *	۱۹/۲۱ *
خطای b	۲۴	۱/۷۳	۲/۳۱	۲۵/۳۸	۱/۶۴	۴۹/۰۰	۱۹/۸۵	۴/۵۲	۳۴/۵۱	۳/۰۱	۱۳/۴۰	۵/۱۲

**، *، ns : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

جدول ۴. مقایسه میانگین برهمکنش تأثیر روش‌های تهیه بستر و رقم بر عملکرد، اجزاء عملکرد، ارتفاع ساقه، ضریب تبدیل شلتوک، درصد پوکی و درصد ورس

منطقه فزوه

روش تهیه بستر	رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه در کپه	درصد پوکی	درصد ورس
سنتی	سازندگی	۶۲۱۰ ab	۴۰۰ b	۱۱۷ de	۹۷c	۲۶a	c۹	۲۲/۴ a
	زاینده‌رود	۵۹۰۳ ab	۴۴۱ b	۱۴۳ab	۹۷c	۲۸a	۹c	۲۰/۶ a
	لاین ۲	۶۳۵۰ ab	۵۹۰ a	۱۳۶ abc	۱۰۳ c	۲۷ a	۱۷ab	۲۰/۶ a
غلتک	سازندگی	۶۹۹۰a	۵۲۰ ab	۱۲۰cde	۱۲۷a	۲۶a	۱۵ b	۲۲/۳ a
	زاینده‌رود	۶۳۳۰ab	۴۴۵ b	۱۱۸ cde	۱۲۰ab	۲۶ a	۱۴bc	۲۰/۱ a
	لاین ۲	۷۵۱۰ a	۴۲۰ b	۱۵۰ a	۱۲۱ ab	۲۷ a	۱۲bc	۲۰/۵ a
روتیواتور	سازندگی	۶۷۵۰ab	۵۸۵ a	۱۱۰ de	۱۱۹ ab	۲۸ a	۱۷ ab	۲۲/۱ a
	زاینده‌رود	۵۹۰۰ab	۴۲۰b	۱۲۶ bcd	۱۱۴ ab	۲۶a	۲۱ a	۲۲/۲ a
	لاین ۲	۵۹۸۰ab	۴۲۶ b	۱۰۶ e	۱۱۴ab	۲۹ a	۱۳ bc	۲۱/۴ a

منطقه زرین شهر

روش تهیه بستر	رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه در کپه	درصد پوکی	درصد ورس
سنتی	سازندگی	۷۶۵۰bc	۳۹۵d	۱۴۶ bc	۱۴۷ a	۲۳/۱۰ cd	۱۹/۱ c	۳۵a
	زاینده‌رود	۵۸۵۰f	۳۹۶ d	۱۴۵ bc	۱۴۳ab	۲۴/۵۱bc	۱۰/۰۳ d	۴۵ a
	لاین ۲	۶۸۰۰de	۴۰۰ d	۱۵۶ ab	۱۳۷ abc	۲۵/۱۹ b	۹/۵۰ d	۴۰ a
غلتک	سازندگی	۷۲۵۰cd	۴۱۳ cd	۱۵۷ ab	۱۳۲ c	۲۵/۱۱ b	۲۹/۰۳a	۲۱ b
	زاینده‌رود	۸۰۰۰b	۴۰۳d	۱۴۵bc	۱۳۴bc	۲۴/۶۰ b	۲۵/۶۰b	۲۴b
	لاین ۲	۶۵۰۰e	۴۴۰bc	۱۰۶ d	۱۲۰d	۲۷/۶۰ a	۲۴/۳۰b	۲۵ b
روتیواتور	سازندگی	۷۶۰۰bc	۳۶۰ e	۱۰۹ d	۱۳۳ bc	۲۲/۲۰de	۸/۰۳ d	۴۰a
	زاینده‌رود	۸۰۰۰ b	۴۵۰ b	۱۷۲ a	۱۳۸abc	۲۳/۱۷ cd	۸/۰۰d	۴۰ a
	لاین ۲	۸۷۰۰ a	۴۹۲a	۱۲۸ cd	۱۴۳ ab	۲۰/۶۰ e	۸/۰۰d	۴۰ a

در هر منطقه اعداد با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوتی ندارند (دانکن ۵٪)

شهر لومی- سیلتی بود. لال (۱۴) معتقد است استفاده از عملیات شلهزنی و یا به‌کارگیری روش‌های بدون خاک‌ورزی برای خاک‌هایی با بافت کاملاً رسی نمی‌تواند تغییر قابل ملاحظه‌ای در عملکرد ایجاد نماید. مامبانی و همکاران (۱۵) نیز بالاترین عملکردهای برنج را در شلهزنی در خاک‌های با بافت متوسط گزارش نمودند. در منطقه فزوه استفاده از غلتک برای هر سه رقم برنج بالاترین مقادیر عملکرد نسبت به استفاده از روش سنتی یا روتیواتور را تولید نمود. بالاترین مقدار عملکرد در این منطقه نیز با به‌کارگیری غلتک و استفاده از لاین ۲ به‌دست آمد (۷۵۱۰ کیلوگرم در هکتار) (جدول ۴). علی‌رغم برتری عملکرد در روش استفاده از غلتک، تفاوت عملکرد مشاهده شده نسبت به سایر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]

استفاده از غلتک با وزن بالا می‌تواند کوبیدگی قابل توجهی برای خاک ایجاد کند. برخی پژوهشگران معتقدند روش‌های تهیه بستری که کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و شاخص نفوذپذیری عمقی را سبب شوند، می‌توانند افزایش عملکرد بیشتری نسبت به سایر روش‌ها داشته باشند (۱۶). در منطقه زرین شهر استفاده از روتیواتور در تمام ارقام استفاده شده نسبت به سایر ادوات (غلتک و روش سنتی) عملکرد بالاتری داشت. بالاترین مقدار عملکرد در این پژوهش با کاربرد روتیواتور و استفاده از لاین ۲ به‌دست آمد. (۸۷۰۰ کیلوگرم در هکتار) (جدول ۴). نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران مبنی بر عملکرد های بالا با استفاده از روتیواتور و خاک همزن‌های با تیغه‌های کاردی گزارش شده است (۳، ۱۰). بالاتر بودن عملکرد لاین ۲ در هر دو منطقه فزوه و زرین‌شهر به‌ترتیب با به‌کارگیری غلتک و روتیواتور بیانگر آن است که این لاین به‌عنوان امید بخش می‌تواند سازگاری مناسبی نسبت به شرایط مختلف تهیه بستر داشته باشد. در منطقه زرین شهر، بعد از لاین شماره ۲، رقم سازندگی با تولید ۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد، بالاترین عملکرد را داشت. اما بین روش‌های مختلف تهیه بستر تفاوت عملکرد معنی‌داری برای این رقم وجود نداشت. به‌هرحال ارقام مختلف با توجه به ویژگی‌های رشد، می‌توانند واکنش متفاوتی به انواع خاک و تهیه بستر داشته باشند (۱۹).

تأثیر برهمکنش روش تهیه بستر و رقم استفاده شده بر اجزاء عملکرد

اجزاء عملکرد ارقام آزمایش شده به شکل متفاوتی نسبت به روش‌های تهیه بستر واکنش نشان دادند (جدول ۴). علی‌رغم برتری برخی از ارقام از نظر تعداد خوشه در مترمربع و تعداد دانه در خوشه در منطقه فزوه، این تغییرات به گونه‌ای نبود که باعث ایجاد تغییرات معنی‌دار در عملکرد گردد. مهم‌ترین جزء عملکرد لاین ۲ که بالاترین عملکردها را نسبت به سایر ارقام در دو روش استفاده از غلتک و روتیواتور داشت، افزایش تعداد خوشه در مترمربع بود. تعداد خوشه در مترمربع در لاین ۲ در منطقه فزوه با استفاده از ادوات مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت اما در منطقه زرین شهر در دو روش استفاده از غلتک و استفاده از روتیواتور نسبت به روش سنتی به‌ترتیب ۱۱/۸ و ۲۳ درصد افزایش نشان داد.

نکته جالب توجه دیگر این که تعداد خوشه اسمی در نظر گرفته شده برای این لاین امید بخش معمولاً بین ۳۵۰ تا ۴۰۰ عدد در مترمربع در نظر گرفته می‌شود (جدول ۲) در حالی‌که پژوهش حاضر نشان داد این لاین می‌تواند پتانسیل‌های بالاتری در این رابطه داشته باشد (۴۹۲ خوشه در مترمربع در جدول ۴). رقم زاینده‌رود (در منطقه زرین شهر) در روش استفاده از روتیواتور برای تهیه بستر، عملکرد قابل توجهی داشت (۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) که این افزایش عملکرد به‌دلیل افزایش همزمان تعداد خوشه در مترمربع و تعداد دانه در خوشه بود. شارما ودی داتا (۲۰) معتقد است عملیات شله‌زنی با ادوات مناسب با ایجاد محیط مناسب‌تر برای رشد ریشه، باعث افزایش تعداد دانه در هر خوشه و نهایتاً عملکرد، هم در خاک‌های رسی و هم در خاک‌های لومی- رسی می‌گردد. نتایج مشابهی برای افزایش تعداد خوشه در مترمربع در پژوهش بهرا و همکاران (۳) گزارش گردیده است. تفاوت معنی‌داری بین تعداد پنجه تولیدی در هر کپه در منطقه فزوه وجود نداشت اما در منطقه زرین شهر تعداد پنجه در هر کپه در روش تهیه بستر با استفاده از غلتک برای تمام ارقام استفاده شده نسبت به روش استفاده از روتیواتور برتری معنی داری داشت (جدول ۴). افزایش تعداد پنجه همیشه افزایش عملکرد را به همراه نخواهد داشت. در پژوهش حاضر در منطقه زرین شهر استفاده از روش تهیه بستر روتیواتور برای تمام ارقام استفاده شده، با وجود تعداد پنجه کمتر، عملکردهای بالاتری نسبت به روش استفاده از غلتک داشت. دی داتا (۷) معتقد است علاوه بر این‌که بین ارقام مختلف برنج تفاوت پنجه‌زنی وجود دارد، بهتر است عملکرد دانه را برحسب تعداد سنبلچه بارور در مترمربع سنجید و ممکن است استفاده از شاخص تعداد پنجه در این زمینه گمراه کننده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]

باشد. اصولاً تنش‌های آخر فصل رشد افزایش مرگ و میر پنجه‌های تولید شده و یا تولید پنجه‌های نابارور می‌نماید (به‌طور معمول ۵۰ – ۲۰ درصد) (۱۲).

روند تغییرات درصد پوکی دانه در دو منطقه مورد مطالعه منظم نبود (جدول ۴). به‌عنوان مثال در منطقه فزوه بیشترین مقادیر پوکی دانه در هر سه رقم برنج به روش تهیه بستر با استفاده از روتیواتور اختصاص داشت درحالی‌که در منطقه زرین شهر کمترین مقادیر پوکی دانه با استفاده از روتیواتور به‌دست آمد. درصد پوکی دانه بیشتر به شرایط آب و هوایی، وقوع بارندگی در زمان گرده افشانی و طغیان آفات و بیماری‌ها بستگی داشته و ممکن است در مناطق یا سال‌های مختلف مقادیر آن تغییرات زیادی داشته باشد (۳).

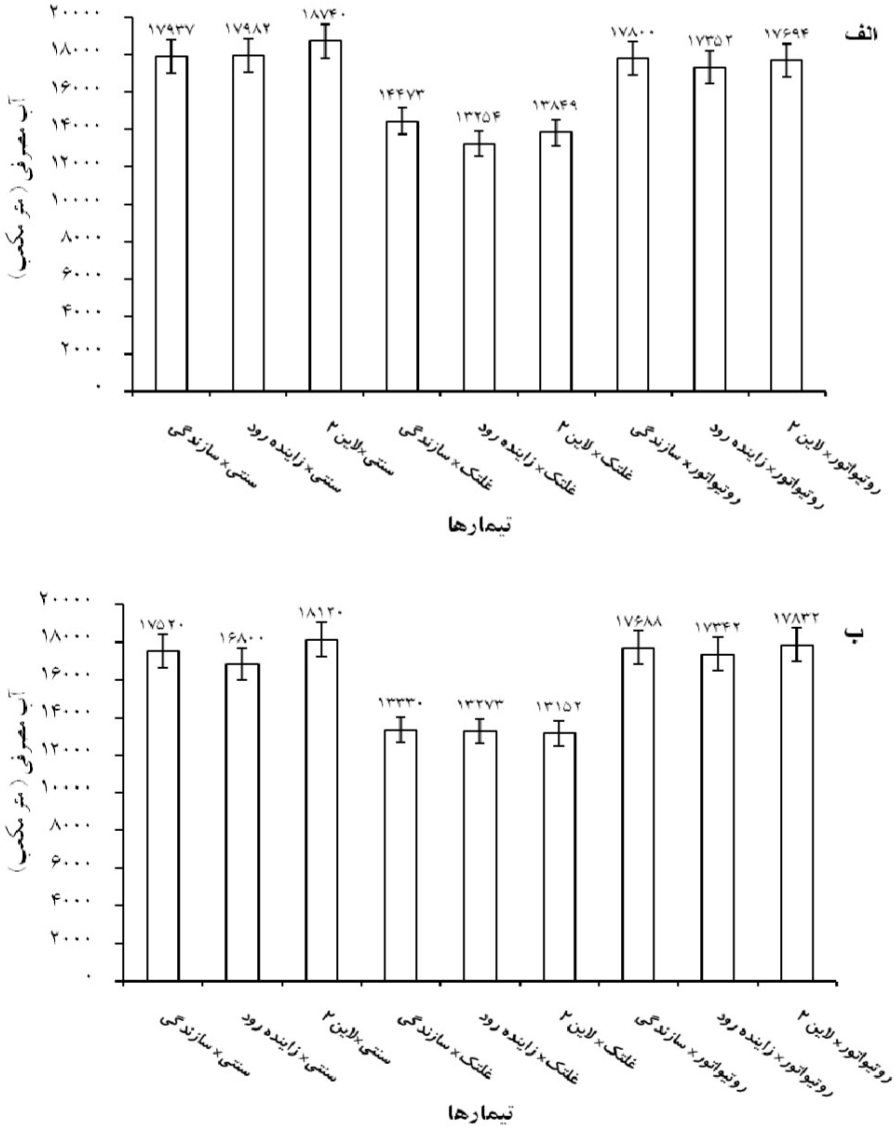
بر خلاف منطقه زرین شهر، درصد ورس در شیوه‌های تهیه بستر و ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری در منطقه فزوه نداشتند (جدول ۴). در منطقه زرین شهر کمترین مقادیر ورس ساقه برای هر سه رقم برنج، در روش تهیه بستر با استفاده از غلتک مشاهده شد (۲۵ – ۲۱ درصد) در حالی‌که در روش سنتی تهیه بستر و استفاده از روتیواتور نسبت به روش استفاده از غلتک، درصد ورس به‌طور معنی‌دار برای هر سه رقم برنج افزایش داشت (۴۰ –۳۵ درصد). دلیل افزایش ورس در دو روش تهیه بستر با روش سنتی و استفاده از روتیواتور می‌تواند کاملاً متفاوت باشد. در روش تهیه بستر با استفاده از روتیواتور تعداد خوشه و عملکرد دانه در حداکثر خود قرار دارد که سنگینی خوشه‌های ایجاد شده می‌تواند از دلایل ورس باشد. در برخی از گزارش‌ها این نوع ورس دلیل کاهش ۶۰ تا ۸۰ درصدی فتوسنتز سایه‌انداز گیاهی محسوب شده است (۱۸). نتایج به‌دست آمده در رابطه با ارتفاع ساقه (به‌ویژه در منطقه زرین شهر) نیز با نتایج به‌دست آمده در رابطه با ورس هماهنگی دارد. در روش تهیه بستر با استفاده از غلتک ارتفاع ساقه نیز به‌طور معنی‌دار کمتر از دو روش دیگر است (جدول ۴). در پژوهش سود و آچاریا (۲۱) که در آن روش‌های مختلف تهیه بستر مقایسه گردید، ارتفاع ساقه در روش سنتی تهیه بستر، نسبت به سایر روش‌ها به‌طور معنی‌دار افزایش داشت. در روش سنتی تهیه بستر به شیوه سنتی، بستر فراهم شده استحکام و انسجام زیاد (شبیه روش تهیه بستر با غلتک) را نداشته و ورس از محل ریشه ایجاد می‌شود. در این نوع ورس کل گیاه به یک طرف متمایل شده و زمینه‌ساز کاهش عملکرد می‌گردد (۸).

تأثیر برهمکنش روش تهیه بستر و رقم استفاده شده بر مقدار آب مصرفی در هر هکتار

نتایج مقایسه میانگین آب مصرفی در هر هکتار برای ارقام و روش‌های مختلف تهیه بستر در شکل ۱ نشان داده شده است. بدون توجه به نوع رقم استفاده شده، مقدار آب مصرفی در هر هکتار در هر دو منطقه در روش تهیه بستر با استفاده از غلتک به‌طور معنی‌دار کمتر از دو روش دیگر تهیه بستر بود. در منطقه فزوه به‌طور میانگین مقدار آب مصرفی در روش تهیه بستر با استفاده از غلتک نسبت به روش‌های سنتی و استفاده از روتیواتور به‌ترتیب ۳۱ و ۲۴ درصد کاهش یافت. به عبارت دیگر، استفاده از روش غلتک برای تهیه بستر نسبت به روش سنتی و روش روتیواتور به‌ترتیب موجب صرفه‌جویی ۴۳۶۱ و ۳۷۵۷ مترمکعب آب مصرفی در هر هکتار گردید. در منطقه زرین شهر نیز روند مشابهی مشاهده شد. در این منطقه به‌طور میانگین استفاده از روش غلتک برای تهیه بستر نسبت به روش‌های سنتی و استفاده از روتیواتور به‌ترتیب موجب صرفه‌جویی ۳۲ و ۳۳ درصدی در مقدار آب مصرفی در هر هکتار گردید، این اعداد به‌ترتیب معادل کاهش مصرف آب به مقدار ۴۲۲۹ و ۴۳۶۹ مترمکعب در هر هکتار است. نتایج به‌دست آمده با نتایج گزارش شده توسط سایر پژوهشگران مبنی بر دامنه وسیع آب مصرفی (۱۵۰ تا ۹۰۰ میلی‌متر در هر هکتار) با توجه به نوع عملیات تهیه بستر مطابقت داشت (۵). روش‌های تهیه بستری که کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و شاخص نفوذپذیری عمقی را سبب شوند، علاوه بر صرفه‌جویی در آب مصرفی می‌توانند افزایش عملکرد را نیز به همراه داشته باشند (۱۶). صرفه‌جویی بیشتر آب مصرفی در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]



شکل ۱. مقایسه میانگین برهمکنش تأثیرروش‌های تهیه بستر و رقم بر آب مصرفی در هر هکتار در دو منطقه فزوه (الف) و زرین شهر (ب)

منطقه زرین شهر نسبت به منطقه فزوه به‌دلیل کارآمدتر بودن استفاده از غلتک در خاک‌های لومی- سیلتی زرین شهر نسبت به خاک‌های رسی و سنگین منطقه فزوه بود. برخی از پژوهشگران برای فشرده کردن خاک بستر برنج نیز حد متوسطی معادل ۱/۵ تا ۱/۶ مگا گرم بر مترمکعب قائل هستند و معتقدند در فراتر از این دامنه عملکرد برنج کاهش می‌یابد (۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت منابع آب و بروز خشکسالی‌های اخیر در کشور، اصلاح روش‌های تهیه بستر با هدف کاهش مقدار آب مصرفی در هر هکتار می‌تواند حائز اهمیت باشد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر اگرچه حداکثر عملکرد برنج با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها (منطقه زرین شهر) با استفاده از روش تهیه بستر با استفاده از روتیواتور به‌دست آمد، اما با توجه به مقادیر آب مصرفی، این روش فقط نسبت به روش سنتی تهیه بستر قابل توصیه است اما نسبت به روش استفاده از غلتک مزیتی ندارد. به‌عنوان مثال در منطقه زرین شهر استفاده از روتیواتور و لاین ۲ برنج، با مصرف ۱۷۸۳۲ مترمکعب آب،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]

عملکردی معادل ۸۷۰۰ کیلوگرم در هکتار داشت (۲ مترمکعب آب به ازاء هر کیلوگرم شلتوک تولیدی)، در حالی‌که در همین منطقه استفاده از روش غلتک و رقم زاینده‌رود با مصرف ۱۳۲۷۳ مترمکعب آب، عملکردی معادل ۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار داشت (۱/۶۶ مترمکعب آب به ازاء هر کیلوگرم شلتوک تولیدی). ذکر این نکته نیز ضروری است که برای توصیه روش تهیه بستر با استفاده از غلتک، باید تأثیر این روش در تناوب و به‌ویژه اثر آن بر تهیه بستر و عملکرد محصول بعدی در پژوهش‌های آتی مورد توجه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

1. Anonymous.2007. Statistic agriculture. Crop production. Office of Statistics and Information Technology, Ministry of Agriculture. (In Farsi).
2. Barker, R., D. Dave, T. P. Tuong, S. I. Bhuuiyan and L. C. Guerra. 1999. The outlook for resources in the year 2020: Challenges for research on water management in rice production. In Assessment and Orientation towards 21st Century.Proceedingsof19th Session, International Rice Commission, 7–9 September, Cairo, Egypt, FAO, Rome, pp.96–109.
3. Behera, B. K., B. P. Varshney and S. Swain. 2007. Effect of Puddling on Physical Prosperities of Soil and Rice Yield. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America* 38: 23-28.
4. Behera, B. K., B. P. Varshney and A. K. Goel. 2009. Effect of Puddling on Puddled Soil Characteristics and Performance of Self-propelled Transplanter in Rice Crop. *Agricultural Engineering International* 10: 1-18.
5. Bhuiyan, S. I., M. A. Sattar and M. A. K. Khan. 1995. Improving water use efficiency in rice through wet seeding. *Irrigation Science* 16:1-8.
6. Bouman, B. A. M. and T. P. Toung. 2000. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agricultural Water Management* 1615:1-20.
7. De Datta, S. K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. John. Wiley and Sons. New York.618pp.
8. Easson, D. L., E. M. White and S. J. Pickles. 1992. A Study of Lodging in Cereals. HGCA Research Project No. 52. Home-Grown Cereals Authority, London.
9. Fischer, R. A. and M. Stapper. 1987. Lodging effects on high yielding crops of irrigated semi-dwarf Wheat. *Field Crops Research* 17: 245- 258.
10. Hemmat, A. and O. Taki. 2003. An investigation into the mechanized rice transplanting in puddled versus compacted soil and their effects on soil physical properties and rice yield on a silty clay soil. *Soil and Tillage Research* 34:257-272.
11. Kirchhofa, G., S. Priyonob, W. H. Utomob, T. Adisarwantoc, E. V. Dacanayd and H. B. Soa.2000. The effect of soil puddling on the soil physical properties and the growth of rice and post-rice crops. *Soil and Tillage Research* 56:37-50.
12. Kropff , M. J., K. G. Cassman, S. Peng, R. B. Matthews and T. L. Setter.1994. Quantitative understanding of yield potential pp.21–38.*In*: Cassman, K. G. (Ed.), Was BReaking the Yield Barrier, Proceedings of a Workshop on Rice Yield Potential in Favorable Environments, IRRI. LosBanos, Philippines,.
13. Lak, M. B. 2011. Estimation of wheat cultivation mechanization status in Iran. *Asian Journal of Agricultural Sciences* 3: 51-54.
14. Lal, R. 1985. Tillage in low land rice based cropping systems. Soil Physics and Rice, IRRI, LosBanos, Philippines.
15. Mambani, B., S. K. De Datta and A. C. Redula. 1989. Soil physical behavior and crop response to tillage in lowland rice soil of varying clay content. *Plant and Soil* 126: 227-235.
16. Rahmati, M. H. and V. M. Salokhe .2000. Effect of tillage practices on hydraulic conductivity, cone index, bulk density, infiltration and rice yield during raining season in Bangkok clay soil. *In*: Proceedings of International Agricultural Engineering Conference Bangkok. Thailand. 10-15 September, pp. 296-306.
17. SAS Institute. 2007. SAS Onlinedoc 9.1.3 SAS. Inst., Cary, NC. Available at http://support. Accessed 19 June 2007.
18. Setter, T. L., E. V. Laureles and A. M. Mazaredo. 1997. Lodging reduces yield of rice by self-shading and reduction in canopy photosynthesis. *Fields Crop Research* 49:95-106.
19. Sharma, P. K. and S. K. De Datta. 1986. Physical properties and processes of puddled rice soils. *Advances in Soil Science* 5:139-178.
20. Sharma, P.K., and S.K. DeDatta. 1985. Effect of puddling on soil Physical properties and processes. Soil Physics and Rice. IRRI, LosBanos, Philippines.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]

21. Sood, M. C. and C. L. Acharya. 1991. Effect of tillage on root plant growth and nutrient uptake by wetland rice on acidic Alfisols. *Annuals of Agricultural Research* 12: 344-351.

22. Stoopa, W.A., N. Uphoff and A. Kassam. 2002. A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers. *Agricultural System* 71: 249-274.

23. Tuong, T.P., M.C.S. Wopereis, J. Marquez and M. J. Kropff .1994. Mechanisms and control of percolation losses in irrigated puddled rice fields. *Soil Science Society of America Journal* 58: 1794-1803.

24. Utomo, W.H., T. Islami, and B. Murdoko. 1985. The effect of tillage method on the growth and yield of lowland rice. Paper presented at the National Congress of Indonesian Soil Science. Society, Bogor, Indonesia, pp.124-152.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.2.2]