مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۷ / شماره ۲۹/ زمستان ۱۳۸۵ / ص ۱۰۰-۸۹

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم برنج به روش خشکه‌کاری در منطقه شاوور خوزستان

الیاس دهقان و مرتضی الماسی *

* عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ص. پ. ۳۳٤۱-٦۱۳۳۵، تلفن: ۳۳۳۲۱۰٦-۳۳۳۵۷۵۰ (۰٦۱۱)، پیام نگار: elyas_dehghan@yahoo.com؛ و استاد گروه مهندسی مکانیک ماشین‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت مقاله: ۸٤/٦/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۷/۱۵

چکیده

خاک‌ورزی، با این که مزایای مشخص و مهم دارد، در برخی موارد دارای آثار زیانباری نیز هست که می‌توان با به کارگیری چند روش مناسب این آثار را کاهش داد. این آزمایش برای مقایسه روش‌های خاک‌ورزی از نظر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج، در تابستان سال ۱۳۸۲ در یک خاک رسی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور واقع در شمال اهواز اجرا شد. آزمایش به روش کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل روش‌های خاک‌ورزی مرسوم (T1)، دوبار دیسک سبک (T2)، دوبار دیسک سنگین (T3)، کولتیواتور ۱۰ سانتی‌متر (T4)، کولتیواتور ۱۵ سانتی‌متر (T5)، گاوآهن دوار (T6)، و بی‌خاک‌ورزی (T7) بود. کرت‌های فرعی نیز شامل دو رقم برنج عنبوری (V1) و LD183 (V2) بود. نتایج نشان داد که تفاوت روش‌های خاک‌ورزی از نظر عملکرد، تعداد خوشه و تعداد بوته در متر مربع معنی‌دار است، اما از نظر تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت تفاوت‌ها معنی‌دار نیستند. از نظر عملکرد، بین روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و کمینه با بی‌خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار وجود داشت اما تفاوت بین روش‌های خاک‌ورزی کمینه T2 تا T6 با روش مرسوم معنی‌دار نبود. تفاوت بین ارقام مورد بررسی از نظر عملکرد و دیگر شاخص‌ها معنی‌دار بود و رقم V2 از نظر عملکرد از V1 برتر بود. از نظر شاخص‌های مورد بررسی، بین روش خاک‌ورزی و رقم اثر متقابل معنی‌دار وجود نداشت. نتایج رگرسیون نشان داد که در همهٔ روش‌های خاک‌ورزی تعداد خوشه در متر مربع مهم‌ترین جزء تعیین‌کنندهٔ عملکرد است. به طورکلی، برای کشت مستقیم برنج در منطقهٔ شاوور و مناطق مشابه و بر اساس زمان و نوع ماشین‌های در دسترس می‌توان هر یک از روش‌های خاک‌ورزی کمینه و به ویژه گاوآهن دوار را به دلیل تهیهٔ بستر بذر با یک‌بار عبور، جایگزین روش مرسوم کرد.

واژه‌های کلیدی

برنج، بی‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کمینه، خاک‌ورزی مرسوم، کشت مستقیم

© 2010,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

نظام مکانیزهٔ خاک‌ورزی شامل به کارگیری یکی یا تعدادی چند از ادوات خاک‌ورزی اولیه یا ثانویه یا ترکیبی از آنهاست. با توجه به سختی کار و انرژی‌خواه بودن آماده‌سازی زمین، درجهٔ مکانیزاسیون (نسبت سطح مکانیزه به کل سطح زیر کشت) برای خاک‌ورزی در بیشتر مناطق ۱۰۰ درصد است (Almassi *et al.,* 2001). طبق تحقیقات انجام شده، در حدود ۶۰ درصد از انرژی مکانیکی مورد مصرف در عملیات کشاورزی ماشینی صرف خاک‌ورزی و تهیهٔ بستر بذر می‌شود (Jacobs & Harrol, 1983).

استان خوزستان با ۵۰۰۲۲ هکتار سطح زیر کشت برنج در سال ۸۲-۱۳۸۱، بعد از مازندران، گیلان و فارس چهارمین استان تولیدکنندهٔ برنج در کشور بود (Anon, 2005). روش مرسوم در آماده‌سازی زمین برای کشت مستقیم و نشایی برنج در منطقه شاوور شامل شخم زدن، دیسک زدن، ماله‌کشی و نهرکشی است.

برگرداندن خاک از طریق شخم زدن دارای آثار مفیدی است مانند کنترل علف‌های هرز (Stobbe, 1990)، دفن حشرات مضر، عوامل بیماری‌زا، به زیر خاک بردن بقایای گیاهی، کودهای حیوانی و شیمیایی است (Kouchaki & Soltani, 1998). از طرف دیگر، پژوهش‌ها نشان داده است که روش خاک‌ورزی مرسوم معایبی نیز دارد مانند هزینهٔ بالای تهیهٔ زمین (Archer *et al.,* 2001; Kheiralla *et al.,* 2004; Ying, *et al.,* 2004)، مصرف فراوان سوخت در مزرعه و آلودگی محیط زیست (Ying *et al.,* 2004)، تراکم نامطلوب خاک (Karlen & Gooden, 1987; Morris, 2000)، کاهش مواد آلی خاک (Utomo *et al.,* 1990) و برهم خوردن تسطیح خاک در اثر شخم (Kouchaki & Soltani, 1998).

در روش مرسوم، عملیات خاک‌ورزی و کاشت در محدودهٔ زمانی مناسب و در موارد بسیار زیاد مستلزم تهیهٔ ناوگان گستردهٔ ماشین‌ها و ادوات است که این موضوع مهم خود به سرمایه‌گذاری بالایی نیازمند است (Ying *et al.,* 2004). معایب روش مرسوم، در روش‌های بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهش یافته وجود ندارد و یا کمتر است.

استفاده از ماشین‌ها و ادوات گوناگون خاک‌ورزی آثار متفاوتی بر خاک، گیاه و بقایای گیاهی دارد. در سیستم خاک‌ورزی کمینه، بقایای گیاهی تا حدود زیادی در سطح خاک باقی می‌ماند که ممکن است در عملیات تهیهٔ بستر و کاشت بذر اختلال ایجاد کنند. یکی از ادوات مناسب برای کار در این گونه زمین‌ها کولتیواتور پنجه غازی است. کولتیواتور از چیزل سبک‌تر و برای کار در عمق کمتر و حدود ۱۲-۷ سانتی‌متر، طراحی شده است (Almassi *et al.,* 2000). کولتیواتور بیشتر بقایای گیاهی را در سطح خاک به جا می‌گذارد یا آنها را تا عمق چند سانتی‌متری با خاک سطحی مخلوط می‌کند (Smith *et al.,* 1996).

تسیر و همکاران (Tessier *et al.,* 1996) با بررسی تاثیر دیسک یک‌طرفه تغییریافته (افزایش قطر بشقاب‌ها از ۵۰ به ۶۱ سانتی‌متر و زاویهٔ کار ۴۵ درجه) بر فشردگی خاک رسی و مقایسهٔ آن با سایر روش‌های خاک‌ورزی نشان دادند که در خاک‌ورزی با دیسک یک‌طرفه، بدون این که لایهٔ فشرده و سختی در زیر لایهٔ شخم ایجاد شود یکنواختی تراکم حجمی خاک حفظ خواهد شد. همچنین خاک‌ورزی با دیسک یک‌طرفه مانع فشردگی دوبارهٔ خاک و باعث جلوگیری از فرونشست دوباره در انواع خاک‌ها می‌شود.

گاوآهن‌های دوار به طور همزمان جای گاوآهن، دیسک و سایر هرس‌ها را می‌گیرند و با عبور از سطح خاک شیار یا پشته‌ای برجا نمی‌گذارند (Mansouri-Rad, 2000).

لی و همکاران (Lee *et al.,* 2003) با بررسی تأثیر روش خاک‌ورزی روی برنج تأکید کردند که برای کشت مستقیم برنج باید عملیات مجزای خاک‌ورزی اولیه و ثانویه حذف و به

جای آن عملیات خاک‌ورزی با خاک‌ورز دوار همراه با کشت مستقیم جایگزین شود و کود نیز به طور همزمان با خاک‌ورزی به زمین اضافه گردد.

آمباسا و همکاران (Ambassa *et al.,* 1996) با مقایسهٔ روش خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی در خاک ورتی‌سول نتیجه گرفتند که از نظر عملکرد دانهٔ برنج، بین این دو روش خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد، اما از نظر زمان مورد نیاز برای عملیات خاک‌ورزی و هزینهٔ کارگر اختلاف بین این روش‌ها معنی‌دار است بدین معنا که روش بی‌خاک‌ورزی از روش مرسوم برتر است. بر این اساس این محققان پیشنهاد کردند که برای کشت برنج از روش بی‌خاک‌ورزی استفاده شود. رشید و د داتا (Rashid & De-Datta, 1986) در هند با مقایسهٔ سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم، کمینه و بی‌خاک‌ورزی برای کشت مستقیم برنج نتیجه گرفتند که عملکرد برنج در روش بی‌خاک‌ورزی با خاک‌ورزی کمینه و مرسوم برابر است.

سیجما و همکاران (Sijtsma *et al.,* 1998) با مقایسهٔ اقتصادی روش‌های مختلف خاک‌ورزی گزارش دادند که تحت شرایط یکسان از نظر قابلیت تولید محصولات مختلف و نهاده‌های مصرفی مثل کود و حشره‌کش‌ها، هزینهٔ عملیات خاک‌ورزی کلید تعیین سودمندی آنهاست. این محققان همچنین گزارش دادند که بهره‌گیری از سیستم‌های ترکیبی خاک‌ورزی مانند شخم با چیزل، دیسک و دیسک سنگین به جای روش مرسوم، در هزینه‌های سالیانه خاک‌ورزی به میزان ۴۰ تا ۴۴ درصد برای تناوب سه ساله و ۱۰ تا ۴۰ درصد برای تناوب دو سالهٔ جو-سویا صرفه‌جویی ایجاد می‌کند.

برخی پژوهشگران مانند اسمیت و همکاران (Smith *et al.,* 1996) و زنترو همکاران (Zenter *et al.,* 1991) با مقایسهٔ روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی به این نتیجه رسیدند که خاک‌ورزی حفاظتی در برخی مناطق از نظر اقتصادی با صرفه نیست.

ینگ (Ying *et al.,* 2004) با بررسی سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت نتیجه گرفت که در سیستم بی‌خاک‌ورزی نه تنها نیازی به هزینهٔ خرید ادوات نیست بلکه هزینهٔ کارگری، ساعات کارکرد تراکتور و هزینه‌های متغیر تولید نیز کاهش می‌یابد.

برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، مشخص شده است که به کارگیری سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی در سال‌های اخیر، عامل عمده و مفید بوده است. (Chan *et al.,* 2002; Ying *et al.,* 2004).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تاثیر روش‌های گوناگون خاک‌ورزی تابع شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، شرایط آب و هوایی و چگونگی رابطهٔ گیاه و محیط قرار دارد و بر این اساس برای دستیابی به بیشترین سودمندی، باید روش‌های مختلف خاک‌ورزی در هر منطقه بررسی و بسته به شرایط خاک، گیاه، آب و هوا، زمان در اختیار داشتن ماشین‌ها و نوع ماشین‌های در دسترس بهترین روش انتخاب شود. این آزمایش نیز با هدف بررسی و مقایسهٔ روش‌های گوناگون خاک‌ورزی برای کشت دو رقم رایج برنج به روش خشکه‌کاری مستقیم و با استفاده از ترکیب‌های مختلف انواع ماشین‌های موجود در منطقه، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور در استان خوزستان (۷۰ کیلومتری شمال اهواز) اجرا شد. خاک محل اجرای آزمایش رسی با وزن مخصوص ظاهری ۱/۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب در زمستان سال قبل زیر کشت گندم و در تابستان آیش مانده بود. خاک این منطقه غالباً از نظر مواد آلی و نیتروژن فقیر است. از نظر

آب و هوایی این منطقه اقلیم خشک و نیمه خشک دارد و میانگین سالیانهٔ دما و بارندگی آن به ترتیب ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد و ۲۴۴ میلی‌متر است. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات خاک ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور

عناصر میکرو و قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				OC (درصد)	P	K	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)	اجزای بافت خاک (رسی) (درصد)			عمق خاک (سانتی‌متر)
Cu	Zn	Mn	Fe						شن	سیلت	رس	
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)												
۱/۵	۱	۴	۹	۰/۸	۷/۵	۲۲۰	۷/۲	۳/۱	۳۰	۲۸	۴۲	۰-۳۰

شاخص‌های مورد بررسی عبارت بودند از عملکرد شلتوک، تعداد بوته و تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت. فاصلهٔ بین کرت‌های اصلی مجاور ۳ متر در نظر گرفته شد.

در این آزمایش برای برآورد عملکرد شلتوک در واحد سطح، پس از حذف حاشیه‌های کرت، محصول ۶ متر مربع از درون کرت برداشت و شلتوک آن جدا و وزن شد. پس از تعیین درصد رطوبت نمونه‌های شلتوک در آزمایشگاه، عملکرد با رطوبت ۱۴ درصد با استفاده از رابطهٔ ۱ محاسبه شد.

$$Y_{ws} = \frac{y_f \times (100 - VL)}{100 - W_s} \qquad (۱)$$

در این رابطه، Y_{ws}=وزن دانه با رطوبت استاندارد (بر حسب گرم)؛ y_f = وزن دانه با رطوبت مزرعه (بر حسب گرم)؛ VL= درصد رطوبت دانه در مزرعه؛ و W_S= درصد رطوبت استاندارد است.

در هر کرت فرعی، دو هفته پس از کاشت تعداد بوتهٔ سبز شده در واحد سطح در ۱۰ نقطه از خطوط میانی کاشت به طور تصادفی، با انداختن کادر ۲۵×۲۵ سانتی‌متر، شمارش و از آنها میانگین گرفته شد. همچنین برای تعیین تعداد خوشه در واحد سطح، در هر کرت فرعی ۴ محل به طول یک متر از بین خطوط میانی به صورت تصادفی معین و تعداد کل خوشهٔ آنها شمارش شد. تعداد دانه در خوشه نیز در زمان برداشت، از ۲۰ خوشه اصلی در میان بوته‌های خطوط میانی شمارش و میانگین گرفته شد. به منظور تعیین شاخص برداشت نیز در هر کرت فرعی، تمام بوته‌های موجود در ۱۰ نقطهٔ تصادفی به طول یک متر از روی خطوط میانی، به صورت کف‌بر برداشت و برای مدت ۴۸ ساعت در دستگاه خشک‌کن با دمای ۵۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. سپس وزن مادهٔ خشک کل شامل وزن اندام‌های رویشی و شلتوک و همچنین وزن ماده خشک شلتوک معین و شاخص برداشت از رابطهٔ ۲ محاسبه شد.

$$HI = \frac{Y_p}{D_m} \times 100 \qquad (۲)$$

در این رابطه، HI = شاخص برداشت (بر حسب درصد)؛ Y_p = وزن شلتوک برداشت‌شده در واحد سطح (بر حسب گرم)؛ D_m= وزن کل ماده خشک برداشت شده در واحد سطح (بر حسب گرم) است.

برای برآورد وزن هزار دانه نیز از دانه‌های شلتوک جدا شده سه نمونهٔ ۵۰۰ دانه‌ای شمارش و وزن تر، وزن خشک و درصد رطوبت آنها معین شد. وزن هزار دانه با رطوبت ۱۴ درصد با استفاده از رابطهٔ ۱ به دست آمد.

رطوبت خاک پس از ماخار و در زمان خاک‌ورزی مرسوم (شخم)، دیسک، کولتیواتور پنجه‌غازی و گاوآهن دوار به ترتیب۱۹/۰، ۱۹/۳، ۱۶/۶ و ۱۸/۵ درصد بر مبنای وزن خاک خشک بود.

آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل هفت روش خاک‌ورزی و کرت‌های فرعی نیز شامل دو رقم برنج پرکیفیت عنبوری و برنج پر محصول LD183 بود. روش‌های خاک‌ورزی شامل روش مرسوم، پنج روش خاک‌ورزی کمینه و بی‌خاک‌ورزی به شرح زیر بود:

۱- یک بار گاوآهن برگردان‌دار به عمق۲۰ سانتی‌متر + دو بار دیسک عمود بر هم + لولر (روش مرسوم)

۲- دو بار دیسک سبک عمود بر هم به عمق ۱۰–۸ سانتی‌متر + لولر (کم‌خاک‌ورزی)

۳- دو بار دیسک سنگین عمود بر هم به عمق ۱۵-۱۲ سانتی‌متر + لولر (کم‌خاک‌ورزی).

۴- یک بار کولتیواتور به عمق ۱۰ سانتی‌متر + لولر (کم‌خاک‌ورزی).

۵- یک بارکولتیواتور به عمق ۱۵ سانتی‌متر + لولر (کم‌خاک‌ورزی).

۶- یک بار گاوآهن دوار (رتیواتور) به عمق ۵ سانتی‌متر (کم‌خاک‌ورزی).

۷- بی‌خاک‌ورزی

ویژگی‌های ماشین‌ها و ادوات مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. ابعاد هر یک از کرت‌های اصلی برای اعمال تیمارهای خاک‌ورزی۱۰×۱۰ متر بود و هر کرت اصلی با مرز به دو کرت فرعی مساوی تقسیم و به صورت تصادفی به کشت دو رقم مورد بررسی اختصاص یافت.

کشت به روش خشکه‌کاری مستقیم توسط جوی پشته‌کار غلات مدل KF 3-20/4 ساخت شرکت ماشین برزگر همدان و در تاریخ ۲۰ خرداد انجام شد. فاصلهٔ بین خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر (با بسته نگه‌داشتن واحدهای کارندهٔ بینابینی) و مقدار بذر مصرفی بر اساس تحقیقات، برای رقم عنبوری و LD183 به ترتیب ۱۱۰ و۹۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد. کود پایه و سرک بر اساس آزمون خاک و توصیهٔ بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان و بسته به نوع رقم در زمان مناسب مصرف شد. با علف‌های هرز نیز به صورت شیمیایی و دستی مبارزه شد. با تجزیهٔ واریانس داده‌ها، میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

جدول ۲- ویژگی ماشین‌ها و ادوات مورد استفاده در آزمایش

نام دستگاه	شرکت سازنده و مدل	شرح	نوع اتصال	عرض کار تئوریک (سانتی‌متر)	چگونگی تنظیم عمق	سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)
گاوآهن برگردان‌دار	شرکت سهامی قطعات آهنگری خراسان (GAK)	۳ خیش	سوار	۱۰۵	بازوهای هیدرولیک تراکتور	۴-۶
دیسک افست	جان‌دیر (John Deere)	۲۴ پره (گروه جلوی ۱۲ بشقاب لبه کنگره‌ای، گروه عقبی۱۲ بشقاب لبه صاف)	کششی	۲۵۰	چرخ تنظیم عمق هیدرولیک	۶-۷
کولتیواتور	گروه تولیدی ماشین روستا مشهد	۸ تیغه فعال (یک تیغه کناری شکسته)، پهنای تیغه : ۲۲۹ میلی‌متر فاصلهٔ تیغه‌ها از هم:۲۲۹ میلی‌متر	سوار	۱۸۵	بازوهای هیدرولیک تراکتور	۵-۷
گاوآهن دوار	شرکت اسنو پارس ایران (SNOW PARRS)	۷ فلانج، ۳۶ تیغه ـا شکل. نسبت گردش محور فلانج‌ها به محور تواندهی تراکتور ۱ به ۳.	سوار	۱۵۰	کفشک‌های تنظیم عمق	۴-۵
ماله	-	چهار چرخ، فاصلهٔ محورهای عقب و جلو ۶ متر	کششی	۳۵۰	اهرم‌های دستی	۶-۷
تراکتور	جان‌دیر ۳۳۵۰	۶ سیلندر، ۱۲ دنده (جلو ۸ و عقب۴ دنده)، وزنه افزوده شده در جلو تراکتور۱۷۲ کیلوگرم، فاصلهٔ محورهای عقب و جلو ۲۶۰ سانتی‌متر، لاستیک‌ها نو با عاج۱۰۰ درصد، شمارهٔ لاستیک عقب 18.4-34/15-34 و جلو 18-750، عمر۱۰ سال.				

نتایج و بحث

تعداد بوته در مترمربع

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین روش‌های خاک‌ورزی و ارقام مورد بررسی از نظر تعداد بوته سبز شده در متر مربع اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود دارد، در حالی که بین روش خاک‌ورزی و رقم اثر متقابل معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۳).

روش‌های خاک‌ورزی کمینه T2 تا T6 و مرسوم از نظر میانگین تعداد بوته در مترمربع از روش بی‌خاک‌ورزی برتر بودند، اما اختلاف بین روش خاک‌ورزی مرسوم و روش‌های خاک‌ورزی کمینه معنی‌دار نبود (جدول ۴). همچنین رقم عنبوری با ۱۴۳ بوته از رقم LD183 با ۱۲۸ بوته در متر مربع برتر بود.

جدول ۳- خلاصهٔ تجزیه واریانس اثر روش‌های خاک‌ورزی و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد بوته در مترمربع	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد شلتوک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲۵۳/۵۰۰	۷۵۸/۰۰۰	۱۵/۱۶۵	۱/۴۴۰	۱/۲۹۹	۰/۳
روش خاک‌ورزی *(T)*	۶	۱۵۷۸۶/۹۶۸**	۱۷۰۵۶/۵۵۶**	۲۴/۶۹۰ns	۱/۱۹۲ ns	۱۳/۹۲۴**	۰/۰۰۰ ns
خطای آزمایش	۱۲	۱۸۶/۷۷۸	۱۳۶۱/۳۸۹	۲۶/۴۱۷	۱/۷۰۰	۱/۳۷۴	۰/۰۰۱
رقم *(V)*	۱	۲۵۱۴/۸۸۱**	۷۷۰۵۷/۱۶۷**	۱۰۲۰/۲۱۴**	۳۴/۲۳۶**	۶۰/۲۴۷**	۰/۰۶۶**
اثر متقابل *(TV)*	۶	۲۹۴/۳۸۱ ns	۸۳۴/۲۲۲ ns	۷/۶۵۹ ns	۱/۱۴۱ ns	۰/۵۲۱ ns	۰/۰۰۰ ns
خطای آزمایش	۱۴	۲۲۶/۷۳۸	۱۱۵۱/۷۱۴	۱۶/۶۶۷	۱/۱۸۸	۰/۹۵۲	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات *(CV)* (درصد)		۱۱/۱۰	۱۴/۹۲	۳/۳۲	۴/۹۳	۱۵/۵۴	۶/۱۷

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

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین صفات مورد بررسی در ارقام و روش‌های مختلف خاک‌ورزی

تیمار	تعداد بوته در مترمربع	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	شاخص برداشت
روش خاک‌ورزی						
T_1 (مرسوم)	۱۵۷ a	۲۵۴ a	۱۲۶ a	۲۲/۷ a	۷/۲۵۷ a	۰/۴۲ a
T_2 (دیسک سبک)	۱۵۵ a	۲۶۱ a	۱۲۴ a	۲۲/۱ a	۷/۱۷۱ a	۰/۴۱ a
T_3 (دیسک سنگین)	۱۵۴ a	۲۵۱ a	۱۲۴ a	۲۱/۶ a	۶/۶۰۰ a	۰/۴۱ a
T_4 (کولتیواتور ۱۰ سانتی‌متر)	۱۵۹ a	۲۴۲ a	۱۲۲ a	۲۲/۰ a	۶/۶۳۸ a	۰/۴۰ a
T_5 (کولتیواتور ۱۵ سانتی‌متر)	۱۶۰ a	۲۵۹ a	۱۲۴ a	۲۲/۶ a	۷/۲۱۸ a	۰/۴۳ a
T_6 (رتیواتور ۵ سانتی‌متر)	۱۴۵ a	۲۱۳ a	۱۲۰ a	۲۲/۲ a	۵/۶۵۰ a	۰/۴۲ a
T_7 (بی‌خاک‌ورزی)	۲۰ b	۱۱۲b	۱۲۲ a	۲۱/۶ a	۳/۰۶۹b	۰/۴۲ a
رقم						
V_1 (عنبوری)	۱۴۳ a	۱۸۵ b	۱۲۸ a	۲۱/۲ b	۵/ ۰۸۳ b	۰/۳۷ b
V_2 (*LD183*)	۱۲۸ b	۲۷۰ a	۱۱۸ b	۲۳/۰ a	۷/۴۷۸ a	۰/۴۵ a

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

تعداد خوشه در مترمربع

مهمترین اجزای عملکرد دانه در برنج شامل تعداد خوشه در متر مربع، تعداد خوشه‌چه (دانه) در خوشه، درصد دانه‌های پر و وزن هزاردانه است (Matsushima, 1970). اختلاف بین روش‌های گوناگون خاک‌ورزی و رقم‌های مورد بررسی از نظر تعداد خوشه در مترمربع در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، امّا بین تیمارهای روش خاک‌ورزی و رقم اثر متقابل معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۳). روش خاک‌ورزی مرسوم و روش‌های کمینه (T2 تا T6) نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی (T7) تعداد خوشهٔ بیشتری تولید کردند. رقم V2 نسبت به رقم V1 برتری داشت و بیشترین تعداد خوشه در مترمربع، از روش خاک‌ورزی با دیسک سبک (با میانگین ۲۶۱ بوته در متر مربع) به دست آمد (جدول ۴). کاهش معنی‌دار تعداد خوشه در متر مربع در تیمار بی‌خاک‌ورزی، نسبت به دیگر تیمارها، بیشتر ناشی از کاهش بسیار زیاد تعداد بوتهٔ سبز شده در واحد سطح است، به طوری که افزایش تعداد پنجه نتوانسته است کمبود بوته را به طور کامل جبران کند. اما افزایش مقدار این صفت در رقم V2 به میزان ۴۶ درصد نسبت به رقم V1 توانسته است کمبود بوته را تا حدود زیادی جبران کند و عملکرد را افزایش دهد.

تعداد دانه در خوشه

براساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیهٔ واریانس داده‌ها اختلاف بین رقم‌ها از نظر تعداد دانه در خوشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار است امّا بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی و همچنین اثر متقابل تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۳). از نظر تعداد دانه در خوشه، رقم عنبوری از رقم LD183 برتر است و بیشترین تعداد دانه در خوشه از رقم عنبوری در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و دیسک سبک به دست آمده است (جدول ۴).

وزن هزار دانه

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها روشن می‌کند که از نظر وزن هزار دانه اختلاف بین رقم‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار است اما بین روش‌های گوناگون خاک‌ورزی و همچنین بین سطوح مختلف اثر متقابل تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (جدول ۳). این نتایج با گزارش مرادی (Moradi, 1996) مطابقت دارد.

مقایسهٔ میانگین وزن هزار دانه نشان می‌دهد که رقم LD183 با وزن هزار دانهٔ ۲۳ گرم نسبت به رقم عنبوری با وزن هزار دانهٔ ۲۱/۲ گرم برتر است (جدول ۴).

وزن هزار دانه در برنج از پایدارترین خصوصیات واریته‌ای به شمار آمده و میانگین وزن کل دانه‌ها در یک رقم خاص ثابت است (Moradi, 1996). ثبات وزن هزار دانه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و تفاوت آن در رقم‌ها نشان‌دهندهٔ کنترل شدید ژنتیکی و تأثیرپذیری ناچیز این صفت از روش خاک‌ورزی است. افزایش وزن هزار دانهٔ در رقم V2 نسبت به V1، توانسته است اثر کمبود تعداد دانه در خوشه را جبران کند.

عملکرد شلتوک

تجزیهٔ واریانس داده‌ها مشخص می‌کند که از نظر عملکرد شلتوک تفاوت بین روش‌های خاک‌ورزی و رقم‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار است اما اثر متقابل روش خاک‌ورزی و رقم معنی‌دار نیست و واکنش هر دو رقم نسبت به تغییر روش خاک‌ورزی مشابه و هم‌جهت است (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین‌ها نیز نشان می‌دهد که از نظر عملکرد بین روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و کمینه T2 تا T6 با بی‌خاک‌ورزی تفاوت معنی‌دار وجود دارد اما تفاوت بین روش‌های خاک‌ورزی کمینه با روش مرسوم معنی‌دار نیست. بیشترین عملکرد شلتوک توسط رقم LD183 و در روش خاک‌ورزی با دیسک سبک به دست آمده است (جدول ۴).

معنی‌دار نبودن اختلاف بین روش‌های خاک‌ورزی کمینه و مرسوم از نظر عملکرد شلتوک در این تحقیق با نتایج تحقیقات لی و همکاران (Lee *et al.,* 2003) مطابقت دارد اما با نتایج تحقیقات اسمیت و همکاران (Smith *et al.,* 1996) و زنتر (Zenter, 1991) مغایر است. در این تحقیق، حساس نبودن ارقام برنج مورد بررسی نسبت به شرایط بستر در روش‌های گوناگون خاک‌ورزی مرسوم و کمینه نشان می‌دهد که می‌توان بر اساس نوع ماشین‌هایی که در دسترس هست هر یک روش‌های خاک‌ورزی کمینه را جایگزین روش مرسوم کرد.

در این پژوهش، کاهش معنی‌دار عملکرد در روش بی‌خاک‌ورزی نسبت به روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و کمینه عمدتاً ناشی از کمی تعداد بوته در واحد سطح تلقی شده است. ناتوانی ماشین خطی‌کار در شکافتن خاک و مستقر کردن بذر، به دلیل استفاده از شیار بازکن‌های کفشکی و همچنین کاهش تماس بذر با خاک و خارج شدن بذر از درون شیارها با آب آبیاری، به دلیل استفاده نکردن از چرخ‌های فشاردهنده در این ماشین، باعث کاهش شدید در تعداد بوته‌های سبز شده در واحد سطح شده است به طوری که افزایش در سایر اجزای عملکرد نتوانسته کمبود تعداد بوته را جبران کند.

نتایج رگرسیون چندگانه به روش گام به گام نشان می‌دهد که بین عملکرد دانه و دیگر صفات زراعی صفت تعداد خوشه در متر مربع در همهٔ روش‌های خاک‌ورزی عاملی بسیار اثرگذار بر میزان عملکرد شلتوک است. این صفت به تنهایی نزدیک به ۹۹ درصد تغییرات عملکرد در واحد سطح، تعداد بوته در متر مربع و وزن هزار دانه را توجیه می‌کند (جدول ۵). بر این اساس، کنترل عوامل مؤثر بر تعداد خوشه در متر مربع از جمله تعداد بوتهٔ سبز شده در واحد سطح که خود متاثر از عواملی مانند تنظیم ماشین کارنده از نظر عمق کاشت و پوشش مناسب روی بذر و غیره است، بسیار اهمیت دارد.

جدول ۵- نتایج رگرسیون بین عملکرد دانه و دیگر صفات برای هر یک از روش‌های خاک‌ورزی به طور جداگانه (صرف نظر از رقم)

روش خاک‌ورزی	ضریب تبیین	مدل (رگرسیون چندگانه به روش گام به گام)
مرسوم	R^2=0.99	Y= 0.3536 + 0.02739 PN
دیسک سبک ۱۰-۸ سانتی‌متر	R^2= 0.99	Y= -5.3048 + 0.0381 GN + 0.0230 PN
دیسک سبک ۱۵-۱۲ سانتی‌متر	R^2=0.99	Y= -2.946 + 0.02843 PN + 0.0341 PF
کولتیواتور پنجه غازی ۱۰ سانتی‌متر	R^2=0.98	Y= -0.584 + 0.0298 PN
کولتیواتور پنجه غازی ۱۵ سانتی‌متر	R^2=0.97	Y= -0.06498 + 0.0281 PN
رتیواتور ۵ سانتی‌متر	R^2=0.99	Y= 1.4296 + 0.02363 PN - 0.0081 HP
بی‌خاک‌ورزی	R^2=0.99	Y= -3.6519+ 0.207 GW + 0.02008 PN

Y، GN، PN، PF، GW و HP به ترتیب علائم اختصاری برای عملکرد شلتوک، تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در متر مربع، درصد باروری خوشه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته است.

شاخص برداشت

از نظر شاخص برداشت نیز اختلاف بین ارقام در سطح ۱ درصد معنی‌دار است اما بین روش‌های خاک‌ورزی و همچنین اثر متقابل تیمارها معنی‌دار نیست (جدول ۳). رقم LD183 با شاخص برداشت ۰/۴۵ نسبت به رقم عنبوری با ۰/۳۷ برتری دارد (جدول ۳). افزایش شاخص برداشت در رقم LD183 به معنای اختصاص سهم بیشتری از فرآورده‌های حاصل از فتوسنتز به دانه است.

نتیجه‌گیری

- با توجه به معنی‌دار نشدن اختلاف روش خاک‌ورزی مرسوم و روش‌های خاک‌ورزی کمینه از نظر عملکرد، می‌توان هر یک از روش‌های خاک‌ورزی کمینه را بر اساس نوع ماشین‌هایی که در دسترس هستند جایگزین روش خاک‌ورزی مرسوم کرد.
- با توجه به معنی‌دار نشدن تفاوت عملکرد دانه در روش‌های گوناگون خاک‌ورزی کمینه، روش خاک‌ورزی با رتیواتور به عمق ۵ سانتی‌متر به دلیل تهیهٔ بستر بذر با یک‌بار عبور از روی خاک، از دیگر روش‌ها برتر است و روش‌های کولتیواتور به عمق ۱۰ سانتی‌متر، دیسک سبک به عمق ۱۰-۸ سانتی‌متر، کولتیواتور به عمق ۱۵ سانتی‌متر و دیسک سنگین به عمق ۱۵-۱۲ سانتی‌متر به ترتیب بعد از آن قرار می‌گیرند. در صورت استفاده از روش خاک‌ورزی با رتیواتور به عمق ۵ سانتی‌متر، با توجه به کم بودن حجم خاک نرم شده و مشکل بودن مرزبندی کرت‌ها، پیشنهاد می‌شود فاصلهٔ مرزها در کشت محصول پیش از برنج در صورت امکان به گونه‌ای باشد که عرض کرت‌های آن ضریب صحیحی از عرض مؤثر رتیواتور باشد که در این صورت می‌توان مرزهای احداث شده را دست نخورده باقی گذاشت و برای زراعت برنج نیز از آنها استفاده کرد.
- استفاده از خطی‌کار مجهز به شیار بازکن کفشکی و بدون چرخ فشارنده برای کشت مستقیم برنج در شرایط بی‌خاک‌ورزی در خاک‌های سنگین خوزستان، به دلیل ناتوانی آن در باز کردن شیار کاشت بذر و پوشاندن بذر، چندان موفقیت‌آمیز نیست.
- رقم LD183 نسبت به رقم محلی عنبوری قرمز برای کشت در منطقه‌ی شاوور مناسب‌تر است، اما توصیهٔ نهایی برای رقم باید بر اساس مقایسهٔ اقتصادی آنها از نظر هزینه و درآمد خالص در واحد سطح باشد.

مراجع

Almassi, M., Borghei, A. M. and Tavakoli, T. 2000. A Dictuionary of Agricultural and Natural Resources. (Farm Machinery). Vol. 9. Tehran University Pub. Tehran. Iran. (in Farsi)

Almassi, M., Kiani, S. and Loveimi, N. 2001. Principles of Agricultural Mechanization. 2th Reprinted. Masoomeh Eminence Pub. Guom. Iran. (in Farsi)

Ambassa-Kiki, R., Abobaker, Y. and Boulama, T. 1996. Zero-tillage for rice production on Cameroonian vertisols. Soil and Till. Res. 39 (1, 2): 75-84.

Anon. 2005. Agricultural Statistics in 2001-2002. Agricultural and Horticultural Crops. Vol. 1. Available on the www.maj.ir.

Archer, D. W., Pikul, J. L. and Riedell W. E. 2002. Economic risk, returns and input use under ridge and conventional tillage in the northern Corn Belt, USA. Soil and Till. Res. 67: 1-8.

Chan, Y., Lobb, D., cavers, C., Tessier, S., Caron, D. and Monera, F. 2002. Straw incorporation through tillage practices under heavy clay siol Conditions. Final report submitted to covering New Ground Program. Manitoba Agriculture and Food. Carman, Man, Canada.

Fryrear, D. W. and Bibro, J. B. 1994. Wind Erosion Control with Residues and Related Practice. In Unger, P. W. (Ed.). Managing Agricultural Residues. Lewis Pub. Boca Raton. Fl.

Jacobs, C. O. and Harrol, W. R. 1983. Agricultural Power and Machinery. Mc Grow Hill Book Co. N. Y.

Karlen, D. L. and Gooden, D. T. 1987. Tillage systems for wheat production in the southeast coastal plains. Agron. J. 79: 582-587.

Kelemme, R. M. 1985. A stochastic dominance Comparison of reduced tillage systems in corn and soybean production under risk. Am. J. Agric. Econ. 67: 550-557.

Kheiralla, A., Azmiyahya, F. and Ishak, W. 2004. Modeling of power and energy requirement for tillage implements operating in sardang sandy clay loam, Malay Sia. Soil and Till. Res. 78: 21-34.

Kouchaki, A. and Soltani, A. (Translators). 1998. Agricultural principles and operations in arid regions. Research Report. Agricultural Education Pub. Karaj. Iran. 688-690. (in Farsi)

Lee, K. S., Park, S. H., Park, W. Y. and Lee, C. S. 2003. Strip tillage characteristics of rotary tiller blades for use in a dry land direct rice seeder. Soil and Till. Res. 71: 25-32.

Mansouri-Rad, D. 2000. Farm Machinery and Tractors. Vol. 1. 2th Ed. 8th Reprinted. Bu-Ali Sina University Pub. Hamadan. Iran. (in Farsi)

Matsushima. 1970. Crop Science in Rice. Fuji pub. Tokyo.

Mohanty, M. and Painuli, D. K. 2004. Modeling rice seedling emergence and growth under tillage and residue management in a rice-wheat system on a Vertisol in central India. Soil and Till. Res. 76: 167-174.

Moradi, F. 1996. The effects of nitrogen rates and plant density in transplantation on rice Anboori variety in Khuzestan province. Research Report. Khuzestan Agricultural Rsearch Center. (in Farsi)

Morris, M. N. 2000. Compaction optimization and management practices for agriculture crops. North Central Soil Conservation Research Laboratory. (USDA).

Rashid, A. S. and De-Datta, S. K. 1986. Reducing tillage techniques for wetland rice as affected by herbicides. Soil and Till. Res. 6(4): 291-303.

Sijtsma, G. H., Campbell, A. J., Mclaughlim, N. B. and Carter, M. R. 1998. Comparative tillage costs for crop rotation utilizing minimum tillage on a farm scale. Soil and Till. Res. 49: 223-231.

Smith, E. G., Peters, T. L., Blackshaw, R. E., Lindwall, C. W. and Larney, F. J. 1996. Economics of reduced tillage fallow–crop systems in the Dark Brown Soil zone of Alberta. Can. J. Soil Sci. 76: 411-416.

Stobbe, E. H. 1990. Economic management of weeds under conservation tillage. In: weed problems and their economic management. Symposium in the 12th Conf. Asian-Pacific weed Sci. Soc. August. 21-26. Seoul. Republic of Korea. 5-15.

Stockton, R. D., Krenzer, Jr, . E. G., Solie, J. and Payton, M. E. 1996. Stand establishment of winter wheat in Oklahoma: a survey. J. Prod. Agric. 9: 571-575.

Tessier, S., Lachance, B., Lague, C., Chen, Y., Chi, L. and Bachand, D. 1997. Soil compaction reduction with a modified one-way disker. Soil and Till. Res. 42: 63-77.

Utomo, M., Frge,W. and Blevins, R. L. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using having vetch cover. Crop. Agron. J. 82: 979-983.

Ying, C., Tessier, S. and Irvine, B. 2004. Drill and crop performances as affected by different drill configurations for no-till seeding. Soil and Till. Res. 77: 147-155.

Zenter, R. P., Tessier, S. Peru, M., Dyck, F. B. and Campbell, C. A. 1991. Economics of tillage systems for spring wheat production in southwestern Saskatchewan (Canada). Soil and Till. Res. 21: 225-242.

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.7 /No. 29 / Winter 2007 / P: 89-100

Effects of Tillage Methods on Yield and Yield Components of Two Rice Cultivars (*Oryza Sativa* L.) in Drybed Seeding at Shawoor, Khouzestan

E. Dehghan and M. Almassi

Soil tillage although have prominent and beneficial effects, but in some cases may have negative results. Applying suitable tillage methods can decrease the damage. This study was conducted to identify the effect of various tillage methods on rice yield and its components in summer 2003 on a clay soil in Shawoor Agricultural Research Station, north of Ahwaz. Experiment was conducted as split plots and Randomized Complete Blokes Design in three replications. Main plots were conventional tillage (T1), reduced tillage which consisted of two passes of heavy disc harrow (T2), two passes of low disc harrow (T3), one pass of cultivator in depth 10cm (T4), one pass of cultivator in depth 15cm (T5), one pass of rotivator in depth 5cm (T6) and no-tillage method (T7). Subplots were two rice cultivars Anboory (V1) and LD183 (V2). The results showed that there was a significant difference among tillage methods for yield, panicles and plants per square meter. Howeven, the difference was not significant for number of seed per panicle, thousand kernel weight (T.K.W) and harvesting index. Difference among conventional tillage and reduced tillage (T2-T6) with no-tillage method was also significant for yield, although there was no significant difference between conventional tillage and reduced tillage methods. Also, difference among varieties was significant for yield and yield components and V2 was better than V1. Interaction between tillage methods and variety cultivar treatments for all indicators was not significant. Results from regression analysis for all tillage methods showed that the number of panicle per square meter was most important component of yield. Consequently, suggestion for rice direct seeding in Shawoor and similar regions, based on working times and machine types, can be proposed for one of the reduced tillage methods, particularly rotary tiller, replacing conventional tillage method.

Key words: Conventional Tillage, Direct Seeding, No-Tillage, Reduced Tillage, Rice