

اثر نظام‌های مختلف زراعی بر مصرف سوخت، انرژی مصرفی و عملکرد گندم زمستانه

رضا عیدی کهنکی^۱، رحیم ابراهیمی^{۲*} و محمود رضا تدین^۳

چکیده

در این تحقیق، نظام‌های مختلف زراعی بر انرژی مصرفی گیاهان زراعی با ۶ تیمار و ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در استان خوزستان اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل: کشت سنتی با استفاده از گاوآهن برگرداندار، کشت سنتی بدون استفاده از گاوآهن برگرداندار، کم خاک‌ورزی، بی‌خاک‌ورزی بر روی ۱۰۰٪ بقایا، بی‌خاک‌ورزی بر روی ۶۰٪ بقایا و بی‌خاک‌ورزی بر روی زمین عاری از بقایا بودند. در این تحقیق مصرف سوخت، زمان انجام هر عملیات و کل زمان انجام عملیات خاک‌ورزی و کاشت گندم، انرژی مصرفی عملیات خاک‌ورزی و کاشت، درصد سبز شدن گندم، تراکم علف‌های هرز، تعداد سنبله در مترمربع، دانه در سنبله و دانه در سنبلک، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم، شاخص برداشت گندم، وزن هزار دانه، انرژی ورودی، انرژی خروجی، افزوده خالص انرژی، بهره‌دهی انرژی، انرژی ویژه یا شدت انرژی، کارایی یا بازده انرژی برای هر یک از تیمارهای آزمایشی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دادند که بیشترین و کمترین مقدار سوخت مصرفی به ترتیب در تیمارهای کشت سنتی (۹۳/۶۷ لیتر بر هکتار) و در تیمارهای کم خاک‌ورزی (۱۴/۵۷ لیتر بر هکتار) بود. در مجموع نتیجه می‌شود که بیشترین هزینه تولید (۱۲ میلیون ریال در هکتار) و بالاترین سود (۲۷/۴ میلیون ریال در هکتار) در تیمار با استفاده از گاوآهن برگرداندار نسبت به سایر تیمارها است.

واژه‌های کلیدی: بی‌خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی، گندم، گاوآهن برگرداندار.

ارجاع: عیدی کهنکی ر. ابراهیمی ر. و تدین م. ۱۳۹۸. طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه شستشوی محصولات غده‌ای با سیستم چرخش آب. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۱(۸): ۸۹-۹۷.

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۲- استاد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

× نویسنده مسئول: Rahim.Ebrahimi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۵

مقدمه

گندم یکی از محصولات راهبردی است که از نظر ارزش غذایی دارای اهمیت بسیار بالایی است. این گیاه یکی از مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین گیاهان زراعی جهان است. بیشترین مطالعات در بخش کشاورزی نسبت به سایر گیاهان زراعی بر روی گندم انجام می‌شود. با توجه به نقش گندم در تأمین غذا، هر گونه تلاش در جهت افزایش تولید گندم در واحد سطح یا کاهش هزینه‌های تولید، نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی ایفا خواهد نمود که این نیز به نوبه خود یکی از بسترهای رسیدن به خوداتکائی در تولیدات کشاورزی خواهد بود (Zamani *et al.*, 2007). استفاده بهینه از خاک به‌عنوان مهم‌ترین تأمین‌کننده منابع غذایی، می‌تواند بهره‌وری لازم از تولیدات زراعی را افزایش دهد (Sadeghi Nejad & Eslami, 2006). امروزه از فناوری‌های خاک‌ورزی به منظور به حداقل رساندن صدمات محیطی استفاده می‌شود که موجب کاهش چشم‌گیر عمق شخم و تعداد عملیات خاک‌ورزی است. اجرای شیوه‌های صحیح خاک‌ورزی و روش‌های کاشت تأثیر بسیار زیادی در تولید دارد (Sadeghi Nejad & Eslami, 2006). علاوه بر نگاه اقتصادی در فعالیت‌های تولیدی به‌ویژه تولیدات کشاورزی، بررسی میزان انرژی نیز در تولیدات حائز اهمیت است. در سال‌های اخیر، به علت پدیده‌ای که «بحران جهانی انرژی» نام گرفته، مدیریت مصرف انرژی اهمیت زیادی پیدا کرده است و ارزیابی انرژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در سنجش پایداری نظام‌های کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. مرحله آماده‌سازی بستر بذر (انجام خاک‌ورزی‌های اولیه و ثانویه) و نیز مرحله کاشت در زراعت‌های اصلی کشور نظیر غلات نسبت به روش‌های نوین انرژی بیشتری را مصرف می‌نماید. این امر به این علت است که کلیه مراحل شخم همچون دیسک، مال‌زدن و بذرکاری به‌صورت جداگانه در سامانه‌های رایج خاک‌ورزی کشور انجام می‌شود. به این علت، تعدد حرکت تراکتور در مزارع زیاد شده و موجب برجا گذاشتن اثرات مخربی بر ساختمان خاک (نظیر افزایش میزان فشردگی خاک، کاهش نفوذپذیری آب و هوا در خاک و ...) می‌گردد و در نتیجه باعث افزایش میزان مصرف گازوئیل می‌شود. امروزه ادوات و ماشین‌های متنوع کشاورزی موجود در دنیا برای سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی از بهترین و مؤثرترین راه‌کارها در راستای

ایجاد تحولات بنیادی در کشاورزی به‌ویژه از منظر کشاورزی پایدار است. اثر طولانی مدت بی‌خاک‌ورزی و شخم سنتی بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاهان زراعی در نظام کشت ذرت-گندم در طول یک دوره ۱۱ ساله (۱۹۹۸-۲۰۰۹) در شمال چین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ماده آلی خاک، نیتروژن در دسترس و فسفات خاک برای سامانه بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با شخم سنتی در لایه سطحی خاک (۰-۱۰ سانتی‌متر) به‌ترتیب ۱۶/۵ درصد، ۳۱ درصد و ۲۹/۶ درصد افزایش می‌یابد. عملکرد گندم زمستانه و ذرت تابستانه به میزان ۳/۵ درصد و ۱/۴ درصد در سامانه بی‌خاک‌ورزی بیشتر از شخم سنتی است (Jin *et al.*, 2011). با انتخاب و اجرای صحیح یک سامانه خاک‌ورزی و تأثیر مناسب بر شرایط فیزیکی خاک می‌توان بستر بذر مناسبی را جهت سبزشدن گیاه، رشد و توسعه آن و در نهایت به‌دست آوردن عملکرد بالا فراهم کرد (Barzegar *et al.*, 2004a; Licht & Al-kaisi, 2005). سیستم‌های خاک‌ورزی سنتی نه‌تنها نیاز به انرژی نهاده بیشتری دارند، بلکه در دراز مدت ویژگی‌های مناسب فیزیکی خاک را تخریب و آن را دچار فرسایش می‌کنند (Helm, 2005; Fery *et al.*, 2003). سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی باعث کاهش هزینه‌های ناشی از مصرف انرژی، کاهش فرسایش و تخریب خاک و به‌دست آمدن عملکرد معادل و در برخی موارد بیشتر از سامانه سنتی می‌شوند (Katsviro *et al.*, 2002; Barzegar *et al.*, 2004a). اثر خاک‌ورزی سنتی، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی نیز بر ویژگی فیزیکی خاک (نیز مورد توجه محققین قرار گرفت (Barzegar *et al.*, 2004b). نتایج نشان داد که در نواحی نیمه‌خشک ایران، سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با سامانه خاک‌ورزی سنتی اثرات بهتری بر بهبود ویژگی فیزیکی خاک دارد. بر این اساس آنها سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی را به‌عنوان سامانه‌های مؤثر و مفید در کشت گندم زمستانه برای استفاده کشاورزان معرفی نمودند. زمان انجام عملیات، مصرف سوخت، انرژی مورد نیاز و هزینه در شرایط کم‌خاک‌ورزی ۵۵ درصد کاهش می‌یابد در حالی که کم‌خاک‌ورزی بر عملکرد دانه و محصول اثری ندارد (Bonari *et al.*, 1995). خاک‌ورزی سنتی، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی از نظر کارایی انرژی

دیسک (زیر خاک کردن بذر و کود)، فاروئر^۱؛ ۲- کشت سنتی بدون استفاده از گاوآهن برگرداندار (T۲): شامل سه مرتبه دیسک (برای خرد کردن بقایا)، بذریاش و کودپاش سانتریفوژ، دیسک، فاروئر؛ ۳- کم‌خاک‌ورزی (T۳): شامل دو مرتبه دیسک، کودپاش سانتریفوژ+ کامبینات^۲، مرزبند؛ ۴- بی‌خاک‌ورزی بر روی ۱۰۰٪ بقایا (T۴): شامل کارنده کشت مستقیم، مرزبند (مرزبند فقط به منظور تفکیک کرت های آزمایشی استفاده شد)؛ ۵- بی‌خاک‌ورزی بر روی ۶۰٪ بقایا (بقایا قبل از کاشت از مساحت معینی از زمین کاملاً برداشت شده و توزین می‌گردد و سپس ۶۰٪ بقایا معادل کل بقایای جمع‌آوری شده به زمین برگردانده می‌شود)؛ (T۵): شامل کارنده کشت مستقیم، مرزبند؛ ۶- بی‌خاک‌ورزی بر روی زمین عاری از بقایا (T۶): شامل کارنده کشت مستقیم، مرزبند. در تیمار T۱، T۲ و T۳ بقایا به روش دستی از روی زمین جمع‌آوری شدند. میزان بذر مصرفی (رقم وریناک^۳) در تیمار T۱ و T۲ به مقدار ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار و در سایر تیمارها ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. روش آبیاری در تیمار T۱ و T۲ به صورت جوی و پشته و در سایر تیمارها به صورت غرقابی انجام گردید. ارزیابی اقتصادی براساس میزان ارزش محصول دانه گرم در قیمت تضمین خریداری شده توسط دولت و هزینه‌ها براساس مقدار و یا میزان هر واحد ماده محاسبه شده است. عملیات خاک‌ورزی و کاشت بعد از برداشت محصول ذرت دانه‌ای و پس از رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه در تاریخ ۱۳۹۰/۰۹/۳۰ انجام شد و عملیات برداشت پس از رسیدن گندم در تاریخ ۱۳۹۰/۰۲/۱۸ انجام گرفت. مشخصات ماشین‌ها و ادوات استفاده شده در جدول ۱ آورده شده است. جدول ۲ مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش را نشان می‌دهد.

برای مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ، از علف‌کش تاپیک^۴ و برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ، از علف‌کش تری بنورون متیل (گرانستار^۵) در مرحله پنجه‌زنی با استفاده از سم‌پاش اتومایزر^۶ استفاده شد. میزان علف‌کش تاپیک برای تیمارهای T۱، T۲ و T۳ برابر ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و گرانستار ۲۰ گرم در هکتار، و

در منطقه مرکزی اسپانیا مقایسه شدند (Hernanz *et al.*, 1995). نتایج آنها نشان داد که کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به ترتیب باعث افزایش ۱۸ و ۲۰ درصدی کارایی انرژی نسبت به خاک‌ورزی سنتی در کشت گندم و جو شده است. بررسی تأثیر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در اسلوانی نشان داد که انرژی مصرفی در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی و بی‌خاک‌ورزی به ترتیب ۳۷/۵ و ۸۵/۱ درصد کمتر از خاک‌ورزی سنتی می‌باشد (Kosutic *et al.*, 2005).

با توجه به نقش مهم گندم در تولید و تأمین غذایی کشور، بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت گیاه گندم بر بهبود عملکرد و کاهش مصرف سوخت و بیلان انرژی مصرفی در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در استان خوزستان هدف این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهرستان دزفول در استان خوزستان، با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۴ دقیقه و ۳۸ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۲ ثانیه شرقی و ارتفاع ۷۳ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۳ تکرار اجرا گردید. این منطقه از لحاظ آب و هوایی جزء مناطق گرم و نیمه‌خشک با متوسط بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال است. بافت خاک در این منطقه لومی-رسی است. آب مزرعه از طریق چاه عمیق تامین می‌شود. برای امکان استفاده از ادوات خاک‌ورزی و ماشین‌های کاشت، سطح هر کرت آزمایشی ۳۰۰ مترمربع با ابعاد ۶×۵۰ متر و برای حذف اثرات تیمارها بر همدیگر ۱ متر فاصله بین هر کرت در نظر گرفته شده است. برای امکان حرکت تراکتور و ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت و ایجاد جوی آب برای انجام عملیات آبیاری بین هر تکرار ۸ متر فاصله تعبیه گردید. زمین مورد استفاده قبل از کشت گندم، به کشت ذرت دانه‌ای اختصاص داشت که پس از برداشت ذرت، تیمارهای آزمایشی در مزرعه اجراء شد. تیمارهای مورد آزمایش عبارت بودند از: ۱- کشت سنتی با استفاده از گاوآهن برگرداندار (T۱): شامل گاوآهن برگرداندار، دیسک (برای خردکردن کلوخه)، بذریاش و کودپاش سانتریفوژی،

1- Furrower
2- Combinat
3- Verinak
4- Topik
5- Granstar
6- Automotive Sprayer

برای تیمارهای T4، T5 و T6 به دلیل تراکم بیشتر علف‌های هرز، علف‌کش تاپیک ۱ لیتر در هکتار و گرانتار ۳۰ گرم در هکتار استفاده گردید. کود سرک اول در مرحله پنجه‌زنی به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود سرک دوم در مرحله ظهور سنبله نیز به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات ماشین‌ها و ادوات مورد استفاده

نوع ماشین	عرض کار (cm)	مشخصات فنی
گاواهن برگردان‌دار	۱۲۰	سوار شونده-۳ خیش- عرض برش هر خیش ۴۰ سانتی‌متر
دیسک	۳۰۰	کششی ۲۸ پره- قطر بشقاب‌ها ۵۰ سانتی‌متر
بذریاش ساتریفوژ	۸۰۰	سوارشونده- ظرفیت مخزن ۲۵۰ کیلوگرم
کامبینات	۳۰۰	کامبینات ساخت شرکت گاسپاردو ایتالیا مدل ALIANTE-سوار شونده- عرض کار ۳ متر- تعداد واحدهای کارنده ۲۴ واحد (دو ردیف ۱۲ واحدی)- دارای شیاربازکن کفشکی- و سیستم توزیع بذر پنوماتیک و موزع استوانه شیاردار- مجهز به سیکلوتیلر
خطی کار کشت مستقیم	۳۰۰	ساخت شرکت گاسپاردو ایتالیا مدل Diretta corsa 300- کششی عرض کار ۳۰۶ سانتی‌متر- تعداد واحدهای کارنده ۱۷ عدد (۹ واحد جلو و ۸ واحد عقب)- عرض کار هر واحد ۱۸ سانتی‌متر
فاروئر	۳۰۰	مدل AM- ۶ ردیفه- عمق کار ۱۸ سانتی‌متر- ارتفاع شاسی ۶۲ سانتی‌متر
مرزبند	-	سوار شونده- قطر بشقاب‌ها ۸۰ سانتی‌متر
نهرکن	۱۴۰	سوارشونده
سم‌پاش	۶۰۰	پشت تراکتوری- سوار شونده- ظرفیت مخزن ۴۰۰ لیتر- عرض کار ۶ متر
تراکتور	-	MF-399- ۶ سیلندر دارای قدرت ۱۱۰ اسب بخار
تراکتور	-	New Holland- TM 155- ۶ سیلندر و قدرت ۱۵۵ اسب بخار
تراکتور	-	تراکتور سام ساخت ایتالیا مدل Laser 150- ۶ سیلندر و قدرت ۱۵۰ اسب بخار
کمباین	-	کمباین جاندر ۹۵۵

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری

مشخصات	E.C (dS/m)	pH	O.C (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
اندازه	۴/۸	۷/۴۵	۱/۲	۱۵	۱۱	۱۶۸	۰/۸	۴/۲	۳/۶	۱/۴	۲۸	۵۶	۱۶

کود، آفت‌کش و علف‌کش، الکتریسیته، دام، آب، پمپاژ آب، سوخت دیزل و انرژی صرف شده برای تولید ماشین و سیستم پمپاژ و انتقال آب) و انرژی خروجی (انرژی عملکرد دانه) پارامترهای مورد اندازه‌گیری بودند. همچنین انرژی ویژه یا شدت انرژی، افزوده خالص انرژی، کارایی یا بازده انرژی و بهره‌وری انرژی نیز به ترتیب طبق معادلات (۱) تا (۴) تعیین شدند. داده‌ها و اطلاعات حاصل از آزمایش براساس طرح آماری بلوک کامل تصادفی با سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده گردید (Eidi Kohanaki, 2014):

- (۱) انرژی خروجی- انرژی ورودی = انرژی ویژه
- (۲) انرژی ورودی - انرژی خالص = افزوده خالص انرژی
- (۳) انرژی ورودی / انرژی خروجی = کارایی یا بازده انرژی
- (۴) انرژی ورودی / عملکرد محصول = بهره‌وری انرژی

مصرف سوخت (مصرف گازوئیل)، زمان انجام هر عملیات و کل زمان انجام عملیات خاک‌ورزی و کاشت گندم برای هر یک از تیمارهای آزمایشی، انرژی مصرفی عملیات خاک‌ورزی و کاشت (انرژی استهلاک تراکتور و ادوات خاک‌ورزی و کاشت، انرژی سوخت مصرفی، بذر و کود و نیروی انسانی)، درصد سبز شدن گندم (حاصل تقسیم تعداد بوته سبز شده در مترمربع بر حاصلضرب سه فاکتور، تعداد بذر کاشته شده در مترمربع، درصد خلوص بذر و قوه نامیه بذر)، تراکم علف‌های هرز (تعداد علف‌های هرز قبل از عملیات سم‌پاشی)، تعداد سنبله در مترمربع (تعداد سنبله‌ها قبل از برداشت)، دانه در سنبله و دانه در سنبلک، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم، شاخص برداشت گندم (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک)، وزن هزار دانه، انرژی ورودی (نیروی انسانی و بذر، انواع

احتمال ۱ درصد معنی‌دار است ولی برای تعداد دانه در سنبلک و تعداد سنبلک در سنبله معنی‌دار نمی‌باشد. عدم معنی‌دار نشدن تعداد دانه در سنبلک و تعداد سنبلک در سنبله بر اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت به این علت است که تعداد دانه در سنبلک و تعداد سنبلک در سنبله یک صفت ژنتیکی بوده که بیشتر به نوع بذر و خصوصیات ژنتیکی بذر مصرفی گندم بستگی دارد. با توجه به جدول ۶، بالاترین درصد سبزشدن متعلق به تیمار T۳ است. این امر را می‌توان به تهیه مناسب بستر بذر همراه با عمق مناسب و یکسان بذور با استفاده از کامبینات نسبت داد. تیمار T۱ با ۵۹/۶۵ درصد، دارای کمترین درصد سبزشدن است. دلیل پایین بودن درصد سبزشدن در تیمارهای T۱ و T۲ نسبت به سایر تیمارها را می‌توان در عدم یکنواختی عمق بذور به دلیل استفاده از بذریاش و دیسک زدن برای زیر خاک کردن بذور دانست. تیمار T۱ نسبت به دیگر تیمارها دارای کم‌ترین تراکم علف هرز در مترمربع است. علت این امر را می‌توان به استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و از بین بردن بذور علف‌های هرز از طریق دفن عمقی نسبت داد. تیمار T۵ دارای بیشترین تراکم علف‌هرز در مترمربع است. بالا بودن تراکم علف هرز در تیمارهای بی خاک‌ورزی (T۴، T۵ و T۶) نسبت به دیگر تیمارها به علت عدم انجام خاک‌ورزی برای تهیه بستر بذر است. تیمار T۱ بیشترین تراکم سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله را دارد که دلیل آن را می‌توان به تهیه مناسب بستر بذر همراه با بالا بودن میزان بذر کاشته شده نسبت به سایر تیمارها بیان کرد. تیمار T۴ کمترین تراکم سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله را دارد. عدم انجام خاک‌ورزی و تهیه بستر بذر مهم‌ترین دلیل پایین بودن تراکم سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله در تیمارهای بی خاک‌ورزی (T۴، T۵ و T۶) نسبت به تیمارهای T۱، T۲ و T۳ است.

نتایج و بحث

با توجه به جدول ۳ نتایج نشان می‌دهند که اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر سوخت مصرفی، زمان و انرژی مصرفی در مرحله خاک‌ورزی و کاشت گندم در سطح احتمال ۱ درصد برای تیمارهای آزمایشی معنی‌دار است. طبق جدول ۴ بین میانگین‌های سوخت مصرفی، زمان و انرژی مصرفی در مرحله خاک‌ورزی و کاشت گندم برای تیمارهای مختلف به جزء تیمارهای بی خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. سوخت مصرفی، زمان و انرژی خاک‌ورزی و کاشت گندم از تیمار T۱ تا T۳ کاهش یافته است در حالی که برای سه تیمار بی خاک‌ورزی T۴، T۵ و T۶ یکسان است. دلیل اصلی بالا بودن مصرف سوخت در تیمار T۱، استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و استفاده مکرر از دیسک جهت تهیه بستر بذر نسبت به تیمارهای دیگر است. میزان سوخت مصرفی، زمان و انرژی در تیمارهای کشت سنتی بیشتر از تیمارهای کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی است که به دلیل استفاده مکرر از تراکتور و ادوات خاک‌ورزی و کاشت در مزرعه می‌باشد. همچنین مصرف بذر بیشتر نیز یکی دیگر از دلایل اصلی بالا بودن مصرف انرژی سیستم‌های سنتی در مقایسه با سیستم کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی است. تیمار T۲ نسبت به تیمار T۱، ۳۵/۴ لیتر در هکتار یعنی ۳۷/۸٪ در مصرف سوخت و ۱۲۵ دقیقه در هکتار یعنی ۳۷/۳٪ در زمان کار و همچنین ۲۴۷۳ مگاژول در هکتار یعنی ۱۴/۷٪ در انرژی مصرفی خاک‌ورزی و کاشت صرفه جویی شد. که به علت عدم استفاده گاوآهن برگردان‌دار در تیمار T۲ نسبت به تیمار T۱ بود.

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر درصد سبزشدن نهال‌بذرها، تراکم علف‌های هرز در مترمربع، تراکم سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله برای تیمارهای آزمایشی در سطح

جدول ۳- تجزیه واریانس سوخت، زمان و انرژی مصرفی مرحله خاک‌ورزی و کاشت گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات سوخت	میانگین مربعات زمان	میانگین مربعات انرژی
تکرار	۲	۰/۲۴ ^{ns}	۴/۲۲ ^{ns}	۸۲۹/۲۰ ^{ns}
تیمار	۵	۳۱۲۰/۰۴ ^{**}	۴۱۸۳۰/۹۹ ^{**}	۲۱۰۲۷۸۴۹/۸۰ ^{**}
خطا	۱۰	۲/۱۰۰	۳۲/۶۸۹	۸۷۲۱/۱
(%)CV	-	۳/۵۹	۴/۱۳	۰/۷۶

** و ^{ns}: به ترتیب نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های سوخت، زمان و انرژی مصرفی در مرحله خاک ورزی و کاشت گندم

تیمارهای آزمایشی	سوخت (L/ha)	زمان (min/ha)	انرژی مصرفی در مرحله خاک ورزی و کاشت (MJ/ha)
T1	۹۳/۶۷ ^{a*}	۳۳۵ ^a	۱۶۷۷۳ ^a
T2	۵۸/۲۷ ^b	۲۱۰ ^b	۱۴۳۰۰ ^b
T3	۴۶/۸۳ ^c	۱۵۰ ^c	۱۲۱۹۱ ^c
T4	۱۴/۵۷ ^d	۴۵ ^d	۱۰۱۶۸ ^d
T5	۱۴/۵۷ ^d	۴۵ ^d	۱۰۱۶۸ ^d
T6	۱۴/۵۷ ^d	۴۵ ^d	۱۰۱۶۸ ^d

*حروف متشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۵- خلاصه تجزیه واریانس صفات رشدی و عملکردی گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین درصد سبز شدن	میانگین تراکم علف هرز در مترمربع	میانگین تعداد سنبله در واحد سطح	میانگین تعداد دانه در سنبله	میانگین تعداد دانه در سنبلک	میانگین تعداد سنبلک در سنبله
تکرار	۲۲	۵/۹۴ ^{ns}	۱/۵۱ ^{ns}	۲/۶۸ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}
تیمار	۵	۱۵۷/۴۶ ^{**}	۶۱/۸۰ ^{**}	۲۵۸/۸۹ ^{**}	۸/۷۶ ^{**}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}
خطا	۱۰	۸/۱۳	۱/۲۶	۹۵/۴۷	۰/۵۱	۰/۰۱	۰/۲۶
CV (%)	---	۴/۱۶	۴/۰۸	۲/۴۴	۱/۶۶	۲/۸۵	۴/۰۷

** و ^{ns}: به ترتیب نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های پارامترهای عملکردی گندم

تیمارهای آزمایشی	درصد سبز شدن	تراکم علف هرز در مترمربع	تعداد سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله	تعداد دانه در سنبلک	تعداد سنبلک در سنبله
T1	۵۹/۶۵ ^{c*}	۲۱/۳ ^c	۴۳۸/۴۰ ^a	۴۵/۶۱ ^a	۳/۵۵ ^a	۱۲/۸۸ ^a
T2	۶۰/۶۴ ^c	۲۵/۸ ^b	۴۱۳/۶۰ ^b	۴۴/۳۵ ^{ab}	۳/۵۱ ^{ab}	۱۲/۶۵ ^a
T3	۷۸/۶۰ ^a	۲۳/۸ ^b	۴۲۱/۷۳ ^{ab}	۴۳/۵۲ ^{bc}	۳/۴۳ ^{ab}	۱۲/۷۱ ^a
T4	۶۹/۱۱ ^b	۳۱/۴۷ ^a	۳۶۲/۹۳ ^d	۴۱/۱۰ ^d	۳/۳۳ ^{ab}	۱۲/۳۳ ^a
T5	۷۱/۱۲ ^b	۳۱/۹۳ ^a	۳۷۳/۴۷ ^{cd}	۴۱/۷۵ ^d	۳/۳۷ ^{ab}	۱۲/۳۸ ^a
T6	۷۲/۱۱ ^b	۳۰/۸۷ ^a	۳۹۰/۰۰ ^c	۴۲/۲۷ ^{cd}	۳/۳۹ ^b	۱۲/۵۰ ^a

*حروف متشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

بذر، تهویه مناسب خاک و سست کردن خاک و رشد بهتر ریشه نسبت داد.

طبق نتایج تجزیه واریانس انرژی ورودی و خروجی و شاخص‌های انرژی در جدول ۹، اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر این صفات در سطح احتمال ۱ درصد برای تیمارهای آزمایشی معنی‌دار گردیده است. جدول ۱۰ نشان می‌دهد که بالاترین انرژی ورودی و انرژی خروجی در تیمار T1 و کمترین انرژی ورودی و خروجی در تیمار T4 است. دلیل اصلی بالا بودن انرژی تولید گندم در تیمارهای T1 و T2 (تیمارهای کشت سنتی) نسبت به تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بالا بودن مصرف سوخت به دلیل استفاده مکرر از تراکتور و سایر ادوات خاک‌ورزی و کاشت و همچنین مصرف بذر بیشتر است. تیمار T3 بیشترین افزوده خالص، بهره‌وری و

تجزیه واریانس وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در جدول ۷ نشان داده شده است. طبق جدول ۷، اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد برای تیمارهای مختلف معنی‌دار است. با توجه به جدول ۸، بیشترین وزن هزار دانه در تیمارهای کشت سنتی (T1 و T2) و کمترین در تیمارهای بی‌خاک‌ورزی (T4، T5، T6) است. بالاترین و کمترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به ترتیب در تیمار T1 و در تیمار T4 به دست آمد. کمترین و بیشترین شاخص برداشت به ترتیب در تیمار T1 و در تیمار T4 است. دلیل اصلی برتری عملکرد و اجزاء عملکردی گندم در تیمارهای کشت سنتی و کم‌خاک‌ورزی نسبت به تیمارهای بی‌خاک‌ورزی را می‌توان به تهیه مناسب بستر

از روش‌های خاک‌ورزی و کاشت نوین از جمله کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به جای روش‌های سنتی که انرژی، هزینه و زمان زیادی مصرف می‌کنند اشاره کرد. ۲- افزایش عملکرد محصول هم جهت با افزایش انرژی خروجی محصولات تولیدی از سیستم نیز باعث افزایش بازده انرژی می‌شود. فقط حذف گاوآهن برگرداندار در تیمار T2 نسبت به تیمار T1 باعث کاهش انرژی ورودی به مقدار ۲۴۰۸ مگاژول در هکتار یعنی ۷/۴٪ شده است، در حالیکه این امر باعث کاهش انرژی خروجی به مقدار ۴۸۰۲ مگاژول در هکتار یعنی ۶/۵٪ نیز گردیده است. به عبارت دیگر کاهش انرژی ورودی در سیستم باعث کاهش انرژی خروجی نیز شده است. می‌توان گفت که کاهش انرژی ورودی به منزله افزایش انرژی خروجی نیست.

بازده انرژی و کمترین شدت انرژی را نسبت به سایر تیمارها دارد. علت اصلی آن را می‌توان به بالا بودن عملکرد و پایین بودن نسبی انرژی ورودی نسبت به سایر تیمارها مرتبط دانست. اگرچه تیمارهای T1 و T2 در مقایسه با سایر تیمارها دارای عملکرد بالاتری هستند اما بالاتر بودن انرژی ورودی باعث پایین آمدن بهره‌وری و بازده انرژی این تیمارها نسبت به سایر تیمارها می‌شود. تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی (T3، T4، T5 و T6) در مقایسه با تیمارهای کشت سنتی (T1 و T2) دارای بهره‌وری و بازده انرژی بالاتر و شدت انرژی کمتر می‌باشند. کارایی انرژی سیستم را می‌توان به دو روش بهبود داد. ۱- کاهش انرژی‌های ورودی با رعایت الگوی مصرف انرژی و جایگزینی نهاده‌های کم انرژی به جای نهاده‌های پرانرژی است. در این روش می‌توان به استفاده

جدول ۷- خلاصه تجزیه واریانس شاخص‌های عملکردی گندم

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (درصد)
تکرار	۲	۰/۱۴ ^{ns}	۲۸۷۸۱/۱۷ ^{ns}	۱۰۴۹/۳۹ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
تیمار	۵	۰/۷۸ ^{**}	۱۰۵۶۵۳۶۴/۶۳ ^{**}	۳۸۱۳۴۰/۴۶ ^{**}	۶/۰۹ ^{**}
خطا	۱۰	۰/۱۰	۱۹۷۱۲/۹	۱۷۹۹/۴۶	۰/۰۱
CV (%)	-	۰/۹۰	۰/۹۲۸	۰/۹۳	۰/۳۶

^{**} و ^{ns}: به ترتیب نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های شاخص‌های عملکردی گندم

تیمارهای آزمایشی	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (درصد)
T1	۳۶/۶۹ ^{a*}	۱۷۶۳۳/۷ ^a	۵۰۷۸/۳۳ ^a	۲۸/۸۰ ^f
T2	۳۶/۴۶ ^a	۱۵۹۳۲/۷ ^c	۴۷۴۶/۶۷ ^c	۲۹/۷۹ ^d
T3	۳۶/۳۳ ^{ab}	۱۶۶۳۶/۷ ^b	۴۸۴۰/۶۷ ^b	۲۹/۰۷ ^e
T4	۳۵/۴۴ ^c	۱۲۹۴۵/۷ ^f	۴۱۶۳ ^f	۳۲/۱۶ ^a
T5	۳۵/۵۹ ^c	۱۳۵۷۱ ^e	۴۲۹۶/۶۷ ^c	۳۱/۶۶ ^b
T6	۳۵/۷۹ ^{bc}	۱۴۰۲۳/۳ ^d	۴۳۸۶/۳۳ ^d	۳۱/۲۸ ^c

* حروف متشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

همچنین قیمت کاه براساس قیمت سال اجرای طرح در آن منطقه بوده است. براساس جدول ۱۱، تیمار T1 با مبلغ ۱۵/۴ میلیون ریال در هکتار بیشترین و تیمار T4 با مبلغ ۱۱/۸ میلیون ریال در هکتار کمترین سود حاصل از تولید گندم را دارا بودند. تیمار T3 با کاهش ۱۵ درصدی مصرف انرژی تولیدی در مقایسه با تیمار T1، با سود ۱۵/۱ میلیون ریال در هکتار

با توجه به هزینه تولید گندم و کاه، برای هر کدام از تیمارهای آزمایشی و میزان فروش گندم و کاه براساس عملکرد در هر یک از تیمارها، میزان سود حاصله بر حسب ریال در هکتار در سال اجرای طرح (۱۳۹۱ شمسی) برای تیمارهای مختلف آزمایشی محاسبه گردید (جدول ۱۱). میزان ارزش محصول دانه گندم در قیمت تضمین خریداری شده توسط دولت محاسبه گردیده است

تولید گندم، سود بیشتری نسبت به روش‌های سنتی به دست آمده است. در آخر می‌توان نتیجه گرفت که پایین بودن قیمت نهاده‌های انرژی در ایران همچون قیمت سوخت و کارگر، سود روش سنتی را نسبت به روش کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بیشتر نموده است.

بعد از تیمار T1 قرار دارد. تیمار T3 با ۵۴۵ ریال سود به ازای مصرف هر یک مگاژول انرژی ورودی و تیمار T2 با ۴۶۸ ریال سود به ازای مصرف هر یک مگاژول انرژی ورودی ضعیف‌ترین نتایج را نشان داد. می‌توان نتیجه گرفت که در سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به ازای مصرف هر یک مگاژول انرژی برای

جدول ۹- خلاصه تجزیه واریانس انرژی ورودی و خروجی و شاخص‌های انرژی

میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	انرژی ورودی	انرژی خروجی	افزوده خالص انرژی	بهره‌وری انرژی	شدت انرژی	کارایی یا بازده انرژی
تکرار	۲	۸۲۹/۲ ^{ns}	۲۱۹۷۸۸/۳ ^{ns}	۲۴۵۵۶۵/۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۳۵ ^{ns}
تیمار	۵	۲۷۲۵۲۱۴۵/۸ ^{**}	۷۹۹۵۳۸۱۷/۸ ^{**}	۲۰۸۲۰۰۱۹ ^{**}	۰/۰۰۰۱۶۳۸ ^{**}	۰/۲۲۲۵ ^{**}	۰/۰۲۴۶۲ ^{**}
خطا	۱۰	۸۷۲۱/۱	۳۷۷۵۵۳/۵	۳۳۱۵۹۱/۵	۰/۰۰۰۰۰۱۹	۰/۰۰۲۴۶	۰/۰۰۰۳۸
CV (%)	-	۰/۳۴	۰/۹۳	۱/۴۹	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۸۱

** و ^{ns}: به ترتیب نشان‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین‌های پارامترهای عملکردی گندم

تیمارهای آزمایشی	انرژی ورودی (MJ/ha)	انرژی خروجی (MJ/ha)	افزوده خالص انرژی (MJ/ha)	بهره‌وری انرژی (kg/MJ)	شدت انرژی (MJ/kg)	کارایی یا بازده انرژی (%)
T1	۳۲۴۱۲ ^{a*}	۷۳۵۳۴ ^a	۴۱۱۲۳ ^b	۰/۱۵۶۷ ^d	۶/۳۸ ^a	۲/۲۷ ^d
T2	۳۰۰۰۴ ^b	۶۸۷۳۲ ^c	۳۸۷۲۸ ^c	۰/۱۵۸۲ ^d	۶/۳۲ ^a	۲/۲۹ ^d
T3	۲۷۶۹۱ ^c	۷۰۰۹۳ ^b	۴۲۴۰۲ ^a	۰/۱۷۴۸ ^a	۵/۷۲ ^d	۲/۵۳ ^a
T4	۲۵۰۲۰ ^c	۶۰۲۸۰ ^f	۳۵۲۶۰	۰/۱۶۶۴ ^c	۶/۰۱ ^b	۲/۴۱ ^c
T5	۲۵۱۰۴ ^c	۶۲۲۱۶ ^e	۳۷۱۱۲ ^d	۰/۱۷۱۱ ^b	۵/۸۴ ^c	۲/۴۸ ^b
T6	۲۵۷۰۱ ^d	۶۳۵۱۵ ^d	۳۷۸۱۴ ^{cd}	۰/۱۷۰۷ ^b	۵/۸۶ ^c	۲/۴۷ ^b

* حروف متشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۱۱- میزان فروش، هزینه و سود حاصل برای تیمارهای مختلف بر حسب ریال در هکتار در سال اجرای طرح

تیمارهای آزمایشی	فروش (ریال در هکتار)	هزینه (ریال در هکتار)	سود (ریال در هکتار)	سود بر انرژی ورودی (ریال بر مگاژول)
T1	۲۷۴۰۰۰۰ ^{a*}	۱۲۰۰۰۰۰ ^a	۱۵۴۰۰۰۰ ^a	۴۷۵ ^c
T2	۲۵۶۰۰۰۰ ^c	۱۱۵۵۰۰۰ ^b	۱۴۰۵۰۰۰ ^b	۴۶۸ ^c
T3	۲۶۱۰۰۰۰ ^b	۱۱۰۰۰۰۰ ^b	۱۵۱۰۰۰۰ ^a	۵۴۵ ^a
T4	۲۲۴۵۰۰۰ ^d	۱۰۶۵۰۰۰ ^c	۱۱۸۰۰۰۰ ^d	۴۷۲ ^c
T5	۲۳۲۰۰۰۰ ^d	۱۰۶۵۰۰۰ ^c	۱۲۵۵۰۰۰ ^d	۵۰۰ ^b
T6	۲۳۶۵۰۰۰ ^d	۱۰۶۵۰۰۰ ^c	۱۳۰۰۰۰۰ ^c	۵۰۶ ^a

* حروف متشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار

2. Barzegar, A. R. Asoodar, M. A. Eftekhar, A. R. and Herbert, S. J. 2004b. Tillage effects on soil physical properties and performance of irrigated wheat and clover in semi-arid region. *Agronomy Journal*, 3(4): 237-242.
3. Bonari, E. Mazzoncini, M. and Peruzzi, A. 1995. Effect of conservation and minimum tillage on winter oilseed rape in a sand soil. *Soil and Tillage Research*, 33: 91-108.
4. Eidi Kohanki, R. 2014. Effect of different tillage systems on fuel consumption and performance of winter wheat, Shahrekord University, Msc Thesis. 85 p.
5. Fery, W. W. Blevins, R. L. Smith, M. N. 2003. Cover crops in conservation tillage: benefits and liabilities. *Agronomy Journal*, 22: 167-171.
6. Helm, V. 2005. Conservation Tillage: corn, grain sorghum and wheat in Dallas county, Texas. *Soil and Tillage Research*, 23(5): 356-366.
7. Hernanz, J. L. Giron, V. S. and Cerisola, C. 1995. Long- term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil and Tillage Research*, 35(4): 183-193.
- Jin, H. Hongwen, L. Rabi, G. Qingjie, W. Guohu, C. Yanbo, S. Xiaodong, Q. and Li-jin, L. 2011. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat-maize cropping system in North China Plain. *Soil and Tillage Research*, 113: 48-54.
8. Katsviro, T. Cox, W. J. and Vanes, H. 2002. Tillage and rotaion effects on soil physical characteristics. *Agronomy Journal*, 94: 299-304.
9. Kosutic, S. Filipovic, D. Gospodaric, Z. Husnjak, S. kovacev, I. and Copec, k. 2005. Effects of different soil tillage systems on yields of maize, winter wheat and soybean on albic luvisol in north-west Slavonia. *Journal of Central European Agriculture*, 6: 241-248.
10. Licht, M. A. and Al-kaisi, M. 2005. Strip tillage effect on seedbed soil properties and crop emergence. *Transactions of the ASAE*, 22: 234-245.
11. Sadeghi Nejad, H. R. and Eslami, K. 2006. The comparison of wheat yield under different tillage methods, *Journal of agricultural Sciences*, 12(1): 103-112 (In Farsi).

نتیجه‌گیری

نظام‌های کشت سنتی با تکیه بر استفاده متعدد از تراکتور و ادوات مختلف خاک‌ورزی و کاشت باعث سهولت در تهیه بستر بذر شده و همین موضوع، مهم‌ترین دلیل استفاده کشاورزان از این‌گونه سیستم‌ها علی‌رغم هزینه تولید بالاتر در مقایسه با سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی و خصوصاً بی‌خاک‌ورزی گردیده است. اگرچه تیمارهای کشت سنتی در مقایسه با تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی مصرف انرژی بالاتری دارند، اما به نسبتی که انرژی مصرفی آنها بالاتر است میزان تولید و نهایتاً درآمد حاصله بیشتر نمی‌باشد. سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی باعث صرفه‌جویی در مصرف سوخت، استهلاک تراکتور و ادوات خاک‌ورزی و کاشت، زمان، نیروی انسانی، بذر و آب می‌شود و از این طریق، مصرف انرژی در جریان تولید گیاهان زراعی را به طور چشم‌گیری نسبت به سیستم‌های کشت سنتی کاهش می‌دهند. تیمار کم‌خاک‌ورزی (شامل دو مرتبه دیسک، کودپاش سانتریفوژ+ کامبینات، مرزبند) بهترین نتایج را از لحاظ عملکرد دانه گندم، صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌ها و انرژی و نهایتاً درآمد حاصله را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. بنابراین روش کم‌خاک‌ورزی و کشت با استفاده از کامبینات به علت صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌ها و انرژی ورودی و همچنین رضایت بخش بودن عملکرد گندم و سود حاصل به‌عنوان روش جایگزین برای سیستم‌های سنتی برای کشاورزان توصیه می‌شود. در استان خوزستان با توجه به اینکه کاشت گندم پس از برداشت ذرت دانه‌ای انجام می‌شود و فرصت کافی به علت همزمانی با بارندگی برای کشت سنتی در بیشتر مواقع وجود ندارد، بنابراین کاشت گندم به روش بی‌خاک‌ورزی همزمان با برداشت ذرت دانه‌ای از زیان و خسارتی که ممکن است به‌دلیل عدم کاشت گندم برای کشاورز به وجود بیاید جلوگیری می‌کند.

منابع

1. Barzegar, A. R. Hashemi, A. M. Herbert, S. J. and Asoodar, M. A. 2004a. Interactive effects of tillage system and soil water content on aggregate size distribution for seedbed preparation in Fluvisols in southwest Iran. *Soil and Tillage Research*, 78: 45-52.

