



دانشگاه گمرکز کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیستم، شماره سوم، ۱۳۹۲

<http://jopp.gau.ac.ir>

تأثیر روش تهیه بستر بذر و کاشت بر مصرف انرژی در تولید گندم در کردکوی

احسان‌اله تاجیک‌جلالی^۱، *علیرضا نه‌بندانی^۲، افشین سلطانی^۳، ابراهیم زینلی^۴ و

حسین عجم‌نوروزی^۵

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه آزاد گرگان، ^۲دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۳استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۴استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۵استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۲

چکیده

نیاز به انرژی در جهان، قیمت بالا و اثرات استفاده از آن در انتشار گازهای گلخانه‌ای و محدودیت منابع انرژی منجر به افزایش پژوهش‌های بر موازنه انرژی در سیستم‌های تولید گیاهان زراعی شده است. هدف این پژوهش، مقایسه روش‌های تهیه بستر و کاشت بذر از نظر مصرف انرژی در گندم در شرایط منطقه کردکوی استان گلستان بود. در این پژوهش ۵ روستا و در هر روستا ۳ مزرعه انتخاب شد که در هر مزرعه یکی از روش‌های تهیه بستر بذر و کاشت بذرپاش، ردیفکار و کمبینات استفاده شد. کشت در منطقه به دلیل بارندگی مناسب و سطح ایستابی بالا به صورت دیم بود. نتایج نشان داد استفاده از روش کمبینات در مقایسه با روش خطی کار و سانتریفوژ به ترتیب به میزان ۳۳ و ۳۵ درصد باعث کاهش انرژی موردنیاز برای تهیه زمین و کاشت می‌شود. از نظر کل انرژی مصرفی برای انجام عملیات زراعی این روش باعث ۲۲ درصد کاهش نسبت به روش سانتریفوژ و خطی کار شد. همچنین، استفاده از کمبینات سبب شد انرژی مصرفی به صورت بذر به ترتیب به میزان ۱۹ و ۴ درصد از روش‌های کاشت سانتریفوژ و خطی کار کمتر باشد. نسبت انرژی خروجی به ورودی در روش کمبینات ۷/۴۱

*مسئول مکاتبه: a.nehbandani@yahoo.com

بود که بالاتر از روش سانتیفوژ (۴/۰۷) و خطی کار (۶/۱۵) بود. نتیجه‌گیری شد که استفاده از روش کمینات در صرفه‌جویی انرژی و افزایش بهره‌وری از آن مؤثر است.

واژه‌های کلیدی: انرژی، سوخت، عملیات زراعی

مقدمه

کشاورزی و تولید گیاهان زراعی نیازمند مصرف انرژی است که این مصرف در بخش‌های مختلف مانند عملیات زراعی و مصرف نهاده‌ها صورت می‌گیرد. با توجه به نیاز روزافزون به انرژی در جهان، قیمت بالای آن و اثرات استفاده از آن در انتشار گازهای گلخانه‌ای و از سوی دیگر محدودیت منابع انرژی و لزوم حفظ آن برای نسل‌های آینده لازم است که در مصرف انرژی صرفه‌جویی گردد. انرژی را می‌توان به دو بخش انرژی‌های ورودی^۲ و انرژی‌های خروجی^۳ تقسیم‌بندی نمود. انرژی‌های ورودی به دو بخش انرژی مستقیم^۴ (نهاده‌های مصرفی در مزرعه از قبیل سوخت‌های فسیلی، الکتریسیته و نیروی انسانی) و انرژی غیرمستقیم^۵ (نهاده‌های مصرفی که در خارج از مزرعه ساخته شده از قبیل سموم شیمیایی، کودهای شیمیایی، بذر و ادوات کشاورزی و انرژی که در ساخت آن‌ها برای تولید، بسته‌بندی و حمل و نقل آن‌ها استفاده شده است) طبقه‌بندی می‌شوند (کالتساس و همکاران، ۲۰۰۷؛ تورهان و همکاران، ۲۰۰۸؛ تیبی و همکاران، ۲۰۰۹).

در زمینه روش‌های مختلف تهیه بستر بذر و کاشت گندم در کشاورزی پژوهش‌های اندکی صورت گرفته است. در این رابطه شارما و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تناوب کاشت گندم- ذرت نشان دادند میزان انرژی موردنیاز برای سیستم خاک‌ورزی حداقل، بدون خاک‌ورزی و کشت روی پشته به ترتیب ۳۴/۳، ۳۱/۱ و ۴۶ درصد کمتر از خاک‌ورزی مرسوم بود و عملیات خاک‌ورزی در سیستم خاک‌ورزی حداقل انرژی را ۲/۵ برابر بیشتر از سیستم خاک‌ورزی معمول ذخیره کرد.

-
- 1- Energy Input
 - 2- Energy Output
 - 3- Direct Energy
 - 4- Indirect Energy

فرزانه و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر کاربرد کمبینات بر بهره‌وری تولید گندم استان فارس از نظر هزینه‌ها و درآمدهای تولید نشان دادند کاربرد کمبینات سبب افزایش بهره‌وری اقتصادی استفاده از نیروی کار و ماشین به ترتیب به میزان ۰/۸۳ و ۱۹/۱۶ درصد نسبت به استفاده از روش سانتریفوژ شد. طباطبایی فر و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی مصرف انرژی در سیستم‌های مختلف کشت گندم منطقه مراغه گزارش کردند حداقل انرژی مصرف شده برای تولید گندم در سیستم انجام شخم با گاوآهن برگرداندار و سپس کاشت با خطی کار و سیستم بدون خاک‌ورزی به ترتیب به میزان ۱۱/۸ و ۸/۸ مگاژول بر کیلوگرم بود.

خالدین و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی انرژی موردنیاز برای گندم دوروم در نواحی مدیترانه‌ای گزارش کردند سیستم بدون خاک‌ورزی مدت زمان کار و انرژی موردنیاز را نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم کاهش داد ولی عملکرد در سیستم خاک‌ورزی مرسوم بیشتر از بدون خاک‌ورزی بود.

رجبی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که عملیات تهیه زمین گندم در گرگان با انرژی معادل ۲۰۹۱ مگاژول در هکتار بالاترین سهم را در مصرف سوخت داشت و به دنبال آن عملیات برداشت، آبیاری و کاشت هرکدام به ترتیب با انرژی معادل ۶۳۷/۹، ۳۶۹/۳ و ۲۸۳/۴ مگاژول در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. ایشان جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت در تولیدات کشاورزی توصیه به استفاده از ادوات زراعی مناسب نظیر دستگاه چندکاره (کمبینات^۱) که می‌تواند رفت و آمدهای مکرر تراکتور و ادوات متصل به آن و مصرف سوخت زیاد جهت انجام عملیات زراعی را کاهش دهد نمودند.

تهیه بستر بذر و کاشت گندم در کردکوی توسط روش‌های متفاوتی انجام می‌شود، در حالی‌که اطلاعات در خصوص برتری این روش‌ها نسبت به یکدیگر از لحاظ مصرف انرژی اندک است. در این پژوهش برای بررسی دقیق‌تر این موضوع روش‌های متداول تهیه بستر بذر و کاشت گندم در منطقه کردکوی استان گلستان شامل خطی کار، سانتریفوژ و کمبینات مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۵ روستا و در هر روستا ۳ مزرعه انتخاب شد که در هر مزرعه یکی از روش‌های تهیه بستر بذر و کاشت بذرپاش، ردیفکار و کمبینات استفاده شد. این مزارع در منطقه کردکوی استان

1- Combination Cultivator

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۰)، شماره (۳) ۱۳۹۲

گلستان واقع شده بودند. تمامی مزارع دیم بودند که این امر به دلیل بارندگی قابل توجه و سطح ایستابی بالا در این منطقه بود. در این مزارع کلیه عملیات زراعی، مدت زمان استفاده و سوخت مصرفی توسط ماشین آلات (تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ از رایج‌ترین ماشین آلات منطقه بود و از سایر تراکتورها نظیر رومانی ۶۵۰، جان‌دیر ۳۱۴۰، نیوهلند ۱۵۵ و فیات سه سیلندر نیز به میزان کمتر استفاده گردید.) جهت انجام عملیات زراعی و میزان نهاده‌های مصرفی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- معادل انرژی برای ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در تولید گندم.

منبع	معادل انرژی (مگاژول بر هکتار)	واحد مصرف	ورودی‌ها/خروجی‌ها
ورودی‌ها			
(تیبی و همکاران، ۲۰۰۹)	۷/۱۵	کیلوگرم	بذر گندم
(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴؛ تورهن و همکاران، ۲۰۰۸)	۹۶/۱	ساعت	نیروی انسانی
(کالتس و همکاران، ۲۰۰۷)	۷/۱۴۲	کیلوگرم	ادوات و ماشین آلات *
کودهای شیمیایی			
(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴؛ اکاز و همکاران، ۲۰۰۹)	۶/۶۰	کیلوگرم	نیتروژن
(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴؛ اکاز و همکاران، ۲۰۰۹)	۱/۱۱	کیلوگرم	فسفر
(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴؛ اکاز و همکاران، ۲۰۰۹)	۷/۶	کیلوگرم	پتاسیم
سوخت			
(ترازنامه هیدروکربوری ایران، ۱۹۸۹)	۳۸	لیتر	گازوئیل
(ترازنامه هیدروکربوری ایران، ۱۹۸۹)	۳۷	لیتر	بتزین
(کالتس و همکاران، ۲۰۰۷)	۱/۱۲	کیلو وات ساعت	الکتریسیته
مواد شیمیایی			
(تزیواکیس و همکاران، ۲۰۰۶؛ راسک و دایپنبرک، ۲۰۰۶)	۲۸۷	کیلوگرم ماده موثره	علف‌کش‌ها
(ستراپاتسا و همکاران، ۲۰۰۶)	۹۹	کیلوگرم ماده موثره	قارچ‌کش‌ها
(تزیواکیس و همکاران، ۲۰۰۶؛ راسک و دایپنبرک، ۲۰۰۶)	۲۳۷	کیلوگرم ماده موثره	حشره‌کش‌ها
خروجی			
(تیبی و همکاران ۲۰۰۹؛ سینگ و همکاران ۲۰۰۷)	۷/۱۴	کیلوگرم	دانه گندم
(طباطبایی فر و همکاران، ۲۰۰۹)	۲۵/۹	کیلوگرم	کاه و کلش گندم

* این انرژی شامل ساخت، تعمیرات، نگهداری و حمل و نقل می‌باشد.

انجام عملیات زراعی از مرحله کاشت تا برداشت در مزارع از اواخر آبان ماه ۱۳۸۹ آغاز و تا اواخر خرداد ماه سال ۱۳۹۰ ادامه داشت. در مزارعی که با کمبینات کشت شده بودند همزمان مراحل دیسک‌زنی، تسطیح و کاشت بذر انجام شد. این دستگاه مرکب از دو دستگاه خاک‌ورزی و کاشت است که توسط یک اتصال‌دهنده، کمبینات را تشکیل می‌دهند. بخش خاک‌ورز دستگاه سیکلوتیلر است که با حرکت چرخشی تیغه‌های خود، خاک را بر هم می‌زند، کلوخ‌ها را کاملاً خرد می‌کند و توسط ماله و غلطک پشتی، عملیات تسطیح را انجام می‌دهد. پس از آن، قسمت کارنده وجود دارد که عمل کشت را انجام می‌دهد.

در مزارعی که کشت با دستگاه سانتریفوژ انجام شد اختلاط کود پایه و بذر همزمان با هم انجام شد و در مزارعی که کشت با کمبینات انجام شده بود کود پایه بعد از شخم به خاک اضافه شد و همزمان با کاشت بذر با خاک مخلوط شد (جدول ۲). در تمام مزارع از روش شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز استفاده شد. اطلاعات جمع‌آوری شده از این مزارع شامل تاریخ شخم، عمق شخم، تاریخ کاشت، عمق کاشت، نوع بذر مصرفی، مقدار بذر مصرفی، نوع و مقدار کود مصرفی (کود سرک و کود پایه)، نوع و مقدار سموم مصرفی، ادوات به‌کارگرفته شده برای هر عملیات و انرژی مصرف شده هر ادوات، کارگر و همچنین مقدار سوخت مصرفی و زمان به‌کار برده شده و تعداد دفعات عملیات انجام شده بود. به‌طور کلی، تمام عملیاتی که از زمان تهیه بستر تا برداشت در این مزارع صورت گرفته ثبت شد (جدول ۲).

جدول ۲. تاریخ عملیات خاک‌ورزی، کوددهی، کاشت بذر، آبیاری، برداشت و حمل و نقل برای هر مزرعه گندم

برداشت و حمل و نقل	سرک سوم	سرک دوم	سرک اول	کاشت بذر	کود پایه	نهون	دیسک ۵	دیسک ۴	دیسک ۳	دیسک ۲	دیسک ۱	شخم cm۳۵	شخم cm۳۰	شخم cm۲۰	زیرشکن	مزارع
۶۸ خرداد	-	اسفند ۱۷	بهمن ۱۵	آذر ۱۸	آذر ۱۸	-	-	-	-	آذر ۱۸	آذر ۲	-	-	آبان ۱۰	-	۱
۶۶ خرداد	-	اسفند ۴	بهمن ۱	آبان ۲۰	آبان ۲۰	آبان ۲۰	-	-	-	آبان ۲۰	آبان ۲۰	-	مهر ۱۰	-	-	۲
۲۵ خرداد	-	فروردین ۶	بهمن ۱۱	آذر ۲۱	آذر ۲۱	-	-	-	-	آذر ۲۰	آذر ۲۰	-	آذر ۱۰	-	-	۳
۶۶ خرداد	-	اسفند ۲۳	بهمن ۲	آبان ۲۲	آبان ۲۲	آبان ۲۲	آبان ۲۲	آبان ۲۲	آبان ۲۲	آبان ۲۲	آبان ۲۲	-	مهر ۱۵	-	-	۴
۶۹ خرداد	-	-	اسفند ۱۳	دی ۹	دی ۹	-	-	-	-	آذر ۲	آذر ۲	-	-	آبان ۱۰	آبان ۸	۵
۶۹ خرداد	-	بهمن ۲۸	بهمن ۱۱	آذر ۳۱	آذر ۳۱	-	-	-	-	آذر ۳۱	آذر ۳۱	-	آذر ۲۷	-	آذر ۸	۱
۲۲ خرداد	-	اسفند ۲	دی ۱۵	آبان ۲۸	آبان ۲۸	-	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۱۸	-	-	۲
۲۵ خرداد	اسفند ۷	بهمن ۲۱	دی ۲۵	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۷	آبان ۲۵	آبان ۲۵	-	-	مهر ۱۵	-	۳
۶۸ خرداد	-	اسفند ۱۹	بهمن ۱۵	آذر ۲۷	آذر ۲۷	-	-	-	-	آذر ۲۱	آذر ۲۱	-	آذر ۱۷	-	-	۴
۶۶ خرداد	-	اسفند ۲۸	بهمن ۲۰	آذر ۳۳	آذر ۳۳	آذر ۳۳	-	-	-	آذر ۲۱	آذر ۲۱	-	-	آذر ۲۰	-	۵
۲۵ خرداد	-	اسفند ۱۸	دی ۳۰	آذر ۲۷	آذر ۲۷	-	-	-	-	-	-	-	آبان ۱۱	-	-	۱
۶۸ خرداد	فروردین ۹	اسفند ۲۷	بهمن ۲۰	دی ۲	-	دی ۲	-	-	-	-	-	-	-	آبان ۱۸	-	۲
۶۶ خرداد	-	اسفند ۱۶	بهمن ۹	آذر ۳۰	آذر ۳۰	-	-	-	-	-	-	-	آذر ۶	-	-	۳
۶۸ خرداد	-	فروردین ۱۸	بهمن ۱۶	دی ۱۰	دی ۱۰	دی ۱۰	-	-	-	-	-	آبان ۱۰	آبان ۱۰	-	-	۴
۲۷ خرداد	-	فروردین ۵	بهمن ۲۸	دی ۳	دی ۳	دی ۳	-	-	-	-	-	-	آبان ۲	-	-	۵

مقدار سوخت مصرفی از رابطه ۱ بدست آمد. که در آن FT سوخت موردنیاز برای انجام عملیات زراعی (لیتر در هکتار)، t مدت زمان کارکرد تراکتور (ساعت در هکتار) و FH سوخت موردنیاز تراکتور در یک ساعت انجام عملیات (لیتر بر ساعت) می‌باشد.

$$FT = t \times FH \quad (1)$$

سپس، با به‌دست آمدن میزان سوخت مصرفی (لیتر در هکتار) برای هر عملیات، مقدار انرژی ورودی بر حسب مگاژول در هکتار با استفاده از ضریب تبدیل مربوطه محاسبه شد. در تمامی مراحل عملیات زراعی، تعداد ساعات کار در مزرعه خدمه ماشین آلات و کارگران مزرعه بر حسب ساعت در هکتار ثبت شدند.

به‌منظور ارزیابی مصرف انرژی ورودی غیر مستقیم در مزارع گندم اطلاعات تخصصی‌تر شامل درصد عناصر غذایی کودهای شیمیایی، درصد ماده مؤثره سموم شیمیایی و وزن ادوات و ماشین آلات مورد استفاده به همراه عمر مفیدشان، از سازندگان مربوط به هر مورد و مقالات بدست آمد (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳؛ رجبی و همکاران، ۲۰۱۲).

انرژی کاربرد ماشین آلات و ادوات (مگاژول) از رابطه زیر محاسبه شد که در آن Em انرژی کاربرد ماشین آلات و ادوات (مگاژول)، E انرژی برای ساخت، تعمیر و نگهداری و حمل و نقل ماشین آلات و ادوات (مگاژول بر کیلوگرم)، W وزن ادوات و ماشین آلات (کیلوگرم)، Lt عمر مفید ادوات و ماشین آلات (ساعت) و t مدت زمان کاربرد ادوات و ماشین آلات (ساعت) می‌باشد (کالتاس و همکاران، ۲۰۰۷).

$$Em = \left(\frac{E \times W}{Lt} \right) \times t \quad (2)$$

میزان بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار) در هر مزرعه ثبت شده و سپس با استفاده از ضریب تبدیل مربوطه برای بذر گندم (۱۵/۷ مگاژول بر کیلوگرم)، کل انرژی موجود در بذر بر حسب مگاژول در هکتار محاسبه شد.

با محاسبه عملکرد اقتصادی و لحاظ شاخص برداشت معادل ۰/۴۵، میزان عملکرد بیولوژیکی (مجموع کاه و کلش و دانه در هکتار) از رابطه زیر حساب شد که در آن NGy عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)، HI شاخص برداشت و Gy عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) می‌باشد.

$$NGy = Gy \left(\frac{1+H1}{H1} \right) \quad (3)$$

سپس میزان خالص خروجی کاه و کلش از مزارع با احتساب این‌که ۲۵ درصد از کاه و کلش در داخل مزرعه باقی می‌ماند، محاسبه شد. برای محاسبه انرژی موجود در کاه و دانه از ضریب تبدیل انرژی کاه گندم (۹/۲۵ مگاژول بر کیلوگرم) و دانه گندم (۱۴/۷ مگاژول بر کیلوگرم) استفاده شد. با برآورد کل انرژی ورودی و خروجی، پارامترهای شاخص ارزیابی انرژی مانند نسبت یا کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه، عملکرد انرژی خالص برای هر مزرعه با استفاده از روابط زیر (سلطانی و همکاران ۲۰۱۳؛ رادکه و همکاران، ۲۰۰۷؛ ماندال و همکاران، ۲۰۰۲) محاسبه شدند. کارایی انرژی از نسبت مجموع انرژی خروجی از مزرعه (مگاژول در هکتار) بر انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار)، بهره‌وری انرژی (مگاژول بر کیلوگرم) از نسبت عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بر مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار)، انرژی ویژه (مگاژول بر کیلوگرم) از نسبت مجموع انرژی‌های ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار) بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و در انتها عملکرد انرژی خالص (مگاژول در هکتار) با کسر مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار) از مجموع انرژی خروجی از مزرعه (مگاژول در هکتار) به‌دست آمد. داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار (کاشت با بذرپاش، ردیفکار و کمینات) و پنج تکرار (هر روستا یک تکرار) با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه شدند. برای مقایسه میانگین از آزمون LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

انرژی ورودی: مقایسه میانگین مدت زمان کاربرد ماشین آلات و میزان انرژی سوخت مصرفی حاصل از آن در تمام عملیات‌های زراعی تولید گندم (تهیه زمین، کاشت، کوددهی، حفاظت گیاه، کنترل علف‌های هرز، آبیاری، برداشت و حمل و نقل) برای سه تیمار روش کاشت در جدول (۳) و (۴) آورده شده است. نتایج بیانگر آن بود که تیمار استفاده از کمینات کمترین (۱۵ ساعت در هکتار) و پس از آن تیمارهای استفاده از سانتریفوژ و خطی کار به‌ترتیب با میانگین ۲۰/۷ و ۲۳/۵ ساعت در هکتار قرار داشتند. در تیمار استفاده از خطی کار به‌دلیل استفاده از عملیات دیسک‌زنی در ۵ نوبت در مزارع ۲ و ۳ مدت زمان استفاده از ادوات و ماشین آلات بیشتر از دو تیمار دیگر شد (جدول ۲). از میان عملیات‌های انجام شده، عملیات تهیه زمین در تیمار استفاده از کمینات کمترین (۵/۹ ساعت در

هکتار) و پس از آن به ترتیب تیمارهای استفاده از سانتریفوژ و خطی کار با میانگین ۱۲/۹ و ۱۴/۷ ساعت در هکتار قرار گرفتند. در بررسی عملیات کاشت تیمار استفاده از کمبینات با میانگین ۱/۸ ساعت در هکتار بیشترین مدت زمان را داشت و پس از آن روش کاشت خطی کار و سانتریفوژ به ترتیب با میانگین ۱/۵ و ۱/۲ ساعت در هکتار بودند. در مجموع، مدت زمان تهیه زمین و کاشت تیمار کاشت با کمبینات با میانگین ۷/۸ ساعت در هکتار از دو تیمار کاشت خطی کار و سانتریفوژ به ترتیب با میانگین ۱۶/۲ و ۱۴/۱ ساعت در هکتار به طور معنی داری کمتر بود. بنابراین، روش کاشت کمبینات نسبت به روش کاشت سانتریفوژ و خطی کار به ترتیب سبب کاهش ۵۲ و ۴۵ درصد در مجموع مدت زمان تهیه زمین و کاشت شد.

از نظر مدت زمان استفاده از ادوات و ماشین آلات در عملیات‌های کوددهی، کنترل علف‌های هرز و بیماری‌ها، برداشت و حمل و نقل بین مزارع مورد بررسی در خصوص روش‌های کاشت اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۳).

جدول ۳- مقادیر مدت زمان استفاده از ادوات و ماشین آلات جهت انجام عملیات زراعی برای هر روش کاشت گندم بر حسب ساعت در هکتار.

	درصد از کل			میانگین			
	کمبینات	خطی کار	سانتریفوژ	کمبینات	خطی کار	سانتریفوژ	
	۳۹/۶	۶۲/۶	۶۲/۳	۵/۹ ^c	۱۴/۷ ^a	۱۲/۹ ^b	تهیه زمین
	۱۲/۳	۶/۴	۵/۷	۱/۸ ^a	۱/۵ ^b	۱/۲ ^c	کاشت
				۷/۷ ^c	۱۶/۲ ^a	۱۴/۱ ^b	تهیه زمین + کاشت
	۱۰/۳	۶/۳	۴/۸	۱/۶ ^{n.s}	۱/۵ ^{n.s}	۱/۰ ^{n.s}	کوددهی
	۷/۴	۵/۳	۵/۴	۱/۱ ^{n.s}	۱/۲۴ ^{n.s}	۱/۱۲ ^{n.s}	کنترل علف‌های هرز
	۱۴/۷	۹/۷	۱۱/۸	۲/۲ ^{n.s}	۲/۳ ^{n.s}	۲/۴ ^{n.s}	کنترل بیماری‌ها
	۷/۳	۵/۱	۵/۵	۱/۱ ^{n.s}	۱/۲ ^{n.s}	۱/۱ ^{n.s}	برداشت
	۸/۴	۴/۶	۴/۵	۱/۳ ^{n.s}	۱/۱ ^{n.s}	۰/۹ ^{n.s}	حمل و نقل
	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۵/۰ ^c	۲۳/۵ ^a	۲۰/۷ ^b	جمع کل

* در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری باهم در سطح ۵ درصد تفاوت ندارند. همچنین در هر ردیف مواردی که با n.s مشخص شده، تفاوت بین روش‌های تهیه بستر و کاشت بذر بر اساس آزمون F معنی دار نبوده است.

نتایج مقایسه میانگین مقادیر انرژی مصرفی کاربرد ادوات و ماشین آلات نشان داد که بین تیمارهای استفاده از سانتریفوژ و خطی کار (به ترتیب با میانگین ۶۱۳۱ و ۶۱۵۶ مگاژول در هکتار) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما بین این دو تیمار و تیمار استفاده از کمبینات (۴۷۸۹ مگاژول در هکتار) اختلاف معنی‌دار بود. بنابراین، تیمار استفاده از کمبینات نسبت به تیمارهای استفاده از سانتریفوژ و خطی کار به ترتیب سبب کاهش ۲۱ و ۲۲ درصد در انرژی مصرفی کاربرد ادوات و ماشین آلات شد (جدول ۴).

جدول ۴- مقادیر انرژی کل سوخت، ماشین آلات و نیروی انسانی جهت انجام عملیات زراعی برای هر روش کاشت گندم بر حسب مگاژول در هکتار.

میانگین	درصد از کل			میانگین	میانگین	میانگین	
	سانتریفوژ	خطی کار	کمبینات				
۴۰۴۲ ^a	۶۵/۹	۶۲/۳	۴۰/۶	۱۹۴۵ ^b	۳۸۳۴ ^a	۴۰۴۲ ^a	تهیه زمین
۲۹۸/۹ ^b	۴/۹	۵/۴	۱۷/۹	۸۵۸/۸ ^a	۳۳۳/۵ ^b	۲۹۸/۹ ^b	کاشت
۴۳۴۱ ^a				۲۸۰۴ ^b	۴۱۶۸ ^a	۴۳۴۱ ^a	تهیه زمین + کاشت
۲۷۹/۴ ^{n.s}	۴/۶	۶	۶/۶	۳۱۷/۲ ^{n.s}	۳۶۷/۷ ^{n.s}	۲۷۹/۴ ^{n.s}	کوددهی
۲۱۴/۷ ^{n.s}	۳/۵	۳/۸	۴/۵	۲۱۴/۲ ^{n.s}	۲۳۳/۷ ^{n.s}	۲۱۴/۷ ^{n.s}	کنترل علف‌های هرز
۳۷۰/۲ ^{n.s}	۶	۶/۵	۷/۳	۳۵۱/۶ ^{n.s}	۳۹۷/۱ ^{n.s}	۳۷۰/۲ ^{n.s}	کنترل بیماری‌ها
۷۱۳/۱ ^{n.s}	۱۱/۶	۱۱	۱۵/۱	۷۲۳/۶ ^{n.s}	۶۷۸/۹ ^{n.s}	۷۱۳/۱ ^{n.s}	برداشت
۲۱۲/۶ ^{n.s}	۳/۵	۵	۷/۹	۳۷۷/۷ ^{n.s}	۳۱۰/۴ ^{n.s}	۲۱۲/۶ ^{n.s}	حمل و نقل
۶۱۳۱ ^a	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۷۸۹ ^b	۶۱۵۶ ^a	۶۱۳۱ ^a	جمع کل

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری باهم در سطح ۵ درصد تفاوت ندارند. همچنین در هر ردیف مواردی که با n.s مشخص شده، تفاوت بین روش‌های تهیه بستر و کاشت بذر بر اساس آزمون F معنی‌دار نبوده است.

عملیات تهیه زمین بیشترین انرژی مصرفی برای هر سه تیمار داشت که از این میان تیمار استفاده از کمبینات کمترین انرژی مصرفی را با میانگین ۱۹۴۵ مگاژول در هکتار داشت که نسبت به دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار بود. از این لحاظ تیمار استفاده از خطی کار و سانتریفوژ (به ترتیب با میانگین ۳۸۳۴ و ۴۰۴۲ مگاژول در هکتار) اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند و بعد از آن عملیات کاشت قرار

گرفت، به طوری که تیمار استفاده از کمینات با میانگین ۸۵۸/۸ مگاژول در هکتار به صورت معنی داری انرژی مصرفی بیشتری نسبت به دو تیمار دیگر داشت و تیمارهای استفاده از سانتریفوژ و خطی کار به ترتیب با میانگین ۲۹۸/۹ و ۳۳۳/۵ مگاژول در هکتار اختلاف معنی داری با هم نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین مجموع انرژی مصرفی تهیه زمین و کاشت نشان داد تیمار استفاده از کمینات با میانگین ۲۸۰۴ مگاژول در هکتار به طور معنی داری از تیمار استفاده از خطی کار و سانتریفوژ به ترتیب با میانگین ۴۱۶۸ و ۴۳۴۱ مگاژول در هکتار کمتر بود (جدول ۴).

در بررسی مقادیر انرژی مصرفی کاربرد ادوات و ماشین آلات در عملیات‌های کوددهی، کنترل علف‌های هرز و بیماری‌ها، برداشت و حمل و نقل بین مزارع در هر سه تیمار مورد بررسی اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۴).

کل انرژی ورودی در روش کاشت با کمینات (۱۴۵۲۰ مگاژول در هکتار) به طور معنی داری از روش کاشت با خطی کار (۱۵۹۸۳ مگاژول در هکتار) و سانتریفوژ (۱۶۳۳۷ مگاژول در هکتار) کمتر بود ولی بین دو روش کاشت خطی کار و سانتریفوژ از این لحاظ اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۵). بنابراین روش کاشت کمینات نسبت به روش کاشت سانتریفوژ و خطی کار به ترتیب سبب کاهش ۱۱ و ۹ درصد در انرژی ورودی شد.

از نظر کل انرژی ورودی، انرژی‌های ورودی غیر مستقیم (۶۸/۶، ۶۸/۸ و ۷۳ درصد) در مقایسه با انرژی‌های ورودی مستقیم (۳۱/۳، ۳۱/۲ و ۲۵/۳ درصد) به ترتیب برای سه تیمار کاشت با سانتریفوژ، خطی کار و کمینات سهم بیشتری را در تولید گندم دارا بودند. بیشترین انرژی ورودی مستقیم مربوط به سوخت برای عملیات زراعی بود که کمترین مقدار مربوط به تیمار استفاده از کمینات به میزان ۳۳۶۸ مگاژول در هکتار بود که این میزان مصرف انرژی به طور معنی داری کمتر از دو تیمار دیگر بود در حالی که تیمارهای استفاده از سانتریفوژ (با میانگین ۴۹۸۰ مگاژول در هکتار) و خطی کار (با میانگین ۴۷۹۴ مگاژول در هکتار) در این خصوص اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۵). بیشترین انرژی ورودی غیرمستقیم نیز مربوط به بذر بود به طوری که تیمار کاشت با کمینات با میزان ۲۶۶۹ مگاژول در هکتار به طور معنی داری کمتر از تیمارهای کاشت با خطی کار و سانتریفوژ به ترتیب با میانگین ۲۷۷۹ و ۳۲۸۱ مگاژول در هکتار بود.

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۰)، شماره (۳) ۱۳۹۲

جدول ۵- مقادیر انرژی‌های ورودی مستقیم و غیر مستقیم برای هر مزرعه گندم بر حسب مگاژول در هکتار.

درصد از کل			میانگین			
کمینات	خطی کار	سانتریفوژ	کمینات	خطی کار	سانتریفوژ	
انرژی ورودی مستقیم						
۲۴/۹	۲۹/۶	۳۰	۳۶۸۳ ^b	۴۷۹۴ ^a	۴۹۸۰ ^a	سوخت برای عملیات زراعی
۲	۱/۴	۱/۱	۲۹۵/۲ ^{n.s}	۲۲۷/۴ ^{n.s}	۱۷۴/۲ ^{n.s}	سوخت برای حمل و نقل
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۳۰/۹ ^{n.s}	۳۹/۴ ^{n.s}	۳۵/۱ ^{n.s}	نیروی انسانی
انرژی ورودی غیر مستقیم						
۴۵/۷	۴۰/۳	۳۹	۶۷۴۶ ^{n.s}	۶۵۲۹ ^{n.s}	۶۴۶۷ ^{n.s}	کود نیتروژن
۲/۲	۲	۲/۶	۳۳۲ ^{n.s}	۳۳۲ ^{n.s}	۴۳۴ ^{n.s}	کود فسفر
۰	۰/۷	۰/۱	۰	۱۱۲/۶ ^{n.s}	۲۰/۱ ^{n.s}	کود پتاس
۰/۳	۰/۵	۰/۳	۳۹/۹ ^{n.s}	۸۳/۱ ^{n.s}	۴۶/۶ ^{n.s}	کود گوگرد
۱۸/۱	۱۷/۲	۱۹/۸	۲۶۶۹ ^c	۲۷۷۹ ^b	۳۲۸۱ ^a	بذر
۱/۱	۱	۰/۹	۱۶۱/۹۳ ^{n.s}	۱۶۴/۴۵ ^{n.s}	۱۴۹/۸۲ ^{n.s}	علفکش
۰/۳	۰/۳	۰/۲	۴۳/۶ ^{n.s}	۴۴/۹ ^{n.s}	۳۸/۸ ^{n.s}	قارچکش
۵/۳	۶/۸	۵/۷	۷۷۶/۱ ^c	۱۰۹۴/۴ ^a	۹۵۰/۲ ^b	ماشین آلات
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۴۵۲۰ ^b	۱۵۹۸۳ ^a	۱۶۳۳۷ ^a	جمع کل

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری باهم در سطح ۵ درصد تفاوت ندارند. همچنین در هر ردیف مواردی که با n.s مشخص شده، تفاوت بین روش‌های تهیه بستر و کاشت بذر بر اساس آزمون F معنی‌دار نبوده است.

انرژی خروجی: مقایسه میانگین عملکرد محصول گندم نشان داد عملکرد محصول کشاورزان مزارع استفاده کننده از روش کاشت کمینات (۴/۶۴ تن در هکتار و انرژی معادل ۶۸/۳۵ گیگاژول در هکتار) نسبت به کشاورزان مزارع استفاده کننده از روش کاشت سانتریفوژ و خطی کار (به ترتیب ۴/۱۳ و ۲/۸۵ تن در هکتار و انرژی معادل ۶۰/۷۱ و ۴۲/۱۳ گیگاژول در هکتار) بیشتر بود (جدول ۶). بر همین مبنا مزارع کشاورزان استفاده کننده از روش کاشت کمینات نسبت به مزارع کشاورزان استفاده کننده از روش کاشت خطی کار و سانتریفوژ در مورد انرژی خروجی کاه و کلش (به ترتیب ۳۹/۴۲، ۳۵/۰۱ و ۲۴/۳ گیگاژول در هکتار) و انرژی خروجی کل (به ترتیب ۱۰۷/۷۷، ۹۵/۷۲ و ۶۶/۴۳ گیگاژول در هکتار) به صورت معنی‌داری برتری داشتند.

شاخص‌های انرژی: نسبت انرژی بیان‌کننده کارایی انرژی یک سیستم است. هر سه تیمار مورد بررسی از نظر راندمان انرژی اختلاف معنی‌داری باهم داشتند به طوری که بیشترین نسبت انرژی مربوط به روش کاشت با کمینات به میزان $7/46$ درصد بود و روش‌های کاشت خطی کار و سانتریفیوژ به ترتیب با میانگین $6/15$ درصد و $4/07$ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۶). بنابراین روش کاشت کمینات نسبت به روش کاشت سانتریفیوژ و خطی کار به ترتیب سبب افزایش ۲۱ و ۴۵ درصد در کارایی انرژی شد.

در رابطه با انرژی ویژه نتایج مقایسه میانگین نشان داد اختلاف معنی‌داری بین هر سه روش کاشت وجود دارد به طوری که روش کاشت با کمینات کمترین میزان انرژی ویژه ($3/16$ گیگاژول بر تن) را داشت و پس از آن به ترتیب روش کاشت با خطی کار و سانتریفیوژ به ترتیب با میزان $3/91$ و $6/00$ گیگاژول بر تن قرار گرفتند (جدول ۶). لازم به ذکر است که انرژی ویژه عملکرد سیستم‌های تولیدی را درخصوص مصرف انرژی نشان می‌دهد.

روش‌های کاشت از لحاظ بهره‌وری انرژی و عملکرد انرژی خالص اختلافشان معنی‌دار بود به طوری که بیشترین بهره‌وری انرژی مربوط به روش کاشت با کمینات با میانگین $0/32$ تن بر گیگاژول بود و بعد از آن روش کاشت با خطی کار و سانتریفیوژ به ترتیب با میانگین $0/27$ و $0/21$ تن بر گیگاژول قرار داشتند. بیشترین عملکرد انرژی خالص نیز با میانگین $93/25$ گیگاژول در هکتار متعلق به روش کاشت با کمینات بود و روش‌های کاشت با خطی کار و سانتریفیوژ به ترتیب با میانگین $79/74$ و $50/09$ گیگاژول در هکتار در رده‌های بعد قرار داشتند (جدول ۶).

جدول ۶- خلاصه انرژی ورودی و خروجی و شاخص‌های انرژی در روش‌های مختلف کاشت گندم.

کمینات	خطی کار	سانتریفیوژ	
ورودی‌ها			
۴/۰ ^b	۵/۱ ^a	۵/۳ ^a	انرژی ورودی مستقیم (گیگاژول در هکتار)
۱۰/۷۶ ^{n.s}	۱۱/۱۲ ^{n.s}	۱۱/۴ ^{n.s}	انرژی ورودی غیر مستقیم (گیگاژول در هکتار)
۱۴/۸ ^{n.s}	۱۶/۲ ^{n.s}	۱۶/۶ ^{n.s}	انرژی ورودی کل (گیگاژول در هکتار)
خروجی‌ها			
۶۸/۳۵ ^a	۶۰/۷۱ ^b	۴۲/۱۳ ^c	انرژی خروجی دانه (گیگاژول در هکتار)
۳۹/۴۲ ^a	۳۵/۰۱ ^b	۲۴/۳ ^c	انرژی خروجی کاه و کلش (گیگاژول در هکتار)
۱۰۷/۷۷ ^a	۹۵/۷۲ ^b	۶۶/۴۳ ^c	انرژی خروجی کل (گیگاژول در هکتار)
۷/۴۶ ^a	۶/۱۵ ^b	۴/۰۷ ^c	نسبت انرژی خروجی به ورودی
۴/۶۴ ^a	۴/۱۳ ^b	۲/۸۵ ^c	عملکرد (تن در هکتار)
۳/۱۶ ^a	۳/۹۱ ^b	۶/۰۰ ^c	انرژی ویژه (گیگاژول بر تن)
۰/۳۲ ^a	۰/۲۷ ^b	۰/۱۷ ^c	بهره وری انرژی (تن بر گیگاژول)
۹۳/۲۵ ^a	۷۹/۷۴ ^b	۵۰/۰۹ ^c	عملکرد انرژی خالص (گیگاژول در هکتار)

در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری باهم در سطح ۵ درصد تفاوت ندارند. همچنین در هر ردیف مواردی که با n.s مشخص شده، تفاوت بین روش‌های تهیه بستر و کاشت بذر بر اساس آزمون F معنی‌دار نبوده است.

بحث

نتایج نشان داد که بین زمان کاربرد ماشین آلات و انرژی سوخت مصرفی آن‌ها در مزرعه رابطه مستقیمی وجود دارد (جدول‌های ۳ و ۴). به طوری که تیمار استفاده از کمینات به دلیل ادغام چند عملیات آماده‌سازی بستر خاک کمترین مدت زمان کاربرد ماشین آلات و انرژی سوخت مصرفی را با ۱۵ ساعت و انرژی معادل ۴۷۸۹ مگاژول در هکتار و تیمار استفاده از خطی کار بیشترین مدت زمان کاربرد ماشین آلات و انرژی سوخت مصرفی را با ۲۳/۵ ساعت و انرژی معادل ۶۱۵۶ مگاژول در هکتار را به خود اختصاص داد. به طور کلی، هزینه کمتر و بازده اقتصادی بیشتر در سیستم‌های خاک‌ورزی کاهشی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم به دلیل کاهش انرژی و زمان موردنیاز برای عملیات تهیه زمین است (سمارت و بردفورد، ۱۹۹۹).

صفا و طباطبایی‌فر (۲۰۰۲) با ارزیابی مصرف انرژی برای تولید گندم آبی و دیم در منطقه ساوه بیشترین منبع انرژی مصرفی را سوخت تشخیص دادند که برای اراضی آبی ۶۷ درصد و برای اراضی

دیم ۵۲ درصد محاسبه شد. از طرفی نتایج سایر پژوهش‌ها نشان داده است که سوخت بخش بیشتر انرژی ورودی (۲۲ الی ۷۱ درصد) را نسبت به سایر نهاده‌های زراعی تشکیل می‌دهد (رجبی و همکاران، ۲۰۱۲؛ استراپاستا و همکاران، ۲۰۰۶؛ کاناکسی و همکاران، ۲۰۰۵؛ تساتسارلیس، ۱۹۹۳). نتایج برآورد انرژی کل سوخت، ماشین‌آلات و نیروی انسانی جهت انجام عملیات زراعی در این پژوهش نیز نشان داد بیشترین انرژی مصرفی مربوط به مجموع عملیات‌های تهیه زمین و کاشت بود. تیمار استفاده از کمبینات با میانگین ۲۸۰۴ مگاژول در هکتار به‌طور معنی‌داری سبب کاهش مصرف انرژی در عملیات‌های تهیه زمین و کاشت نسبت به تیمارهای استفاده از خطی کار و سانتریفوژ به‌ترتیب با میانگین ۴۱۶۸ و ۴۳۴۱ مگاژول در هکتار شد (جدول ۴). سایر پژوهشگران نیز مصرف بالای سوخت را در طی انجام مراحل خاک‌ورزی نسبت به سایر عملیات زراعی گزارش کرده بودند (رجبی و همکاران، ۲۰۱۲؛ بورین و همکاران، ۱۹۹۷). تیبی و همکاران (۲۰۰۹) نیز با ارزیابی سوخت مصرفی در تولید گندم در ترکیه نشان دادند که عملیات خاک‌ورزی بیشترین سهم (۴۵/۲ درصد) را از کل عملیات‌های زراعی داشته است.

با توجه به این، می‌توان بیان کرد که عملیات تهیه زمین بیشترین تأثیر را در مصرف سوخت و انرژی دارد به‌طوری که سهم این عملیات نسبت به سایر عملیات زراعی در این پژوهش و در سایر پژوهش‌ها بالاتر بوده است. دلیل این امر را می‌توان انجام عملیات فشرده شخم و دفعات دیسک در طول مراحل آماده‌سازی بستر بذر ذکر کرد. فرزانه و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند روش کاشت با کمبینات سبب کاهش هزینه آماده‌سازی زمین به‌دلیل ادغام چند عملیات ماشینی توسط کمبینات می‌شود.

عملکرد محصول کشاورزان مزارع استفاده‌کننده از روش کاشت کمبینات (۴/۶۴ تن در هکتار) به‌طور معنی‌داری از کشاورزان مزارع استفاده‌کننده از روش کاشت سانتریفوژ و خطی کار (به‌ترتیب ۴/۱۳ و ۲/۸۵ تن در هکتار) بیشتر بود. در واقع این کشاورزان با مصرف مقادیر مشابه نهاده (کود، سم و غیره) نسبت به کشاورزان استفاده‌کننده از سانتریفوژ و خطی کار به عملکرد بالاتری دست یافتند. این برتری به‌علت مدیریت بهتر مزارع توسط این کشاورزان بوده است، زیرا در مدیریت زراعی فقط مقادیر نهاده‌ها اهمیت ندارد بلکه نحوه و زمان مصرف آن‌ها هم مهم است. بخشی از این اختلاف هم ممکن است مربوط به استفاده از روش کمبینات باشد که با ایجاد بستر مناسب بذر و کاشت یکنواخت و مناسب بذر سبب شد بذور کشت شده بهتر و یکنواخت‌تر سبز شوند.

انرژی ورودی غیر مستقیم بذر در روش کاشت با کمینات با میزان ۲۶۶۹ مگاژول در هکتار به صورت معنی داری کمتر از روش کاشت خطی کار و سانتیفوژ به ترتیب با میانگین ۲۷۷۹ و ۳۲۸۱ مگاژول در هکتار بود. در روش کاشت با کمینات و خطی کار به دلیل این که بذرها بصورت مرتب و خطی کاشت می شوند نسبت به سانتیفوژ که بذرها به صورت نامنظم پخش می شوند مصرف بذر کاهش یافت. بر همین اساس فرزانه و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند هزینه بذر مصرفی در گروه استفاده کنندگان از کمینات کمتر از استفاده کنندگان از سانتیفوژ بود. امروزه تکنیک‌های خاک‌ورزی با به حداقل رساندن صدمات محیطی و تعداد دفعات عبور به طرف کاهش چشمگیر در عمق شخم و تعداد عملیات جهت‌گیری کرده (بورین و همکاران، ۱۹۹۷؛ هرناز و همکاران، ۱۹۹۵) پس با اجرای شیوه‌های صحیح خاک‌ورزی و انتخاب ادوات و ماشین آلات مناسب می‌توان مصرف انرژی را تا حد ممکن کاهش داد (میچل و همکاران، ۱۹۸۵).

از لحاظ کارایی انرژی، بیشترین کارایی مربوط به روش کاشت با کمینات به میزان ۷/۴ بود و روش‌های کاشت با خطی کار و سانتیفوژ به ترتیب به میزان ۶/۱۵ و ۴/۰۷ در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۶). در سایر پژوهش‌ها این نسبت برابر ۲/۹۴ تا ۳/۵ (تیپی و همکاران، ۲۰۰۹)؛ ۲/۲ تا ۵/۹ (سینگ و همکاران، ۲۰۰۷)؛ ۳/۲ (سینگ و همکاران، ۲۰۰۲) و ۲/۸ (کاناکسی و همکاران، ۲۰۰۵) گزارش شده است. بر این اساس روش کاشت با کمینات از نظر میزان مصرف انرژی ورودی و خروجی مناسب‌ترین روش کاشت در بین سایر روش‌های کاشت بوده ولی روش کاشت با سانتیفوژ به دلیل مصرف بی‌رویه نهاده‌ها (ورودی) در مصرف انرژی به‌طور کارا عمل نکرده و جایگاه مناسبی به لحاظ انرژی ورودی و انرژی خروجی نداشت. بر همین اساس از لحاظ بهره‌وری انرژی و عملکرد انرژی خالص (گیگاژول در هکتار) نیز روش کاشت با کمینات به ترتیب با میانگین ۰/۳۲ و ۹۳/۲۵ نسبت به دو روش‌های کاشت دیگر برتری داشت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این پژوهش مصرف انرژی در سه روش تهیه بستر بذر و کاشت شامل سانتیفوژ، خطی کار و کمینات جهت تولید گندم در شهرستان کردکوی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد بین هر سه روش کاشت از نظر انرژی ورودی اختلاف معنی‌داری وجود داشت و روش کاشت کمینات نسبت به روش کاشت خطی کار و سانتیفوژ برتری داشت. به‌کارگیری روش کمینات سبب کاهش مجموع

انرژی مصرفی تهیه زمین و کاشت نسبت به روش کاشت با سانتریفوژ و خطی کار به ترتیب به میزان ۳۵ و ۳۳ درصد شد. همچنین در این روش میزان انرژی موردنیاز به صورت بذر کمتر بود و از نظر کل انرژی ورودی نسبت به دو روش دیگر برتری داشت به طوری که کل انرژی ورودی لازم در این روش ۱۱ درصد کمتر از روش سانتریفوژ و ۹ درصد کمتر از روش خطی کار بود.

با توجه به این پژوهش می‌توان پیشنهادات زیر را جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی و الگوی کشت مناسب در تولید گندم توصیه نمود: (۱) با توجه به این‌که روش کاشت کمبینات سبب کاهش مصرف انرژی می‌شود پیشنهاد می‌گردد سرمایه‌گذاری لازم در توسعه استفاده از این روش صورت پذیرد. (۲) با توجه به برتری روش کمبینات از لحاظ مصرف انرژی نسبت به دو روش دیگر، هزینه‌های کلی اجرای این روش با سایر روش‌ها بررسی شود. (۳) در این پژوهش سه روش تهیه بستر و کاشت فقط از نظر نحوه در روش تهیه بستر و کاشت باهم متفاوت نبودند بلکه سایر عوامل هم اختلافاتی هر چند کوچک دارند که می‌تواند در نتایج به دست آمده تأثیر گذاشته باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد به منظور بررسی دقیق‌تر، این روش‌ها در شرایط کاملاً یکسان نیز مورد بررسی قرار گیرند.

منابع

1. Borin, M., Merini, C., and Sartori, L. 1997. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. *Soil Till. Res.* 40: 209-226.
2. Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I. and Ozmerzi, A. 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: Case study for Antalya Region, Turkey. *Energy. Convers manage.* 46: 655-666.
3. Farzaneh, B., Mohammadi, H., and Pishbin, S. 2011. Effect on the productivity of wheat Kmbynat Application: A Case Study of Fars Province. *J. Agric. No.* 91: 87-80.
4. Hernanz, J.L., Given, V.S., and Cerisola, C. 1995. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in center Spain. *Soil Till. Res.* 35: 183-198.
5. Khaledian, M.R., Mailhol, J.C., Ruelle, P., Forest, F., Lahmar, R., and Rollin, D. 2008. The impacts of no-tillage on grain yield of durum wheat and energy requirement in the Mediterranean climate. 15th international congress of the ISCO: Soil and Water Conservation, Climate Change and Environmental Sensitivity. 18-23 May 2008. Budapest, Hungary.
6. Michel, J.A., Formstorm, K.J., and Borrelli, J. 1985. Energy requirements of two tillage systems for irrigated sugar beets, drybeens and corn. *Trans of the ASAE* 28: 1731-1735.

7. Rajabi, M.H., Soltani, A., Vahidnia, B., Zeianli, E., and Soltani, E. 2012. Assessment of fuel consumption in wheat production fields in Gorgan region, Iran. *Environ sciences*. 9: 143-164.
8. Rathke, G.W., Wienhold, B.J., Wilhelm, W.W., and Diepenbrock, W. 2007. Tillage and rotation effect on corn-soybean energy balances in eastern Nebraska. *Soil Till. Res*. 97: 60-70.
9. Safa, M., and Tabatabaefar, A. 2002. Energy Consumption in Wheat Production in Irrigated and Dry Land Farming. *Proc. Intl. Agric. Engg*. Pp: 28-30.
10. Sharma, P., Abrol, V., and Sharma, R.K. 2011. Impact of tillage and mulch management on Economics, energy requirement and crop performance in maize-wheat rotation in rainfed subhumid inceptisols, India. *Eur. J. Agric*. 34: 46-51.
11. Sing, H., Mishra, D., and Nahar, N.M. 2002. Energy use pattern in production agriculture of a typical village in arid zone, India- part I. *Energy. Convers. Manage*. 43: 2275-2286.
12. Sing, H., Sing, A.K., Kushwaha, H.L., and Sing, A. 2007. Energy consumption pattern of wheat production in India. *Energy*. 32: 1848-1854.
13. Smart, J.R., and Bradford, J.M. 1999. Conservation tillage corn production for a semiarid, subtropical environment. *Agron. J*. 91: 116-121.
14. Soltani, A., Rajabi, M.H., Zeianli, E., and Soltani, E. 2013. Energy use and greenhouse gases emission in wheat production in Gorgan region, Iran. *Energy*. 5: 23-44.
15. Strapatsa, A.V., Nanos, G.D., and Tsatsarelis, C.A. 2006. Energy flow for integrated apple production in Greece. *Agric. Ecosyst. Environ*. 116: 176-180.
16. Tsatsarelis, C.A. 1993. Energy inputs and outputs for soft winter wheat production in Greece. *Agric. Ecosyst. Environ*. 43: 109-118.
17. Tipi, T., Cetin, B., and Vardar, A. 2009. An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey. *J. Agric. Environ*. 7: 352-356.
18. Tzilivakis, J., Jaggard, K., Lewis, K.A., May, M., and Warner, D.J. 2005. An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (*Beta vulgaris*). production in the UK. *Agricultural Systems*. 85: 101-119.



Energy use in wheat production in Kordkoy region as influenced by seed-bed preparation and sowing methods

E. Tajik¹, *A. Nehbandani², A. Soltani³, E. Zeinali⁴ and H. Ajamnourouzi⁵

¹M.Sc. Graduated Dept. of Agronomy, Islamic Azad University, Gorgan Branch,

²Ph.D. Student, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³Professor Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ⁴Assistant Prof. Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ⁵Assistan Prof., Islamic Azad University, Gorgan Branch

Received: 12/22/2012 ; Accepted: 05/23/2013

Abstract

The increasing needs for energy, its high price and its environmental impact on greenhouse gases emission and limited energy resources due to increased research on energy balance in crop production systems. The objective of this research was to compare seedbed preparation and sowing methods in wheat production in Kordkoy region with respect to energy use and efficiency. Fifteen wheat fields were selected in the region in five sites. The fields were classified into three groups with included to seedbed preparation and sowing methods, i.e. centrifuge, drill and Combination Cultivator. All fields were rainfed. The results indicated that using Combination Cultivator method led to 35% and 33% reduction in energy use in seedbed preparation and sowing compared to centrifuge and drill methods, respectively. In terms of energy required for production operations, the method resulted in 22% reduction in energy use compared to centrifuge and drill methods. Using Combination Cultivator also led to 11% and 9% less energy use as seed compared to centrifuge and drill methods, respectively. Energy output to input ratio was 7.41 for Combination Cultivator method which was higher than centrifuge (4.07) and drill (6.15) methods. Using Combination Cultivator also resulted in higher energy yield than other two methods. It was concluded that using (expanding) Combination Cultivator method is effective in energy saving and improving its utilization.

Keywords: Energy; Fuel; Field Operations

*Corresponding author; Email: a.nehbandani@yahoo.com

