Archive of SID

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۵، ص ۵۲۳-۵۱۰

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 6, No. 2, Fall - Winter 2016, p. 510-523

مقایسه پارامترهای عملکردی ماشین و شاخص‌های انرژی تولید سویای تابستانه درسامانه‌های خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی

احمد شریفی[1*]- حمیدرضا صادق نژاد[2]- ابوالفضل فرجی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۵

چکیده

در یک مزرعه با بقایای گندم اثر چهار روش خاک‌ورزی شامل بی‌خاک‌ورزی با ردیف‌کار، بی‌خاک‌ورزی با خطی‌کار، خاک‌ورزی مرسوم با دیسک و کم‌خاک‌ورزی با چیزل پکر بر پارامترهای عملکردی ماشین‌های مورد استفاده و شاخص‌های انرژی تولید سویای تابستانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای عملکردی ماشین شامل بازده مزرعه‌ای، ظرفیت مزرعه‌ای ماشین و شاخص فنی دقت کاشت، و شاخص‌های انرژی شامل نسبت انرژی، بهره‌دهی انرژی، شدت انرژی و افزده انرژی اندازه‌گیری و محاسبه شدند. نتایج نشان داد که روش‌های بی‌خاک‌ورزی با خطی‌کار و ردیف‌کار به‌ترتیب دارای بازده مزرعه‌ای کمتر و برابر با ۵۶٪ و ۵۸/۹٪ اما ظرفیت مزرعه‌ای بیشتر و برابر ۰/۷۶ و ۰/۷۱ هکتار بر ساعت بودند. کم‌خاک‌ورزی، پراکندگی کمتر و یکنواختی توزیع افقی بهتری را برای استقرار بذرها روی ردیف داشت. تیمار خطی‌کار بی‌خاک ورز نسبت به سایر تیمارها بیشترین نسبت انرژی به مقدار ۵/۴ و همچنین بیشترین عملکرد را با ۳۶۱۲ کیلوگرم بر هکتار داشت. همچنین به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی، ۰/۱۹ کیلوگرم محصول را تولید و در ازای هر کیلوگرم سویا، ۵/۳ مگاژول یعنی کمترین انرژی را مصرف کرده است و مقدار افزوده خالص انرژی بیشتری را در مزرعه سبب گردید. با توجه به دقت کاشت و بهبود شاخص‌های انرژی، روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی جایگزین مناسبی به جای روش مرسوم برای تولید سویا هستند.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی حفاظتی، خاک‌ورزی مرسوم، سویا، شاخص‌های انرژی

مقدمه

سامانه‌های کشاورزی امروز به دنبال اهداف اقتصادی، اکولوژیکی و زیست محیطی هستند که در آن تولید محصولات کشاورزی با حفظ و پایداری محیط‌زیست همراه می‌باشد. درکشاورزی پایدار، افزایش تولید برحسب نیازهای غذایی روز جامعه تغییر می‌کند، اما خطری را برای کشاورزی آینده ایجاد نخواهد کرد. بنابراین روش‌های مناسبی برای نظارت بر مزرعه، خاک و توسعه سامانه‌های کشاورزی پایدار لازم است که یکی از این روش‌ها، نظارت بر روش‌های خاک‌ورزی است. خاک‌ورزی، دستکاری خاک برای تولید محصول با تشکیل بستر بذر است که بر فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، خواص خاک و رشد محصول تأثیر می‌گذارد و اهدافی مانند تغییر شرایط خاک یعنی بهبود ساختمان خاک با فرآیندهای کشاورزی مطلوب مثل تماس بذر با خاک، ازدیاد ریشه، نفوذپذیری آب، کنترل حرارت خاک و همچنین کنترل بیماری‌ها و علف‌های هرز را با قطع چرخه زندگی بیماری‌ها و علف‌های هرز دنبال می‌کند (Aina, 2011). در خاک‌ورزی یک نوع از مدیریت بقایا یعنی برگرداندن و مدفون ساختن آن برای به حداقل رساندن اثرات منفی بقایا و افزایش اثرات مفید آن به‌کار می‌رود که با اختلاط یا استقرار و توزیع کودهای جامد و مایع و تغییر شکل سطح خاک همراه است. با این حال خاک‌ورزی زمانی‌که به‌طور نامناسب و یا بیش از حد انجام شود، ممکن است اثرات منفی بر خاک و تولید محصول نیز داشته باشد. کاهش حاصلخیزی خاک، فشردگی خاک در زیر لایه خاک‌ورزی شده، افزایش قابلیت فرسایش آبی و بادی، تجزیه شدید مواد آلی خاک، افزایش هزینه و انرژی عملیات خاک‌ورزی و افزایش هزینه‌های کارگری از جمله معایب آن هستند.

۱- موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: ahmadsharifi47@yahoo.com
۲- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گلستان، ایران
۳- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گلستان، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

خاک‌ورزی حفاظتی، نوع دیگری از خاک‌ورزی است که درآن بقایای گیاهی به‌عنوان پوششی در سطح خاک باقی می‌ماند و به‌وسیله عملیات خاک‌ورزی، کمتر و یا اصلاً با خاک مخلوط نمی‌شود. هدف از خاک‌ورزی حفاظتی، پایداری، حفاظت منابع تولید و بهبود عملکرد در کشاورزی است که باعث استفاده مؤثر از منابع طبیعی با تلفیق مدیریت منابع خاک، آب و بیولوژی می‌گردد (Hobbs *et al.*, 2006). در این شرایط حذف خاک‌ورزی به چند دلیل مؤثر واقع می‌شود. کاهش ساعت‌های کارکرد تراکتور، افزایش عمر تراکتور، کاهش مصرف سوخت از نظر اقتصادی همراه با کاهش آلودگی زیست محیطی، به حداقل رساندن فشردگی خاک، حفظ و ذخیره رطوبت خاک و افزایش مواد آلی از مزایای حذف خاک‌ورزی است (McGarry *et al.*, 2000). اگرچه خاک‌ورزی مرسوم بستر بذرخوب و بدون علف‌های هرز و عملکرد مناسب را نتیجه می‌دهد، اما روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی مانند کشت بدون خاک‌ورزی تقریباً شش برابر مصرف سوخت و چهار برابر زمان عملیات را کاهش می‌دهد. بی خاک‌ورزی بهترین نتیجه را از نظر مصرف سوخت و ظرفیت مؤثر مزرعه با ۸/۹ لیتر در هکتار و ۱/۲۵ هکتار در ساعت به‌دست می‌دهد (Yalcin *et al.*, 2005).

در تحقیقی که در منطقه دیم مراغه با چند ترکیب مختلف ادوات خاک‌ورزی برای چند روش خاک‌ورزی انجام شد، کمترین انرژی مصرفی را در بی‌خاک‌ورزی با ۸/۸ مگاژول برای تولید یک کیلوگرم گندم به‌دست آمد (Tabatabaeefar *et al*., 2009). بهروزی لار و همکاران (۲۰۰۹) مصرف انرژی در تولید گندم را چهار استان همدان، کردستان، کرمانشاه و آذربایجان شرقی بررسی کردند و میانگین مصرف انرژی در این استان‌ها به‌ترتیب ۲۴/۱، ۲۵/۶۷، ۳۷/۳۳ و ۳۸/۲ گیگاژول بر هکتار گزارش شد (Behroozi Lar *et al*., 2009). این در حالی است این شاخص در هند ۱۵/۲۹ گیگاژول بر هکتار اعلام شده است (Singh *et al.*, 2002).

در تحقیق دیگری مصرف انرژی برای تولید گندم آبی در استان اردبیل را ۴۷/۰۸ گیگاژول بر هکتار به‌دست آوردند. از این مقدار، سهم کودهای شیمایی ۳۱/۱۹٪ و سوخت و ماشین ۲۶/۰۵٪ و همچنین از کل انرژی مصرفی، سهم انرژی‌های مستقیم شامل انرژی بذر، کود شیمیایی، کود حیوانی، سموم و ماشین‌ها، مجموعاً ۷۳/۲۷٪ و سهم انرژی‌های غیرمستقیم شامل انرژی کارگر و سوخت، ۲۶/۷۳٪ به‌دست آمد (Shahan *et al.*, 2008).

داده‌های به‌دست آمده از مدل‌سازی اقتصادسنجی و تجزیه و تحلیل انرژی نهاده‌های ۹۵ مزرعه آبی و دیم آفتابگردان استان گلستان که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند، نشان داد که زمین، نیروی انسانی و ماشین بیش‌ترین سهم را از مجموع هزینه‌های تولید داشتند. همچنین نتایج الگوی اقتصادسنجی مشخص کرد که نیروی انسانی، ماشین‌آلات، مواد شیمیایی، کودشیمیایی و آب آبیاری مهم‌ترین ورودی‌هایی بودند که به‌طور قابل‌توجهی با تولید نهایی در ارتباط بودند، در حالی‌که کود حیوانی، بذر و اجاره زمین مزارع خیلی به تولید مرتبط نیستند (Mousavi Avval *et al*., 2011). در تحقیقی با عنوان تجزیه و تحلیل اقتصادی تولید گندم در پاکستان، مصرف آب و انرژی تولید گندم در روش کشت بر روی پشته‌های عریض و روش کشت مرسوم، در دو مزرعه جدا با هم مقایسه شد. نتایج نشان داد که روش پشته‌های عریض با انرژی های مصرفی برابر با ۳۶۵۳ و ۴۴۵۵ کیلووات ساعت بر هکتار نسبت به روش مرسوم با انرژی‌های مصرفی ۳۹۱۰ و ۴۷۵۲ کیلووات ساعت بر هکتار دارای ۶ درصد انرژی کمتری بود. متوسط نسبت‌های انرژی برای روش پشته‌های عریض و روش مرسوم به‌ترتیب ۶/۳ و ۴/۶ به‌دست آمدند و کودهای شیمیایی بیشترین سهم را در انرژی مصرفی هر دو روش داشتند (Hussain *et al.*, 2010).

با توجه به بررسی‌ها و تحقیقات انجام شده فوق و توسعه و گسترش کاربرد سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی در کشور و لزوم توجه به موضوعات مصرف انرژی در این سامانه‌ها، این تحقیق برای بررسی پارامترهای فنی و عملکردی ماشین و شاخص‌های انرژی در چند سامانه خاک‌ورزی در تولید محصول سویای آبی استان گلستان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق برای بررسی تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر پارامترهای عملکردی ماشین‌های مورد استفاده و شاخص ای انرژی تولید سویای تابستانه در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان اجرا گردید. این ایستگاه در فاصله ۶ کیلومتری شمال شهرستان گرگان نزدیک به فرودگاه با موقعیت جغرافیایی '۲۰ °۵۴ طول شرقی و '۳۶ °۵۵ عرض شمالی واقع شده و ارتفاع از سطح دریای آن ۶ متر با متوسط بارندگی سالیانه حدود ۴۵۰ میلی‌متر در وسعتی به مساحت ۳۷ هکتار قرار دارد. از نظر آب و هوایی دارای اقلیم معتدل بوده و بافت خاک لومی رس سیلتی دارد. مزرعه انتخاب شده در سال قبل زیر کشت گندم بوده و تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای استفاده شده شامل بی‌خاک‌ورزی با ردیف کار، بی‌خاک‌ورزی با خطی‌کار، خاک‌ورزی مرسوم با دیسک به عمق ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر و کم‌خاک‌ورزی با چیزل پکر در عمق ۲۰ سانتی‌متری بودند. مشخصات فنی ماشین‌های مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ ذکر گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات فنی ماشین‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 1- Technical specifications of used machines in the study

نوع ماشین Machine type	مشخصات Specifications	جرم (کیلوگرم) Mass (kg)	نوع اتصال Hitch type	عرض کار مؤثر (سانتی‌متر) Effective working width (cm)
ردیف کار بی‌خاک‌ورز ساخت تراشکده No-till planter	شش واحد کارنده – ظرفیت مخزن بذر ۲۵ لیتر– ظرفیت مخزن کود ۴۵۰ لیتر – توان مورد نیاز ۸۰-۷۰ اسب بخار– دارای موزع مکشی– مجهز به شیاربازکن کاردی و پیش برهای مدور، موج دار– چرخ‌های فشار پوشاننده‌های پلاستیکی Six planter unit,seed hopper capacity of 25 liter, fertilizer hopper capacity 450 liter, required power of 70-80 hp, phneumatic vaccum seed meter,equipped with disc,fluted coulters, Plastic press wheel	1235	سه نقطه سوار Three point hitch	عرض کار چهار واحد استفاده شده The width of 4 units used 250
خطی کار بی خاک‌ورز ساخت سازه کشت بوکان Grain direct drill	۱۵ ردیف واحد کارنده با فواصل ۱۷ سانتی‌متر– موزع بذر شیاردار مورب و موزع کود غلتکی شیاردار– شیار بازکن های دو بشقابی- پیش برمدورمضرس– چرخ فشارلاستیکی بادی Fifteen planter unit with 17 cm row space, fluted feed seed meter, Fluted roller feed type fertilizer meter, double disc openers, ripple disc coulter, plastic press wheel	3500	کششی Pull	255
چیزل پکر ساخت دقت کشت Chisel packer	۵ شاخه مورب با غلطک کلوخ شکن فولادی Five tines with steel roller	350	سه نقطه سوار Three point hitch	140
دیسک ساخت علی آباد Disk	۲۸ پره- دوزانویی– ردیف جلو پره‌های کنگره دار و ردیف عقب پره‌های صاف – دارای جک هیدرولیکی Twenty eight disc,tandem, notched discs at front and ordinary discs at rear, hydraulic jack	610	کششی Pull	250
کودپاش ساخت دانه کار Fertilizer spreader	مخزن مخروطی –یک صفحه‌ای پران Conical hopper - one spreader plate	60	سه نقطه سوار Three point hitch	6
ردیف کار مکانیکی ساخت فتاحی Row crop planter	چهار واحد کارنده – مخزن استوانه‌ای– موزع صفحه‌ای افقی– شیاربازکن کفشکی– چرخ فشار لاستیکی پهن Four planter unit, drum hopper, horizontal plate seed meter, hoe furrow opener, wide rubber press wheel	600	سه نقطه سوار Three point hitch	210

برای خطی‌کار بی‌خاک‌ورز، دریچه‌های خروج بذر به‌صورت دو در میان بسته شد تا فواصل ۵۱ سانتی‌متر برای هر ردیف ایجاد گردد. به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ماکرو با محتوای ۱۵٪ پتاس، ۸ ٪ فسفر و ۱۵٪ ازت در هر کیسه در هنگام کاشت در زیر بذر در ردیف کار بی‌خاک ورز و همراه با بذر در خطی کار بی‌خاک‌ورز و به همراه دیسک‌زدن در سایر تیمارها در شروع عملیات استفاده گردید و رقم سویای کتول با قوه نامیه ۹۰ ٪ و به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کاشته شد. مزرعه برای مبارزه با علف‌های هرز در اواسط تابستان به میزان یک لیتر در هکتار علف کش پرسوییت با ماده مؤثر ۱۰۰ گرم در لیتر و برای کنترل آفات مخصوص کرم سویا دو لیتر در هکتار آفت کش دورسپام، سمپاشی شد. از آن‌جایی‌که تراکم علف‌های هرز زیاد بوده و نیاز به سمپاشی مجدد بود به میزان یک و نیم لیتر در هکتار مخلوط سموم علف کش سوپرگالانت و بنتازون به‌کار گرفته شد تا کنترل علف‌های هرز بهتر انجام شود. در طول دوره رشد نیز سه بار آبیاری بارانی صورت گرفت و دو بار هم بارندگی به میزان ۱۱ و ۱۰۵ میلی‌متر در تیر ماه اتفاق افتاد. پارامترهای عملکردی ماشین و روش اندازه‌گیری آنها به شرح زیر می‌باشد.

بازده مزرعه‌ای: برای تعیین بازده مزرعه‌ای هرکدام از عملیات زراعی تا مرحله کاشت، مقدار زمان پیشروی در طول ۱۰۰ متر از حرکت تراکتور و ادوات منضم به آن را که با سرعت ثابت در مزرعه حرکت می‌کنند و همچنین مدت زمان دور زدن آن، با حداقل ۶ تکرار متوالی به‌وسیله زمان‌سنج اندازه‌گیری، ثبت و مقدار متوسط آن محاسبه و سپس براساس رابطه (۱) مقدار بازده مزرعه‌ای تعیین گردید (Almasi *et al.,* 2008).

$$e = \frac{Tm}{Tt + Tm} \times 100 \qquad (۱)$$

e: بازده مزرعه‌ای (درصد)

Tm: متوسط زمان مفید در مسافت ۱۰۰ متر (ثانیه)

www.SID.ir

Archive of SID

Tt: متوسط زمان دور زدن در انتهای مسیر (ثانیه)

ظرفیت مزرعه‌ای: برای به‌دست آوردن بازده مزرعه‌ای فقط از زمان‌های مفید پیشروی ادوات در هنگام کار در طول ۱۰۰ متر و زمان‌های غیر مفید دور زدن در انتهای مسیر ۱۰۰ متر استفاده شد. کار انجام شده توسط ادوات بر حسب مساحت در مدت یک ساعت ظرفیت مزرعه‌ای نام داشته و مطابق با رابطه (۲) محاسبه گردید. در این شرایط چندین عملیات زراعی آماده‌سازی بستر بذر و کاشت برای یک سیستم انجام گردیده و با یک مرحله بی خاک‌ورزی و کاشت مقایسه می‌شود. برای محاسبه ظرفیت مزرعه‌ای کل، ظرفیت مزرعه‌ای هر مرحله را معکوس نموده و با هم جمع و سپس جمع حاصل را مجدداً عکس نموده تا ظرفیت مزرعه‌ای کل به‌دست آید (Almasi *et al.*, 2008).

$$Ce = \frac{s \times w \times e}{10} \qquad (۲)$$

Ce: ظرفیت مزرعه‌ای ($ha\ h^{-1}$)

s: سرعت پیشروی ادوات ($km\ h^{-1}$)

w: عرض مؤثر ادوات (m)

یکنواختی توزیع افقی بذرها: جهت بررسی دقت دستگاه کارنده در کاشت بذر با فواصل معین و توزیع افقی بذرها برروی ردیف، پس از سبز شدن بذر در سه نقطه تصادفی از هر کرت و در طول حدود دو الی سه متر روی ردیف، فاصله دو بوته مجاور هم اندازه‌گیری و ضریب یکنواختی توزیع افقی بذرها براساس رابطه (۳) (Senapati *et al.*, 1992) به‌دست آمد.

$$Se = (1 - \frac{Y}{D}) \times 100 \qquad (۳)$$

Se: ضریب یکنواختی توزیع افقی بذر (درصد)

Y: میانگین قدر مطلق تفاضل فاصله به‌دست آمده از میانگین کل

D: میانگین فاصله بوته‌ها از هم (میانگین کل)

شاخص‌های انرژی: به منظور محاسبه شاخص‌های انرژی، با استفاده از ارزش انرژی معادل هر نهاده و ستاده (جدول ۲)، سطوح انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها به‌دست آمده است. نهاده‌های انرژی در این پروژه شامل انرژی فیزیکی، شیمیایی و بذر می‌باشد که در برگیرنده انرژی مربوط به نیروی انسانی، کاربرد ماشین، آبیاری، الکتریسیته، گازوییل، کود شیمیایی، سم و بذر است و ستاده انرژی از حاصلضرب انرژی معادل محصول تولیدی در میزان تولید به‌دست می‌آید. انرژی کاربرد ماشین حاصل مصرف انرژی برای ساخت، جابه‌جایی و به‌کارگیری ماشین در مزرعه است (Kaltsas *et al.*, 2007) که براساس رابطه (۴) و جدول ۲ محاسبه می‌شود. شاخص‌های نسبت انرژی[1] (ER)، بهره‌وری انرژی[2] (EP)، شدت انرژی[3] (EI) و افزوده خالص انرژی[4] (NEG) براساس روابط (۶) تا (۹) تعیین می‌گردد (Tabatabaeefar *et al.*, 2009).

$$Em = \frac{E \times W}{Lt} \times t \qquad (۴)$$

Em: انرژی کاربرد ماشین $MJ\ ha^{-1}$

E: انرژی ساخت، تعمیر و نگهداری و حمل و نقل ماشین $MJ\ kg^{-1}$

W: وزن ماشین kg

Lt: عمر مفید ماشین h

t: زمان کارکرد ماشین h

انرژی آبیاری: انرژی مورد نیاز آبیاری برای بالا آوردن و تحت فشار قراردادن آب و انرژی لازم برای مواد خام، ساخت لوازم آبیاری و انتقال تجهیزات آبیاری می‌باشد که به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم در نظر گرفته می‌شود. رابطه (۵) مقدار انرژی مستقیم مورد نیاز آبیاری را نشان می‌دهد (Kitani *et al.*, 1999).

$$DE = (\delta\ g\ H\ Q)/(\eta_1 \eta_0) \qquad (۵)$$

DE: انرژی‌مستقیم ($J\ ha^{-1}$)

δ: چگالی آب ($1000kg\ m^{-3}$)

g: ثابت گرانش زمین ($9.8m\ s^{-2}$)

H: هد دینامیکی چاه (m)

Q: حجم آب مصرف شده ($m^3\ ha^{-1}$)

η_0: بازده الکتروموتور

η_1: بازده پمپ

حجم آب مصرف شده به مترمکب بر مبنای دبی ۲۵ لیتر بر ثانیه برای ۳ مرحله آبیاری و هر مرحله ۶ ساعت با هد دینامیکی ۸۰ متر چاه و بازده الکتروموتور ۲۰ درصد و بازده پمپ ۷۰ درصد محاسبه شده است. انرژی غیر مستقیم معمولاً برای سیستم‌های آبیاری تحت فشار حدود ۱۸ درصد انرژی مستقیم محاسبه می‌شود (Ju *et al.*, 2006).

نسبت انرژی: با این پارامتر، سیستم ای مختلف در شرایط کاملاً یکسان را می‌توان با هم مقایسه کرد. این نسبت نشان‌دهنده این است که به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی در هکتار به منظور تولید، چه میزان انرژی برداشت شده است. هر قدر این نسبت بزرگتر از یک باشد نشان می‌دهد کارایی انرژی در ستاده بیش‌تر است.

$$ER = \frac{OE}{IE} \qquad (۶)$$

1- Energy ratio

2- Energy productivity
3- Energy intensity
4- Net energy gain

www.SID.ir

Archive of SID

که در این رابطه،

OE: انرژی ستاده (MJ)

IE: انرژی نهاده (MJ)

بهره‌وری انرژی: برای ارزیابی روند انرژی در سیستم‌های مختلف تولید که یک محصول مشخص تولید می‌کنند، استفاده می‌شود و بیانگر این موضوع است که به ازای هر مگاژول در هکتار انرژی نهاده مصرفی، چند کیلوگرم ستاده حاصل شده است. برای افزایش بهره‌وری باید سیستم‌هایی را به‌کار برد که در آن حداکثر تولید با کاهش انرژی مصرفی حاصل شود.

$$EP = \frac{Yi}{IE} \quad (۷)$$

که در این رابطه،

Yi: عملکرد دانه (kg)

IE: انرژی نهاده (MJ)

شدت انرژی: عکس بهره‌وری انرژی است یعنی نسبت کل انرژی ورودی نهاده به وزن محصول ستاده در واحد سطح می‌باشد.

$$EI = \frac{IE}{Yi} \quad (۸)$$

جدول ۲- ارزش معادل‌های انرژی برای نهاده‌های مورد استفاده در کشاورزی

Table 2- The value of energy equivalents for the used inputs

منبع انرژی Source of energy	واحد Unit	معادل انرژی Energy equivalent	منبع مورد استفاده Refrence
کارگری Labour	MJ hr^{-1}	1.95	(Lague and Khelifi, 2001)
راننده Operator	MJ hr^{-1}	1.05	(Pimentel and Burgess, 1980)
سوخت گازوییل Fuel	MJ L^{-1}	47.8	(Kitani *et al.,* 1999)
کود نیتروژن Nitrogen	MJ k g^{-1}	78.1	(Kitani *et al.,* 1999)
کود فسفر Phosphate	MJ k g^{-1}	17.4	(Kitani *et al.*, 1999)
کود پتاس Potassium	MJ k g^{-1}	13.7	(Kitani *et al.*, 1999)
سم علف‌کش Herbicide	MJ L^{-1}	347.8	
سم آفت‌کش Pesticide	MJ L^{-1}	326	
بذر سویا Soybean seed	MJ k g^{-1}	23.8	(Rathke *et al.,* 2007)
ساخت و حمل و نقل و تعمیر و نگهداری تراکتور Maufaturing, trasportation, repair and maintenance of tractor	MJ k g^{-1}	138	(Kitani *et al.*, 1999)
ساخت و حمل و نقل و تعمیر و نگهداری کمباین Maufaturing, trasportation, repair and maintenance of combine	MJ k g^{-1}	116	(Kitani *et al.*, 1999)
ساخت و حمل و نقل و تعمیر و نگهداری کارنده Maufaturing, trasportation, repair and maintenance of planter	MJ k g^{-1}	133	(Kitani *et al.*, 1999)
ساخت و حمل و نقل و تعمیر و نگهداری دیسک Maufaturing, trasportation, repair and maintenance of disc	MJ k g^{-1}	149	(Kitani *et al.*, 1999)
ساخت و حمل و نقل و تعمیر و نگهداری کودپاش Maufaturing, trasportation, repair and maintenance of fertilizer spreader	MJ k g^{-1}	129	(Kitani *et al.*, 1999)
ساخت و حمل و نقل و تعمیر و نگهداری سمپاش Maufaturing, trasportation, repair and maintenance of sprayer	MJ k g^{-1}	127	(Kitani *et al.*, 1999)

افزوده خالص انرژی: این شاخص نشان‌دهنده انرژی خالص خروجی از مزرعه می‌باشد. افزوده خالص انرژی در یک هکتار، ما به

www.SID.ir

Archive of SID

التفاوت کل انرژی مصرفی در یک سیستم تولید محصول با کل انرژی تولیدی حاصل ازآن انرژی‌های مصرفی است و به MJ بیان می شود.

$$NEG = OE - IE \quad (۹)$$

با اتمام دوره رشد و رسیدگی محصول، پس از نمونه‌گیری برای عملکرد و جمع‌آوری داده‌ها و محاسبات لازم براساس رابطه‌های ذکر شده، نتایج با برنامه آماری SAS آنالیز واریانس و میانگین‌های به‌دست آمده تجزیه و تحلیل گردیدند.

نتایج و بحث

بازده مزرعه‌ای و ظرفیت مزرعه‌ای

پارامترهای مرتبط با بازده و ظرفیت مزرعه‌ای برای هرکدام از تیمارها، اندازه‌گیری و محاسبه شده‌اند که در جدول ۳ ارائه گردیده است. در این شرایط آزمایش عملیات کودپاشی و دیسک بیشترین بازده مزرعه‌ای را داشتند. در هنگام اندازه‌گیری زمان طی شده عملیات آماده‌سازی بستر بذر و کاشت با استفاده از ادوات مختلف، ادوات سوار یا ادواتی که بتوانند در انتهای مسیر، در زمان کمتری دور بزنند در افزایش بازده مزرعه‌ای تأثیرگذار خواهند بود که بازده مزرعه‌ای برای انجام عملیات شخم در قطعات مختلف بین ۷۵-۳۶ درصد و برای عملیات دیسک زنی بین ۷۵-۵۰ درصد متغیر است. اما برای مزارع با ابعاد بزرگتر از چهار هکتار تقریباً یکسان می‌باشد (Tabatabaeifar and Safari, 2002).

اما روشی که کمترین تردد ادوات در داخل مزرعه را داشته و عملیات خاک‌ورزی و کاشت برای یک هکتار را در زمان کمتری انجام دهد و یا سطح بیشتری از مزرعه را در زمان مشخص کشت کند، دارای ظرفیت مزرعه‌ای بالاتری خواهد بود. ادوات بی‌خاک‌ورز به دلیل اجرای کشت مستقیم و با یک بار عبور در داخل مزرعه در هر دو نوع خطی‌کار و ردیف کار آزمایش شده، ظرفیت مزرعه‌ای بیشتری را نسبت به روش‌های دیگر داشته‌اند و روش مرسوم با تعداد دفعات بیشتر عملیات زراعی دارای کمترین ظرفیت مزرعه‌ای بوده است. در آزمایشی نیز زمان مورد نیاز برای انجام سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی، به‌طور متوسط ۸۰٪ کمتر از روش خاک‌ورزی مرسوم بود (Peruzzi *et al.*, 1996). به‌طور کلی با توجه به این‌که ظرفیت مزرعه‌ای یک روش کاشت با زمان اجرای عملیات رابطه معکوس دارد هر عاملی که باعث کاهش زمان مورد نیاز برای اجرای عملیات زراعی دریک سطح معین شود باعث افزایش ظرفیت مزرعه‌ای آن سیستم می‌گردد.

جدول ۳- بازده مزرعه‌ای و ظرفیت مزرعه‌ای تیمارهای استفاده شده

Table 3- Field efficiency and field capacity of used treatments

تیمار Treatment		بازده مزرعه‌ای Field efficiency (درصد) (%)	ظرفیت مزرعه‌ای Field capacity (هکتار بر ساعت) (ha h^{-1})
بی خاک‌ورزی با ردیف کار No-till by planter		58.9	0.71
بی خاک‌ورزی با خطی کار No-till by grain drill		56	0.76
خاک‌ورزی مرسوم Convetional tillage	دیسک (سه بار) Disk(3 times)	80.8	0.53
	کودپاشی Fertilizing	85.6	5.2
	ردیف کاری Row crop planting	67.8	1.08
	چیزل پکر Chisel packer	70.1	1.4
کم خاک‌ورزی Minimum tillage	کودپاشی Fertilizing	85.6	5.2
	ردیف کاری Row crop planting	67.8	1.08

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ ظرفیت مزرعه‌ای کل برای روش‌های خاک‌ورزی و کاشت را نشان می‌دهد. همانگونه که در این جدول مشاهده می گردد روش بی‌خاک‌ورزی با خطی کار با ظرفیت مزرعه‌ای کل برابر با ۰/۷۶ هکتار بر ساعت بیشترین مقدار و خاک‌ورزی مرسوم با ۰/۳۳ هکتار بر ساعت کمترین مقدار را در بین تیمارهای مورد استفاده به خود اختصاص داده‌اند. روش خاک‌ورزی مرسوم به دلیل افزایش تردد ادوات کشاورزی برای اجرای عملیات‌های جداگانه، میزان زمان بیشتری را صرف می‌کند تا عملیات آماده‌سازی بستر بذر وکاشت انجام گیرد. درصورتی‌که به‌کارگیری ادوات ترکیبی مانند خاک‌ورزهای مرکب برای اجرای خاک‌ورزی و یا ماشین‌هایی که کاشت را به‌طور مستقیم در زمین خاک‌ورزی نشده انجام می‌دهند، در کاهش زمان کاشت تأثیرگذار بوده و ظرفیت مزرعه‌ای کل کاشت را به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهند.

جدول ٤- ظرفیت مزرعه‌ای کل تیمارهای استفاده شده

Table 4- Total filed capacity of used treatments

تیمار **Treatment**	ظرفیت مزرعه‌ای کل (هکتار بر ساعت) **Total field capacity ($ha\ h^{-1}$)**
بی خاک‌ورزی با ردیف کار No-till by planter	0.71
بی خاک‌ورزی با خطی کار No-till by grain drill	0.76
خاک‌ورزی مرسوم Convetional tillage	0.33
کم خاک‌ورزی Minimum tillage	0.55

شاخص فنی دقت کاشت

از لحاظ میانگین فاصله بوته‌ها و توزیع یکنواختی افقی بذر روی ردیف، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اختلاف معنی‌داری را بین روش‌ها نشان نداد (جدول ۵). خاک‌ورزی مرسوم دارای میانگین فاصله بوته‌های بیشتر و برابر با ۲۳/۲ سانتی‌متر یا توزیع یکنواختی افقی کمتر برابر با ۳۵ درصد بر روی ردیف بود (جدول ۶). در خاک‌ورزی مرسوم احتمالاً به دلیل ابعاد بزرگتر کلوخه‌ها و قرارگیری بذر در بین کلوخه‌های بزرگتر، میانگین فاصله بین بوته‌ها افزایش یافته و باعث می‌گردد که پراکندگی بیشتری بین بوته‌ها ایجاد شود. در واقع غیریکنواختی اندازه کلوخه‌ها و بزرگ‌بودن اندازه‌های آن باعث می‌گردد که محل قرارگیری بذرها نسبت به هم و در طول ردیف با فاصله بیشتری قرار گیرد و پراکندگی بیشتری نسبت به خط مستقیم داشته باشد. در صورتی‌که خاک‌ورز مرکب در کم‌خاک‌ورزی توانسته، توزیع یکنواختی بهتری را برای استقرار بذرها در خط مستقیم ایجاد کند. خطی‌کار بی‌خاک‌ورز هم با باز کردن شکافی در مسیر کاشت توسط پیش‌برهای شیار بازکن‌های بشقابی، محل افتادن بذرها را در مسیر مستقیم قرار داده و پراکندگی کمتری را سبب گردید که در نتیجه توزیع یکنواختی آن در جهت ردیف کاشت نزدیک به مقدار به‌دست آمده در روش کم‌خاک‌ورزی است. پراکندگی کمتر روی ردیف بوته‌ها نسبت به میانگین فاصله دو بذر کشت شده نشان‌دهنده دقت کارنده در هنگام کاشت و تابع نحوه طراحی دستگاه و یا کوچکتر و یکنواخت‌تر بودن کلوخ‌های سطحی خاک است.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس شاخص فنی دقت کاشت

Table 5- Analysis of variance of technical index of planting accuracy

منابع تغییر **Source of variation**	توزیع یکنواختی افقی بذر **Horizontal uniform distribution of seed**	میانگین فاصله بوته‌ها روی ردیف **Mean of bushes space on row**
میانگین مربعات Mean of squares	209.5^{ns}	103^{ns}
درجه آزادی df	3	3
ضریب تغییرات Coefficient variation	30.7	32.4

ns: غیر معنی‌دار در سطح ۵ درصد

ns: Non significant at level of 5%

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین شاخص فنی دقت کاشت

Table 6- Mean comparison of technical index of planting accuracy

منابع تغییر Source of variation	توزیع یکنواختی افقی بذر (درصد) Horizontal uniform distribution of seed %	میانگین فاصله بوته‌ها روی ردیف (سانتی‌متر) Mean of bushes space on row (cm)
بی خاک‌ورزی با ردیف کار No-till by planter	38.9[a]	16.3[a]
بی خاک‌ورزی با خطی کار No-till by grain drill	43[a]	18.9[a]
خاک‌ورزی مرسوم Convetional tillage	35[a]	23.2[a]
کم خاک‌ورزی Minimum tillage	44.1[a]	17.9[a]

در هر ستون اعداد دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

Non-significant difference between numbers with the same letter at level of 5%

شاخص‌های انرژی

براساس نتایج جدول ۷ ادوات بی‌خاک‌ورز استفاده شده در آزمایش بسیار سنگین بوده و میزان انرژی تبدیل شده برای ساخت آن به نسبت ادوات مرسوم زیادتر است. در حالی‌که خاک‌ورز مرکب استفاده شده، مقدار انرژی کمتری را مصرف کرده است. به همین ترتیب کمتر بودن انرژی حاصل از نیروی انسانی خاک ورز مرکب به دلیل ظرفیت مزرعه‌ای بیشتر و سرعت پیشروی زیادتر نسبت به ادوات سنگین بی خاک‌ورزی و یا جمع ادوات مورد استفاده در روش مرسوم، باعث کاهش انرژی مصرفی گردیده است و تردد کمتر ادوات بی خاک‌ورز نیز سوخت مصرفی را کاهش می‌دهد. انرژی مصرفی سوخت نیز در روش‌های خاک‌ورزی مرسوم نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی در تحقیقات انجام شده دیگران نیز بیشتر بوده است (Kiani and Houshyar, 2012; Razzaghi *et al*., 2012).

جدول ۷- مجموع انرژی مصرفی خاک‌ورزی و کاشت سامانه‌های خاک‌ورزی (مگاژول در هکتار)

Table 7- Total consumed energy of tillage and planting systems (MJ ha^{-1})

نوع انرژی Energy type	بی خاک‌ورزی با ردیف کار No-till by planter	بی خاک‌ورزی با خطی کار No-til by grain drill	خاک‌ورزی مرسوم Convetional tillage	کم خاک‌ورزی Minimum tillage
کاربرد ماشین Usage of machine	233	548	207.7	119.4
نیروی انسانی Labour	4.25	3.95	6.87	1.72
سوخت Fuel	478	478	1912	1195
نهاده Input	1428	1428	714*	714*
جمع Sumation	2143.3	2458	2840.6	2030.2

*: میزان بذر مصرفی کمتر از روش‌های بی‌خاک‌ورزی بود

*: Seed consumption was less than of no-till methods

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج جدول ۸ بیانگر تفاوت معنی‌دار در تعداد دانه در بوته و عملکرد گیاه است که در تیمارهای بی‌خاک‌ورزی نسبت به تیمارهای دیگر افزایش نشان می‌دهد. کاشت ۴-۳ روز زودتر از تیمارهای دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

همراه با شرایط رطوبتی مناسب و رشد کافی و تراکم بوته مناسب، افزایش عملکرد را سبب شده است. خطی‌کار بی‌خاک‌ورز با میانگین ۳۵۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و روش مرسوم دیسک با میانگین ۲۷۷۸ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد را داشته است (جدول ۹).

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد سویا

Table 8- Analysis of variance of yield and yield components of soybean

منابع تغییر Source of variation	تعداد دانه Number of seed	تعداد غلاف Number of pod	تعداد شاخه Number of branch	تعداد گره Number of node	ارتفاع گره Node height	ارتفاع گیاه Crop height	عملکرد Yield
میانگین مربعات Mean of squares	9544.9**	616.9	1.86	16.1*	23.6	24	2306103.5
درجه آزادی df	3	3	3	3	3	3	3
ضریب تغییرات Cofficient of variations	20.2	27.2	26.2	7.4	15.6	9.8	8.3

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ **: معنی‌دار در سطح ۱٪

*: Siginificant at level of 5% **: Siginificant at level of 1%

عملکرد گیاه تابع عوامل محیطی و اقلیمی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مراقبت‌های زراعی و تأمین مواد غذایی است که تأثیرگذار بر اجزای عملکرد گیاه بوده و در نهایت بر کمیت دانه اثر می‌گذارد. ارتفاع گیاه، تعداد دانه در غلاف، مراحل رشد و سطح برگ معمولاً بستگی به رقم دارد و کمتر تابع تیمارهای آزمایش است و اندام ریشه و اجزای روی آن مانند گره که ارتفاع و تعداد آن در سویا اندازه‌گیری می‌شود در شرایط خاک بهم خورده از ارتفاع کمتر و تعداد بیشتری برخوردار است و در نهایت آنچه که تأثیرگذار بر عملکرد است شامل تعداد شاخه، تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته است که با افزایش آن‌ها عملکرد افزایش می‌یابد.

جدول ۹- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد سویا

Table 9- Mean comparison of yield and yield components of soybean

منابع تغییر Source of variation	تعداد دانه Number of seed	تعداد غلاف Number of pod	تعداد شاخه Number of branch	تعداد گره Number of node	ارتفاع گره (سانتی‌متر) Node height (cm)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Crop height (cm)	عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) Yield (kg ha^{-1})
بی‌خاک‌ورزی با ردیف‌کار No-till by planter	108.3 ^{b}	54.7 ^{ab}	2.8 ^{a}	15.3 ^{ab}	12.5 ^{ab}	81.1 ^{a}	3203.2 ^{ab}
بی‌خاک‌ورزی با خطی کار No-till by grain drill	135.2 ^{a}	65.5 ^{a}	2.3 ^{a}	14.5 ^{b}	13.8 ^{a}	83.1 ^{a}	3550 ^{a}
خاک‌ورزی مرسوم Convetional tillage	83 ^{c}	51.2 ^{b}	3 ^{a}	16.6 ^{a}	12 ^{ab}	83.6 ^{a}	2777.5 ^{b}
کم خاک‌ورزی Minimum tillage	87.9 ^{bc}	57.4 ^{ab}	3 ^{a}	16.4 ^{a}	11 ^{b}	83.8 ^{a}	2793.3 ^{b}

در هر ستون اعداد دارای حرف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

Non-significant difference between numbers with the same letter in each column

مقدار عملکرد به‌دست آمده در تیمار بی‌خاک‌ورزی با خطی‌کار نسبت به سایر تیمارها بیشتر و برابر با ۳۶۱۲ کیلوگرم در هکتار بوده و

www.SID.ir

Archive of SID

نیز با مقدار ۴/۵ بیشترین نسبت انرژی را داشته است. همچنین به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی ۰/۱۹ کیلوگرم عملکرد را دارا بوده و در ازای هر کیلوگرم سویا، ۵/۳ مگاژول یعنی کمترین انرژی را مصرف کرده و مقدار افزوده خالص انرژی بیشتری را در مزرعه سبب گردیده است (جدول ۱۰). خاک‌ورزی با خاک ورز مرکب اگرچه کمترین انرژی مصرفی را داشته است اما به دلیل کاهش عملکرد تولیدی سویا به مقدار ۲۷۹۴ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان افزوده خالص انرژی را داشته است. نتایج نشان می‌دهد که به لحاظ استفاده بهینه از زمان، انرژی و کاهش هزینه‌های تولید، استفاده از روش‌های نوین و ادوات جدید در فعالیت‌های زراعی از ضروریات مهم است، زیرا که محدودیت‌های ممکن زمانی را در اقلیم‌های مختلف کمتر می‌کند. روش‌های جدید آبیاری، مصرف صحیح نهاده‌ها، کاهش مصرف سوخت، استفاده از روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی می‌تواند انرژی مصرفی را کاهش دهد. نتایج تحقیقات دیگران نیز این مطلب را بیان می‌کند (Zentner *et al*., 2004; Razzaghi *et al*., 2012) بدین منظور اصلاح و تطبیق ادوات بی‌خاک ورز جدید با شرایط بومی مناطق و کوچکتر کردن ابعاد آن در کاهش انرژی مصرفی بسیار مؤثر است.

جدول ۱۰- شاخص‌های انرژی در تولید محصول سویا در روش‌های مختلف خاک‌ورزی

Table 10- Energy indices in soybean production at different tillage methods

تیمار Treatment	انرژی نهاده (مگاژول) Input energye (MJ)	انرژی ستاده (مگاژول) Ouput energy (MJ)	عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار) Crop yield ($kg\ ha^{-1}$)	نسبت انرژی Energy ratio	شدت انرژی (مگاژول بر کیلوگرم) Energy intensity ($MJ\ kg^{-1}$)	افزوده خالص انرژی (مگاژول) Net energy gain (MJ)	بهره‌دهی انرژی (کیلوگرم بر مگاژول) ($kg\ MJ^{-1}$)
بی خاک‌ورزی با ردیف کار No-till by planter	18814.8	76231.4	3203	4.05	5.87	57416.6	0.17
بی خاک‌ورزی با خطی کار No-till by grain drill	19129.5	85965.6	3612	4.5	5.3	66836.1	0.19
خاک‌ورزی مرسوم Convetional tillage	19512.1	69234.2	2909	3.55	6.71	49722.1	0.15
کم خاک‌ورزی Minimum tillage	18701.7	66473.4	2794	3.55	6.71	47771.7	0.15

در مجموع روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی با ادوات موجود و همچنین بهینه‌سازی آن‌ها برای کار با تراکتورهای کوچکتر و سازگار نمودن آنها با شرایط کشاورزی بومی هر منطقه، میزان انرژی مصرفی را کاهش می‌دهد. در صورت مدیریت صحیح و استفاده بهینه از نهاده‌های موجود، میزان انرژی ستانده افزایش می‌یابد و باعث افزایش نسبت انرژی می‌گردد. نتایج به‌دست آمده بیانگر آن است که استفاده از منابع انرژی به‌صورت کارآمد و مؤثر در مدیریت صحیح تولید، کارایی مصرف انرژی را افزایش داده و می‌توان برای رسیدن به کشاورزی پایدار، سیاست‌گذاری‌ها را در جهت کاهش مصرف انرژی منابع تولید و حفظ و بقای انرژی سوق داد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بررسی شاخص‌های انرژی در تولید محصولات کشاورزی با توجه به ضرورت کاهش مصرف انرژی مهم است. در میان روش‌های خاک‌ورزی استفاده شده، ادوات بی‌خاک‌ورز، شاخص‌های مطلوب‌تری را به‌دست آورده‌اند. ابعاد بزرگ خطی‌کار بی‌خاک‌ورز، اگرچه وزن دستگاه و انرژی کاربرد ماشین را افزایش داده است، اما نفوذ بهتر در داخل خاک و چند منظوره بودن برای کاشت محصولات متراکم و یا ردیفی، بعضی از معایب آن را جبران کرده است. نتایج نشان داد که روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی، با توجه به دقت کاشت و بهبود شاخص‌های انرژی، جایگزین مناسبی به جای روش مرسوم برای تولید سویا هستند. لذا پیشنهاد می‌گردد که با اصلاح و بهینه‌سازی ردیف‌کارهای موجود و افزایش شاخص‌های فنی دقت کاشت در آن همراه با مدیریت صحیح روش بی‌خاک‌ورزی برای مراحل داشت، صنعت بومی‌سازی ادوات خاک‌ورزی حفاظتی را تقویت نموده تا حرکت به سمت روش‌های نوین تسریع و پایداری منابع تولید و انرژی تضمین گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در طول اجرای پروژه تحقیقاتی ملی و مشترک به شماره ۹۱۰۰۷-۱۴۰۳-۱۴-۰۳، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Aina, P. O. 2011. Conservation tillage for sustainable agricultural productivity. Nigerian Branch Conference Tillage for Agricultural Productivity and Environmental sustainability 21-24.
2. Almasi, M., Sh. Kiani, and N. Loveimi. 2008. Principles of Agricultural Mechanization. Fourth Edition. Jungle publication. 293p. (In Farsi).
3. Behroozi Lar, M., Z. Khoda Rahm Poor, M. Amini, and M. Nadimi. 2009. Energy coefficient for wheat production in Iran. Internation Commission of Agricultural and Biological Engineers, Section V. Conference "Technology and Management to Increase the Efficiency in Sustainable Agricultural Systems", Rosario, Argentina.
4. Hobbs, P., R. Gupta, and C. Meisner. 2006. Conservation agriculture and its applications in south Asia. Available from:http://www.betuco. be/CA.
5. Hussain, Z., M. Azam Khan, and M. Irfan. 2010. Water energy and economic analysis of wheat production under raised bed and conventional irrigation systems: A case study from a semi-arid area of Pakistan. Soil and Tillage Research 109: 61-67.
6. Ju, X. T., C. L. Kou, F. S. Zhang, and P. Christie. 2006. Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the north china plain. Environmental Pollution 143 (1): 117-125.
7. Kaltsas, A. M., A. P. Mamolos, C. A. Tsatsarelis, G. D. Nanos, and K. L. Kalburtji. 2007. Energy budget in organic and conventional olive groves. Agriculture, Ecosystems & Environment 122: 243-251.
8. Kitani, O., T. Jungbluth, R. M. Peart, and A. Ramdani. 1999. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Energy and Biomass Engineering ASAE publication, ST Joseph, MI. Vol 5.
9. Lague, C., and M. Khelifi. 2001. Energy use and time requirements for different weeding strategies in grain corn. Canadian Biosystems Engineering 43: 2.13-2.21.
10. Kiani, S., and E. Houshyar. 2012. Energy consumption of rainfed wheat production in conventional and conservation tillage systems. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4-5: 213-219.
11. McGarry, D., U. P. Pillai, and M.V. Braunack. 2000. Optimizing soil structure condition for cropping without tillage. Proceedings of ISTRO 2000 Conference, Texas, USA.
12. Mousavi Avval, S. H., Sh. Rafiee, A. Jafari, and A. Mohammadi. 2011. Econometric modeling and sensitivity analysis of costs of inputs for sunflower production in Iran. International Journal of Applied Engineering Research, Dindigul 1: 759-766.
13. Peruzzi, M., M. Raffaelli, and S. D. Cioli. 1996. Evaluation of the performances of a peculiar combined machine for direct drilling and two no-till drills for hard winter wheat and maize cultivation. International conference on Agricultural Engineering, Madrid.
14. Pimentel, D., and M. Burgess. 1980. Energy inputs in corn production. In CRC Handbook of Energy Utilization in Agriculture, editor, D. Pimentel. Boca Raton, CRC Press, Inc.
15. Rathke, G. W., B. J. Wienhold, W. W. Wilhelm, and W. Diepenbrock. 2007. Tillage and rotation on corn-soybean energy balances in eastern Nebraska. Soil and Tillage Research 97: 60-70.
16. Razzaghi. M. H., A. Waismoradi, and H. Rahmati. 2012. Eenrgy efficiency of different tillage systems in forage crop production. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4-22: 1644-1652.
17. Senapati, P. C., P. K. Mohapatra, and U. N. Dikshit. 1992. Feed evaluation of seeding devices for finger-millet. Journal of Agricultural Mechanization in Asia 23 (3): 21-24.
18. Shahan, S., A. Jafari, H. Mobli, Sh. Rafiee, and M. Karimi. 2008. Energy use and economical analysis of wheat production in Iran: A case study from Ardabil province. Journal of Agricultural Technology 4 (1): 77-88.
19. Singh, H., D. Mishra, and N. M. Nahar. 2002. Energy use pattern in production agriculture of a typical village in Arid Zone India Part I. Energy Conversion and Management 43 (16): 2275-2286.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Tabatabaeefar, A., H. Emamzadeh, M. Ghasemi Varnamkhasti, R. Rahimizadeh, and M. Karimi. 2009. Comparison of energy of tillage systems in wheat production. Energy 34: 41-45.
21. Tabatabaeifar, A., and M. Safari. 2002. Determination of field efficiency and operation cost of moldboard plow and disc in Kermanshah province. Agricultural Engineering Research Journal 2 (6): 33-43.
22. Yalcin, H., E. Cakir, and E. Aykas. 2005. Tillage parameters and economic analysis of direct seeding, minimum and conventional tillage in wheat. Journal of Agronomy 4 (4): 329-332.
23. Zentner, R. P., G. P. Lafond, D. A. Derksen, C. N. Nagy, D. D. Wall, and W. E. May. 2004. Effect of tillage method and crop rotation on non renewable energy use efficiency for a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies. Soil and Tillage Research 77: 125-136.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 6, No. 2, Fall - Winter 2016, p. 510-523

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۵، ص ۵۲۳-۵۱۰

Comparison of effects of machine performance parameters and energy indices of soybean production in conservation and conventional tillage systems

A. Sharifi[1*] - H. R. Sadeghnezhad[2] - A. Faraji[3]

Received: 07-03-2015
Accepted: 06-07-2015

Introduction

Nowadays, agricultural systems are seeking economic, ecological and bioenvironmental goals for production of agricultural crops with protection and sustainability of the environment. Therefore, there is need to extend sustainable agricultural systems such as conservation agriculture. One of the principles of conservation agriculture is conservation tillage. Conservation tillage is a kind of tillage that retains crop residues on the soil surface or mixes it with soil using related machines. It could also affect on machine performance parameters. Energy consumption for producing one kilogram crop could be studied for conservation tillage. Several researchers have conducted studies on this issue for production of different crops including wheat, sunflower and forage crops. This study conducted to assess machine performance parameters and energy indices of conservation tillage systems for soybean cultivation in Golestan province.

Materials and Methods

This study was conducted to investigate the effects of conservation tillage systems on machine performance and energy indices in soybean production at the Gorgan research station of Golestan Agricultural and Natural Resource Research Center in 2012. The precipitation was 450 mm. Soil texture was silty clay loam. Treatments were four tillage methods, including no-till using row crop direct planter, no-till using grain direct drill, conventional tillage usin a disk harrow with working depth of 10-15 cm and minimum tillage using chisel packer with a working depth of 20 cm. Machine performance parameters and energy indices studied in a farm covered by wheat residues in a randomized complete block design (RCBD) with four treatments and four replications. Machine performance parameters consisted of field efficiency, field capacity, total field capacity and planting uniformity index were measured. Energy indices such as energy ratio, energy productivity, energy intensity and net energy gain were also calculated.

Results and Discussion

The results showed that no-tillage methods by grain drill and row crop planter had the lowest field efficiency (56% and 58.9%, respectively), but had the highest field capacity (0.76 and 0.71 ha h^{-1}, respectively), as the passage of implements in the field was less than that of conventional tillage. Peruzi *et al.,* (1996) also reported that required time for minimum tillage and no-till was 80% less than conventional tillage. No-till using grain drill with the total field capacity of 0.76 ha h^{-1} and conventional tillage with 0.33 ha h^{-1} had the highest and lowest field capacity among the treatments, respectively. Minimum tillage had the best horizontal distribution uniformity for seed placement on the row. No-till using seed drill had the highest energy ratio of 4.5 and yield of 3612 kg ha^{-1}, which were higher than the other treatments. No-till also produced 0.19 kg crop per each MJ energy consumption. It consumed the lowest amount of energy with 5.3 MJ for production of 1 kg soybean and had the highest net energy gain among treatments. Minimum tillage had the lowest consumption of energy with 2030.2 MJ ha^{-1} among the treatments. It had the lowest amount of net energy gain because of having lowest yield (2794 kg ha^{-1}). Zentner *et al*., (2004) and Razzaghi *et al*., (2012) also concluded that conservation tillage systems had the lowest amount of energy consumption compared to the conventional tillage.

Conclusions

The study of energy indices is important for producing agricultural crops to decrease energy consumption. Among the tillage methods, no-till method had the best indices about reducing energy consumption. Although

1- Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2- Agricultural Engineering Research Department, Seed and Plant Improvement Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, AREEO, Golestan, Iran
3- Agricultural Engineering Research Department, Agronomy and Horticulture Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, AREEO, Golestan, Iran
(*- Corresponding Author Email: ahmadsharifi47@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

the size of no-till grain drill will increase the weight and energy consumption of machine, but it well penetrates on the soil. Results showed that minimum tillage and no-till methods are proper alternatives for replacement of conventional method for producing soybean, according to the precise of planting and improvement of energy indices. However, the existing planters can be modified for row crops and increasing of planting accuracy indices with correct management of no-till methods at crop protection stages. It can also help to localize conservation tillage implements and speeding up new methods for reaching to sustainable energy and production resources.

Keywords: Conservation tillage, Conventional tillage, Energy indices, Soybean

www.SID.ir