



دانشگاه گرجان

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی  
جلد بیست و یکم، شماره اول، ۱۳۹۳  
<http://jopp.gau.ac.ir>

## مقایسه مصرف سوخت و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیستم‌های مختلف

### تهیه بستر و کشت سویا در گرگان

\*سیدمجید عالی‌مقام<sup>۱</sup>، افشین سلطانی<sup>۲</sup> و ابراهیم زینلی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۷

#### چکیده

انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی و اثر این گازها بر روی تغییر اقلیم یکی از موضوعات بسیار مهم ریخت‌شناختی محسوب می‌شود. در این مطالعه مقدار مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از عملیات خاک‌ورزی و کشت سویا در گرگان مورد ارزیابی قرار گرفت. این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۱ در ۱۳ مزرعه تولید سویا انجام شد. داده‌ها از طریق مصاحبه شخصی با کشاورزان و یادداشت‌برداری از عملیات مربوط به خاک‌ورزی و کشت جمع‌آوری شد. عملیات مورد مطالعه برای انجام خاک‌ورزی و کشت شامل دستگاه کشت مستقیم (S<sub>1</sub>)، استفاده از خاک‌ورز مرکب و دستگاه کمبینات برای کشت (S<sub>2</sub>)، خاک‌ورزی با دیسک تاندوم و کشت با ردیف‌کار (S<sub>3</sub>) و شخم برگردان و دیسک تاندوم سبک و کشت با دستگاه ردیف‌کار (S<sub>4</sub>) جهت تولید سویا بودند. در بین سیستم‌های مورد بررسی S<sub>3</sub> به‌عنوان سیستم متداول منطقه شناخته می‌شود. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد میزان مصرف سوخت برای سیستم‌های S<sub>1</sub> تا S<sub>4</sub> به‌ترتیب برابر ۱۲، ۳۹، ۴۲ و ۷۲ لیتر در هکتار بود. برای مصرف انرژی این اعداد عبارت از ۶۱۲، ۱۷۳۳، ۱۹۲۲ و ۳۱۸۲ مگاژول در هکتار بودند. از نظر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مقادیر ۷۱، ۱۸۵، ۱۹۷ و ۳۱۵ معادل کیلوگرم دی‌اکسیدکربن در هکتار برای سیستم‌های S<sub>1</sub> تا S<sub>4</sub> به‌دست آمدند. بین سیستم‌های S<sub>2</sub> و S<sub>3</sub> از نظر

\*مسئول مکاتبه: [m.alimagham@gmail.com](mailto:m.alimagham@gmail.com)

مصرف سوخت و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. سیستم S4 بیشترین مصرف سوخت و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا بود. چنین نتیجه گرفته شد که در مزارع تولید سویا به‌کارگیری سیستم کشت مستقیم می‌تواند مصرف سوخت و انرژی و همچنین گرمایش جهانی در بخش استفاده از ماشین‌ها و مصرف سوخت برای تهیه بستر و کاشت را کاهش دهد.

**واژه‌های کلیدی:** انرژی، سوخت، گازهای گلخانه‌ای، خاک‌ورزی و کشت، سویا

#### مقدمه

امروزه، به دلیل افزایش جمعیت، کاهش زمین‌های قابل کشت و بهبود سطح رفاه زندگی میزان مصرف انرژی در بخش کشاورزی افزایش یافته است. برای تأمین غذای جمعیت رو به افزایش نیاز به استفاده فشرده از کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها، ماشین‌های کشاورزی، انرژی برق و منابع طبیعی می‌باشد (برات و همکاران، ۲۰۱۱). اما این در حالی است که منابع فسیلی محدود می‌باشند و نیز برای حفظ این منابع برای نسل‌های آینده بشر استفاده صحیح و با کارایی بالا از این منابع امری الزامی است (برون و همکاران، ۱۹۹۸). از طرف دیگر افزایش استفاده فشرده از منابع انرژی باعث مشکلات زیست‌محیطی می‌شود (آلووین و همکاران، ۲۰۱۱). در طی دهه‌های گذشته غلظت گاز دی‌اکسیدکربن با سرعت زیادی در جو زمین افزایش داشته است. اگر سوزاندن سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای با روند فعلی ادامه داشته باشد، احتمال تغییر اقلیم شدیدی در آیند وجود دارد (ماسجوکی و همکاران، ۲۰۰۲؛ جین - باپتیسته و داکروکس، ۲۰۰۳). در تولید گیاهان زراعی، سوزاندن سوخت‌های فسیلی برای انجام عملیات زراعی سهم زیادی از انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا است (روبرتسون و همکاران، ۲۰۰۰؛ دایر و دسجاردینز، ۲۰۰۳؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳). کمبود منابع انرژی از یک سو و افزایش قیمت جهانی انرژی و حامل‌های آن، نگرانی‌ها و فشارهای بین‌المللی و ضرورت توجه به توسعه پایدار از سوی دیگر سیاست‌گذاران را برآن داشته است تا راهکارهایی را برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش کشاورزی اتخاذ نمایند. راهبرد بخش کشاورزی ترویج نظام‌هایی از تولید محصولات کشاورزی است که بتوانند به‌ازای مصرف کمتر انرژی مقدار بیشتری انرژی تولید کنند (دالگارد، ۲۰۰۰؛ تزلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵). طبق پیمان‌نامه کیوتو (۱۹۹۷) توسعه کشاورزی با

کارایی مصرف انرژی بالا می‌تواند در کاهش مقدار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های کشاورزی مؤثر باشد. استفاده بهینه از انرژی در کشاورزی مشکلات زیست‌محیطی را کاهش داده و از تخریب منابع طبیعی جلوگیری می‌کند. همچنین، باعث گسترش کشاورزی پایدار می‌شود (آلووین و همکاران، ۲۰۱۱).

در تولید محصولات زراعی، عملیات خاک‌ورزی یکی از بخش‌های پرمصرف انرژی است. بورین و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که ۳۰ درصد از کل انرژی مصرف شده در مزرعه مربوط به بخش خاک‌ورزی بود. همچنین، یافته‌های سلطانی و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که در سناریوهای مختلف تولید گندم در گرگان، به‌طور میانگین، ۵۳ درصد از کل انرژی سوخت مصرفی عملیات زراعی در بخش تهیه بستر مورد استفاده قرار می‌گیرد که این مقدار انرژی معادل ۲۳ درصد از کل انرژی مصرفی برای تولید این محصول بود.

مطالعاتی در ارتباط با مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تولید سویا انجام شده است. راتکه و همکاران (۲۰۰۷) اثر تناوب و نوع شخم بر مقدار انرژی مصرفی در تولید سویا و ذرت در ایالت نبراسکای آمریکا طی ۱۶ سال را مورد بررسی قرار دادند. کروز و همکاران (۲۰۱۰) مقدار انرژی سوخت در دو سیستم کشت متداول و کشت با مصرف کمتر نهاده‌های برون مزرعه‌ای در تناوب سویا و ذرت را مورد مقایسه قرار داده است. در ایران، مطالعاتی در زمینه مصرف و تثبیت انرژی در زراعت سویا انجام شده است (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱؛ رامدانی و همکاران، ۲۰۱۱). در این مطالعات، مقادیر کلی انرژی ورودی و خروجی در مزارع سویا مورد بررسی قرار گرفته است، اما روش‌های مختلف تهیه بستر و کاشت به‌صورت جداگانه از نظر این شاخص‌ها مورد مطالعه قرار نگرفته است. همچنین، در ایران مطالعه‌ای در ارتباط با انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزارع سویا انجام نشده است.

بخش کشاورزی پس از حمل و نقل بزرگ‌ترین مصرف‌کننده گازوئیل در کشور می‌باشد (وزارت نیرو، ۱۳۸۹). مقدار مصرف انرژی حاصل از مصرف گازوئیل در بخش کشاورزی در سال ۱۳۸۹ معادل ۴۴۴۱۲۶۲ هزار بشکه گازوئیل (۱۲/۷۹ درصد از کل مصرف گازوئیل کشور) و به ارزش ۴/۲۸ میلیارد بوده است (وزارت نیرو، ۱۳۸۹). با توجه به روند فزاینده مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران، لازم است وضعیت فعلی مصرف انرژی در این بخش مورد بررسی قرار گیرد. از طرفی با توجه به این‌که استان گلستان بیشترین سطح زیر کشت سویا در کشور (۸۰ درصد از کل سطح زیر کشت سویا در کشور) را دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۰)، بررسی مصرف سوخت و انرژی و انتشار گازهای

گلخانه‌ای ناشی از تولید سویا در این منطقه الزامی است. از این رو، این پژوهش با هدف کمی کردن مقدار مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از عملیات خاک‌ورزی و کشت سویا در گرگان برای شناسایی سیستم‌هایی با مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتر انجام شد.

### مواد و روش

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۱ در ۱۳ مزرعه تولید سویا در گرگان انجام شد. داده‌ها از طریق مصاحبه شخصی (چهره به چهره) با کشاورزان و یادداشت‌برداری از عملیات مربوط به خاک‌ورزی و کشت جمع‌آوری شد. در این مزارع انرژی ورودی کاربرد ادوات کشاورزی، مقدار سوخت موردنیاز برای عملیات و مدت زمان به‌کارگیری ادوات محاسبه و بررسی شد.

سیستم‌های مورد مطالعه برای انجام خاک‌ورزی و کشت شامل دستگاه کشت مستقیم (S<sub>1</sub>)، استفاده از دستگاه مرکب برای خاک‌ورزی و کشت (S<sub>2</sub>)، خاک‌ورزی با دیسک و استفاده از ردیف‌کار بشکه‌ای برای کشت (S<sub>3</sub>) و شخم برگردان و دیسک تاندوم سبک و کشت با دستگاه ردیف‌کار بشکه‌ای (S<sub>4</sub>) جهت تولید سویا بودند (جدول ۱). از سیستم‌های S<sub>2</sub>، S<sub>3</sub> و S<sub>4</sub> برای هر کدام چهار مزرعه وجود داشت که به منزله چهار تکرار برای هر کدام در نظر گرفته شد. با توجه به تعداد اندک مزارع سویا برای سیستم کشت مستقیم، فقط یک مزرعه برای این سیستم مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱- مشخصات هر یک از سیستم‌های مورد مطالعه.

سیستم	کشتن مورد استفاده	خاک‌ورزی*	کاشت	درصد سطح زیر کشت
S <sub>1</sub>	تراکتور نیولند	-	کشت توسط دستگاه کشت مستقیم	کمتر از ۰/۵
S <sub>2</sub>	تراکتور نیولند	۲ بار خاک‌ورزی توسط دستگاه مرکب شامل سیکلوتیلر + غلطک + دیسک افست نیمه سنگین ۳۲ یا ۳۶ پره	کشت توسط دستگاه مرکب شامل سیکلوتیلر + غلطک + خطی‌کار	۲
S <sub>3</sub>	تراکتور فرگوسن	۳ بار خاک‌ورزی توسط دیسک تاندوم سبک ۲۸ پره	کاشت توسط دستگاه ردیف‌کار بشکه‌ای	۷۲/۵
S <sub>4</sub>	تراکتور فرگوسن	۱ بار شخم توسط گاواهن سوکی سه خیش + ۳ بار دیسک توسط دیسک تاندوم سبک ۲۸ پره	کاشت توسط دستگاه ردیف‌کار بشکه‌ای	۲۵

\* مشخصات تک تک ماشین‌های مورد استفاده در هر یک از سیستم‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۱)، شماره (۱) ۱۳۹۳

جدول ۲- انواع مختلف ماشین‌آلات و ادوات مورد استفاده برای کشت سویا در گرگان به همراه وزن و عمر مفید دستگاه‌ها (لوب و همکاران، ۲۰۱۳).

وسيله *	مدل	شرکت	وزن (کیلوگرم)	عمر مفید
تراکتور فرگوسن	مسی فرگوسن ۲۸۵		۳۳۰۰	۱۲۰۰۰
تراکتور نیولند	TM155		۵۳۸۰	۱۲۰۰۰
گاواهن برگردان‌دار سوکی ۳ خیش	GAK-P-12-13	قطعات آهانگری خراسان	۳۴۰	۲۴۰۰
دیسک تاندوم سبک ۲۸ پره	یدک کش با پره ۱۸ اینچی	ماشین گستر جویبار	۵۷۵	۱۵۰۰
سیکلوتیلر + غلطک	عرض کار ۲/۵ متر	بازرگانی نوروزی	۱۴۵۰	۲۴۰۰
دیسک افست نیمه سنگین ۳۲ پره	GAK-OTO-R140	قطعات آهانگری خراسان	۱۶۰۰	۲۴۰۰
دیسک افست سنگین ۳۶ پره ۲۴ اینچ	GAK-OTO-R140	قطعات آهانگری خراسان	۲۴۰۰	۲۴۰۰
خطی کار**	TAKA254	تولید ادوات کشاورزی اراک- تاکا	۵۸۰	۱۵۰۰
دستگاه کشت مستقیم ۵ ردیفه مدل	SAM 135.200	SEMATO برزیل	۸۰۰	۲۴۰۰
ردیفکار بشکه‌ای ۵ ردیفه	204H18	شرکت بازرگانی و خدمات پس از فروش تراکتورسازی ایران	۳۰۰	۱۵۰۰

\* اجزای دستگاه‌های مرکب خاک‌ورزی و کشت در جدول ۱ توضیح داده شده است و در این جدول اطلاعات اجزای این ماشین‌ها به صورت جداگانه آورده شده است.

\*\* در واقع این دستگاه برای کشت غلات طراحی شده است اما کشاورزان از طریق بستن ردیف‌های کشت، فاصله ردیف را برای کشت سویا تنظیم کرده‌اند و این ماشین را برای کشت این محصول استفاده می‌کنند.

با ضریب مقدار سوخت مصرفی در ضریب تبدیل سوخت به انرژی (هر لیتر معادل ۳۸ مگاژول انرژی است) (وزارت نفت، ۱۳۸۶)، مقدار انرژی در بخش مصرف سوخت برای هر یک از عملیات محاسبه شد. انرژی استفاده از ماشین‌ها شامل ساخت و نگهداری ماشین‌ها و انتقال آن‌ها به مزارع می‌باشد. مقدار انرژی استفاده از ماشین‌ها برای هر عملیات به صورت زیر محاسبه شد:

$$TE = UEH \times t \quad (1)$$

$$UEH = (UEW \times W) / ULT \quad (2)$$

در روابط (۱) و (۲)، TE: انرژی حاصل از استفاده از ماشین (مگاژول در هکتار)؛ UEH: انرژی مصرفی ادوات و ماشین‌ها برای انجام عملیات زراعی بر حسب (مگا ژول در ساعت)؛ t: مدت زمان کاربرد ماشین (ساعت در هکتار)؛ UEW: انرژی موردنیاز برای ساخت، تعمیر و نگهداری و حمل و

نقل ماشین بر حسب مگاژول بر کیلوگرم؛  $W$ : وزن ماشین بر حسب کیلوگرم؛  $ULT$ : عمر مفید ماشین‌ها بر حسب ساعت. وزن و عمر مفید هر یک از ماشین‌ها در جدول ۳ آورده شده است. به‌منظور بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای از شاخص پتانسیل گرمایش جهانی<sup>۱</sup> استفاده شد. این شاخص عبارت از مجموع گازهای گلخانه‌ای تولید شده می‌باشد که به‌صورت معادل دی‌اکسیدکربن بیان می‌شود (IPCC, ۱۹۹۶). در این پژوهش برای محاسبه  $GWP$ ، انتشار سه گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن، اکسید نیتروس و متان ناشی از مصرف انرژی برای تولید نهاده‌های کشاورزی و انجام عملیات مختلف زراعی مدنظر قرار گرفت. نهاده‌ها و عملیات موردنظر شامل: تولید، بسته‌بندی و انبارداری کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم، سموم علف‌کش و حشره‌کش، مصرف سوخت‌های فسیلی برای انجام عملیات زراعی، مصرف الکتریسیته برای پمپاژ آب به سطح زمین، تولید و نگهداری ماشین‌های کشاورزی بودند.

طی مراحل زیر اقدام به محاسبه  $GWP$  شد:

۱. معادل انرژی مصرف شده برای تولید و استفاده از هر یک از نهاده‌های مصرفی و همچنین معادل انرژی برای انجام هر یک از عملیات زراعی به‌منظور تولید سویا بر اساس روش توضیح داده شده در بخش انرژی محاسبه شد.
۲. سهم منابع مختلف انرژی مورد استفاده شامل الکتریسیته، گاز طبیعی، گازوییل، روغن و نفت برای تولید هر یک از نهاده برآورد شد (گرین، ۱۹۸۷؛ تزلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵).
۳. بعد از مشخص شدن سهم هر یک از منابع انرژی در تولید نهاده‌های مختلف، مقدار انتشار هر یک از گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروس ناشی از مصرف منابع انرژی مختلف با کمک ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای مصرف هر ژول انرژی برای هر منبع انرژی به‌صورت جداگانه محاسبه گردید (DCC, ۲۰۰۸).
۴. با توجه به پتانسیل متفاوت ایجاد اثر گلخانه‌ای برای سه گاز دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروس (هر کیلوگرم اکسید نیتروس و متان به‌ترتیب معادل ۳۱۰ و ۲۱ کیلوگرم گاز دی‌اکسید کربن اثر گلخانه‌ای دارند؛ IPCC, ۱۹۹۶)، کل گازهای گلخانه‌ای منتشر شده به صورت معادل دی‌اکسید کربن محاسبه شد که همان شاخص  $GWP$  می‌باشد.

1- Global Warming Potential (GWP)

۵. پس از محاسبه کل GWP، مقادیر GWP در واحد سطح (کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در هکتار)، در واحد وزن دانه تولید شده (کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در تن دانه سویا)، در واحد انرژی ورودی (کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در گیگاژول) و در واحد انرژی خروجی (کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در گیگاژول) نیز محاسبه شد.

تجزیه آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل توسط نرم‌افزار SAS انجام شد، به صورتی که هر سیستم تیمار و هر مزرعه تکرار داخل آن تیمار در نظر گرفته شد (سلطانی، ۲۰۰۸).

### نتایج و بحث

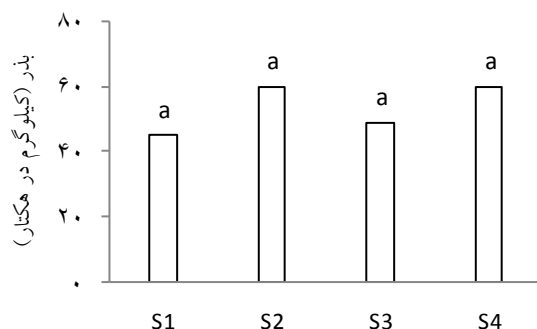
**مصرف بذر:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین مقدار بذر مصرف شده در سیستم‌های مورد مطالعه نداشت (جدول ۲، شکل ۱). در سیستم‌های مختلف کشت مقدار بذر مصرف شده جهت کشت یک هکتار زمین ۶۰-۵۰ کیلوگرم بود (شکل ۱). حداقل تراکم بهینه برای ارقام شاخه‌دار سویا ۲۵۰ هزار بوته در مزرعه گزارش شده است.

در صورتی‌که وزن هزار دانه رقم D.P.X سویا ۱۸۰ گرم در نظر گرفته شود، حداقل ۴۵ کیلوگرم در هکتار بذر خالص با ۱۰۰ درصد سبز شدن موردنیاز است. در زراعت سویا مقدار بذر موردنیاز ۶۰ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که این مقدار بذر تراکمی حدود ۲۵۰ تا ۴۰۰ هزار بوته در هکتار تولید می‌کند.

جدول ۳- تجزیه واریانس برای مقدار بذر مصرفی (S)، زمان (T)، سوخت مصرفی (F)، انرژی ناشی از مصرف سوخت (FE)، انرژی ناشی از استفاده از ماشین (ME)، انرژی کل (TE)، انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت (FG)، انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از استفاده از ماشین‌ها (MG) و کل انتشار گازهای گلخانه‌ای (TG) برای سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و کشت.

منبع تغییر	df	S	T	F	FE	ME	TE	FG	MG	TG
سیستم	۳	۱۵۱ <sup>ns</sup>	۱۴ <sup>**</sup>	۱۴۰۹ <sup>**</sup>	۲۰۳۵۲۰۷ <sup>*</sup>	۲۵۶۲۳ <sup>**</sup>	۲۵۰۷۸۳۶ <sup>**</sup>	۱۲۳۸۲ <sup>**</sup>	۱۳۳۸ <sup>*</sup>	۲۱۶۵۳ <sup>**</sup>
خطا	۹	۹۱	۱	۱۴۱	۲۰۳۳۵۱	۴۸۹۵	۲۱۶۵۳۰	۱۲۳۷	۲۵۲	۱۶۳۶
ضریب‌تغییرات (درصد)	۱۷	۲۸	۲۵	۲۵	۲۰	۲۲	۲۵	۲۰	۱۸	۱۸

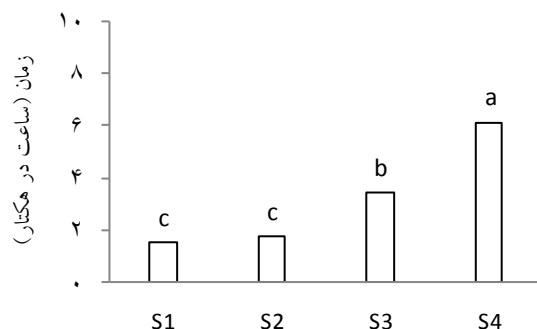
<sup>ns</sup>، \* و \*\* به ترتیب بیان گر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح اطمینان یک و پنج درصد.



شکل ۱- مقادیر مصرف بذر در هر یک از سیستم‌های مطالعه شامل، S<sub>1</sub>. کشت مستقیم S<sub>2</sub>. خاک‌ورز و ردیفکار مرکب S<sub>3</sub>. کشت با ردیف کار بعد از دیسک تاندوم سبک S<sub>4</sub>. کشت با ردیفکار بعد از شخم و دیسک (حروف بر روی هر ستون نشان دهنده نتیجه مقایسه میانگین‌ها در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد).

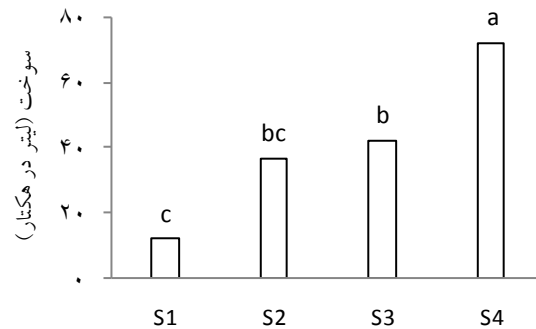
مدت زمان استفاده از ماشین‌ها: بین روش‌های مورد مطالعه از نظر مدت زمان انجام عملیات در سطح اطمینان یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). مدت زمان استفاده از ماشین‌ها برای انجام سیستم S<sub>4</sub>، ۶ ساعت در هکتار طول کشید که در بین سیستم‌ها مورد مطالعه بیشترین زمان استفاده از ماشین‌ها را دارا بود. سیستم S<sub>1</sub> و S<sub>2</sub> به ترتیب با مدت زمان ۱/۵ و ۱/۷ ساعت در هکتار استفاده از ماشین‌ها، کمترین زمان استفاده از ماشین‌ها را داشت (شکل ۲). به‌طور معمول سویا در گرگان به‌صورت محصول دوم کشت می‌شود. در مواردی مانند هم‌زمانی وقوع باران‌های فصلی با خاک‌ورزی- کشت سویا که باعث تأخیر در زمان کشت می‌شود و یا در مدیریت مزارع بزرگ که برای استفاده بهینه از طول فصل رشد نیاز به سرعت عمل در این مزارع می‌باشد، انجام سیستم خاک‌ورزی- کشت با سرعت بالا دارای اهمیت است، چون تأخیر در کشت سویا می‌تواند باعث افت عملکرد محصول شود. بنابراین در صورت وجود امکانات لازم، می‌توان با به‌کارگیری سیستم‌های S<sub>1</sub> و S<sub>2</sub> نسبت به سیستم S<sub>3</sub> و S<sub>4</sub> استفاده بهتری از زمان را در هنگام کشت سویا داشت و از به تأخیر افتادن کشت جلوگیری کرد. زینلی و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند در منطقه گرگان از تاریخ ۳۰ اردیبهشت تا ۱۳ تیر به ازای هر روز تأخیر در کشت سویا عملکرد این محصول به مقدار ۴۸ کیلوگرم کاهش داشت. فراهانی پاد و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند، در ماهدشت کرج بعد از ۲۹ اردیبهشت به‌ازای هر روز تأخیر کشت سویا، عملکرد این محصول ۳۳ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت.





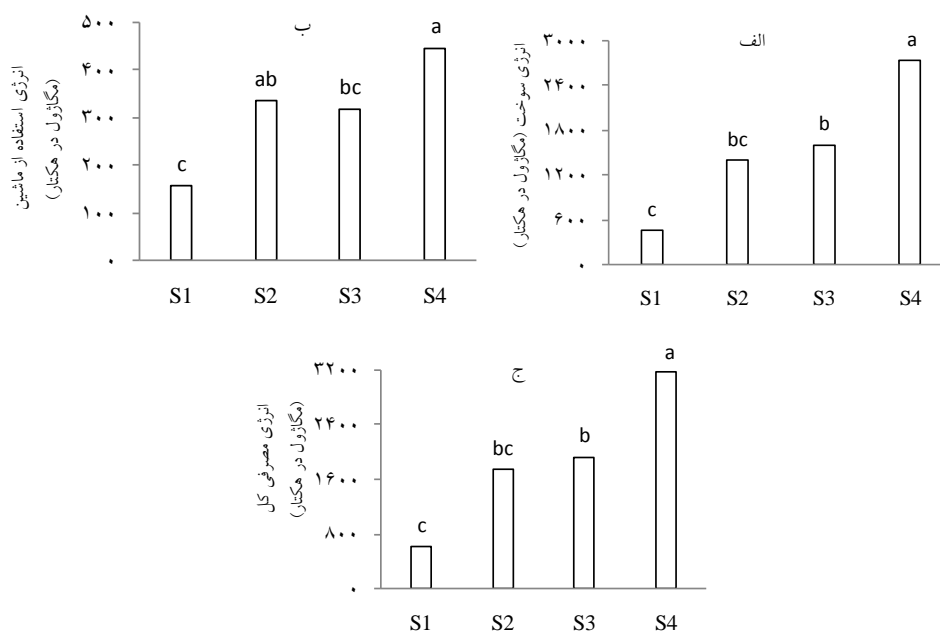
شکل ۲- مدت زمان مورد نیاز در هر یک از سیستم‌های مورد مطالعه شامل، S<sub>1</sub>. کشت مستقیم S<sub>2</sub>. خاک‌ورز و ردیف‌کار مرکب S<sub>3</sub>. کشت با ردیف‌کار بعد از دیسک تاندوم سبک S<sub>4</sub>. کشت با ردیف‌کار بعد از شخم و دیسک (حروف بر روی هر ستون نشان دهنده نتیجه مقایسه میانگین در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد).

**مصرف سوخت:** از نظر سوخت بیشترین مقدار مصرف جهت آماده‌سازی زمین و کشت سویا با مقدار ۷۲ لیتر در هکتار در سیستم S<sub>4</sub> بود. کمترین مصرف سوخت با مقدار ۱۲ لیتر در هکتار در سیستم S<sub>1</sub> مشاهده شد (شکل ۳). مقدار مصرف سوخت در سیستم S<sub>2</sub> و سیستم S<sub>3</sub> به ترتیب ۳۷ و ۴۲ لیتر در هکتار بود که از نظر آماری بین این دو سیستم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲، شکل ۳). فیلیپوویچ و همکاران (۲۰۰۶) مقدار مصرف سوخت برای سه نوع سیستم خاک‌ورزی- کشت شامل خاک‌ورزی متداول- کشت، شخم کم- کشت و کشت مستقیم را به ترتیب ۷۱، ۳۵ و ۷/۵ لیتر در هکتار گزارش کردند. آرویدسن (۲۰۱۰) گزارش کرد برای انجام شخم برگردان با عمق ۲۰ سانتی‌متر در خاک‌های رسی و سیلت لومی به ترتیب ۵۴ و ۲۷ لیتر سوخت در هکتار مصرف شد. در همین مطالعه مقدار مصرف سوخت برای یک بار دیسک زدن در خاک‌های رسی و لومی- سیلتی را به ترتیب ۱۳ و ۸ لیتر در هکتار گزارش کرد.



شکل ۳- مقادیر سوخت مصرفی در هر یک از سیستم‌های مورد مطالعه شامل، S1. کشت مستقیم S2. خاک‌ورز و ردیف‌کار مرکب S3. کشت با ردیف‌کار بعد از دیسک تاندوم سبک S4. کشت با ردیف‌کار بعد از شخم و دیسک (حروف بر روی هر ستون نشان دهنده نتیجه مقایسه میانگین در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد).

**مصرف انرژی:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد مقدار مصرف انرژی برای انجام سیستم‌های مختلف مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲، شکل ۴). برای سیستم‌های تهیه بستر- کشت، انرژی مورد استفاده برای تأمین سوخت و به‌کارگیری ماشین‌ها محاسبه شد. در بخش انرژی سوخت، بیشترین مصرف با مقدار ۲۷۳۶ مگاژول در هکتار در سیستم S4 مشاهده شد که با سایر سیستم‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۴- الف). کمترین مصرف انرژی در بخش سوخت با مقدار ۴۵۶ مگاژول در هکتار در سیستم S1 بود (شکل ۴- الف). بین سیستم‌های S2 و S3 به ترتیب با مقدار ۱۳۹۹ و ۱۶۰۵ مگاژول در هکتار از نظر مصرف انرژی در بخش سوخت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.



شکل ۴. مقادیر انرژی مصرفی در بخش استفاده از سوخت (الف)، ماشین‌آلات (ب) و کل انرژی مصرف شده در هر یک از سیستم‌های مورد مطالعه شامل، S<sub>1</sub>. کشت مستقیم S<sub>2</sub>. خاک‌ورز و ردیف‌کار مرکب S<sub>3</sub>. کشت با ردیف‌کار بعد از دیسک تاندوم سبک S<sub>4</sub>. کشت با ردیف‌کار بعد از شخم و دیسک (حروف بر روی هر ستون نشان دهنده نتیجه مقایسه میانگین در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد).

انرژی مصرفی در بخش استفاده از ماشین‌ها خود به دو بخش انرژی مصرفی استفاده از تراکتور و انرژی استفاده از دنباله‌بند تقسیم می‌شود. در بخش استفاده از تراکتور کمترین مصرف انرژی با مقدار ۸۵ مگاژول در هکتار برای سیستم S<sub>1</sub> و بیشترین آن (۱۹۱ مگاژول در هکتار) برای سیستم S<sub>4</sub> محاسبه شد. در بخش استفاده از دنباله‌بند کمترین مصرف انرژی با مقدار ۷۱ مگاژول در هکتار در سیستم S<sub>4</sub> مشاهده شد. بین سیستم‌های S<sub>2</sub>، S<sub>3</sub> و S<sub>4</sub> از نظر مصرف انرژی در بخش استفاده از دنباله‌بند اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. از نظر مجموع انرژی مصرفی در بخش سوخت و استفاده از ماشین‌ها سیستم S<sub>1</sub> با مقدار ۶۱۲ مگاژول در هکتار کمترین و سیستم S<sub>4</sub> با مقدار ۳۱۸۲ مگاژول در هکتار بیشترین مصرف را داشت (شکل ۴-ب). بین سیستم‌های S<sub>2</sub> (۱۷۳۳ مگاژول در هکتار) و S<sub>3</sub> (۱۹۲۲ مگاژول

در هکتار) از نظر کل مصرف انرژی در بخش سوخت و ماشین‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴- الف و ب).

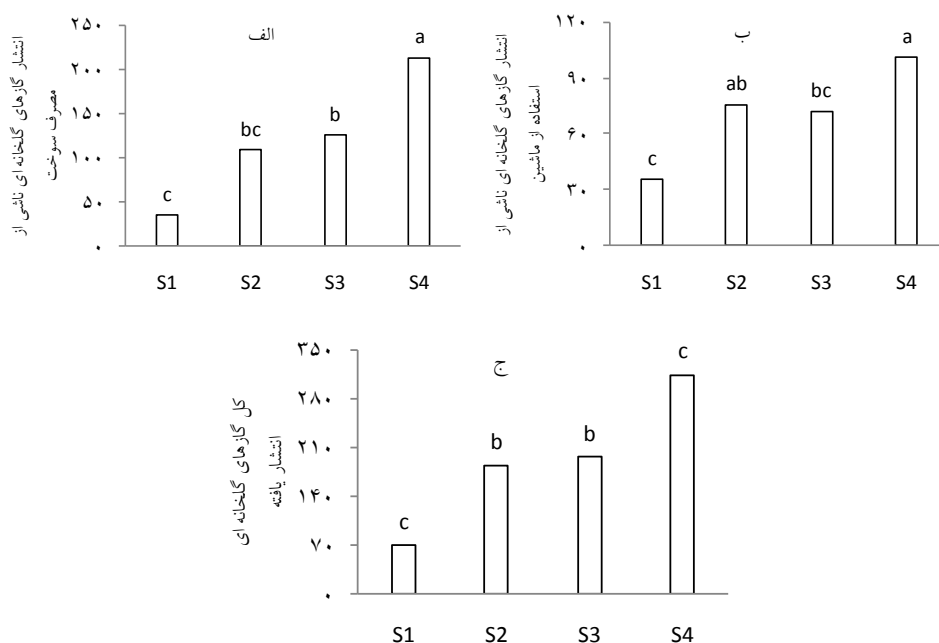
پژوهش‌گران گزارش کردند که روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی مصرف انرژی را نسبت به روش خاک‌ورزی متداول به صورت معنی‌داری کاهش می‌دهند (فیلوپویچ و همکاران، ۲۰۰۶؛ آرویدسن، ۲۰۱۰). کشاورزان از طریق کاهش مصرف سوخت می‌توانند هزینه‌های تولید را کاهش دهند. همچنین، روش‌های کم‌خاک‌ورزی و یا بدون خاک‌ورزی تردد ماشین‌ها در داخل مزرعه را کاهش می‌دهند (طباطبایی فر و همکاران، ۲۰۰۹). آرویدسون (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای سناریوهای مختلف خاک‌ورزی و کشت را از نظر مصرف انرژی مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه بیشترین مصرف انرژی با مقدار ۱/۱ گیگاژول در هکتار مربوط به سناریویی بود که در آن خاک‌ورزی توسط گاواهن برگردان‌دار و دیسک انجام شد. کمترین انرژی با مقدار ۰/۳ گیگاژول در هکتار، در سناریویی مصرف شد که در آن کشت مستقیم انجام شد. خالدیان و همکاران (۲۰۱۰) مقدار مصرف انرژی برای دو روش کشت مستقیم و خاک‌ورزی متداول (شامل شخم برگردان تا عمق ۲۵ سانتی‌متر و دیسک) جهت تولید سه گیاه زراعی ذرت، گندم و سورگوم را مورد مطالعه قرار دادند. ایشان گزارش کردند که مصرف انرژی در بخش سوخت و استفاده از ماشین‌ها برای روش کشت مستقیم کمتر از روش متداول بود. برای تولید ذرت در روش متداول انرژی مصرفی در بخش مصرف سوخت و استفاده از ماشین‌ها به ترتیب ۳۲۹۶ و ۹۸۴ مگاژول در هکتار گزارش شد این در حالی بود که برای تولید همین محصول با استفاده از روش کشت مستقیم انرژی مصرفی در بخش مصرف سوخت و استفاده از ماشین‌ها به ترتیب ۱۶۳۵ و ۴۸۸ مگاژول در هکتار بود. ماری و چانگینگ (۲۰۰۷) سیستم‌های متداول خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و کشت مستقیم را از نظر مصرف سوخت و انرژی مقایسه کردند. ایشان نشان دادند بیشترین مصرف انرژی (۷۹۶۹ مگاژول در هکتار) در بخش مصرف سوخت برای سیستم متداول و کمترین مصرف انرژی (۴۰۹۹ مگاژول در هکتار) برای سیستم کشت مستقیم محاسبه شد. در این مطالعه در روش کم‌خاک‌ورزی ۷۹۳۸ مگاژول در هکتار انرژی مصرف شد. سیستم‌های مورد مطالعه به غیر از سیستم خاک‌ورزی- کشت در بقیه موارد زراعی از نظر مصرف نهاده‌ها یکسان بودند. در همین مطالعه مقدار انرژی مصرف شده در بخش استفاده از ماشین‌ها برای سیستم متداول، سیستم کم‌خاک‌ورزی و سیستم کشت مستقیم به ترتیب ۸۵۸، ۹۱۰ و ۷۷۱ مگاژول در هکتار گزارش شد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت، استفاده از ماشین‌ها و کل گازهای منتشر شده در هر یک از سیستم‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲، شکل ۵). مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت بیشتر از استفاده از ماشین‌ها بود (شکل ۵-الف، ب). بیشترین گازهای منتشر شده (۲۱۳) معادل کیلوگرم دی‌اکسید کربن در هکتار) در سیستم  $S_4$  و کمترین گازهای گلخانه‌ای منتشر شده ناشی از سوخت (۳۷ معادل کیلوگرم دی‌اکسید کربن در هکتار) برای سیستم  $S_1$  بود (شکل ۵-الف). فیلپیویچ و همکاران (۲۰۰۶) مقدار گازهای گلخانه‌ای منتشر شده ناشی از مصرف سوخت برای سه نوع سیستم خاک‌ورزی- کشت شامل شخم متداول- کشت، شخم کم- کشت و کشت مستقیم برای کشت سویا را به ترتیب ۱۶۰، ۸۵ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار گزارش کرده‌اند.

گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در بخش استفاده از ماشین‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مقدار گازهای منتشر شده در بخش استفاده از تراکتور کمتر از مقدار منتشر شده ناشی از استفاده از دنباله‌بند بود. کمترین و بیشترین گازهای گلخانه‌ای منتشر شده ناشی از استفاده از ماشین‌ها (تراکتور و دنباله‌بند) به ترتیب در سیستم‌های  $S_1$  و  $S_4$  بود (شکل ۵-ب).

مقایسه مقدار کل گازهای منتشر شده در سیستم‌های مورد مطالعه نشان داد سیستم  $S_4$  با مقدار ۳۱۵ معادل کیلوگرم دی‌اکسید کربن در هکتار بیشترین اثر زیست‌محیطی را داشت. این در حالی بود که سیستم  $S_1$  با مقدار ۷۱ معادل کیلوگرم دی‌اکسید کربن در هکتار آثار زیست‌محیطی کمتری داشت (شکل ۵-ج). میانگین انتشار کربن برای تولید گیاه سویا برای سیستم‌های خاک‌ورزی متداول، کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی به ترتیب ۱۶۸، ۱۴۶ و ۱۳۷ کیلوگرم کربن در هکتار گزارش شده است (وست و مارلند، ۲۰۰۲).

به‌طور کلی مقدار گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در سیستم‌های  $S_2$ ،  $S_3$  و  $S_4$  نسبت به سیستم  $S_1$  به ترتیب ۲/۶، ۲/۸ و ۴/۲ برابر بیشتر بود. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیستم  $S_1$  به دلیل کاهش مصرف سوخت و کاهش زمان استفاده از ماشین‌ها در این سیستم بود که در هر دو بخش استفاده از ماشین و مصرف سوخت انرژی کمتری نسبت به سایر سیستم‌های مورد مطالعه مصرف شد (شکل ۵-الف و ب).



شکل ۵- مقادیر گازهای گلخانه‌ای منتشر شده بر حسب معادل کیلوگرم دی‌اکسید کربن در هکتار در بخش استفاده از سوخت (الف)، ماشین‌آلات (ب) و کل گازهای گلخانه‌ای منتشر شده (ج) در هر یک از سیستم‌ها شامل، S1. کشت مستقیم S2. خاک‌ورز و ردیفکار مرکب S3. کشت با ردیفکار بعد از دیسک تاندوم سبک S4. کشت با ردیفکار بعد از شخم و دیسک (حروف بر روی هر ستون نشان دهنده نتیجه مقایسه میانگین در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد).

### نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این مطالعه، مقدار مصرف سوخت جهت انجام خاک‌ورزی و کشت در سیستم‌های مورد مطالعه بین ۱۲ تا ۷۲ لیتر در هکتار متغیر بود. میانگین کل مصرف انرژی برای انجام عملیات کشت و خاک‌ورزی در سیستم‌های مختلف بین ۶۱۲-۳۱۸۲ مگاژول در هکتار بود. میانگین انتشار گازهای گلخانه‌ای در سیستم‌های مختلف بین ۷۱-۳۱۵ معادل کیلوگرم دی‌اکسید کربن در هکتار به دست آمد. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که در بین سیستم‌های مورد مطالعه سیستم کشت مستقیم کمترین مصرف سوخت و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا می‌باشد. در مقابل، سیستم

سنتی شخم و دیسک - کشت بیشترین مصرف سوخت و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارد. در سیستم‌های S<sub>1</sub> و S<sub>4</sub> به ترتیب ۷۴ و ۸۶ درصد از کل انرژی مصرفی در بخش سوخت مصرف شد. سهم مصرف انرژی در بخش مصرف سوخت در سیستم‌های S<sub>2</sub> و S<sub>3</sub> به ترتیب ۸۱ و ۸۴ درصد از کل انرژی مصرفی بود.

در این بررسی مشخص شد که استفاده از ماشین‌های مرکب برای خاک‌ورزی - کشت (S<sub>2</sub>) و استفاده از دیسک برای خاک‌ورزی و ردیف‌کار برای کاشت (S<sub>3</sub>) از نظر مصرف سوخت و انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای شرایط یکسانی دارند. در صورت عدم وجود ماشین‌های موردنیاز برای اجرای سیستم S<sub>1</sub> جهت تولید سویا که کمترین هزینه از نظر مصرف سوخت و استفاده از ماشین‌ها را داشت، به‌کارگیری سیستم‌های S<sub>2</sub> و S<sub>3</sub> نسبت به S<sub>4</sub> علاوه‌بر کاهش هزینه‌های اقتصادی در بخش استفاده از ماشین‌ها و مصرف سوخت و اثرات زیست‌محیطی کمتری را نیز در پی خواهد داشت. اما نکته کلیدی در ارتباط با اختلاف S<sub>2</sub> با S<sub>3</sub> مدت زمان موردنیاز برای انجام عملیات در هر یک از این سیستم‌ها بود. در سیستم S<sub>2</sub> مدت زمان انجام عملیات ۵۰ درصد کمتر بود و به‌عبارتی سرعت انجام عملیات در این سیستم نسبت به S<sub>3</sub> دو برابر بود. با توجه به این‌که در منطقه گرگان سویا به‌عنوان محصول دوم کشت می‌شود، انجام سریع‌تر عملیات خاک‌ورزی و کشت از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌کارگیری نظام‌هایی از تهیه بستر-کشت که اجرای آن‌ها به زمان کمتری نیاز دارد، برای دستیابی به این هدف مؤثر خواهد بود.

#### منابع

1. Alluvione, F., Moretti, B., Sacco, D., and Grignani, C. 2011. EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. *Energy*. 36: 4468-4481.
2. Anonymous, 2011. National Greenhouse Accounts Factors. Department of Climate Change and Energy Efficiency, Commonwealth of Australia.
3. Arvidsson, A. 2010. Energy use efficiency in different tillage systems for winter wheat on a clay and silt loam in Sweden. *Europ. J. Agronomy*. 33: 250-256.
4. Barut, Z.B., Ertekin, C., and Karaagac, H.A. 2011. Tillage effects on energy use for corn silage in Mediterranean Coastal of Turkey. *Energy*. 36: 5466-5475.
5. Borin, M., Merini, C., and Sartori, L. 1997. Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. *Soil Tillage Res.* 40: 209-26.
6. Brown, L.R., Flavin, C.F., and French, H. 1998. *State of the World*. New York: WW. Norton. p. 251.

7. Cruse, M.J., Liebman, M., Raman, R., and Wiedenhoeft, M.H. 2010. Fossil energy use in conventional and low-external-input cropping Systems. *Agron. J.* 102(3): 934- 941.
8. Dalgaard, T. 2000. Farm types-how can they be used to structure, model and generalize farm data? In: Weidema, B.P., Meeusen, M.J.G. (Eds.), *Agricultural Data for Life Cycle Assessments. Report 2.00.01.* Agricultural Economics Research Institute, The Hague, The Netherlands, Pp: 98–114.
9. Department of Climate Change (DCC). 2008. National Greenhouse Accounts (NGA) Factors, [www.climatechange.gov.au](http://www.climatechange.gov.au).
10. Dyer, J.A., Desjardins, R.L. 2003. The impact of farm machinery management on greenhouse gas emissions from Canadian agriculture. *Sustain. Agri.* 20: 59–74.
11. Farahani-pad, P., Paknejad, F., Fazeli, F., Ilkaie, M.N., and Davoudifard, M. 2012. Effect of planting dates on dry matter and yield components of four indeterminate soybean cultivars. *J. Agri. Breed.* 8: 203-212. (In Persian).
12. Filipovic, D., Kosutic, S., Gospodaric, Z., Zimmer, R., and Banaj, D. 2006. The possibilities of fuel savings and the reduction of CO<sub>2</sub> emissions in the soil tillage in Croatia. *Agric. Ecosys. Environ.* 115: 290–294.
13. Green M. 1987. Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In: Helsel ZR, editor. *Energy in plant nutrition and pest control*, vol. 7. Amsterdam: Elsevier, P: 165-177.
14. International Energy Studies Institute, Ministry of Petroleum of Iran. 2008. Hydrocarbon balance sheet of the Ministry of Petroleum. 544p. (In Persian)
15. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996. *Climate Change 1995. The Science of Climate Change. The Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, New York.
16. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976p.
17. Jean-Baptiste, P., Ducroux, R. 2003. Energy policy and climate change. *Energy Policy.* 31: 155–166.
18. Kaltsas, A.M., Mamolos, A.P., Tsatsarelis, C.A., Nanos, G.D., and Kalburtji, K.L. 2007. Energy budget in organic and conventional olive groves. *Agric Ecosyst Environ.* 122: 243-251.
19. Khaledian, M.R., Mailhol, J.C., Ruelle, P., Mubarak, I., and Perret, S. 2010. The impacts of direct seeding into mulch on the energy balance of crop production system in the SE of France. *Soil. Till Res.* 106: 218-226.
20. Kyoto Protocol. 1997. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. FCCC/CP/L.7/Add.1.* Kyoto.



21. Lubbe, P.A., Archer, C.G., and Whitehead, E.N.C. 2013. Guide to machinery costs. Directorate Communication Services. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries. Private Bag X144, Pretoria, 0001 South Africa. 65p. Available on the web at [www.daff.gov.za/publications](http://www.daff.gov.za/publications).
22. Mari, G.R., and Changying, J. 2007. Energy analysis of various tillage and fertilizer treatments on corn production. *J. Agric. Environ. Sci.* 2: 486-497.
23. Masjuki, H.H., Mahlia, T.M.I., Choudhury, I.A., and Saidur, R. 2002. Potential CO<sub>2</sub> reduction by fuel substitution to generate electricity in Malaysia. *Energy Convers. Manage.* 43: 763-770.
24. Ministry of Agriculture. 2011. Agricultural Statistics, Volume 2. Department of Planning and Economic, Statistical office of Technology. 421p. (In Persian).
25. Ministry of Energy (Iran). 2010. Energy Balance Sheet. 541p. (In Persian).
26. Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., and Mohammadi, A. 2011. Optimization of energy consumption for soybean production using Data Envelopment Analysis (DEA) approach. *Energy*. 88: 3765-3772.
27. Ramedani, Z., Rafiee, S., and Heidari, M.D. 2011. An investigation on energy consumption and sensitivity analysis of soybean production farms. *Energy*. 36: 6340-6344.
28. 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.
29. Robertson, G.P., Paul, E.A., and Harwood, R.R., 2000. Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radioactive forcing of the atmosphere. *Science*. 289: 1922-1925.
30. Soltani, A. 2008. Application of SAS in statistical analysis. Jehad Daneshgahi press of mashhad. 182p. (In Persian).
31. Soltani, A., Rajabi, M.H., Zeinali, E., and Soltani, E. 2013. Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. *Energy*. 50: 54-61.
32. Tabatabaeefar, A., Emamzadeh, H., Ghasemi Varnamkhasti, M., Rahimizadeh, R., and Karimi, M. 2009. Comparison of energy of tillage systems in wheat production. *Energy*. 34: 41-45.
33. Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A., and Jaggard, K. 2005. An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the UK. *Agric. Syst.* 85: 101-119.
34. West, T.O., and Marland, G. 2002. A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. *Agric. Ecosys. Environ.* 91:217-232.
35. Zeinali, E., Akramghaderi, F., Soltani, A., and Kashiri, H. 2003. Effect of planting data on yield and yield components of three soybean cultivars in Gorgan. *Iran J. Agric Res.* 1: 81-92. (In Persian).



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Plant Prod. Res. Vol. 21 (1), 2014*

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

## **Comparison of fuel consumption and greenhouse gas emissions in various systems of soybean seedbed preparation and planting in Gorgan**

**\*S.M. Alimaghani<sup>1</sup>, A. Soltani<sup>2</sup> and E. Zeinali<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, <sup>2</sup>Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural

Science and Natural Resources, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy,

Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources

Received: 2013-6-3 ; Accepted: 2013-10-29

### **Abstract**

Greenhouse gases emissions from burning fossil fuels and the effect of these gases on climate change is one of the most important ecological and political issues. In this study, the energy consumption and greenhouse gases emission from tillage and soybean planting were assessed in Gorgan. This study was done on the 13 soybean farms in 2012. Information related to tillage and planting operations were provided through personal interview with farmers. Tillage and planting operations were included no-tillage (S1), tillage and planting with combined equipments (S2), tillage with tandem disk and planting with row planter (S3) and tillage with moldboard plow + disk and planting with row planter (S4) for soybean production. In this region S3 is known as conventional system. Results indicated that fuel consumption from S1 to S4 was 12, 39, 42 and 72 liters per hectare, respectively. Also energy consumption from S1 to S4 was, 612, 1733, 1922 and 3182 Mj per hectare, respectively. In terms of greenhouse gases emission from S1 to S4 these values were respectively estimated, 71, 185, 197 and 315 kilogram carbon dioxide equivalent per hectare. In S2 and S3 fuel and energy consumption were same. Among all systems S4 had the most energy consumption and greenhouse gases emissions. It was concluded that application of no-till system can reduce fuel and energy consumption also can decrease global warming.

**Keywords:** Energy, Greenhouse gases, Fuel, Tillage and implant, Soybean

---

\*Corresponding author; m.alimaghani@gmail.com