



جریان انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی در مزارع ذرت دانه‌ای (شهرستان گرگان)

*محمدتقی فیض‌بخش^۱ و افشین سلطانی^۲

^۱ دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و محقق مرکز تحقیقات

کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۱۷

چکیده

این مطالعه جهت بررسی انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی مزارع ذرت دانه‌ای در شهرستان گرگان انجام گردید. داده‌های موردنیاز از سه روش کاشت مرسوم (کشت بهاره، کشت تابستانه در بقایای گندم و کشت تابستانه بدون بقایای گندم پس از آتش زدن بقایای گندم) از طریق پرسشنامه از کشاورزان تهیه شد. پس از آن داده‌های موردنیاز در سه بخش مصرف سوخت، سوخت مصرفی و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای بر مبنای معادل دی‌اکسید کربن محاسبه گردید. نتایج نشان داد که میزان انرژی ورودی در کشت بهاره، کشت تابستانه در بقایای گندم و کشت تابستانه بدون بقایای گندم به ترتیب برابر ۲۶۳۶۷/۵، ۳۷۸۴۵/۲ و ۲۷۷۸۳/۲ مگاژول در هکتار بود. در هر سه روش کشت بیشترین مصرف انرژی ورودی مربوط به کود نیتروژن و سوخت برای عملیات زراعی بود همچنین کمترین پتانسیل گرمایش جهانی از کشت بهاره به میزان ۲۳۴۹ کیلوگرم معادل CO₂ در هکتار به دست آمد. بنابراین کشت بهاره ذرت دانه‌ای دارای اثرات زیست محیطی کمتری است. با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از هیبریدهای پرمحصول، مدیریت بقایای گندم و کود نیتروژن در کشت ذرت جهت بالا بردن بهره‌وری انرژی و کاهش اثرات زیست محیطی مصرف نهاده‌ها الزامی است.

واژه‌های کلیدی: انرژی، پتانسیل گرمایش جهانی، ذرت، کاه و کلش گندم.

*مسئول مکاتبه: feyz_54@yahoo.com

مقدمه

ذرت یکی از گیاهان با ارزش زراعی است که تنوع، سازگاری بالا و ارزش غذایی فراوانش، آن را در ردیف مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان قرار داده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۹۹۷). ذرت پس از گندم و برنج، به‌عنوان سومین فرآورده مهم کشاورزی در جهان اهمیت دارد این فرآورده کشاورزی ارزشمند، افزون بر آن که حدود ۷۰ درصد از خوراک طیور را فراهم می‌کند، دانه سودمندی برای تولید روغن خوراکی، نشاسته، گلوکز و چند فرآورده دیگر است (حسینی و عابدی، ۲۰۰۷).

با توجه به طرح خودکفایی ذرت دانه‌ای و پیش‌بینی توسعه سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در کشور تا ۴۱۵۰۰۰ هکتار و دستیابی به عملکرد ۸/۵۰ تن در هکتار، تحقیقی همه‌جانبه جهت دستیابی به این هدف اجتناب‌ناپذیر می‌باشد و در این بین پیش‌بینی می‌شود که ۷۰ درصد سطح به کشت دوم اختصاص یابد (چوکان، ۲۰۰۵). در این راستا استفاده از اقلیم‌های مختلف و متنوع برای توسعه کشت ذرت ضروری است (چوکان، ۲۰۰۷).

در سال‌های اخیر توجه به مسائل زیست‌محیطی افزایش یافته است. با افزایش آگاهی زیست‌محیطی، بخش‌های مختلف اقتصادی به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های خود مشغول شده‌اند. کشاورزی یکی از بخش‌های مهم اقتصادی است که اثرات مهمی بر محیط زیست دارد. در طی قرن بیستم تولیدات کشاورزی به نحو چشمگیری افزایش یافت که افزایش مکانیزاسیون، بهبود روش‌های تولید، کاربرد گسترده کودها و آفت‌کش‌ها و پیشرفت‌ها در دامپروری به افزایش تولید کمک زیادی نموده‌اند. اما، افزایش تولید و استفاده گسترده از نهاده‌ها به انواعی از مشکلات زیست‌محیطی مثل سرشارسازی^۱ منجر شده است. منبع اصلی چندین آلاینده مهم محیط زیست کشاورزی می‌باشد برای مثال، ۹۳ درصد آمونیاک از کشاورزی ناشی می‌شود بنابراین، مطالعه جنبه‌های زیست‌محیطی سیستم‌های تولید کشاورزی دارای اهمیت زیادی است (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۹). فهم شیوه‌های توزیع انرژی در توسعه و طراحی مدیریت‌های زراعی اهمیت دارد و نیاز به انرژی و مدیریت پایدار از لحاظ اکولوژیکی با توسعه در ارتباط است. در بوم‌نظام‌های کشاورزی پیشرفته انرژی ورودی خیلی بالاتر از بوم‌نظام‌های سنتی است این در حالی است که کارایی انرژی در این بوم‌نظام‌ها پایین‌تر از بوم-نظام‌های سنتی است (ازکان و همکاران، ۲۰۰۴؛ سینک و همکاران، ۲۰۰۲).

1- Eutrophication

میزان انرژی ورودی و خروجی دو عامل مهم برای تعیین کارایی انرژی و اثرات زیست‌محیطی در تولید محصولات است و در محصولات مختلف، سیستم‌های تولید و شدت مدیریت بسیار متفاوت است (راتکه و همکاران، ۲۰۰۷).

بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که برای تولید هر هکتار ذرت در سال ۱۷۰۰ میلادی، حدود ۷۱۶۰۰ کیلوکالری انرژی مصرف شده است، در صورتی که در سال ۱۹۸۳ این مقدار به ۱/۰۵ میلیون کیلوکالری رسید. یعنی انرژی ورودی برای یک هکتار ذرت طی این مدت ۱۵ برابر شده بود. بنابراین امیدهایی که در دهه ۱۹۶۰ با ظهور انقلاب سبز به وجود آمده بود، در اوایل سال‌های دهه ۱۹۷۰ به یأس مبدل گردید. زیرا در چنین سال‌هایی بود که کمبود فرآورده‌های نفتی مطرح شد و به دنبال آن قیمت چنین فرآورده‌ها رو به فزونی گذاشت. با کاهش ذخایر فرآورده‌های نفتی، مصرف انرژی در کشاورزی و مانند آنچه که سابق بر آن مورد استفاده قرار می‌گرفت امکان‌پذیر نبود. بنابراین هزینه تولید افزایش یافت، بدون آن‌که تغییری در قیمت مواد غذایی به وجود آید و لذا زارعین به اجبار، از مصرف زیاد انرژی در تولید محصول صرف‌نظر کردند. از طرف دیگر مسائل زیست‌محیطی متعددی در پی مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات نباتی و علف‌های هرز تراکم کاری زیاد ماشین‌های مختلف کشاورزی در بوم‌نظام‌های زراعی باعث انهدام منابع طبیعی از جمله خاک، خطر افزایش گازهای سمی در اتمسفر و معدوم شدن گونه‌های موجودات ذره‌بینی خاک، پاره‌گی لایه ازن و به هم خوردن زنجیره‌های غذایی در بوم‌نظام‌های زراعی باعث بروز مشکلات بسیار بزرگ برای بشر شدند (رزاقی، ۲۰۰۵).

تغییرات به وجود آمده در روش مصرف انرژی برای تولید ذرت پس از جنگ جهانی دوم مثال خوبی از چگونگی تغییر مصرف انرژی در کشاورزی می‌باشد بین سال‌های ۱۹۴۵ تا ۱۹۸۳ عملکرد ذرت در ایالات متحده سه برابر شد در حالی که مصرف انرژی بیش از پنج برابر افزایش یافت (رحیمی‌زاده و همکاران، ۲۰۰۷). تجزیه و تحلیل بودجه انرژی در تولید ذرت در ایالت ایندیانا آمریکا نشان داد که ۹۰ درصد انرژی صنعتی از سوخت‌های فسیلی و کمتر از ۲ درصد از کل انرژی موردنیاز برای تولید، از انرژی زیستی قابل تجدید از نیروی کار به دست می‌آید (نصیری‌محلاتی و همکاران، ۲۰۰۱).

بهشتی‌تبار و همکاران (۲۰۱۰) در یک بررسی در ایران کارایی انرژی را در محصولات آبی: گندم ۱/۳۲، جو ۱/۲۲، سیب‌زمینی ۰/۸۵، ذرت ۱/۸۱، پیاز ۰/۸۶، چغندر قند ۱/۷۷، عدس ۰/۷۰، نخود

۰/۷۳، هندوانه ۰/۹۳، سویا ۱/۷۸، خیار ۰/۳۸، گوجه‌فرنگی ۰/۴۷، پنبه ۰/۴۹ و در محصولات دیم: گندم ۱/۲، جو ۱/۳۳، نخود ۱/۸۸، و در سویا ۴/۴۶ گزارش کرده‌اند.

لرزاده و همکاران (۲۰۱۲) در یک بررسی در شهرستان ایذه کل انرژی ورودی در مزارع ذرت را ۳۴۶۴۰ مگاژول در هکتار و کل انرژی خروجی را ۱۰۲۹۷۳ مگاژول در هکتار برآورد نمودند و اظهار نمودند که بیشترین سهم انرژی ورودی به ترتیب شامل کود نیتروژن، سوخت و مصرف آب برای آبیاری (به ترتیب ۲۰/۸۰، ۳۱/۶۰ و ۱۳/۳۰ درصد) است.

با توجه به بحران انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف انرژی تا حد ممکن کاهش یابد. بخش کشاورزی نیز از این موضوع مستثنی نیست. در اکثر کشورهای پیشرفته و حتی در حال توسعه، انرژی وارد شده در سطح برای تولید محصولات مختلف کشاورزی را بررسی و با محاسبه شاخص کارایی انرژی سعی کرده‌اند نظام‌های کشاورزی خود را از نظر مصرف انرژی بهینه کنند (نصیریان و همکاران، ۲۰۰۶). میزان انرژی ورودی کمتر در سیستم‌های زراعی باعث افزایش راندمان انرژی و انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای نسبت به سیستم‌های انرژی پرنهاده می‌گردد (قربانی و همکاران، ۲۰۰۰).

برآوردهای اولیه نشان می‌دهد که فعالیت‌های کشاورزی حدود نیمی از منابع انتشار گاز در جهان را شامل می‌شود. از سال ۱۸۶۰ تا کنون سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در حدود ۹۰۰ میلیون هکتار افزایش داشته است که این افزایش با آزاد ساختن ۱۱۶ میلیون گرم کربن از ذخیره ۶۹۶ میلیون گرمی کربن قابل استفاده در سال ۱۸۶۰ باعث گرم شدن گلخانه‌ای کره زمین به میزان ۹ درصد تا سال ۱۹۸۰ شده است (نوروزی، ۲۰۱۰). کاربرد کودهای نیتروژنی و عملیات زراعی ۷۸ درصد از انتشار N_2O را در آمریکا تشکیل می‌دهد. کاهش انرژی از منابع فسیلی در سیستم‌های کشاورزی یکی از مهم‌ترین راه‌های پیچیده برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است و شناسایی روش‌های تولید که راندمان انرژی را بالا برده و انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند حیاتی است (تزیواکز و همکاران، ۲۰۰۵). بررسی سیر انرژی در سیستم‌های تولید کشاورزی مزایای زیادی دارد و محققان جهت بررسی تولید محصولات کشاورزی در ارتباط با انرژی ورودی تحقیقات زیادی انجام داده‌اند (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳؛ قربانی و همکاران، ۲۰۰۰؛ باروح و همکاران، ۲۰۰۴؛ کلمنتس و همکاران، ۱۹۹۵؛ فرانزولوبنز و فرانسیس، ۱۹۹۵؛ زنتنر و همکاران، ۲۰۰۴؛ یوسفی و همکاران، ۲۰۱۲؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴؛ سینک و همکاران، ۲۰۰۲).

این مطالعه به منظور شناخت و بررسی سیر انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی در تولید ذرت دانه‌ای شهرستان در گرگان انجام شد تا بتوان راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از اتلاف انرژی و اثرات زیست‌محیطی منابع را شناسایی نمود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این بررسی سه روش که در کشت ذرت دانه‌ای در شهرستان گرگان مرسوم است انتخاب گردید (کشت بهاره، کشت تابستانه در بقایای گندم و کشت تابستانه بدون بقایای گندم). بر همین اساس با مصاحبه با کشاورزان مختلف (۲۰ کشاورز از طریق تکمیل پرسشنامه در محدوده شهرستان گرگان) اقدام به جمع‌آوری داده‌های موردنیاز ماشین‌آلات و نهاده‌های مصرفی شامل بذر، کود، سوخت و سموم در هر یک از روش‌ها شد. پس از این مرحله داده‌ها توسط نرم‌افزار Excel در سه بخش مصرف سوخت، انرژی سوخت مصرفی و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای بر مبنای معادل دی‌اکسید کربن محاسبه گردید.

برای برآورد مقدار مصرف سوخت ماشین‌آلات به تفکیک، عملیات زراعی مشخص شدند. از رابطه (۱) بین میزان سوخت بر اساس مدت زمان کارکرد ماشین‌آلات بر حسب ساعت در هکتار (FH) و سوخت موردنیاز یک کار تراکتور بر حسب لیتر در ساعت (T) میزان سوخت مصرفی (FT) تعیین شد (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳).

$$FT = FH \times T \quad \text{رابطه (۱)}$$

همچنین با توجه به برقی بودن چاه‌ها، میزان انرژی مصرفی بر اساس مدت زمان کارکرد الکتروپمپ بر حسب ساعت در هکتار به دست آمد و میزان مصرف انرژی در بخش آبیاری بر اساس میزان مصرف الکتریسیته در هر نوبت آبیاری محاسبه گردید.

برای برآورد مقدار مصرف انرژی در نهاده‌های مصرفی مثل کود، آفت‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها میزان انرژی هر گرم ماده مؤثره در ضرایب مربوطه و وزن مخصوص آن‌ها ضرب گردید. سایر محاسبات انرژی مصرفی برای ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در تولید و عملیات زراعی برای هر یک از روش‌ها با استفاده از ضرایب به دست آمده از منابع مختلف انجام شد (جدول ۱).

نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ششم (۳)، ۱۳۹۲

جدول ۱: معادل‌های انرژی برای (گیگاژول در هکتار) ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در تولید ذرت.

| ورودی‌ها/ خروجی‌ها | واحد مصرف | معادل انرژی (مگاژول بر واحد) | (کانکسی و همکاران، ۲۰۰۵؛ راتک و همکاران، ۲۰۰۷) |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--|
| بذر ذرت | کیلوگرم | ۱۵/۱۱ | (اکسوز و همکاران، ۲۰۰۹) |
| نیروی انسانی | ساعت | ۱/۹۶ | (اکسوز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴) |
| نیتروژن (N) | کیلوگرم | ۶۰/۶ | (اکسوز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴) |
| فسفر (P ₂ O ₅) | کیلوگرم | ۱۱/۱ | (اکسوز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴) |
| پتاسیم (K ₂ O) | کیلوگرم | ۶/۷ | (اکسوز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴) |
| گازوئیل | لیتر | ۳۸ | (ترازنامه هیدروکربوری ایران، ۲۰۰۷) |
| الکتریسیته | کیلو وات ساعت | ۱۲/۱ | (ازکان و همکاران، ۲۰۰۴) |
| علف‌کش‌ها | کیلوگرم ماده مؤثره | ۲۸۷ | (تزیلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵؛ راتکه و دایپن بروک، ۲۰۰۶) |
| حشره‌کش‌ها | کیلوگرم ماده مؤثره | ۲۳۷ | (تزیلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵؛ راتکه و دایپن بروک، ۲۰۰۶) |
| دانه ذرت | کیلوگرم | ۱۴/۷ | (کانکسی و همکاران، ۲۰۰۵) |

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

| عملیات زراعی | مزارع | | |
|--------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| | کشت بهاره | کشت تابستانه با بقایا | کشت تابستانه بدون بقایا |
| شخم (۳۰ سانتی‌متر) | زمستان | ----- | ----- |
| آتش زدن بقایا | ----- | ----- | اواخر خرداد |
| نهرکن قبل از کاشت | ----- | اواخر خرداد | اواخر خرداد |
| آبیاری قبل از کاشت | ----- | اوایل تیر | اوایل تیر |
| دیسک (۱) | اوایل فروردین | اوایل تیر | اوایل تیر |
| دیسک (۲) | اوایل فروردین | اوایل تیر | اوایل تیر |
| دیسک (۳) | --- | اوایل تیر | اوایل تیر |
| دیسک (۴) | ----- | اوایل تیر | ----- |

ادامه جدول ۲:

| | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|--|
| اوایل تیر | اوایل تیر | اوایل فروردین | اختلاط کود با خاک |
| اوایل تیر | اوایل تیر | اوایل فروردین | نهرکن |
| اوایل تیر | اوایل تیر | اوایل فروردین | فاروئر (سهولت در آبیاری، خاک‌دهی پای بوته و کنترل علف‌های هرز) |
| اوایل تیر | اوایل تیر | اوایل فروردین | کود پایه |
| اوایل تیر | اوایل تیر | اوایل فروردین | کاشت بذر |
| اوایل تیر | اوایل تیر | اوایل فروردین | کنترل علف‌های هرز قبل از کاشت (۱) |
| اوایل تیر | اوایل تیر | اوایل فروردین | کنترل علف‌های هرز بعد از کاشت و قبل از سبز شدن (۲) |
| اواخر تیرماه | اواخر تیرماه | اواسط اردیبهشت | کنترل علف‌های هرز بعد از کاشت (۱) |
| اواسط تیرماه | اواسط تیرماه | اوایل خرداد | کنترل آفات (۱) |
| اواسط تیرماه | اواسط تیرماه | اواسط خرداد | کنترل آفات (۲) |
| اواسط مردادماه | اواسط مردادماه | ----- | کنترل آفات (۳) |
| اواخر تیرماه | اواخر تیرماه | اواسط اردیبهشت | کود سرک (۱) |
| اوایل مردادماه | اوایل مردادماه | اواخر اردیبهشت | کود سرک (۲) |
| اواخر تیرماه | اواخر تیرماه | اواسط اردیبهشت | آبیاری (۱) |
| اوایل مردادماه | اوایل مردادماه | اواخر اردیبهشت | آبیاری (۲) |
| اواسط مردادماه | اواسط مردادماه | اوایل تیرماه | آبیاری (۳) |
| اواخر مردادماه | اواخر مردادماه | ----- | آبیاری (۴) |
| اوایل شهریورماه | اوایل شهریورماه | ----- | آبیاری (۵) |
| اواخر مهرماه | اواخر مهرماه | اوایل مردادماه | برداشت |
| اواخر مهرماه | اواخر مهرماه | اوایل مردادماه | حمل و نقل |

الف- کشت بهاره

عملیات آماده‌سازی زمین جهت کشت در ذرت بهاره نیاز به دیسک کمتری دارد زیرا زمین شخم شده در زمستان تا حدودی نرم است و آبیاری قبل از کاشت با توجه به محتوای رطوبتی خاک انجام نمی‌شود. همچنین میزان مصرف سموم حشره‌کش در کشت بهاره کمتر است که دلیل آن برداشت محصول، قبل از این‌که جمعیت آفات به آستانه اقتصادی برسد می‌باشد (فرار از آفات) (جدول ۲).

ب- کشت تابستانه در بقایای گندم

بیشترین سطح زیر کشت ذرت در استان بعد از برداشت گندم و جو صورت می‌گیرد و پس از جمع‌آوری کاه و کلش گندم (۷۵ درصد کاه و کلش جهت تغلیف دام)، عملیات زراعی صورت

می‌گیرد پس از حفر نهر در قسمت‌های مختلف زمین آبیاری انجام می‌شود در این حالت به دلیل وجود کاه و کلش گندم در زمین، نیاز به عملیات تهیه بستر با انرژی بیشتر صورت می‌گیرد (جدول ۲).

ج- کشت تابستانه بدون بقایای گندم

در بسیاری موارد قبل از شروع عملیات زراعی و پس از جمع‌آوری کاه و کلش گندم (۷۵ درصد کاه و کلش جهت تعلیف دام)، باقیمانده کاه و کلش گندم در همان زمین آتش زده می‌شوند تا آماده‌سازی بستر راحت‌تر انجام شود.

در یک توصیه عمومی کود، جهت کشت بهاره و تابستانه ذرت دانه‌ای، ۳۰۰ کیلوگرم کود فسفات دی‌آمونیم و ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم پتاس قبل از کاشت و ۴۰۰ کیلوگرم اوره (۲۰۰ کیلوگرم قبل از کاشت + ۲۰۰ کیلوگرم در دو مرحله آبیاری به صورت سرک) مصرف می‌شود (مختارپور و همکاران، ۲۰۰۲) و این توصیه کودی در اکثر مزارع رعایت می‌گردد.

کنترل علف‌های هرز:

برای کنترل علف‌های هرز در سه مرحله اقدام می‌شود.

۱- علف‌کش ارادیکان (۸۲ درصد ماده مؤثره) به میزان ۵ لیتر در هکتار چند ساعت قبل از کاشت.

۲- علف‌کش آترالین (۸۰ درصد ماده مؤثره) به مقدار یک کیلوگرم در هکتار و آلاکلر (۴۸ درصد ماده مؤثره) به میزان ۳-۵ لیتر در هکتار بعد از کاشت و قبل از سبز شدن به صورت محلول‌پاشی در سطح مزرعه.

۳- از علف‌کش بازآگران (۴۸ درصد ماده مؤثره) به میزان ۱-۱/۵۰ لیتر در هکتار بعد از سبز شدن زمانی که ارتفاع گیاه ۲۰-۱۵ سانتی‌متر باشد.

با برآورد کل انرژی‌های ورودی و خروجی شاخص‌های ارزیابی انرژی شامل نسبت یا کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص برای هر روش کاشت با استفاده از روابط تعریف شده زیر محاسبه شد (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ هارتیلی و همکاران، ۲۰۰۸) این روابط عبارتند از:

۱- نسبت یا کارایی انرژی = مجموع انرژی خروجی از مزرعه (مگاژول در هکتار) به مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار).

۲- بهره‌وری انرژی (مگاژول در هکتار) = عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) به مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار).

۳- انرژی ویژه (مگاژول در هکتار) = مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار) به عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

۴- عملکرد انرژی خالص (مگاژول در هکتار) = تفاوت مجموع انرژی خروجی از مزرعه (مگاژول در هکتار) به مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار)

برای محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی در مرحله اول از نتایج محاسبه انرژی در قسمت قبل برای ذرت در هر یک از عملیات زراعی انجام شده استفاده شد. سپس با به‌کارگیری ضرایب تولید گازهای CO_2 ، N_2O و CH_4 به ترتیب معادل ۱، ۳۱۰ و ۲۱ کیلوگرم CO_2 ، کل گازهای گلخانه‌ای به صورت معادل CO_2 محاسبه شدند (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۰).

از حاصل تقسیم مقدار پتانسیل گرمایش جهانی بر حسب کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار بر مقدار تولید دانه بر حسب تن در هکتار پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید هر تن دانه یا به عبارتی معدل وزنی به دست می‌آید. به همین ترتیب از تقسیم مقدار پتانسیل گرمایش جهانی بر حسب کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار بر مقدار انرژی ورودی و همچنین تقسیم مقدار پتانسیل گرمایش جهانی بر انرژی خروجی بر حسب گیگاژول، معادل گرمایش جهانی بر حسب کیلوگرم CO_2 بر حسب گیگاژول انرژی مصرفی و انرژی تولید شده به دست می‌آید (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳).

نتایج و بحث

مقادیر ورودی‌های مختلف جهت تولید محصول در یک هکتار زمین در هر یک از روش‌های زراعی در جدول (۳) ارائه شده است. این روش‌ها از جنبه‌های مختلف عملیات زراعی و ورودی با یکدیگر تفاوت دارند. در این جدول به خوبی این تفاوت‌ها نشان داده شده است. مصرف سوخت کشت تابستانه با بقایا با ۲۴۳ لیتر در هکتار در بین روش‌های کشت سوخت بالاتری را برای عملیات زراعی مصرف می‌کند. برای کشت تابستانه با بقایا به دلیل وجود کاه و کلش نیاز به دیسک بیشتر است (۵ مرتبه). میزان مصرف سموم آفت‌کش به دلیل فراوانی آفات در کشت‌های تابستانه افزایش می‌یابد همچنین در کشت تابستانه نهرکن در دو مرحله قبل از کشت و بعد از کشت جهت هدایت آب استفاده می‌گردد. میزان آب مصرفی در کشت بهاره کمتر است که دلیل آن ذخیره رطوبتی خاک در طی فصل زمستان، و درجه حرارت کمتر هوا در طی دوره رشد گیاه است.

نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ششم (۳)، ۱۳۹۲

جدول ۳: مقادیر ورودی‌های مختلف جهت تولید محصول در یک هکتار در سه روش کشت در شهرستان گرگان.

| ورودی | واحد | کشت بهاره | کشت تابستانه با بقایا | کشت تابستانه بدون بقایا |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|
| سوخت | لیتر در هکتار | ۲۲۰/۰ | ۲۴۳/۰ | ۲۲۸/۰ |
| بذر | کیلوگرم در هکتار | ۲۵/۰ | ۲۵/۰ | ۲۵/۰ |
| کود | | | | |
| نیتروژن | کیلوگرم در هکتار | ۱۵۷/۰ | ۱۵۷/۰ | ۱۵۷/۰ |
| فسفر | کیلوگرم در هکتار | ۱۳۸/۰ | ۱۳۸/۰ | ۱۳۸/۰ |
| پتاسیم | کیلوگرم در هکتار | ۷۲/۰ | ۷۲/۰ | ۷۲/۰ |
| آفت‌کش | گرم ماده موثره در هکتار | ۹۶/۲ | ۱۲۱/۷ | ۱۲۱/۷ |
| علف‌کش | گرم ماده موثره در هکتار | ۶۸۲/۰ | ۶۸۲/۰ | ۶۸۲/۰ |
| نیروی انسانی | ساعت | ۱۱۶/۰ | ۱۷۱/۵ | ۱۷۴/۰ |
| عملیات زراعی | | | | |
| شخم | مرتبه | ۱ | ۰ | ۰ |
| دیسک (تهیه بستر و اختلاط کود با خاک) | مرتبه | ۲ | ۵ | ۴ |
| پخش کود | مرتبه | ۲ | ۲ | ۲ |
| کاشت با ردیف‌کار | مرتبه | ۱ | ۱ | ۱ |
| نهرکن | مرتبه | ۱ | ۲ | ۲ |
| فاروژر | مرتبه | ۱ | ۱ | ۱ |
| سم پاشی (آفت‌کش و علف‌کش) | مرتبه | ۶ | ۷ | ۷ |
| برداشت | مرتبه | ۱ | ۱ | ۱ |
| آب آبیاری | مترمکعب در هکتار | ۶۰۰۰/۰ | ۸۰۰۰/۰ | ۸۰۰۰/۰ |

در جدول (۴) مشاهده می‌شود که بیشترین انرژی ورودی (در کشت بهاره، کشت تابستانه با بقایا و کشت تابستانه بدون بقایا به ترتیب با ۲۶/۷۰، ۲۴/۸۰ و ۲۵/۴۰ درصد) مربوط به مصرف کود پایه است. باروح و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعات خود در مزارع برنج به نتایج مشابهی دست یافتند و مهم‌ترین انرژی ورودی در مزارع تحت کشت را کود معرفی کردند. کمترین انرژی (۴۴۱ مگاژول در هکتار) ورودی در هر سه روش کاشت مربوط به بذر ذرت جهت کاشت است.

جدول ۴: مقادیر انرژی ورودی به تفکیک گروه زراعی در هر روش برحسب مگاژول در هکتار.

| عملیات زراعی | کشت بهاره | | کشت تابستانه با بقایا | | کشت تابستانه بدون بقایا | |
|---------------|-----------|------------|-----------------------|------------|-------------------------|------------|
| | میانگین | درصد از کل | میانگین | درصد از کل | میانگین | درصد از کل |
| آتش زدن بقایا | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۵/۸۸ | ۰/۰۲ |
| بقایا | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| شخم | ۱۴۶۵/۸ | ۵/۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| دیسک | ۲۰۰۱/۰ | ۷/۵ | ۳۲۳۶/۸ | ۱۱/۳ | ۲۶۱۸/۷ | ۹/۴ |
| نهرکن | ۵۳۸/۶ | ۲/۰ | ۱۰۳۷/۱۰ | ۶/۳ | ۱۰۳۷/۳ | ۳/۷ |
| کود پایه | ۷۰۵۰/۷ | ۲۶/۸ | ۷۰۵۰/۷ | ۲۴/۸ | ۷۰۵۰/۷ | ۲۵/۳ |
| بذر ذرت | ۴۴۱/۰ | ۱/۷ | ۴۴۱/۰ | ۱/۵ | ۴۴۱/۰ | ۱/۵ |
| ردیف‌کار | ۱۱۹۳/۰ | ۴/۵ | ۱۱۹۳/۰ | ۴/۲ | ۱۱۳۹/۰ | ۴/۲ |
| فارو | ۷۱۵/۴ | ۲/۷ | ۷۱۵/۴ | ۲/۵ | ۷۱۵/۴ | ۲/۵ |
| حشره‌کش | ۱۷۲۸/۲ | ۶/۵ | ۲۴۶۶/۵ | ۷/۸ | ۲۴۶۶/۵ | ۸/۹ |
| علف‌کش | ۱۷۲۸/۸ | ۱۰/۴ | ۲۷۶۷/۸ | ۹/۷ | ۲۷۶۷/۸ | ۱۰/۰ |
| کود سرک | ۵۶۱۳/۲ | ۲۱/۲ | ۵۶۱۳/۲ | ۱۹/۷ | ۵۶۱۳/۲ | ۲۰/۲ |
| آبیاری | ۲۲۲۷/۷ | ۸/۵ | ۳۷۰۴/۷ | ۱۳/۰ | ۳۷۰۴/۷ | ۱۳/۳ |
| برداشت | ۶۲۴/۸ | ۲/۴ | ۱۶۸/۸ | ۰/۶ | ۱۶۸/۸ | ۰/۶ |
| کل | ۲۵۳۲۸/۲ | ۱۰۰ | ۲۸۳۹۵/۴ | ۱۰۰/۰ | ۲۷۷۸۳/۲ | ۱۰۰/۰ |

در جدول (۵) انرژی مصرفی در روش‌های مختلف به دو بخش انرژی مصرفی مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی شده و برآورد گردیده است. در بخش انرژی مصرفی مستقیم، انرژی سوخت مصرفی عملیات زراعی، نیروی انسانی و انرژی موردنیاز برای آبیاری (الکتریسیته) ارائه شده است. انرژی سوخت مصرفی عملیات زراعی شامل انرژی مورد نیاز در مراحل شخم، دیسک، تسطیح، بذرکاری و کودپاشی، ایجاد شیار و سمپاشی می‌باشد. در بخش انرژی مصرفی غیرمستقیم، انرژی موردنیاز برای تهیه و تولید کود نیتروژن، کود فسفر، علف‌کش، بذر و وزن ماشین‌آلات مورد استفاده قرار گرفته است جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین انرژی ورودی مستقیم در مزارع ذرت مربوط به سوخت و غیرمستقیم مربوط به کود نیتروژن و بقایای گندم است. لرزاده و همکاران (۲۰۱۲) نیز استفاده از انواع ماشین‌آلات کاشت، داشت و برداشت در مزارع مکانیزه را عامل اصلی افزایش مصرف سوخت معرفی کردند.

میزان انرژی تجدیدپذیر (نیروی انسانی و انرژی بذر) و غیرتجدیدپذیر (سوخت، الکتریسیته، کود، ماشین‌آلات، حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و حمل و نقل) در جدول (۴) نشان می‌دهد که قسمت اعظم انرژی در هر سه روش کاشت مربوط به انرژی غیرتجدیدپذیر است. در کشت تابستانه بین عملکردهای برداشتی در روش‌های متفاوت کاشت اختلافی مشاهده نمی‌گردد (جدول ۶). اشرفی‌زاده و آفرینش (۲۰۰۳) در آزمایشی تحت عنوان بررسی تأثیر فشردگی خاک و روش خاک‌ورزی مرسوم (شخم با گاواهن برگردان‌دار + دیسک) نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی (شخم + زیرشکن، شخم + دیسک) به دفعات تردد مختلف تراکتور گزارش نمودند که از نظر میزان عملکرد دانه و اجزای عملکرد بین تیمارها اختلاف معنی‌داری ندارد.

نسبت انرژی خروجی به ورودی در ذرت بهاره، تابستانه با بقایا و تابستانه بدون بقایا به ترتیب برابر ۳/۹۰، ۲/۱۰ و ۲/۹۰ محاسبه گردید. به عبارتی راندمان انرژی در مزارع ذرت بهاره بیشتر است و این امر به دلیل عملکرد بالاتر و همچنین مصرف نهاده‌های کمتر در این روش کاشت است همچنین در روش کاشت تابستانه با بقایا کمترین نسبت انرژی خروجی به ورودی را به خود اختصاص داد (جدول ۶).

جدول ۵: مقادیر انرژی‌های ورودی مستقیم و غیرمستقیم برای هر عملیات در سه روش کاشت در شهرستان گرگان.

| انرژی‌های ورودی | بهاره | | تابستانه با بقایا | | تابستانه بدون بقایا | |
|------------------------|---------|------------|-------------------|------------|---------------------|------------|
| | میانگین | درصد از کل | میانگین | درصد از کل | میانگین | درصد از کل |
| مستقیم | | | | | | |
| سوخت برای عملیات زراعی | ۷۶۰۰/۰ | ۲۸/۸ | ۷۹۳۸/۰ | ۲۸/۰ | ۷۳۶۸/۰ | ۲۶/۵ |
| الکتریسیته | ۱۸۱۵/۰ | ۶/۸ | ۳۰۲۵/۰ | ۱۰/۶ | ۳۰۲۵/۰ | ۱۰/۹ |
| نیروی انسانی | ۲۶۹/۴ | ۱/۰ | ۳۸۷/۰ | ۱/۴ | ۳۹۱/۹ | ۱/۴ |
| غیر مستقیم | | | | | | |
| کود نیتروژن | ۹۴۷۷/۸ | ۳۵/۹ | ۹۴۷۷/۰ | ۳۳/۳ | ۹۴۷۷/۸ | ۳۴/۱ |
| کود فسفر | ۱۵۳۱/۸ | ۵/۸ | ۱۵۳۱/۸ | ۵/۳ | ۱۵۳۱/۸ | ۵/۵ |
| کود پتاسیم | ۴۸۲/۴ | ۱/۸ | ۴۸۲/۴ | ۱/۷ | ۴۸۲/۴ | ۱/۷ |
| بذر | ۴۴۱/۰ | ۱/۷ | ۴۴۱/۰ | ۱/۵ | ۴۴۱/۰ | ۱/۶ |
| علف‌کش‌ها | ۱۶۳۴/۰ | ۶/۲ | ۱۶۳۴/۰ | ۵/۷ | ۱۶۳۴/۰ | ۵/۶ |
| حشره‌کش‌ها | ۳۰۴/۴ | ۱/۱ | ۳۶۵/۷ | ۱/۳ | ۳۶۵/۷ | ۱/۳ |
| ماشین‌آلات | ۱۱۶۷/۳ | ۴/۴ | ۱۳۴۶/۸ | ۴/۷ | ۱۲۹۹/۷ | ۴/۷ |
| حمل و نقل | ۱۶۴۵/۲ | ۶/۴ | ۱۷۶۷/۱ | ۶/۲ | ۱۷۶۷/۲ | ۶/۳ |
| جمع کل | ۲۶۳۶۷/۵ | ۱۰۰/۰ | ۲۸۳۹۵/۴ | ۱۰۰/۰ | ۲۷۷۸۳/۲ | ۱۰۰/۰ |

جدول ۶: مقادیر انرژی ورودی، خروجی و نسبت‌های انرژی ورودی به خروجی در سه روش کاشت در شهرستان گرگان.

| شکل‌های مختلف انرژی | | | ورودی‌ها |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| ذرت بهاره | ذرت تابستانه با بقایا | ذرت تابستانه بدون بقایا | |
| ۸۷۰ | ۱۱/۳۰ | ۱۰/۷۹ | انرژی ورودی مستقیم (گیگاژول در هکتار) |
| ۱۶/۷۰ | ۱۷/۰۰ | ۱۷/۰۰ | انرژی ورودی غیرمستقیم (گیگاژول در هکتار) |
| ۲۶/۷۰ | ۲۸/۴۰ | ۲۷/۸۰ | انرژی ورودی کل (گیگاژول در هکتار) |
| ۰/۸۳ | ۰/۸۳ | ۰/۷۱ | انرژی غیرقابل تجدیدپذیر (گیگاژول در هکتار) |
| ۲۶/۹۰ | ۲۷/۵۰ | ۲۲/۶۰ | انرژی تجدیدپذیر (گیگاژول در هکتار) |
| خروجی‌ها | | | |
| ۱۰۲۹۰۰/۰۰ | ۸۰۸۵۰/۰۰ | ۸۰۸۵۰/۰۰ | انرژی خروجی دانه (گیگاژول در هکتار) |
| ۱۰۲۹۰۰/۰۰ | ۸۰۸۵۰/۰۰ | ۸۰۸۵۰/۰۰ | انرژی خروجی کل (گیگاژول در هکتار) |
| ۳/۹۰ | ۲/۸۰ | ۲/۹۰ | نسبت انرژی خروجی به ورودی |
| ۳/۷۰ | ۵/۱۰ | ۵/۰۵ | انرژی ویژه (گیگاژول بر تن) |
| ۰/۲۶ | ۰/۱۹ | ۰/۱۹ | بهره‌وری انرژی (تن بر گیگاژول) |
| ۷۶/۵ | ۵۲/۴۰ | ۵۳/۰۶ | بازده انرژی خالص (گیگاژول در هکتار) |

رزاقی (۲۰۰۴) یکی از دلایل این موضوع را به علت عدم تأثیر بقایای گندم بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در طول دوره رشد ذرت معرفی نمود. در کشور آمریکا در سال ۱۹۴۵ نسبت برآورد شده انرژی تولیدی به انرژی مصرفی در ذرت ۳/۵۰-۵/۵۰ بود. این نسبت در سال ۱۹۸۳ به ۲/۳۰ کاهش یافت (پیمنتل، ۱۹۹۲). در عصر حاضر با افزایش سطح مکانیزاسیون کشاورزی و توسعه تکنولوژی در بخش کشاورزی ضمن افزایش مصرف روز افزون انرژی، کارایی انرژی در بوم‌نظام‌های زراعی به شدت کاهش می‌یابد. کارایی انرژی برای محصولات مختلف زراعی به تغییرات فن‌آوری و ساختاری بوم‌نظام‌های کشاورزی بستگی داشته و دو عامل اساسی شامل میزان وابستگی سامانه به مصرف انرژی‌های صنعتی و عملکرد محصول در واحد سطح بیشترین تأثیر را بر کارایی انرژی سیستم‌های تولید کشاورزی دارد (رحیمی‌زاده و همکاران، ۲۰۰۷).

میزان بهره‌وری انرژی در کشت تابستانه با بقایا کمتر از دو روش دیگر است (جدول ۶). دلیل این امر سهم زیاد انرژی بقایا، کود نیتروژن و سوخت و همچنین استفاده کم از نهاده‌های نیروی انسانی و

عملکرد پایین در واحد سطح (۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) است. قربانی و همکاران (۲۰۱۱) نیز یکی از دلایل افزایش راندمان در سیستم‌های کشاورزی را مصرف کمتر نهاده‌ها معرفی کردند.

کوچکی و حسینی (۱۹۹۴) کارایی انرژی تولید ذرت دانه‌ای را در منطقه بجنورد ۲/۵۹ گزارش نمودند. ولی قاسمی‌نژاد و صفایی‌نژاد (۲۰۰۴) کارایی انرژی در تولید ذرت دانه‌ای را در منطقه کوه‌دشت ۱/۷۳ و انرژی خالص را ۱۱۵۰۰/۳۰ مگاژول در هکتار به‌دست آوردند. تفاوت کارایی انرژی یک گیاه در دو منطقه به‌دلیل تفاوت در عملکرد، به‌دلیل تغییر اقلیم، عملیات زراعی، نهاده‌های مصرفی، تناوب زراعی و سیستم کشت (آبی یا دیم) است (فرانزولونز و فرانسیس، ۱۹۹۵). در مقایسه انرژی ویژه روش‌های مورد بررسی، کشت بهاره کمترین مقدار انرژی را برای تولید یک تن محصول مصرف می‌کند. این در حالی است که تفاوت چندانی در دو سیستم دیگر مشاهده نمی‌گردد.

جدول (۷) نشان می‌دهد که پتانسیل گرمایش جهانی در روش‌های مختلف کاشت دارای تفاوت‌هایی هستند. کشت ذرت تابستانه بدون بقایا دارای بیشترین پتانسیل گرمایش جهانی (۶۳۴۸ کیلوگرم CO₂ در هکتار) است و کمترین پتانسیل گرمایش جهانی (۲۳۴۹ کیلوگرم CO₂ در هکتار) از کشت بهاره به‌دست آمد. دلیل این موضوع عدم وجود بقایای گندم در این روش کاشت است.

جدول ۷: مقادیر پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) بر حسب معادل کیلوگرم CO₂ در هکتار ناشی از فعالیت‌های مختلف در سه روش کاشت ذرت در شهرستان گرگان.

| عملیات | | ذرت بهاره | | ذرت تابستانه بابقایا | | ذرت تابستانه بدون بقایا | |
|---|--------|-----------|--------|----------------------|--------|-------------------------|-------|
| میانگین | درصد | میانگین | درصد | میانگین | درصد | میانگین | درصد |
| نهادهای زراعی | از کل | از کل | از کل | از کل | از کل | از کل | از کل |
| تولید و حمل و نقل: | | | | | | | |
| نیترژن | ۶۹۰/۱ | ۲۸/۸ | ۶۹۰/۱ | ۲۶ | ۶۹۰/۱ | ۶۹۰/۱ | ۱۰/۹ |
| فسفر | ۱۲۵/۶ | ۵/۲ | ۱۲۵/۶ | ۴/۷ | ۱۲۵/۶ | ۱۲۵/۶ | ۲/۰ |
| پتاسیم | ۳۹/۵ | ۱/۷ | ۳۹/۵ | ۱/۴ | ۳۹/۵ | ۳۹/۵ | ۰/۶۲ |
| آفت‌کش‌ها | ۶۴۹/۰ | ۲۷/۵ | ۶۶۸/۰ | ۲۵/۱ | ۶۶۸/۰ | ۶۶۸/۰ | ۱۰/۵ |
| سوزاندن بقایای گندم | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۳۷۴۹/۵ | ۵۹/۰ |
| سوخت: | ۷۳۲/۰ | ۳۰/۵ | ۹۵۶/۸ | ۳۶/۰ | ۹۱۲/۴ | ۹۱۲/۴ | ۱۴/۳ |
| تولید، حمل و نقل و نگهداری ادوات و ماشین‌آلات | ۱۴۵/۹ | ۶/۰ | ۱۶۸/۳ | ۶/۳ | ۱۶۸/۳ | ۱۶۸/۳ | ۲/۵ |
| GWP کل | ۲۳۴۹/۰ | ۱۰۰/۰ | ۲۶۴۹/۰ | ۱۰۰/۰ | ۶۳۴۸/۰ | ۶۳۴۸/۰ | ۱۰۰/۰ |

* گاه و کلش گندم بر اساس ۲۵ درصد بقایای گندم (پس از جمع‌آوری کاه گندم جهت تعلیف دام) و بر اساس ماده خشک به‌میزان ۱۰۲۱/۶ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد.

پتانسیل گرمایش جهانی حاصل از آتش زدن بقایا در کشت ذرت تابستانه بدون بقایا بیشترین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای (۵۹ درصد) را به خود اختصاص داده است و پس از آن مصرف سوخت و کود نیتروژن در رتبه‌های بعدی قرار دارند کمترین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای مربوط به کود پتاسیم به میزان ۳۹/۵۰ کیلوگرم معادل CO₂ است. (لال ۲۰۰۴) بیان نمود که شخم، کود، آفت‌کش‌ها و آبیاری مهمترین عملیاتی هستند که کربن تولید می‌کنند و علت آن مصرف سوخت و انرژی است.

مقایسه مقادیر پتانسیل گرمایش جهانی بر اساس واحد وزن عملکرد محصول در هکتار برای هریک از روش‌های متفاوت کاشت نشان می‌دهد که تفاوت بسیار قابل توجه بین روش‌های متفاوت کاشت وجود دارد (جدول ۸). به طوری که در کشت تابستانه بدون بقایا در پتانسیل گرمایش جهانی ۲/۷۰ برابر کشت بهاره است. پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از بقایای گندم دلیل این تفاوت است. جابرو و همکاران (۲۰۰۷) جریان دی اکسید کربن تحت تأثیر شخم و آبیاری را بررسی و محاسبه کردند و گزارش نمودند که تفاوت معنی‌داری بین جریان‌های دی‌اکسید کربن در اعمال مدیریتی زمین (آبیاری و شخم) در داده‌های اندازه‌گیری شده وجود دارد.

جدول ۸: مقادیر پتانسیل گرمایش جهانی به صورت کیلوگرم معادل CO₂ در واحد سطح، وزن، انرژی ورودی و انرژی خروجی در سه روش کاشت در شهرستان گرگان.

| ذرت بهاره | ذرت تابستانه با بقایا | ذرت تابستانه بدون بقایا | |
|-----------|-----------------------|-------------------------|--|
| ۲۳۴۹/۰ | ۲۶۴۹/۰ | ۶۳۴۸/۰ | در واحد سطح (کیلوگرم معادل CO ₂ در هکتار) |
| ۳۳۵/۶ | ۴۸۱/۶ | ۱۱۵۴/۱ | در واحد وزن (کیلوگرم معادل CO ₂ در هر تن محصول) |
| ۸۹/۱ | ۹۳/۲ | ۲۲۸/۴ | در واحد انرژی ورودی (کیلوگرم معادل CO ₂ در گیگاژول) |
| ۲۲/۸ | ۳۲/۷ | ۷۸/۵ | در واحد انرژی خروجی (کیلوگرم معادل CO ₂ در گیگاژول) |

نتیجه‌گیری نهایی

عملکرد ذرت بهاره بیشتر از کشت تابستانه است که دلیل آن شرایط بهتر آب و هوایی در زمان کاشت، داشت و برداشت آن است همچنین میزان انرژی مصرفی در ذرت بهاره کمتر از کشت تابستانه است که ناشی از عملیات زراعی کمتر جهت آماده‌سازی زمین و مقدار مصرف کمتر آب و سموم حشره‌کش است و از این لحاظ کشت بهاره ذرت دانه‌ای دارای اثرات زیست‌محیطی کمتری است.

هرچند کشت تابستانه بدون بقایا انرژی کمتری نیاز داشت ولی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای آن به دلیل آتش زدن بقایا و رها شدن دی اکسید کربن بیشتر بود. از آنجا که نگهداری بقایای گیاهی سبب بهبود ساختمان خاک می‌شود و مزایای آن در افزایش عملکرد محصولات در سال‌های بعد آشکار می‌گردد و از طرفی سوزاندن بقایای گندم، باعث آلودگی هوا می‌شود لذا نگهداری بقایای گندم جهت کشت ذرت دانه‌ای پیشنهاد می‌گردد و تحقیق همه جانبه جهت افزایش بهره‌وری بقایای گندم در کشت تابستانه توصیه می‌گردد. استفاده از ادواتی که قادر به کشت ذرت در کاه و کلش ذرت باشند و باعث کاهش مصرف سوخت شوند توصیه می‌گردد. چون میزان انرژی مصرفی در قسمت کود در زراعت ذرت زیاد است لزوم بررسی و تحقیق جهت کشت‌های تناوبی و استفاده از گیاهانی که قادر به تثبیت نیتروژن هستند آشکار می‌گردد. در ضمن با استفاده از روش‌های پیشرفته آبیاری می‌توان مصرف انرژی را بخش آبیاری کاهش داد و کارایی مصرف آب را افزایش داد.

منابع

1. Akcaoz, H., Ozcatalbas, O., and Kizilay, H. 2009. Analysis of energy use for pomegranate production in Turkey. *J. Food Agri. Environ.* 7: 475 – 480.
2. Ashrafzadeh, R., and Afrarinesh, A. 2003. Evolution soil compaction effect and tillage way on maize yield physical characteristics of soil. 2th Proceeding of conference on cereal tillage tasks. 15- 16 Sep. Iran. Karaj.
3. Baruah, D.C., Das, P.K., and Dutta, P.K. 2004. Present status and future demand for energy for bullock-operated rice farms in Assam (India). *Appl. Energy.* 79: 145–157.
4. Beheshti Tabar, I., Keyhani, A.R. and Rafiee, S. 2010. Energy balance in Iran *Agronomy. Renew. Energy.* 14: 489- 855.
5. 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. *Energ. Convers. Manageme.* 46: 655–666
6. Chukan, R. 2005. Evaluation and Yield Trial of Late and Medium Maturing Maize Hybrids. Agricultural Research and Education Organization. Seed and Plant Improvement Institute. 35p.
7. Chukan, R. 2007. Evaluation and Yield Trial of Late and Medium Maturing Maize Hybrids in semi-final. Agricultural Research and Education Organization. Seed and Plant Improvement Institute. 39p.
8. Clements, D.R., Weise, S.F., Brown, R., Stonehouse, D.P., Hume, D.J., and Swanton, C.J. 1995. Energy analysis of tillage and herbicide inputs in alternative weed management systems. *Agric. Eco. Environ.* 52: 119–128.

9. Franzluebbers, A.J., and Francis, C.A. 1995. Energy output: input ratio of maize and sorghum management systems in eastern Nebraska. *Agric. Eco. Env.* 53: 271–278.
10. Ghasemi nejad, M., and Safaei Nejad, M. 2004. Energy ratio (output) and net energy of corn in the city of Kermanshah Kouhdasht. 5th Proceedings of the National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Iran. Kerman.
11. Ghorbani, R., Mondani, F., Amirmoradi, SH., Feizi, H., Khorramdel, S., and Hassanzadeh Goroteh Tapeh, A., and Haydr Gholinejad, M. 2000. Energy balance in Wheat on Mazandaran Province. *Pajuhesh and Sazandegi*, 58: 63-65.
12. Hatirli, S.A., Ozkan, B., and Fert, C. 2008. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. *Renew. Energy*. 3: 427-438.
13. Hosseini, S., and Abedi, S. 2007. Assess the role of markets and government policies in determining the price of corn. *Agric. Eco*, 1: 21- 34.
14. Hydrocarbon balance sheet of Country. 2008. Department of Energy Management Institute for International Studies. <http://www.iies.org>
15. Jabro, J.D., U. Sainju, W.B. Stevens., and Evans. R.G. 2007. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops. *Env. Manag.* 88: 1478-1484.
16. Kocheiki. A. and Hosseini, M. 1994. Energy Efficiency in Agricultural Ecosystemes. Ferdowsi university of Mashhad Press. 230p.
17. Lal, R. 2004. Carbon emission from farm operations. *Env. Int.* 30: 981-990.
18. Lorzadeh, S.H., Mahdavidameghani, A., Enayatgholizadeh, M.R., and Yosefi, M. 2012. Research of Energy use efficiency for Maize production system in Izeh, Iran. *Acta Agric. Slovinaica*. 99: 137-142.
19. Mokhtarpour. H., Behmaram, R. and zeyadlo, S. 2002. Agricultural Guidelines in Golestan Province. Noruzi Press. 132p.
20. Narsiri Mahalati, M., Koocheiki, A., Rezvani, P., and Beheshti, A. 2000. Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad Press. 327p.
21. Nasirian, N., Almasi, S. Minaee and Bakhoda, H. 2006. Study of Energy flow in Sugercan production in an Agro-industry unit in South of Ahvaz. In proceeding 4th national congress of Agricultural Machinery Engendering and Mechanization, 28-29 Aug. Tabriz University. Tabriz, Iran.
22. Norouzi, R. 2010. The sources and sink of methane greenhouse gas emission and its role in global warming. 4th International Congress of the Islamic Word Geographers. 23-24 Sep. Zahedan, Iran.
23. Nourmohammadi, G.H., Siadat, A., and Kashani, A. 1997. Cereal Production. Chamran University of Ahvaz Press. 349p.
24. Ozkan, B., Akcaoz, H., and Fert, C. 2004. Energy input–output analysis in Turkish Agriculture. *Renew. Energy*. 29: 39–51.
25. Pimentel, D. 1992. Energy inputs in production agriculture. In R.C. Fluck, *Energy in World Agric.* 6: 13-29.

26. Rahimizadeh, M., Madani, H., Rezaoust, S., Mehraban, S., and Marjani, A. 2007. Energy analysis of Agricultural ecosystem and Strategies to increase energy efficiency. 6th National Conference on Energy. Tehran.
27. Rathke, G.W. and Diepenbrock, W. 2006. Energy balance of winter oil seed rape cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. Euro. Jour. Agronomy. 24: 35- 44.
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. Razzaghi, M.H. 2005. Energy efficiency and Different Tillage System in Forage Corn Production. A these for M.Sc. Shahid Chamran University of Ahvaz. 100p.
30. Singh, H., Mishra, D., and Nahar, N.M. 2002. Energy use pattern in production agriculture of typical village in arid zone, India-part-I. Energy Convers Manage, 43: 2275-86.
31. Soltani, A., Rajabi, M.H., Zeinali, E., and Soltani, E. 2009. Evaluation of environmental impact of crop production using LCA: wheat in Gorgan. Elc J. Crop Prod, 3: 201-218. (In Persian).
32. 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.
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. Sys. 85: 101-119.
34. Yousefi, M., Darijani, F., and Alipour Jahangiri, A. 2012. Comparing energy flow of greenhouse and open-field cucumber production systems in Iran. Afri. J. Agric. Res. 7: 624-628.
35. Zentner, R.P., Lafond, G.P., Derksen, D.A., Nagy, C.N., Wall, D.D., and May, W.E. 2004. Effects of tillage method and crop rotation on non-renewable energy use efficiency for a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies. Soil Till. Res., 77: 125-136.



Energy flow and global warming potential of corn farm (Gorgan City)

***M.T. Feyzbakhsh¹ and A. Soltani²**

¹Ph.D student of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, and researcher of Agricultural Natural Resources of Golestan Province, Gorgan, Iran ²Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 12/17/2012; Accepted: 09/08/2013

Abstract

The aim of this study was investigation of the energy flow and global warming potential (GWP) of corn farm in Gorgan city. For this purpose, data were collected from three conventional planting methods (spring planting, summer planting in wheat residue and summer planting without wheat residue) by using a face-to-face questionnaire performed with farmers. After that the required data of three parts; fuel consumption, energy consumption and global warming potential were calculated based on CO₂ balance. The results revealed that total energy consumption in spring planting, summer planting in wheat residue and summer planting without wheat residue was 26355.7, 28395.4 and 27783.2 MJha⁻¹, respectively. Among three methods of planting the highest amount of total energy input was recorded for nitrogen fertilizer and diesel fuel. The least GWP was obtained from spring planting with 2349 kg equivalent to CO₂. So spring planting had less environmental effects. According to the results, using of high-yield hybrids, residue management and nitrogen fertilizer is essential for increasing energy efficiency and reducing environmental effects.

Keywords: Corn, Energy, Global warming potential, Wheat residue

*Corresponding author; feyz_54@yahoo.com

نشد به تولید گناهان: : اعداء، جلد ششم (۳)، ۱۳۹۲