Archive of SID

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۰ شماره ۴ / سال ۱۳۹۹ صفحات ۲۷۹-۲۶۵

ارزیابی و مقایسه پایداری کشت‌بوم‌های پاییزه و بهاره سیب‌زمینی با استفاده از تحلیل انرژی (مطالعه موردی: استان گلستان)

حمید رضا شاه حسینی[۱]، محمود رمرودی[۲*]، حسین کاظمی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۱۶
۱-دانش آموخته دکتری آگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۲-دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۳-دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
*مسئول مکاتبه:E-mail: mramroudi42@uoz.ac.ir

چکیده

اهداف: این تحقیق با هدف ارزیابی پایداری نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه، در استان گلستان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و توسط پرسشنامه انجام شد. ۱۲۰ مزرعه پاییزه و ۶۰ مزرعه بهاره به روش تصادفی طبقه‌ای انتخاب شدند. پس از تعیین ورودی‌ها و خروجی مزارع و معادل انرژی آنها، شاخص‌های انرژی ارزیابی شد.

یافته‌ها: بیشترین سهم از انرژی ورودی کل در نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره، به ترتیب سوخت فسیلی به میزان ۳۰/۲۶ و کودهای شیمیایی به میزان ۲۹/۰۴ درصد بود. در نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره به ترتیب، کارایی مصرف انرژی ۱/۸۵ و ۱/۳۰، بهره‌وری انرژی ۰/۵۱ و ۰/۳۶ کیلوگرم در مگاژول، انرژی ویژه ۱/۹۵ و ۲/۷۶ مگاژول در کیلوگرم، انرژی خالص ۵۲۱۳۵/۱۶ و ۱۶۱۲۵/۴۲ مگاژول در هکتار، شاخص مکانیزاسیون ۰/۹۶ و ۰/۹۴، انرژی ورودی کل ۶۱۳۸۴/۸۳ و ۵۳۲۳۴/۵۹ مگاژول در هکتار و انرژی خروجی کل ۱۱۳۵۱۹/۹۹ و ۶۹۳۶۰/۰۱ مگاژول در هکتار بود.

نتیجه‌گیری: کارایی و پایداری نظام زراعی پاییزه بیشتر از بهاره در تولید سیب‌زمینی در استان گلستان بود. در هر دو نظام زراعی، سهم انرژی‌های غیرمستقیم، تجدیدناپذیر و تجاری، بیشتر از انرژی‌های مستقیم، تجدیدپذیر و غیرتجاری بود. اجرای راهکارهای توصیه شده برای مدیریت بهینه کشت‌بوم‌ها مانند روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، نوسازی ماشین‌آلات و مصرف کود دامی، در کاهش سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجاری و افزایش سلامت محیط زیست و نیز بهره‌وری انرژی موثر است.

واژه‌های کلیدی: انرژی خالص، بهره‌وری انرژی، کارایی مصرف انرژی، کودهای شیمیایی، سوخت فسیلی

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluating and Comparing the Sustainability of Autumn and Spring Potato Agroecosystems Using Energy Analysis (Case Study: Golestan Province)

Hamid Reza Shahhoseini[1], Mahmoud Ramroudi[2*], Hossein Kazemi[3]

Received: January 28, 2020 Accepted: August 27, 2020
1-PhD graduated of Agroecology, Dept of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.
3-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
*Corresponding Author Email: mramroudi42@uoz.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Study was conducted to evaluate the sustainability of the two autumn and spring potato (*Solanum tuberosum* L.) farming ecosystems.

Methods and Materials: The study was conducted by questionnaire in Golestan Province during the period of 2017-2018. 120 autumn farms and 60 spring farms were selected by stratified random sampling method. After determining inputs and output and their energy equivalent, the energy indices were determined.

Results: Fossil fuels and fertilizers were the largest energy inputs of the total in autumn and spring potato farming ecosystems with share of 30.26% and 29.04%, respectively. In autumn and spring potato farming ecosystems, energy use efficiency indices were 1.85 and 1.30; energy productivity indices were 0.51 and 0.36 kg MJ^{-1}; specific energy indices were 1.95 and 2.76 MJ kg^{-1}; net energy indices were 52135.16 and 16125.42 MJ ha^{-1}; mechanization indices were 0.96 and 0.94; total energy inputs were 61384.83 and 53234.59 MJ ha^{-1} and total energy outputs were 113519.99 and 69360.01 MJ ha^{-1}, respectively.

Conclusion: The efficiency and the sustainability of the autumn farming ecosystem were higher than the spring in terms of potato production in Golestan Province. In autumn and spring farming ecosystems, the share of indirect, nonrenewable and commercial energy were greater than that of direct, renewable and noncommercial energy. It is useful to implement recommended guidelines for optimal management of inputs such as conservation tillage, modernization of machinery and consumption of manure, it reduces the share of nonrenewable and commercial energy and increases environmental health and energy efficiency.

Keywords: Net Energy, Energy productivity, Energy use efficiency, Fertilizers and Fossil fuel

مقدمه

کشاورزی، نه تنها مصرف کننده انرژی است، بلکه مهم‌ترین عرضه کننده انرژی نیز محسوب می‌شود (السوراگابی و همکاران ۲۰۱۹). مصرف کارامد انرژی در کشاورزی، یکی از عوامل مهم در رسیدن به کشاورزی پایدار است؛ زیرا نه تنها موجب صرفه‌جویی اقتصادی شده، بلکه در حفظ انرژی‌های تجدیدناپذیر مانند سوخت-های فسیلی و کاهش آلودگی هوا نیز موثر است (پهلوان و همکاران ۲۰۱۲، دستان و همکاران ۲۰۱۵ و یساری و همکاران ۲۰۱۸). پایداری، مفهومی است که به صورت مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست. بنابراین، برای تعیین پایداری در کشت‌بوم‌های زراعی، باید به ساده‌سازی آنها

www.SID.ir

Archive of SID

پرداخت (شاهی مریدی و همکاران ۲۰۱۷). عملیات کشاورزی نیاز به انرژی در شکل‌های مختلف مانند کود-های شیمیایی، سوخت، الکتریسیته، انرژی دام و انرژی انسانی دارد. با گذشت زمان و پیشرفت کشاورزی، میزان مصرف انرژی در تولید محصولات کشاورزی افزایش یافته است؛ زیرا کشاورزی سنتی با مصرف انرژی کم، جای خود را به نظام‌های کشاورزی پیشرفته با مصرف انرژی بالا داده است. همچنین، این افزایش مصرف در پاسخ به افزایش شدید جمعیت جهان و نیاز به فراهم کردن غذای کافی برای مردم است. بنابراین، فراهم کردن میزان مناسب انرژی و مصرف کارامد آن برای رسیدن به افزایش تولید و بهره‌وری ضرورت دارد (السوراگابی و همکاران ۲۰۱۹). ارزیابی کارایی مصرف منابع و انرژی، دو اصل مدیریت پایدار بوم‌نظام‌های زراعی هستند (رضایی و همکاران ۲۰۱۹). پایداری تولید در کشاورزی به کاهش هزینه تولید و افزایش بهره‌وری در مصرف منابع تولید و افزایش عملکرد محصول در واحد سطح وابسته است. بنابراین، یکی از مناسب‌ترین رویکردها برای کاهش انرژی‌های ورودی از یک طرف و افزایش انرژی خروجی از طرف دیگر، تحلیل شاخص‌های انرژی به دست آمده از مطالعات منطقه‌ای می‌باشد (پازوکی طرودی و همکاران ۲۰۱۸).

تحلیل انرژی، ابزار مناسبی برای تعیین الگوی مصرف انرژی در نظام‌های کشاورزی مختلف است و با شناسایی نقاط هدررفت انرژی، نقش مهمی در توسعه شناخت بوم‌نظام‌های زراعی دارد و موجب بهبود تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها در مدیریت و توسعه بخش کشاورزی می‌شود (ردکی و دایپنبروک ۲۰۰۶). گردش انرژی، یکی از مباحث مهم در بوم‌شناسی کشاورزی است (کاظمی و زارع ۲۰۱٤). از دیدگاه بوم-شناختی، تحلیل انرژی در کشاورزی نقش قابل توجهی در توسعه دیدگاه انسان نسبت به نظام‌های زراعی داشته و ایجاد کننده دیدگاهی با محوریت محیط زیست، از لحاظ استفاده بهینه منابع، تولید انرژی و افزایش کارایی نظام در گردش انرژی می‌باشد (دستان و همکاران ۲۰۱۵). تحلیل انرژی با دو هدف ارزیابی کارایی کشت‌بوم‌ها و ارزیابی اثرات منفی آنها بر محیط انجام می‌شود (کاظمی و همکاران ۲۰۱۸). شاخص‌های تحلیل انرژی، معیاری برای تعیین کارایی نظام‌های تولید و مقایسه میان آنها هستند (کاظمی و همکاران ۲۰۱۵). تحلیل انرژی، نه تنها شامل منابع انرژی در فرایند تولید، مانند الکتریسیته و سوخت و انرژی وارد شده در تجهیزات و ماشین‌آلات است، بلکه شامل انرژی مصرف شده برای تولید ورودی‌ها، مانند آفت‌کش‌ها، کودها و نیروی کارگری مورد نیاز نیز می‌شود (السوراگابی و همکاران ۲۰۱۹).

مطالعات مختلفی در زمینه تحلیل انرژی کشت‌بوم‌ها در محصولات مختلف در جهان انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به گوجه‌فرنگی در ترکیه (اسنگون و همکاران ۲۰۰۷)، برنج در بنگلادش (ایکبال ۲۰۰۸)، پیاز در آمریکا (مور ۲۰۱۰) و سویا (موسوی اول و همکاران ۲۰۱۱)، گندم (قربانی و همکاران ۲۰۱۱)، برنج (آقاعلیخانی و همکاران ۲۰۱۳)، کلزا (سلطانی و همکاران ۲۰۱٤) و پنبه (زاهدی و عشقی زاده ۲۰۱٤) در ایران اشاره کرد. تمام این مطالعات، بر کارایی مصرف انرژی و اثر مصرف انرژی نظام‌های تولید بر محیط تمرکز داشتند (کاظمی و همکاران ۲۰۱۸). تحلیل انرژی تولید پنبه در ترکیه نشان داد، انرژی ورودی کل و نسبت انرژی ورودی به انرژی خروجی، به ترتیب ٤۹/۷۳ مگاژول و ۰/۷٤ بود. همچنین، سوخت‌های فسیلی، کودهای شیمیایی و ماشین‌آلات، مهم‌ترین مصرف کنندگان انرژی بود (پیلماز و همکاران ۲۰۰۵). تحلیل انرژی تولید گندم در گرگان در سناریوهای مدیریتی مختلف نشان داد، سناریوی با بهترین مدیریت تولید، ۳۸ درصد کود نیتروژن کمتری نیاز داشت و ۱۱ درصد انرژی ورودی کمتری مصرف کرد و عملکرد نیز به میزان ۳۳ درصد افزایش یافت (سلطانی و همکاران ۲۰۱۳).

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل انرژی تولید سویا در گرگان در ٤ سناریوی مختلف تولید از لحاظ عملیات خاک‌ورزی و روش آبیاری نشان داد، انرژی ورودی کل برای تمام عملیات‌ها به جز آبیاری، ۳۰۷۱/۳ مگاژول در هکتار در سناریوی بدون خاک‌ورزی و آبیاری بارانی، ٥٦۲۱/٦ مگاژول در هکتار در سناریوی با خاک‌ورزی کاهشی و آبیاری بارانی، ٥۸۰۳/٥ مگاژول در هکتار در سناریوی با خاک‌ورزی متداول و آبیاری غرقابی و ٤٦۰٤/۳ مگاژول در هکتار در سناریوی خاک‌ورزی کاهشی و آبیاری غرقابی بود (عالی مقام و همکاران ۲۰۱۷). سیب‌زمینی، به عنوان یک محصول غذایی جهانی (زنگنه و همکاران ۲۰۱۰)، چهارمین محصول مهم در جهان از نظر کمیت تولید ماده خشک (وانگ و همکاران ۲۰۱۸) می‌باشد. این گیاه زراعی یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی در ایران و استان گلستان بوده و در سال‌های اخیر کشت فشرده آن به دو صورت پاییزه و بهاره در این استان انجام می‌شود. سطح زیر کشت سیب‌زمینی در استان گلستان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦، ٦٥۰۰ هکتار بود که ٦۲۰۰ هکتار از آن به صورت کشت پاییزه و ۳۰۰ هکتار به صورت کشت بهاره بود (جهاد کشاورزی استان گلستان ۲۰۱۸). به همین دلیل، تعیین ورودی‌ها و محاسبه شاخص‌های انرژی، ابزار مفیدی برای بهینه‌سازی نظام‌های تولید این محصول است. هدف از این تحقیق، تحلیل انرژی تولید سیب‌زمینی در نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره و مقایسه این نظام‌ها با هم، به منظور تعیین نظام کارامدتر و پایدار-تر و شناسایی عوامل موثر بر افزایش کارایی مصرف انرژی و ارائه پیشنهادهایی برای کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی تولید این محصول بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و جمع آوری داده‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ در استان گلستان انجام شد. داده‌ها توسط پرسشنامه و مصاحبه چهره به چهره با مدیران مزارع و کشاورزان جمع‌آوری شد. تعداد پرسشنامه به وسیله رابطه ۱ تعیین شد (کوکران ۲۰۰۳).

$$n=\frac{\frac{z^2pq}{d^2}}{1+\frac{1}{N}\left(\frac{z^2pq}{d^2}-1\right)}$$

(رابطه ۱)

در این رابطه، n میزان حجم نمونه، z خطای معیار ضریب اطمینان قابل قبول (۱/۹٦)، p مقدار جمعیت دارای صفت خاص و q مقدار جمعیت فاقد صفت خاص بود. p و q از نظر آماری نشان دهنده این نکته هستند که کشاورز چه مقدار شانس برای انتخاب شدن دارد و با چه مقدار شانس انتخاب نخواهد شد. به دلیل اینکه تبعیضی در انتخاب کشاورزان وجود نداشت، این مقدار در هر دو مورد برابر ۰/٥ بود. d مقدار دقت احتمالی قابل قبول و N میزان حجم جامعه آماری یا تعداد کل کشاورزان سیب-زمینی کار در استان گلستان و ۲۱۳۸ نفر بود. بر اساس آن ۱۲۰ مزرعه برای کشت پاییزه و برای کشت بهاره، ٦۰ مزرعه و کشاورزان به روش تصادفی طبقه‌ای و در هر طبقه به روش تصادفی ساده انتخاب شدند (جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تعداد مزارع مورد مطالعه به تفکیک کشت پاییزه و بهاره در مناطق مختلف استان گلستان

دهستان / روستا	شهرستان	مزارع پاییزه	مزارع بهاره
دهستان استرآباد جنوبی	گرگان	۳۸	۰
دهستان استرآباد شمالی	گرگان	۳۷	۰
دهستان قرق	گرگان	۱۰	۰
دهستان روشن آباد	گرگان	۱۵	۰
دهستان شیرنگ	علی آباد کتول	۷	۰
دهستان کتول	علی آباد کتول	۱۳	۰
روستا چهارباغ	گرگان	۰	۱۵
روستا شاهکوه سفلی	گرگان	۰	۳۰
روستا شاهکوه علیا	گرگان	۰	۱۵

تحلیل انرژی

برای محاسبه معادل انرژی ورودی‌ها و خروجی در نظام زراعی سیب‌زمینی، پس از تعیین مهم‌ترین ورودی-ها و خروجی (جدول ۲)، ابتدا مقدار خام آنها در هر کدام از ۱۸۰ مزرعه تعیین شد. در خصوص ورودی کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، مقدار موثر آنها محاسبه شد (عالی مقام و همکاران ۲۰۱۷). معادل انرژی هر ورودی و همچنین خروجی، با ضرب مقدار خام آن در ضریب تبدیل انرژی مربوطه (جدول ۳) محاسبه شد (اصغری‌پور و همکاران ۲۰۱۶).

جدول ۲- مقادیر ورودی‌ها و خروجی در نظام‌های زراعی سیب‌زمینی

متغیر	واحد	نظام زراعی پاییزه	نظام زراعی بهاره
نیروی کارگری	ساعت	۳۷۲/۵۶	٤٥٩/٨٣
ماشین‌آلات	ساعت	۱۹/٦٨	۱۷/۰۳
سوخت فسیلی	لیتر	۳۲۹/۸۹	۲٤٦/٤۳
کود نیتروژن	کیلوگرم	۲۰۳/۰۰	۲۲۹/۰۰
کود فسفر	کیلوگرم	۱۲٦/۰۰	۱۱۰/۰۰
کود پتاس	کیلوگرم	۸٤/۷۰	۷٤/۱۰
کود گوگرد	کیلوگرم	٤۱/۱۰	۲٥/۷۰
کود دامی	کیلوگرم	۱۳۰۰۰/۰۰	۲۲۷۰/۰۰
علف‌کش	کیلوگرم	۱/۰۲	۰/۳۷
حشره‌کش	کیلوگرم	۰/۲۲	۰/۰۰
قارچ‌کش	کیلوگرم	۰/۸۷	۰/۰۰
الکتریسیته	کیلووات ساعت	٦۳۷/۰۷	۰/۰۰
آب آبیاری	مترمکعب	٤۳۲۰/٤٥	۸۳۹۱/۳۳
بذر	کیلوگرم	٤۳۱۰/۰۰	۳٥۰۰/۰۰
عملکرد سیب‌زمینی	کیلوگرم	۳۱٥۳۳/۳۳	۱۹۲٦٦/٦۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- معادل‌های انرژی ورودی‌ها و خروجی در نظام‌های زراعی سیب‌زمینی

متغیر	واحد	معادل‌های انرژی (مگاژول بر واحد)	منبع
نیروی کارگری	ساعت	۱/۹۶	یوسفی و محمدی ۲۰۱۱
ماشین‌آلات	ساعت	۶۲/۷۰	سماواتیان و همکاران ۲۰۱۰
سوخت فسیلی	لیتر	۵۶/۳۱	ازکان و همکاران ۲۰۰۷
کود نیتروژن	کیلوگرم	۵۸/۱۱	اردال و همکاران ۲۰۰۷
کود فسفر	کیلوگرم	۱۳/۹۷	اردال و همکاران ۲۰۰۷
کود پتاس	کیلوگرم	۷/۹۵	اردال و همکاران ۲۰۰۷
کود گوگرد	کیلوگرم	۱/۱۲	اسنگون و همکاران ۲۰۰۷
کود دامی	کیلوگرم	۰/۳۰	سلطانی و همکاران ۲۰۱۳
علف‌کش	کیلوگرم	۲۳۸/۳۰	ازکان و همکاران ۲۰۰۷
حشره‌کش	کیلوگرم	۱۰۱/۲۰	ازکان و همکاران ۲۰۰۷
قارچ‌کش	کیلوگرم	۲۱۶/۰۰	ازکان و همکاران ۲۰۰۷
الکتریسیته	کیلووات ساعت	۳/۶۰	زاهدی و عشقی‌زاده ۲۰۱۴
آب آبیاری	مترمکعب	۱/۰۲	زاهدی و عشقی‌زاده ۲۰۱۴
بذر	کیلوگرم	۳/۶۰	زنگنه و همکاران ۲۰۱۰
عملکرد سیب‌زمینی	کیلوگرم	۳/۶۰	زنگنه و همکاران ۲۰۱۰

مقدار ورودی انرژی کل نیز برای هر مزرعه با جمع مقادیر معادل انرژی تمام ورودی‌ها در آن مزرعه محاسبه شد. همچنین، ورودی انرژی و خروجی انرژی برای دو نظام زراعی پاییزه و بهاره، به ترتیب با میانگین-گیری از تمام ۱۲۰ و ۶۰ مزرعه پاییزه و بهاره محاسبه شد. تمام محاسبات مربوط به تعیین میزان انرژی و شاخص‌های آن، توسط نرم افزار EXCEL 2007 انجام شد. در این تحقیق، مهم‌ترین شاخص‌های انرژی شامل کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه، انرژی خالص، شاخص مکانیزاسیون، انرژی ورودی کل و انرژی خروجی کل برای ارزیابی کارایی نظام زراعی (رابطه‌های ۲ تا ۶) (کاظمی و همکاران ۲۰۱۵، اصغری‌پور و همکاران ۲۰۱۶ و عالی مقام و همکاران ۲۰۱۷)، در دو نظام زراعی پاییزه و بهاره، محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفتند.

رابطه {۲}
$$\text{کارایی مصرف انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگا ژول در هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگا ژول در هکتار)}}$$

رابطه {۳}
$$\text{بهره وری انرژی} = \frac{\text{عملکرد خروجی (کیلوگرم در هکتار)}}{\text{انرژی وروی (مگا ژول در هکتار)}}$$

رابطه {۴}
$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگا ژول در هکتار)}}{\text{عملکرد خروجی (کیلوگرم در هکتار)}}$$

رابطه {۵}
$$\text{انرژی خالص} = \text{انرژی ورودی (مگا ژول در هکتار)} - \text{انرژی خروجی (مگا ژول در هکتار)}$$

رابطه {۶}
$$\text{شاخص مکانیزاسیون} = \frac{\text{انرژی سوخت فسیلی+انرژی ماشین آلات (مگا ژول در هکتار)}}{\text{انرژی سوخت فسیلی+انرژی ماشین آلات+انرژی انسانی+انرژی حیوانی (مگا ژول در هکتار)}}$$

www.SID.ir

Archive of SID

میزان انرژی حیوانی در این تحقیق به دلیل عدم کاربرد حیوانات در مزارع برای انجام عملیات کشاورزی صفر بود.

در نهایت، توزیع انرژی برای نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره سیب‌زمینی در استان گلستان مورد ارزیابی قرار گرفت. به این صورت که در یک تقسیم‌بندی، ورودی‌های انرژی به انرژی مستقیم، شامل نیروی کارگری، سوخت-ها، الکتریسیته و آب آبیاری و انرژی غیرمستقیم، شامل ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی، کود دامی، آفت‌کش‌ها و بذر طبقه‌بندی شد. در تقسیم بندی دیگر، این ورودی‌ها به انرژی تجدیدپذیر، شامل نیروی کارگری، کود دامی و بذر و انرژی تجدیدناپذیر، شامل ماشین‌آلات، سوخت فسیلی، کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها، الکتریسیته و آب آبیاری (آب زیرزمینی) طبقه‌بندی شد. در تقسیم‌بندی سوم، ورودی‌های انرژی به انرژی تجاری، شامل نیروی کارگری، ماشین‌آلات، سوخت فسیلی، کودهای شیمیایی، کود دامی، آفت‌کش‌ها، الکتریسیته و بذر و انرژی غیرتجاری، شامل آب آبیاری تقسیم‌بندی شد (آقاعلیخانی و همکاران۲۰۱۳ و اصغری‌پور و همکاران ۲۰۱٦). در انتها، سهم هر کدام از این شکل‌های انرژی در تولید سیب‌زمینی بهاره و پاییزه در استان گلستان تعیین شد.

نتایج و بحث

الگوی مصرف انرژی در نظام زراعی سیب‌زمینی

مقادیر انرژی مهم‌ترین ورودی‌ها و خروجی نظام-های زراعی سیب‌زمینی پاییزه و بهاره در جدول ٤ نشان داده شده‌اند. مقادیر انرژی تمام ورودی‌ها و خروجی در این جدول از طریق ضرب شدن آنها در معادل‌های انرژی مربوطه به دست آمد.

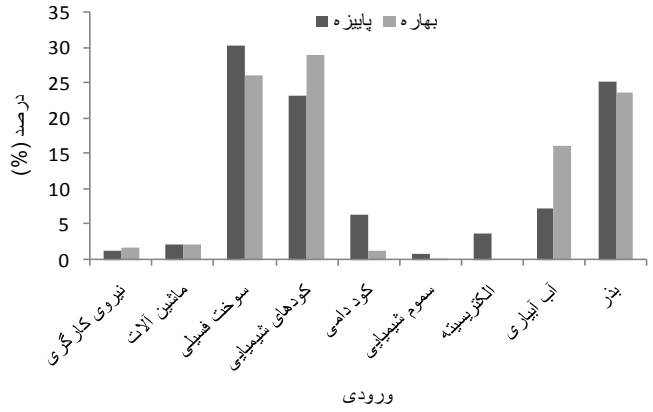
جدول ۴- ورودی‌ها و خروجی انرژی (مگاژول در هکتار) تولید سیب‌زمینی در نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره

متغیر	نظام زراعی پاییزه	نظام زراعی بهاره
نیروی کارگری	۷۳۰/۲۲	۹۰۱/۲۷
ماشین‌آلات	۱۲۳۳/۹٤	۱۰٦۷/۷۸
سوخت فسیلی	۱۸۵۷٦/۱۱	۱۳۸۷٦/٤۷
کود نیتروژن	۱۱۷۹۵/۵۲	۱۳۳۰٦/۲۷
کود فسفر	۱۷٦۰/۳۵	۱۵۳٦/۸۱
کود پتاس	٦۷۳/۱۱	۵۸۸/۸۷
کود گوگرد	٤٦/۰۳	۲۸/۷۸
کود دامی	۳۹۰۰/۰۰	٦۸۱/۰۰
علف‌کش	۲٤۳/۰۷	۸۸/۱۷
حشره‌کش	۲۲/۲٦	۰/۰۰
قارچ‌کش	۱۸۷/۹۲	۰/۰۰
الکتریسیته	۲۲۹۳/٤۵	۰/۰۰
آب آبیاری	٤٤۰٦/۸٦	۸۵۵۹/۱٦
بذر	۱۵۵۱٦/۰۰	۱۲٦۰۰/۰۰
عملکرد سیب‌زمینی	۱۱۳۵۱۹/۹۹	٦۹۳٦۰/۰۱

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی الگوی مصرف انرژی نشان داد، بیشترین سهم از انرژی ورودی کل در نظام زراعی پاییزه، مربوط به سوخت فسیلی (۳۰/۲٦ درصد) بود (شکل ۱) که دلیل اصلی آن، دفعات زیاد خاک‌ورزی و تامین انرژی موتور-های گازوئیلی چاه‌های آب، در حدود نیمی از مزارع مورد بررسی است.



شکل ۱- سهم ورودی‌ها در مصرف انرژی برای تولید سیب‌زمینی در استان گلستان

نتایج مصاحبه با کشاورزان نشان داد، اغلب ماشین‌آلات و پمپ‌های آبیاری مورد استفاده، عمری بیشتر از عمر مفید داشتند. به نظر می‌رسد که کاهش دفعات خاک‌ورزی (استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی) و نوسازی ماشین‌آلات کشاورزی و موتورهای فرسوده پمپ آب، می‌تواند در کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و در نتیجه کاهش ورودی انرژی کل و افزایش کارایی موثر باشد. همچنین، با توجه به تجدیدناپذیری و آلایندگی این ورودی و نیز هزینه‌بر بودن آن، مصرف بهینه این ورودی، در بهبود کیفیت محیط زیست و کاهش هزینه کشاورزان نیز موثر خواهد بود. میزان مصرف و سهم این ورودی در نظام زراعی بهاره کمتر از پاییزه بود (۲٦/۰۷ درصد) (شکل ۱) که به دلیل عدم استفاده از سوخت برای آبیاری و انجام عملیات‌هایی مانند سرزنی و سم‌پاشی محصول به صورت دستی، به دلیل ابعاد کوچک مزارع در این نظام زراعی است. ارزیابی شاخص‌های انرژی تولید سیب‌زمینی در استان گیلان نشان داد، بیشترین سهم از ورودی انرژی کل، مربوط به مصرف سوخت-های فسیلی به میزان ۳۲/۹۱ درصد بود (آذرپور و همکاران ۲۰۱۳).

با وجود مصرف بیشتر کودهای فسفر، پتاس و گوگرد در نظام پاییزه نسبت به بهاره، به دلیل مصرف بیشتر کود نیتروژن در نظام بهاره، کودهای شیمیایی، سومین و اولین سهم از انرژی ورودی کل را در نظام‌های پاییزه و بهاره (به ترتیب ۲۳/۲۵ و ۲۹/۰٤ درصد) داشت (شکل ۱). سهم بیشتر نیتروژن در نظام بهاره، از یک طرف به دلیل آبیاری بیشتر و در نتیجه شستشوی بیشتر خاک در این نظام و از طرف دیگر، تناوب سیب‌زمینی با سویا در نظام پاییزه است. ارزیابی مصرف انرژی در تولید سیب‌زمینی در استان اردبیل نشان داد، کودهای شیمیایی بیشترین سهم از ورودی انرژی کل (٤۰/۱۷ درصد) را دارا بود (محمدی و همکاران ۲۰۰۸). عامل موثر دیگر در مصرف بیشتر کود نیتروژن در نظام بهاره نسبت به پاییزه، مصرف و سهم

www.SID.ir

Archive of SID

بسیار بالاتر کود دامی (گاوی) در نظام پاییزه نسبت به بهاره (به ترتیب ٦/٣٥ و ١/٢٨ درصد) بود (شکل ١). علیرغم معادل انرژی پایین برای بذر سیب‌زمینی (٣/٦)، این ورودی، دومین و سومین سهم را در نظام‌های پاییزه و بهاره (به ترتیب ٢٥/٢٨ و ٢٣/٦٧ درصد) را داشت (شکل ١)، که به دلیل وزن زیاد بذر سیب‌زمینی و در نتیجه بالا رفتن میزان مصرف (کیلوگرم) این ورودی در تولید محصول است. سهم این ورودی در تولید سیب‌زمینی در استان‌های اردبیل، همدان و گیلان به ترتیب ١٣/٦٤ (محمدی و همکاران ٢٠٠٨)، ١٤/٩ (رجبی همدانی و همکاران ٢٠١١) و ٢٠/٩٩ درصد (آذرپور و همکاران ٢٠١٣) بود که نشان دهنده بالا بودن مصرف انرژی این ورودی در تولید محصول سیب‌زمینی در شرایط مختلف تولید است.

علیرغم جایگاه برابر آب آبیاری از ورودی انرژی کل در نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره (چهارمین سهم)، میزان مصرف این ورودی در نظام بهاره بیش از دو برابر نظام پاییزه (به ترتیب ١٦/٠٨ و ٧/١٨ درصد) بود (شکل ١) که به دلیل برخورد دوره رشد با فصل تابستان و بارندگی ناچیز در این فصل و همچنین روش‌های آبیاری سنتی در مزارع بهاره است. همچنین، سهم الکتریسیته از ورودی انرژی کل در نظام پاییزه و بهاره به ترتیب ٣/٧٤ و صفر درصد بود (شکل ١). در نظام پاییزه، موتورهای آبیاری در حدود نیمی از مزارع، الکتریکی بود ولی در مزارع بهاره، به دلیل ابعاد کوچک مزارع و مسافت کم آنها تا چشمه‌ها، آبیاری بدون کاربرد موتورهای آبیاری انجام می‌شد. ارزیابی انرژی تولید پنبه در گرگان نشان داد، میزان انرژی معادل برای آب آبیاری و الکتریسیته، به ترتیب ٨١٦/٠٠ و ٩٢٨/٨٠ مگاژول در هکتار بود (کاظمی و همکاران ٢٠١٨). وجین دستی علف‌های هرز در اغلب مزارع و عدم شیوع آفت، به ویژه در نظام بهاره، موجب سهم بسیار کم ورودی آفت‌کش‌ها از انرژی ورودی کل در نظام‌های زراعی بهاره و پاییزه (به ترتیب ٠/١٦ و ٠/٧٤ درصد) شد (شکل ١). این مقدار برای تولید سیب‌زمینی در استان همدان ٠/٦ درصد بود (رجبی همدانی و همکاران ٢٠١١). به دلیل وابستگی بیشتر برخی عملیات مانند کنترل علف‌های هرز و سرزنی محصول به نیروی کارگری در نظام بهاره، میزان و سهم این ورودی در نظام بهاره از پاییزه بیشتر (به ترتیب ١/٦٩ و ١/١٩ درصد) و به طور عکس، میزان و سهم ماشین‌آلات در این نظام از نظام پاییزه کمتر (به ترتیب ٢/٠٠ و ٢/٠١ درصد) بود (شکل ١)، که نشان دهنده سطح مکانیزاسیون بیشتر در نظام پاییزه است. ارزیابی انرژی تولید یونجه در منطقه سیستان نشان داد، سهم نیروی کارگری و ماشین‌آلات، به ترتیب ٠/٦ و ٣/١ درصد بود (اصغری‌پور و همکاران ٢٠١٦).

شاخص‌های انرژی

انرژی ورودی کل یا همان انرژی کل حمایت کننده نظام زراعی سیب زمینی برای نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره به ترتیب ٦١٣٨٤/٨٣ و ٥٣٢٣٤/٥٩ مگاژول در هکتار (جدول ٥) بود که نشان می‌دهد انرژی کل حمایت کننده تولید در شرایط کشت پاییزه بیشتر از کشت بهاره بوده و دلیل اصلی آن مصرف بیشتر سوخت‌های فسیلی در نظام زراعی پاییزه است. این مقدار برای بوم‌نظام تولید سیب‌زمینی در نیوزیلند ٦٢٣٠٠ مگاژول در هکتار (باربر ٢٠٠٣) بود.

انرژی خروجی کل، که نشان دهنده انرژی معادل برای عملکرد غده سیب‌زمینی می‌باشد، در نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره به ترتیب، ١١٣٥١٩/٩٩ و ٦٩٣٦٠/٠١ مگاژول در هکتار (جدول ٥) بود. این مقادیر، بیشتر از مقدار ٧٥٦٠٠ مگاژول در هکتار برای تولید این محصول در استان گیلان (آذرپور و همکاران ٢٠١٣) است. بیشتر بودن خروجی انرژی کل در نظام زراعی پاییزه نسبت به بهاره، به دلیل میانگین عملکرد بسیار بیشتر نظام زراعی پاییزه نسبت به بهاره (به ترتیب ٣١/٥ و ١٩/٣ تن در هکتار) است. کارایی مصرف انرژی در نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره سیب‌زمینی، به ترتیب

www.SID.ir

Archive of SID

۱/۸۵ و ۱/۳۰ (جدول ۵) بود که نشان دهنده کارامدی بیشتر نظام زراعی پاییزه در تبدیل انرژی‌های ورودی به انرژی موجود در عملکرد است. مصرف بهینه ورودی‌هایی مانند آب آبیاری، به ویژه در نظام زراعی بهاره، از طریق کاربرد روش‌های نوین آبیاری، در افزایش این شاخص موثر خواهد بود. کارایی مصرف انرژی برای تولید سیب‌زمینی در استان گلستان بیشتر از مقدار ۱/۱ برای تولید سیب‌زمینی در استان همدان (رجبی همدانی و همکاران ۲۰۱۱) و ۱/۲۵ برای تولید سیب‌زمینی در استان اردبیل (محمدی و همکاران ۲۰۰۸) و کمتر از مقدار ۳/۴۸ برای تولید این محصول در استان گیلان (آذرپور و همکاران ۲۰۱۳) بود.

جدول ۵- شاخص‌های انرژی در تولید سیب‌زمینی پاییزه و بهاره در استان گلستان

شاخص	واحد	نظام زراعی پاییزه	نظام زراعی بهاره
کارایی مصرف انرژی	-	۱/۸۵	۱/۳۰
بهره‌وری انرژی	کیلوگرم در مگاژول	۰/۵۱	۰/۳۶
انرژی ویژه	مگاژول در کیلوگرم	۱/۹۵	۲/۷۶
انرژی خالص	مگاژول در هکتار	۵۲۱۳۵/۱۶	۱۶۱۲۵/۴۲
شاخص مکانیزاسیون	-	۰/۹۶	۰/۹۴
انرژی ورودی کل	مگاژول در هکتار	۶۱۳۸۴/۸۳	۵۳۲۳۴/۵۹
انرژی خروجی کل	مگاژول در هکتار	۱۱۳۵۱۹/۹۹	۶۹۳۶۰/۰۱

بهره‌وری انرژی برای نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره در این تحقیق، به ترتیب ۰/۵۱ و ۰/۳۶ کیلوگرم در مگاژول (جدول ۵) بود. این شاخص نشان می‌دهد که به ازای هر واحد انرژی، مقادیر ۰/۵۱ و ۰/۳۶ کیلوگرم خروجی به عنوان محصول، به ترتیب در نظام زراعی پاییزه و بهاره تولید شده است. شاخص معکوس برای بهره‌وری انرژی، شاخص انرژی ویژه است که برای نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره در این پژوهش، به ترتیب ۱/۹۵ و ۲/۷۶ مگاژول در کیلوگرم (جدول ۵) بود. بر این اساس، مصرف انرژی به ازای هر واحد محصول تولیدی برای نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره سیب‌زمینی در استان گلستان، به ترتیب ۱/۹۵ و ۲/۷۶ مگاژول است. مقادیر بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه برای تولید سیب‌زمینی در استان همدان به ترتیب ۰/۳۲ کیلوگرم در مگاژول و ۳/۹۷ مگاژول در کیلوگرم در سطح بالای مکانیزاسیون و ۰/۲۷ کیلوگرم در مگاژول و ۴/۷۲ مگاژول در کیلوگرم در سطح پایین مکانیزاسیون بود (زنگنه و همکاران ۲۰۱۰).

مقدار شاخص انرژی خالص در نظام زراعی پاییزه و بهاره به ترتیب ۵۲۱۳۵/۱۶ و ۱۶۱۲۵/۴۲ مگاژول در هکتار (جدول ۵) بود که نشان دهنده اتلاف کمتر انرژی در شرایط کشت پاییزه، نسبت به بهاره است. افزایش خروجی انرژی به ازای هر واحد ورودی انرژی، موجب افزایش این شاخص خواهد شد (کاظمی و همکاران ۲۰۱۸). مدیریت بهینه مزارع، مثل کاربرد دقیق و توصیه شده ورودی‌هایی مانند کودهای شیمیایی، بذر و آب آبیاری، موجب صرفه‌جویی و حفظ بیشتر انرژی و در نتیجه افزایش کارایی مصرف انرژی شده و مقدار این شاخص را بهبود خواهد داد. مقدار این شاخص برای تولید سویا در شهرستان گرگان از ۱۵۶۱۷/۷ تا ۳۱۹۹۷/۱ مگاژول در هکتار در مدیریت‌های مختلف، از لحاظ کاربرد ماشین‌آلات و روش آبیاری، متغیر بود (عالی مقام و همکاران ۲۰۱۷). شاخص مکانیزاسیون

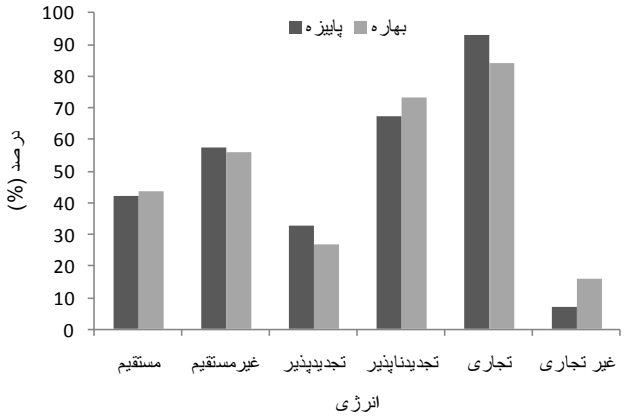
www.SID.ir

Archive of SID

برای نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره به ترتیب ۰/۹۶ و ۰/۹٤ بود (جدول ۵). این شاخص، نشان دهنده سهم انرژی مکانیزاسیون از انرژی فعال مصرف شده در تولید محصول است (سماواتیان و همکاران ۲۰۱۱) و بالاتر بودن آن در نظام پاییزه، نشان‌دهنده وابستگی بیشتر این نظام به انرژی مکانیزاسیون در مقایسه با نظام بهاره است. این شاخص برای تولید باقلا در استان گلستان ۰/۸۳ بود (کاظمی و همکاران ۲۰۱۵).

توزیع انرژی

میزان انرژی مصرفی به فرم‌های مستقیم و غیرمستقیم به ترتیب ٤۲/۳۷ و ۵۷/٦۳ درصد برای نظام زراعی پاییزه و ٤۳/۸٤ و ۵٦/۱٦ درصد برای نظام زراعی بهاره بود (شکل ۲) که نشان دهنده وابستگی زیاد نظام زراعی سیب‌زمینی به انرژی‌های غیرمستقیم از جمله کودهای شیمیایی در استان گلستان است.



شکل ۲- سهم شکل‌های مختلف انرژی در نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره سیب‌زمینی در استان گلستان

سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم برای تولید چغندرقند در استان خراسان رضوی به ترتیب ۵٦/۹ و ٤۳/۱ درصد بود (اصغری‌پور و همکاران ۲۰۱۲). سهم ورودی‌های انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید سیب‌زمینی، به ترتیب در نظام زراعی پاییزه ۳۲/۸۲ و ٦۷/۱۸ و در نظام زراعی بهاره ۲٦/٦٤ و ۷۳/۳٦ درصد بود (شکل ۲) که نشان دهنده وابستگی بیشتر تولید سیب‌زمینی به منابع انرژی تجدیدناپذیر در استان گلستان است. سهم بیشتر انرژی تجدیدناپذیر در نظام زراعی بهاره نسبت به پاییزه، عمدتاً به دلیل مصرف و سهم بیشتر آب آبیاری (به عنوان یک ورودی تجدیدناپذیر) در نظام زراعی بهاره نسبت به پاییزه است (به ترتیب ۱٦/۰۸ و ۷/۱۸ درصد از انرژی ورودی کل). همچنین، با توجه به سهم قابل توجه کودهای شیمیایی، از انرژی ورودی کل در تولید سیب‌زمینی در استان گلستان، مدیریت مصرف این ورودی و جایگزینی آن با کود دامی (تا حد امکان)، در افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و در نتیجه کارایی مصرف انرژی در نظام زراعی سیب‌زمینی، به ویژه نظام بهاره (با مصرف پایین کود دامی) در استان گلستان موثر است. مصرف زیاد انرژی‌های تجدیدناپذیر موجب کاهش کارایی مصرف انرژی در نظام‌های تولید خواهد شد؛ زیرا تولید ترکیبات

www.SID.ir

Archive of SID

شیمیایی و ماشین‌آلات، به عنوان ورودی‌های اصلی در بیشتر نظام‌ها، نیاز به انرژی زیادی دارد (پیمنتل و همکاران ۲۰۰۵). میزان مصرف انرژی به فرم‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید گندم با مدیریت‌های مختلف از لحاظ مصرف ورودی‌ها، در شهرستان گرگان به ترتیب از ۲۶۶۹ تا ۳۱۸۷ و ۴۵۰۰ تا ۱۸۱۴۷ مگاژول در هکتار متغیر بود (سلطانی و همکاران ۲۰۱۳).

میزان ورودی‌های انرژی تجاری و غیرتجاری در تولید سیب‌زمینی، به ترتیب ۹۲/۸۲ و ۷/۱۸ برای نظام زراعی پایه‌زه و ۸۳/۹۲ و ۱۶/۰۸ درصد برای نظام زراعی بهاره بود (شکل ۲) که نشان دهنده هزینه انرژی کمتر در نظام بهاره نسبت به پایه‌زه است. با توجه به سهم بالای سه ورودی تجاری سوخت فسیلی، کودهای شیمیایی و بذر (مجموعاً ۷۸/۷۹ و ۷۸/۷۸ درصد به ترتیب در نظام‌های زراعی پایه‌زه و بهاره) در تولید سیب‌زمینی در استان گلستان، مدیریت مصرف این ورودی‌ها در کاهش سهم درصد انرژی‌های تجاری و در نتیجه کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری موثر است. تحلیل انرژی تولید یونجه در منطقه سیستان نشان داد، سهم انرژی‌های تجاری و غیرتجاری در تولید این محصول به ترتیب ۹۹ و ۱ درصد بود (اصغری‌پور و همکاران ۲۰۱۶).

نتیجه گیری

نتایج ارزیابی الگوی مصرف انرژی در نظام‌های زراعی پایه‌زه و بهاره نشان داد، ورودی‌های سوخت فسیلی و کودهای شیمیایی، بیشترین سهم از ورودی انرژی کل را به ترتیب در این دو نظام زراعی داشتند. با توجه به دفعات زیاد خاک‌ورزی و عمر بالا و فرسوده‌بودن ماشین‌آلات در اغلب مزارع به ویژه در نظام پایه‌زه، اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و نوسازی ماشین‌آلات در کاهش مصرف سوخت موثر خواهد بود. همچنین با توجه به مصرف کم کود دامی در مزارع بهاره، کاربرد آن به جای کود نیتروژن (تا حد امکان)، در بهبود الگوی مصرف انرژی در این نظام زراعی موثر است. کاربرد روش‌های نوین آبیاری، از جمله آبیاری بارانی، به جای روش‌های سنتی آبیاری در کاهش مصرف ورودی آب و در نتیجه بهبود شاخص‌های انرژی، به ویژه در نظام زراعی بهاره موثر خواهد بود. همچنین، نوسازی موتورهای پمپ آب در کاهش مصرف ورودی انرژی الکتریسیته در نظام زراعی پایه‌زه موثر است.

بر اساس تحلیل شاخص‌های انرژی، نظام‌های زراعی پایه‌زه و بهاره سیب‌زمینی در استان گلستان، از لحاظ کارایی مصرف و بهره‌وری انرژی اختلاف دارند. ارزیابی شاخص کارایی مصرف انرژی نشان داد، نظام زراعی پایه‌زه، با وجود انرژی ورودی بیشتر، از کارایی مصرف بیشتری نسبت به نظام زراعی بهاره برخوردار است که دلیل آن عملکرد بالاتر در نظام زراعی پایه‌زه بود. مقادیر شاخص‌های بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه در نظام پایه‌زه، به ترتیب بیشتر و کمتر از نظام بهاره بود که نشان دهنده خروجی انرژی بیشتر، به ازای هر واحد ورودی انرژی در نظام پایه‌زه است. شاخص انرژی خالص در نظام پایه‌زه از بهاره بیشتر بود که نشان دهنده اتلاف انرژی کمتر در این نظام زراعی است. ارزیابی شاخص مکانیزاسیون نشان داد، وابستگی به انرژی سوخت و ماشین‌آلات و در نتیجه سطح مکانیزاسیون در نظام زراعی بهاره کمتر بود که عمدتاً به دلیل اجرای برخی عملیات کشاورزی مانند کنترل علف‌های هرز و سرزنی محصول توسط نیروی کارگری و بدون کاربرد ماشین‌آلات در این نظام زراعی است.

ارزیابی توزیع انرژی نشان داد، سهم انرژی‌های غیرمستقیم، تجدیدناپذیر و تجاری، در نظام‌های زراعی پایه‌زه و بهاره به ترتیب بیشتر از انرژی‌های مستقیم، تجدیدپذیر و غیرتجاری بود. با توجه به سهم بالای دو ورودی سوخت فسیلی و کودهای شیمیایی (بیش از ۵۰ درصد از ورودی انرژی کل) در نظام‌های زراعی پایه‌زه و بهاره، اجرای راهکارهای توصیه شده برای مدیریت

www.SID.ir

Archive of SID

بهینه، در کاهش مصرف این ورودی‌ها و در نتیجه کاهش سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجاری و افزایش سلامت محیط زیست و همچنین بهره‌وری انرژی موثر خواهد بود. به طور کلی با وجود بیشتر بودن انرژی ورودی کل در نظام زراعی پاییزه، این نظام، از نظر تمام شاخص‌های دیگر انرژی، از جمله کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه، انرژی خالص و انرژی خروجی کل، از نظام زراعی بهاره مطلوب‌تر است، که به دلیل عملکرد بسیار بیشتر آن نسبت به نظام زراعی بهاره است. بنابراین، کارایی و پایداری نظام زراعی پاییزه بیشتر از نظام زراعی بهاره در تولید سیب‌زمینی در استان گلستان است. اجرای راهکارهای مدیریتی توصیه شده مربوط به نظام‌های زراعی پاییزه و بهاره، در کاهش انرژی ورودی کل و در نتیجه بهبود شاخص‌های انرژی در تولید سیب‌زمینی در استان گلستان موثر خواهد بود.

سپاسگزاری

از حمایت مالی که از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه زابل به شماره ۹۶۱۸-۱۷ تأمین شده، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

AghaAlikhani M, Kazemi Poshtmasari H and Habibzadeh F. 2013. Energy use pattern in rice production: A case study from Mazandaran province, Iran. Energy Conversion and Management, 69: 157–162.

Alimagham SM, Soltani A, Zeinali E and Kazemi H. 2017. Energy flow analysis and estimation of greenhouse gases (GHG) emissions in different scenarios of soybean production (Case study: Gorgan region, Iran). Journal of Cleaner Production, 149: 621-628.

Asgharipour MR, Mondani F and Riahinia S. 2012. Energy use efficiency and economic analysis of sugar beet production system in Iran: A case study in Khorasan Razavi province. Energy, 44: 1078-1084.

Asgharipour MR, Mousavinik SM and Fartout Enayat F. 2016. Evaluation of energy input and greenhouse gases emissions from alfalfa production in the Sistan region, Iran. Energy Reports, 2: 135-140.

Azarpour E, Moraditochaee M and Bozorgi HR. 2013. Estimate energy, energy balance and economic indices of watered farming Potato Production in North of Iran. International Journal of Biosciences, 3(11): 48-56.

Barber AA. 2003. Case study of total energy and carbon indicators for New Zealand arable and outdoor vegetable production. Agricultural Engineering Consultant Agril INK. New Zealand Ltd.

Cochran J. 2003. Patterns of sustainable agriculture adoption/non-adoption in Panama a thesis submitted to McGill University. McGill University, Montreal, Canad: 1-114.

Dastan S, Noormohamadi G, Madani H and Soltani A. 2015. Analysis of Energy Indices in Rice Production Systems in the Neka Region. Environmental Sciences, 13(1): 53-66. (In Persian).

Elsoragaby S, Yahya A, Razif Mahadi M, Nawi NM and Mairghany M. 2019. Analysis of energy use and Greenhouse Gas emissions (GHG) of Transplanting and Broadcast Seeding Wetland Rice Cultivation. Energy, 189.

Erdal G, Esengun K, Erdal H and Gunduz O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy, 32: 35-41.

Esengun K, Erdal G, Gunduz O and Erdal H. 2007. An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. Renewable Energy, 32: 1873–1881.

Ghorbani R, Mondani F, Amirmoradi S, Feizi H, Khorramdel S, Teimourin M, Sanjani S, Anvarkhah S and Aghel H. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dry land wheat production systems. Applied Energy, 88(1): 283–288.

www.SID.ir

Archive of SID

Iqbal MDT. 2008. Energy input and output for production of Boro rice in Bangladesh. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 7(3): 2717–2722.

Jihad-e-Agricultural Organization of Golestan Province. 2018. Deputy for Plant Production Improvement. Management of agricultural affairs. Vegetable and summer office.

Kazemi H, Shahbyki M and Baghbani S. 2015. Energy analysis for faba bean production: A case study in Golestan province, Iran. Sustainable Production and Consumption, 3: 15-20.

Kazemi H, Shokrgozar M, Kamkar B and Soltani A. 2018. Analysis of cotton production by energy indicators in two different climatic regions. Journal of Cleaner Production, 190: 729-736.

Kazemi H and Zare S. 2014. Investigation and comparison of energy flow in wheat fields of Gorgan and Marvdasht townships. Cereal Research, 9(3): 211-227. (In Persian).

Mohammidi A, Tabatabaeefar A, Shahin H, Rafiee S and Keyhani A. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. Energy Conversion and Management, 49: 3566-3570.

Moore SR. 2010. Energy efficiency in small-scale biointensive organic onion production in Pennsylvania, USA. Renewable Agriculture and Food Systems, 25(3): 181–188.

Mousavi-Avval SH, Rafiee S, Jafari A and Mohammadi A. 2011. Optimization of energy consumption for soybean production using data envelopment analysis (DEA) approach. Applied Energy, 88(11): 3765–3772.

Ozkan B, Fert C and Karadeniz CF. 2007. Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. Energy, 32: 1500–1504.

Pahlavan R, Omid M and Akram A. 2012. The relationship between energy inputs and crop yield in greenhouse basil production. Journal of Agricultural Sciences and Technology, 14: 1243-1253.

Pazouki Toroudi M, Ajam Nouruzi H, Ghanbari Malidarreh A, Dadashi MR and Dastan S. 2016. Evaluation of Energy Balance and CO_2 Emissions of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Production. Journal of Agroecology, 9(4): 1168-1193. (In Persian).

Pimentel D, Hepperly P, Hanson J, Douds D and Seidel R. 2005. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. Bioscience, 55(7): 573-582.

Rajabi Hamedani S, Shabani Z and Rafiee S. 2011. Energy inputs and crop yield relationship in potato production in Hamadan province of Iran. Energy, 36: 2367-2371.

Rathke GW and Diepenbrock W. 2006. Energy balance of winter oilseed rape cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. European Journal of Agronomy, 24: 35-44.

Rezaei P, Naderi Mahdei K, Karimi S and Shanazi K. 2019. Environmental Sustainability Assessment of Farming System Using Ecological Footprint Analysis (Case Study: Potato and Cucumber Cultivation in Sofalgaran district of Bahar County). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29(2): 53-66. (In Persian).

Samavatean N, Rafiee S, Mobil H and Mohammadi A. 2010. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield, costs and income of garlic production in Iran. Renewable Energy, 36: 1808–1813.

Samavatean N, Rafiee S and Mobli H. 2011. An analysis of energy use and estimation of a Mechanization index of garlic production in Iran. Journal of Agricultural Sciences, 3: 198–205.

Shah-Moridi R, Kazemi H and Kamkar B. 2017. Evaluation of Sustainable Agricultural Development in Golestan Province. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(1): 197-215. (In Persian).

Soltani A, Maleki MHM and Zeinali E. 2014. Optimal crop management can reduce energy use and greenhouse gases emissions in rainfed canola production. International Journal of Plant Production, 8(4): 587–604.

www.SID.ir

Archive of SID

Soltani A, Rajabi MH, Zeinali E and Soltani E. 2013. Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. Energy, 50: 54-61.

Wang N, Reidsma P, Pronk AA, de WitAJW and van Ittersum MK. 2018. Can potato add to China,s food self-sufficiency? The scope for increasing potato production in China. European Journal of Agronomy, 101: 20-29.

Yasari E, Dastan S and Yadi R. 2018. Evaluation of CO_2 Emission Caused By Energy Consumption of Local Rice Cultivars In Mazandaran Province. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 28(4): 191-206.

Yilmaz I, Akcaoz H and Ozkan B. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy, 30: 145-155.

Yousefi M and Mohammadi A. 2011. Economic analysis and energy use efficiency in Alfalfa production systems in Iran. Scientific Research and Essays, 6(11): 2332–2336.

Zahedi M and Eshghizadeh HR. 2014. Energy use efficiency and economic analysis in cotton production system in an arid region: a case study for Isfahan province, Iran. International Journal of Energy Economics and Policy, 4(1): 43-52.

Zangeneh M, Omid M and Akram A. 2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. Energy, 35: 2927-2933.

www.SID.ir