بررسی شاخص‌های مصرف انرژی در تولید گندم دیم در شهرستان اسلام‌آبادغرب

احمد جهان‌بخشی[1*]، فرهاد امجدپور[2]، کبری حیدربیگی[3]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون، دانشگاه ایلام
۳- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ایلام
نویسنده مسئول: ahmad.jahanbakhshi67@gmail.com

چکیده

افزایش تقاضا برای مواد غذایی باعث تشدید در مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها، ماشین‌ها و سایر منابع طبیعی شده است، همچنین افزایش مصرف انرژی در سال‌های اخیر باعث ایجاد مشکلاتی در سلامتی افراد و مسائل زیست محیطی شده است. توجه به منابع طبیعی کمیاب و اثر مصرف انرژی‌های مختلف روی سلامتی انسان و محیط زیست، لزوم بررسی الگوهای مصرف انرژی را در بخش کشاورزی حیاتی ساخته است. لذا در این پژوهش به بررسی شاخص‌های مصرف انرژی در تولید گندم دیم در شهرستان اسلام‌آباد غرب، استان کرمانشاه پرداخته شده است. با توجه به داده‌های گردآوری شده از مطالعه میدانی در خصوص نحوه انجام عملیات زراعی در مورد گندم دیم، مقادیر انرژی‌های نهاده و ستانده محاسبه و شاخص‌های انرژی در این رابطه ارزیابی شدند. نتایج بررسی‌ها نشان داد، ضریب مصرف انرژی مورد نیاز برای تولید هر هکتار گندم در منطقه مذکور معادل ۱۴۰۵۳/۷۷مگاژول و شاخص بازده انرژی برای این محصول معادل ۲/۸۴۷ برآورد شد. بهره‌وری انرژی و افزوده خالص انرژی در منطقه به ترتیب معادل ۰/۱۲۸ کیلوگرم بر مگاژول و ۲۵۹۷۱/۱۵۶ مگاژول بر هکتار به دست آمد. بررسی سهم نهاده‌ها از کل انرژی ورودی مشخص نمود که در تولید گندم، کود نیتروژن، سوخت و بذر بیشترین سهم انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده‌اند. مصرف بهینه کودهای شیمیایی و سوخت و استفاده از بذرهای مناسب در کاشت گندم می‌تواند نسبت به بهبود بازده انرژی در منطقه اسلام آبادغرب مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: گندم، انرژی مستقیم، انرژی غیر مستقیم، شاخص‌های انرژی.

مقدمه

استفاده مؤثر از انرژی، یکی از نیازهای اساسی کشاورزی پایدار است. مصرف انرژی در کشاورزی، در پاسخ به افزایش جمعیت، محدودیت زمین های قابل کاشت و تمایل به استانداردهای بهتر زندگی افزایش یافته است. افزایش تقاضا برای مواد غذایی باعث تشدید در مصرف کودهای شیمیایی، آفت کش ها، ماشین ها و سایر منابع طبیعی شده است. افزایش مصرف انرژی در سال های اخیر باعث ایجاد مشکلاتی در سلامتی افراد و مسائل زیست محیطی شده است. استفاده مؤثر از انرژی در کشاورزی مشکلات زیست محیطی را کاهش می دهد و از تخریب منابع طبیعی جلوگیری کرده و کشاورزی پایدار را به عنوان یک سیستم تولیدی اقتصادی

توسعه می دهد (Erdal *et al*., 2007). یکی از رویکردهای مناسب در جهت کاهش انرژی‌های نهاده و از سوی دیگر افزایش انرژی ستانده، بررسی و ارزیابی شاخص‌های بدست آمده از مطالعات منطقه‌ای می‌باشد. این که چه عواملی چگونه و به چه میزان بیشترین تأثیر را در مقدار این شاخص‌ها می گذارند در کنار بررسی امکان جایگزینی آنها با سایر عوامل و با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و فنی، در نهایت می تواند منجر به بهینه سازی الگوی مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی گردد (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳). در تحقیقی به منظور بیشینه کردن عملکرد تولید گندم به مقایسه الگوهای مصرف انرژی در نقاط مختلف هند پرداخته شد. نتایج حاکی از آن بود که سطح تکنولوژی، انرژی های ورودی و عوامل اقلیمی ــ زراعی جزء مهمترین پارامترهای تولید گندم به شمار می‌روند. ضمن اینکه بیشترین میزان انرژی ورودی برای گندم ۱۷/۸ گیگاژول بر هکتار و بالاترین نسبت انرژی برابر با ۵/۲ به دست آمد (Sing et al, 2007). انرژی مصرفی تولید کلزا در کشور ترکیه مورد بررسی محققین قرار گرفت که متوسط کل انرژی ورودی برای سطوح مختلف کشت ۱۸۲۹۷/۶۱ مگاژول بر هکتار به دست آوردند که از کل انرژی ورودی به طور متوسط ۰/۹۴٪ مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر و ۹۹/۰۶٪ تجدیدناپذیر بود (Unakitan, 2010). محققین در تحقیقی انرژی مصرفی تولید سیب-زمینی در استان همدان را مورد بررسی قرار دادند . نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که کود نیتروژن و مصرف سوخت بیش‌ترین سهم از انرژی مصرفی در تولید سیب‌زمینی به خود اختصاص داده بودند و متوسط مصرف انرژی در مزارع مورد بررسی را برابر Mjha-1 ۹۲۲۹۶/۳ به دست آوردند (Rajabi Hamedani et al., 2011). پژوهشگران انرژی مصرفی در تولید گندم در استان آذربایجان غربی را تحلیل نمودند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان دادکه انرژی ورودی و خروجی به ترتیب ۳۰۶۲۶/۴ و ۵۳۴۸۰/۴ Mjha-1 بوده که بیش‌ترین سهم انرژی مصرفی مربوط به مصرف سوخت و کود نیتروژن می‌باشد (Taghavifar and Mardani, 2015). بررسی میزان انرژی مصرفی تولید گندم دیم در شهرستان سرابله، استان ایلام را مورد مطالعه قرار داد. نتایج تحقیقات آن نشان داد، میانگین کل انرژی ورودی مصرفی برای تولید گندم دیم در منطقه ۱۰۵۳۲/۹۰ مگاژول بر هکتار و انرژی خروجی ۳۱۵۶۸/۹۸ مگاژول بر هکتار به‌دست آمد. سهم انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از کل انرژی مصرفی نیز به ترتیب برابر ۴۹، ۵۱، ۲۲ و ۷۸ درصد محاسبه شد (امجدپور، ۱۳۹۵).

هدف از این مطالعه بررسی روند مصرف انرژی در مزارع تولید گندم دیم در شهرستان اسلام‌آباد غرب، استان کرمانشاه و ارائه راهکارهایی جهت بهیه نمودن مصرف انرژی برای این مزارع در منطقه مورد مطالعه می باشد.

مواد و روش‌ها

داده‌های این تحقیق از طریق پرسش‌نامه در سال زراعی ۱۳۹۵ از بین ۵۰ کشاورز گندم دیمکار در منطقه مورد نظر جمع‌آوری گردید. برای تعیین اندازه نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد (Nabavi-Pelesaraei, 2014). داده‌های مورد استفاده در پرسش‌نامه حاوی اطلاعاتی در مورد نهاده‌های ورودی شامل ماشین‌ها، سم و کودهای شیمیایی، نیروی انسانی، سوخت، بذر و ستاده‌ها شامل دانه گندم و کاه و کلش گندم بودند. هم‌ارز انرژی که بیان کننده میزان محتوای انرژی نهاده یا ستاده است، در جدول (۱) برای

محاسبه انرژی ورودی و خروجی آورده شده‌اند. انرژی معادل هر نهاده/ ستاده از ضرب میزان مصرف آن در ضریب هم‌ارز انرژی محاسبه شد.

جدول ۱- ضرایب هم ارز انرژی نهاده‌های ورودی و ستاده‌ها

مشخصات	واحد	هم ارز انرژی (MJ/Unit)	منبع
الف) نهاده			
کارگر	Hr	۱/۹۶	(Sefeedpari *et al*, 2014)
سوخت	L	۵۶/۳۱	(Nabavi-Pelesaraei *et al*, 2014)
روغن	L	۴۷/۸	(Kitani, 1999)
ماشین‌های کشاورزی			
کمباین	Hr	۸۷/۶۳	(Rajabi Hamedani *et al*, 2011)
سایر ماشین‌های کشاورزی	Hr	۶۲/۷	(Rajabi Hamedani *et al*, 2011)
کودهای شیمیایی			
نیتروژن (N)	Kg	۶۶/۱۴	(Mohammadi *et al*, 2011)
فسفر (P_2O_5)	Kg	۱۲/۴۴	(Mohammadi *et al*, 2011)
سموم شیمیایی			
آفت‌کش	L	۱۹۹	(Ozkan *et al*, 2004b)
علف‌کش	L	۲۳۸	(Ozkan *et al*, 2004b)
بذر گندم	Kg	۱۴/۷	(ملائی و همکاران، ۱۳۸۷)
ب) ستاده			
دانه گندم	Kg	۱۴/۴۷	(Ghorbani *et al*, 2011)
کاه و کلش گندم	Kg	۱۲/۵	(Ozkan *et al*, 2004a)

به منظور محاسبه انرژی ماشین‌های استفاده شده از رابطه (۱) استفاده شد (Kitani, 1999؛ الماسی و همکاران، ۱۳۸۴).

$$E = (W \times E_I \times h) / n \qquad (۱)$$

E: انرژی وارد شده توسط ماشین (کیلوژول بر هکتار)، W: جرم ماشین (کیلوگرم)، E_I: شدت انرژی ماشین (مگاژول بر کیلوگرم)، h : ساعات کاری ماشین (ساعت بر هکتار) و n: عمر مفید ماشین بر حسب (ساعت) می باشد. جهت محاسبه میزان انرژی سوخت از رابطه (۲) استفاده شد (Kitani, 1999).

$$EP= Q_i \times E_i \quad (۲)$$

که در رابطه فوق:

EP: انرژی سوخت (مگاژول بر هکتار)، Qi: مقدار سوخت مصرف شده (لیتر در هکتار) و Ei: انرژی معادل هر واحد سوخت (مگاژول بر لیتر) می باشد. مقدار انرژی بذر گندم از رابطه (۳) بدست آمد (Kitani, 1999).

$$E_S=W_i \times E_i \quad (۳)$$

که در رابطه فوق:

ES: انرژی بذر (مگاژول بر هکتار)، Wi: جرم بذر (کیلوگرم بر هکتار) و Ei: انرژی موجود در هر کیلوگرم بذر (مگاژول بر کیلوگرم) می‌باشد. همچنین با استفاده از میزان کود مصرفی در هکتار که از اطلاعات کشاورزان و از طریق پرسش نامه بدست آمد، انرژی محتوای کود با استفاده از رابطه (۴) محاسبه گردید (Kitani, 1999).

$$Ef=W_t \times E_i \quad (۴)$$

که در رابطه فوق:

Ef: انرژی کود (مگاژول بر هکتار)، Wt: وزن کود مصرفی (کیلوگرم بر هکتار) و Ei: انرژی موجود در هر کیلوگرم کود (مگاژول بر کیلوگرم) می باشد. میزان انرژی مصرفی سم در هکتار با استفاده از رابطه (۵) محاسبه شد (Kitani, 1999).

$$EP=W_i \times E_i \quad (۵)$$

که در رابطه فوق:

EP: انرژی سم مصرفی (مگاژول بر هکتار)، Wi: مقدار مصرف سم (لیتر بر هکتار) و Ei: انرژی موجود در هر واحد سم (مگاژول بر لیتر) می باشد. سپس شاخص‌های انرژی در تولید گندم مورد مطالعه قرار گرفت. این شاخص‌ها نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و افزوده خالص انرژی می باشد که با استفاده از روابط (۶) تا (۹) محاسبه گردیدند (Rajabi Hamedani et al., 2011).

$$\text{نسبت انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}} \quad (۶)$$

$$\text{بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{عملکرد}\left(\text{کیلوگرم بر هکتار}\right)}{\text{انرژی ورودی}\left(\text{مگاژول بر هکتار}\right)} \quad (۷)$$

$$\text{شدت انرژی} = \frac{\text{انرژی ورودی}\left(\text{مگاژول بر هکتار}\right)}{\text{عمکرد}\left(\text{کیلوگرم بر هکتار}\right)} \quad (۸)$$

$$\text{افزوده خالص انرژی} = \text{انرژی ورودی} - \text{انرژی خروجی} \quad (۹)$$

نسبت انرژی بیانگر نسبت بین کالری گرمایی محصولات خروجی و کل انرژی صرف شده در عوامل تولید است. این شاخص فاقد واحد می‌باشد و مقدار انرژی به دست آمده به ازای هر واحد مصرف انرژی برای تولید را نشان می‌دهد. شدت انرژی نشان دهنده مصرف انرژی برای تولید یک واحد از محصول است. این شاخص بسته به نوع محصول کشاورزی، موقعیت و زمان متفاوت است و می‌تواند به عنوان شاخصی برای ارزیابی کارایی مصرف انرژی در سامانه‌های مختلف تولید مورد نظر باشد. بهره‌وری انرژی ($kg\ MJ^{-1}$) عکس شدت انرژی می باشد و از تقسیم مقدار محصول تولید شده بر انرژی مصرف شده به دست می‌آید. در حقیقت، بیان کننده مقدار تولید محصول به ازای هر واحد انرژی مصرف شده است (الماسی و همکاران، ۱۳۸۴).

در تحقیق حاضر انرژی مستقیم شامل انرژی سوخت دیزل و کارگر و انرژی غیرمستقیم شامل بذر، کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و ماشین‌ها می‌باشد. انرژی تجدیدپذیر شامل انرژی بذر و انرژی کارگری و انرژی تجدیدناپذیر شامل انرژی سوخت دیزل، الکتریسیته، علف‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و ماشین‌ها است (Ghorbani *et al*, 2011).

نتایج و بحث

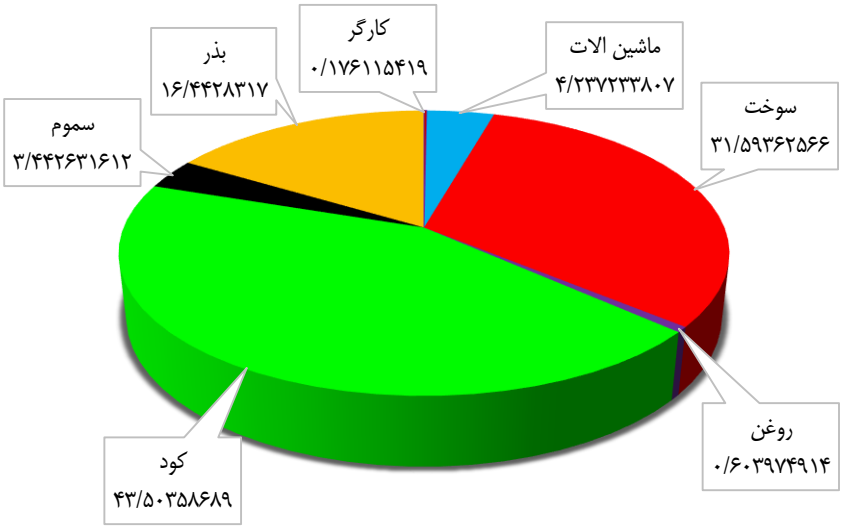
مقدار مصرف انرژی در تولید گندم دیم در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- سهم و مقادیر انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید گندم

نهاده/ستاده	مقدار مصرف انرژی ($MJ.ha^{-1}$)	درصد مصرف انرژی از کل انرژی ورودی
الف) نهاده		
کارگر	۲۴/۷۵	۰/۱۷۶
ماشین‌آلات	۵۹۵/۴۹	۴/۲۳۷
سوخت	۴۴۴۰/۰۹	۳۱/۵۹۳
روغن	۸۴/۸۸	۰/۶۰۴
کود نیتروژن	۵۴۲۳/۴۸	۳۸/۵۹۰
کود فسفر	۶۹۰/۴۲	۴/۹۱۲
سم آفت‌کش	۲۰۲/۹۸	۱/۴۴۴

سم علف‌کش	۲۸۰/۸۴	۱/۹۹۸
بذر	۲۳۱۰/۸۴	۱۶/۴۴۳
کل انرژی نهاده	۱۴۰۵۳/۷۷	۱۰۰
ب) ستاده		
دانه گندم	۲۶۰۷۴/۹۴	۶۵/۱۴۷
کاه و کلش گندم	۱۳۹۵۰	۳۴/۸۵۳
کل انرژی ستاده	۴۰۰۲۴/۹۴	۱۰۰

با توجه به نتایجی که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، کل انرژی ورودی مصرفی ۱۴۰۵۳/۷۷ مگاژول بر هکتار و میانگین عملکرد گندم دیم در شهرستان اسلام آبادغرب ۱۸۰۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. بیشترین مصرف انرژی مربوط به کود نیتروژن، سوخت و بذر می‌باشد، که سهم هر کدام به ترتیب ۳۸/۵۹۰، ۳۱/۵۹۳ و ۱۶/۴۴۳ درصد و کمترین مصرف انرژی مربوط به نیروی کارگری، روغن و سم آفت‌کش می باشد و سهم هر کدام به ترتیب ۰/۱۷۶، ۰/۶۰۴ و ۱/۴۴۴ درصد از کل انرژی ورودی در تولید گندم را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۱). این نتایج مشابه نتایجی است که رجبی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش نموده‌اند.



شکل۱- درصد سهم نهاده‌های مختلف در تولید گندم دیم در شهرستان اسلام آبادغرب

در تحقیق مشابهی ملائی و همکاران به بررسی نسبت انرژی گندم دیم در شهرستان اقلید پرداختند و گزارش نمودند کودهای شیمیایی و سوخت بیش‌ترین مصرف انرژی را در بین نهاده‌ها دارا بودند. همچنین آنان میانگین کل انرژی مصرفی در شهرستان اقلید را ۷۵۴۰ مگاژول بر هکتار برآورد کردند. در تحقیقات مشابه دیگری بهرامی و همکاران (۲۰۱۱) به آنالیز انرژی مصرفی در محصول گندم استان خوزستان پرداختند. آن‌ها بالاترین انرژی مصرفی را مربوط به نهاده کودهای شیمیایی و بذر گزارش نمودند. آنها نسبت انرژی را ۱/۵۱ به دست آوردند. در بحث مصرف انرژی کودهای شیمیایی بالاترین میزان مصرف را دارا بودند.

شاخص‌های نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و انرژی خالص در جدول (۳) بیان شده‌است.

جدول۳- شاخص‌های انرژی در تولید گندم

شاخص	واحد	مقدار
نسبت انرژی (راندمان انرژی)	بدون بعد	۲/۸۴۷
بهره‌وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	۰/۱۲۸
شدت انرژی	مگاژول بر کیلوگرم	۷/۷۹۸
افزوده خالص انرژی	مگاژول بر هکتار	۲۵۹۷۱/۱۵۶

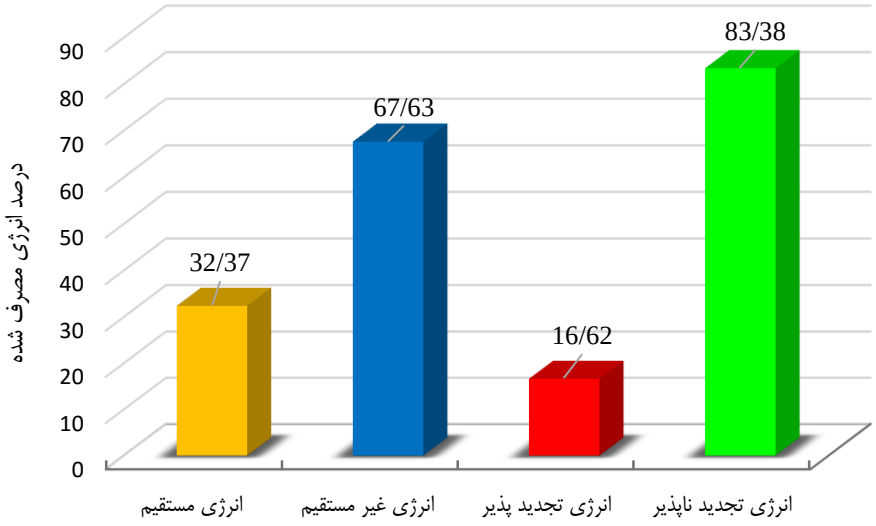
در منطقه مورد مطالعه نسبت انرژی برابر ۲/۸۴۷ برآورد شد. متوسط بهره‌وری انرژی ۰/۱۲۸ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد یعنی به ازای ۰/۱۲۸ کیلوگرم تولید گندم دیم ۱ مگاژول انرژی مصرف می‌شود. شدت انرژی ۷/۷۹۸ مگاژول بر کیلوگرم ارزیابی گردید یعنی به ازای ۱ کیلوگرم تولید گندم دیم ۷/۷۹۸ مگاژول انرژی مصرف می‌شود. افزوده خالص انرژی در محصول گندم مقدار مثبت به دست آمد یعنی درفرآیند تبدیل انرژی و تولید محصول ۲۵۹۷۱/۱۵۶ مگاژول بر هکتار انرژی به دست آمده است. این نتایج مشابه نتایجی است که قربانی و همکاران (۲۰۱۱) در طی بررسی الگوی مصرف انرژی گندم دیم و آبی در خراسان‌شمالی گزارش نموده‌اند.

جدول (۴) اشکال مختلف انرژی مصرف شده در تولید گندم دیم شهرستان چرداول را نشان می‌دهد.

جدول ۴- اشکال مختلف انرژی در تولید گندم

شکل انرژی	واحد	مقدار
انرژی مستقیم	مگاژول بر هکتار	۴۵۴۹/۷۳۲
انرژی غیرمستقیم	مگاژول بر هکتار	۹۵۰۴/۰۵۱
انرژی تجدیدپذیر	مگاژول بر هکتار	۲۳۳۵/۵۹۰
انرژی تجدیدناپذیر	مگاژول بر هکتار	۱۱۷۱۸/۱۹۲

درصد سهم مختلف هر یک از انرژی‌ها در شکل (۲) آورده شده است.



شکل۲- سهم هر یک از انرژی‌ها در کشت گندم

درصد انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به ترتیب ۳۲/۳۷، ۶۷/۶۳، ۱۶/۶۲ و ۸۳/۳۸ درصد برآورد شدند. دلیل این که سهم انرژی‌های غیرمستقیم بیشتر از مستقیم بوده است می‌تواند مصرف بالای بذر و کود شیمیایی باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده سهم انرژی‌های غیرمستقیم در تولید برخی محصولات کشاورزی بیش‌تر از انرژی‌های مستقیم بود (رجبی همدانی و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد نسبت انرژی‌های تجدیدناپذیر در تولید گندم دیم به طور قابل ملاحظه‌ای بیش‌تر از سهم انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد که نشان دهنده وابستگی زیاد تولید گندم دیم به منابع انرژی فسیلی می‌باشد. این نتایج مشابه نتایجی است که قربانی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند.

نتیجه گیری

با تحلیل دقیق اطلاعات به‌دست آمده، از این تحقیق می‌توان نتایج را به شکل زیر بیان کرد:

۱- کود شیمیایی، سوخت، بذر بیشترین سهم را در نهاده‌های ورودی تولید گندم دیم منطقه مورد مطالعه دارا بودند.

۲- بیشترین شکل انرژی در تحقیق حاضر به صورت غیر مستقیم و تجدید ناپذیر بود.

منابع

امجدپور، ف. (۱۳۹۵). بررسی میزان انرژی مصرفی تولید گندم دیم در شهرستان سرابله، استان ایلام. پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایران.

رجبی، م.ح. سلطانی، الف. زینلی، الف و سلطانی، الف. ۱۳۹۱. ارزیابی مصرف انرژی در تولید گندم در گرگان. مجله پژوهش های تولید گیاهی جلد ۱۹ شماره ۳.

کوچکی، ع، حسینی م. (۱۳۷۳). کارایی انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۷۲-۶۵.

ملائی، ک. کیهانی، ع. کریمی، م. خیرعلی پور، ک. و قاسمی ورنامخواستی، م. (۱۳۸۷). نسبت انرژی گندم دیم-مطالعه موردی: شهرستان اقلید (فارس). مجله مهندسی بیوسیستم ایران, ۳۹(۱). ۱۹-۱۳.

الماسی، م.، کیانی، ش. لویمی، ن. ۱۳۸۴. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. چاپ سوم، انتشارات حضرت معصومه.

Bahrami,H. Taki, M and Monjezi, N. Optimization of energy consumption for wheat production in iran using data envelopment analysis (DEA) technique. 2011. African Journal of Agricultural Research Vol. 6(27), pp. 5978-5986.

Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., & Gündüz, O. (2007). Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy, 32(1), 35-41.

Ghorbani, R., Mondani, F., Amirmoradi, S., Feizi, H., Khorramdel, S., Teimouri, M., & Aghel, H. (2011). A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. Applied Energy, 88(1), 283-288.

Kitani, O. (1999). Energy and Biomass Engineering. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. V. ASAE Publication. St. Joseph. MI, 330.

Mohammadi, A., Rafiee, S.,Mohtasebi, S. S., Avval, S. H. M., &Rafiee, H. (2011). Energy efficiency improvement and input cost saving in kiwifruit production using Data Envelopment Analysis approach. Renewable Energy, 36(9), 2573-2579.

Nabavi-Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, S., & Mobtaker, H. G. (2014). Optimization of energy required and greenhouse gas emissions analysis for orange producers using data envelopment analysis approach. Journal of Cleaner Production, 65, 311-317.

Ozkan, B., Akcaoz, H., & Fert, C. (2004a). Energy input–output analysis in Turkish agriculture. Renewable Energy, 29(1), 39–51.

Ozkan, B., Akcaoz, H., & Karadeniz, F. (2004b). Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Conversion and Management, 45(11), 1821–1830.

Rajabi Hamedani, S. R., Shabani, Z., & Rafiee, S. (2011). Energy inputs and crop yield relationship in potato production in Hamadan province of Iran. Energy, 36(5), 2367-2371.

Sefeedpari, P., Shokoohi, Z., & Behzadifar, Y. (2014). Energy use and carbon dioxide emission analysis in sugarcane farms: a survey on Haft-Tappeh Sugarcane Agro-Industrial Company in Iran. Journal of Cleaner Production, 83, 212-219.

Singh, H., Singh, A. K., Kushwaha, H. L., & Singh, A. (2007). Energy consumption pattern of wheat production in India. Energy, 32(10), 1848-1854.

Taghavifar, H., & Mardani, A. (2015). Energy consumption analysis of wheat production in West Azarbayjan utilizing life cycle assessment (LCA). Renewable Energy, 74, 208-213.

Unakitan, G., Hurma, H., & Yilmaz, F. (2010). An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. Energy, 35(9), 3623-3627.