برآورد شاخص‌های انرژی و تخمین عملکرد در تولید ذرت بذری و دانه‌ای در پارس آباد مغان

علی فرجام [۱،*]، محمود امید[۱]، اسد الله اکرم[۱]، ضرغام فاضل نیاری[۲]

۱- گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، پردیس کرج
ali_farjam24@yahoo.com
۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل(پارس آباد مغان)

چکیده

هدف از این مطالعه، تعیین شاخص‌های مصرف انرژی و ارزیابی حساسیت انرژی تولید ذرت بذری و دانه‌ای در پارس آباد مغان بود. داده‌ها به صورت حضوری از ۱۴۴ کشاورز ذرت‌کار در سال ۱۳۹۰ در سه سطح مختلف کشت از دو منطقه شهرستان جمع‌آوری گردید. بیشترین مصرف انرژی در هر دو محصول مربوط به سوخت دیزل و کودهای شیمیایی بود. نسبت انرژی برای ذرت بذری و دانه‌ای ۰/۸۹ و ۲/۶۵ به دست آمد. انرژی خالص، بهره وری انرژی و انرژی ویژه برای ذرت بذری $MJ\ ha^{-1}$ ۴۶۸۸/۷۷-، $Kg\ MJ^{-1}$ ۰/۰۶ و $MJ\ kg^{-1}$ ۱۶/۴ و برای ذرت دانه‌ای ۵۸۳۳۰/۶۳، ۰/۱۸ و ۵/۵۳ محاسبه شد. درصد سهم انرژی‌های قابل تجدید، غیر قابل تجدید، مستقیم و غیر مستقیم برای ذرت بذری ۳، ۹۷، ۴۶ و ۵۴ و برای دانه‌ای ۲، ۹۸، ۵۰ و ۵۰ به دست آمد. یک مدل اقتصادی برای تخمین اثر نهاده‌ای انرژی روی عملکرد با به کار بردن تابع توبلید کاب داگلاس توسعه داده شد. بدین منظور، عملکرد ذرت بذری و دانه‌ای تابعی از نهاده‌های انرژی در نظر گرفته شد. ارزش بازگشت به مقیاس برای دو محصول به ترتیب ۲/۱۲۹ و ۷/۵۶ بود.

واژه‌های کلیدی: تولید ذرت، حساسیت انرژی، عملکرد، کاب- داگلاس، نهاده انرژی

مقدمه

ذرت از نظر تولید جهانی، بعد از گندم و برنج به عنوان سومین غله مهم به شمار می‌رود. ذرت گیاهی است که به منظور تولید دانه، بذر و علوفه برای تغذیه حیوانات کشت می‌شود(یوسف‌زاده، ۱۳۸۸). مصرف انرژی در کشاورزی به سطح مکانیزاسیون، تعداد کشاورز بهره بردار و اندازه زمین‌های کشاورزی بستگی دارد(Singh, 2000). کشاورزی هم تولید کننده و هم مصرف کننده انرژی است. نیازهای انرژی در کشاورزی به دو گروه: (مستقیم، غیر مستقیم) و (قابل تجدید، غیر قابل تجدید) تقسیم می‌شود. انرژی مستقیم برای انجام عملیات مختلفی مانند آماده سازی زمین، آبیاری، خرمن‌کوبی، برداشت و حمل و نقل نهاده کشاورزی به کار می‌رود. بنابراین، انرژی مستقیم به طور مستقیم در مزارع استفاده می‌شود.

گستره زیادی از فرم‌های انرژی که می‌تواند به صورت مستقیم استفاده شود شامل سوخت دیزل و الکتریسیته برای پمپ آب

است. انرژی غیر مستقیم نوعی انرژی است که در بسته بندی، حمل و نقل، کودهای شیمیایی، علفکش‌ها و ماشین‌های کشاورزی کاربرد دارد(Ozkan *et al.*,2007) . مصرف انرژی در کشاورزی یکی از مهم‌ترین و موثرترین فاکتورها در تولید کشاورزی پایدار است زیرا موجب کاهش هزینه و صرفه جویی درآن، حفظ منابع فسیلی و کاهش مقدار آلودگی هوا و نشر گازهای گلخانه‌ای می-شود(Uhlin, 1998). هر گونه افزایش در تولیدات کشاورزی به مقدار انرژی مصرفی و مدیریت مزرعه بستگی دارد که سیستم خاکورزی و مدیریت نهاده‌ای مانند کودهای شیمیایی فاکتور مهمی در تولید ذرت به شمار می‌رود (Gowdy *et al.*, 1987). بهینه سازی این فاکتورها می‌تواند تولید ذرت بذری و دانه‌ای را در این منطقه بهبود دهد. استفاده موثر از همه نهاده‌ها با کاربرد بهینه نهاده‌ها توسط کشاورزان و یا سیستم تولید کارآمد محقق می‌گردد. به منظور به حداکثر رساندن بهره‌وری فن‌آوری‌های نوین کشاورزی در مزارع در منطقه هدف، سیستم کشاورزی منطقه باید ابتدا مشخص شوند، به خصوص جهت شناسایی محدودیت منابع و انتخاب سیستم‌های کشاورزی (Taki *et al.*,2007). تحقیقات زیادی در باره مصرف انرژی ذرت و دیگر محصولات انجام شده است. تاثیر خاک‌ورزی (مرسوم و بی‌خاک‌ورزی) و بازده انرژی روی عملکرد ذرت دانه‌ای در غرب ترکیه مطالعه شد و نتیجه گیری شد که بالاترین مصرف سوخت در خاک‌ورزی مرسوم و کمترین آن در بی‌خاک‌ورزی بوده است (Yalcin and Cakir, 2006).کودهای شیمیایی و سوخت دیزل به عنوان یک مصرف کننده بزرگ منابع انرژی در تولید ذرت علوفه به دست آورد (Amanlou et al., 2010). اثر شخم در انرژی مصرفی برای تولید علوفه ذرت در ترکیه (ساحل مدیترانه) مورد مطالعه قرار گرفت و این نتیجه به دست آمد که بیشترین بازده انرژی (۸/۷۸) و بهره‌وری انرژی (۲/۱۲) در کم خاکورزی در حالی که کمترین در بی‌خاک‌ورزی بود (Bereket Barut*et al.*, 2011). مصرف انرژی در تولید ذرت در ۱۰ استان در طول مدت ۷ سال مورد بررسی قرار گرفت و نسبت انرژی به عنوان ۰/۶ برآورد شد(Banaeian and Zangeneh, 2011).

دستورالعمل‌های موجود برای مصرف انرژی در تولید پنبه در استرالیا مورد مطالعه قرار گرفت و طیف وسیعی از مصرف انرژی بین ۳/۷ تا ۱۵/۲ GJ ha^{-1} است که معادل ۸۰ تا۳۱۰ دلار در هکتار بود. آب آبیاری ۴۰ تا ۶۰ درصد از کل هزینه انرژی بود (Chen and (Baillie, 2009).

بازده مصرف انرژی در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی برای تولید گندم در دو نوع خاک رس و خاک با بافت لوم در سوئد مورد مطالعه قرار گرفته و طیف وسیعی از مصرف انرژی برای تولید محصول بین ۵ درصد برای کشت مستقیم در خاک سیلتی لوم تا ۲۵ درصد برای شخم با گاوآهن برگردان‌دار در خاک رس بود. انرژی خاک‌ورزی در مقایسه با انرژی برداشت پایین‌تر بود (Arvidson, 2010). دیوداس(۲۰۰۱) گزارش کرد که مصرف انرژی در کشاورزی بستگی به نوع محصول و تقویم زراعی منطقه دارد، به طوری که انتخاب نوع محصول برای کشت با توجه به شرایط اقلیمی، منابع آبیاری و دسترسی به منابع تجاری و غیر تجاری انرژی در منطقه مورد نظر صورت می گیرد. کاظمی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی نیاز انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم ذرت در سطوح مختلف بهره برداری در شهرستان دره شهر به این نتیجه رسید که عملیات آبیاری ۴۱ درصد از کل انرژی

مصرفی را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که سموم شیمیایی فقط ۱۴ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داد بود.

هدف از این بررسی جهت رسیدن به اهداف زیر بوده است: (۱) تعیین شاخص‌های انرژی به ازای هر هکتار برای تولید ذرت بذری و دانه‌ای، (۲) مقایسه شاخص‌های انرژی در گروه‌های مختلف و یا میزان سطح زیر کشت و (۳) توسعه مدل‌های اقتصادسنجی جهت برآورد تاثیر انرژی ورودی بر عملکرد با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس.

مواد و روش‌ها

استان اردبیل یکی از مهم‌ترین مراکز کشاورزی در کشور است. این استان در شمال غرب ایران، با عرض شمالی(۳۴ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه) و طول شرقی(۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۵ دقیقه) واقع شده است. شهر پارس آباد که در بخش شمالی استان واقع شده است مهم‌ترین مرکز تولید ذرت بذری و دانه‌ای در استان است. حدود ۹۰ درصد از ذرت بذری و ۱۰۰ درصد سورگوم کشور در این منطقه تولید می‌شود(بی نام، ۱۳۸۷). سطح زیر کشت ذرت بذری و دانه‌ای در سال ۱۳۹۰ به ترتیب ۹۶۳/۵ و ۱۵۸۳۲/۵ هکتار بود. بزرگترین تقسیم سطح زمین، در این منطقه ۱۲ هکتار می باشد. داده‌های لازم را برای انجام این تحقیق از طریق روش حضوری به صورت پرسش‌نامه جمع‌آوری شد که شامل ساعت استفاده از ماشین‌های کشاورزی و کارگر، سوخت دیزل، بذر مصرفی، کود و مصرف مواد شیمیایی در هکتار و عملکرد ذرت بذری و دانه‌ای. این داده‌ها برای سال زراعی ۱۳۹۰ جمع‌آوری شده بود. در این مطالعه، مزارع ذرت بذری و دانه‌ای، بسته به سطح منطقه کشت، به سه گروه تقسیم شدند (تا ۳ هکتار، ۳–۶ هکتار، ۶–۱۲ هکتار).

مقادیر نهاده‌ها (سموم، نیروی کارگری، ماشین، بذر، کودهای شیمیایی و سوخت دیزل) و ستانده‌ها (عملکرد ذرت بذری و دانه-ای) به ازای هر هکتار محاسبه شدند و سپس این داده‌ها برای ارزیابی انرژی ستانده– نهاده به شکل انرژی تبدیل شدند. به منظور تخمین انرژی‌های ورودی و خروجی، این داده‌های نهاده و عملکرد ستانده به ضرایب هم ارز انرژی خودشان ضرب شدند. معادل انرژی ورودی و خروجی به انرژی در واحد سطح تبدیل شد. برای محاسبه حجم نمونه، از فرمول کوکران و جدول مورگان استفاده شد (Banaeian and Zangeneh, 2011).

$$n = \frac{Nt^2s^2}{Nd^2 + t^2s^2} \qquad (۱)$$

که در آن n حجم نمونه مورد نیاز، N حجم جامعه آماری (تعداد کشاورزان ذرت‌کار) ، t ضریب قابلیت اطمینان (۱/۹۶ است که نشان دهنده قابلیت اطمینان ۹۵ درصد)، S انحراف استاندارد، d خطا قابل قبول (خطای مجاز در حجم نمونه برای حدود اطمینان ۹۵ درصد). بر اساس این فرمول، تعداد نمونه مورد نیاز ۷۶ مزرعه به دست آمد. برای دقت بیشتر ۱۴۴ کشاورزان در نظر گرفته شد. ماشین، نیروی انسانی، سوخت دیزل، کود، بذرو سموم شیمیایی به عنوان نهاده‌های ورودی و مقدارعملکرد محصول به ازای هر

هکتار خروجی در نظر گرفته شد.

جدول ۱. انرژی معادل نهاده‌های مختلف استفاده شده در تواید ذرت بذری و دانه‌ای

نهاده	هم ارز انرژی ($MJ\ unit^{-1}$)	واحد	منبع
نیروی کارگری	۱/۹۶	H	(Banaeian and Zangeneh, 2011)
ماشین	۶۲/۷	kg	(Banaeian and Zangeneh, 2011)
سوخت دیزل	۴۷/۸	L	(Kitani, 1999)
کودهای شیمیایی			
ازت	۶۶/۱۴	kg	(Erdal *et al*., 2007)
فسفر	۱۲/۴۴	kg	(Erdal *et al.,* 2007)
مایع	۸۵	L	(Esengun *et al.,* 2007)
سموم شیمیایی			
آترازین	۱۹۰	kg	(Kitani, 1999)
توفوردی	۸۵	L	(Kitani, 1999)
غیره	۱۰۱/۲	L	(Banaeian and Zangeneh, 2011)
ذرت	۱۴/۷	kg	(Houshyar *et al.,* 2011)
ستانده			
ذرت	۱۴/۷	kg	(Houshyar *et al.,* 2011)

در این مطالعه، مزارع به دو منطقه و سه سطح زیرکشت تقسیم شدند. اشکال مختلف انرژی ورودی مانند مستقیم، غیر مستقیم، و قابل تجدید و غیر قابل تجدید معرفی شدند. انرژی مستقیم شامل سوخت دیزل و نیروی انسانی، در حالی که انرژی غیر مستقیم شامل ماشین‌ها، مواد شیمیایی، کود و مقدار بذر مصرفی بود(Banaeian and Zangeneh, 2011). انرژی ورودی و انرژی خروجی در جدول ۱ ارائه شده است. نسبت انرژی (بازده انرژی)، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و انرژی خالص با استفاده از معادلات زیر محاسبه شد (Mandal *et al*., 2002).

نسبت انرژی = انرژی خروجی ($MJ.ha^{-1}$) / انرژی ورودی ($MJ.ha^{-1}$)

(۲)

بهره‌وری انرژی = عملکرد تولید شده ($kg.ha^{-1}$) /انرژی ورودی ($MJ.ha^{-1}$)

(۳)

شدت انرژی = انرژی ورودی ($MJ.ha^{-1}$) /عملکرد تولید شده ($kg.ha^{-1}$)

(۴)

انرژی خالص = انرژی خروجی ($MJ.ha^{-1}$) - انرژی ورودی ($MJ.ha^{-1}$)

(۵)

این شاخص‌های انرژی برای تولید ذرت بذری و دانه‌ای در گروه‌های کوچک (تا ۳ هکتار)، متوسط (۳-۶ هکتار) و بزرگ (بیش از ۶ هکتار) محاسبه شد. به منظور بررسی رابطه بین انرژی ورودی و عملکرد ذرت بذری و دانه‌ای یک تابع ریاضی می تواند مورد استفاده قرار گیرد. برای این منظور، تابع تولید کاب داگلاس انتخاب شد:

$$Y = f(x)\,exp(u) \qquad (۶)$$

معادله (۶) را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$lnY_i = a + \sum_{j=1}^{n} a_j\, ln(X_{ij}) + e_i \qquad i = 1,2,\ldots,n \qquad (۷)$$

که Y_i در آن بیانگر عملکرد کشاورز iام، X_{ij} قسمتی از نهاده ورودی مورد استفاده در فرایند تولید، a مقدار ثابت، a_j ضرایب نهاده‌ها برای مدل تخمین زده شده، e_i مقدار خطا. با این فرض که زمانی که انرژی ورودی صفر است، تولید محصول نیز صفر باشد، معادله (۷) به صورت معادله (۸) تغییر می کند.

$$lnY_i = \sum_{j=1}^{n} a_j\, ln(X_{ij}) + e_i \qquad i = 1,2,\ldots,n \qquad (۸)$$

سرانجام معادله ۸ می تواند به شکل زیر بسط یابد.

$$lnY_i = a_1 ln(X_1) + a_2 ln(X_2) + a_3 ln(X_3) + a_4 ln(X_4) + a_5 ln(X_5) + a_6 ln(X_6) + e_i \qquad (۹)$$

که $2X_1$ نیروی انسانی، X_2 سوخت دیزل، X_3 انرژی سموم، X_4 کودهای شیمیایی، X_5 ماشین، X_6 عملکرد ذرت به عنوان نهاده‌های انرژی بودند. با توجه به این الگو، با استفاده از معادله (۹)، تاثیر انرژی هر یک از ورودی روی انرژی خروجی مورد بررسی قرار گرفت. به خاطر پایین بودن انرژی مصرفی بذر و معنی‌دار نبودن آن در تولید ذرت بذری و دانه، انرژی آن در معادله (۹) نادیده گرفته شد. در نهایت، معادله (۹) با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برآورد شد. همه محاسبات با استفاده از برنامه-های SPSS 20 و نرم افزار Excel 2010 انجام شد. تمام اطلاعات جمع‌آوری شده از مزارع ذرت بذری و دانه‌ای را به Excel 2010 وارد شد و ارزش انرژی محاسبه شد و مورد تحلیل قرار گرفتند. به منظور اندازه گیری یک رابطه خطی بین متغیرها، ضریب تعیین (R^2) برای مدل‌های برآورد و تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری و شاخص‌های انرژی در تولید ذرت

جداول ۲ و ۳ متوسط انرژی مصرف شده برای سه گروه از اندازه مزرعه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که در تولید بذر و دانه ذرت، کودهای شیمیایی و سوخت دیزل، بزرگ‌ترین سهم و نیروی انسانی و بذر مصرفی پایین‌ترین سهم را در مصرف انرژی داشته‌اند. جداول ۴ و ۵ شاخص‌های انرژی ذرت بذری و دانه‌ای را در سطوح مختلف کشت نشان می‌دهد. مقدار متوسط بازده مصرف انرژی (نسبت انرژی) برای ذرت بذری و دانه‌ای ۰/۸۹ و ۲/۶۵ محاسبه شد. این نتایج تقریباً به ترتیب بزرگ‌تر و کوچک‌تر از نتایج تحقیقات(Banaeian and Zangeneh, 2011) و (Bereket Barut *et al*., 2011) است که نسبت انرژی را ۰/۶۱ و ۸/۷۸ به دست آورده بودند. انرژی خالص ذرت بذری (جدول ۴) منفی است (کمتر از صفر). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در تولید ذرت بذری انرژی از دست رفته است. پهلوان و همکاران رابطه بین انرژی ورودی و عملکرد محصول را در تولید ریحان گلخانه‌ای در استان اصفهان مورد مطالعه قرار دادند و نسبت انرژی، بهره‌وری و انرژی خالص را به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۱۱kg MJ^{-1} و ۱۷۷۳۷۷ $MJha^{-1}$- به دست آوردند(Pahlavan *et al*., 2012).

جدول ۲. انرژی نهاده و ستانده در تولید ذرت بذری($MJ\ ha^{-1}$)

نهاده و ستانده	اندازه مزارع				
نهاده	تا ۳ هکتار	۳تا ۶ هکتار	بالای ۶ هکتار	متوسط	درصد
ماشین	۲۳۳۳/۴۶	۱۸۰۵/۳۷	۲۱۲۰/۵	۲۰۸۶/۴۴	۴/۶۲
نیروی کارگری	۷۴۰/۴۷	۷۷۲/۲۹	۸۲۶/۷۵	۷۷۹/۸۴	۱/۷۳
سوخت دیزل	۲۳۵۵۵/۸۴	۱۶۶۳۵	۲۰۲۰۳/۸۷	۲۰۱۳۱/۵۷	۴۴/۵۷
کودهای شیمیایی	۲۰۶۲۱/۹۷	۱۷۵۶۷/۰۱	۲۰۲۳۸/۴۱	۱۹۴۷۵/۷۹	۴۳/۱۲
نیتروژن	۱۹۳۹۵/۵۶	۱۶۷۳۳/۴۲	۱۹۲۰۵/۴	۱۸۴۴۴/۷۹	۴۰/۸۴
فسفر	۶۷۹/۲۲	۶۱۵/۷۸	۶۷۱/۷۶	۶۵۵/۵۸	۱/۴۵
کودمایع	۵۴۷/۱۹	۲۱۷/۸۱	۳۶۱/۲۵	۳۷۵/۴۲	۰/۸۳
سموم	۲۵۶۴/۴	۲۰۳۷/۸۷	۲۳۳۴/۳۸	۲۳۱۱/۲۱	۵/۱۲
بذر مصرفی	۳۷۴/۸۵	۳۷۶/2۶۹	۳۸۲/۲	۳۷۷/۹۱	۰/۸۴
کل انرژی نهاده	۵۰۱۹۰/۹۸	۳۹۱۹۱/۲۲	۴۶۱۰۶/۱۱	۴۵۱۶۲/۷۷	۱۰۰
ستانده					
ذرت بذری	۴۱۰۳۱/۳۸	۳۸۱۲۸/۱۳	۴۲۲۶۲/۵	۴۰۴۷۴	

جدول**۳.** انرژی نهاده و ستانده در تولید ذرت دانه‌ای($MJ\ ha^{-1}$)

نهاده و ستانده	اندازه مزارع				
نهاده	تا ۳ هکتار	۳تا ۶ هکتار	بالای ۶ هکتار	متوسط	درصد

ماشین	۱۸۲۳/۸۶	۱۶۷۹/۷۷	۱۶۷۸/۹۵	۱۷۲۹/۶۸	۴/۹۱
نیروی کارگری	۲۹۸/۰۹	۲۵۶/۱	۲۴۸/۹۸	۲۶۷/۷۳	۰/۷۶
سوخت دیزل	۱۸۶۷۲/۴۷	۱۶۸۱۰/۸۴	۱۶۱۳۰/۲۳	۱۷۲۰۴/۵۱	۴۸/۸۸
کودهای شیمیایی	۱۳۸۲۷/۷۱	۱۲۹۲۳/۴	۱۳۷۵۸/۶۵	۱۳۵۰۳/۲۵	۳۸/۳۶
نیتروژن	۱۲۹۳۰/۳۷	۱۲۱۶۹/۷۶	۱۲۹۳۰/۳۷	۱۲۶۷۶/۸۳	۳۶/۰۱
فسفر	۶۱۵/۷۸	۵۴۱/۱۴	۶۱۵/۷۸	۵۹۰/۹۱	۱/۶۸
کودمایع	۲۸۱/۵۶	۲۱۲/۵	۲۱۲/۵	۲۳۵/۵۲	۰/۶۷
سموم	۲۰۱۹/۳۳	۲۱۵۲/۶۳	۲۱۶۰/۲۵	۲۱۱۰/۷۳	۶
بذر مصرفی	۲۹۸/۰۹	۳۸۵/۸۷	۳۸۲/۲	۳۸۲/۲	۱/۰۹
کل انرژی نهاده	۳۷۰۱۹/۹۹	۳۴۲۰۸/۶۱	۳۴۳۵۹/۲۶	۳۵۱۹۸/۱۱	۱۰۰
ستانده					
ذرت بذری	۸۹۳۰۲/۵	۹۲۹۷۷/۵	۱۱۳۰۰۶/۳	۹۳۵۲۸/۷۵	

جدول۴. شاخص‌های انرژی در ذرت بذری

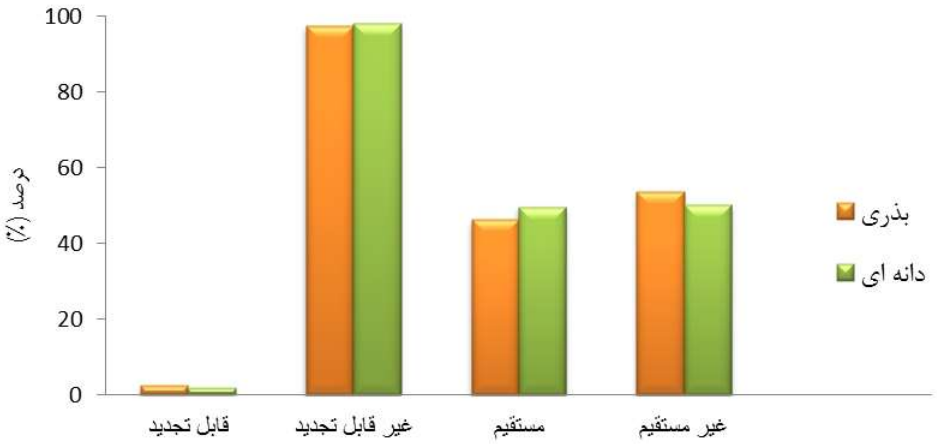
شاخص	واحد	کوچک	متوسط	بزرگ	متوسط	درصد
نسبت انرژی	–	۰/۸۱	۰/۹۷	۰/۹۱	۰/۸۹	–
بهره‌وری انرژی	Kg MJ^{-1}	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۶	–
انرژی ویژه	MJ Kg^{-1}	۱۷/۹۸	۱۶/۳۲	۲۲/۵۲	۱۶/۴	–
انرژی خالص	MJ ha^{-1}	-۹۱۵۹/۶۱	-۱۰۶۳/۱	-۳۸۴۳/۶۱	-۴۶۸۸/۷۷	–
انرژی مستقیم	MJ ha^{-1}	۲۴۲۹۶/۳۱	۱۷۴۰۷/۲۹	۲۱۰۳۰/۶۲	۲۰۹۱۱/۴	۴۶/۳
انرژی غیر مستقیم	MJ ha^{-1}	۲۵۸۹۴/۶۸	۲۱۷۸۳/۹۳	۲۵۰۷۵/۴۹	۲۴۲۵۱/۳۷	۵۳/۷
انرژی قابل تجدید	MJ ha^{-1}	۱۱۱۵/۳۲	۱۱۴۸/۹۸	۱۲۰۸/۹۵	۱۱۵۷/۷۵	۲/۵۶
انرژی غیر قابل تجدید	MJ ha^{-1}	۴۹۰۷۵/۶۷	۳۸۰۴۲/۲۴	۴۴۸۹۷/۱۵	۴۴۰۰۵/۰۲	۹۷/۴۴
کل انرژی	MJ ha^{-1}	۵۰۱۹۰/۹۸	۳۹۱۹۱/۲۲	۴۶۱۰۶/۱۱	۴۵۱۶۲/۷۷	۱۰۰

جدول ۵. شاخص‌های انرژی در ذرت دانه‌ای

شاخص	واحد	کوچک	متوسط	بزرگ	متوسط	درصد
نسبت انرژی	–	۲/۴۱	۲/۷۱	۲/۸۶	۲/۶۵	–
بهره‌وری انرژی	Kg MJ^{-1}	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۸	–
انرژی ویژه	MJ Kg^{-1}	۸/۵۷	۵/۳	۵/۱۳	۵/۵۳	–
انرژی خالص	MJ ha^{-1}	۵۲۲۸۲/۵	۵۸۷۶۸/۸۸	۶۳۹۴۶/۹۸	۵۸۳۳۰/۶۳	–
انرژی مستقیم	MJ ha^{-1}	۱۸۹۷۰/۵۶	۱۷۰۶۶/۹۴	۱۶۳۷۹/۲۱	۱۷۴۷۲/۲۴	۴۹/۶۴
انرژی غیر مستقیم	MJ ha^{-1}	۱۸۰۴۹/۴۲	۱۷۱۴۱/۶۷	۱۷۹۸۰/۰۴	۱۷۷۲۵/۸۷	۵۰/۳۶
انرژی قابل تجدید	MJ ha^{-1}	۶۷۶/۶۱	۶۴۱/۹۸	۶۳۱/۱۸	۶۴۹/۹۳	۱/۸۵
انرژی غیر قابل تجدید	MJ ha^{-1}	۳۶۳۴۳/۳۷	۳۳۵۶۶/۶۳	۳۳۷۲۸/۰۷	۳۴۵۸۴/۱۸	۹۸/۱۵
کل انرژی	MJ ha^{-1}	۳۷۰۱۹/۹۹	۳۴۲۸۰/۶۱	۳۴۳۵۹/۲۶	۳۵۱۹۸/۱۱	۱۰۰

شکل۱ متوسط درصد سهم مصرف انرژی در تولید دو محصول ورودی با نهاده‌ها را نشان می‌دهد. شکل۲ نشان می‌دهد انواع مختلفی از اشکال انرژی که در تولید دو محصول استفاده شده است. سهم انرژی ورودی مستقیم و غیر مستقیم از کل انرژی ۴۳، ۵۷ درصد و ۴۶، ۵۴ درصد، بود. با توجه به شکل۲، حداکثر مقدار مصرف انرژی در هر دو محصول مربوط به انرژی غیر قابل تجدید است که بخش زیادی از آن مربوط به نهاده‌های سوخت دیزل و کودهای شیمیایی می‌باشد. این نشان می‌دهد که تولید ذرت در منطقه به طور عمده به انرژی‌های غیر قابل تجدید (سموم شیمیایی، ماشین، بذر و کودهای شیمیایی) بستگی دارد.

شکل **۱**. درصد سهم نهاده‌های مختلف از کل انرژی ورودی در تولید ذرت بذری و دانه‌ای



شکل **۲**. Error! No text of specified style in document.اشکال انرژی مصرف شده در تولید ذرت بذری و دانه-ای

علت اصلی مصرف بالای کودهای شیمیایی در منطقه مورد مطالعه، پایین بودن سطح آگاهی کشاورزان در فعالیت‌های کشاورزی و عدم انجام آزمایش خاک بود. همچنین، سهم بالایی انرژی کود نشان داد که کشاورزان به طور کامل از زمان مناسب کوددهی و مقدار استفاده آن آگاه کافی ندارند. علت مصرف بالای سوخت دیزل درعملیات تولید ذرت بدین شرح بود:

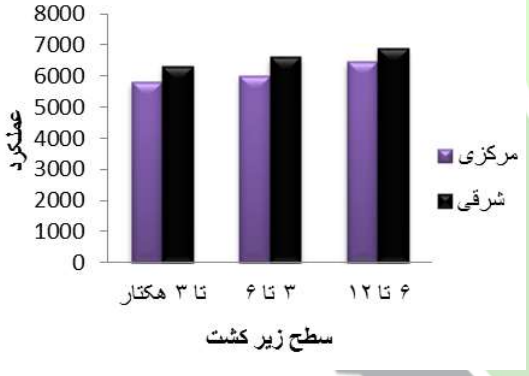
۱- تنظیم نبودن پمپ‌های سوخت و انژکتور تراکتور

۲- عدم تجهیزات مناسب با نوع تراکتور مورد استفاده قرار گرفته

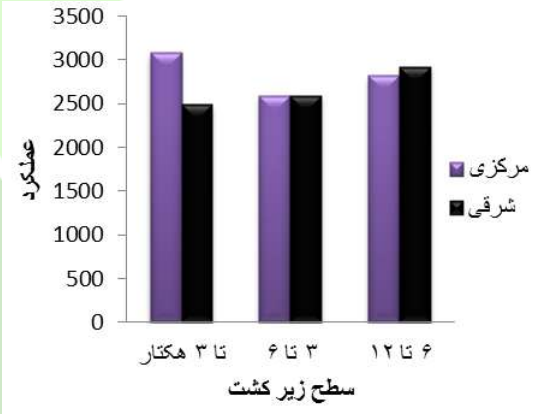
مدل اقتصادی برای تخمین عملکرد ذرت

متوسط عملکرد ذرت بذری در شهرستان $kg.ha^{-1}$ ۲۷۵۳/۳۳ و ذرت دانه‌ای $kg.ha^{-1}$ ۶۳۶۲/۵ به دست آمد(شکل ۳ و ۴). یکی از اساسی‌ترین جنبه‌های مدیریت مزرعه در کشت ذرت، مانند هر محصول دیگر، تعیین تاریخ کاشت بذر است که می‌تواند

تأثیر عمده‌ای بر رشد گیاه داشته باشد. ذرت گیاهی است که به تاریخ کاشت حساس بیشتری دارد و به ازای هر روز تاخیر در کاشت، عملکرد محصول کاهش قابل ملاحظه دارد. یکی از علت‌های اصلی عملکرد پایین در سال مورد مطالعه (۱۳۹۰) به تاخیر افتادن تاریخ کاشت به دلیل شرایط نامساعد آب و هوایی بود. در ذرت بذری و دانه‌ای بهترین عملکرد با ۲۸۷۵ $kg.ha^{-1}$ و ۶۶۸۷/۸ $kg.ha^{-1}$ به ترتیب مربوط به سطح کشت گروه سوم بود. همچنین کمترین عملکرد در ذرت بذری در گروه دوم، در حالی که کمترین عملکرد ذرت دانه‌ای در گروه اول بود. برای تعیین موثرترین نهاده‌ها، روش رگرسیون استفاده شد. یک مدل اقتصادی برای برآورد تاثیر انرژی ورودی برعملکرد با استفاده از تابع کاب داگلاس به کار گرفته شد. برای این منظور، عملکرد ذرت بذری و دانه-ای به صورت تابعی از نهاده‌های انرژی در نظر گرفته شدند. طبق جدول ۸ نتایج نشان می‌دهد در ذرت بذری با ۱ درصد افزایش در استفاده از انرژی ماشین و سموم شیمیایی، عملکرد ۲/۷۱ و ۰/۲۱۸ درصد افزایش می‌دهد. با این حال، در مورد ذرت بذری، استفاده اضافی ۱ درصد سوخت دیزل و نیروی انسانی باعث کاهش عملکرد به میزان ۰/۲۰۳ و ۰/۶۵۱درصد می‌شود (جدول۶).



شکل۳- عملکرد ذرت بذری در سه سطح مختلف کشت



شکل۴- عملکرد ذرت دانه‌ای در سه سطح مختلف کشت

جدول **۶**. تخمین ضرایب رگرسیونی نهاده‌های انرژی در تولید ذرت بذری و دانه‌ای

متغیر مستقل a_j	ضرایب		نسبت t	
	بذری	دانه‌ای	بذری	دانه‌ای
$Model:\ lnY_i = a_1\ ln(X_1) + a_2\ ln(X_2) + a_3\ ln(X_3) + a_4\ ln(X_4) + a_5\ ln(X_5) + e_i$				
نیروی کارگری	-۰/۶۵۱	-۰/۱۸۵	-۱/۸۸***	-/۱۰۵
سوخت دیزل	-۰/۲۰۳	-۰/۴۸۳	-۷/۱۷۶*	-۳/۵۶۶*
کود	۰/۰۵۱	۰/۰۱۵	۳/۹۶*	۰/۲۹۴
سم	۰/۲۱۸	۰/۶۶۷	۱/۳۷	۲/۰۷۱**
ماشین	۲/۷۱۴	۷/۵۴۷	۸/۴۰۵ *	۴/۰۴۹*
Durbin- Watson	۱/۶۶	۱/۹۸		
R^2	۰/۹۸۷	۰/۹۸۲		
Return to scale($\sum_{j=1}^{n} a_j$)	۲/۱۲۹	۷/۵۶۱		

*درسطح ۱درصد ** در سطح ۵ درصد *** درسطح۱۰ درصد

نتیجه گیری

هدف از این مطالعه، تجزیه و تحلیل انرژی نهاده و ستانده در تولید ذرت بذری و دانه بر اساس سه گروه مزارع، کوچک (تا ۳ هکتار)، متوسط (۳ تا ۶ در هکتار) و بزرگ (بیشتر از ۶ هکتار) بود. بر اساس مطالعه حاضر، نتایج زیر به دست آمده است:

۱- کل مصرف انرژی برای ذرت بذری و دانه‌ای ۴۵۱۶۲/۷۷ و ۳۵۱۹۸/۱۱ بود. بالاترین مصرف انرژی مربوط به سوخت دیزل و کودهای شیمیایی بود. کمترین سهم مصرف انرژی مربوط به بذر و نیروی انسانی است. نتایج نشان داد در مزارع تولید ذرت بذری، مصرف انرژی در مزارع بزرگ بیش از گروه دوم و کمتر از گروه اول است.

۲- نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی، و انرژی خالص برای ذرت بذری ۰/۸۹، ۰/۰۶ Kg MJ^{-1}، ۱۶/۴ MJ Kg^{-1}و ۴۶۸۸/۷۷- و برای ذرت دانه‌ای ۲/۶۵، ۰/۱۸، ۵/۵۳ و ۵۸۳۳۰/۶۳ ذرت دانه محاسبه شد. تجزیه و تحلیل گروه‌های مختلف نشان داد که بهترین نتایج برای شاخص‌های انرژی به گروه سوم (با بیشتر از ۶ هکتار). تعلق دارد.

۳- نسبت انرژی مستقیم به غیر مستقیم برای ذرت بذری (۰/۸۶) کمتر از ذرت دانه‌ای (۰/۹۸) بود. علت اصلی آن، استفاده بیشتر نیتروژن (N) در تولید ذرت بذری بود.

۴- نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل رگرسیون نشان داد که انرژی نهاده ماشین تاثیر عمده‌ای برعملکرد ذرت بذری (۲/۷۱۴) دارد در حالی که مقدار ضریب نیروی انسانی و سوخت دیزل به ترتیب ۰/۶۵۱- و ۰/۲۰۳- محاسبه شد.

۵- نسبت بالایی از انرژی غیرمستقیم در تولید ذرت می‌تواند از طریق کود حیوانی تامین شود. اخیرا کشاورزان در این منطقه سعی می‌کنند آن را با بخشی از کودهای شیمیایی جایگزین کنند.

تقدیر و تشکر

حمایت‌های مالی این پژوهش توسط دانشگاه تهران متقبل شده است که از معاونت محترم پژوهشی نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

۱- بی نام (۱۳۸۷) آمارنامه جهاد کشاورزی استان اردبیل.

۲-کاظمی، ب.، طباطبایی فر، ا.، برقعی، ع .م.(۱۳۸۶) بررسی نیاز انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم ذرت درسطوح مختلف بهره برداری در شهرستان دره شهر شهرستان ایلام، پایان نامه کارشناسی ارشد،صفحه ۱۱۲.

۳- یوسف‌زاده، س. (۱۳۸۸). مرجع کامل زراعت (زراعت عمومی، غلات، نباتات صنعتی، گیاهان علوفه‌ای، دیمکاری). چاپ اول. مرکز نشرجهش، تهران، صفحات۲۱۹-۲۰۹.

4. Amanlou, A., H., Ghasemi Mobtaker, A., Keyhani, A., Afsahi, and A. Mohammadi. 2010. Investigation of energy consumption of Maize production- Case study: Zanjan province. In: The 6th National conference on Agriculture Machinery Engineering and Mechanization. karaj, Iran.15-16 September.

5. Arvidson, J. 2010. Energy use efficiency in different tillage system for winter wheat on a clay and silt loam in Sweden. European Jou Agronomy 33: 250-256.
6. Banaeian, N. and M. Zangeneh. 2011. Study on energy efficiency in corn production of Iran. Energy 36: 5394-5402.
7. Bereket Barut, Z., C., Ertekin, and H.A. Karaagac. 2011. Tillage effect on energy use corn silage in Mediterranean coastal of Turkey. Energy 36: 5466-5475.
8. Chen, G. and C. Baillie. 2009. Development of a framework and tool to asses on-farm energy uses of cotton production. Energy Conversion Management 50: 1256-1263.
9. Devadas, V. 2001. Planning for rural energy system. Part I. Department of Architecture and Planning, University of Roorkee. Renewable and Sustainable Energy Reviews 5: 203-226.
10. Erdal, G., K., Esengun, H., Erdal and O. Gunduz. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy 32: 35-41.
11. Esengun, K., O., gundoz, and G. Erdal. 2007. Input-output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion Management 48: 592-598.
12. Gowdy, J.M., J.l., Miller, and H. Kherbachi. 1987. Energy use in us agriculture. Southern Journal Agiculture Economics 19: 33-41.
13. Houshyar, E., H., Azadi, M., Almassi, and M.J. Sheikh Davoodi. 2012. Sustainable and efficient energy consumption of corn production in southwest Iran: combination of multi-fuzzy and DEA modeling. Energy 44: 672-681.
14. Kitani, O. 1999. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Energy and Bioenergy ASAE: St Joseph, M.I.
15. Mandal, K.G., Saha, K.P., Gosh, P.k., Hati, K.M. and Bandyopadhyay K.K. 2002. Bioenergy and economic analyses of soybean-based crop production systems in central India. Biomass and Bioenergy, 23: 337-345.
16. Ozkan, B., C., Fert, and Karadeniz, F. 2007. Energy and cost analysis for green house and open-field grape production. Energy 32: 1500-1504.
17. Pahlavan, R., M., Omid, and A. Akram. 2012. The Relationship between Energy Inputs and Crop Yield in Greenhouse Basil Production. Journal Agriculture Science and Technology 14: 1243-1253.
18. Singh, J.M. 2000. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. Master of Science Germany. University of Flensburg.
19. Taki, M., Y., Ajabshirchi and A., Mahmoudi. 2012. Prediction of output energy for wheat production using artificial neural networks in Esfahan province of Iran. Journal Agriculture Technology 8: 1229-1242.
20. Uhlin, H., 1998. Why energy production is increasing: an I-O analysis of Swedish agriculture. Agri. Sys. 56: 443-465.
21. Yalcin, H. and E. Cakir. 2006. Tilla effect and energy efficiencies of subsoiling and direct seeding in light soil on yield of second crop corn for silage in western Turkey. Soil and Tillage Research 90: 250-255.

Energy indices and estimating yield in seed and grain corns production in Parsabad Moghan

[1,*] Ali Farjam, [1]Mahmoud Omid , [1]Asadollah Akram, [2]Zargham Fazel Niari

[1] Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Karaj, Iran. ali_farjam24@yahoo.com

[2]Agricultural Engineering Research Center of Ardebil Province (Pars Abad Moghan)

Abstract

The aim of this study was to determine indicators energy use and evaluate energy sensitivity of seed and grain corn production in Parsabsd Moghan, Iran. The data was collected by a face-to-face interview method from 144 corn farms during 2011 year at three cultivation levels and two regions in the studied area. Most of energy consumption in seed and grain corns was related to diesel fuel and chemical fertilizers. The net energy, energy productivity and energy intensity were -4688.77 MJ ha^{-1}, 0.06 Kg MJ^{-1}, 16.4 MJ Kg^{-1} and for seed corn and 58330.63, 0.18 and 5.53 for grain corn, respectively. The percentage share of renewable, nonrenewable, direct and indirect energies were 3, 97, 46 and 54 for seed corn, and 2, 98, 50 and 50 for grain corn, respectively. An econometric model was also developed to estimate the impact of energy inputs on yield

by using Cobb-Douglas production function. For this purpose, seed and grain corn yields were assumed to be functions of energy inputs. Returns to scale values for seed and grain corn yields were found to be 2.129 and 7.561.

Key words: Cobb-Douglas, Corn production, Energy input, Energy sensitivity, Yield