ارزیابی انرژیتیک تولید محصول گندم دیم و برآورد شاخص‌های انرژی (مطالعه موردی: بخش سرفیروزآباد شهرستان کرمانشاه)

امیر همتیان[۱]، ایرج رنجبر[۲]، امیرعباس بختیاری[۱]
۱و۲ – به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد و استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تبریز
amir.hematian88@ms.tabrizu.ac.ir

چکیده
یکی از راه‌های تحقق توسعه پایدار در کشاورزی بررسی جریان انرژی ورودی‌ها و خروجی‌ها در تولید محصول می‌باشد. در این تحقیق جریان انرژی بر اساس نسبت سهم انرژی ورودی‌های مختلف به مزرعه و به دست آوردن شاخص‌های متداول در بحث انرژی در محصول گندم دیم در سطح کشاورزان بخش سرفیروزآباد مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور مقدار و نوع نهاده‌های به کار رفته در مراحل مختلف تولید و نیز مقدار محصول تولید شده بررسی گشته و با استفاده از فرمول‌ها و ضرایب ویژه‌ای، به مقادیر معادل انرژی‌های مصرفی و تولیدی تبدیل و سپس شاخص‌های انرژی محاسبه گردید. میزان کارآیی انرژی (نسبت ستانده به نهاده)، برای محصول دانه ۰/۸۷ و برای محصول کاه ۰/۷۹ و کارآیی انرژی کل (دانه+کاه) ۱/٦٦ برآورد گردید. همچنین بهره خالص انرژی با احتساب انرژی دانه و کاه ۱۲/۸۷ گیگاژول در هکتار و بهره‌وری انرژی kg/MJ ۰/۱۲ محاسبه گردید.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی انرژیتیک، شاخص‌های انرژی، گندم، نهاده‌های انرژی.

مقدمه
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 امکان کاهش یابد. بخش کشاورزی نیز از این موضوع مستثنی نیست. در اکثر کشورهای پیشرفته و حتی در حال توسعه، انرژی وارد شده در واحد سطح برای تولید محصولات مختلف کشاورزی را بررسی و با محاسبه شاخص کارایی انرژی سعی کرده‌اند سیستم کشاورزی خود را از نظر مصرف انرژی بهینه کنند(پیمان و همکاران، ۱۳۸٤).
آنالیز انرژی جهت مدیریت صحیح منابع کمیاب به منظور بهبود تولید کشاورزی ضروری بوده و از این طریق فعالیت‌های تولیدی کارآمد و اقتصادی، مشخص می‌شود. دیگر مزایای آنالیز انرژی، تعیین انرژی مصرف شده در هر مرحله از فرآیند تولید و در واقع تعیین مراحلی که کمترین انرژی نهاده را نیاز دارند، فراهم آوردن مبنا و اساسی جهت محافظت از منابع و همچنین مساعدت در زمینه مدیریت پایدار و سیاست‌گذاری‌های مربوطه می‌باشد(چادهاری و همکاران، ۲۰۰٦).
اکوسیستم‌های کشاورزی به طور وسیعی به شرایط اجتماعی و اقتصادی که امروزه در سرتاسر دنیا حاکم است مربوط می‌شوند. هدف اصلی مدیریت اکوسیستم‌های کشاورزی رساندن جریان انرژی و مواد مصرفی انسان به حداکثر است. گردش

انرژی یکی از مباحث بوم شناسی کشاورزی است و در نقاط مختلف جهان نسبت انرژی خروجی و ورودی در اکوسیستم های مختلف کشاورزی محاسبه شده است. یکی از راههای برآورد توسعه کشاورزی و پایداری تولید در نواحی کشاورزی استفاده از روش جریان انرژی است(حیدرقلی نژادکناری و حسن زاده، ۱۳۸۲).

مصرف انرژی در مزرعه برای تولید محصولات کشاورزی شامل دو بخش مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی می‌شود. نوع اول شامل انرژی سوخت مصرفی تراکتورها، موتورپمپ‌ها، خشک کن‌ها و دیگر ماشین‌ها و نیز انرژی الکتریکی مصرفی الکتروموتورها می‌باشد. مصرف غیر مستقیم انرژی در ساخت تجهیزات مزرعه، کود، آفت‌کش ونیز برای فرآیندسازی و تحویل مواد غذایی است(کوچکی و حسینی، ۱۳۷۵).

جهت تعیین روابط بین انرژی ستانده و نهاده شاخص‌هایی تعریف و به کار برده می‌شود. با استفاده از این شاخص‌ها می‌توان وضعیت انرژی محصولات مختلف و نیز محصولات مشابه را در سیستم‌های زراعی مختلف مقایسه و ارزیابی نمود. از جمله این شاخص‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد(عجب‌شیرچی، ۱۳۸۸).

۱- نسبت انرژی (ER) برابر با نسبت انرژی ستانده به نهاده

۲- بهره‌وری انرژی (EP) برابر با نسبت عملکرد وزنی محصول به انرژی نهاده

۳- بهرهٔ خالص انرژی (NEG) برابر با انرژی ستاده منهای انرژی نهاده

ولدیانی و همکاران(۱۳۸٤) در تحقیقی، مزارع تکثیر بذر ارقام گندم دیم در استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۸۰-۱۳۷۹ را از نظر بیلان انرژی مورد بررسی قرار دادند. میزان کارایی انرژی(نسبت ستاده به نهاده) برای عملکرد بیولوژیکی(دانه + کاه)، ۰/۷۸۸ محاسبه گردید. داده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین انرژی مصرفی در این مزارع، به ترتیب مربوط به کود ازته، ماشین‌آلات و سوخت گازوئیل بوده و کمترین آن متعلق به نیروی انسانی و علف‌کش می‌باشد، که این امر می‌تواند ناشی از شرایط آب و هوایی، توپوگرافی زمین و حتی مسائل خاص مربوط به جمعیت و فرهنگ منطقه باشد. در هر حال نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که علاوه بر اتلاف شدید انرژی در مزارع تکثیر بذر ارقام گندم دیم در آذربایجان شرقی، ادامه شرایط موجود و مصرف بیش از حدِ نیاز انرژی، منابع آب و خاک اراضی مذکور را با خطر جدی آلودگی، مواجه خواهد ساخت.

عبداله‌پور و زارعی(۱۳۸۷) در تحقیقی مزارع گندم دیم در استان کرمانشاه را از نظر بیلان انرژی مورد بررسی قرار داد و میزان انرژی عوامل و نهاده‌های به کار برده شده در این مزارع را ٦۱۳۰/۹ هزار کیلوکالری در هکتار و میزان انرژی خروجی یا تولیدی محصول دانه گندم را ۵۰۱۸ هزار کیلوکالری در هکتار و محصول کاه را ٤۳۱٦ هزار کیلوکالری در هکتار برآورد کرد.

آلام و همکاران(۲۰۰۵) با مطالعه جریان انرژی در بنگلادش طی ۲۰ سال به این نتیجه رسیده‌اند که علی‌رغم این‌که نهاده-های انرژی مکانیکی، شیمیایی و بذر به ترتیب ۲/۱۱، ۳/٦۵ و ۱/۷۱ برابر افزایش یافته‌اند، انرژی ستانده تنها به میزان ۱/۷ برابر رشد پیدا کرده است.

سینگ(۲۰۰٦) به منظور بیشینه کردن عملکرد تولید گندم به مقایسه الگوی مصرف انرژی در نقاط مختلف هند پرداخت. سطح تکنولوژی، انرژی نهاده و عوامل اقلیمی-زراعی مرتبط‌ترین پارامترهای تولید گندم محسوب شدند. بیشترین میزان انرژی نهاده ۱۷/۷۸۸ گیگاژول در هکتار و بالاترین نسبت انرژی ۵/۲ برای محصول گندم به دست آمد.

بیرتال و همکاران(۱۹۹۸) در تحقیقی با عنوان تقاضای انرژی برای تولید محصولات کشاورزی، شش محصول عمده را مورد بررسی قرار دادند و منابع انرژی و درصد مصرف هر نهاده را به صورت جداگانه برای هر محصول محاسبه نمودند. بر اساس این تحقیق در مورد گندم به طور متوسط در هر ایکر، ۱۰/۹۲درصد از کل انرژی مصرفی شامل استفاده از ماشین‌های کشاورزی بوده‌است.

اردال و همکاران(۲۰۰۷) در تحقیقی با عنوان مصرف انرژی و آنالیز اقتصادی تولید چغندرقند در ترکیه نشان دادند کل انرژی مصرفی در تولید این محصول ۳۹۶۸۵/۵ مگاژول در هکتار بوده که از این میزان سهم کودهای شیمیایی ۴۹/۳ درصد و سوخت‌های فسیلی ۲۴/۱ درصد می‌باشد. نسبت انرژی ستانده به نهاده برای چغندرقند ۲۵/۷۵ بدست آمد. گران‌ترین هزینه‌های انرژی به ترتیب: نیروی کارگری، اجاره زمین، استهلاک ماشین‌آلات و کود شیمیایی بود.

مواد و روش‌ها

بخش سرفیروزآباد یکی از مناطق حاصلخیز از نظر کشاورزی بوده که در جنوب شهر کرمانشاه قرار دارد. بخش سرفیروزآباد با وسعت ۱۷۸۷ km^2 از شمال به کرمانشاه، از غرب و جنوب‌غرب به شهر ماهیدشت و شهرستان اسلام‌آباد، از شرق به نورآباد لرستان و از جنوب و جنوب‌شرق به بخش هلیلان در استان ایلام منتهی می‌شود. این بخش دارای سه دهستان سرفیروزآباد با ۱۲۱ روستا، جلالوند با ۵۵ روستا و عثمانوند با ۵۳ روستا می‌باشد. در این تحقیق جریان انرژی در تولید محصول گندم دیم بر پایه محاسبه میزان ورودی و خروجی انرژی و محاسبه شاخص‌های انرژی در دهستان سرفیروزآباد مورد مطالعه واقع گردید. بدین‌منظور از بخش موردنظر ۱۵ روستا به تصادف انتخاب گردید که البته روستاها تقریباً در شیب یکسانی قرار داشتند و از هر روستا ۵ زارع به طور کاملاً تصادفی انتخاب شد و با استفاده از تجزیه آماری طرح کاملاً تصادفی متوسط مصرف نهاده‌ها و عملکرد محصول گندم دیم در هر روستا بدست آمد.

در راستای محاسبه انرژی‌های ورودی به مزرعه انرژی بذور، آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و کود حیوانی که واحد آن‌ها کیلوگرم می‌باشد، از حاصلضرب ضریب ویژه(مگاژول بر کیلوگرم) در میزان استفاده از آن‌ها بدست آمد. جدول یک ضمیمه ضرایب ویژه انرژی برای نهاده‌های مختلف انرژی را نشان می‌دهد.

میزان انرژی مصرفی سوخت با در نظر گرفتن نوع موتور، بار روی آن (با توجه به نیروی مالبندی موردنیاز و اعمال ضرایبT&T) و بازدهی سوخت (کیلووات ساعت بر لیتر) و با جایگزینی در معادله زیر بدست آمد.

(kW.h/lit) بازدهی سوخت/ درصد بار موتور ×(kW) توان تراکتور =(lit/h) مصرف سوخت

انرژی مربوط به ساخت ماشین‌آلات (ME) با واحد مگاژول بر هکتار بر اساس عمر اقتصادی ماشین (T) بر حسب ساعت، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ماشین (G) و ثابت مخصوص (E) و با جایگزینی در معادله زیر به دست آمد:

$$ME = \frac{G.E}{T.Ca} \qquad (۱)$$

که البته برای محاسبه انرژی ماشین بر حسب ساعت می‌توان از عامل Ca در معادله فوق صرف‌نظر کرد. جدول یک انرژی ساخت ماشین‌ها و مصرف سوخت عملیات مختلف کشاورزی را که به روش‌های اشاره شده محاسبه شده‌اند، نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

انرژی ساخت و تعمیر ماشین‌ها برای هر ساعت استفاده از آن‌ها، عمر مفید، وزن ماشین و میزان مصرف سوخت ساعتی محاسبه شده برای هر عملیات با توجه به عرض کار، عمق، سرعت پیشروی و نیروی متوسط کششی موردنیاز جهت کار وسیله در خاک منطقه با استفاده از روش‌های اشاره شده محاسبه و در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. انرژی ساخت ماشین‌ها و مصرف سوخت عملیات مختلف کشاورزی

ماشین	عمراقتصادی (h)	وزن تقریبی (kg)	ضریب انرژی (MJ/kg)	میزان انرژی (MJ/h)	مصرف سوخت (Lit/h)
تراکتور	۱۰۰۰۰	۳۰۰۰	۹۳/۶۱	۲۸	–
کمباین	۲۰۰۰	۶۰۰۰	۸۷/۶۳	۲۶۳	۱۸/۲
دیسک	۲۵۰۰	۵۷۵	۶۲/۷	۱۴/۴۲	۹/۶
گاوآهن	۲۵۰۰	۳۲۵	۶۲/۷	۸/۲	۹/۷
خرمنکوب	۲۰۰۰	۸۰۰	۶۲/۷	۲۵	۸
سمپاش	۱۲۰۰	۴۰۰	۶۲/۷	۲۰	۸
موتور آب	۱۰۰۰۰	۲۵۰	۹۳/۶۱	۲/۳	۱/۷۵

نوع تراکتورهای منطقه اکثراً جاندیر بوده که بطور میانگین وزن تراکتورها در محاسبات مدنظر قرار گرفت.

در منطقه از کودهای شیمیایی آمونیوم فسفات ازته و اوره به نسبت ۲ به ۱ استفاده می‌شود. کود آمونیوم فسفات ازته دارای ۱۸٪ نیتروژن و ٤٦٪ P_2O_5 و کود اوره دارای ٤٦٪ نیتروژن می‌باشد. بنابراین مخلوط کود شیمیایی ۲۰/۲ مگاژول بر کیلوگرم انرژی دارد.

برای محاسبه سایر انرژی‌های ورودی مثل انرژی مربوط به آفت‌کش‌ها، بذر، نیروی انسانی و ... از ضرایب مربوط در جدول ۱ ضمیمه بطور مستقیم استفاده شد. برای حمل و نقل بطور میانگین طی فاصله ٤ کیلومتر در نظر گرفته شده که این فاصله در حمل محصول از مزرعه به بازار استفاده گردید.

میانگین مصرف نهاده‌های مختلف در کشت گندم دیم و مقادیر انرژی مربوط به آن و همچنین مقدار انرژی خروجی از مزرعه در جدول ۲ جمع‌بندی شده که بر اساس آن شاخص‌های انرژی متداول بر اساس روابطی که اشاره شد محاسبه شده-اند.

جدول ۲. جریان ورودی و خروجی انرژی برای یک هکتار گندم دیم (بر حسب مگاژول)

نوع انرژی	واحد	انرژی واحد	مقدار	انرژی کل
ورودی				
انسان	h	۱/۹۶	۹۷/۵	۱۹۱/۱
سوخت	lit	۵۶/۳	۱۵۰/٤	۸٤٦۷/۵۲
کود شیمیایی	kg	۲۰/۲	۲۲۰	٤٤٤٤
بذر گندم	kg	۱۵/۷	۳۱۰	٤۸٦۷
تراکتور	h	۲۸	۲۲/۳	٦۲٤/٤
گاوآهن	h	۸/۲	۸/۵	٦۹/۷
دیسک	h	۱٤/٤	۳/٦	۵۱/۸٤
کمباین	h	۲٦۳	۱/۵٤	٤۰۵/۰۲
سمپاشی	h	۲۰	۲/۵	۵۰
حمل و نقل	ton.km	٦/۳	۱۸	۱۱۳/٤
جمع				۱۹۲۸۳/۹۸
خروجی				
عملکرد دانه	kg	۱٤/۷	۱۱۵۰	۱٦۹۰۵
عملکرد کاه	kg	۱۲/۵	۱۲۲۰	۱۵۲۵۰
جمع				۳۲۱۵۵

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به موارد مذکور و محاسبه سهم انرژی مصرفی هر یک از عوامل و نهاده‌ها در تولید گندم دیم، می‌توان نتیجه گرفت بیشترین سهم انرژی مصرفی به ترتیب مربوط کود ازته، ماشین‌آلات و سوخت گازوئیل بوده و کمترین آن متعلق به نیروی انسانی و علف‌کش می‌باشد. بنابراین می‌توان موارد زیر را به عنوان پیشنهاد ارائه کرد:

- ✓ تحقیق در خصوص میزان مصرف کودهای شیمیایی و آلی برای رسیدن به بهترین بازدهی در منطقه امری ضروریست
- ✓ جدی بودن مروجین بخش کشاورزی در ارائه آموزش‌های لازم به کشاورزان در خصوص نحوه استفاده صحیح از نهاده‌ها و ماشین
- ✓ تشویق کشاورزان منطقه به یکپارچه‌سازی و تسطیح مزارع جهت بالابردن راندمان آبیاری
- ✓ نهادینه کردن فرهنگ استفاده از آزمون خاک جهت توصیه کودی مزارع منطقه
- ✓ اشاعه فرهنگ بهینه‌سازی انرژی در میان کشاورزان بعنوان قشری که یافته‌های علمی را به سختی درک می کنند
- ✓ مطالعه در جهت بهترین الگوی عملیات خاک‌ورزی و کاشت جهت به حداقل رساندن مصرف سوخت
- ✓ استفاده از ادوات و ماشین‌هایی که هنوز در طول دوره عمر مفید قرار دارند تا از این طریق انرژی مصرفی مربوط به استهلاک پایین بیاید

- ✓ استفاده از رانندگان ماهر و با تجربه جهت انجام عملیات مختلف تا با حداقل زمان عملیات مربوطه را انجام دهند و باعث مصرف سوخت کمتر و رانندگی کمتر شوند.

منابع و مآخذ

۱. الماسی، مرتضی. شهرام کیانی و نعیم لویمی. ۱۳۸٤. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. چاپ سوم. قم، مؤسسه انتشارات حضرت معصومه(س).

۲. بهروزی‌لار، منصور. ۱۳۸۰. مدیریت تراکتور و ماشین‌های کشاورزی. چاپ سوم. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

۳. پیمان، میرحسین، رضا روحی و محمدرضا علیزاده. ۱۳۸٤. تعیین انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه‌مکانیزه برای تولید برنج(بررسی موردی استان گیلان). مجله تحقیقات کشاورزی. ٦(۲۲): ۸۰-٦۷.

٤. حیدرقلی نژادکناری، معصومه و عبدالله حسن زاده قورت تپه. ۱۳۸۲. ارزیابی بیلان انرژی زراعت گندم دیم در استان مازندران. مجله پژوهش و سازندگی. ۱٦(۱) پی‌آیند ۵۸ در زراعت و باغبانی: ٦۵-٦۳ .

۵. عبداله‌پور، شمس‌ا... و زارعی، سمیرا. ۱۳۸۷. ارزیابی بیلان انرژی در مزارع گندم دیم استان کرمانشاه. سومین همایش منطقه‌ای یافته‌های پژوهشی غرب کشور، دانشگاه کردستان.

٦. عجب‌شیرچی، یحیی. ۱۳۸۸. مدیریت مصرف انرژی در کشاورزی. جزوه درسی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۷. کوچکی، عوض و محمد حسینی. ۱۳۷۳. کارایی انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی.

۸. ولدیانی، علیرضا، عبدالله حسن زاده قورت تپه و رویا ولدیانی. ۱۳۸٤. ارزیابی بیلان انرژی در مزارع تکثیر بذر ارقام دیم گندم(Triticum aestivum L) آذربایجان شرقی و تاثیر آن بر محیط زیست. مجله دانش کشاورزی. ۱۵(۲): ۱-۱۲.

9. Alam. M.S., Alam, M.R. and Islam, K.K. 2005. Energy flow in agriculture: Bangladesh American journal of environmental science, 1(3): 213-220.
10. Birthal, P.S., Pandey L.M. and Suresh, P. 1998. Energy demand for crop production in rain fed areas. Indian Journal of Agricultural Economics, 53(3): 256-264.
11. Chaudhary, V.P., Gangwar, B. and Pandey. D.K. 2006. Auditing of energy use and output of different cropping systems in India. Agricultural Engineering nternational, the CIGR Ejournal EE 05001, Vol 8.
12. Erdal, G., Esengun,, K., Erdal, H., Gunduz, O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy, 32: 35–41.
13. Kepner, R.A., Bainer, R., Barger, E.L. 1972. Principles of farm machinery. AVI Publishing Company, inc.
14. Singh, G. 2006**.** Estimation of a Mechanization Index and Its Impact on Production and Economic Factors—a Case Study in India. Biosystems Engineering, 93(1): 99-106.

جدول ۱ ضمیمه. ضرایب ویژه انرژی برخی نهاده‌های کشاورزی

منبع انرژی	واحد	انرژی واحدMJ
نیروی انسان		
مرد	h	۱/۹۶
زن	h	۱/۵۷
نیروی گاو	h	۵/۰۵
الکتریسیته	kW.h	۱۱/۹۳
گازوییل	lit	۵۶/۳
کود شیمیایی		
N	kg	۶۰/۶
P_2O_5	kg	۱۱/۹۳
K_2O	kg	۶/۷
آفت کش‌ها		
حشره‌کش	kg	۱۹۹
قارچ‌کش	kg	۹۲
علف‌کش	kg	۲۳۸
کود دامی	kg	۰/۳
بذر غلات	kg	۱۵/۷
تراکتور	kg	۹۳/۶۱
کمباین	kg	۸۷/۶۳
ماشین‌های کشاورزی	kg	۶۲/۷
آبیاری	m^3	۰/۶۳
حمل و نقل	ton.km	۶/۳
گندم	kg	۱۴/۷
کاه	kg	۱۲/۵

Abstract

One way to achieve sustainable development in agricultural is the study of energy input and output flow in crop production. In this research, energy flow based on the ratio of energy proportion of various inputs to farm and obtaining commonly indices in energy discussed of wheat on Firoozabad section farmers were studied. To this aim, the amount and type of inputs used in various stages of production and value of the products have reviews and with using a special formula and coefficients, convert to thr equivalent amounts of energy consumption and production and then the energy indexes were calculated. Level of energy efficiency (ratio of output to input), for grain products was 0/87 and 0/79 for straw product and the total energy efficiency (grain + straw) 1/66 respectively. Also the net energy use including the grain and straw energy 12/87 GJ/ha and energy efficiency 0/12 Kg/MJ were calculated.

Keywords: Energetic assessment, Energy indexes, Wheat, Energy inputs.