مجله مهندسی زیست سامانه

مجله مهندسی زیست سامانه

تحلیل و ارزیابی اقتصادی و انرژی در تولید گندم (مطالعه موردی: شهرستان رزن)

حسن کوروشی طلب [۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷

چکیده:

نگرانی‌های مربوط به حفاظت از سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر به افزایش پژوهش‌ها بر روی توازن انرژی در سامانه‌های تولید گیاهان زراعی شده است. این پژوهش در شهرستان رزن و در مزارع تولید گندم انجام شد. مساحت زمین‌های مورد مطالعه نیز در دو سطح کمتر و بیشتر از ۵ هکتار بودند. برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز پرسش‌نامه‌های مقدماتی طراحی شد که برای پیش آزمون اولیه در مصاحبه با تعدادی کشاورز در منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که انرژی نهاده در تولید گندم ۴۷۲۶۹ مگاژول در هکتار است. مقدار کارایی انرژی در تولید گندم، ۲/۶۴ و شاخص سود به هزینه در تولید گندم ۲/۳۹۷ بود. لذا می‌توان گفت که تولید گندم از لحاظ انرژی قابل قبول است.

واژگان کلیدی: شهرستان رزن، شاخص‌های انرژی و اقتصادی، گندم

مقدمه :

گندم از جمله مهم‌ترین غلات به شمار می‌آید. این گیاه، یک ساله و از خانواده گرامینه‌ها (گندمیان) و دارای دو گونه اهلی و وحشی است. نام علمی آن Triticum spp می‌باشد. این ماده غذایی نزدیک به ۱۰،۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ سال قبل از میلاد، در ناحیه‌ای واقع در غرب ایران و شرق عراق و همچنین در ترکیه، سوریه و اردن تکامل یافته و اهلی این نواحی شده است.

متوسط عملکرد گندم آبی کشور ۳۶۷۲/۵ کیلوگرم و عملکرد گندم دیم کشور ۱۰۷۳/۳کیلوگرم در هکتار بوده است، بیشترین عملکرد آبی گندم با ۵۳۵۲ کیلوگرم در هکتار متعلق به استان تهران و کمترین آن ۲۴۴۵/۵ کیلوگرم در هکتار به استان بوشهر تعلق دارد. استان‌های کرمان و بوشهر نیز به ترتیب با متوسط تولید ۲۹۷۱/۴ و ۴۳/۷۳ کیلوگرم در هکتار در بین استان‌های دیم‌کار کشور در جایگاه نخست و آخر قرار گرفته‌اند (سعادت‌پور، ۱۳۹۲).

میزان تولید گندم کشور حدود ۱۳/۴۸ میلیون تن برآورد شده که ۶۶/۵۴ درصد آن از کشت آبی و مابقی ۳۳/۴۶ درصد از کشت دیم بدست آمده است. استان فارس علیرغم رتبه سوم از نظر سطح برداشت، با تولید ۱۰/۳۶درصد از گندم کشور در جایگاه نخست تولید کنندگان این محصول قرار گرفته است و استان‌های خوزستان، خراسان رضوی، گلستان، کرمانشاه، همدان و آذربایجان غربی در مقام‌های دوم تا هفتم قرار دارند. شایان ذکر است که ۵۲/۸۷ درصد از گندم کشور در هفت استان مذکور تولید شده و سهم سایر استان‌ها ۴۷/۱۳ درصد بیشتر نبوده است. استان گیلان با سهم ۰/۰۹درصد در تولید گندم کشور، در رتبه آخر قرار گرفته است(سعادت‌پور، ۱۳۹۲).

بخش کشاورزی به طور متوسط ۵ درصد از کل منابع انرژی در جوامع را مصرف می‌کند. البته با در نظر گرفتن ضایعات تبدیلی و فرآوری محصولات کشاورزی و سیستم توزیع، این سهم به ۱۶ تا ۲۰ درصد نیز می‌رسد (Pimentel et al, 1999). مصرف سوخت‌های فسیلی و نهاده‌های فرآوری شده در کشاورزی، در کنار افزایش عملکرد محصولات زراعی، آلودگی‌های شدید محیط زیست و تخریب اکو سیستم‌های مختلف را در پی داشته است. از طرف دیگر منابع انرژی مورد استفاده در کشاورزی جزو منابع تجدید ناپذیر به شمار می‌روند. ضمن اینکه با اتمام ذخائر سهل‌الوصول اولیه، به انرژی بیشتری برای استحصال آنها نیاز است. به طوری که مصرف انرژی برای استخراج یک بشکه نفت نسبت به گذشته ۲/۵ برابر شده است (کوچکی

[۱]- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مکانیزاسیون کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

* نویسنده مسؤول: hasankoroshitalab@gmail.com

و همکاران ۱۳۷۶). فشارهای اقتصادی ناشی از نوسان بازار انرژی جهان و افزایش حساسیت جوامع نسبت به کیفیت محیط زیست ایجاب می‌کند که سمت و سوی توسعه کشاورزی به سوی پایداری باشد تا از دو مفهوم توسعه و پایداری یکی به نفع دیگری قربانی نشود (رجب زاده و ملکوتی، ۱۳۸۳).

هدف اصلی یک سیستم کشاورزی تولید فرآورده‌هایی از حیوانات و گیاهان ویژه با به کارگیری کنترل شده آنها است، میزان تولید باید بیشتر از میزان نهاده باشد، بنابراین یک کشاورزی سیستماتیک و هدفمند، همیشه با به کارگیری معقولانه منابع تولید سروکار دارد (خلیلی و همکاران، ۱۳۷۷). پایداری سیستم‌های تولیدی انسانی، یکی از موضوعات مهم بحث و مطالعات از دهه ۸۰ میلادی بوده است. در قلمروی کشاورزی، پژوهشگران به دشواری می‌توانند پایداری یک اکوسیستم را اندازه‌گیری کنند. ارزیابی انرژی خروجی به انرژی ورودی (نسبت انرژی) یک ابزار اندازه‌گیری میزان پایداری کشاورزی می‌باشد و با محاسبه تمامی نهاده‌های ورودی به سیستم و محصول خروجی ممکن می‌شود (Uri, 1998)،(Barber, 2003). محدودیت زمین قابل کشت با توجه به افزایش جمعیت و محدودیت نیروی کار باعث شده تا برای تولید محصولات کشاورزی مصرف انرژی فسیلی و در نتیجه هزینه انرژی مصرفی افزایش یابد که در برخی کشورها با وجود رشد بهره‌وری کشاورزی ناشی از افزایش عملکرد در هکتار، با تخریب شدید محیط زیست همراه شده است. از اینرو، مصرف کارآمد انرژی یکی از شرایط برای دستیابی به کشاورزی پایدار است. زیرا صرفه‌جویی اقتصادی، حفظ منابع فسیلی و کاهش آلودگی محیط زیست را به دنبال دارد. بروز مشکلات عدیده زیست محیطی و همچنین حساسیت جوامع نسبت به پایان‌پذیر بودن این منابع باعث شده تا الگوهای مصرف انرژی برای تداوم و دستیابی به توسعه پایدار، تغییر یابند (Pervanchon et al 2002). تولید محصول به اندازه کافی، حفظ منابع محیط زیست و سودآوری، لازمه پایداری یک سیستم کشاورزی هستند (Yadav et al, 1991).

معادل کمی لحاظ شده برای نهاده‌ها یا ستانده‌ها (محصول) در واقع مبین میزان محتوای انرژی می‌باشد که در فرآیند تولید وارد یا خارج می‌شود. برای مثال هم ارز (معادل) در نظر گرفته شده برای هر ساعت کار انسان برای شرایط کار در مزرعه، ۱/۹۶ مگاژول برای کارگر مرد و ۱/۵۷ مگاژول برای کارگر زن می‌باشد که معادل با میزان انرژی مصرفی توسط آنها است (Ozkan et al, 2003). برای کار با سختی‌های مختلف جداولی وجود دارد (خلیلی و همکاران، ۱۳۷۷). معادل یا هم ارز در نظر گرفته شده برای نهاده‌ها از محاسبه میزان انرژی مصرف شده برای تولید هر واحد آنها به دست می‌آید. برای نمونه، هم ارز در نظر گرفته شده برای هر لیتر گازوئیل ۴۷/۷ مگاژول می‌باشد (Kitani, 1998).

مجموعه محتوای انرژی نهاده‌های مصرف شده در طی فرآیند تولید را انرژی ورودی برای یک سیستم تولیدی گویند که شامل انرژی مصرف شده در طی فرآیند تولید است که شامل انرژی مصرف شده برای انجام عملیات مختلف زراعی یا تولید نهاده‌های مصرفی است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

تعریف دیگر، مجموعه انرژی مستقیم (سوخت) و غیر مستقیم (نهاده‌ها) مصرفی می‌باشد (Hulsbergen et al, 2001). معمولاً انرژی صرف شده برای انبارداری و توزیع نهاده‌ها را لحاظ نمی‌کنند (Ercolia et al, 1999). انرژی ورودی از تشعشع خورشید انرژی اکولوژیک نامیده شده و آنچه که از منابع انسانی وارد می‌شود، انرژی ورودی کشاورزی می‌باشد.

انرژی خروجی مجموع محتوای انرژی محصول تولید شده است. از نظر بیولوژیکی کل زیست ماده (بیوماس) تولیدی چه در سطح زمین و چه در زیرزمین تولید به شمار می‌روند (خلیلی و همکاران، ۱۳۷۷). اما در محاسبات اقتصادی، محصول دارای ارزش اقتصادی را در نظر می‌گیرند که خود به هدف پژوهشگر بستگی دارد. برای نمونه ممکن است در یک ارزیابی مصرف انرژی در کشت گندم، ملاک فقط دانه برداشت شده باشد، اما در پژوهشی دیگر، دانه گندم به عنوان محصول اصلی و کاه آن به عنوان محصول فرعی در محاسبات وارد شده و حتی ممکن است که ضایعات تولید نیز لحاظ شود (Goldemberg, 2003) و (Hulsbergen et al, 2001).

عطار (۱۳۹۰) در پژوهشی، انرژی مصرفی و انرژی تولیدی گندم آبی در شهرستان رامهرمز را بررسی نمود. نتایج بررسی‌ها نشان داد کل انرژی مورد نیاز برای تولید در هر هکتار گندم در منطقه مذکور معادل ۴۲۴ MJ و شاخص کارایی انرژی برای این محصول معادل ۱/۵۶ برآورد شد. خالص انرژی در محصول گندم ۲۳۸۱۹ MJ/ha بدست آمد. بررسی سهم نهاده‌ها از کل انرژی ورودی مشخص نمود که در محصول گندم بیشترین میزان انرژی مصرفی پس از الکتریسیته مربوط به کود شیمیایی می‌باشد. روش‌های نوین آبیاری، مصرف بهینه کودهای شیمیایی از جمله مواردی است که می‌تواند نسبت به بهبود کارایی انرژی گندم آبی در این منطقه مؤثر واقع گردد.

رجبی و همکاران (۱۳۹۱)، در ارزیابی مصرف انرژی در تولید گندم در گرگان به این نتیجه رسیده‌اند که متوسط

انرژی ورودی برابر ۱۵۵۷۸/۶ مگاژول در هکتار در کل مزارع بوده است. حداکثر نیروی ورودی معادل ۲۱۱۷۹/۳ مگاژول در هکتار و حداکثر انرژی خروجی معادل ۱۲۰۵۳/۲ مگاژول در هکتار بوده است، انرژی ورودی کودهای شیمیایی (۴۵/۸ درصد) عمدتاً نیتروژن (۳۸/۳ درصد) بیشترین سهم را در کل انرژی‌های ورودی دارا بوده و به دنبال آن انرژی ورودی سوخت (۲۲/۵ درصد) قرار داشته است. متوسط نسبت انرژی خروجی به ورودی ۶/۳ و حداکثر و حداقل آن به ترتیب ۹/۳ و ۳/۷ بوده است. متوسط انرژی ویژه ۴ گیگاژول بر تن و متوسط بهره‌وری انرژی را ۰/۳ تن بر گیگاژول برآورد کرده و نتیجه گرفته‌اند که با اعمال تغییرات مناسب، امکان کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش اثرات زیست محیطی وجود دارد. محمدیان صبور (۱۳۸۶) در بررسی امکان بهینه کردن نهاده‌های مکانیزه با استفاده از شاخص‌های انرژی در کشاورزی شهرستان مشهد، شاخص‌های انرژی برای سه محصول چغندر قند، کلزا و گوجه فرنگی را محاسبه و ارزیابی کرده است. در روش نیمه مکانیزه کشت چغندر قند؛ نسبت انرژی ۱/۳ و بهره خالص انرژی ۴۴۶۴۸ مگاژول در هکتار و در کشت مکانیزه این شاخص‌ها را به ترتیب ۱/۹ و ۱۴۹۶۵۵ مگاژول در هکتار بدست آورده است. صفا و طباطبایی فر (۲۰۰۲) انرژی لازم برای تولید گندم آبی و دیم را در منطقه ساوه به ترتیب ۱۰/۵ و ۱۰/۶ مگاژول بر کیلوگرم برآورد کردند که بیشترین منبع مصرفی انرژی سوخت تشخیص داده شد که برای اراضی آبی ۶۷ درصد و برای اراضی دیم ۵۲ درصد محاسبه شد.

مواد و روش‌ها

شهرستان رزن بین مدار ۳۵درجه و۱۲دقیقه تا ۳۵درجه و۴۳دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و۳۳ دقیقه تا ۴۹ درجه و۲۷ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. شهرستان رزن از شمال به استان مرکزی و از جنوب به شهرستان‌های همدان و کبودرآهنگ و از غرب به شهرستان کبودرآهنگ محدود می‌شود. مساحت این شهرستان ۲۷۲۱ کیلومترمربع می‌باشد که ۱۴/۳درصد از مساحت استان را شامل می‌گردد. شهرستان رزن دارای آب و هوای خشک سرد بوده و رژیم بارندگی آن از تیپ اقلیم مدیترانه‌ای است و متوسط بارندگی سالیانه این شهرستان حدود ۳۰۰ میلیمتر و میانگین درجه حرارت آن به طور متوسط سالیانه ۱۱درجه سانتیگراد می‌باشد.

تحقیق حاضر از لحاظ هدف کاربردی است، چون نتایج آن برای برنامه‌ریزان، دست‌اندرکاران سیاست‌های توسعه کشاورزی کشور قابل استفاده می‌باشد. متغیرهای تحقیق شامل متغیرهای مستقل و وابسته است. متغیرهای وابسته این پژوهش عبارت‌اند از: کارایی(نسبت) انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی‌های سوخت، الکتریسیته، کود، سم، حمل و نقل و کارگر و ادوات.

متغیرهای مستقل پژوهش شامل نوع محصول و مساحت مزرعه بود. در این پژوهش محصول گندم و مساحت مزرعه هم در دو سطح کمتر و بیشتر از ۵ هکتار در نظر گرفته شد.

جامعه آماری پژوهش مورد مطالعه کشاورزان شهرستان رزن تشکیل داده بودند. این کشاورزان از مناطقی با شرایط آب و هوای مشابه انتخاب گردید.

طبق اطلاعات جمع آوری شده از مدیریت جهاد کشاورزی، با ۹۰ نفر از بهره‌برداران که در منطقه در کشت گندم فعال بوده، مصاحبه گردید. با کسب اطلاع و شناسایی افرادی که در مزارع مشغول به فعالیت بودند و به تعداد این افراد، پرسش نامه توزیع گردید.

روش جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز

مرحله اول: متغیرهایی که مورد مطالعه قرار گرفت عبارتند از: نوع محصول، نوع ادوات، مدت زمان انجام عملیات، میزان نهاده‌های استفاده شده از قبیل کود، سم، نیروی انسانی و غیره. همچنین به منظور شناسایی بهتر و بیشتر وضعیت منطقه از مشاهدات مستقیم در سطح استان استفاده گردید. سپس پرسش-نامه با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده تهیه گردید.

مرحله دوم: در این مرحله اطلاعات لازم برای تکمیل کردن پرسشنامه از طریق مصاحبه با کشاورزان و کارشناسان استان جمع‌آوری شد. همچنین جهت حصول اطمینان از معلومات جمع‌آوری شده، داده‌های بدست آمده با سوابق موجود در پژوهش‌ها انجام گرفته شده در کشور و جهان مقایسه گردید.

مرحله سوم: در این مرحله انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم مصرفی و نحوه مصرف انرژی در فرآیند تولید محصول مشخص گردید. انرژی‌های مستقیم شامل سوخت، الکتریسیته، نیروی انسانی و انرژی‌های غیرمستقیم شامل ساخت و استهلاک ماشین‌ها، آبیاری، کود، سموم‌شیمیایی و حمل ونقل بود.

در این پژوهش میزان مصرف سوخت در هکتار، بر اساس اطلاعات طبقه‌بندی شده‌ای که از طریق رانندگان و کشاورزان جمع آوری گردید، تعیین شد. پس از تعیین میزان سوخت مصرفی در هر عملیات و سپس با جمع آنها، کل سوخت مصرفی در هکتار تعیین شد و با استفاده از جداول موجود در منابع (کیتانی، ۱۹۹۸). که معادل انرژی هر لیتر سوخت را بر حسب مگاژول بر لیتر ارائه داده‌اند و با استفاده از رابطه (۱) انرژی سوخت محاسبه شده است.

(۱)

$$E_{P(mj/ha)} = a_{i(L/ha)} \times E_{i(mj/L)}$$

که در آن E_P:انرژی سوخت (مگاژول بر هکتار)، a_i: مقدار سوخت مصرفی (لیتر در هکتار) و E_i: انرژی معادل هر واحد سوخت (مگاژول بر لیتر) است (جدول ۱).

انرژی نیروی انسانی

موقعی که نیروی انسانی در عملیات تولید دخالت می-کند، باید انرژی مصرفی از این طریق را محاسبه کرد. جهت محاسبه انرژی مصرفی نیروی انسانی، با توجه به اطلاعات گرفته شده از کشاورزان و رانندگان و اطلاعات درج شده در پرسشنامه، تعداد کارگر مورد نیاز در عملیات مختلف و همچنین زمان انجام هر عملیات توسط کشاورز و کارگر مشخص گردید و سپس هم ارز انرژی نیروی انسانی (جدول ۱) را در تعداد نفر ساعت کارگر ضرب نموده و سپس با توجه به هشت ساعت کار روزانه برای هر نفر کارگر انرژی مصرفی برای نیروی انسانی بر حسب مگاژول در هکتار تعیین شد.

(۲)

$$E_P=W_i \times E_i$$

که در آن E_p: انرژی کارگری در هکتار بر حسب مگاژول بر هکتار، W_i: تعداد کارگر مورد استفاده در هکتار بر حسب ساعت کارگر در هکتار و E_i: انرژی موجود به ازای هر ساعت کارگر بر حسب مگاژول در ساعت است و متوسط ساعت کار در هکتار در انرژی واحد نیروی انسانی ضرب گردید.

انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها

برای محاسبه مقدار مصرف انرژی در هکتار مربوط به ساخت و استهلاک ماشین‌ها ابتدا ساعت‌های عمر مفید ماشین‌ها، وزن ماشین مورد استفاده در مزارع، سطح متوسطی که در این مدت کار خواهد کرد تعیین شد. سپس با استفاده از رابطه (۳) که توسط سینگ[1](2002)، پیشنهاد شده بود، انرژی مربوط به ساخت و استهلاک ماشین‌ها محاسبه گردید.

(۳)

انرژی معادل ساخت هرکیلوگرم × ساعت کارکرد ×(عمر تخمین(h) ÷ جرم ماشین(kg)) = انرژی معادل ساخت و استهلاک

با توجه به رابطه، هرچه جرم ماشین بیشتر و عمر مفید کمتر باشد و ساعت‌های کاری آن در واحد سطح نیز بالاتر باشد، انرژی معادل استهلاک آن ماشین بیشتر می‌گردد.

تعیین عمر دقیق ماشین، بسیار پیچیده است، با این وجود می‌توان به طور تقریبی، عمر مفید ماشین‌های کشاورزی را برآورد نمود. آنچه مسلم است این نکته می‌باشد که عمر مفید ماشین-های کشاورزی تابع عوامل متعددی همچون کیفیت ساخت قطعات، نحوه به کارگیری ماشین، شرایط اقلیمی، نوع خاک، نوع محصول، انجام سرویس‌های منظم و دوره‌ای و غیره بوده و در نتیجه دارای دامنهٔ تغییرات زیادی می‌باشد.

انرژی کودهای شیمیایی

به منظور تعیین میزان انرژی مصرفی کود، ابتدا میزان کود مصرفی در هکتار بوسیله پرسش از کشاورزان بدست آمد. سپس با استفاده از رابطه (۴) میزان انرژی کودهای شیمیایی محاسبه گردید (کندی، ۲۰۰۰ و کیتانی، ۱۹۹۸). انرژی معادل هر نوع کود شیمیایی در جدول (۱) درج گردیده است.

(۴)

$$E_f = W_t \times E_i$$

که در آن E_f: انرژی کود در هکتار بر حسب مگاژول در هکتار، W_t: وزن خالص کود مصرف شده در هکتار بر حسب کیلوگرم در هکتار و E_i: انرژی واحد مصرفی کود بر حسب مگاژول در کیلوگرم است. انرژی مصرفی کود شیمیایی شامل، انرژی تولید، بسته بندی و حمل و نقل در مصرف آنها می‌باشد.

انرژی سموم شیمیایی

برای تعیین میزان انرژی مصرفی سم در هکتار که به صورت علف کش‌ها، قارچ‌کش و حشره‌کش استفاده می‌شود، پس از تعیین مقدار سم مصرفی در هکتار (از طریق کشاورزان توسط پرسشنامه جمع آوری گردید) و همچنین با توجه به هم ارزهای موجود (جدول ۱) انرژی محتوای واحد مصرفی سم، در مقدار مصرف سم در هکتار ضرب شد و انرژی مصرفی سم در هکتار محاسبه گردید.

(۵)

$$E_P = W_P \times E_i$$

که در آن E_p: انرژی سم مصرفی در هکتار بر حسب مگاژول در هکتار، W_p: مقدار سم مصرف شده در هکتار بر حسب کیلو-گرم در هکتار و E_i: انرژی موجود در هر کیلوگرم سم بر حسب مگاژول در کیلوگرم است.

انرژی الکتریسیته

با تعیین میزان الکتریسیه مورد استفاده، انرژی معادل مصرف الکتریسیه با محاسبه حاصل ضرب مقدار مصرف الکتریسیه و انرژی معادل تعیین گردید. (Namdari et al, 2011)

[1] Singh

انرژی لازم برای آبیاری

با تعیین میزان آب مورد استفاده، انرژی لازم برای آب آبیاری با محاسبه حاصل ضرب مقدار مصرف آب و انرژی معادل آب آبیاری تعیین گردید(Namdari et al, 2011).

انرژی خروجی

انرژی خروجی مجموع محتوای انرژی محصول تولید شده است. از نظر بیولوژیکی کل زیست ماده (بیوماس) تولیدی چه در سطح زمین و چه در زیر زمین تولید به شمار می‌روند (خلیلی و همکاران ۱۳۷۷). اما در محاسبات اقتصادی، محصول دارای ارزش اقتصادی را در نظر می‌گیرند که خود به هدف پژوهشگر بستگی دارد. انرژی خروجی محصولات مورد مطالعه، پس از تعیین میزان عملکرد محصول و ضرایب تبدیل انرژی (جدول ۱)، محاسبه شد (حاصل ضرب عملکرد در ضرایب تبدیل انرژی).

جدول ۱- معادل نهاده‌ها و ستانده‌های انرژی مورد استفاده در این پژوهش

نوع انرژی	واحد (UNIT)	محتوای انرژی ($MJ.UNIT^{-1}$)	منبع
انرژی نهاده			
نیروی انسانی (مرد)	ساعت (hr)	۱/۹۶	(Akcaoz et al, 2009)
سوخت دیزل	لیتر (lit)	۴۷/۸	(Kitani, 1999)
الکتریسیته	کیلو وات(KWh)	۳/۶	(زاهدی و همکاران، ۱۳۹۴)
ماشین‌های کشاورزی	کیلوگرم (kg)	۶۲/۷	(Akcaoz et al, 2009)
ابزار کشاورزی	کیلوگرم (kg)	۸	(Kitani, 1999)
تراکتور	کیلوگرم (kg)	۹۳/۶۱	(Kitani, 1999)
کمباین	کیلوگرم (kg)	۸۷/۶۳	(Kitani, 1999)
بذر گندم	کیلوگرم (kg)	۱۴/۷	(Marakoglu et al, 2010)
آب آبیاری	متر مکعب (m^3)	۱/۰۲	(Namdari et al., 2011)
ریز مغزی	کیلوگرم (kg)	۱۲۰	(زاهدی و همکاران، ۱۳۹۴)
کود دامی	کیلوگرم (kg)	۰/۳	(Ozkan et al, 2003)
کود ازت	کیلوگرم (kg)	۶۶/۱۴	(Pahlavan et al., 2012)
کود فسفر	کیلوگرم (kg)	۱۲/۴۴	(Pahlavan et al., 2012)
کود پتاس	کیلوگرم (kg)	۱۱/۱۵	(Ozkan et al, 2004)
قارچ کش	کیلوگرم (kg)	۲۱۶	(زاهدی و همکاران، ۱۳۹۴)
حشره کش	لیتر (lit)	۱۰۱/۲	(زاهدی و همکاران، ۱۳۹۴)
علف کش	لیتر (kg)	۲۳۸	(زاهدی و همکاران، ۱۳۹۴)
انرژی ستانده			
گندم	کیلوگرم (kg)	۱۴/۷	(Marakoglu et al, 2010)
کاه و کلش	کیلوگرم (kg)	۱۲/۵	(Ozkan et al, 2004)

شاخص‌های انرژی

برای استفاده از مطالعات انرژی در یک منطقه و مقایسه وضعیت آن با مناطق دیگر احتیاج به عوامل و شاخص‌های استاندارد انرژی می‌باشد.

نسبت انرژی[۱]

عبارتست از نسبت انرژی خروجی (ستاده‌ها) به انرژی ورودی (نهاده ها). این شاخص وضعیت نهاده انرژی نسبت به ستاده انرژی را مشخص می‌کند. اگرچه این شاخص برای تولیدات گیاهی و سوخت‌های بیوماس کاربری دارد، اما بیشتر برای محاسبه راندمان انرژی در مناطق است و کمتر به دلیل پیچیده بودن نظام مصرف انرژی در شرایط صنعتی کاربرد دارد (کیهانی، ۱۳۸۵).

افزوده (بهره) خالص انرژی(N.E.G)[۲]

طبق تعریف عبارتست از مقدار کل انرژی تولیدی منهای انرژی ورودی. این شاخص، میزان تفاوت را در هکتار مشخص می‌سازد. معمولاً هدف، رسیدن به بیشترین مقدار NEG است. (کیهانی، ۱۳۸۵)

بهره‌وری انرژی[۳]

بهره‌وری انرژی شاخصی است که نشان می‌دهد در هر

[۱]- Energy Ratio
[۲]- Net Energy Gain
[۳]- Energy productivity

زمان برای هر نوع محصول مشخص در هر منطقه، به ازای هر واحد انرژی مصرفی، چه میزان تولید می‌شود و رابطه مستقیم با شاخص دارد و نسبت آنها ارزش کالری تولید است. به صورت یک ارزیاب چگونگی بازدهی انرژی در سامانه‌های مختلف تولید که محصول بخصوصی به ما می‌دهند کاربرد دارد. در یک سامانه کارآمد و موثر انرژی ورودی به ازای هر واحد محصول باید در کمترین حد ممکن قرار داشته باشد. (کیهانی، ۱۳۸۵)

شدت انرژی[1](انرژی ویژه)

این شاخص عکس بهره‌وری انرژی می‌باشد و بیان کننده انرژی صرف شده برای تولید هر واحد از محصول است و یا برابر با انرژی ورودی به جرم محصول است. برای مثال اگر شدت انرژی برابر ۲ مگاژول بر کیلوگرم باشد، یعنی برای تولید هر کیلوگرم محصول ۲ مگاژول انرژی مصرف شده است. (کیهانی، ۱۳۸۵)

بررسی اقتصادی

در بررسی اقتصادی باید هزینه‌های تولید و اینکه بیشترین هزینه تولید مربوط به کدام بخش می‌باشد را تعیین کرد و همچنین سهم هزینه‌های متغیر از هزینه‌های تولید و درصد آن‌ها و سهم هزینه‌های ثابت سالیانه و درصد آن‌ها مشخص شود تا بتوان نسبت سود به هزینه را تعیین کرد. شاخص نسبت فایده به هزینه، شاخصی است از نسبت درآمد به هزینه‌های ورودی سامانه، منظور از درآمد، درآمد ناخالص کل می‌باشد که برابر با عایدی حاصل از فروش کل محصول است و منظور از هزینه‌ها، تمامی هزینه‌هایی است که از زمان آماده‌سازی زمین تا زمان برداشت محصول مصرف می‌شود. چنانچه نسبت عملکرد اقتصادی برابر با یک یا بزرگتر از یک باشد تولید جنبه اقتصادی دارد. نسبت فایده به هزینه از فرمول زیر به دست می‌آید:

(۶)

$$B/C = \text{Gross income} / \text{Total costs}$$

که در آن B/C: نسبت فایده به هزینه، Gross income: خروجی سامانه (درآمد ناخالص، تومان) و Total costs: ورودی سامانه (هزینه کل، تومان) است.

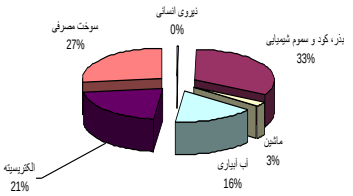
نتایج

در جدول ۲ میزان معادل انرژی نهاده‌های مصرف شده ارائه شده است. در مساحت کمتر از ۵ هکتار این میزان انرژی در تولید گندم ۴۶۶۱۵ مگاژول در هکتار بود. این مقدار در مساحت بیشتر از ۵ هکتار ۴۷۹۲۳ مگاژول در هکتار بود.

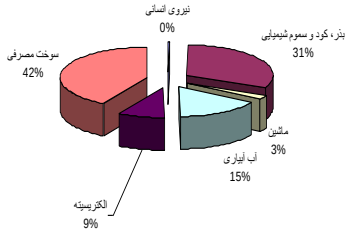
عبدالعلی زاده (۱۳۹۲) میزان این انرژی را برای تولید گندم و جو شهرستان ماکو به ترتیب ۴۰۳۹۷ و ۳۳۷۸۱ مگاژول در هکتار برآورد نمود. ندایی (۱۳۹۳) نیز میزان این انرژی را در تولید گندم و جو و سویا شهرستان پارس آباد مغان به ترتیب ۳۳۵۹۲ و ۲۹۳۰۹ و ۳۱۱۶۹ مگاژول در هکتار برآورد نمود. رجبی و همکاران (۱۳۹۱) این مقدار را در شهرستان گرگان ۱۵۵۷۹ مگاژول در هکتار برآورد نمود. شکل ۱ و ۲ درصد هر یک از نهاده‌ها در تولید گندم در مساحت مختلف را نشان می‌دهد.

جدول۲- انرژی نهاده

نوع انرژی نهاده	گندم	
	کمتر از ۵ هکتار	بیشتر از ۵ هکتار
نیروی انسانی	۱۸۲	۱۱۶
بذر، کود و سموم شیمیایی	۱۵۱۰۰	۱۵۰۷۹
ماشین	۱۲۳۳	۱۲۱۵
آب آبیاری	۷۶۵۰	۷۳۷۵
الکتریسیته	۱۰۰۲۲	۴۲۰۵
سوخت مصرفی	۱۲۴۲۸	۱۹۹۳۳
مجموع	۴۶۶۱۵	۴۷۹۲۳



شکل ۱- درصد نهاده‌ها از کل انرژی مصرفی در تولید گندم در مساحت کمتر از ۵ هکتار



شکل ۲- درصد نهاده‌ها از کل انرژی مصرفی در تولید گندم در مساحت بیشتر از ۵ هکتار

طبق نتایج حاصله از مطالعه میدانی، میانگین عملکرد بدست آمد و طبق جدول ۳ معادل انرژی ستانده محاسبه شد. عبدالعلی زاده (۱۳۹۲) میزان این انرژی را برای تولید گندم

[1]- Energy intensity

و جو در شهرستان ماکو به ترتیب برابر ۸۲۶۹۷ و ۶۸۴۳۱ مگاژول در هکتار برآورد نمود. ندایی(۱۳۹۳) نیز این مقدار انرژی را برای تولید گندم، جو و سویا شهرستان پارس آباد مغان به ترتیب برابر ۱۲۷۰۰۰ و ۱۰۷۰۰۰ و ۱۲۶۰۰۰ مگاژول در هکتار برآورد نمود. رجبی و همکاران (۱۳۹۱) نیز این مقدار را در شهرستان گرگان برای تولید گندم در طول سه سال زراعی برابر ۹۱۵۰۰ مگاژول در هکتار برآورد نمود.

جدول ۳- انرژی ستانده

نوع محصول		مساحت	انرژی واحد (مگاژول بر کیلوگرم)	عملکرد (کیلو گرم در هکتار)	انرژی معادل (مگاژول در هکتار)
گندم	دانه	کمتر از	۱۴/۷	۵۶۰۰	۱۲۲۹۴۵
	کاه	۵ هکتار	۱۲/۵	۳۲۵۰	
	دانه	بیشتر از	۱۴/۷	۵۸۲۵	۱۲۶۲۵۲
	کاه	۵ هکتار	۱۲/۵	۳۲۵۰	

شاخص‌های انرژی

کارایی یا نسبت انرژی

شاخص کارایی یا نسبت انرژی تیمارهای مختلف تعیین و نتایج آن در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین مقدار این شاخص، ۲/۶۴ در تولید گندم بود. عبدالعلی زاده (۱۳۹۲) این شاخص را برای تولید گندم و جو شهرستان ماکو را به ترتیب ۲/۰۴ و ۲/۰۲ برآورد نمود. ندایی (۱۳۹۳) این شاخص انرژی را برای تولید گندم، جو و سویا شهرستان پارس آباد مغان به ترتیب ۳/۸۰۶ و ۳/۶۷۵ و ۴/۰۵۸ برآورد نمود. رجبی و همکاران (۱۳۹۱) نیز این مقدار را در شهرستان گرگان برای تولید گندم در طول سه سال زراعی برابر ۶/۳ برآورد نمود.

جدول۴- شاخص‌های انرژی

نوع محصول	مساحت	نسبت انرژی	بهره‌وری انرژی (kg.MJ^{-1})	بهره خالص انرژی (MJ.ha^{-1})	شدت انرژی (MJ.kg^{-1})
گندم	کمتر از ۵ هکتار	۲/۶۴	**۰/۱۲۰**	۷۶۳۳۰	**۸/۳۲**
	بیشتر از ۵ هکتار	۲/۶۳	**۰/۱۲۱**	۷۸۳۲۹	**۸/۲۳**

محاسبه هزینه‌ها و تعیین شاخص سود به هزینه

بنابر نتایج حاصله از میزان مصرف نهاده‌های مختلف، عملکرد محصول و قیمت فروش آن، محاسبات اقتصادی انجام و نتایج در جدول ۵ درج گردیده است. با توجه به نتایج حاصله میزان درآمد از یک هکتار در تولید گندم در مزارع با مساحت کمتر از ۵ هکتار به ترتیب برابر ۶۴۲۸۰۰۰ تومان بود. در زمین-هایی با مساحت کمتر از ۵ هکتار برابر ۷۵۷۲۰۰۰ تومان بود. شاخص سود به هزینه در تولید گندم در مزارع با مساحت کمتر از ۵ هکتار ۱/۹۰۶ و در در مزارع با مساحت بیشتر از ۵ هکتار ۲/۸۸۸ بود. اصغری‌پور و صالحی (۱۳۹۴) این مقدار را در کرمانشاه برای تولید گندم دیم ۱/۸۷ و گندم آبی ۱/۸۵ تعیین نمودند. غفاری و همکاران(۱۳۹۰) این شاخص را برای تولید انگور در شهرستان ارومیه، ۱/۸۱ برآورد نمودند. صمدی (۱۳۹۷) شاخص سود به هزینه در روش تولید نیمه‌مکانیزه و روش تولید سنتی زیتون در منطقه طارم استان زنجان به ترتیب برابر ۵/۲۸ و ۲/۳۶ محاسبه نمود. گنجی (۱۳۹۶) نیز این شاخص را در تولید ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای به ترتیب برابر ۲/۴۵ و ۱/۹۶ تعیین نمود.

جدول ۵- هزینه‌ها، درآمد و نسبت سود به هزینه در تولید گندم

نوع مشخصه		قیمت(هزار تومان) کمتر از ۵ هکتار	قیمت(هزار تومان) بیشتر از ۵ هکتار
هزینه	کارگر	۸۳۱	۵۱۲
	کود	۵۵۱	۲۸۰
	بذر	۷۰۴	۶۹۵
	سوخت	۹۱	۱۴۶
	ماشین	۷۰۰	۶۹۲
	سموم شیمیایی	۲۵۲	۱۹۵
	برق	۲۴۳	۱۰۲
	مجموع هزینه	**۳۳۷۲**	**۲۶۲۲**
	فروش	۹۸۰۰	۱۰۱۹۴
	سود	**۶۴۲۸**	**۷۵۷۲**
نسبت سود به هزینه		۱/۹۰۶	۲/۸۸۸

نتیجه‌گیری

انرژی نهاده در تولید گندم ۴۷۲۶۹ مگاژول در هکتار بود. مقدار کارایی انرژی، ۲/۶۴ در تولید گندم بود. با توجه به نتایج حاصله میزان درآمد از یک هکتار در تولید گندم برابر ۷۰۰۰۰۰۰ تومان بود. شاخص سود به هزینه در تولید گندم، ۲/۳۹۷ بود. می‌توان گفت که تولید گندم از لحاظ انرژی قابل قبول است.

References

Abdul Alizadeh, A. 2012. Energy consumption for wheat and barley production in the mechanized system and its comparison with the traditional

Kochi, A. , M. Hosseini and H. Khazai. 1997. Sustainable Agricultural Systems, Mashhad Academic Jihad Publications.

Kuesters, J. and Lammel, I. 1999. Investigations of the energy efficiency of the production of winter wheat and sugar beet in Europe. European Journal of Agronomy, 11:35-43.

Kuesters, J. and Lammel, I. 1999. Investigations of the enery efficiency of the production of winter whent and sugar beet in Europe. European Journal of Agronomy, 11:35-43.

Mohammadian Sabour, P., 2016. Investigating the possibility of optimizing mechanization inputs using energy indicators in the agriculture of Mashhad city. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Tabriz University.

Mohansing, J. 2002. on farm energy use pattern in different cropping systems on Haryana, India, Sustainable energy systems and management.

Nadayi, N. 2013. Investigating the amount of energy consumption in the production of wheat, barley and soybeans in Parsabad, Moghan. Master's thesis, Islamic Azad University, Takestan branch.

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

Ozkan, B., Akcaoz, H. and Karadcniz, F. 2003. Energy requiremcnt and economic analysis of citrus production in Turkey, Energy Conversion and Management , Vol. 44. 46-56.

Pimentel, D. 1999. Energy inputs in production agriculture. Energy in Farm Production, Elsevier, Amsterdam, pp. 13 – 29.

Rajabzadeh, F. And. Malkuti, M. J. 2013. Nitrate pollutant reduction, an effective step to ensure the food security of society. Nihadeh Journal, No. 8, 25-33.

Saadatpour, q. 2013. Study and determination of energy indicators for dry wheat and barley production (case study: Khodabande city). Master's thesis, Islamic Azad University, Takestan branch.

Safa., M and Tabatabaeefar,A. 2002. Energy consumption in wheat production in irrigated and dry land farming. IN: Proc.Intl.Agric, Engg. Conf, Wuxi, China, Now, 28-30,2002.

Singh, J.M. 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana. India. Thesis for master of science in sustainable Energy systems and management, university of flensburg, Genmany.

Singh, S., Verma, S.R. and Mittal, J. p. 1997. Energy requirements for production of major crops in india. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and latin America, 28 (4): 13-17.

system in Mako city. Master's thesis, Islamic Azad University, Takestan branch

Attar, S. 2013. Investigating the energy consumption in the production of water wheat in the east of Khuzestan. National conference on strategies to achieve sustainable agriculture. Payam Noor University of Khuzestan Province.

Birthal, P.S., Pal, S. and pandey, L, M. 1998. Energy Demand for crops production in Rainfed Areas. Indian Journal of Agricultural Economics, 53 (3): 256-264.

Bowers, W. 1992. Agricultural field equipment, Energy in farm production. Energy in world agriculture. FAO Detabase.

Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I. and Ozmerzi, A. 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: Case study for Antalya Region, Turkey. Energy. Convers manage. 46: 655-666.

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

Hatirli, S. A., Ozkan, B. and Fert, K., 2005. An econometric analysis of energy input output in Turkish agriculture, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol 3-213.

Hatirli, S. A., Ozkan, B., & Fert, C. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renewable Energy, 31:427-438.

Hetz, E.J. 1992. Energy utilization in childean agriculture. Agric. Mech in Asia and Africa latin America (AMA), 23(2): 52-6.

Hunt, D. 2001. Farm power and machinery management. 10th Edition. Lowa state university prees.

Karkacier, I. and Gaktolga, G. 2005. Input-output analysis of energy use in agriculture. Energy conversion and management, 46: 1523-1521.

Kennedy S. Energy use in American agriculture. Sustainable Energy Term Paper 2000. 5/1/2000.

Khalili, D., Kerami, A. and Zamiri, M. J. 2017. An introduction to agricultural systems. Translation. Agricultural Education Publishing House.

Kihani, A. 2015. Determining the energy efficiency of the cotton crop in Gonbad city. National conference of agricultural machines.

Kitani, O. 1999. CiGR Hand book of Agricultural Engineering, Vol.5, Energy and Biomass Engineering. ASAE publication.

Kizilaslan, H., 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy 86, 1354-1358.

Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A., and Jaggard, K. 2005. An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (Beta vulgaris) production in the UK. Agric. Sys. 85: 101–119.

Yadav RN, Singh RKP, Prasad S. An economic analysis of energy requirements in the production of potato cropin Bihar Sharif Block of Nalanda Districh (Bihar). Econ Affair, Kalkatta 1991; 36:112–9.

Yilmaz, I., Akcaoz, H. and Ozkan, B. 2004. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey, Renewable Energy, vol. 30, 145- 155.

Economic and Energy Analysis and Evaluation in Wheat Production (case study: Rozen city)

Hassan Kuroshi Talab [1]

1- Master's degree student, Department of Agricultural Mechanization, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan, Iran

*Coresponding author: hasankoroshitalab@gmail.com

Received: 27 Apr 2023

Accept:07 May 2023

Abstract

Concerns related to the protection of fossil fuels and the emission of greenhouse gases have led to an increase in research on energy balance in crop production systems. This research was conducted in Rozen city and in wheat production fields. The area of the studied land was less than 5 hectares and more than 5 hectares. In order to obtain the required information, preliminary questionnaires were designed, which were evaluated in interviews with a number of farmers in the region for the preliminary pre-test. The results showed that the energy input in wheat production is 47269 megajoules per hectare. The amount of energy efficiency in wheat production was 2.64 and the profit-to-cost index in wheat production was 2.397. Therefore, it can be said that wheat production is acceptable in terms of energy.

Keywords: Rozen city, energy and economic indicators, wheat