



FCCI2010-5138

سومین کنفرانس سوخت و احتراق ایران

تهران - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - اسفند ماه ۱۳۸۸



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده مهندسی هوافضا

تراز انرژی کلزا در استان گلستان به منظور تولید سوخت بیودیزل

محمد صفی‌الدین اردبیلی^۱، برات قبادیان^{۲*}، محسن آزادبخت^۳، امین نصیری^۴

تهران، دانشگاه تربیت مدرس، مرکز تحقیقات بیوانرژی

*برات قبادیان: ghobadib@modares.ac.ir

چکیده:

کلزا یکی از مهمترین دانه‌های روغنی می‌باشد که در اکثر مناطق ایران کشت می‌شود و کشت آن در اکثر خاک‌ها امکان پذیر است. استفاده از یک دانه روغنی به منظور تولید بیودیزل نیازمند مثبت بودن انرژی بدست آمده در مقایسه با انرژی مصرفی است که بستگی به انرژی ورودی برای تولید دانه روغنی دارد. در این تحقیق با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از مطالعه میدانی مقادیر انرژی‌های نهاده و ستانده محاسبه گردید. میزان انرژی مصرفی برای تولید کلزا ۱۷/۴۲ گیگاژول، نسبت انرژی ۳/۰۲۳۸ و بهره خالص انرژی ۳۵۲۹۸/۴۳۸ مگاژول در هکتار بدست آمد. بالاترین سهم از میزان انرژی‌های نهاده مربوط به کود بوده که ۴۴/۰۷ درصد از کل انرژی نهاده را به خود اختصاص داده است. هزینه‌های مربوط به تولید کلزا شامل آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت محاسبه گردید که قیمت تمام شده برای هر کیلوگرم ۳۷۵۲ ریال بدست آمد. به ازای هر کیلوژول انرژی مصرفی برای تولید محصول ۰/۲۱۱ ریال و هر کیلوژول انرژی مصرفی برای تولید سوخت ۰/۱۸۹ ریال هزینه صرف می‌شود. در مقابل به ازای هر کیلوژول انرژی ۰/۱۴۲ ریال سود حاصل می‌شود، که این نشان دهنده مقرون به صرفه نبودن استفاده از کلزا به عنوان ماده اولیه برای تولید سوخت بیودیزل در هر هکتار به ازای انرژی مصرفی و انرژی بدست آمده از هر هکتار می‌باشد.

کلید واژه: بهره‌وری انرژی، نسبت انرژی، کلزا، بیودیزل

-
- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی- دانشگاه تربیت مدرس.
 - ۲- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس- مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: ghobadib@modares.ac.ir
 - ۳- دانشجوی مقطع دکتری مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی- دانشگاه تربیت مدرس.
 - ۴- کارشناس ماشین‌آلات کشاورزی- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر بواسطه‌ی کاهش منابع سوخت‌های فسیلی، افزایش قیمت محصولات نفتی، واردات سوخت و وابستگی به کشورهای صادر کننده، مسائل زیست محیطی و آلاینده‌ی ناشی از کاربرد این سوخت‌ها، تحقیقات وسیعی برای یافتن سوخت‌های جایگزین مناسب انجام گرفته است. یکی از این سوخت‌ها بیودیزل است که می‌توان آن را از روغن‌های گیاهی یا چربی‌های حیوانی بدست آورد. دانه‌های روغنی پس از فرآوری می‌توانند بصورت مستقیم یا در اختلاط با سوخت دیزل مورد استفاده قرار بگیرند. استفاده از یک دانه روغنی به منظور تولید بیودیزل نیازمند مثبت بودن انرژی بدست آمده در مقایسه با انرژی مصرفی است که بستگی به انرژی ورودی برای تولید دانه روغنی دارد [۱۲]. کلزا یا کانولا با نام علمی *Brassica napus L.* یکی از مهمترین دانه‌های روغنی از خانواده کلم می‌باشد. این گیاه در اکثر مناطق ایران کشت می‌شود و کشت آن در اکثر خاک‌ها امکان پذیر است [۳].

میزان تولید کلزای کشور ایران در سال ۸۶-۸۷ در حدود ۳۵۷ هزار تن برآورد شده است که از این میزان استان گلستان با تولید ۳۸/۶ درصد از کلزای کشور در مقام نخست قرار دارد و ۸۰ درصد کلزای تولیدی در این استان از کشت دیم بدست می‌آید [۲]. بین انرژی و کشاورزی رابطه تنگاتنگی وجود دارد. کشاورزی هم به عنوان مصرف کننده و هم به عنوان تولید کننده انرژی مطرح می‌باشد. بررسی اثر افزایش انرژی ورودی به کشاورزی در تولید محصول می‌تواند راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی را نمایان سازد. اهمیت این امر ناشی از آثار سوء و عواقبی است که مصرف زیاد انرژی سوخت‌های فسیلی، به عنوان جزء مهمی از کل انرژی ورودی، در پی دارد و آن افزایش گازهای گلخانه‌ای و افزایش دمای کره زمین می‌باشد [۶]. امروزه با توجه به رشد روز افزون جمعیت و شکل گیری نیازها و خواسته‌های جدید در کنار نیازهای اولیه انسان، وابستگی وی به منابع طبیعی و به ویژه منابع انرژی شدت بیشتری یافته، به گونه‌ای که بدون بهره‌گیری از آن‌ها، امکان رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و ... میسر نمی‌باشد. از طرفی به دلیل محدودیت‌های منابع انرژی تجدید ناپذیر و به ویژه سوخت‌های فسیلی، لزوم بازنگری در استفاده بهینه از این منابع خدادادی بیش از پیش احساس می‌شود [۱۶]. کشاورزی شدیداً به انرژی و به ویژه سوخت‌های فسیلی وابسته است. این موضوع به ویژه برای کشورهای پیشرفته که بیشتر محصولات کشاورزی دنیا را تولید می‌نمایند، صدق می‌کند. حتی در کشورهای در حال توسعه که انسان و دام منابع اصلی انرژی در مزرعه هستند، استفاده از سوخت‌های فسیلی به خاطر مکانیزاسیون کشاورزی در حال افزایش است. مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی شامل دو بخش یعنی مصرف انرژی در مزرعه و خارج از مزرعه می‌شود. مصرف انرژی در تولید محصولات زراعی در مزرعه به دو دسته مصرف مستقیم و مصرف غیر مستقیم تقسیم می‌شود.

مصرف مستقیم انرژی در تولید محصولات کشاورزی شامل موارد زیر است:

- سوخت مورد نیاز تراکتورها(عمدتاً گازوئیل) جهت آماده کردن زمین، کاشت، داشت و حمل و نقل.
- نیروی برق مصرف شده جهت پمپ‌های آبیاری و جابجا کردن مواد در مزرعه.
- سوخت دیزلی یا بنزینی مورد نیاز سیستم‌های آبیاری و ماشین‌آلات برداشت.
- سوخت‌های فسیلی(نفت، گاز و ...) جهت مصرف در گرمایش تاسیسات و خشک کردن محصول.

مصرف غیر مستقیم انرژی نیز شامل موارد زیر است:

- انرژی مصرفی برای ساخت تجهیزات و زیر ساخت‌های مزرعه.
- انرژی مورد نیاز به منظور ساخت ادوات و ماشین‌های کشاورزی.
- انرژی مصرفی جهت تولید کودهای شیمیایی.

- انرژی مورد نیاز برای تولید سموم شیمیایی همچون علفکش‌ها، آفتکش‌ها و ...
- انرژی مصرفی جهت فرآوری و بازار رسانی غذا و مواد کشاورزی.
مصرف انرژی در خارج از مزرعه انرژی مصرفی در فرآیندسازی محصولات و حمل و نقل را شامل می‌شود. روابط نهاده - ستانده در سیستم زراعی، بسته به نوع محصول، نوع خاک، ماهیت عملیات خاکورزی جهت آماده سازی بستر بذر، نوع و میزان کودهای شیمیایی و آلی، عملیات داشت، برداشت و در نهایت سطوح عملکرد، تغییر می‌کند [۸]. یکی از رویکردهای مناسب در جهت کاهش انرژی نهاده و از سوی دیگر افزایش انرژی ستانده، بررسی و ارزیابی شاخص‌های بدست آمده از مطالعات منطقه‌ای می‌باشد. این امر که چه عواملی چگونه و به چه میزان بیشترین تاثیر را در مقدار این شاخص‌ها می‌گذارند در کنار بررسی امکان جایگزینی آن‌ها با سایر عوامل و با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و فنی، در نهایت می‌تواند منجر به بهینه‌سازی الگوی مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی گردد.
به نظر ویتنی (Witney)، فرصت‌های مختلفی در جهت افزایش نسبت انرژی در تولید محصولات وجود دارد. یک هکتار می‌تواند کم کردن انرژی نهاده به واسطه طراحی بهتر ماشین‌آلات کشاورزی، تکنیک‌های موثر پخش کودها و سموم شیمیایی به منظور رشد و حفاظت گیاهان که کاهش استفاده از آن‌ها (کود و سموم) را در پی داشته و نیز استفاده بیشتر از محصولات و فعالیت‌های زراعی که منجر به بالا بردن تبدیل انرژی خورشید به ماده خشک گیاهی می‌گردد، افزایش یابد. به طور مثال، می‌توان با کشت زود هنگام محصولات از اشعه آفتاب بیشتر بهره گرفت و یا با اصلاح ساختار ژنتیکی گیاهان زراعی، ارقامی که کارایی فتوسنتز درونی بیشتری دارند، به بار آورد که در نهایت باعث بالا بردن عملکرد گیاه می‌شوند [۱۸]. بیرتال (Birthal) و همکاران، در تحقیقی با عنوان تقاضای انرژی برای تولید محصولات کشاورزی، شش محصول عمده را مورد بررسی قرار داده و منابع انرژی و درصد مصرف هر نهاده را به صورت جداگانه برای هر محصول محاسبه نمودند که بر این اساس در مورد گندم به طور متوسط در هر ایکر، ۱۰/۹۲ درصد از کل انرژی مصرفی شامل استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی بود [۷]. کلمنتس (Clements) و همکاران در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که بازده اقتصادی در نظام‌های زراعی مختلف، روندی مشابه با بازده انرژی دارد، به این ترتیب که بازده اقتصادی در نظام‌های کم نهاده بیشتر از نظام‌های پر نهاده است [۹]. آلام (Alam) و همکاران با مطالعه جریان انرژی در بنگلادش طی ۲۰ سال به این نتیجه رسیدند علی‌رغم اینکه نهاده‌های انرژی مکانیکی، شیمیایی و بذر به ترتیب ۲/۱۱، ۳/۶۵، ۱/۷۱ برابر افزایش یافته‌اند، انرژی ستانده تنها به میزان ۱/۷ برابر رشد پیدا کرده است [۶]. در مطالعه‌ای که توسط ونتوری (Venturi) در زمینه بررسی جریان انرژی محصولات مختلف زراعی در کشورهای اروپایی صورت گرفت، بیشترین میزان انرژی نهاده در کشت کلزا مربوط به عملیات خاکورزی و کود شیمیایی بوده و کل انرژی نهاده در محدوده ۳۷-۱۳ گیگاژول در هکتار گزارش شده است [۱۷].

۱-۱ نسبت انرژی (ER)

این شاخص، رابطه بین انرژی ستانده و انرژی نهاده را بیان می‌سازد و به صورت زیر تعریف می‌گردد:
انرژی نهاده/انرژی ستانده = نسبت انرژی (۱)

به دلیل این که در رابطه (۱)، صورت و مخرج از یک بعد می‌باشند، نسبت انرژی شاخصی است بی بعد، بنابراین می‌توان آن را برای مقایسه هر نوع محصولی به کار برد.

۱-۲ بهره‌وری انرژی (EP^۱)

بهره‌وری انرژی، به کارگیری عاقلانه منابع انرژی در بهترین سطح ممکن (از تولید تا مصرف) با اتخاذ مطلوبترین استراتژی در جهت بهره‌گیری از انرژی برای مصارف مختلف است و به صورت زیر تعریف می‌شود:

(۲) انرژی نهاده / عملکرد وزنی محصول = بهره‌وری انرژی

واحد بهره‌وری انرژی به صورت کیلوگرم بر مگاژول بوده و بیشتر برای مقایسه دو محصول یکسان در سیستم‌های مختلف کشاورزی استفاده می‌گردد و نشان دهنده کارایی هر سیستم می‌باشد [۴].

۱-۳ بهره خالص انرژی (NEG^۲)

تفاوت بین انرژی نهاده و ستانده را با این شاخص و به صورت زیر بیان می‌کنند:

(۳) انرژی نهاده - انرژی ستانده = بهره خالص انرژی

با توجه به این که در این فرمول، انرژی نهاده و ستانده در واحد سطح (هکتار) منظور می‌گردند، بهره خالص انرژی در هکتار بدست خواهد آمد. بهره خالص انرژی می‌تواند میزان توسعه بالقوه انرژی را که در شرایط اقلیمی مختلف به نحو سازماندهی تکنیک‌های زراعی بستگی دارد، مشخص سازد.

در تحقیق حاضر جهت محاسبه انرژی‌های مربوط به هریک از نهاده‌ها و ستانده‌ها، از جدول (۱) استفاده شده است.

۲- نتایج و بحث

۲-۱ انرژی مربوط به ساخت و استهلاک ماشین‌آلات

به منظور محاسبه انرژی ساخت و استهلاک ماشین‌آلات سینگ رابطه (۴) را پیشنهاد نموده است [۲۰].

$$M_{pe} = GM_p T / W \quad (4)$$

که در آن M_{pe} انرژی ساخت و استهلاک بر حسب MJ، G جرم ماشین (kg)، M_p انرژی ساخت بر حسب (MJ/kg)، T ساعت کارکرد و W عمر اقتصادی ماشین بر حسب ساعت می‌باشد.

استهلاک عبارت است از کاهش در ارزش اقتصادی ماشین در اثر گذشت زمان که در این تعریف نقش تورم تا حدودی نادیده گرفته می‌شود که ممکن است باعث بوجود آمدن اشکالاتی به صورت تفاوت در ارزش واقعی روز ماشین و ارزش بدست آمده از ماشین گردد. تعیین عمر دقیق ماشین، بسیار پیچیده است و لی با این وجود می‌توان عمر مفید تراکتور و ادوات کشاورزی را برآورد نمود. عمر مفید تراکتور و ماشین‌های کشاورزی تابع عوامل متعددی همچون کیفیت ساخت قطعات، نوع خاک، نوع محصول، شرایط اقلیمی و ... می‌باشد و در نتیجه دارای دامنه تغییرات زیادی است.

جدول ۱- ضرایب تبدیل انرژی.

منبع	میزان انرژی هر واحد (MJ)	واحد	نهاده
[۲۱]	۱/۹۶	ساعت (hr)	نیروی انسانی
[۲۱]	۱/۰۵		کارگری
[۲۱]			راننده
[۸]	۴۷/۱	کیلوگرم (kg)	کودهای شیمیایی
[۸]	۱۵/۸		N
[۸]	۹/۲۸		P ₂ O ₅
[۸]			K ₂ O
[۲۱]	۲۰۵/۲	کیلوگرم (kg)	سموم شیمیایی
[۲۱]	۲۵۷/۳		فولیکور
[۲۱]	۲۶۲/۸		دیازینون
[۲۱]			لونتال
[۱۳]	۴۷/۸	لیتر (l)	سوخت دیزل
[۱۳]	۹۳/۶۱	کیلوگرم (kg)	تراکتور
[۱۰]	۶۲/۷	کیلوگرم (kg)	ماشین‌های کشاورزی
[۱۳]	۸۷/۶۳	کیلوگرم (kg)	کمباین
[۲۱]	۸/۸	کیلوگرم (kg)	انتقال تراکتور و ماشین‌های کشاورزی
[۲۱]	۰/۴۸	کیلوگرم (kg)	تعمیر و نگهداری
[۲۱]	۰/۹۷		تراکتور
[۲۱]	۰/۳۷		گاواهن برگردان دار
[۲۱]	۰/۵۵		سم پاش
[۲۱]			میانگین ادوات
[۲۱]	۱۰۴/۶۷	کیلوگرم (kg)	بذر کلزا
[۲۱]	۲۶/۳۷		دانه کلزا
[۲۱]			تولید، بسته‌بندی و حمل و نقل

۲-۲ انرژی معادل نیروی انسانی

در کشت کلزا، تمامی عملیات زراعی به صورت ماشینی انجام می‌شود و فقط تنک کردن، کود پاشی با دست و برداشت غیر ماشینی با استفاده از نیروی انسانی صورت می‌پذیرد. کودپاشی هر هکتار از مزرعه کلزا بادست توسط یک نفر و در مدت ۲ ساعت صورت می‌گیرد. برداشت غیر ماشینی شامل عملیات کیسه‌گیری و بارگیری است، که توسط دو نفر و در مدت ۲ ساعت انجام می‌شود. تنک-کردن محصول در هر هکتار توسط سه نفر و در مدت زمان ۶ ساعت به طول می‌انجامد. انرژی مصرفی راننده تراکتور و کمباین نیز با احتساب تعداد ساعات کاری و ضرب در معادل انرژی بدست می‌آید. انرژی معادل نیروی انسانی در کشت یک هکتار کلزا در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲ - انرژی معادل نیروی انسانی در کشت یک هکتار کلزا.

فعالیت	تعداد ساعت کاری	انرژی واحد (MJ/hr)	انرژی معادل (MJ)
راننده	۱۶	۱/۰۵	۱۶/۸
نیروی کارگری	۱۰	۱/۹۶	۱۹/۶
مجموع			۳۶/۴

۲-۳ انرژی معادل بذر، سم و کودهای شیمیایی

با توجه به میزان استفاده از بذر، سم و کود در یک هکتار کلزا و معادل‌های انرژی هر یک، کل انرژی این نهاده‌ها بدست می‌آید. مقدار انرژی دانه کلزا براساس ترکیب شیمیایی آن، که به طور متوسط دارای ۴۲٪ روغن و ۴۵/۵٪ پروتئین است تعیین شده است. مقدار ماده موثر برای سم دیازینون و لونتال به ترتیب ۶۰۰ و ۳۰۰ گرم در نظر گرفته شده است. جدول ۳ انرژی معادل نهاده‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مقدار انرژی معادل نهاده‌های بذر، سم و کود در کشت یک هکتار کلزا.

نهاده	مقدار	انرژی واحد (MJ/hr)	انرژی معادل (MJ)
بذر	۸	۱۰۴/۶۷	۸۳۷/۳۶
ازت N	۵۰	۴۷/۱	۷۰۶۵
کود فسفات P_2O_5	۱۰۰	۱۵/۸	۱۵۸۰
پتاس K_2O	۵۰	۹/۲۸	۴۶۴
فولیکور	۰/۴۹۶	۲۰۵/۲	۱۰۱/۷۷۹
دیازینون	۱	۲۵۷/۳	۱۵۴/۳۸
لونتال	۴/۱	۲۶۲/۸	۳۲۳/۲۴۴

مطابق جدول (۳) در بین نهاده‌های مصرفی، کود با ۴۴/۰۷ درصد از کل مصرف انرژی نهاده‌های بذر، کود و سموم شیمیایی، بخش اعظم انرژی مصرفی این نهاده‌ها را در کشت کلزا شامل می‌شود.

۲-۴ انرژی معادل مصرف شده در ماشین‌ها و ادوات کشاورزی

انرژی‌های به کار رفته در این قسمت شامل انرژی مورد نیاز جهت ساخت و استهلاک ماشین‌آلات، انرژی مورد نیاز برای انتقال وسیله به مزرعه، انرژی معادل سوخت مصرفی، انرژی معادل تعمیر و نگهداری ماشین می‌باشند که به هر یک از آن‌ها پرداخته خواهد شد. جدول ۴، مشخصات تراکتور و ادوات کشاورزی استفاده شده در تحقیق حاضر را نشان می‌دهد که جهت محاسبه انرژی‌های مختلف از آن استفاده گردید. جهت آماده‌سازی بستر بذر، ابتدا شخم توسط گاواهن برگردان‌دار سه خیش با عرض کار ۹۰ و عمق کار ۳۰ سانتی‌متر، در یک مرحله توسط تراکتور MF-285 انجام شده است. دیسک زنی در سه نوبت توسط دیسک ۲۸ پره با قطر بشقاب ۲۰ اینچ و در عمق ۱۷ سانتی‌متر و عرض کار ۲۳۰ سانتی‌متر صورت پذیرفت. کاشت توسط خطی کارغلات با عرض کار ۲۵۲ سانتی‌متر، فاصله دو ردیف ۱۲ سانتی‌متر انجام گردید. سم‌پاش بوم دار پشت تراکتوری در یک نوبت عمل سم‌پاشی را بعهدہ داشت. به منظور کودپاشی از کودپاش سانتریفیوژ با سرعت دورانی ۵۴۰ rpm و عرض پاشش ۱۶ سانتی‌متر در یک نوبت استفاده شد، در نهایت برداشت با استفاده از کمباین جان‌دیر ۹۵۵ مجهز به هد مخصوص جمع‌آوری دانه کلزا، انجام گردید. مقدار متوسط سوخت مصرفی در کمباین ۱۶ لیتر، شخم ۳۶ لیتر، دیسک ۴۰ لیتر، کودپاشی ۶ لیتر، بذرپاشی ۱۲ لیتر، سمپاش ۱۰/۵ لیتر بوده است.

جدول ۴- مشخصات تراکتور و ادوات کشاورزی استفاده شده

نام وسیله	وزن (kg)	عمر اقتصادی (hr)
تراکتور	۲۸۰۰	۱۰۰۰۰
گاواهن برگردان دار	۳۲۵	۲۵۰۰
دیسک	۱۰۰۰	۲۵۰۰
کودپاش	۱۱۷	۱۲۰۰
خطی کار	۶۸۰	۱۲۰۰
سم پاش	۱۵۰	۱۵۰۰
کمباین	۷۰۱۰	۲۰۰۰

جدول ۵ مقادیر انرژی‌های مختلف در بخش ماشین‌های کشاورزی را نشان می‌دهد.

جدول ۵- انرژی معادل مصرف شده در ماشین‌ها و ادوات کشاورزی (MJ) مورد استفاده.

نوع عملیات	ساخت وسیله و استهلاک	انتقال وسیله	تعمیر و نگهداری	سوخت مصرفی
شخم	۲۴/۴۵۳	۳/۴۳۲	۲۳/۷۱۹۴	۱۷۲۰/۳۷۲۸۶۷
دیسک	۸۷/۷۸	۱۲/۳۲	۴۸/۲۷۹	۱۹۱۱/۵۲۵۴۰۸
کودپاشی (ماشینی)	۱/۵۲۸۳۱	۰/۲۱۴۵	۸/۴۰۶	۲۸۶/۷۲۸۸۱
کاشت بذر	۳۵/۵۳	۴/۹۸۶۶۷	۱۹/۵۴۱۵	۵۷۳/۴۵۷۶۲
سم پاشی	۳۲/۹۱۷۵	۴/۶۲	۱۲/۱۷۹۵	۵۰۱/۷۷۵۴۲
برداشت (کمباین)	۳۰۷/۱۴۳۱۵	۳۰/۸۴۴	۱۶/۸۹۲۹	۷۶۴/۶۱۰۱۶
حمل و نقل (تراکتور)	۴۴۵/۵۸۳۶	۴۱/۸۸۸	۲۱۳/۸۸۰۱	۱۱۴۶/۹۱۵۲۴

۲-۵ سهم انرژی‌های مختلف از کل انرژی مصرفی در کشت کلزا

با توجه به تعیین مقدار انرژی‌های معادل نیروی انسانی، انرژی معادل بذر، سم و کودهای شیمیایی، ماشین‌ها و ادوات، مقدار کل انرژی نهاده در کشت یک هکتار کلزا و سهم هر یک از این انرژی‌ها در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶- انرژی نهاده‌ها و درصد هر یک از کل انرژی مصرفی در کشت یک هکتار کلزا.

نهاده	انرژی (MJ)	درصد از کل انرژی مصرفی
ساخت وسیله و استهلاک	۹۳۴/۹۳۵۶	۵/۳

۰/۵۶	۹۸/۳۰۵۱۷	انتقال وسیله
۱/۹۲	۳۳۵/۳۳۳	تعمیر و نگهداری
۳۹/۵	۶۹۰۵/۳۸۵۵۲۵	سوخت مصرفی
۰/۳۶	۳۶/۴	نیروی انسانی
۴/۸	۸۳۷/۳۶	بذر
۳/۲	۹۱۰۹	سم
۴۴/۰۷	۵۷۹/۳۸۳	کود

از جدول می‌توان دریافت که کود با ۴۴/۰۷ درصد و سوخت مصرفی با ۳۹/۵ درصد به ترتیب اولین و دومین سهم از کل انرژی مصرفی در کشت کلزا را به خود اختصاص داده‌اند. نهاده نیروی انسانی تنها ۰/۳۶ درصد از کل انرژی نهاده، سهم ناچیزی در این بین داشته که خود بیانگر وابستگی کمتر این محصول به توان انسان و نشان‌دهنده درجه بالای مکانیزاسیون عملیات زراعی مربوط به کشت کلزا می‌باشد.

۲-۶ محاسبه انرژی ستانده:

از آنجا که میزان عملکرد کلزا در هکتار در استان گلستان ۲۰۰۰ کیلوگرم می‌باشد، بنابراین میزان انرژی خروجی ۵۲۷۴۰ مگاژول می‌باشد. با توجه به تحقیق صورت گرفته میزان انرژی مصرفی برای تولید کلزا ۱۷۴۴۱/۵۶۲ مگاژول بدست آمد.

بنا به نتایج حاصله، انرژی نهاده و ستانده، شاخص‌های انرژی در کشت کلزا بصورت زیر حاصل شد:

- بهره‌وری انرژی: ۰/۱۱۴۷ کیلوگرم بر مگاژول انرژی نهاده
- بهره خالص انرژی: ۳۵۲۹۸/۴۳۸ مگاژول در هکتار
- نسبت انرژی: ۳/۰۲۳۸

۲-۷ هزینه تولید کلزا

هزینه‌های تولید کلزا در هر هکتار شامل هزینه‌های مربوط به مرحله آماده‌سازی زمین، مرحله کاشت، داشت و برداشت است. هزینه تولید کلزا در سطح استان گلستان به تفکیک عملیات زراعی در جدول (۷) نشان داده شده است. هزینه‌ها بر حسب ریال است و قیمت هر لیتر گازوئیل ۱۶۵ ریال در نظر گرفته شده است. قیمت هر لیتر گازوئیل ۲٪ قیمت بین‌المللی این سوخت است. یعنی، قیمت بین‌المللی گازوئیل هر لیتر ۸۲۵۰ ریال می‌باشد.

جدول ۷ - هزینه آماده سازی زمین

نوع عملیات	تعداد	واحد	هزینه کل (ریال)	سوخت مصرفی (lit)	هزینه سوخت (با احتساب یارانه)	هزینه سوخت (بدون یارانه)
شخم	۱	بار	۱۲۰۰۰۰	۳۶	۵۹۴۰	۲۹۷۰۰۰
دیسک	۳	بار	۱۸۰۰۰۰	۴۰	۶۶۰۰	۳۳۰۰۰۰
سایر عملیات آماده سازی	۱	بار	۸۴۰۰۰	۱۱	۱۸۱۵	۹۰۷۵۰
مجموع هزینه	-	-	۳۸۴۰۰۰	-	۱۴۳۵۵	۷۱۷۷۵۰

جدول ۹،۸ هزینه مرحله کاشت که شامل حمل کود و بذر، کودپاشی و بذریاشی و هزینه‌های مربوط به تامین بذر و کود مورد نیاز را نشان می‌دهند.

جدول ۸- هزینه مرحله کاشت

نوع عملیات	مقدار	واحد	قیمت واحد (ریال)	هزینه کل (ریال)
ازت N	۱۵۰	kg	۶۴۸	۹۷۲۰۰
کود فسفات P_2O_5	۱۰۰	kg	۷۶۸	۷۶۸۰۰
پتاس K_2O	۵۰	kg	۶۴۲	۳۲۱۰۰
بذر	۸	kg	۲۱۶۰	۱۷۲۸۰۰

تولید - مرحله

جدول ۹- هزینه

کاشت

نوع عملیات	تعداد	واحد	هزینه کل (ریال)	سوخت مصرفی (lit)	هزینه سوخت (با احتساب یارانه)	هزینه سوخت (بدون یارانه)
حمل کود و بذر	-	kg	۴۲۰۰۰	۳	۴۹۵	۲۴۷۵۰
کودپاشی	۲	بار	۸۴۰۰۰	۶	۹۹۰	۴۹۵۰۰
بذریاشی	۱	بار	۹۰۰۰۰	۱۲	۱۹۸۰	۹۹۰۰۰
مجموع هزینه			۵۹۴۹۰۰	۲۱	۳۴۶۵	۱۷۳۲۵۰

جدول ۱۰ هزینه مرحله داشت را نشان می‌دهد که عملیات تنک کردن توسط نیروی کارگری انجام میشود. سوخت مصرفی جهت سم‌پاشی در این مرحله ۱۰/۵ لیتر که هزینه سوخت با احتساب یارانه ۱۷۳۲/۵ ریال، و بدون یارانه ۸۶۶۲۵ ریال بدست می‌آید. جدول ۱۲، ۱۱ هزینه مرحله برداشت و سایر هزینه‌ها را نشان می‌دهند.

جدول ۱۰- هزینه مرحله داشت

نوع عملیات	تعداد/مقدار	واحد	قیمت واحد (ریال)	هزینه کل (ریال)
تنک کردن	۱	بار	-	۴۵۰۰۰
سم حشره کش	۱	lit	۴۲۰۰۰	۴۲۰۰۰
سم علف کش	۴/۱	lit	۷۰۵۰۰	۲۸۹۰۵۰
سم قارچ کش	۰/۴۹۶	kg	۱۷۷۲۰	۸۸۰۰
سم پاشی و اجاره سم پاش	۳/۵	بار	۶۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰

جدول ۱۱ - مرحله برداشت

نوع عملیات	تعداد/مقدار	واحد	قیمت واحد (ریال)	هزینه کل (ریال)	سوخت مصرفی (lit)	هزینه سوخت (با احتساب یارانه)	هزینه سوخت (بدون یارانه)
برداشت با کمباین	۱	بار	-	۴۸۰۰۰۰	۱۶	۲۶۴۰	۱۳۲۰۰۰
برداشت (غیرماشینی)	۱	بار	-	۲۹۴۵۰۰	-	-	-
کیسه گیری، بارگیری و حمل	۲۰۰۰	kg	۷۲	۱۴۴۰۰۰	۲۴	۳۹۶۰	۱۹۸۰۰۰
پاک کردن و باد دادن محصول	۲۰۰۰	kg	-	۱۱۰۰۰	-	-	-
خشک کردن دانه	۲۰۰۰	kg	۸۴	۱۶۸۰۰۰	-	-	-
مجموع هزینه	-	-	-	۱۰۹۷۵۰۰	-	۶۶۰۰	۳۳۰۰۰۰

جدول ۱۱- سایر هزینه‌ها (ریال)

سود سرمایه در گردش (۸٪ هزینه‌ها)	۴۰۸۰۰۴
سود مدیریت (۲۵٪ هزینه‌ها)	۱۲۷۵۰۱۲/۵
بیمه محصول	۲۸۸۰۰
متوسط اجاره زمین	۲۴۰۰۰۰۰
مجموع	۶۷۸۳۰۶۶/۵

با توجه به جداول بالا قیمت تمام شده برای هر کیلوگرم ۳۷۵۲ ریال بدست می‌آید که سود بست آمده از فروش ۲۰۰۰ کیلوگرم کلزا ۷۵۰۴۰۰۰ ریال بدست می‌آید.

۳- نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

در مورد کلزا، با توجه به متوسط عملکرد ۲ تن در هکتار نسبت انرژی ۳/۰۲۳۸ و بهره خالص انرژی برای این محصول ۴۳۸ / ۳۵۲۹۸ بدست آمد. به ازای هر کیلوژول انرژی مصرفی ۰/۲۱۱ ریال، هر کیلوژول انرژی مصرفی برای تولید سوخت ۰/۱۸۹ ریال هزینه صرف می‌شود (قیمت تمام شده سوخت، قیمت بدون سوبسید). در مقابل به ازای هر کیلوژول انرژی ۰/۱۴۲ ریال سود حاصل می‌شود، که این نشان دهنده مقرون به صرفه نبودن کلزا در هر هکتار به ازای انرژی مصرفی و انرژی بدست آمده از هر هکتار می‌باشد.

یکی از راه‌های بهینه کردن مصرف انرژی برای این محصول، با انتخاب صحیح ادوات کشاورزی، انجام عملیات خاکورزی در رطوبت مناسب، به کارگیری روش‌های کم خاکورزی از جمله عواملی هستند که می‌توانند باعث کاهش مصرف سوخت و در نهایت کاهش مصرف انرژی شوند. همچنین با توجه به حساسیت فوق‌العاده این محصول به ریزش دانه در هنگام برداشت، اصلاح ساختاری روش‌های برداشت به منظور حصول شرایطی که در آن تلفات دانه به حداقل خود کاهش یابد، امری ضروری است. در نهایت باید به کارگیری روش‌های صرفه جویی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در طراحی و توسعه مجموعه‌های کشاورزی و صنایع مربوطه مورد توجه قرار گیرد.



FCCI2010-5138

سومین کنفرانس سوخت و احتراق ایران

تهران - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - اسفند ماه ۱۳۸۸



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده مهندسی هوافضا

مراجع

- ۱- الماسی، مرتضی. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه(س)، ۱۳۷۸.
- ۲- بی.نام. وزارت جهاد کشاورزی. آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۵.
- ۳- شیرانی راد، ا. راهنمای کلزا(کاشت، داشت و برداشت). اداره تکنولوژی آموزشی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۱۱۶ص. ۱۳۸۱.
- ۴- عجب شیرچی، ی. مدیریت مصرف انرژی در کشاورزی. درس نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ۱۳۸۵.
- ۵- کوچکی، ع و حسینی، م. کارایی انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۳.
- 6- Alam, M.S., Alam, M.R., and Islam, K.K., "Energy flow in agriculture". Bangladesh. American Journal of Environmental Science 1(3):213- 220, 2005.
- 7- Birthal, P.S., Pal, S. and Pandey, L.M., "Energy demand for crops production in irain fed areas". Indian Journal of Agricultural Economics, 53(3): 256-264, 1998.
- 8- Canakci, M., Topackci, M., Akinci, I. and Ozmerzi, A., "Energy use pattern of some field crops and vegetable production: Antalya, Turkey". Energy Conversion and Management, 46: 655-666, 2005.
- 9- Clements, D. and Weise, R.S.F., "Energy analysis of tillage and herbici inputs in alternativ weed manahment systems". Agric Ecosystems Environ, 52: 119-123, 1995
- 10- De, D., Singh, S. and Chandra H., "Technological impact energy consumption in rain fed soybean cultivation in Madhya Pradesh . Appl Energ., 70:193–213, 2001.
- 11- Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H. and Gunduz, O., "Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey". Energy 32: 35 41, 2007.
- 12-Ghobadian, B. and Rahimi, H., "Biofuels-Past, Present and Future Perspective".the th International Iran and Russia Conference. September 8-10, 2004. Shahre kord, Iran, 2004.
- 13- Hetz, E.J., *Energy utilization in Chilean agriculture*. Agric Mech Asia Africa Latin America. (AMA) 23(2): 52-60, 1992.
- 14- Kepner, R.A., Bainer, R., Barger, E.L., *Principles of farm machinery*. AVI Publishing Company, inc, 1972.
- 15- Ozkan, B., Akcaoz, H. and Karadeniz, F., "Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey". Energy Convers Manage 45: 1821–1830, 1972.
- 16- Pimentel, D., Pimentel, M. and Karpenstein-Machan, M., "Energy use in agriculture": an overview, 1998.
- 17- Venturi, P. and Venturi, G., "Analysis of energy for crops in European agricultural systems". Biomass and Bioenergy, 25: 235-355, 2003.
- 18- Witney, B. 1995., *Choosing and Using Farm Machines*. Land Technology Ltd, UK, 1995.
- 19- Yilmaz, I., Akcaoz, H. and Ozkan, B., "An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey". Renewable Energy 30: 145–155, 2005.
- 20- Singh, J.M., *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, Germany, 2002.
- 21-Fluck, R.C., *Energy in farm production*. Vol. 6, Elsevier: Amsterdam, 1992.