



DOI: 10.22092/irm.2019.118676



نامه علمی

تاریخ دریافت ۱۳۹۷/۰۲/۲۰
تاریخ پذیرش ۱۳۹۷/۱۰/۲۴



میزی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در اکوسیستم‌های مدیریت شده

ابراهیم شریفی عاشورآبادی*

چکیده

در اکوسیستم‌های تحت مدیریت انسان تعدادی از نهاده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند که کاربرد بیش از حد بعضی از آنها بدون بهره‌وری مناسب، سلامت غذایی و همچنین منابع تولید مانند آب و خاک را در معرض تخریب و نابودی قرار می‌دهد. در فرایند تولید در اکوسیستم‌های مدیریت شده، توجه به کارایی انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با استفاده از این شاخص می‌توان پایداری یک سیستم تولیدی را ارزش‌گذاری کرد و با مدیریت مصرف نهاده‌ها، کارایی انرژی را افزایش داد. کارایی انرژی در اکوسیستم‌های زراعی شامل نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی است. به‌منظور برآورد کارایی انرژی در اکوسیستم‌های زراعی، نرم‌افزار ویژه کامپیوتری^۱ توسط نگارنده در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور طراحی و برنامه‌نویسی شد. در این نرم‌افزار، عملیات و نهاده‌های مصرفی و همچنین میزان تولید برحسب انرژی ارزش‌گذاری شده و می‌توان برای هر واحد تولیدی سطح کارایی انرژی را تعیین و برحسب انرژی را برای اکوسیستم‌های زراعی صادر کرد.

واژه‌های کلیدی: نرم‌افزار، عاشور انرژی، کارایی انرژی، برچسب انرژی، حاصلخیزی خاک، گیاه دارویی، رازیانه

Optimizing energy consumption in managed ecosystems

E. Sharifi Ashoorabadi*

Abstract

In ecosystems managed by humans, a number of inputs are used. Excessive use of some of them without proper productivity exposes the food health and production resources such as water and soil to destruction. In the process of production in managed ecosystems, attention to energy efficiency is of particular importance. Using this indicator, one can value the stability of a production system and increase the energy efficiency by managing inputs consumption. Energy efficiency in agro ecosystems includes the ratio of output energy to input energy. In order to estimate the energy efficiency in agroecosystems, computer software was designed and coded by the author in the Research Institute of Forests and Rangelands. In this software, operations and inputs as well as production rate are valued, and the energy efficiency level could be determined for each production unit to issue the energy labels for agroecosystems.

Keywords: Computer software, Ashoor energy, energy efficiency, energy label, soil fertility, medicinal plants, *Foeniculum vulgare* Mill.

* دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیکی: esharifi@rifr-ac.ir

*Associate Prof., Research institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
E-mail: esharifi@rifr-ac.ir



● مقدمه

تولید محصولات صنعتی و کشاورزی به مقدار قابل توجهی وابسته به انرژی است. بنابراین بخش انرژی به عنوان زیربنای مهم در رشد و توسعه اقتصادی هر کشور محسوب

می‌شود. امروزه با وجود توسعه اقتصاد و ارتقای سطح رفاه عمومی، به دلیل رویکرد گسترده به بهره‌برداری فراوان از حامل‌های انرژی، نگرانی‌هایی از وضعیت مصرف انرژی در جهان به وجود آمده است. سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ به عنوان منابع تجدیدناپذیر انرژی به میزان زیادی مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. هرگونه استفاده نادرست و بی‌رویه از حامل‌های انرژی، علاوه بر کاهش ذخایر آنها، محیط‌زیست را با خسارات جدی مواجه کرده و باعث انتشار آلاینده‌های سمی و گازهای گلخانه‌ای مانند گازکربنیک می‌شود (نوشین، ۱۳۷۱). ادامه این روند صدمات جبران‌ناپذیری را به روند توسعه پایدار هر کشور، افزایش درآمدهای ارزی و گسترش زیرساخت‌های اقتصادی وارد می‌کند (رحمانیان، ۱۳۸۳).

در بخش کشاورزی بازدهی بالاتر سیستم‌های کشاورزی فقط به کمک تزریق قابل توجهی از انرژی و نهاده به داخل آنها میسر شده که به شکل کود، سم، کارگر، ماشین‌آلات و غیره است. متأسفانه در برخی سیستم‌های تولیدی در مصرف نهاده‌ها بدون آنکه بهره‌وری مناسبی داشته باشند، افراط می‌شود (زارع فیض‌آبادی، ۱۳۷۷، شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱ و کوچکی، ۱۳۷۳). خوشبختانه امروزه ممیزی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در اگوسیستم‌های زراعی در دستور کار قرار گرفته است. منظور از ممیزی انرژی مجموعه اقدام‌هایی است که به منظور شناسایی و چگونگی مصرف انرژی در یک فعالیت یا فرایند انجام و طی آن فرصت‌ها و امکانات صرفه‌جویی انرژی ارزیابی می‌شود (کیهانی و حسینی، ۱۳۸۳). در فرایند تولید محصولات کشاورزی، فعالیت‌ها و نهاده‌هایی به شکل انرژی به

سیستم‌های تولیدی تزریق می‌شود که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

• انرژی موجود در کودهای شیمیایی: میزان انرژی‌ای که صرف ساخت کودهای مختلف شیمیایی و سایر مواد حاصلخیزکننده خاک می‌شود بسته به شرایط مختلف از کشوری به کشور دیگر و همچنین از کارخانه‌ای به کارخانه دیگر متفاوت است. به عنوان مثال، میزان انرژی لازم برای تولید یک کیلوگرم نیتروژن خالص در آمریکا، هند و انگلستان به ترتیب اعداد متفاوت ۱۷۶۰۰، ۱۴۷۰۰ و ۱۱۷۰۰ کیلوکالری گزارش شده است. همچنین معادل انرژی برای هر کیلوگرم فسفر و پتاسیم خالص به ترتیب ۳۱۹۰ و ۱۶۰۰ کیلوکالری بیان شده است (کوچکی و حسینی، ۱۳۶۸ و شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۴). آنچه مسلم است، انرژی‌ای که صرف ساخت کودهای شیمیایی می‌شود قابل توجه بوده و می‌تواند کارایی انرژی مصرفی در فرایند تولید را به طور محسوسی تحت تأثیر قرار دهد (Pimentel و همکاران، ۱۹۸۳).

• برآورد انرژی در کود دامی: در برآورد میزان انرژی مصرفی در تولید کودهای بیولوژیک، کود سبز و کود دامی مشکلات متعددی وجود دارد. به طور مثال عده‌ای از محققان، میزان انرژی یک کیلوگرم کود گاو استفاده شده در یک مزرعه را فقط به صورت انرژی مصرفی در حمل و نقل و معادل ۱۵ کیلوکالری در نظر گرفته‌اند (Pimentel, 1993). این در حالی است که بعضی از منابع این میزان را ۱۶۱۱ کیلوکالری و عده‌ای نیز آن را معادل ۳۳۵۰ کیلوکالری محاسبه کرده‌اند (زارع فیض‌آبادی، ۱۳۷۷ و شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۴). چنانچه عناصر غذایی پرمصرف مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب که در کود حیوانی وجود دارد با همین عناصر در کودهای شیمیایی مورد مقایسه قرار گیرند، میزان انرژی این عناصر نیز قابل برآورد است.

• انرژی موجود در سموم شیمیایی: در تولید انواع سموم شیمیایی اعم از حشرکش، قارچ‌کش، علف‌کش و غیره میزان قابل توجهی انرژی مصرف شده که بسته به شرایط ساخت، اعداد متفاوتی قابل ذکر

است. براساس منابع موجود، به طور میانگین برای ساخت هر کیلوگرم از ماده مؤثره علف‌کشی مانند تو فور دی، ۲۷۱۷۰ کیلوکالری انرژی صرف شده است. چنانچه این علف‌کش حاوی ۲۰ درصد ماده مؤثره و ۸۰ درصد مواد غیرمؤثر مانند نفت باشد، میزان انرژی قابل محاسبه برای هر کیلوگرم از این علف‌کش معادل ۶۷۱۷۰ کیلوکالری خواهد بود. در ارتباط با سموم آفت‌کش نیز مثلاً برای ساخت هر لیتر سم متوسیتوکس بین ۴۴۰۰ تا ۸۶۹۱۰ کیلوکالری انرژی

هرگونه

استفاده نادرست

و بی‌رویه از حامل‌های انرژی، علاوه بر کاهش ذخایر آنها، محیط‌زیست را با خسارات جدی مواجه کرده و باعث انتشار آلاینده‌های سمی و گازهای گلخانه‌ای مانند گازکربنیک می‌شود.

در نظر گرفته شده که در محاسبه مصرف و کارایی انرژی لحاظ می‌شود (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳).

• مصرف انرژی در آبیاری: در فرایند تولید محصولات زراعی، به طور میانگین ۱۲ درصد از انرژی طی فرایند آبیاری مصرف می‌شود (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳). البته عواملی مانند نیاز آبی گیاه، نوع منبع آب (مانند چاه، قنات، رودخانه و غیره)، کمبود رطوبت خاک، تبخیر از سطح خاک، نوع پمپ، توان پمپ، عمق چاه، عمق سطح آب در چاه، فاصله چاه تا مزرعه، جنس مسیر حرکت آب (بر تبخیر و نفوذ آب در خاک مؤثر است)، تأسیسات موتورخانه و شبکه آبیاری، استهلاک و غیره بر میزان انرژی صرف شده در آبیاری مؤثر است. یکی از روش‌های معمول در تأمین آب مزرعه، پمپاژ آب از چاه است. در پمپاژ آب معمولاً از موتور دیزلی و الکتروموتور تأمین قدرت می‌شود. در موتور دیزلی، انرژی مربوط به استهلاک و مصرف سوخت‌های فسیلی مانند گاز طبیعی، بنزین و گازوئیل

جدول ۱- حامل‌های انرژی

منبع انرژی*	واحد	کیلوکالری در هر واحد	مصرف انرژی برای تولید (کیلو کالری)	کل (کیلوکالری در هر واحد)
بنزین	لیتر	۸۱۷۹	۱۹۳۰	۱۰۱۰۹
گازوئیل	لیتر	۹۲۳۵	۲۱۷۹	۱۱۴۱۴
نفت	لیتر	۹۲۳۵	۲۱۷۹	۱۱۴۱۴
گاز مایع	لیتر	۶۲۳۴	۱۴۱۷	۷۷۰۵
گاز طبیعی	مترمکعب	۹۸۸۵	۱۹۲۸	۱۱۸۱۳
زغال سنگ (سخت)	کیلوگرم	۷۲۲۲	۵۶۳	۷۷۸۵
زغال سنگ (نرم)	کیلوگرم	۷۲۶۰	۵۴۶	۷۸۲۶
چوب سخت	کیلوگرم	۴۶۰۰	۳۴۵	۴۹۴۵
برق	کیلووات ساعت	۸۵۹	۲۰۰۴	۲۸۶۳

* اقتباس از کوچکی (۱۳۷۳)

معادل ۱۱۴۱۴ کیلوکالری در نظر گرفته می‌شود (کوچکی، ۱۳۷۳).

• محاسبه استهلاک: به‌طور کلی سه روش برای محاسبه استهلاک در نظر گرفته می‌شود که شامل روش خطی مستقیم، روش مجموع ارقام سال‌های عمر و روش تعادل نزولی است (الماسی و همکاران، ۱۳۸۰). براساس بررسی منابع، به‌طور متوسط برای هر ساعت کار تراکتور، ۹۰۰۰۰ کیلوکالری انرژی در ساخت، استهلاک و غیره در نظر گرفته شده است. البته این عدد در شرایط مختلف متغیر خواهد بود (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳).

• انرژی کارگری: در منابع مختلف، انرژی

غیره اشاره کرد. (الماسی و همکاران، ۱۳۸۴، شفیعی، ۱۳۸۷، بهروزی لار و عقابایی، ۱۳۸۰ و بهروزی لار و همکاران، ۱۳۸۸). در منابع مختلف، مصرف سوخت تراکتور گازوئیلی به‌روش‌های مختلفی برآورد و اعداد متنوعی ارائه شده است. برای مثال مصرف سوخت تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵ با ۷۰ اسب بخار، به‌طور متوسط حدود ۹/۲۷ لیتر در هر ساعت برآورد می‌شود (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳). جدول ۲ میزان مصرف سوخت را در عملیات مختلف نشان می‌دهد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱). براساس بررسی منابع، برای تولید هر لیتر گازوئیل

جدول ۲- میزان مصرف سوخت در عملیات زراعی

نوع عملیات	عرض کار (متر)	سرعت (کیلومتر بر ساعت)	بهره‌وری کار	تعداد ساعت برای یک هکتار	سوخت مصرفی (لیتر گازوئیل)
شخم	۱/۰۳	۳/۵	٪۷۰	۳	۲۷/۹
دیسک	۲/۳۰	۵	٪۷۵	۱/۲	۱۱/۲
لولر	۳/۲۰	۵	٪۷۰	$0.78 \times 2 = 1.56$	۱۶/۷۰
فارور	۲/۳۰	۴/۵	٪۷۵	۱/۲۸۸	۱۲/۱

مدنظر قرار می‌گیرد. این در حالی است که در الکتروموتورها میزان استهلاک و برق مصرفی در نظر گرفته می‌شود. براساس برآوردهای انجام‌شده، برای چاه آبی با دبی متوسط ۴۲ لیتر در ثانیه، الکتروموتورهایی با قدرت متوسط ۱۰۵ کیلووات ساعت مورد نیاز است. براساس بررسی منابع، برای تولید هر کیلووات ساعت برق معادل ۲۸۶۳ کیلوکالری در نظر گرفته می‌شود (جدول ۱)، (کوچکی، ۱۳۷۳).

• انرژی مصرفی در تراکتور و ادوات کشاورزی: در برآورد انرژی مصرفی توسط ماشین‌های کشاورزی، عواملی مانند قدرت و توان تراکتور و همچنین ادوات کشاورزی قابل ذکر هستند. در این ارتباط، توان مکانیکی، توان مالیند یا کششی به‌منظور کشیدن ادوات، توان مورد نیاز از محور توان‌دهی یا PTO تراکتور و همچنین توان هیدرولیکی از مواردی هستند که در محاسبه کارایی انرژی نقش بسزایی دارند (علیمردانی، ۱۳۸۱، الماسی و همکاران، ۱۳۸۴ و بهروزی لار و عقابایی، ۱۳۸۰). نحوه به‌کارگیری ادوات کشاورزی: علاوه بر نوع ماشین‌های کشاورزی، نحوه استفاده از آنها در مزرعه نیز بر میزان مصرف انرژی مؤثر بوده که لازم است در مدیریت فرایند تولید مدنظر قرار گیرد. در این ارتباط شاخص‌هایی مانند شاخص مزرعه‌ای^۱، بازده مزرعه‌ای^۲، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر^۳ و غیره نیز در تعیین کارایی انرژی نقش مهمی دارند (الماسی و همکاران، ۱۳۸۴ و بهروزی لار و همکاران، ۱۳۸۸).

• انرژی مصرفی در سوخت تراکتور: میزان مصرف سوخت به انرژی مصرفی تراکتور و ماشین متصل به آن بستگی دارد. از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر میزان سوخت مصرفی می‌توان به وزن تراکتور، وزن ادوات، سال ساخت، تنظیم درست تراکتور، تنظیم درست ماشین، تناسب ماشین با توان تراکتور و بالعکس، سیستم انتقال نیرو، سرعت واقعی حرکت، ضریب مقاومت غلتشی، میزان لغزش (بوکسوات) چرخ، تنظیم باد لاستیک، بازده سوخت مصرفی، فیلتر هوا، ظرفیت مزرعه‌ای ماشین، مهارت راننده و نحوه کاربری، شیب زمین، سفتی زمین، درصد رطوبت خاک و



مصرفی هر نفر کارگر در یک ساعت با اعداد متفاوتی بیان شده است که بسته به وضعیت فیزیکی و سن کارگر، نوع کار و غیره متغیر است. براساس بررسی منابع، هر ساعت کار یک نفر کارگر به طور متوسط معادل ۴۶۵ کیلوکالری در نظر گرفته شده است. کارهایی که توسط کارگر انجام می شود شامل راندگی تراکتور، آبیاری، تمام عملیات کاشت، داشت و برداشت، فراوری، بسته بندی، نقل و انتقال داخل و خارج مزرعه و غیره است (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳ و شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱).

● اقدامها

به منظور ممیزی انرژی در تولید گیاهان دارویی از نرم افزار ویژه ای استفاده شد که توسط نگارنده در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور طراحی و برنامه نویسی شده است (شریفی عاشورآبادی، ۱۳۷۷).

اطلاعات ورودی به نرم افزار، مربوط به طرح تحقیقاتی بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*) بود که در ایستگاه تحقیقات البرز کرج اجرا شد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۷۴). در این طرح تحقیقاتی کارایی انرژی در سه روش حاصلخیزی خاک که شامل رایج، تلفیقی و آلی بود مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای مورد بررسی شامل نسبت های مختلفی از کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کود دامی بود که با تیمار شاهد (بدون مواد حاصلخیزکننده) مقایسه شدند (جدول ۳). در این طرح، اطلاعات مربوط به عملیات اجرایی (جدول ۴) و نهاده ها (جدول

و با واحدهای مختلف بیان شده، جمع پذیر نخواهند بود بنابراین لازم بود هر کدام در ضرایب مخصوصی ضرب شده و همه آنها با واحد یکسان به نام کیلوکالری یا کیلوژول بیان شوند. در این حالت، انرژی صرف شده در عملیات و نهاده های مصرفی در یک اکوسیستم زراعی با یکدیگر جمع پذیر خواهند بود. از طرفی، میزان انرژی خروجی نیز از حاصل ضرب عملکرد محصول در میزان انرژی ای که بر اثر سوختن هر واحد آن در اتاق بمب کالری متر^۵ به دست آمد، محاسبه شد (جدول ۶). با داشتن این اطلاعات و براساس معادله ۱، کارایی انرژی هر کدام از روش های حاصلخیزی خاک برآورد شد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱).

$$\text{معادله ۱: } \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} = \text{کارایی انرژی مصرفی در اکوسیستم زراعی}$$

۵) به عنوان رکوردهای ورودی نرم افزار در نظر گرفته شد. از آنجایی که عملیات مختلف و نهاده های مصرفی ویژگی های متفاوتی داشته

جدول ۳- روش های حاصلخیزی شیمیایی، تلفیقی و آلی در ایستگاه تحقیقات البرز کرج

کود دامی (تن در هکتار)	کود شیمیایی (کیلوگرم در هکتار)			شماره تیمار	روش حاصلخیزی
	پتاسیم	فسفر	نیتروژن		
۰	۰	۰	۰	۱	شاهد
۰	۴۰	۳۲	۴۰	۲	شیمیایی
۰	۸۰	۶۴	۸۰	۳	
۰	۱۲۰	۹۶	۱۲۰	۴	
۰	۱۶۰	۱۲۸	۱۶۰	۵	
۵	۱۴۰	۱۱۲	۱۴۰	۶	
۱۰	۱۲۰	۹۶	۱۲۰	۷	تلفیقی
۱۵	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۸	
۲۰	۸۰	۶۴	۸۰	۹	
۲۵	۶۰	۴۸	۶۰	۱۰	
۳۰	۴۰	۳۲	۴۰	۱۱	
۳۵	۲۰	۱۶	۲۰	۱۲	آلی
۴۰	۰	۰	۰	۱۳	
۳۰	۰	۰	۰	۱۴	
۲۰	۰	۰	۰	۱۵	
۱۰	۰	۰	۰	۱۶	

جدول ۴- فرم برآورد انرژی ورودی عملیات زراعی برحسب کیلوکاری در هکتار

معدل انرژی	نفر ساعت	عملیات
		جمع آوری محصول قبلی
		تهیه نشا و قلمه
		کود دامی اولیه
		کودهای شیمیایی اولیه
		شخم
		دیسک و کلوخه شکنی
		تسطیح و غلتک زدن
		ایجاد جوی و پشته
		نهرکشی
		چاله کنی
		عملیات کشت
		آبیاری
		تنک
		واکاری
		سله شکنی
		کود سرک
		وجین با دست
		محلول پاشی
		هرس کردن
		خاک دهی پای بوته
		برداشت
		خشک کردن و فراوری اولیه
		بسته بندی محصول
		سایر
		جمع کل انرژی مصرفی در عملیات اجرایی

جدول ۵- فرم برآورد انرژی ورودی نهاده های مصرفی برحسب کیلوکاری در هکتار

معدل انرژی	مقدار مصرف	واحد	نهاده ها
		ساعت	ماشین آلات
		لیتر	گازوئیل
		لیتر	نفت
		کیلوگرم	کودهای نیتروژنی
		کیلوگرم	کودهای فسفاتی
		کیلوگرم	کودهای پتاسی
		کیلوگرم	کلسیم
		کیلوگرم	بذر کشت شده
		کیلوگرم	آفت کش
		کیلوگرم	علف کش
		کیلوگرم	قارچ کش
		تعداد	آبیاری
		کیلومتر	نقل و انتقال داخل مزرعه
		کیلومتر	نقل و انتقال خارج از مزرعه
		-	سایر (با ذکر نام)
			جمع کل انرژی نهاده های مصرفی

جدول ۶- فرم برآورد انرژی حاصل از تولید محصول برحسب کیلوکاری در هکتار

معدل انرژی	وزن تولید	واحد	نهاده ها
		کیلوگرم	عملکرد اقتصادی
		کیلوگرم	عملکرد بیومس
		-	سایر فراورده ها
			جمع کل انرژی حاصل از تولید



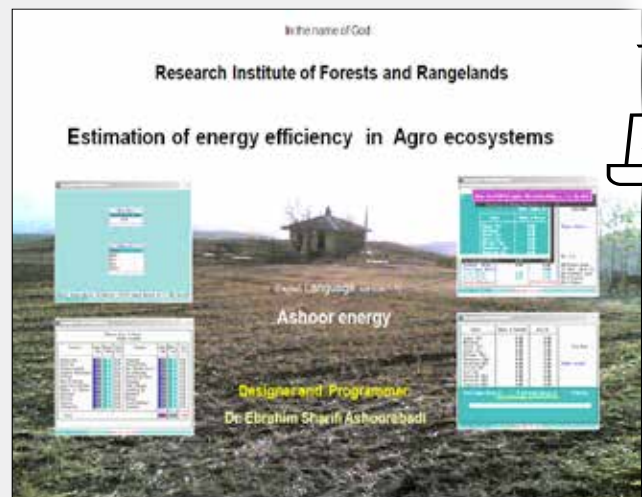
Inputs	kcal/ha	Calibration of: Inputs Outputs and Process
1 Labour (hr)	0.00	
2 Machinery	0.00	
3 Gasoil (Li)	0.00	
4 Petrol (Li)	0.00	
5 Nitrogen (kg)	0.00	
6 Phosphorus (kg)	0.00	
7 Potassium (kg)	0.00	
8 Calcium (kg)	0.00	
9 Seed (kg)	0.00	
10 Pesticide (kg)	0.00	
11 Herbicide (kg)	0.00	
12 Fungicide (kg)	0.00	
13 Irrigation (no)	0.00	
14 Int_Transport (hr)	0.00	
15 Ext_Transport (hr)	0.00	
16 Etcetera (kcal)	0.00	
17 Yield (kg/ha)	0.00	
18 Quality Value	0.00	

Crop name: (New Record)
Foeniculum vulgare

Press Esc to continue

Ashoor energy (version 1.2)

شکل ۲- معرفی گیاه جدید و کالیبره کردن نرم افزار



شکل ۱- نرم افزار برآورد کارایی انرژی در اکوسیستم های زراعی (نسخه انگلیسی، شماره ۱/۲)

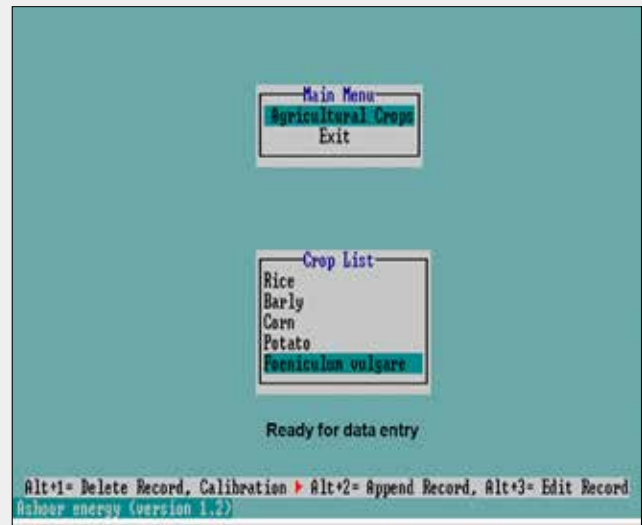
Process List in Crop:
Foeniculum vulgare

Process	Labor (hr)	Mach. (hr)	Fuel (Li)	Process	Labor (hr)	Mach. (hr)	Fuel (Li)
Collection	0.00	0.00	0.00	Thinning	0.00	0.00	0.00
Grafting	0.00	0.00	0.00	Replantation	0.00	0.00	0.00
Primary manure	0.00	0.00	0.00	Hoe (Break Crust)	0.00	0.00	0.00
Primary Fertilizer	0.00	0.00	0.00	Top Dressing	0.00	0.00	0.00
Tillage	0.00	0.00	0.00	Weeding by Hand	0.00	0.00	0.00
Disk & Harrow	0.00	0.00	0.00	Spraying	0.00	0.00	0.00
Leveller & Roller	0.00	0.00	0.00	Tree Pruning	0.00	0.00	0.00
Ridges & Furrow	0.00	0.00	0.00	Earthing Up	0.00	0.00	0.00
Ditching	0.00	0.00	0.00	Harvest	0.00	0.00	0.00
Pitting	0.00	0.00	0.00	Drying	0.00	0.00	0.00
Culture	0.00	0.00	0.00	Yield Picking	0.00	0.00	0.00
Irrigation	0.00	0.00	0.00	Etcetera	0.00	0.00	0.00
Total	0.00	0.00	0.00				

Press Esc to exit

Ashoor energy (version 1.2)

شکل ۴- فهرست عملیات در فرایند تولید یک محصول زراعی



شکل ۳- پس از کالیبره شدن نرم افزار، گیاه مورد نظر از فهرست انتخاب می شود.

Inputs	Among in hectare	kcal/ha	Crop Name Foeniculum vulgare
Labour (hr)	0.00	0.00	
Machinery	0.00	0.00	
Gasoil (Li)	0.00	0.00	
Petrol (Li)	0.00	0.00	
Nitrogen (kg)	0.00	0.00	
Phosphorus (kg)	0.00	0.00	
Potassium (kg)	0.00	0.00	
Calcium (kg)	0.00	0.00	
Seed (kg)	0.00	0.00	
Pesticide (kg)	0.00	0.00	
Herbicide (kg)	0.00	0.00	
Fungicide (kg)	0.00	0.00	

Total Inputs Energy is 0 and output Energy is 0 kcal/ha
Energy Efficiency is*****

Press Esc to exit

Ashoor energy (version 1.2)

شکل ۶- گزارش هوشمند نرم افزار براساس اطلاعات کالیبره شده

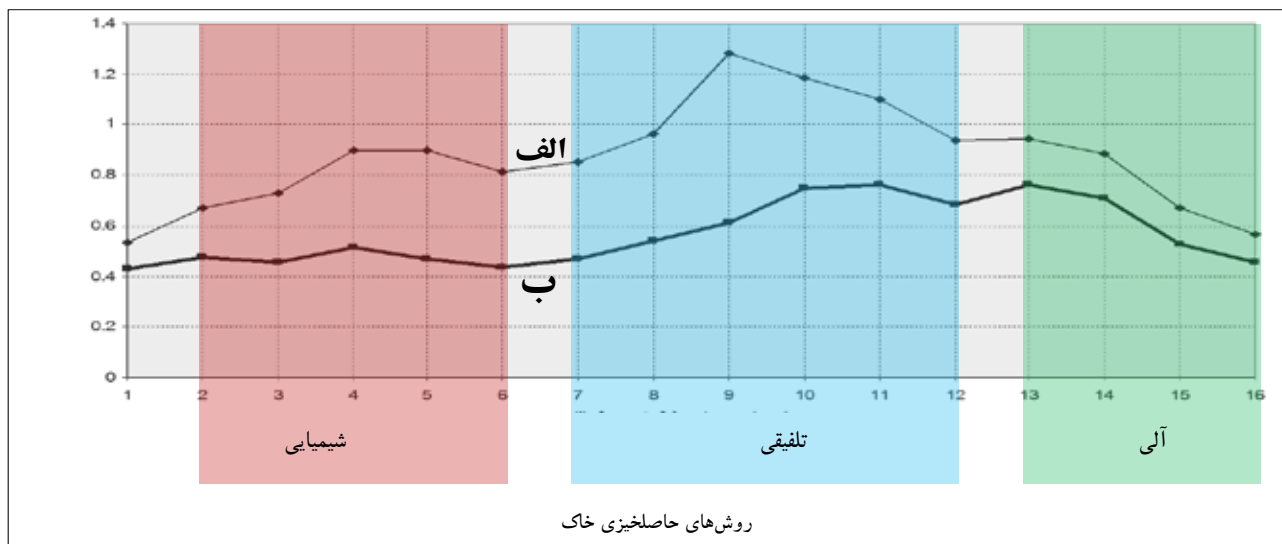
Inputs	Among in hectare	kcal/ha	Crop Name Foeniculum vulgare
Labour (hr)	0.00	0.00	
Machinery	0.00	0.00	
Gasoil (Li)	0.00	0.00	
Petrol (Li)	0.00	0.00	
Nitrogen (kg)	0.00	0.00	
Phosphorus (kg)	0.00	0.00	
Potassium (kg)	0.00	0.00	
Calcium (kg)	0.00	0.00	
Seed (kg)	0.00	0.00	
Pesticide (kg)	0.00	0.00	
Herbicide (kg)	0.00	0.00	
Fungicide (kg)	0.00	0.00	
Irrigation (no)	0.00	0.00	
Int_Transport (hr)	0.00	0.00	
Ext_Transport (hr)	0.00	0.00	
Etcetera (kcal)	0.00	0.00	
Total Input (kcal)	0.00	0.00	
Yield (kg/ha)	0.00	0.00	
Quality Value	0.00	0.00	
Energy Efficiency	*****	*****	

Rec. 6/6
Edit Record

Press Esc to exit

Ashoor energy (version 1.2)

شکل ۵- فهرست نهاده های مصرفی، انرژی به دست آمده و کارایی انرژی در فرایند تولید یک محصول زراعی



شکل ۷- رابطه کارایی انرژی و عملکرد بذر رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*)، نمودار الف - عملکرد بذر (تن در هکتار)، نمودار ب - کارایی انرژی در تولید بذر

● یافته‌ها

همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود در تیمارهای ۲ تا ۶ از روش حاصلخیزی شیمیایی، با افزایش تدریجی کودهای شیمیایی، میزان عملکرد اقتصادی (بذر رازیانه) و کارایی انرژی ابتدا افزایش (تیمارهای ۲ تا ۴) و سپس با مصرف بیشتر کودهای شیمیایی (تیمارهای ۵ و ۶) کاهش یافت. این مطلب مبین نبود پایداری یک سیستم تولیدی در مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی است. در تیمارهای ۷ تا ۱۲ از روش حاصلخیزی تلفیقی، با کاهش تدریجی کودهای شیمیایی و افزایش تدریجی کود دامی عملکرد اقتصادی و کارایی انرژی افزایش داشت به طوری که در تیمار ۹، حداکثر عملکرد بذر و کارایی انرژی به دست آمد. در تیمار ۱۳ از روش تغذیه آلی، با حذف کامل کود شیمیایی و مصرف بیشترین مقدار کود دامی خالص، میزان عملکرد بذر و کارایی انرژی کاهش یافت. این کاهش در عملکرد و کارایی انرژی تا تیمار ۱۴ که حداقل کود دامی خالص مصرف شده، مشاهده شد.

در یک سیستم زراعی، کاهش هر کدام از نهاده‌های مصرفی و همچنین افزایش عملکرد موجب افزایش کارایی انرژی می‌شود (Achtok و همکاران، ۱۹۸۵). با مدیریت مصرف نهاده‌هایی مانند

امروزه

**نگرش خردمندانه‌تری
نسبت به نوع، روش و مقدار
مصرف نهاده‌ها و تزریق انرژی
کمکی ارائه شده و محاسبات فنی
الگوهای تولید و ممیزی مصرف و
کارایی انرژی در گذار از کشاورزی
متداول به کشاورزی پایدار جایگاه
ویژه‌ای را به خود اختصاص داده
است.**

کودهای شیمیایی و دامی، می‌توان ضمن افزایش عملکرد و با صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌های تولید، کارایی انرژی را افزایش داد. عده‌ای از محققان، با مقایسه سیستم‌های زراعی رایج و ارگانیک ملاحظه کردند که با توجه به عملکرد بیشتر در سیستم‌های رایج، کارایی انرژی در سیستم‌های ارگانیک بیشتر است. کارایی بیشتر انرژی در سیستم‌های ارگانیک در مقایسه با سیستم‌های متداول بدین دلیل است که کاهش انرژی ورودی بیش از کاهش عملکرد بود. البته باید توجه داشت که کاهش یا افزایش کارایی انرژی بستگی زیادی به واکنش گیاه نسبت به کاهش نهاده‌های ورودی دارد. در رابطه با کاهش نهاده‌های مصرفی و بهینه‌سازی سیستم‌های زراعی، عده‌ای از پژوهشگران مانند Entz و همکاران (۲۰۰۲)، Martin و

● نتیجه‌گیری نهایی

امروزه نگرش خردمندانه‌تری نسبت به نوع، روش و مقدار مصرف نهاده‌ها و تزریق انرژی کمکی ارائه شده (Koocheki, 1994) و محاسبات فنی الگوهای تولید و ممیزی مصرف و کارایی انرژی در گذار از کشاورزی متداول به کشاورزی پایدار جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. بدین ترتیب منطقی به نظر می‌رسد که الگوهای تولید در اکوسیستم‌های زراعی تغییر یافته و شیوه‌های نوین مدیریت در بهره‌برداری از منابع، همراه با ایجاد تعادل در محیط‌زیست ابداع شوند. در تدوین الگوی مناسب کشت موارد زیر از اهمیت زیادی برخوردار است که پیشنهاد می‌شود در برنامه‌ریزی تحقیقات و اجرا مدنظر قرار گیرد:

- تقلید از اکوسیستم‌های طبیعی با در نظر گرفتن عملکردهای کمی و کیفی بالا
- انتخاب و استفاده بهینه از نهاده‌های مصرفی به ویژه مواد حاصلخیزکننده خاک و سموم کنترل



آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز
 • استفاده از ماشین‌های کشاورزی
 متناسب با شرایط اختصاصی کشت
 • اصلاح روش‌های زراعی مانند
 اعمال شخم حداقل به منظور کاهش
 مصرف انرژی

• تنظیم زمان کشت به منظور حداکثر
 استفاده از شرایط محیطی، کنترل طبیعی
 آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به منظور
 کاهش مصرف نهاده و انرژی
 • استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و سالم
 مانند انرژی خورشید، باد، ژئوترمال، آب و
 جذر و مد، بیوگاز، الکل، هیدروژن و غیره.
 • پایش دائم کارایی انرژی در فرایند
 تولید و تبدیل آگاهانه از کشاورزی پرنهاده
 به سمت کشاورزی با نهاده‌های کمتر.

• تشکر و قدردانی

بدین وسیله از استاد ارجمند جناب آقای دکتر
 علیرضا کوچکی تشکر و قدردانی می‌شود.

• پی‌نوشت

۱- این نرم‌افزار در سال ۱۳۷۵ توسط نگارنده
 مقاله طراحی و برنامه‌نویسی شد و پس از
 راستی‌آزمایی در دو طرح تحقیقاتی، در سال ۱۳۸۶
 با عنوان "عاشور انرژی" در دبیرخانه شورای عالی
 انفورماتیک کشور (وابسته به معاونت برنامه‌ریزی
 و نظارت راهبردی ریاست جمهوری) ثبت شد.

۲- شاخص مزرعه‌ای (Field index): عبارت است از
 درصد زمان مؤثر کار تقسیم بر زمان مؤثر به اضافه
 زمان گردش ماشین.

۳- بازده مزرعه‌ای (Field efficiently): نسبت زمان
 نظری انجام کار به زمان واقعی آن را بازده مزرعه‌ای
 گویند. درعمل، زمان واقعی کار بیش از زمان نظری
 است. مثلا در ابتدا و انتهای زمین، وقت زیادی برای دور
 زدن ماشین تلف می‌شود یا ممکن است در حین انجام
 کار تنظیمات خاصی برای ماشین مورد نیاز باشد که
 باعث اتلاف وقت شده و بر بازده یا کارایی مؤثر باشد.

۴- ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (Effective field capacity):
 کار انجام شده توسط یک ماشین (در زمینه خاک‌ورزی،
 کاشت، داشت و برداشت) را در مدت یک ساعت
 ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر نامیده و آن را بر واحد هکتار بر
 ساعت می‌سنجند. از کاربردهای مهم ظرفیت مزرعه‌ای
 می‌توان به انتخاب ماشین‌های مناسب اشاره کرد.
 ظرفیت مزرعه‌ای برحسب سطح یا ماده بیان می‌شود.

۵- انرژی حاصل از سوخت هر گرم از بذر رازیانه
 در اطاق بمب کالریمتر برابر با ۴۹۴۲ کالری و هر
 گرم از ساقه رازیانه معادل ۳۰۰۵ کالری تعیین شد.

• منابع

الماسی، م.، کیانی، ش. و لویمی، ن.، ۱۳۸۴. مبانی
 مکانیزاسیون کشاورزی. مؤسسه انتشارات
 حضرت معصومه (س)، قم، ۲۴۸ صفحه.
 بهروزی لار، م. و عقابایی، ر.، ۱۳۸۰. مدیریت تراکتور
 و ماشین‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه
 تهران، تهران، ۴۵۰ صفحه.

بهروزی لار، م.، رفیعی، ش.، مبلی، ح. و جعفری، ع.،
 ۱۳۸۸. مکانیزاسیون، انرژی و کشاورزی
 ماهواره‌ای (جلد دوم: مکانیزاسیون کشاورزی
 ۱). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر،
 شوشتر، ۲۵۰ صفحه.

رحمانیان، م.، ۱۳۸۳. لزوم شناخت و کاربرد برنامه‌ای
 نوین موسوم به ستاره انرژی جهت کنترل و
 کاهش مصرف انرژی در ایران. اولین کنفرانس
 اکوانرژی ایران، ۱۲-۱۰ شهریور ۱۳۸۳: دانشگاه
 ارومیه- ایران. صفحه ۵۱.

زارع فیض‌آبادی، ا.، ۱۳۷۷. بررسی کارایی انرژی و
 بازده اقتصادی نظام‌های زراعی متداول و
 اکولوژیک در تناوب‌های مختلف با گندم.
 پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی،
 دانشگاه مشهد. ۱۸۰ صفحه.

شریفی عاشورآبادی، ا.، ۱۳۷۷. محاسبه کارایی
 انرژی تزریقی در اکوسیستم‌های زراعی. پنجمین
 کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳-۹
 شهریور. کرج- ایران. صفحه ۱۸۰.

شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی، م.ح.، متین، ا.،
 عباس‌زاده، ب.، ملکی، ج.، علیزاده، ک. و
 حقیقت‌شناس، ح.، ۱۳۸۵. بررسی تأثیر روش
 مصرف کود نیتروژنی و کشت مخلوط دو گونه
 گیاه دارویی بر کارایی انرژی. نهمین کنگره
 زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۷-۵ شهریور
 ۱۳۸۵، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران،
 صفحه ۱۲۱.

شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی، م.ح.، متین، ا.،
 باباخانلو، ب. و سفیدکن، ف.، ۱۳۷۸. بررسی
 تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد کمی
 و کیفی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.).
 گزارش نهایی طرح پژوهشی، مؤسسه تحقیقات
 جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۲۵۲ صفحه.

شریفی عاشورآبادی، ا.، نورمحمدی، ق.، متین، ا.،
 قلاوند، ا. و لباسچی، م.ح.، ۱۳۸۱. مقایسه کارایی
 انرژی مصرفی در روش‌های مختلف حاصلخیزی
 (شیمیایی، تلفیقی و ارگانیک) خاک. فصلنامه
 پژوهش و سازندگی، ۱۵(۳-۴): ۹۷-۹۱.

شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی، م.ح.، برازنده، م.م.،
 احمدی، ل. و عباس‌زاده، ب.، ۱۳۸۴. بررسی
 تأثیر سیستم‌های تغذیه‌ای و کشت مخلوط بر
 عملکردهای کمی، کیفی و کارایی انرژی در
 اکوسیستم‌های زراعی گیاهان دارویی. گزارش
 نهایی طرح پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها
 و مراتع کشور، تهران، ۳۱ صفحه.

شفیعی، س.ا.، ۱۳۸۷. اصول ماشین‌های کشاورزی
 (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۹۸ صفحه.
 علیمردانی، ر.، ۱۳۸۱. سیستم‌های تراکتور و ادوات
 خاک‌ورزی، نشر علوم کشاورزی، تهران، ۲۰۴ صفحه.
 کوچکی، ع. و حسینی، م.، ۱۳۶۸. سیر انرژی در
 اکوسیستم‌های کشاورزی، انتشارات جاوید،
 تهران، ۳۲۸ صفحه.

کوچکی، ع.، ۱۳۷۳. کشاورزی و انرژی، نگرش
 اکولوژیک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،
 مشهد، ۲۲۹ ص.

کوچکی، ع. و حسینی، م.، ۱۳۷۳. کارایی انرژی در
 اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه
 فردوسی مشهد. ۳۱۷ صفحه.

کیهانی، م. و حسینی، س.م.، ۱۳۸۳. نرم‌افزار Energy Audit
 و اجرای ممیزی انرژی در یک صنعت نمونه.
 اولین کنفرانس اکوانرژی ایران، ۱۲-۱۰ شهریور
 ۱۳۸۳: دانشکده فنی دانشگاه ارومیه- ایران.
 صفحه ۷۰.

نوشین، ع.ا.، ۱۳۷۱. شناخت و کاربرد انواع انرژی.
 انتشارات دفتر نشر فرهنگ اسلامی، تهران، ۳۹۰ صفحه.

Achrock, M. D., Krumer, J. K. and Clark,
 S. J. 1985. Fuel requirments for field
 operations in kansas. trans. ASAE,
 28: 664 - 874

Entz, M. H., Schoofs, A., Humble, S. M.,
 Hoepfner, J., Holliday, N. J., Moulin,
 A. and Bamford, K. C. 2002. Glenlea
 ong-term crop rotation study: A com-
 parison of organic and conventional
 systems. 14 th lfoam organic world
 congress. Victoria/ Canada. Agu.
 2002. Pp 119.

Koocheki, A. 1994. Sustainable aspects
 of traditional land management in
 Iran. International Conference On
 land and water Resources manage-
 ment in the Mediterranean region.
 4-8 sept, 1994, Italy.

Martin, R. C., Main, M. H., Fredeen, A. H.
 and Georgallas, A. 2002. A com-
 parison of organic and conventional
 systems. 14 th lfoam organic world
 congress. Victoria/ Canada. Agu.
 2002. Pp 114.

Mendoza, T. C. 2002. Comparative
 Productivity, profitability and energy
 use: Intensity and efficiency of
 organic, LEISA and conventional
 rice production in the Philippines.
 14 th lfoam organic world congress.
 Victoria/ Canada. Agu. 2002. Pp 2.

Pimentel, D., Bevadi, G. and Fast,
 S. 1983. Energy efficiency of farming
 system: Organic and Conventional
 agriculture. Agric. Ecosystems En-
 viron., 9: 359 - 372.

Pimentel, D. 1993. Economics and energies
 of organic and conventional farming.
 J., Agri. Environ. Ethics, 6: 53 - 60.