بررسی انرژی مصرفی تولید قارچ دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) در سطوح مختلف بستر کشت سالیانه در استان خراسان رضوی

مسعود سعیدی[۱]، مهدی خجسته‌پور[۱*]، محمدحسین عباسپور فرد[۱]، محمد فارسی[۲] و امین نیکخواه[۱]

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱

۱- گروه ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- گروه بیوتکنولوژی و به نژادی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
*مسئول مکاتبه E-mail:mkhpour@um.ac.ir

چکیده

در این تحقیق میزان انرژی مصرفی تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی محاسبه شده است. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری با ۱۳ واحد تولید قارچ دکمه‌ای به دست آمد. واحدها در سه سطح مساحتی بستر کشت سالیانه کم‌تر از ۷۰۰۰ مترمربع، ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ مترمربع و بیش‌تر از ۲۰۰۰۰ مترمربع مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد، میزان انرژی ورودی برای تولید قارچ دکمه‌ای ۲۴۸۰/۸۶ مگاژول بر مترمربع بود. سوخت، کاه و کلش گندم و ماشین‌ها به ترتیب با ۷۹/۷۶، ۱۲/۴۰ و ۵/۵۹ درصد، پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای بودند. نتایج تابع کاب داگلاس نشان داد که اثر نهاده‌های انرژی دانه گندم و کود مرغی در بین سایر نهاده‌ها بیش‌ترین ضریب رگرسیونی را به ترتیب (۱/۳۰) و (۰/۷۷) بر روی عملکرد (قارچ دکمه‌ای و کمپوست تولیدی) داشت. علاوه براین تأثیر نهاده کود مرغی بر عملکرد قارچ دکمه‌ای در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. واحدهایی با مساحت بستر کشت سالیانه ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ مترمربع از انرژی مصرفی کم‌تر و کارایی انرژی بالاتری برای تولید قارچ و کمپوست بر واحد سطح برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: انرژی، سوخت، قارچ دکمه‌ای، کاب داگلاس، کود مرغی

۱- مقدمه

درسالیان اخیر افزایش جمعیت و تفکر مصرف‌گرایی در برخی از کشورها سبب شده تقاضا برای مواد غذایی افزایش یابد. از این رو توجه به تولید محصولات با کشت متراکم و زیرپوشش بیش‌تر شده است. یکی از این محصولات قارچ دکمه‌ای(*Agaricus bisporus*) است. در سال ۱۳۸۰ تعداد ۷۲ واحد تولیدی به پرورش قارچ دکمه‌ای در ایران مشغول بودند، که این تعداد به ۷۰۴ واحد تولیدی در سال ۱۳۹۱ رسیده است. استان خراسان رضوی دارای ۴۶ واحد پرورش قارچ دکمه‌ای است که از این تعداد واحد پرورش قارچ در سال ۱۳۹۰، ۳۰ واحد و در سال ۱۳۹۱ تعداد ۲۷ واحد فعال بودند. در مجموع از کل این واحدها به میزان ۱۱۰۹۷۵۰ کیلوگرم قارچ بسته‌بندی و ۱۹۴۸۶۳۵ کیلوگرم قارچ فله وارد بازار فروش شده است. این استان در سال ۱۳۹۱ بعد از استان‌های تهران، البرز، قزوین و اصفهان از لحاظ مقدار تولید قارچ رتبه پنجم را در سطح کل کشور به خود اختصاص داده است (بی‌نام، ۱۳۹۱).

از طرفی جمعیت ایران نیز درحال افزایش است و تنها در طی سی سال، دو برابر شده و به ۷۰ میلیون نفر رسیده است (نجفی و همکاران ۲۰۱۱). به تبع آن تقاضا برای مواد غذایی افزایش یافته است و برای تولید این مواد غذایی نیاز به مصرف انرژی می باشد. در ایران بین سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۰ انرژی‌های ورودی و خروجی برای تولید محصولات کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، انرژی ورودی از ۳۲/۴۰ گیگا ژول بر هکتار در سال ۱۹۹۰ به ۳۷/۲۰ گیگاژول بر هکتار در سال ۲۰۰۶ رسیده است. این در حالی است که انرژی خروجی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ افزایش یافته و از ۳۰/۸۵ به ۴۳/۶۸ گیگاژول بر هکتار رسیده است، به طوری که کارایی انرژی[۱] از ۰/۹۵ در سال ۱۹۹۶ به ۱/۱۷ در سال ۲۰۰۶ تغییر یافته است. پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید محصولات کشاورزی در این سال‌ها آب آبیاری و کودهای شیمیایی گزارش شدند (بهشتی تبار و همکاران، ۲۰۱۰).

در ایران مطالعه کمی بر روی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای صورت گرفته است. در مطالعه‌ای بر روی انرژی تولیدی قارچ دکمه‌ای در استان مازندران انرژی مورد نیاز برای تولید کمپوست اولیه ورودی و

انرژی الکتریسیته به ترتیب با ۶۷/۲۴ و ۳۷/۱۴ درصد مصرف انرژی، به عنوان پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای در استان مازندران معرفی شدند (قاسمی کردخیلی و همکاران، ۲۰۱۳). در تحقیقی دیگر بر روی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در استان البرز، دو نهاده سوخت دیزل و الکتریسته به ترتیب با ۵۳/۵۹ و ۳۹/۷۳ درصد بیش‌ترین نهاده‌های مصرف‌کننده انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای در آن منطقه بودند. کارایی انرژی ۰/۲۰ و بهره‌وری انرژی ۰/۰۰۷۵ کیلوگرم بر مگاژول اعلام شدند (ریحانی فراشاه و همکاران، ۲۰۱۳).

در استان خراسان رضوی نیز تحقیقاتی بر روی انرژی تولیدی برخی محصولات کشاورزی صورت گرفته است. در تحقیق بر روی تولید چغندرقند کارایی انرژی ۱۳/۴ و بهره وری انرژی ۰/۸ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد. سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم هم به ترتیب ۵۶/۹ و ۴۳/۱ درصد گزارش شد (اصغری پور و همکاران، ۲۰۱۲). در بررسی انرژی ورودی و خروجی تولید پیاز در استان خراسان رضوی دو نهاده الکتریسیته و کودهای شیمیایی به عنوان پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی گزارش شدند و کارایی انرژی ۱/۱۹ به دست آمد (حسن زاده و رضوانی، ۱۳۹۲). در بررسی انرژی تولید گندم آبی در استان خراسان رضوی کارایی انرژی برای دانه، کاه و مجموع "دانه و کاه" به ترتیب ۲/۶۵، ۲/۱۴ و ۴/۸ اعلام شد (طالقانی، ۱۳۹۰).

در سال‌های اخیر در مورد بررسی انرژی‌های ورودی تولید محصولات متراکم زیر پوشش نیز چندین تحقیق در ایران و سایر نقاط دنیا صورت گرفته است، که از آن‌ها می‌توان به ارزیابی انرژی تولید خیار گلخانه‌ای در استان تهران (محمدی و امید، ۲۰۱۰)، توت‌فرنگی گلخانه‌ای در استان تهران (بنائیان و همکاران، ۲۰۱۱)، تولید چهار محصول گلخانه‌ای گوجه فرنگی، فلفل، خیار و بادمجان در استان آنتالیا ترکیه (کاناکچی و اکینچی،۲۰۰۶)، گوجه فرنگی گلخانه‌ای در اندونزی (کاسواردهانی و همکاران، ۲۰۱۳) و خیار گلخانه‌ای در استان یزد (پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۳) اشاره کرد. تحقیقات دیگری نیز بر روی بررسی انرژی ورودی و خروجی محصولات کشاورزی صورت گرفته است (رامیدانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ رویان و همکاران، ۲۰۱۲ ؛ شیرازی و همکاران، ۲۰۱۲ ؛ طباطبائی و همکاران، ۲۰۱۳ ؛ رینکه و همکاران، ۲۰۱۳).

از آن جا که تاکنون تحقیقی جامع در مورد تحلیل انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی انجام نشده است و از طرفی با توجه به این که در تحقیقات صورت گرفته بر روی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در ایران، به برخی از نهاده‌های انرژی ورودی و همچنین انرژی خروجی کمپوست تولیدی توجهی نشده است. هدف از این مطالعه محاسبه کارایی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای و تعیین سهم انرژی ورودی هر یک از نهاده‌های مصرفی برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی است. بررسی تاثیر متغیرهایی از جمله وسعت بستر کشت سالیانه بر انرژی ورودی و خروجی تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی از دیگر اهداف این پژوهش می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه و روش نمونه گیری

منطقه مورد مطالعه استان خراسان رضوی بود. این تحقیق در سال ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. برای تعیین تعداد واحدهای مورد بررسی از فرمول کوکران (اسندکور و کوکران ۱۹۸۹) استفاده شد (فرمول های ۱ و ۲). براین‌اساس اندازه نمونه ۱۳ واحد تولیدی تعیین شد. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری به دست آمد.

$$n=\frac{N(S\times t)^2}{(N-1)d^2+(s\times t)^2} \quad (۱)$$

$$d=\frac{t\times s}{\sqrt{n}} \quad (۲)$$

در این رابطه t برابر است با ۱/۹۶(در سطح اطمینان ۹۵٪)، s پیش برآورد انحراف معیار جامعه، d دقت احتمالی مطلوب، N حجم جامعه و n حجم نمونه است.

۲-۲- روش تحلیل انرژی‌های ورودی و خروجی

در این تحقیق انرژی ورودی و خروجی تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی در سه سطح مختلف بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ متر مربع، ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ متر مربع و بیشتر از ۲۰۰۰۰ متر مربع محاسبه شد. با توجه به این که در سالیان اخیر، کمپوست باقی مانده پس از تولید قارچ دکمه‌ای به عنوان یک منبع انرژی و یا یک خروجی فرآیند تولید قارچ دکمه‌ای، که دارای ارزش اقتصادی است، شناخته شده است (مک کاهی و همکاران، ۲۰۰۳؛ سینگ و همکاران، ۲۰۱۲)، در این مطالعه کمپوست باقی مانده از پرورش قارچ دکمه‌ای نیز به عنوان یکی از خروجی‌های سامانه در نظر گرفته شد. همچنین،کود نیتروژن ۴۶ درصد کود اوره مصرفی در نظر گرفته شد (اردال و همکاران، ۲۰۰۷). معادل‌های انرژی ورودی و خروجی برای تولید قارچ دکمه‌ای در جدول (۱) ارائه شده است. کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی[۲]، انرژیویژه[۳]و افزوده انرژی[۴] مطابق فرمول‌های (۳) تا (۶) محاسبه شده است:

$$\text{کارایی انرژی}=\frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر مترمربع)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر مترمربع)}} \quad (۳)$$

$$\text{بهره وری}=\frac{\text{عملکرد(مترمربعبرکیلوگرم)}}{\text{ورودیانرژی (مترمربعبرمگاژول)}} \quad (۴)$$

$$\text{انرژی ویژه}=\frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر مترمربع)}}{\text{عملکرد (کیلوگرم بر مترمربع)}} \quad (۵)$$

$$\text{افزوده انرژی}=\text{انرژی خروجی (مگاژول بر مترمربع)}-\text{انرژی ورودی (مگاژول بر مترمربع)} \quad (۶)$$

در این تحقیق برای بررسی اثر انرژی‌های ورودی بر عملکرد از تابع کاب داگلاس استفاده شد. این تابع در تحقیقات زیادی برای تحلیل انرژی محصولات کشاورزی به‌کاررفته است (رامیدانی و

همکاران، ۲۰۱۱؛ محمدی و امید، ۲۰۱۰؛ بنائیان، ۲۰۱۱؛ طباطبائی و همکاران، ۲۰۱۲). شکل تابع مطابق فرمول (۷) است که در آن a_0 ضریب ثابت و e_i ضریب خطا است. در این مطالعه ده نهاده سموم شیمیایی (X_1)، سوخت (X_2)، آب (X_3)، نیروی انسانی (X_4)، ماشین‌ها (X_5)، پلاستیک (X_6)، کود نیتروژن (X_7)، کود مرغی (X_8)، دانه گندم (X_9) و کاه و کلش گندم (X_{10}) وجود دارد که تاثیر آن برقارچ تولیدی (Y) طبق رابطه (۸) بیان می‌شود.

$$\ln Y_i = a_0 + \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \ln(X_j) + e_i \qquad (۷)$$

$$\begin{aligned}\ln Y_i = {} & a_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 \\ & + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + \alpha_7 \ln X_7 + \alpha_8 \ln X_8 \\ & + \alpha_9 \ln X_9 + \alpha_{10} \ln X_{10} + e_i\end{aligned} \qquad (۸)$$

به نحوی مشابه، تاثیر ده نهاده سموم شیمیایی (X_1)، سوخت (X_2)، آب (X_3)، نیروی انسانی(X_4)، ماشین‌ها (X_5)، پلاستیک (X_6)، کود نیتروژن (X_7)، کود مرغی (X_8)، دانه گندم (X_9) و کاه و کلش گندم (X_{10}) بر خروجی های سامانه یعنی مجموع "قارچ و کمپوست" تولیدی (Y) طبق رابطه (۹) بیان می‌شود:

$$\begin{aligned}\ln Y_i = {} & b_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 \\ & + \beta_5 \ln X_5 + \beta_6 \ln X_6 + \beta_7 \ln X_7 + \beta_8 \ln X_8 \\ & + \beta_9 \ln X_9 + \beta_{10} \ln X_{10} + e_i\end{aligned} \qquad (۹)$$

b_0 ضریب ثابت و e_i ضریب خطا است. رابطه رگرسیونی انواع شکل‌های انرژی شامل انرژی های مستقیم[۵] (DE)، غیر مستقیم[۶] (IDE)، تجدیدپذیر[۷](RE) و تجدیدناپذیر[۸] (NRE) با عملکرد قارچ دکمه‌ای (Y) مطابق فرمول‌های (۱۰) و (۱۱) محاسبه شد:

$$\ln Y_i = \gamma_1 \ln DE + \gamma_2 \ln IDE + e_i \qquad (۱۰)$$

$$\ln Y_i = \delta_1 \ln RE + \delta_2 \ln NRE + e_i \qquad (۱۱)$$

در این رابطه Y_i عملکرد واحد iام و γ_iام ضرایب رگرسیونی فرم‌های مستقیم و غیرمستقیم انرژی و δ_iام ضرایب رگرسیونی شکل‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر انرژی هستند. به نحوی مشابه نیز رابطه رگرسیونی انواع شکل‌های انرژیبا عملکرد قارچ دکمه‌ای و کمپوست (Y) مطابق فرمول‌های (۱۲) و (۱۳) می‌باشند.

$$\ln Y_i = \sigma_1 \ln DE + \sigma_2 \ln IDE + e_i \qquad (۱۲)$$

$$\ln Y_i = \varphi_1 \ln RE + \varphi_2 \ln NRE + e_i \qquad (۱۳)$$

در این رابطه Y_i عملکرد واحد i ام و σ_iام ضرایب رگرسیونی فرم‌های مستقیم و غیرمستقیم انرژی و φ_iام ضرایب رگرسیونی شکل‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر انرژی هستند.

در این مطالعه برای تحلیل میزان تغییر در خروجی با توجه به میزان تغییر در ورودی ها از شاخص بازدهی به مقیاس استفاده شد. این شاخص از طریق جمع کردن ضرایب رگرسیونی به دست آمده برای هر یک از معادلات رگرسیونی ذکر شده، محاسبه می‌شود. درصورتی که مجموع این ضرایب بزرگ‌تر از یک باشند، بازدهی به مقیاس فزاینده است و در صورتی که کوچکتر از یک باشد، بازدهی به مقیاس کاهنده است. در صورتی که برابر با یک باشد، بازدهی به مقیاس ثابت خواهد بود (پیشگر کومله و همکاران الف،۲۰۱۲؛ مبتکر و همکاران، ۲۰۱۰).

اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار JMP4 تجزیه و تحلیل شدند و میانگین‌ها با آزمون LSD مورد مقایسه قرار گرفتند.

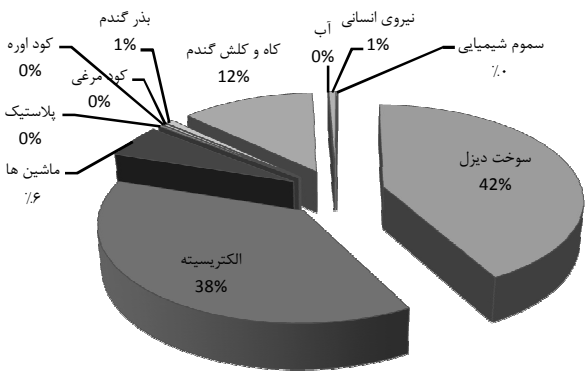
۳- نتایج و بحث

در جدول (۱) میزان نهاده‌های مصرفی در هر متر مربع بستر کشت سالیانه، معادل انرژی و محتوی انرژی آن‌ها آورده شده است. در تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی، نهاده سوخت با ۷۹/۷۶ درصد مصرف انرژی به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی شناخته شد (جدول ۲). در بررسی بر روی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در استان البرز دو نهاده سوخت دیزل و الکتریسیته به عنوان بیش‌ترین نهاده‌های مصرف‌کننده انرژی در تولیدگزارش شدند (ریحانی فراشاه و همکاران، ۲۰۱۳). در تولید قارچ دکمه‌ای در استان مازندران نیز انرژی تولید کمپوست و الکتریسیته بیش‌ترین نهاده‌های مصرف‌کننده انرژی بودند (قاسمی کردخیلی و همکاران، ۲۰۱۳). در بررسی‌های صورت گرفته بر روی تولید محصولات کشاورزی در ایران در بسیاری از موارد سوخت پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید بود (بنائیان و همکاران، ۲۰۱۱؛ تاکی و همکاران، ۱۳۹۱؛ مبتکر و همکاران، ۲۰۱۰). از دلایل مصرف بالای سوخت در ایران می توان به قیمت نسبتا پایین حامل‌های انرژی که هنوز به قیمت واقعی خود نرسیده‌اند، اشاره کرد. لذا کشاورزان به مدیریت و مصرف این نهاده با ارزش انرژی توجه کمی نموده و کاربرد ماشین‌های فرسوده با عمر بالا هنوز در ایران مقرون به صرفه است. با اجرای فاز دوم طرح هدفمندسازی یارانه‌ها و ادامه روند افزایشی قیمت حامل‌های انرژی در ایران، مدیران واحدهای تولیدی برای مقابله با چالش پیش‌رو می‌بایست با اتخاذ اقدامات بهینه‌سازی انرژی و جایگزینی ماشین‌های فرسوده با ماشین‌های کارا از نظر مصرف انرژی در جهت مدیریت مصرف انرژی در واحد تولیدی خود گام بردارند.

کاه و کلش گندم و ماشین‌ها به ترتیب با ۱۲/۴۰ و ۵/۵۹ درصد، بیش‌ترین نهاده‌های مصرف‌کننده انرژی پس از سوخت در تولید قارچ دکمه‌ای بودند (شکل ۱). نهاده‌های سموم شیمیایی، نیروی انسانی، کود مرغی، پلاستیک و دانه گندم هر کدام به تنهایی کم‌تر از یک درصد از مصرفی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای را به خود اختصاص دادند. کود نیتروژن نیز ۰/۲۹ مصرف انرژی تولید قارچ دکمه‌ای را داشت و این نهاده توسط بخشی از واحدهای تولیدی مصرف می‌شد و چند واحد تولیدی از کود اوره استفاده ننموده یا به مقدار کمی استفاده می‌نمودند.

نتایج بررسی انرژی ورودی و خروجی سه سطح بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ مترمربع، ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ مترمربع و بیش‌تر از ۲۰۰۰۰ متر مربع در جدول (۲) آورده شده است. نتایج بیانگر این بود که میزان انرژی ورودی در واحدهایی با مساحت بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ مترمربع، ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ مترمربع و بیش تر از ۲۰۰۰۰

مترمربع به ترتیب برابر ۲۵۰۶/۵۳، ۲۴۴۲/۷۳ و ۲۴۸۶/۹۱ مگاژول بر مترمربع است. واحدهایی با بستر کشت سالیانه بین ۷۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ مترمربع از انرژی ورودی کم‌تری بر واحد سطح برخوردار بودند. در بررسی انرژی تولید خیار گلخانه‌ای در استان یزد، انرژی ورودی گلخانه‌هایی با مساحت زیر ۲۵۰۰ متر مربع، ۵۵۰۰-۲۵۰۰ و بیش‌تر از ۵۵۰۰ متر مربع به ترتیب ۱۲۶۷۴۵۴، ۱۳۹۸۹۳۹، ۱۱۸۳۵۶۸ مگاژول بر هکتار گزارش شد و گلخانه‌هایی با بیش از ۵۵۰۰ مترمربع از انرژی ورودی کم‌تری بر واحد سطح برخوردار بودند (پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۳). در تحقیق بر روی انرژی تولید گندم در اصفهان زمین‌هایی با مساحت کم‌تر از یک هکتار، یک تا سه هکتار و بیش‌تر از سه هکتار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند، زمین‌هایی با مساحت یک تا سه هکتار از انرژی ورودی کم‌تری بر واحد سطح برخوردارند (خوشنویسان و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل (۱): سهم انرژی‌های ورودی برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی

جدول (۱): مقدارنهاده‌های مصرف شده ومعادل انرژی آن‌ها درتولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی

	واحد unit	مقدار مصرف unit m^{-2}	معادل انرژی MJ $unit^{-1}$	منبع
ورودی‌ها				
۱. سموم شیمیایی				
قارچ کش	kg	۰/۰۰۲	۲۱۶	(رفیعی و همکاران، ۲۰۱۰)
حشره کش	kg	۰/۰۰۲	۱۰۱/۲	(رفیعی و همکاران، ۲۰۱۰)
۲. سوخت				
سوخت دیزل	Lit		۵۶/۳۱	(مبتکر و همکاران، ۲۰۱۰)
الکتریسیته	kWh	۷۹/۱۳	۱۱/۹۳	(مبتکر و همکاران، ۲۰۱۰)
۳. آب	m^3	۰/۱۲	۱/۰۲	(ازکان و همکاران، ۲۰۰۷)
۴. نیروی انسانی				
مرد	hr	۲/۷۸	۱/۹۶	(سینگ و همکاران، ۱۹۹۴)
زن	hr	۱/۰۴	۱/۵۷	(سینگ و همکاران، ۱۹۹۴)
۵. ماشین‌ها	hr		۶۲/۷	(سینگ و میتال، ۱۹۹۲)
۶. پلاستیک	kg	۰/۱۹۰	۴۵	(والتر و همکاران، ۲۰۰۰)
۷. کود نیتروژن	kg	۰/۱۱	۶۶/۱۴	(ازکان و همکاران، ۲۰۱۱)
۸. کود مرغی	kg	۱۶/۷۶	۰/۳	(پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۳)
۹. دانه گندم	kg	۰/۷۱	۲۵	(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)
۱۰. کاه و کلش گندم	kg	۲۴/۶۰	۱۲/۵	(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)
خروجی ها				
قارچ دکمه ای	kg	۱۶/۷۲	۱/۶۲۷۵	(قاسمی کردخیلی و همکاران، ۲۰۱۳؛ باروس و همکاران، ۲۰۰۸)
کمپوست باقی مانده	kg	۸۵/۵۵	۴/۶	(مک‌کاهی و همکاران، ۲۰۰۳)

میانگین وزنی مجموع انرژی ورودی در سه سطح متفاوت مساحتی برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی ۲۴۸۰/۸۶ مگاژول بر مترمربع محاسبه شد (جدول ۲). در حالی‌که میزان انرژی ورودی برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان مازندران ۳۴۰۵۱/۲۲ مگاژول بر مترمربع گزارش شد (قاسمی کردخیلی و همکاران، ۲۰۱۳). میزان انرژی ورودی بر واحد سطح برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی کم‌تر از استان مازندران می‌باشد. تفاوت انرژی ورودی نهاده نیروی انسانی در واحدهایی با مساحت بستر کشت زیر ۷۰۰۰ مترمربع با واحدهایی با مساحت بستر کشت سالیانه بیش از ۲۰۰۰۰ مترمربع در سطح پنج درصد معنی‌دار محاسبه شد و واحدهای با مساحت بیش از ۲۰۰۰۰ مترمربع بستر کشت سالیانه، از انرژی ورودی کم‌تر نیروی انسانی بر واحد سطح برخوردار بودند.

جدول (۲): میزان انرژی‌های ورودی وخروجی برای تولید قارچ دکمه‌ای در سطوح مختلف بستر کشت سالیانه ($MJ\ m^{-2}$)

	$<۷۰۰۰ m^2$	$۷۰۰۰-۲۰۰۰ m^2$	$>۲۰۰۰۰ m^2$	میانگین وزنی	درصد
ورودی‌ها					
۱. سموم شیمیایی	۲/۲۶a	۲/۶۴b	۳/۳۷c	۲/۷۲	۰/۱۱
قارچ‌کش	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۵۳	۲/۲۹	
حشره‌کش	۱/۹۱	۲/۲۱	۲/۸۴	۰/۴۳	
۲. سوخت	۱۹۷۷/۷۹	۱۹۴۸/۱۱	۲۰۱۰/۴۰	۱۹۷۸/۶۹	۷۹/۷۶
دیزل	۱۰۸۵/۸۶	۹۷۲/۶۳	۱۰۳۲/۵۲	۱۰۳۴/۶۱	
الکتریسیته	۸۹۱/۹۲	۹۷۵/۴۸	۹۷۷/۸۹	۹۴۴/۰۸	
۳. آب	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۰۵
۴. نیروی انسانی	۱۸/۳۷a	۱۲/۷۴ab	۱۱/۱۷b	۱۴/۴۲	۰/۵۸
۵. ماشین‌ها	۱۷۹/۰۲	۱۰۵/۴۱	۱۲۱/۵۵	۱۳۸/۶۹	۵/۵۹
ماشین‌ها برای حمل‌ونقل	۱۷۳/۴۳	۹۹/۰۲	۱۱۴/۲۳	۱۳۲/۳۲	
۶. پلاستیک	۷/۹۸	۹/۳۷	۸/۴۸	۸/۵۶	۰/۳۴
۷. کود نیتروژن	۶/۶۰	۹/۴۱	۵/۷۷	۷/۲۱	۰/۲۹
۸. کود مرغی	۴/۷۸	۵/۱۸	۵/۱۹	۵/۰۳	۰/۲۰
۹. دانه گندم	۱۷/۰۵	۱۹/۳۷	۱۷/۳۶	۱۷/۸۶	۰/۷۲
۱۰. کاه و کلش گندم	۲۹۲/۵۷	۳۳۰/۳۹	۳۰۳/۵۰	۳۰۷/۵۷	۱۲/۴۰
مجموع انرژی ورودی	۲۵۰۶/۵۳	۲۴۴۲/۷۳	۲۴۸۶/۹۱	۲۴۸۰/۸۶	۱۰۰
مجموع انرژی خروجی	۳۸۸/۹۶	۴۲۳/۰۸	۴۱۳/۳۰	۴۰۶/۹۵	

***حروف متفاوت (a, b, c) نشانه تفاوت معنی‌دار میانگین ها در سطح پنج درصد است.**

تفاوت انرژی ورودی نهاده سموم شیمیایی در سه سطح متفاوت بستر کشت سالیانه مورد بررسی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و واحدهایی با بستر کشت سالیانه کم‌تر از ۷۰۰۰ متر مربع از انرژی ورودی سموم شیمیایی کم‌تری بر واحد سطح برخوردار بودند. واحدهایی با بستر کشت سالیانه ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ متر مربع به دلیل استفاده کم‌تر از سوخت دیزل و الکتریسیته در واحد سطح، از انرژی مصرفی کمتر نهاده سوخت برخوردار بودند و همچنین واحدهایی که کمپوست اولیه را از محل دیگری خریداری می‌نمودند، هزینه و انرژی مضاعفی بابت سوخت و ماشین‌های مصرفی پرداخت می‌نمودند. در چند مطالعه انرژی مصرفی ماشین‌ها برای تولید محصولات کشاورزی با افزایش مساحت تحت کشت بر واحد سطح کاهش یافت (اسنگون و همکاران، ۲۰۰۷؛پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۱ب؛پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۲). انرژی ورودی نهاده دانه گندم در واحدهایی با بستر کشت سالیانه ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ متر مربع کم‌تر از واحدهایی با مساحت بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ مترمربع و بیش‌تر از ۲۰۰۰۰ متر مربع به‌دست آمد.

شاخص‌های انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی در جدول (۳) ارائه شده است. کارایی انرژی در سه سطح مختلف بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ مترمربع، ۷۰۰۰-۲۰۰۰۰ مترمربع و بیش از ۲۰۰۰۰ مترمربع بستر کشت سالیانه برای تولید قارچ دکمه‌ای و کمپوست به ترتیب ۰/۱۵۶، ۰/۱۷۲ و ۰/۱۶۸ محاسبه شد. کارایی انرژی واحدهایی با مساحت بستر کشت سالیانه ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ متر مربع به دلیل مدیریت و مصرف بهینه دو نهاده ماشین‌ها و سوخت دیزل، بیش‌تر از واحدهای با مساحت بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ متر مربع و بالاتر از ۲۰۰۰۰ متر مربع به دست آمد. مجموع انرژی خروجی در واحدهایی با مساحت بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ مترمربع، ۷۰۰۰-۲۰۰۰۰ مترمربع و بیش تر از ۲۰۰۰۰ مترمربع به ترتیب برابر ۳۸۸/۹۶، ۴۲۳/۰۸، ۴۱۳/۳۰ مگاژول بر مترمربع بود. واحدهایی بامساحت بستر کشت سالیانه ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ متر مربع از مقدار انرژی خروجی بیش‌تری بر واحد سطح برخوردارند و میزان قارچ و کمپوست تولیدی در آن‌ها بیش‌تر است. میانگین کارایی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای و کمپوست ۰/۱۶۴ به دست آمد (جدول ۳). کارایی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در استان مازندران ۰/۲۰ اعلام شد (ریحانی فراشاه و همکاران، ۲۰۱۳). در مطالعات مشابهی بر روی تولید محصولات گلخانه‌ای، کارایی انرژی تولید چهار محصول گوجه فرنگی، فلفل، خیار و بادمجان در استان آنتالیا ترکیه به ترتیب ۰/۳۲، ۰/۱۹، ۰/۳۱ و ۰/۲۳ گزارش شد (کاناکچی و اکینچی، ۲۰۰۶).

جدول (۳): شاخص های انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی

درصد	میانگین وزنی	سطوح بستر کشت سالیانه >۲۰۰۰۰ m^2	۷۰۰۰ -۲۰۰۰۰ m^2	< ۷۰۰۰ m^2	واحد	
	۰/۱۶۴	۰/۱۶۸	۰/۱۷۲	۰/۱۵۶	-	کارایی انرژی (تولید قارچ و کمپوست)
	۰/۰۱۱۰	۰/۰۱۱۵	۰/۰۱۱۰	۰/۰۱۰۶	-	کارایی انرژی (تولید قارچ)
	۰/۰۴۰	۰/۰۴۱	۰/۰۴۲	۰/۰۳۸	کیلوگرم بر مگا ژول	بهره وری انرژی (تولید قارچ و کمپوست)
	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۶	کیلوگرم بر مگا ژول	بهره وری انرژی (تولید قارچ)
	۲۵/۱۴	۲۴/۵۷	۲۴/۲۲	۲۶/۳۲	مگا ژول بر کیلوگرم	انرژی ویژه (تولید قارچ و کمپوست)
	۱۴۹/۳۲	۱۴۳/۰۷	۱۴۹/۱۱	۱۵۴/۴۹	مگا ژول بر کیلوگرم	انرژی ویژه (تولید قارچ)
	-۲۰۷۳/۹۲	-۲۰۷۳/۶۱	-۲۰۱۹/۶۵	-۲۱۱۷/۵۷	مگا ژول بر مترمربع	افزوده انرژی (تولید قارچ و کمپوست)
	-۲۴۵۳/۶۵	-۲۴۵۸/۶۳	-۲۴۱۵/۷۱	-۲۴۸۰/۰۲	مگا ژول بر مترمربع	افزوده انرژی (تولید قارچ)
۸۰/۳۴	۱۹۹۳/۲۳	۲۰۲۱/۶۹	۱۹۶۰/۹۷	۱۹۹۶/۲۷	مگا ژول بر مترمربع	انرژی مستقیم[a]
۱۷/۷۳	۴۸۷/۶۳	۴۶۵/۲۲	۴۸۱/۷۶	۵۱۰/۲۶	مگا ژول بر مترمربع	انرژی غیر مستقیم[b]
۱۲/۵۴	۳۴۴/۹۹	۳۳۷/۳۳	۳۶۷/۸۰	۳۳۲/۸۸	مگا ژول بر مترمربع	انرژی تجدیدپذیرc
۷۷/۶۵	۲۱۳۵/۸۷	۲۱۴۹/۵۸	۲۰۷۴/۹۴	۲۱۷۳/۶۵	مگا ژول بر مترمربع	انرژی تجدیدناپذیر[d]

[a]انرژی های مستقیم شامل: سوخت، نیروی انسانی، آب آبیاری

[b] انرژی های غیر مستقیم شامل: سموم شیمیایی، کود مرغی، کود نیتروژن، کاه و کلش گندم، پلاستیک، دانه گندم و ماشین‌ها

[c]انرژی های تجدیدپذیر شامل: آب آبیاری، نیروی انسانی، کود مرغی، دانه گندم و کاه و کلش گندم

[d]انرژی های تجدیدناپذیر شامل: ماشین‌ها، سوخت، کود نیتروژن، سموم شیمیایی و پلاستیک

بررسی بر روی انرژی تولید خیار گلخانه‌ای در استان تهران نشان داد، که کارایی انرژی ۰/۶۴ است (محمدی و امید، ۲۰۱۰). در مطالعه مشابهی در استان تهران کارایی انرژی برای تولید گوجه فرنگی و خیار گلخانه‌ای به ترتیب ۱/۴۸ و ۰/۶۹ به دست آمد (حیدری و امید، ۲۰۱۱). در تحقیقی در اندونزی کارایی انرژی تولید گوجه فرنگی گلخانه ای ۰/۸۵ گزارش شد (کاناکچی و اکینچی، ۲۰۰۶). کارایی انرژی به دست آمده برای تولید قارچ دکمه‌ای در این مطالعه، از کارایی انرژی محصولات فوق‌الذکر کم‌تر و با درنظر گرفتن انرژی خروجی قارچ دکمه‌ای و کمپوست از کارایی انرژی تولید خیار گلخانه‌ای در استان یزد که برابر ۰/۱۰گزارش شد (پیشگر کومله و همکاران، ۲۰۱۳)، بیش‌تر می‌باشد.

کارایی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی نسبتا پایین بود و افزایش کارایی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در این منطقه مستلزم توجه بیش‌تر به تولید این محصول و آموزش کارکنان و مدیران این کارگاه‌ها با اصول نوین پرورش قارچ و اقدامات لازم برای مدیریت مصرف انرژی در واحد تولیدی است. کارایی انرژی برای تولید قارچ دکمه ای در واحدهایی با مساحت بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ مترمربع، ۷۰۰۰-۲۰۰۰۰ مترمربع و بیش‌تر از ۲۰۰۰۰ مترمربع به ترتیب ۰/۰۱۰۶، ۰/۰۱۱۰و ۰/۰۱۱۵ مگاژول بر مترمربع محاسبه شد. واحدهایی با مساحت بستر کشت بیش از ۲۰۰۰۰ مترمربع از کارایی بالاتری برای تولید قارچ دکمه‌ای برخوردار بودند، به دلیل این‌که تولید کمپوست کم‌تری بر واحد سطح نسبت به واحدهایی با مساحت ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ متر مربع داشتند، کارایی انرژی تولید کمپوست و قارچ دکمه‌ای در واحدهایی با بیش از ۲۰۰۰ مترمربع بستر کشت، کم‌تر از واحدهایی با مساحت بستر کشت ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ مترمربع به‌دست آمد.

در این مطالعه بهره‌وری انرژی برای تولید قارچ دکمه‌ای و کمپوست در سه سطح بستر کشت سالیانه زیر ۷۰۰۰ متر مربع، ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ متر مربع و بیش‌تر از ۲۰۰۰۰ مترمربع به ترتیب ۰/۰۳۸، ۰/۰۴۲ و ۰/۰۴۱ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد و میانگین وزنی بهره‌وری انرژی در سه سطح متفاوت مساحتی نیز ۰/۰۴۰ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد. بهره‌وری انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی نسبت به تولید محصولات دیگر کم‌تر بود (سماواتیان و همکاران، ۲۰۱۱؛کاناکچی و اکینچی، ۲۰۰۶؛ رجبی همدانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ کاسواردهانی و همکاران، ۲۰۱۳) و بیانگر این موضوع است که هر مگاژول انرژی مصرفی برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی کارایی نسبتا کمی به منظور تولید محصول دارد. افزوده انرژی در این مطالعه منفی شد. این مطلب بیانگراین است که مقدار انرژی خروجی، کم‌تر از میزان انرژی ورودی در تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی است. در بیشتر مطالعات صورت گرفته بر روی تولید محصولات کشاورزی،افزوده انرژی مثبت گزارش شده است (محمدی و همکاران، ۲۰۰۸؛ اوناکیتان و همکاران، ۲۰۱۰؛ محمدی و همکاران، ۲۰۱۰؛ رامیدانی و همکاران، ۲۰۱۱). در تولید برخی از محصولات نیز در بعضی نقاط این عدد منفی اعلام شده است (طباطبائی و همکاران، ۲۰۱۲: طباطبائی و همکاران ۲۰۱۳).

سهم انرژی مستقیم مصرفی برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی در حدود ۸۰/۳۴ درصد محاسبه شد و سهم انرژی‌های

غیرمستقیم مصرفی نیز برابر ۴۸۷/۳۶ مگاژول بر مترمربع محاسبه شد (جدول ۳). سهم انرژی های مستقیم و غیرمستقیم تولید قارچ دکمه‌ای در استان البرز به ترتیب ۶۸ و ۳۲ درصد گزارش شد (ریحانی فراشاه و همکاران، ۲۰۱۳). میزان انرژی‌های تجدیدپذیر ورودی در هر متر مربع از مساحت‌های بستر کشت زیر ۷۰۰۰ متر مربع، ۲۰۰۰۰-۷۰۰۰ متر مربع و بزرگتر از ۲۰۰۰۰ مترمربع به ترتیب ۳۲۲/۸۸، ۳۶۷/۸۰ و ۳۳۷/۳۳ مگاژول بر مترمربع به دست آمد و میانگین سهم انرژی‌های تجدیدپذیر تولید قارچ دکمه‌ای در منطقه ۱۲/۵۴ درصد محاسبه شد. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید قارچ دکمه‌ای در استان البرز ۱۶ درصد اعلام شد که از میزان انرژی های مصرفی تجدیدپذیر برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی بیش‌تر است (ریحانی فراشاه و همکاران، ۲۰۱۳). سهم انرژی‌های مستقیم و انرژی‌های تجدیدپذیر ورودی برای تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی از تولید گوجه‌فرنگی در ترکیه (چتینو واردر، ۲۰۰۸) بیش‌تر به‌دست آمد.

نتایج تحلیل رگرسیونی نشان داد که اثر نهاده‌های سموم شیمیایی، آب آبیاری، نیروی انسانی، کود مرغی و دانه گندم مصرفی بر روی عملکرد ستانده (قارچ دکمه‌ای و کمپوست) مثبت و اثر نهاده‌های سوخت، ماشین‌ها، پلاستیک، کود نیتروژن و کاه وکلش گندم مصرفی بر روی عملکرد منفی بود. همچنین اثر نهاده‌های سموم شیمیایی، نیروی انسانی، کود مرغی، دانه گندم و پلاستیک بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای مثبت و اثر نهاده‌های آب آبیاری، سوخت، ماشین‌ها، کود نیتروژن و کاه وکلش گندم بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای منفی بود (جدول ۴). نهاده انرژی دانه بیش‌ترین ضریب رگرسیونی (۸/۱۴۳) را در بین سایر نهاده‌ها بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای داشت. دومین نهاده‌ای که بعد از دانه بیش‌ترین ضریب رگرسیونی را به خود اختصاص داد، نهاده انرژی کاه و کلش گندم بوده ولی اثر آن به صورت منفی بود. نهاده انرژی کود مرغی بیش‌ترین ضریب رگرسیونی را در بین سایر نهاده‌ها بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای و کمپوست داشت. در مطالعه بر روی تولید خیار گلخانه‌ای در استان تهران اثر نهاده‌های نیروی انسانی، ماشین‌ها، سوخت دیزل، کود حیوانی، سموم شیمیایی، آب آبیاری و الکتریسیته بر روی عمکرد مثبت و تاثیر نهاده‌های کودهای شیمیایی و دانه بر روی عملکرد منفی گزارش شد (محمدی و امید، ۲۰۱۰). نهاده‌های نیروی انسانی، سوخت دیزل، کود حیوانی و الکتریسیته بیش‌ترین تاثیر را بر روی عملکرد خیار گلخانه‌ای در استان یزد داشتند (پیشگر کومله، ۲۰۱۳).

ضرایب رگرسیونی انواع انرژی برای تولید قارچ دکمه‌ای و کمپوست در جدول (۵) ارائه شده است. تاثیر انرژی مستقیم بر عملکرد قارچ دکمه‌ای مثبت و تاثیر انرژی غیر مستقیم بر عملکرد قارچ دکمه‌ای منفی محاسبه شد و انرژی غیرمستقیم ضریب رگرسیونی بیش‌تری داشت. تاثیر انرژی‌های تجدیدپذیر با ضریب رگرسیونی ۳/۹۶ بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای مثبت بود و تاثیراین شکل از انرژی بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای در سطح پنج درصد معنی‌دار محاسبه شد. تاثیر انرژی مستقیم بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای و کمپوست مثبت و تاثیر انرژی‌های غیرمستقیم بر عملکرد قارچ دکمه‌ای و کمپوست منفی شد و تاثیر انرژی مستقیم و غیر مستقیم بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای و کمپوست در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. تاثیر انرژی تجدیدپذیر با ضریب رگرسیونی ۸/۸۸ بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای و کمپوست مثبت بود و تاثیر این شکل انرژی بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای و کمپوست در سطح پنج درصد معنی‌دار محاسبه شد و این درحالی بود که تاثیر انرژی تجدیدناپذیر بر روی عملکرد قارچ دکمه‌ای و کمپوست منفی محاسبه شد.

جدول (۴): تاثیر متغیر های ورودی تولید قارچ دکمه ای بر عملکرد

نهاده ها	برای تولید قارچ دکمه ای		برای تولید کمپوست و قارچ دکمه ای	
	ضرایب	آماره t	ضرایب	آماره t
۱. سموم شیمیایی	۰/۱۹۵	۰/۵۳	۰/۰۳۳	۰/۵۳
۲. سوخت	-۰/۷۲۱	-۰/۹۰	-۰/۱۳۲	-۱/۰۰
۳. آب	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱
۴. نیروی انسانی	۰/۱۶۶	۰/۳۷	۰/۰۲۹	۰/۳۸
۵. ماشین‌ها	-۰/۰۴۹	-۰/۱۹	-۰/۰۰۸	-۰/۱۸
۶. پلاستیک	۰/۶۲۱	۰/۸۵	-۰/۱۶۵	-۱/۳۶
۷. کود نیتروژن	-۰/۳۸۴	-۱/۵۴	-۰/۰۵۵	-۱/۳۲
۸. کود مرغی	۱/۱۵۵	۱/۴۳	۰/۷۷۴	۵/۷۶*
۹. دانه گندم	۸/۱۴۳	۱/۶۴	۱/۳۰۲	۱/۵۸
۱۰. کاه و کلش گندم	-۷/۹۹۷	-۱/۵۱	-۰/۷۴۸	-۰/۸۵
R^2	۰/۹۶		۰/۹۹	
DW	۲/۹۵		۲/۹۲	
نرخ بازگشت به مقیاس $(\sum_{i=1}^{n} a_i)$	۱/۱۱۹		۱/۰۳۲	

*** معنی دار در سطح پنج درصد**

جدول (۵): تخمین ضرایب رگرسیونی انواع انرژی

نهاده‌ها	برای تولید قارچ دکمه ای		برای تولید کمپوست و قارچ دکمه ای	
	ضرایب	آماره t	ضرایب	آماره t
انرژی مستقیم	۱/۴۱	۴/۰۲*	۱/۴۷	۴/۸۳*
انرژی غیر مستقیم	-۰/۵۶	-۲/۰۶	-۰/۵۶	۲/۳۷*
R^2	۰/۶۶		۰/۷۵	
DW	۱/۵۷		۱/۲۰	
نرخ بازگشت به مقیاس $(\sum_{i=1}^{n} a_i)$	۰/۸۵		۰/۹۱	
انرژی تجدیدپذیر	۰/۶۸	۳/۹۶*	۰/۷۹	۸/۸۸*
انرژی تجدیدناپذیر	۰/۰۳	-۰/۱۴	-۰/۰۲	-۱۹
R^2	۰/۷۴		۰/۹۳	
DW	۳/۰۱		۲/۳۲	
نرخ بازگشت به مقیاس $(\sum_{i=1}^{n} a_i)$	۰/۷۱		۰/۷۷	

*** معنی‌دار در سطح پنج درصد**

۴- نتیجه‌گیری نهایی

۱- سوخت به عنوان پرمصرف‌ترین منبع انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی به دست آمد و از دلایل مصرف بالای سوخت برای پرورش قارچ دکمه‌ای، فرسودگی ماشین‌های مورد استفاده و قیمت نسبتا پایین سوخت در ایران می‌باشد.

۲- واحدهایی با بستر کشت سالیانه بین ۷۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ مترمربع از انرژی ورودی کم‌تری برای تولید قارچ دکمه‌ای و کمپوست بر واحد سطح برخوردار بودند.

۳- کارایی انرژی محاسبه شده در این مطالعه بیانگر کارایی نسبتا پایین انرژی در تولید قارچ دکمه‌ای در استان خراسان رضوی بود. افزایش کارایی انرژی تولید قارچ دکمه‌ای در این منطقه، مستلزم توجه بیش‌تر به فرآیند تولید و همچنین آموزش کارکنان با اصول نوین مدیریت انرژی و پرورش این محصول است.

منابع مورد استفاده

تاکی م، ی. عجب شیرچی، ر. عبدی، و م. اکبرپور، ۱۳۹۱. **تجزیه و تحلیل کارایی انرژی محصول خیار گلخانه‌ای به روش تحلیل پوششی داده ها مطالعه موردی (شهرستان شهرضا - استان اصفهان)**. نشریه ماشین‌های کشاورزی. جلد۲، شماره۱، نیمسال اول. صفحه: ۳۷-۲۸.

حسن زاده اول ف، و پ رضوانی مقدم، ۱۳۹۲. **ارزیابی کارایی انرژی و تحلیل اقتصادی تولید پیاز (*Allium cepa* L.) در استان خراسان رضوی**. نشریه اکولوژی کاربردی. سال دوم. شماره سوم. ص. ۱۰-۱.

طالقانی ا.، ۱۳۹۰. **ارزیابی کارایی انرژی در زراعت گندم آبی در استان خراسان رضوی**. مجله پژوهش در علوم زراعی. سال چهارم. شماره ۱۳. ص. ۵۱-۶۳.

بی‌نام. ۱۳۹۱. **خلاصه نتایج سرشماری از واحدهای پرورش قارچ خوراکی کشور**. مرکز آمار ایران.

Asgharipour, M. R., F. Mondani, and S. Riahinia. 2012. *Energy use efficiency and economic analysis of sugar beet production system in Iran: A case study in Khorasan Razavi province*. Energy 44: 1078-1084.

Banaeian, N., M. Omid, and H. Ahmadi. 2011. *Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production inTehran province of Iran*. Energy Conversion and Management 52: 1020-1025.

Barros, L., T. Cruz, P. Baptista, L.M. Estevinho, and I. C. F. R Ferreira. 2008. *Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals*. Food and Chemical Toxicology 46: 2742-2747.

Beheshti Tabar, I., A. Keyhani and S. Rafiee. 2010. *Energy balance in Iran's agronomy (1990–2006)*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14: 849-855.

Canakci, M. , and I. Akinci. 2006. *Energy use pattern analyses of greenhouse vegetable production*. Energy 31: 1243-1256.

Çetin, B., and A. Vardar. 2008. *An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey*. Renewable Energy 33: 428-433.

Erdal, G., K. Esengün, H. Erdal, and O. Gündüz. 2007. *Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey*. Energy 32: 35-41

Esengun, K., O. Gündüz and G. Erdal. 2007. *Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey*. Energy Conversion and Management 48: 592-598.

Heidari, M. D., and M. Omid. 2011. *Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran*. Energy 36: 220-225.

Khoshnevisan, B., S. Rafiee, M. Omid, M. Yousefi, and M. Movahedi. 2013. *Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks*. Energy 52: 333-338.

Kuswardhani, N., P. Soni, and G. P. Shivakoti. 2013. *Comparative energy input–output and financial analyses of greenhouse and open field vegetables production in West Java, Indonesia*. Energy 53: 83-92.

McCahey, S., J. T. McMullan, and B. C. Williams. 2003. *Consideration of Spent Mushroom Compost as a Source of Energy*. Developments in Chemical Engineering and Mineral Processing 11: 43-53.

Mobtaker, H. G., A. Keyhani, A. Mohammadi, S. Rafiee, and A. Akram. 2010. *Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran*. Agriculture, Ecosystems & Environment 137: 367-372.

Mohammadi, A., and M. Omid. 2010. *Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran*.Applied Energy 87: 191-196.

Mohammadi, A., S. Rafiee, S.S. Mohtasebi, and H. Rafiee. 2010. *Energy inputs – yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran*. Renewable Energy 35: 1071-1075.

Mohammadi, A, A. Tabatabaeefar, S. Shahin, and A. Keyhani. 2008. *Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province*. Energy Conversion and Management 49: 3566-3570.

Najafi, G., B. Ghobadian, and T.F. Yusaf. 2011. *Algae as a sustainable energy source for biofuel production in Iran*: A case study. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15: 3870-3876.

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

Ozkan B, Ceylan RF, Kizilay H. 2011. *Comparison of energy inputs in glasshouse double crop (fall and summer crops) tomato production*. Renewable Energy 36: 1639-1644.

Ozkan. B, C. Fert, and C. F. Karadeniz. 2007. *Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production*. Energy 32: 1500-1504.

Pishgar Komleh, SH., A. Keyhani, S. Rafiee, and P. Sefeedpary. 2011a.*Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran*. Energy 36: 3335-3341.

Pishgar Komleh SH., P. Sefeedpari, and S. Rafiee. 2011b. *Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran*. Energy 36: 5824-5831.

Pishgar Komleh SH., M. Ghahderijani, and P. Sefeedpari. 2012. *Energy consumption and CO_2 emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran*. Journal of Cleaner Production 33: 183-191.

Pishgar Komleh SH., M. Omid, and M. D. Heidari. 2013. *On the study of energy use and GHG(greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province*. Energy 59: 63-71

Qasemi Kordkheili, P., M. A. Asoodar, M. Taki, and M. S. Keramatii-e-Asl. 2013. *Energy Consumption Pattern And Optimization Of Energy Inputs Usage For Button mushroom production*. Internattional journal of agriculture research and review.vol.,3(2)361-373.

Rafiee, S., SH. Mousavi Avval, and A. Mohammadi. 2010.*Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran*. Energy 35: 3301-3306.

Rajabi Hamedani S., A. Keyhani, and R. Alimardani. 2011. *Energy use patterns and econometric models of grape production in Hamadan province of Iran*. Energy 36: 6345-6351.

Ramedani, Z., S. Rafiee, and M. D Heidari. 2011. *An investigation on energy consumption and sensitivity analysis of soybean production farms*. Energy 36: 6340-6344.

Reineke. H, N. Stockfisch, and B. Märländer. 2013. *Analysing the energy balances of sugar beet cultivation in commercial farms in Germany*. European Journal of Agronomy 45: 27-38.

Reyhani-Farashah H., A. Hemmati, A. Tabatabaeefar, and A. Rajabipour. 2013. *Optimization of energy consumption and cost saving for button mushroom production in Alborz province of Iran*. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. Vol., 5 (12), 1297-1306.

Royan. M., M. Khojastehpour, B. Emadi, and H. G. Mobtaker. 2012. *Investigation of energy inputs for peach production using sensitivity analysis in Iran*. Energy Conversion and Management 64: 441-446.

Samavatean, N., S. Rafiee, H. Mobli, and A. Mohammadi. 2011. *An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield, costs and income of garlic production in Iran*. Renewable Energy 36: 1808-1813.

Singh. R, O.P. Ahlawat, and A. Rajor. 2012. *Identification of the potential of microbial combinations obtained from spent mushroom cultivation substrates for use in textile effluent decolorization*. Bioresource Technology 125: 217-225.

Singh, S., and J. P. Mittal. 1992. *Energy in Production Agriculture*: Mittal Publications.

Singh, S., S. Singh, J. P. Mittal, C. J. S. Pannu, and B.S. Bhangoo. 1994. *Energy inputs and crop yield relationships for rice in Punjab*. Energy 19: 1061-1065.

Shirazi, A. M., A. Akram, S. Rafiee, SH. Mousavi Avval, and E. Bagheri Kalhor. 2012.*An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield in tangerine production*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16: 4515-4521.

Snedecor, G. W., and W. G. Cochran. 1989. *Statistical methods*: Iowa State University Press.

Tabatabaie, S. M. H, S. Rafiee, A. Keyhani, and M. D. Heidari. 2013. *Energy use pattern and sensitivity analysis of energy inputs and input costs for pear production in Iran*. Renewable Energy 51: 7-12.

Tabatabaie, S. M. H, S. Rafiee, and A. Keyhani. 2012. *Energy consumption flow and econometric models of two plum cultivars productions in Tehran province of Iran*. Energy 44: 211-216.

Unakitan, G., H. Hurma, and F. Yilmaz. 2010. *An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey*. Energy 35: 3623-3627.

Walters R. N., S. M. Hackett, and R. E. Lyon. 2000. *Heats of Combustion of High Temperature Polymers*. Fire and Materials 24, 245.

Investigation of Energy Consumption for Button Mushroom Production (*Agaricus Bisporus*) under Different Annual Growing Area in Khorasan Razavi Province

M. Saeedi[1], M. Khojastehpour[1*], M. Hossein Abbaspour-Fard[1], M. Farsi[2]and A. Nikkhah[1]

Received: 1 Oct 2013 Accepted: 22 Jun 2014
[1]Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashahd, Iran.
[4]Department of Crop Biotechnology and Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
*Coresponding author: mkhpour@um.ac.ir

Abstract

In this study, the energy consumption of button mushroom production in Khorasan Razavi province (Iran) was calculated. Data were collected from 13 production units with face to face questionnaire method. The production units were divided into three levels (categories) based on their area as: smaller than 7,000 m^2, 7,000-20,000 m^2 and larger than 20,000 m^2. The results showed that the energy input per areafor the production of button mushroom was 2,480.86 $MJ.m^{-2}$. In between the the different energy sources, the highest share of energy consumption belonged to fuel (79.76%) followed by wheat straw (12.40%) and machinery (5.59%). The Cobb-Douglass model results revealed that the wheat corn and poultry manure had the highest regression coefficient (1.30 and 0.77) among the other inputs (for button mushroom and by-product compost production). Furthermore, the effect of poultry manure input on button mushroom yield was significant at the level of 5%. The production units with cultivated area of 7,000-20,000 m^2 consumed the least amount of energy and had the highest energy ratio.

.**Keywords:** Energy, Button Mushroom, Cobb-Douglass, Fuel, Poultry Manure.

زیرنویس‌ها

[1]Energy ratio
[2]Energy productivity
[3]Specific energy
[4]Net energy
[5]Direct energy
[6]Indirect energy
[7]Renewable energy
[8]Non-renewable energy