نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۳۷۰-۳۶۳

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 24, No. 3, Fall 2010, p. 363-370

بررسی میزان کارایی و بهره وری انرژی در تولید گوجه فرنگی

(مطالعه موردی: شهرستان مرند)

مهری راعی جدیدی[1*]- مسعود همایونی فر[2]- محمود صبوحی صابونی[3]- وحید خردمند[4]

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۸
تاریخ پذیرش:۸۹/۸/۱۹

چکیده

هدف این مطالعه تعیین میزان انرژی ورودی و خروجی در تولید گوجه فرنگی درسطوح مختلف کشت گوجه فرنگی می‌باشد. داده های مورد نیاز از طریق مراجعه حضوری و تکمیل ۱۴۰ پرسش نامه از گوجه فرنگی کاران روستاهای مختلف شهرستان مرند به دست آمد. نتایج نشان داد که میزان انرژی مورد نیاز برای تولید گوجه فرنگی در منطقه، ۶۵/۲ گیگاژول در هکتار است که از این میزان حدود ۵۱ درصد سهم کودهای شیمیایی و ۲۱ درصد سهم آب مورد نیاز برای آبیاری می باشد. کارایی (نسبت) انرژی و بهره وری انرژی به ترتیب برابر با ۰/۶ و ۰/۷۴ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد. سهم انرژی تجدید پذیر از کل انرژی ورودی ۳۰/۹ درصد بود در حالیکه سهم انرژی تجدیدناپذیر ۶۹/۱ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد که مزارع متوسط در نسبت انرژی و بهره وری انرژی موفق تر بودند. با توجه به یافته ها پیشنهاد می شود که مدیریت بهتر مصرف انرژی مانند استفاده از کود های دامی بجای کود های شیمیایی، استفاده صحیح از ماشین آلات و اصلاح سیستم کشت می تواند کارایی انرژی را در منطقه بهبود ببخشد.

واژه های کلیدی: بهره وری انرژی، کارایی (نسبت) انرژی، گوجه فرنگی

مقدمه

بخش کشاورزی یک بخش حیاتی در اقتصاد ایران است و نقش مهمی در اشتغال، کمک به تولید ناخالص داخلی (GDP) و صادرات غیر نفتی را دارد، بطوریکه سهم بخش کشاورزی در GDP سال ۱۳۸۶ (به قیمت ثابت)، ۱۳ درصد و سهم اشتغال این بخش از کل اشتغال، ۲۵ درصد بوده است (۲).

مقدار انرژی که در سیستم های مختلف تولیدی زراعی مصرف می‌شود، نه فقط به نوع آن محصول بلکه به نوع مواد به‌کار گرفته شده در تولید آن محصول نیز بستگی دارد. به گونه‌ای که نحوه رفتار سیستم‌های مختلف زراعی در به‌کارگیری نهاده‌ها و منابع انرژی متفاوت بوده و در هر سیستم تولیدی کارایی انرژی حاصله متفاوت است به‌نحوی که می‌تواند منجر به ناپایداری کشاورزی گردد. اگر افزایش مصرف انرژی در بخش کشاورزی ادامه پیدا کند، تنها شانس تولیدکنندگان برای افزایش محصول کل، استفاده از نهاده بیشتر بجای گسترش زمین‌های قابل کشت خواهد بود. لذا مصرف انرژی در کشاورزی بصورت یک مساله درآمده است. یکی از روش‌های بسیار مفید در تحلیل و ارزیابی پایداری کشاورزی، استفاده از انرژی به عنوان ابزار محاسبه می‌باشد (۸). تحت این شرایط تجزیه و تحلیل داده – ستاده از نقطه نظر انرژی برای سیاستگذاران و طراحان فرصتی را فراهم می‌کند تا فعل و انفعالات مصرف انرژی را بطور اقتصادی ارزیابی کنند.

گوجه‌فرنگی، مهمترین ماده اولیه برای صنایع فرآوری گوجه-فرنگی است. کاشت گوجه‌فرنگی به عنوان یک منبع درآمدی و اشتغال برای بسیاری از خانواده های روستایی می باشد. شهرستان مرند با تولید بیش از ۱۴۵ هزار تن گوجه‌فرنگی در سال ۱۳۸۶، حدودا ۸۰- ۷۵ درصد از کل تولید استان آذربایجانشرقی را شامل می‌شود و از مناطق عمده کشت گوجه‌فرنگی در استان به‌شمار می‌آید.

در ادامه به برخی از مطالعاتی که در زمینه میزان مصرف انرژی در تولید گوجه‌فرنگی و تعیین کارایی آن انجام شده اشاره می شود.

پاشایی و همکاران (۳) در مطالعه‌ای به بررسی میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در گلخانه‌های استان کرمانشاه پرداختند. نتایج نشان داد که در گلخانه‌های مورد مطالعه

۱و۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: (Email: Mehri_Raei@yahoo.com
۲- استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- کارشناس ناظر گوجه فرنگی شهرستان مرند

Archive of SID
www.SID.ir

متوسط انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای ۰/۸۰۸۱ مگاژول بوده است. مقادیر متوسط بهره‌وری انرژی، متوسط افزوده خالص انرژی و کارایی (نسبت) انرژی نیز به ترتیب ۱/۳۲۷ کیلوگرم بر مگاژول، ۱۲۲۵/۴۲۶- مگاژول بر هکتار و ۰/۹۸۹۹ بدست آمد. اسنگان و همکاران (۱۲) به تحلیل مصرف انرژی در تولید گوجه فرنگی در استان توکات ترکیه پرداختند. نتایج نشان داد که مقدار انرژی مصرف شده در تولید گوجه فرنگی ۹۶۹۵۷/۳۶ مگاژول در هکتار است که از این مقدار حدوداً ۴۲ درصد مربوط به سوخت دیزل و ۳۸ درصد مربوط به کود شیمیایی و ماشین آلات است. کارایی (نسبت) انرژی، ۰/۸ و بهره‌وری انرژی ۱/۰۰ کیلوگرم مگاژول در هکتار بدست آمد. حدوداً ۷۶ درصد از کل انرژی ورودی، غیر قابل تجدید و ۲۲ درصد قابل تجدید بود. نتایج چتین و واردار (۹) در منطقه جنوب مارمارای ترکیه نشان داد که کل انرژی ورودی و خروجی برای تولید گوجه‌فرنگی، به ترتیب برابر با ۴۵/۵۳ و ۳۶/۳ گیگاژول در هکتار است که از این میزان، ۳۴/۸۲ درصد مربوط به انرژی سوخت است و انرژی کود شیمیایی و ماشین‌آلات در رتبه های بعدی قرار دارد و میزان کارایی و بهره‌وری انرژی را به ترتیب برابر با ۰/۸ و ۰/۹۹ کیلوگرم بر مگاژول برآورد کردند.

از آنجا که مطالعات اندکی به بررسی میزان مصرف انرژی در تولید گوجه فرنگی در کشور پرداخته است، هدف این مطالعه تعیین میزان انرژی ورودی و خروجی و نیز تعیین میزان کارایی و بهره وری انرژی در تولید گوجه فرنگی می باشد.

مواد و روش‌ها

اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از طریق مراجعه حضوری و تکمیل ۱۴۰ پرسش‌نامه از گوجه‌فرنگی کاران روستاهای مختلف شهرستان مرند در سال زراعی ۸۷-۸۶ جمع‌آوری شده است. قبل و حین تکمیل پرسش‌نامه نیز با صاحب‌نظران منطقه مورد بررسی در اداره جهادکشاورزی، مراکز خدمات کشاورزی، تعاونی‌های خدمات کشاورزی و همچنین مهندسین ناظر گوجه‌فرنگی، مصاحبه‌هایی انجام شد و دیدگاه‌ها و نظرات آنان در مورد وضعیت و مسائل کشت گوجه-فرنگی ، شیوه ارائه خدمات، بازار و سایر مسائل مورد پرسش قرار گرفت.

در این مطالعه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای استفاده شده است. کشاورزان بطور تصادفی از بین روستاهای منطقه مورد مطالعه انتخاب شدند. برای پیدا کردن حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شده است. کوکران برای محاسبه تعداد نمونه لازم در روش نمونه‌گیری تصادفی فرمول زیر را ارائه کرده است (۵):

$$n = \frac{Nt^2s^2}{Nd^2 + t^2s^2} \qquad (۱)$$

که در آن N، اندازه جامعه آماری یا تعداد زارعین (گوجه‌فرنگی کار)، t ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت به‌دست می‌آید. s^2، برآورد واریانس صفت مورد مطالعه در جامعه که در این‌جا واریانس کارایی انرژی در منطقه مورد مطالعه است، d دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله اطمینان) و n حجم نمونه است که تعداد ۱۴۰ کشاورز به دست آمد.

انرژی در کشاورزی می تواند به انرژی مستقیم و غیر مستقیم و انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم بندی شود (۶). انرژی مستقیم شامل انرژی های نیروی کار، سوخت و آب، انرژی غیرمستقیم شامل انرژی های بذر، کود شیمیایی، کود دامی، سموم و ماشین‌آلات می باشد. انرژی تجدیدپذیر شامل انرژی نیروی کار، بذر، کود دامی و آب بوده و انرژی تجدیدناپذیر، انرژی های سوخت، سموم، کود شیمیایی و ماشین‌آلات را شامل می شود. کارایی انرژی سیستم های کشاورزی با محاسبه نسبت انرژی ستانده به نهاده به دست می آید. در این مطالعه، مقادیر نیروی کار، ماشین‌آلات، سوخت مصرفی، کود شیمیایی، سموم، کود دامی، بذر و عملکرد گوجه‌فرنگی برای محاسبه نسبت انرژی استفاده شده اند. برای محاسبه مقدار انرژی مصرفی در انجام عملیات مختلف یا محتوای انرژی موجود در نهاده‌ها، از هم‌ارزها و فرمول‌های استخراج شده از منابع مختلف استفاده شده است که در زیر به آنها اشاره شده است:

انرژی سوخت مصرفی برای انجام عملیات مختلف

جهت محاسبه میزان مصرف سوخت تراکتور در عملیات‌های مختلف و همچنین دروگر از چندین روش می‌توان استفاده کرد. ملاک ما در این پژوهش جهت مصرف سوخت در یک هکتار، پاسخ رانندگان تراکتور (اکثراً خود کشاورزان) است که از طریق پرسش‌نامه گردآوری شده است. بعد از محاسبه میزان سوخت مصرفی در هر عملیات خاص (لیتر بر هکتار)، برای محاسبه انرژی معادل ذخیره شده در سوخت‌ها، با استفاده از جداول موجود در منابع (۱۴)، که معادل انرژی سوخت را برحسب مگاژول بر لیتر ارائه داده‌اند و با استفاده از فرمول زیر انرژی سوخت محاسبه شده است (۱۰):

$$E_p = Q_i \times E_i \qquad (۲)$$

که در آن:

E_p: انرژی سوخت بر حسب مگاژول بر هکتار (MJ/ha)، Q_i: مقدار سوخت مصرف شده بر حسب لیتر بر هکتار (L/ha)، E_i: انرژی معادل هر واحد سوخت بر حسب مگاژول بر لیتر (MJ/L) است.

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی ماشین ها، ابزار و ادوات

برای محاسبه مقدار انرژی ادوات و ماشین‌ها در هکتار لازم است وزن ماشین مورد استفاده در مزرعه، طول عمر ماشین و سطح متوسطی را که طی عمر، روی آن کار می کند را بدانیم. سپس بر اساس عمر ماشین و مدت کار سهم آن را برای هکتار به کیلوگرم محاسبه کنیم. برای محاسبه این مقدار انرژی، فرض بر این است که مقدار انرژی صرف شده برای تولید وسیله مورد نظر، طی عمر مفید آن مستهلک می شود که از رابطه زیر محاسبه می‌شود (۱۶):

$$ME = E\frac{G}{T} \times Q_h \qquad (۳)$$

که در آن:

ME: انرژی ماشین‌آلات بر حسب مگاژول بر هکتار (MJ/ha)، E: انرژی تولید ماشین‌آلات که برابر با عدد ثابت ۶۲/۷ مگاژول بر کیلوگرم است. G: وزن ماشین‌آلات بر حسب کیلوگرم (kg)، T: عمر مفید ماشین‌آلات بر حسب ساعت (h) و Q_h: میزان کل ساعات کار ماشین آلات در یک فصل زراعی در هکتار (h/ha) است.

انرژی لازم برای آبیاری

انرژی مصرفی در آب مورد نیاز گیاهان هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم محاسبه می‌گردد. در نوع مستقیم، انرژی لازم جهت بالا آوردن و تحت فشار قرار دادن آب مورد نیاز در هکتار می‌باشد. انرژی مستقیم از رابطه زیر محاسبه می شود (۱۴):

$$DE = \frac{\gamma g H Q}{\varepsilon_p \varepsilon_q} \qquad (۴)$$

که در آن:

DE: انرژی مستقیم بر حسب ژول بر هکتار (J/ha)، γ: چگالی آب ($1000\ Kg/m^3$)، g: شتاب گرانش (m/s^2)، Q: میزان کل آب مورد نیاز محصول در یک فصل زراعی بر حسب مترمکعب در هکتار (m^3/ha)، H: هد دینامیکی چاه، ε_p: بازدهی پمپ (تابع ارتفاع عمودی بالابر، سرعت و جریان آب) معمولا برابر ۰/۷ – ۰/۹ و ε_q: بازدهی کل تبدیل انرژی و توان (برای پمپ‌های برقی معمولا برابر ۰/۱۸ – ۰/۲ در نظر گرفته می‌شود) می باشد (۱۱).

انرژی بذر

میزان مصرف بذر در هر یک از سیستم‌ها براساس اظهارات کشاورزان در پرسش‌نامه به‌دست آمده است. در این تحقیق چون وسایل و امکان اندازه‌گیری انرژی موجود در مواد شیمیایی (بذر، کود و سم) وجود نداشت، از اندازه‌گیری‌های انجام شده در سایر کشورها استفاده شده است. ولی به دلیل تفاوت بین مقادیر، سعی شده از منابع موثق‌تر استفاده شود (۷ و ۱۲). مقدار انرژی بذر از رابطه زیر به دست می‌آید (۱۴):

$$E_s = W_i \times E_i \qquad (۵$$

که:

E_s: انرژی بذر در هکتار (MJ/ha)، W_i: وزن بذر مصرفی در هکتار (Kg/ha)، E_i: انرژی موجود در هر کیلوگرم بذر (MJ/Kg) می باشد.

انرژی کودهای شیمیایی

به منظور تعیین میزان انرژی مصرفی کود بایستی درصد عنصر خالص را در انرژی ساخت هر واحد ضرب نمود، چرا که انرژی عمده تهیه کود مربوط به این بخش است. جمع انرژی مصرفی شامل تولید، بسته‌بندی، حمل و نقل می‌باشد. به هر حال با توجه به انرژی موجود در نهاده کود که از منابع مختلف گردآوری شده است (۱۳، ۱۴ و ۱۷)، همچنین با استفاده از میزان کود مصرفی در هکتار که از اطلاعات کشاورزان و از طریق پرسش‌نامه به‌دست آمد، انرژی محتوای کود به صورت ذیل محاسبه شده است:

$$E_f = W_t \times E_i \qquad (۶)$$

که:

E_f: انرژی کود در هکتار(MJ/ha)، W_t: وزن کود مصرفی در هکتار (Kg/ha)، E_i: انرژی موجود در هر کیلوگرم کود (MJ/Kg) می باشد.

انرژی سم

برای تعیین میزان انرژی مصرفی سم در هکتار نیز بعد از تعیین میزان سم‌های مختلف در هکتار که از اطلاعات زارعین در پرسش-نامه برای محصولات مختلف به دست آمد و با توجه به هم‌ارزهای موجود در منابع (۱۴ و ۱۹)، مقدار انرژی واحد را در مقدار سم در هکتار ضرب نموده و انرژی مصرفی در هکتار حساب می‌گردد.

$$E_p = W_p \times E_i \qquad (۷)$$

که در آن:

E_p: انرژی سم مصرفی در هکتار (MJ/ha)، W_p: مقدار مصرف سم در هکتار (L/ha)، E_i: انرژی موجود در هر واحد سم (MJ/L) است.

انرژی نیروی انسانی (کارگری)

جهت محاسبه انرژی مصرفی نیروی انسانی، با توجه به اطلاعات موجود در پرسش‌نامه، تعداد کارگر موردنیاز برای هر عملیات، همچنین زمان انجام عملیات توسط هر کارگر مشخص می‌شود، سپس از طریق منابع و جداول (۱۳، ۱۴ و ۱۵)، هم‌ارز انرژی نیروی

Archive of SID

www.SID.ir

انسانی را در تعداد نفرات ضرب نموده و انرژی مصرفی بر حسب ساعت حساب می‌شود. سپس تعداد ساعات کاری هر نفر را نیز حساب کرده و در نهایت انرژی مصرفی برای نیروی انسانی را محاسبه می‌کنیم:

$$E_l = W_l \times E_i \qquad (۸)$$

که در آن:

E_l: انرژی کارگری در هکتار (MJ/ha)، W_l: تعداد کارگر در هکتار (n/ha)، E_i: انرژی موجود به ازای هر کارگر (MJ/n) است.

اطلاعات انرژی نهاده ها و ستانده (عملکرد گوجه فرنگی)، با استفاده از نرم‌افزار های Excel و SPSS 15 تجزیه وتحلیل می شوند. براساس هم ارزهای انرژی نهاده و ستاده که در جدول ۲ آمده است، نسبت (کارایی) انرژی[1] و بهره وری انرژی[2] به صورت زیر محاسبه می شود (۱۶):

$$\text{کارایی (نسبت) انرژی} = \frac{\text{انرژی ستاده } (\text{MJ ha}^{-1})}{\text{انرژی نهاده } (\text{MJ ha}^{-1})} \qquad (۹)$$

$$\text{بهره وری انرژی} = \frac{\text{ستاده } (\text{kg ha}^{-1})}{\text{انرژی نهاده } (\text{MJ ha}^{-1})} \qquad (۱۰)$$

نتایج وبحث

مقدار نهاده استفاده شده در تولید گوجه‌فرنگی (مقادیر فیزیکی نهاده ها به ازاء هر هکتار)، هم ارز های انرژی نهاده و ستاده و شاخص‌های انرژی (نسبت انرژی و بهره وری انرژی)، به ترتیب در جداول (۱) و (۲) آورده شده است.

جدول (۱) نشان می‌دهد که گوجه‌فرنگی یک محصول کاربر است و به طور متوسط ۱۰۹۳/۲ ساعت نیروی کار در هکتار برای تولید گوجه‌فرنگی مورد نیاز است که بیشترین میزان به ترتیب مربوط به عملیات برداشت (۳۵/۹ درصد)، خاکدهی پای بوته، وجین‌کاری (۲۸/۶ درصد) و آبیاری (۲۰/۱ درصد) می‌باشد. نیروی کار مورد نیاز برای تولید گوجه‌فرنگی در سطوح بالای ۱/۵ هکتار به میزان ۱/۱ درصد کمتر از سطوح کوچک‌تر است. میزان ماشین‌آلات مورد نیاز به طور متوسط ۴۶/۳ ساعت در هکتار با متوسط مصرف سوخت ۱۵۳/۵ لیتر در هکتار است. کود شیمیایی در مزارع متوسط (بین ۰/۶ تا ۱/۵ هکتار)، کمترین میزان (۸۷۰/۹ کیلوگرم در هکتار) را داراست. کود فسفاته با متوسط ۴۱۸/۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین سهم را دارد. متوسط میزان آب مورد نیاز برای آبیاری ۱۳۲۲۳/۵ مترمکعب در هکتار می‌باشد، به طوری که در سطوح بزرگ‌تر، کمتر از سطوح کوچک‌تر مورد نیاز است. بیشترین میزان عملکرد در سطوح بین ۰/۶ تا ۱/۵ هکتار است (۴۸۹۹۳ کیلوگرم در هکتار) و به طور متوسط ۴۸۲۲۷/۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمده است.

بر اساس هم‌ارزهای انرژی ورودی و خروجی محاسبه شده برای گوجه‌فرنگی که در جدول ۲ آورده شده است، کمترین میزان انرژی ورودی، مربوط به سطوح بین ۰/۶ تا ۱/۵ هکتار بوده و به طور متوسط ۶۵/۲ گیگاژول در هکتار است. به نظر می‌رسد در این سطح از مزارع، به دلیل مدیریت بهتر در مصرف کود شیمیایی، که حدوداً ۵۱ درصد از کل انرژی ورودی را شامل می‌شود، میزان انرژی ورودی کاهش یافته است. انرژی سوخت و ماشین‌آلات با افزایش اندازه مزارع، افزایش یافته و به طور متوسط به ترتیب برابر با ۲/۹ و ۸/۶ گیگاژول در هکتار است. کود شیمیایی در سطوح بین ۰/۶ تا ۱/۵ هکتار، نسبت به بقیه سطوح، کمترین میزان انرژی (۳۰/۴ گیگاژول در هکتار) را دارد. کود اوره با متوسط مصرف انرژی ۲۶/۹ گیگاژول در هکتار، بیشترین سهم (۴۱/۲ درصد)، از انرژی کود را به خود اختصاص داده است. میزان انرژی آب مصرفی با افزایش سطح زیر کشت کاهش پیدا کرده و از ۱۳۶۱۹/۱ مگاژول در هکتار به ۱۳۳۴۲/۴ مگاژول در هکتار رسیده و به طور متوسط برابر ۱۳/۵ گیگاژول در هکتار می‌باشد. انرژی مربوط به کود دامی و سموم در مزارع متوسط بیشتر از سایر سطوح است و به ترتیب برابر با ۴۵۳۶/۴ و ۲۶۸ مگاژول در هکتار می‌باشد. سطوح بین ۰/۶ تا ۱/۵ هکتار، بیشترین میزان انرژی خروجی را دارد و به طور متوسط برابر با ۳۸/۶ گیگاژول در هکتار برآورد شد. میزان کارایی (نسبت) انرژی به طور متوسط در منطقه برابر با ۰/۶ است.

کارایی انرژی کمتر از یک در تمام سطوح، به معنی ناکارآمدی کشت گوجه‌فرنگی از نظر انرژی در منطقه می‌باشد. متوسط میزان انرژی ورودی جهت کشت گوجه‌فرنگی ۶۵/۲ گیگاژول در هکتار است و از آن طرف با متوسط انرژی خروجی ۳۸/۶ گیگاژول در هکتار (یعنی تقریبا یک دوم انرژی ورودی) مواجه هستیم. این عدم کارایی ناشی از کشت سنتی (جوی و پشته) گوجه‌فرنگی، عدم مدیریت صحیح نهاده ها به‌خصوص کود شیمیایی و آب می باشد. متوسط میزان آب مورد نیاز در طی دوره رشد گوجه فرنگی از سوی کارشناسان ۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰ مترمکعب در هکتار اعلام شده است (۴) که به دلیل سیستم کشت جوی و پشته، متوسط میزان آب در منطقه ۱۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار به دست آمده است، این در حالی است که نیاز کودی آن به میزان ازت ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و پتاس ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اعلام شده است (۴). بهره‌وری انرژی نیز در تمام سطوح نسبتا

1- Energy Ratio (Energy efficiency)
2- Energy Productivity

Archive of SID

www.SID.ir

بزرگ می‌باشد و به این معنی است که هر واحد انرژی به طور متوسط می‌تواند فقط ۰/۷۴ کیلوگرم محصول تولید کند.

در مطالعه ای کـه اسـنگان و همگـاران (۱۲)، در اسـتان توکـات ترکیه انجام دادند میزان کارایی انرژی در تولید گوجـه فرنگـی را ۰/۸ محاسبه کردند. همچنین نسبت انرژی و بهره وری انـرژی در تحقیـق اوزکان و همکاران (۱۸) بـر روی گوجـه فرنگـی در منطقـه آنتالیـای ترکیه به ترتیب ۰/۸ و ۰/۹۹ کیلوگرم بر مگـاژول بـه دسـت آمـد. در ایران نیز مطالعه پاشایی و همکاران (۳)، در تولید گوجه فرنگی گلخانه ای نشان داد که نسبت انرژی و بهره وری انرژی به ترتیـب برابـر بـا ۰/۹۹ و ۱/۲ کیلوگرم بر مگاژول می باشـد. مقایـسه نتـایج مطالعـات انجام شده با نتایج تحقیق حاضر نیز نشان می دهد که نـسبت انـرژی تقریبا در همه مطالعات کمتر از یـک بـوده کـه بـه معنـی ناکارامـدی کشت گوجه فرنگی از نقطه نظر انرژی می باشد.

جدول ۱- میزان نهاده و ستاده برای محصول گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف

	اندازه مزارع (هکتار)			میانگین
	زیر ۰/٦	بین ۰/٦ تا ۱/۵	بالای ۱/۵	
الف- نهاده				
نیروی کار (h/ha)	۱۰۹۰/۱۹	۱۱۱۰/۷۸	۱۰۷۸/۶	۱۰۹۳/۲
آماده سازی زمین	۳۷/۵	۳۷/۵	۳۹/۱	۳۸/۰۳
کاشت	۴۸	۵۰/۲	۴۹/۳	۴۹/۲
خاکدهی و وجین‌کاری	۳۲۲/۴۹	۳۲۵/۹	۲۹۱/۲	۳۱۳/۲
عملیات کودپاشی	۳۱/۳	۲۷/۸۸	۳۱/۳	۳۰/۲
عملیات سم‌پاشی	۲/۷	۲/۱	۲/۷	۲/۵
آبیاری	۲۲۵/۲	۲۱۷/۹	۲۱۶/۷	۲۱۹/۹
برداشت	۳۷۶/۸	۴۰۰/۹	۴۰۱/۲	۳۹۲/۹
حمل و نقل	۴۶/۲	۴۸/۴	۴۷/۱	۴۷/۲
۲- ماشین‌آلات (h/ha)	۴۶	۴۵/۸	۴۷	۴۶/۳
آماده سازی زمین	۱۳/۲	۱۳/۱	۱۳/۴	۱۳/۲
عملیات کودپاشی	۲/۸	۲/۸	۳/۲	۲/۹
عملیات سم‌پاشی	۱/۸	۱/۲	۱/۳	۱/۴
حمل و نقل	۲۸/۲	۲۸/۷	۲۹/۱	۲۸/۷
۳- سوخت (L/ha)	۱۵۲/۲	۱۵۲/۳	۱۵۵/۹	۱۵۳/۵
آماده سازی زمین	۸۵/۱	۸۴/۴	۸۶/۳	۸۵/۳
عملیات کودپاشی	۵/۹	۵/۹	۶/۶	۶/۱
عملیات سم‌پاشی	۳/۸	۲/۶	۲/۸	۳/۱
حمل و نقل	۵۷/۴	۵۹/۴	۶۰/۲	۵۹
۴- کود شیمیایی (kg/ha)	۹۹۸/۹	۸۷۰/۹	۹۲۱/۷	۹۳۰/۵
کود فسفاته	۴۶۴/۵	۴۰۸/۴	۳۸۲/۶	۴۱۸/۵
کود اوره	۴۱۱/۱	۳۶۶/۷	۴۴۱/۳	۴۰۶/۴
کود پتاسه	۱۲۳/۳	۹۵/۸	۹۷/۸	۱۰۵/۶
۵- کود دامی (ton/ha)	۱۴/۴	۱۶	۱۴/۵	۱۴/۹
۶- سموم (kg/ha)	۲/۲	۲/۳	۲/۲	۲/۲
۷- آب (m3/ha)	۱۳۳۵۲/۰۹	۱۳۲۳۷/۵	۱۳۰۸۰/۸	۱۳۲۲۳/۵
۸- بذر (kg/ha)	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳
ب- ستاده (kg/ha)				
گوجه‌فرنگی	۴۷۲۱۱	۴۸۹۹۳	۴۸۴۷۸	۴۸۲۲۷/۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- میزان انرژی ورودی و خروجی در سطوح مختلف گوجه‌فرنگی (MJ/ha) در شهرستان مرند

	هم ارز انرژی	اندازه مزارع (هکتار)			میانگین	
	(MJ/unit)	زیر ۰/۶	بین ۰/۶ تا ۱/۵	بالای ۱/۵	مقدار	درصد
۱- نیروی کار (h)	۱/۹۶	۲۱۳۶/۸	۲۱۷۷/۱	۲۱۱۴/۰۵	۲۱۴۲/۶	۳/۲۸
۲- ماشین‌آلات (h)	۶۲/۷	۲۸۸۴/۲	۲۸۷۱/۷	۲۹۴۶/۹	۲۹۰۰/۹	۴/۴۵
۳- سوخت (L)	۵۶/۳۱	۸۵۷۰/۴	۸۵۷۶/۰۱	۸۷۷۸/۷	۸۶۴۱/۷	۱۳/۲۵
۴- کود شیمیایی (kg)		۳۴۳۴۳/۳	۳۰۴۰۲/۲	۳۵۰۳۷/۶	۳۳۲۶۱/۰۴	۵۰/۹۸
کود فسفاته	۱۲/۴۴	۵۷۷۸/۴	۵۰۸۰/۵	۴۷۵۹/۵	۵۲۰۶/۱	۷/۹۸
کود اوره	۶۶/۱۴	۲۷۱۹۰/۱	۲۴۲۵۳/۵	۲۹۱۸۷/۶	۲۶۸۷۷/۰۹	۴۱/۱۹
کود پتاسه	۱۱/۱۵	۱۳۷۴/۸	۱۰۶۸/۲	۱۰۹۰/۵	۱۱۷۷/۸	۱/۸۰
۵- کود دامی (ton)	۳۰۳/۱	۴۳۶۴/۶	۴۸۴۹/۶	۴۳۹۴/۹	۴۵۳۶/۴	۶/۹۵
۶- سموم (kg)	۱۲۰	۲۶۴	۲۷۶	۲۶۴	۲۶۸	۰/۴۱
۷- آب (m^3)	۱/۰۲	۱۳۶۱۹/۱	۱۳۵۰۲/۲	۱۳۳۴۲/۴	۱۳۴۸۷/۹	۲۰/۶۷
۸- بذر (kg)	۱	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۰۰
کل انرژی ورودی (MJ)	–	۶۶۱۸۲/۸	۶۲۶۵۵/۱	۶۶۸۷۸/۹	۶۵۲۳۸/۹	۱۰۰
کل انرژی خروجی (MJ)	۰/۸	۳۷۷۶۸/۸	۳۹۱۹۴/۴	۳۸۷۸۲/۴	۳۸۵۸۱/۹	-
کارایی (نسبت) انرژی	–	۰/۵۷	۰/۶۲	۰/۵۸	۰/۵۹	–
بهره‌وری انرژی (kg/MJ)	–	۰/۷۱	۰/۷۸	۰/۷۲	۰/۷۴	–

جدول ۳- انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر برای تولید گوجه‌فرنگی (MJ/ha)

	اندازه مزارع (هکتار)			میانگین	درصد
	زیر ۰/۶	بین ۰/۶ تا ۱/۵	بالای ۱/۵		
انرژی مستقیم	۲۴۳۲۶/۲۹	۲۴۲۵۵/۳۹	۲۴۲۳۵/۲	۲۴۲۷۲/۲۹	۳۷/۲
انرژی غیر مستقیم	۴۱۸۵۶/۴۷	۳۸۳۹۹/۷۶	۴۲۶۴۳/۷۵	۴۰۹۶۶/۶۶	۶۲/۷
انرژی تجدیدپذیر	۲۰۱۲۰/۸۴	۲۰۵۲۹/۲۸	۱۹۸۵۱/۷۲	۲۰۱۶۷/۲۸	۳۰/۹
انرژی تجدیدناپذیر	۴۶۰۶۱/۹۱	۴۲۱۲۵/۸۸	۴۷۰۳۷/۲۳	۴۵۰۷۱/۶۷	۶۹/۱
کل انرژی ورودی	۶۶۱۸۲/۷۶	۶۲۶۵۵/۱۵	۶۶۸۷۸/۹۵	۶۵۲۳۸/۹۵	۱۰۰

در جدول (۳) میزان انرژی مستقیم، غیر مستقیم، تجدید پذیر و تجدید ناپذیر در سطوح مختلف تولید گوجه‌فرنگی آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد متوسط سهم انرژی مستقیم از کل انرژی ورودی ۳۷/۲ درصد و انرژی غیرمستقیم ۶۲/۷ درصد می‌باشد. همچنین انرژی تجدیدپذیر، به طور متوسط، ۳۰/۹ درصد و انرژی تجدیدناپذیر، ۶۹/۱ درصد از کل انرژی ورودی را به خود اختصاص داده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

نتایج این تحقیق نشان داد که تولید گوجه‌فرنگی، به طور متوسط به ۶۵/۲ گیگاژول انرژی ورودی نیاز دارد که از این میزان، کود شیمیایی با متوسط سهم ۵۱ درصد از کل انرژی ورودی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. پس از کود شیمیایی، آب و سوخت به ترتیب با ۲۰/۶۷ و ۱۳/۲۵ درصد، در رتبه های بعدی قرار دارند. متوسط انرژی خروجی از سیستم نیز برابر با ۳۸/۶ گیگاژول در هکتار به دست آمد. کارایی انرژی در تمام سطوح کوچکتر از یک بوده و این به معنی ناکارآمدی کشت گوجه‌فرنگی از نظر انرژی می‌باشد.

گوجه فرنگی یکی از محصولات زراعی است که میزان نهاده زیادی از جمله کود شیمیایی، آب و نیروی کار فراوانی را می طلبد. همچنین به دلیل استفاده شدید و متمرکز از ماشین آلات در عملیات آماده سازی زمین، مصرف سوخت بالایی دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان مصرف کود در تولید گوجه فرنگی در منطقه مورد مطالعه کارا نیست که این به دلیل مصرف نکردن کودهای شیمیایی بر طبق آزمایش های خاک می باشد. اگر کشاورزان از کودهای شیمیایی بیشتر از مقدار توصیه شده استفاده کنند، موجب افزایش هزینه های تولید ومشکلات زیست محیطی شده و سلامت انسان ها

Archive of SID

www.SID.ir

را نیز به خطر می اندازد. لذا توصیه می شود کـه از کـود هـای دامـی بیشتر استفاده کننـد. همچنـین نتـایج نـشان داد کـه میـزان مـصرف سوخت نیز غیر کارا است که بخشی از ایـن بـه دلیـل متوسـط انـدازه کوچک مزارع کشت گوجه فرنگی و پراکندگی قطعات کشت شده می باشد. همچنین از آنجا که کشاورزان سیستم کشت جوی و پشته را به طور صحیح اجـرا نمـی کننـد، میـزان مـصرف آب نیـز غیرکارااسـت. استفاده فراوان از نیروی کار در تولید گوجه فرنگی موجب هـدر رفـتن زمان زیادی از زارعین می شود که می توانند به فعالیت های سـودآور دیگری بپردازند. به هرحال، اسـتفاده فـراوان از نهـاده هـا بـه منظـور کسب حداکثر سود می تواند منجر به افزایش هزینه هـای تولیـد نیـز شود. استفاده از تمامی نهاده های تولیدی زمـانی سـودمند اسـت کـه سیستم تولید کارا باشد.

جهـت بهبـود شـاخص‌هـای انـرژی در کـشت گوجـه‌فرنگـی، پیشنهادهای ذیل ارائه می گردد:

۱- تعیین مقدار مناسب کود (به ویژه ازت) جهت کـشت گوجـه-فرنگـی و همچنـین تـرویج و تـشویق کـشاورزان جهـت اسـتفاده از کودهای آلی (حیوانی) بیشتر با توجه به نتایج آزمایش هـای خـاک و نظر کارشناسان کشاورزی منطقه.

۲- برگزاری کلاس های آموزسی و چاپ بروشور برای کشاورزان جهت اجرای روش های صحیح در مـصرف نهـاده هـا و اسـتفاده از ماشین ها.

۳- اصلاح سیستم کـشت جهـت کـاهش میـزان آب مـصرفی و استفاده از واریته های جدید بذر گوجه فرنگی در منطقه جهت افزایش نسبت انرژی.

منابع

۱- الماسی م. کیانی ش. و لویمی ن. ۱۳۷۸. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه. چاپ دوم

۲- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. ۱۳۸۶. اداره بررسیها و سیاستهای اقتصادی. نماگرهای اقتصادی. نشریه شماره ۵۱ (سـه ماهـه چهـارم سال ۱۳۸۶).

۳- پاشایی ف.، رحمتی م.، و پاشایی پ. ۱۳۸۷. بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانـه هـای اسـتان کرمانشاه. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون. ۷-۶ شهریور ۱۳۸۷. مشهد. ایران.

۴- زرین کفش م. ۱۳۶۸. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول.

۵- منصورفر ک. ۱۳۷۶. روش های آماری. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهارم.

6- Alam M.S., Alam M.R., and Islam K.K. 2005. Energy flow in agriculture: Bangladesh. American journal of environmental sciences, 1: 213-220.

7- 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 Management, 46:655–66.

8- Ceccon C., and Giovanardi R. 2002. Energy balance of four systems in north eastern Italy. Italy Journal Agron, 6: 73-78.

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

10- Chamsing A., Salokhe V., and Singh G. 2006. Energy Consumption Analysis for Selected Crops in Different Regions of Thailand. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, 8: 118-136.

11- Ercolia L., Mariottib M., Masonib A., and Bonaria E. 1999. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of Miscanthus. Field Crops Research, 63: 68-81.

12- Esengun K., Erdal G., Gunduz O., and Erdal H. 2007. An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. Renewable Energy, 32:1873–1881.

13- Kennedy S. 2000. Energy use in American agriculture. Sustainable Energy Term Paper.

14- Kitani O. 1998. CIGR, Handbook of agricultural engineering volume 5, Energy & Biomass Engineering. ASAE publication.

15- Mandal K.G., Saha K.P., Ghosh P.K., and Hati K.M. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. Biomass Bioenergy, 23 (5):337–45.

16- Mohammadi A., Omid M. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and

Archive of SID

www.SID.ir

yield of greenhouse cucumber production in Iran. Applied Energy, 87:191-196.
17- Mrini M., Senhaji F., and Pimentel D. 2001. Energy analysis of sugar beet production under traditional and intensive farming systems and impacts on sustainable agriculture in Moroco. Journal of Sustainable Agriculture. 20 (4): 5 – 28.
18- Ozkan B., Kurklu A., and Akcaoz H. 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. Biomass Bioenergy, 26: 189-95.
19- Ozkan B., Akcaoz H., and Karadcniz F. 2003. Energy requiremcnt and economic analysis of citrus production in Turkey, Energy Conversion and Management, 44: 46-56.

Archive of SID

www.SID.ir