نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۵، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۴، ص ۲۲۷-۲۱۷

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 5, No. 1, Spring - Summer 2015, p. 217-228

تأثیر اندازه مزرعه بر میزان انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی تولید بادام‌زمینی در استان گیلان

باقر عمادی[1*]- امین نیکخواه[2]- مهدی خجسته پور[3]- سید حسین پیمان[4]

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۲۷
تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۴

چکیده

در این تحقیق میزان انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی تولید بادام‌زمینی در استان گیلان محاسبه شده است. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری با ۷۵ کشاورز به‌دست آمد. داده‌ها از سه گروه مزرعه با مساحت‌های کمتر از نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیشتر از یک هکتار جمع‌آوری شدند. نتایج نشان داد، میزان انرژی ورودی برای تولید بادام‌زمینی ۱۹۴۰۷/۳۶ مگاژول بر هکتار است. دو نهاده سوخت دیزل و کودهای شیمیایی به‌ترتیب با ۵۰/۰۵ و ۱۹/۱۴ درصد پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید بادام‌زمینی بودند و تفاوت انرژی‌های ورودی سه نهاده ماشین‌ها، سوخت دیزل و الکتریسیته در مساحت‌های مختلف مزارع معنی‌دار ($p<0/05$) بود. میانگین کارایی انرژی در مساحت‌های کمتر از نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیش از یک هکتار به‌ترتیب ۳/۶۷، ۴/۰۲ و ۴/۱۲ به‌دست آمد. بهره‌وری انرژی در این مساحت‌ها نیز به‌ترتیب ۰/۱۵۵، ۰/۱۶۹ و ۰/۱۷۴ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد. نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس نشان داد که تأثیر نهاده‌های کار انسانی، ماشین‌ها، کودهای شیمیایی و الکتریسیته بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های بذر، سوخت دیزل و سموم شیمیایی بر روی عملکرد بادام‌زمینی منفی بود. نسبت سود به هزینه ۱/۸۲ محاسبه شد و زمین‌های تحت کشت با مساحت بیشتر از یک هکتار از انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی کمتری بر واحد سطح برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: استان گیلان، بادام‌زمینی، تحلیل هزینه‌ها، کارایی انرژی، مساحت مزرعه

مقدمه

محدودیت منابع و انرژی سبب گشته به نحوه تخصیص و همچنین مدیریت مصرف آن توجه ویژه‌ای گردد. بخشی از این انرژی صرف فعالیت‌های کشاورزی بشر می‌شود. در موضوع تحلیل انرژی مزرعه، انواع انرژی در دسته‌بندی‌های مختلف مد نظر قرار می‌گیرد که شامل انرژی‌های مستقیم (نیروی انسانی و سوخت) و انرژی‌های غیر مستقیم (بذر، کود شیمیایی، سموم شیمیایی و ماشین‌ها) و نیز انرژی‌های تجدیدپذیر (نیروی انسانی و بذر) و انرژی‌های تجدیدناپذیر (سوخت، سموم شیمیایی، کود شیمیایی و ماشین‌ها) می‌شود. از سوی دیگر در فعالیت‌های تولیدی نیاز به برآورد اقتصادی تولید محصول و سنجش توجیه‌پذیری تولید آن احساس می‌شود و در امور کشاورزی نیز که یکی از بخش‌های تولیدی محسوب می‌شود نیاز به تحلیل‌های انرژی و اقتصادی در مورد محصولات مختلف در نقاط تولیدی متفاوت و تأثیر متغیرهای مختلف همچون اندازه مساحت زمین‌ها وجود دارد.

دانه گیاه بادام‌زمینی با دارا بودن بیش از ۴۰ درصد روغن، بعد از سویا دومین دانه روغنی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری به شمار می‌آید. سطح زیر کشت بادام‌زمینی در ایران ۳۰۰۰ هکتار است که ۲۸۱۴ هکتار آن در استان گیلان قرار دارد (TPO, 2012; Hosseinzadeh-Gashti *et al*., 2009). در ایران و سایر نقاط دنیا در مورد بررسی انرژی‌های ورودی و تحلیل اقتصادی تولید محصولات کشاورزی تحقیقاتی صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعات صورت گرفته روی دانه‌های روغنی اشاره کرد. در بررسی انرژی تولید سویا در کردکوی استان گلستان، نتایج نشان داد دو نهاده سوخت دیزل و کودهای شیمیایی بیشترین انرژی مصرفی در تولید سویا را به‌خود اختصاص دادند و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به‌ترتیب ۱۴ و ۸۶ درصد بود (Ramedani *et al.*, 2011). تحقیقات دیگری نیز بر روی انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی تولید دانه‌های روغنی (Taheri-Garavand *et al.*, 2010) و تحلیل انرژی تولید دانه‌های روغنی (Mousavi-Avval *et al.*, 2011; 2011a; Mousavi-Avval *et al*., 2011b; Fore *et al*., 2011c Mousavi-Avval) صورت گرفته است. تحقیقات در خصوص تأثیر اندازه مزرعه بر روی تولید برنج در استان گیلان نشان داد که انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی بر واحد سطح، در

۱و ۳- دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم و عضو مرکز پژوهشی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: emadi-b@ferdowsi.um.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه گیلان

زمین‌های با مساحت بزرگ‌تر از یک هکتار، کمتر از زمین‌های کوچک‌تر از یک هکتار است و همچنین نسبت فایده به هزینه در زمین‌های با مساحت بزرگ‌تر از یک هکتار، بیشتر است (Pishgar-Komleh *et al.,* 2011a). همچنین نتایج تحقیق بر روی تولید پنبه در ترکیه نشان داد زمین‌های با مساحت بزرگ‌تر از ۱۲ هکتار از هزینه‌های ورودی کمتر، درآمد ناخالص و خالص بیشتر بر واحد سطح و همچنین از نسبت فایده به هزینه بیشتری از زمین‌هایی با مساحت کمتر از ۱۲ هکتار برخوردارند (Yilmaz *et al.,* 2005). از جمله تحقیقات دیگر می‌توان به مطالعه بر روی تولید محصولات گندم (Nassiri and Singh, 2009)، شلتوک (Nassiri and Singh, 2010)، خیار گلخانه‌ای (Mohammadi and Omid, 2010)، کیوی (Mohammadi *et al.,* 2010)، توت فرنگی گلخانه‌ای (Banaeian *et al.,* 2011)، هلو (Royan *et al.,* 2012)، گندم (Ghorbani *et al.,* 2011)، نارنگی (Mohammadshirazi *et al.*, 2012)، چغندرقند (Reineke *et al.,* 2013) و گلابی (Tabatabaie *et al.,* 2013) اشاره کرد. از آنجا که تاکنون تحقیقی جامع در مورد تحلیل انرژی و هزینه‌های ورودی در مساحت‌های مختلف مزرعه برای تولید بادام‌زمینی در ایران انجام نشده است، هدف از این مطالعه محاسبه سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر مصرفی برای تولید بادام‌زمینی و همچنین محاسبه کارایی انرژی و تحلیل اقتصادی تولید آن در مزارع با مساحت‌های مختلف است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

منطقه مورد مطالعه شهرستان آستانه اشرفیه واقع در شرق استان گیلان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه و با ارتفاع متوسط ۳ متر از سطح دریا بود. این تحقیق در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. برای تعیین افراد نمونه از فرمول کوکران (رابطه ۱) استفاده شد که بر این اساس تعداد افراد نمونه ۷۵ نفر تعیین شد (Snedecor and Cochran, 1989).

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

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

در رابطه (۱)، t برابر است با ۱/۹۶ (در سطح اطمینان ۹۵٪)، s پیش برآورد انحراف معیار جامعه، d دقت احتمالی مطلوب (۰/۵)، N حجم جامعه و n حجم نمونه است. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری به‌دست آمد.

روش تحلیل انرژی ورودی و خروجی

در این مطالعه انرژی‌های ورودی و خروجی تولید بادام‌زمینی در استان گیلان در سه سطح مختلف زراعی کمتر از نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیشتر از یک هکتار براساس توزیع زمین‌های زیر کشت بادام‌زمینی بررسی شد. در مطالعه بر روی تولید برنج در استان گیلان نیز مزارع را بر همین اساس تقسیم‌بندی نمودند (Pishgar-Komleh *et al.,* 2011a). کودهای مصرفی به‌صورت ترکیبی از عناصر مؤثر موجود در آن‌ها در نظر گرفته شدند و با استفاده از معادل‌های انرژی (جدول ۱)، شاخص‌های انرژی با استفاده از روابط (۳) تا (۶) محاسبه شدند.

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

$$\text{بهره وری} = \frac{\text{عملکرد}}{\text{انرژی ورودی}} \quad (۴)$$

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی}}{\text{عملکرد}} \quad (۵)$$

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

که در روابط (۳) تا (۶)، انرژی ورودی و خروجی برحسب مگاژول بر هکتار، عملکرد برحسب کیلوگرم بر هکتار می‌باشند.

در این مطالعه برای تخمین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد بادام‌زمینی در استان گیلان از تابع کاب داگلاس[1] استفاده شد. این تابع در تحقیقات دیگری نیز برای مطالعه رابطه‌ی بین انرژی‌های ورودی و عملکرد به‌کار رفته است (Tabatabaie *et al*., 2013; Royan *et al*., 2012). شکل کلی تابع در رابطه (۷) مشاهده می‌شود. رابطه (۸) از طریق لگاریتم‌گیری از دو طرف رابطه (۷) به‌دست می‌آید. رابطه بین انرژی ورودی نهاده‌های بذر (x_1)، نیروی انسانی (x_2)، ماشین‌ها (x_3)، کودهای شیمیایی (x_4)، سوخت دیزل (x_5)، الکتریسیته (x_6) و سموم شیمیایی (x_7) با عملکرد (Y) از طریق رابطه (۹) تخمین زده شد، در این فرمول a_0 و e_i به‌ترتیب ضریب ثابت و ضریب خطا هستند و α_1، α_2،...، α_7 به‌ترتیب ضرایب رگرسیونی نهاده‌های انرژی ورودی هستند. برای بررسی میزان تغییر در خروجی با توجه به میزان تغییر در ورودی‌ها از نرخ بازگشت به مقیاس استفاده شد. این شاخص از طریق جمع کردن ضرایب رگرسیونی به‌دست آمده از معادله رگرسیونی محاسبه می‌شود. در صورتی که مجموع این ضرایب بزرگ‌تر از یک باشد، بازگشت به مقیاس فزاینده، در صورتی که کوچک‌تر از یک باشد، بازگشت به مقیاس کاهنده و در صورتی که برابر با یک باشد، بازگشت به مقیاس ثابت خواهد بود (Royan *et al*., 2012; Mobtaker *et al*., 2010). برای تعیین تأثیرگذارترین نهاده‌های انرژی ورودی بر عملکرد بادام‌زمینی در استان گیلان، بتا استاندارد محاسبه شد.

1- Cobbe-douglass

جدول ۱- معادل انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید بادام‌زمینی

Table 1- Energy equivalents of inputs and outputs in peanut production

	معادل انرژی Energy equivalent (MJ Unit^{-1})	منبع Reference
ورودی‌ها Inputs		
بذر Seed (kg)	3.60	(Ozkan *et al*., 2004)
نیروی انسانی Human labor		
مرد Male (h)	1.96	(Singh *et al*., 1994)
زن Female (h)	1.57	(Singh *et al*., 1994)
ماشین‌ها Machinery (h)	62.70	(Singh and Mittal, 1992)
کودهای شیمیایی Chemical fertilizer		
کود نیتروژن N (kg)	66.14	(Ozkan *et al*., 2011)
کود فسفر P_2O_5 (kg)	12.44	(Ozkan *et al*., 2011)
کود پتاسیم K_2O (kg)	11.15	(Ozkan *et al*., 2011)
سوخت دیزل Diesel (L)	56.31	(Mobtaker *et al*., 2010)
الکتریسیته Electricity (kWh)	11.93	(Mobtaker *et al*., 2010)
سموم شیمیایی Biocide		
قارچ کش Fungicide (kg)	216.00	(Rafiee *et al*., 2010)
علف کش Herbicide (kg)	238.00	(Rafiee *et al*., 2010)
حشره کش Insecticide (kg)	101.20	(Rafiee *et al*., 2010)
خروجی‌ها Outputs		
دانه بادام‌زمینی Peanut grain (kg)	25.00	(Ozkan *et al*., 2004)
پوست بادام‌زمینی Peanut hull (kg)	19.93	(Fasina, 2008)

$$Y= f(x)\, e^{u} \quad (۷)$$

$$Lny_i=a_0+\sum_{j=1}^{n} \alpha_j \ln(x_{ij}) +e_i \quad i=1,2,\ldots,n \quad (۸)$$

$$Lny_i=a_0+a_1 \ln x_1 +a_2 \ln x_2 +a_3 \ln x_3 +a_4 \ln x_4 + a_5 \ln x_5 +a_6 \ln x_6 +a_7 \ln x_7 +e_i \quad (۹)$$

برای بررسی تفاوت داده‌ها در مساحت‌های مختلف مزارع از تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین توکی یا اختلاف معنی‌دار قابل اعتماد (HSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد، داده‌ها

با استفاده از نرم‌افزار JMP4 تجزیه و تحلیل شدند.

روش ارزیابی اقتصادی

ارزیابی اقتصادی تولید بادام‌زمینی نیز در سه مساحت مختلف مزرعه انجام شد. ارزش تولید کل، درآمد ناخالص، درآمد خالص، نسبت سود به هزینه و بهره‌وری اقتصادی به‌ترتیب مطابق روابط (۱۰) تا (۱۴) محاسبه شده است.

(۱۰) ارزش تولید کل = قیمت محصول (ریال بر کیلوگرم)×عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)

(۱۱) درآمد ناخالص (ریال بر هکتار) = ارزش تولید کل (ریال بر هکتار) − هزینه متغیر تولید (ریال بر هکتار)

(۱۲) درآمد خالص (ریال بر هکتار) = ارزش تولید کل (ریال بر هکتار) − هزینه کل تولید (ریال بر هکتار)

(۱۳) نسبت سود به هزینه = هزینه کل تولید (ریال بر هکتار)/ارزش تولید کل (ریال بر هکتار)

(۱۴) بهره‌وری اقتصادی = هزینه کل تولید (ریال بر هکتار)/ عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل انرژی تولید بادام‌زمینی

نتایج نشان داد میانگین مساحت مزرعه تولید بادام‌زمینی در این منطقه ۰/۸ هکتار است و ۲۹/۳۳ درصد از کشاورزان زمین‌هایی با مساحت بیش از یک هکتار دارند. در جدول ۲ میانگین کار انسانی و سوخت مصرفی برای یک هکتار به تفکیک عملیات آورده شده است. میانگین کل کار انسانی مورد نیاز برای یک هکتار ۶۹۸ ساعت برآورد شد. معادل ۴۶/۲۷ درصد کار انسانی مورد استفاده در تولید بادام‌زمینی در استان گیلان مربوط به برداشت محصول می‌باشد، زیرا در این منطقه برداشت کاملاً به‌صورت دستی انجام می‌گیرد. ۹۲ درصد از برداشت محصول بادام‌زمینی توسط زنان صورت می‌گیرد.

میزان مصرف سوخت دیزل در ۱۱/۲ ساعت کاری ماشین‌ها در مرحله آماده‌سازی زمین معادل ۶۲/۷ لیتر بر هکتار به‌دست آمد. میانگین مصرف سوخت در هر هکتار برابر ۹۳/۶ لیتر محاسبه شد که با احتساب سوخت مصرفی در مرحله خشک کردن این مقدار معادل ۱۷۲/۵ لیتر به‌دست آمد (جدول ۲). این در حالی است که برای تولید کلزا در ایران در هر هکتار ۷۹/۰ ساعت کار انسانی و ۱۰۱/۵ لیتر گازوییل مصرف می‌شود (Mousavi-Avval *et al.,* 2011a). کار انسانی مورد استفاده برای تولید کلزا در ترکیه در یک هکتار ۲۱/۹ ساعت و سوخت گازوییل مصرفی نیز ۷۹/۴ لیتر گزارش شد (Unakitan *et al*., 2010). نتایج بررسی تولید سویا در استان گلستان نشان داد که کار انسانی مورد استفاده در یک هکتار ۱۹۴/۵ ساعت و مقدار گازوییل مصرفی ۱۰۳/۶ لیتر بوده است (Mousavi-Avval *et al*., 2011b). تحقیقات دیگر نشان داد، برای تولید یونجه در ایران در مساحت یک هکتار نیروی کارگری مورد استفاده و همچنین سوخت گازوییل مصرفی به‌ترتیب برابر ۵۷۶ ساعت و ۱۱۴۴ لیتر بود (Mobtaker *et al.,* 2012). مقایسه کار انسانی مورد استفاده برای تولید بادام‌زمینی در این منطقه با محصولات دیگر نشان داد، به‌علت برداشت دستی بادام‌زمینی کار انسانی زیادی در این منطقه برای تولید بادام‌زمینی صرف می‌شود. با احتساب سوخت مصرفی در مرحله خشک کردن، سوخت مصرفی برای تولید بادام‌زمینی در این منطقه نسبت به سایر محصولات بیشتر به‌دست آمد.

جدول ۲- میانگین کار انسانی و سوخت مصرفی به تفکیک عملیات برای تولید بادام‌زمینی در استان گیلان

Table 2- The average human labour and diesel fuel consumption for different operations in peanut production in Guilan province

نوع عملیات Operation	شخم Plowing	دیسک (دو بار) Disc (2 times)	رتیواتور Rotary tiller	کاشت Planting	وجین (دو تا سه بار) Weeding (2 to 3 times)	برداشت Harvesting	حمل و نقل Transporting	خشک کردن Drying
کار انسانی Human labor ($h\ ha^{-1}$)	10	8	6	44	269	323	10	28
مصرف سوخت Diesel consumption ($Lit\ ha^{-1}$)	28.0	20.0	14.7	8.5	15.5	0	6.8	78.9

انرژی‌های ورودی برای تولید بادام‌زمینی در منطقه در جدول ۳ آورده شده است، سهم پوست بادام‌زمینی معادل با ۲۵ درصد وزن بادام‌زمینی در نظر گرفته شد (Fasina, 2008). نتایج نشان داد، میانگین انرژی ورودی در هر هکتار برابر ۱۹۴۰۷/۳۶ مگاژول بر هکتار و میزان انرژی خروجی برابر ۷۶۱۵۱/۷۰ مگاژول بر هکتار بود. میزان انرژی ورودی و خروجی در تولید سویا در استان گلستان به‌ترتیب ۳۵۳۷۲ و ۸۰۸۲۹ مگاژول بر هکتار به‌دست آمد (Mousavi-Avval et al., 2011b). میزان انرژی ورودی و خروجی در تولید سویا در کردکوی استان گلستان نیز به‌ترتیب ۱۸۰۲۶/۵۰ و ۷۱۲۲۸/۸۶ مگاژول بر هکتار گزارش شد (Ramedani *et al.*, 2011). شایان ذکر است، که انرژی ورودی برای تولید بادام زمینی از انرژی ورودی برای تولید سویا در کردکوی گلستان بیشتر است، ولی کارایی انرژی تولید بادام زمینی در استان گیلان از کشت سویا در این دو منطقه بیشتر است.

سهم انرژی مصرفی نهاده‌های ورودی برای تولید بادام‌زمینی در شکل ۱ نشان داده شده است. دو نهاده سوخت دیزل و کود شیمیایی به‌ترتیب با ۵۰/۰۵ و ۱۹/۱۴ درصد، پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی تولید بادام‌زمینی بودند. در مطالعه روی انرژی تولید محصولات کشاورزی در ایران بین سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۰ گزارش شد، دو نهاده آب آبیاری و کودهای شیمیایی بیشترین سهم انرژی‌های ورودی را به‌خود اختصاص دادند (Beheshti-Tabar *et al.*, 2010). اما در سالیان اخیر در تحقیقات دیگری نیز در ایران از جمله Samavatean *et al*., 2011; Mohammadi *et al*., 2010) (Agha-Alikhani *et al*., 2013; Banaeian *et al*., 2011; دو نهاده سوخت دیزل و کود شیمیایی به‌عنوان بیشترین منابع انرژی در مزرعه برای تولید محصولات کشاورزی معرفی شدند.

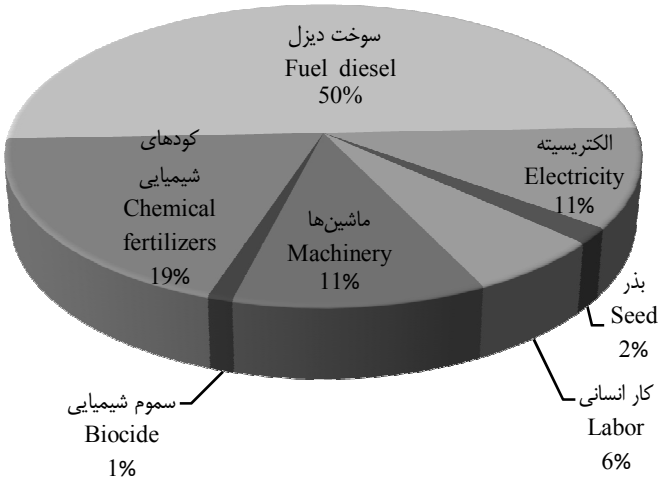
جدول ۳- مقدار نهاده‌های مصرفی و انرژی ورودی و خروجی برای تولید بادام‌زمینی ($MJ\ ha^{-1}$)

Table 3- Energy inputs and outputs in peanut production ($MJ\ ha^{-1}$)

ورودی‌ها و خروجی‌ها Inputs and outputs	مساحت مزرعه Farm size (ha) < 0.5	0.5-1	>1	میانگین وزنی (انحراف معیار) Weighted average (Standard deviation)	درصد Percentage
بذر Seed	319.33	328.01	349.12	331.08 (53.46)	1.71
کار انسانی Labor	1229.26	1209.09	1081.87	1179.03 (311.39)	6.07
ماشین‌ها Machinery	2329.19 [a]	2215.00 [a]	1968.21 [b]	2183.72 (313.44)	11.25
کودهای شیمیایی Chemical fertilizer	3365.44	3675.29	4192.54	3715.47 (2200.37)	19.14
سوخت دیزل Diesel fuel	10087.83 [a]	9644.47 [b]	9312.91 [c]	9713.85 (416.80)	50.05
الکتریسیته Electricity	1998.50 [a]	2071.69 [b]	2140.35 [b]	2065.48 (118.52)	10.64
سموم شیمیایی Biocide	170.34	276.11	210.30	218.73 (400.72)	1.13
مجموع انرژی ورودی Total energy input	19499.89	19439.93	19255.31	19407.36 (2186.25)	100.00
دانه بادام‌زمینی Peanut grain	56595.75	61687.90	62742.55	60164.09 (543.71)	
پوست بادام‌زمینی Peanut hull	15039.38	16392.53	16672.79	15987.60 (181.24)	
مجموع انرژی خروجی Total energy output	71635.13	78080.44	79415.34	76151.70 (17204.77)	

حروف متفاوت a، b و c نشانه تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در سطح پنج درصد است.

Different letters a, b and c show significant difference of averages at 5% level.



شکل ۱– درصد انرژی‌های ورودی برای تولید بادام‌زمینی در استان گیلان

Fig.1. The percentage of energy inputs for peanut production in Guilan province

از دلایل مصرف انرژی بیش از اندازه سوخت دیزل، وجود ماشین‌های فرسوده در منطقه و عدم تناسب این ماشین‌ها با کشت محصول بادام‌زمینی، از جمله ماشین وجین‌کن است و می‌توان با کاهش و مدیریت مصرف این دو منبع پرمصرف انرژی، کارایی انرژی تولید بادام‌زمینی در این منطقه را افزایش داد. نهاده سموم شیمیایی نیز با ۲۱۸/۷۳ مگاژول بر هکتار، کمترین مصرف انرژی را داشت. در این منطقه سموم شیمیایی نسبتاً کمی برای تولید بادام‌زمینی مورد مصرف قرار می‌گیرد. انرژی سموم شیمیایی مورد استفاده در این منطقه از انرژی سموم شیمیایی مصرفی برای تولید برنج در استان گیلان (Pishgar-Komleh *et al.,* 2011a)، پنبه در ترکیه (Yilmaz *et al.,* 2005) و یونجه در همدان (Mobtaker *et al*., 2012) کمتر است در حالی که از تولید کلزا در مازندران بیشتر است (Taheri-Garavand *et al*., 2010).

در جدول ۴ شاخص‌های انرژی به‌دست آمده برای تولید بادام‌زمینی ارائه شده است. میانگین کارایی انرژی در این مطالعه ۳/۹۲ به‌دست آمد. کارایی انرژی در تولید کلزا در ترکیه، استان گلستان، استان مازندران، جنوب استان فارس به‌ترتیب ۴/۶۸، ۳/۰۲، ۱/۴۴، ۰/۶۰ گزارش شده است (Unakitan *et al*., 2010; Mousavi-Avval *et al.,* 2011a; Taheri-Garavand *et al.,* 2010; Rahimi-Kia *et al*., 2011). کارایی انرژی به‌دست آمده در این مطالعه، بیانگر مزیت مناسب از لحاظ مصرف انرژی برای تولید این محصول در منطقه است. بهره‌وری انرژی برای تولید بادام‌زمینی در زمین‌هایی با مساحت کمتر از نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیشتر از یک هکتار به‌ترتیب ۰/۱۵۵، ۰/۱۶۹ و ۰/۱۷۴ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد و افزایش مساحت مزرعه با توجه به افزایش عملکرد و کاهش انرژی ورودی بر واحد سطح، موجب افزایش بهره‌وری انرژی در مساحت‌های بزرگ‌تر مزرعه شد. بهره‌وری انرژی برای تولید پنبه در ترکیه ۰/۰۶ کیلوگرم بر مگاژول (Yilmaz *et al.,* 2005) و برای تولید جو در همدان ۰/۱۹ گزارش شده است (Mobtaker *et al*., 2010). میانگین انرژی ویژه ۶/۰۶ مگاژول بر کیلوگرم و میانگین انرژی افزوده نیز ۵۶۷۴۴/۳۴ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. سهم انرژی‌های مستقیم ۶۶/۷۷ درصد و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر تنها ۷/۷۸ درصد محاسبه شد. درصد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در این مطالعه نسبت به سایر تحقیقات صورت گرفته بر روی محصولات دیگر مانند چغندرقند در ترکیه (Erdal *et al*., 2007)، گیلاس در ترکیه (Kizilaslan., 2009)، جو در همدان (Mobtaker *et al*., 2010)، هلو در استان گلستان (Royan *et al*., 2012)، رز در تهران (Pahlavan *et al*., 2012) و آلو در ایران (Tabatabaie *et al*., 2012) پایین‌تر به‌دست آمد. دلایل این امر را می‌توان به عدم نیاز به آبیاری در این منطقه و عدم استفاده کشاورزان از کودهای حیوانی و مصرف زیاد انرژی‌های تجدیدپذیر عنوان نمود. همچنین در ایران سهم تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر انرژی پایین است و تنها در حدود یک درصد تولید انرژی ایران از منابع تجدیدپذیر است (Bakhoda *et al*., 2012). تفاوت انرژی ورودی سه نهاده ماشین‌ها، سوخت دیزل و الکتریسیته در مساحت‌های مختلف مزرعه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین انرژی‌های ورودی این سه نهاده در تولید گندم در اصفهان در مساحت‌های مختلف مزرعه در سطح پنج درصد معنی‌دار اعلام شد (Khoshnevisan *et al*., 2013). نتایج نشان داد با افزایش مساحت مزرعه، ساعات استفاده از ماشین‌ها و

انرژی ورودی بر واحد سطح کاهش می‌یابد و کارایی انرژی افزایش می‌یابد که در تحقیقات دیگر نیز به نتایج مشابه اشاره شده است (Esengun *et al*., 2007; Pishgar-Komleh *et al*., 2011a; Pishgar-Komleh *et al*., 2011b). بذر نیز با میانگین انرژی مصرفی ۳۳۱/۰۸ مگاژول بر هکتار ۱/۷۱ درصد انرژی مصرفی تولید بادام‌زمینی را به‌خود اختصاص داد. در این تحقیق با افزایش مساحت مزرعه، انرژی ورودی دو نهاده بذر و کودهای شیمیایی افزایش یافت و این موضوع بیانگر این است که کشاورزانی که دارای مزارع با مساحت بیشتری هستند از این دو نهاده به مقدار بیشتری بر واحد سطح مصرف می‌نمایند.

نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس برای تعیین رابطه‌ی بین انرژی‌های ورودی و عملکرد بادام‌زمینی در استان گیلان در جدول ۵ ارائه شده است. تأثیر نهاده‌های انرژی کار انسانی، ماشین‌ها، کودهای شیمیایی و الکتریسیته بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های بذر، سوخت دیزل و سموم شیمیایی بر روی عملکرد بادام‌زمینی منفی محاسبه شد. در بررسی روی انرژی تولید برنج در استان گیلان تأثیر تمامی نهاده‌های ورودی به‌جز نیروی انسانی بر عملکرد مثبت گزارش شد (Pishgar-Komleh *et al*., 2011a). با افزایش یک درصد در انرژی ورودی هر یک از نهاده‌های بذر، کار انسانی، ماشین‌ها، کودهای شیمیایی، سوخت دیزل، الکتریسیته و سموم شیمیایی عملکرد بادام‌زمینی به‌ترتیب معادل ۰/۲۰٪-، ۰/۰۸٪، ۰/۳۳٪، ۰/۰۲٪، ۱/۱۵٪-، ۰/۱۲٪ و ۰/۰۷٪- تغییر می‌یابد. نرخ بازگشت به مقیاس ۰/۸۶- محاسبه شد. بدین معنا که با افزایش یک درصدی در انرژی تمام نهاده‌های ورودی عملکرد معادل ۰/۸۶٪ کاهش می‌یابد. مقدار آزمون دوربین واتسون ۲/۰۳ محاسبه شد که بیانگر عدم وجود همبستگی بین متغیرها در مدل تخمینی در سطح پنج درصد است.

همان‌طوری که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، سموم شیمیایی با بزرگ‌ترین بتا استاندارد (۰/۶۷-)، بیشترین تأثیر را بر عملکرد بادام‌زمینی در استان گیلان داشت که تأثیر این نهاده بر روی عملکرد در سطح یک درصد معنی‌دار بود و این نهاده تأثیر منفی بر عملکرد داشت. پس از آن نهاده‌های سوخت دیزل و ماشین‌ها به‌ترتیب با بتا استاندارد ۰/۳۸- و ۰/۳۲ تأثیرگذارترین نهاده‌های انرژی در تولید بادام‌زمینی در استان گیلان بودند و تأثیر این نهاده‌ها بر روی عملکرد به‌ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بود. بذر نیز چهارمین نهاده تأثیرگذار بر عملکرد با بتا استاندارد ۰/۱۹- محاسبه شد. کار انسانی و کودهای شیمیایی به‌ترتیب پنجمین و ششمین نهاده‌های مؤثر بر عملکرد بودند.

جدول ٤- شاخص‌های انرژی تولید بادام‌زمینی

Table 4- Energy indices in peanut production

	واحد Unit	مساحت مزرعه Farm size (ha)				
		<0.5	0.5-1	>1	میانگین وزنی Weighted average	درصد Percentage
کارایی انرژی Energy ratio	-	3.67	4.02	4.12	3.92	
بهره‌وری انرژی Energy productivity	کیلوگرم بر مگاژول kg MJ^{-1}	0.155	0.169	0.174	0.165	
انرژی ویژه Specific energy	مگاژول بر کیلوگرم MJ kg^{-1}	5.64	5.91	5.75	6.06	
افزوده انرژی Net energy	مگاژول بر هکتار MJ ha^{-1}	52135.23	58640.50	60160.03	56744.34	
انرژی مستقیم Direct energy	مگاژول بر هکتار MJ ha^{-1}	13315.59 ^{a}	12945.52^{b}	12535.13^{c}	12958.36	66.77
انرژی غیرمستقیم Indirect energy	مگاژول بر هکتار MJ ha^{-1}	6184.30	6494.41	6720.18	6494.00	33.23
انرژی تجدیدپذیر Renewable energy	مگاژول بر هکتار MJ ha^{-1}	1548.60	1537.10	1430.99	1510.11	7.78
انرژی تجدیدناپذیر Non-renewable energy	مگاژول بر هکتار MJ ha^{-1}	17951.30	17902.83	17824.32	17897.25	92.22

حروف متفاوت a، b و c نشانه تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در سطح پنج درصد است.

Different letters a, b and c show significant difference of averages at 5% level.

جدول ۵- تخمین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد بادام‌زمینی در استان گیلان

Table 5- Estimate the relationship between energy inputs and yield of peanut in Guilan province

متغیرهای مستقل Independent variables	ضریب رگرسیونی Coefficient	آماره t t-ratio	P-value	بتا استاندارد Standard beta
بذر Seed	-0.203	-2.00	0.0542	-0.195
کار انسانی Human labor	0.085	1.60	0.1180	0.160
ماشین‌ها Machinery	0.331	2.26	0.0310	0.316
کودهای شیمیایی Chemical fertilizers	0.025	1.42	0.1640	0.131
سوخت دیزل Diesel fuel	-1.149	-2.77	0.0090	-0.384
الکتریسیته Electricity	0.122	0.54	0.5930	0.057
سموم شیمیایی Chemicals	-0.068	-7.26	0.0010	-0.673
R^2	0.750			
دوربین واتسون Durbine watson	2.030			
نرخ بازگشت به مقیاس Return to scale	-0.860			

تحلیل اقتصادی تولید بادام‌زمینی

در جدول ۶ نتایج محاسبه درآمد ناخالص، درآمد خالص، نسبت سود به هزینه و بهره‌وری اقتصادی در مساحت‌های مختلف مزرعه آورده شده است. در این مطالعه هزینه‌های متغیر، ثابت و کل تولید برای یک هکتار بادام‌زمینی به‌طور میانگین در مساحت مختلف مزارع به‌ترتیب برابر ۵۳۵۰۷، ۱۷۳۰۲ و ۷۰۸۱۰ هزار ریال به‌دست آمد. میانگین بهره‌وری اقتصادی در مساحت‌های مختلف مزرعه، ۰/۰۴۵ کیلوگرم بر هزار ریال محاسبه شد. نسبت سود به هزینه در مساحت‌های مزرعه کمتر از نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیشتر از یک هکتار به‌ترتیب ۱/۶۴، ۱/۸۲و ۲/۰۱ محاسبه شد. نتایج به‌دست آمده بیانگر این است، که با افزایش مساحت مزرعه، نسبت سود به هزینه افزایش می‌یابد که از دلایل این امر می‌توان به کاهش هزینه‌های کارگری و ماشین‌ها و عملکرد بیشتر بر واحد سطح در مزارع با مساحت‌های بزرگ‌تر اشاره نمود. میانگین نسبت سود به هزینه در سه مساحت مختلف مزرعه ۱/۸۲ به‌دست آمد. در مطالعه انجام شده بر روی تولید برنج در استان گیلان، نسبت سود به هزینه در مساحت‌های کمتر از نیم هکتار، نیم تا یک هکتار و بیشتر از یک هکتار به‌ترتیب ۱/۲۵، ۱/۲۹و ۱/۳۵ گزارش شد و هزینه کل در واحد سطح با افزایش مساحت مزرعه کاهش یافته است و میانگین نسبت سود به هزینه سه مساحت مختلف مزرعه مورد بررسی برابر ۱/۲۹ گزارش شد (Pishgar-Komleh *et al.*, 2011a). در مطالعه بر روی تولید کلزا در ترکیه نسبت سود به هزینه در مساحت‌های زیر پنج هکتار، پنج تا ده هکتار و بالای ده هکتار به‌ترتیب برابر ۱/۹۴، ۲/۱۳ و ۲/۳۸ به‌دست آمد، که بیانگر این است که با افزایش مساحت مزرعه نسبت سود به هزینه در تولید کلزا در آن منطقه نیز افزایش می‌یابد (Unakitan *et al*., 2010).

تحلیل انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی تولید بادام‌زمینی در استان گیلان نشان داد سوخت دیزل با ۵۰/۰۵ درصد مصرف انرژی، پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید بادام‌زمینی است، این در حالی است که با وجود هدفمندسازی یارانه‌ها و افزایش نسبی قیمت حامل‌های انرژی همچنان این نهاده تنها کمتر از یک درصد هزینه‌های کل ورودی در تولید بادام‌زمینی را به‌خود اختصاص می‌دهد. به‌همین دلیل کشاورزان به مدیریت استفاده از این منبع با ارزش انرژی توجه کمی نموده و کاربرد ماشین‌های فرسوده با مصرف بالای سوخت، از لحاظ اقتصادی در منطقه همچنان مقرون به‌صرفه است. همان‌طوری که در مقایسه با محصولات دیگر ذکر شد، همواره در تولید محصولات کشاورزی در ایران سوخت دیزل یکی از پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی است و کاهش و مدیریت مصرف این نهاده زمانی قابل حصول است که سوخت دیزل به قیمت واقعی انرژی آن برسد و یارانه اختصاص یافته به این نهاده صرف فراهم آوری زیرساخت‌های لازم از جمله جایگزینی ماشین‌های فرسوده با ماشین‌های نو، آموزش و حمایت‌های لازم جهت انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی، کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی و همچنین حمایت و تدوین استانداردهای محصولات ارگانیک شود.

جدول ٦- تحلیل اقتصادی تولید بادام‌زمینی در مساحت‌های مختلف مزرعه

Table 6- Economic analysis of peanut production in different sizes of farm

	واحد Unit	< 0.5 ha	0.5-1 ha	>1 ha	میانگین Average
عملکرد Yield	کیلوگرم بر هکتار kg ha^{-1}	3018.44	3290.02	3346.27	3218.24
قیمت فروش Sale price	ریال بر کیلوگرم Rial kg^{-1}	40,000	40,000	40,000	40,000
ارزش ناخالص تولید Gross value of production	ریال بر هکتار Rial ha^{-1}	120,737,600	131,600,862	133,850,782	128,729,748
هزینه متغیر تولید Variable cost of production	ریال بر هکتار Rial ha^{-1}	55,640,400	54,423,600	50,459,329	53,507,776
هزینه ثابت تولید Fixed cost of production	ریال بر هکتار Rial ha^{-1}	17,980,088	17,884,566	16,043,100	17,302,585
کل هزینه تولید Total cost of production	ریال بر هکتار Rial ha^{-1}	73,620,488	72,308,166	66,502,429	70,810,361
کل هزینه تولید Total cost of production	ریال بر کیلوگرم Rial kg^{-1}	24,390	21,978	19,878	22,082
درآمد ناخالص Gross return	ریال بر هکتار Rial ha^{-1}	65,097,200	77,177,261	83,391,453	75,221,971
درآمد خالص Net return	ریال بر هکتار Rial ha^{-1}	47,117,112	59,292,696	67,348,353	57,919,387
هزینه/سود Benefit to cost ratio	-	1.64	1.82	2.01	1.82
بهره‌وری اقتصادی Economic productivity	کیلوگرم بر هزار ریال kg 1000rial^{-1}	0.041	0.045	0.050	0.045

مقایسه انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی کشت بادام‌زمینی با دیگر محصولات کشت شده در شمال کشور نشان داد که هم از لحاظ انرژی و هم از نظر نسبت سود به هزینه کشت این محصول نسبت به کشت برنج در استان گیلان و کلزا در استان مازندران به صرفه‌تر است (Taheri-Garavand *et al.,* 2010; Pishgar-Komleh *et al.*, 2011a). این موضوع بیانگر این است، که آب و هوا و خاک مناسب آستانه اشرفیه شرایط نسبتاً مطلوبی برای کشت بادام‌زمینی در این منطقه فراهم کرده است که لزوم توجه بیشتر به کشت این محصول در این منطقه احساس می‌شود. همچنین پیشنهاد می‌گردد، مطالعات دیگری برای کشت این محصول در سایر نقاط کشور از جمله استان گلستان صورت گیرد تا زمینه برای مقایسه مطلوب‌تر کشت این محصول در نقاط متفاوت تولیدی ایجاد شود.

نتیجه‌گیری

۱- نتایج تحلیل انرژی انجام شده برای تولید بادام‌زمینی، بیانگر کارایی بالای انرژی (۳/۹۲) در این منطقه است و با کاهش و مدیریت مصرف دو نهاده سوخت دیزل و کودهای شیمیایی افزایش کارایی انرژی در تولید بادام‌زمینی امکان‌پذیر است.

۲- سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید این محصول نسبت به سایر محصولات کم است و پیشنهاد می‌گردد با استفاده از کودهای حیوانی و زیستی و جایگزینی منابع تجدیدپذیر انرژی با منابع تجدیدناپذیر، درصد استفاده از این منابع در تولید بادام‌زمینی افزایش یابد.

۳- کارایی انرژی و نسبت سود به هزینه در کشت بادام‌زمینی در مقایسه با دیگر محصولات عمده کشت شده در استان گیلان نسبتاً بالاتر به‌دست آمد و پیشنهاد می‌گردد تحقیقاتی بر روی محصولات دیگر کشت شده در استان گیلان صورت گیرد تا زمینه برای مقایسه مناسب‌تر بین محصولات از لحاظ کارایی انرژی و ارزیابی اقتصادی فراهم گردد.

۴- زمین‌های با مساحت بزرگ‌تر از یک هکتار، از انرژی مصرفی و هزینه‌های ورودی کمتری بر واحد سطح برخوردار بودند و میانگین سطح مالکیت در این منطقه ۰/۸ هکتار محاسبه شد و تنها ۲۹/۳۳ درصد از کشاورزان بررسی‌شده در این مطالعه، دارای زمین‌های بزرگ‌تر از یک هکتار بودند.

سپاسگزاری

از دانشگاه فردوسی مشهد برای حمایت از ایـن تحقیـق در قالـب طرح پژوهشی کد ۲۷۵۰۳ تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Agha-Alikhani, M., H. Kazemi-Poshtmasari, and F. Habibzadeh. 2013. Energy use pattern in rice production: a case study from Mazandaran province, Iran. Energy Conversion and Management 69: 157-162.
2. Anonymous. Trade promotion organization of Iran (TPO). 2012. Available from: http://fa.tpo.ir. Accessed 4 May 2013. (In Farsi).
3. Bakhoda, H., M. Almassi, N. Moharamnejad, R. Moghaddasi, and M. Azkia. 2012. Energy production trend in Iran and its effect on sustainable development. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16: 1335-1339.
4. Banaeian, N., M. Omid, and H. Ahmadi. 2011. Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. Energy Conversion and Management 52: 1020-1025.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Fasina, O. O. 2008. Physical properties of peanut hull pellets. Bioresource Technology 99: 1259-1266.
9. Fore, S. R., P. Porter, and W. Lazarus. 2011. Net energy balance of small-scale on-farm biodiesel production from canola and soybean. Biomass and Bioenergy 35: 2234-2244.
10. Ghorbani, R., F. Mondani, S. Amirmoradi, H. Feizi, S. Khorramdel, M. Teimouri, S. Sanjani, S. Anvarkhah, and H. Aghel. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. Applied Energy 88: 283-288.
11. Hosseinzadeh-Gashti, A. R., M. Esfehani, J. Asghari, M. T. Safarzade-Vishkayi, and B. Rabiei. 2009. Effect of sulfur application on growth indices and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 13: 27-38. (In Farsi).
12. 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.
13. Kizilaslan, H. 2009. Input–output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy 86: 1354-1358.
14. Mobtaker, H. G., A. Akram, and A. Keyhani. 2012. Energy use and sensitivity analysis of energy inputs for alfalfa production in Iran. Energy for Sustainable Development 16: 84-89.
15. 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 and Environment 137: 367-372.
16. 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.
17. 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.
18. Mohammadshirazi, A., A. Akram, S. Rafiee, S. H. 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.
19. Mousavi-Avval, S. H., S. Rafiee, A. Jafari, and A. Mohammadi. 2011a. Energy flow modeling and sensitivity analysis of inputs for canola production in Iran. Journal of Cleaner Production 19: 1464-1470.
20. Mousavi-Avval, S. H., S. Rafiee, A. Jafari, and A. Mohammadi. 2011b. Optimization of energy consumption for soybean production using data envelopment analysis (DEA) approach. Applied Energy

88: 3765-3772.
21. Mousavi-Avval, S. H., S. Rafiee, A. Jafari, and A. Mohammadi. 2011c. Improving energy productivity of sunflower production using data envelopment analysis (DEA) approach. Journal of the Science of Food and Agriculture 91: 1885-1892.
22. Nassiri, S. M., and S. Singh. 2009. Non-parametric energy use efficiency, energy ratio and specific energy for irrigated wheat crop production. Iran Agricultural Research 27 (1-2): 27-38.
23. Nassiri, S. M., and S. Singh. 2010. A comparative study of parametric and non-parametric energy use efficiency in paddy production. Journal of Agricultural Sciences and technology 12: 391-399.
24. Ozkan, B., H. Akcaoz, and C. Fert. 2004. Energy input-output analysis in Turkish agriculture. Renewable Energy 29: 39-51.
25. Ozkan, B., R. F. Ceylan, and H. Kizilay. 2011. Comparison of energy inputs in glasshouse double crop (fall and summer crops) tomato production. Renewable Energy 36: 1639-1644.
26. Pahlavan, R., M. Omid, S. Rafiee, and S. H. Mousavi-Avval. 2012. Optimization of energy consumption for rose production in Iran. Energy for Sustainable Development 16: 236-241.
27. Pishgar-Komleh, S. H., P. Sefeedpari, and S. Rafiee. 2011a. Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran. Energy 36: 5824-5831.
28. Pishgar-Komleh, S. H., A. Keyhani, S. Rafiee, and P. Sefeedpary. 2011b. Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. Energy 36: 3335-3341.
29. Rafiee, S., S. H. Mousavi-Avval, and A. Mohammadi. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energy 35: 3301-3306.
30. Rahimi-Kia, M., B. Emadi, and M. H. Aghkhani. 2011. Study and evaluation of energy indices for canola production in southern Fars province. National Conference on Modern Agricultural Sciences and Technologies, Zanjan, Iran. (In Farsi).
31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. 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.
35. Singh, S., and J. P. Mittal. 1992. Energy in Production Agriculture. Mittal Publications.
36. 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.
37. Snedecor, G. W., and W. G. Cochran. 1989. Statistical methods. Iowa State University Press.
38. 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.
39. 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.
40. Taheri-Garavand, A., A. Asakereh, and K. Haghani. 2010. Energy elevation and economic analysis of canola production in Iran a case study: Mazandaran province. International Journal of Environmental Sciences 1: 236-242.
41. Unakitan, G., H. Hurma, and F. Yilmaz. 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. Energy 35: 3623-3627.
42. Yilmaz, I., H. Akcaoz, and B. Ozkan. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy 30: 145-155.