Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 3، پاییز 1395، ص. 462-452

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 3, Fall 2016, p. 452-462

بررسی انرژی‌های ورودی و خروجی و تجزیه و تحلیل اقتصادی بوم‌نظام‌های تولید پسته (*Pistacia vera* L.) در شهرستان زرند کرمان

سیدرضا امیری[1*] و پرویز رضوانی مقدم[2]

تاریخ دریافت: 1390/05/05
تاریخ پذیرش: 1391/08/09

امیری، س.ر.، و رضوانی مقدم، پ. 1395. بررسی انرژی‌های ورودی و خروجی و تجزیه و تحلیل اقتصادی بوم‌نظام‌های تولید پسته (*Pistacia vera* L.) در شهرستان زرند کرمان. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 8(3):462-452.

چکیده

یکی از محصولات مهم صادراتی کشور پسته (*Pistacia vera* L.) می‌باشد که نقش زیادی در صادرات غیر نفتی داشته و سالانه بیش از 800 میلیون دلار سودآوری دارد. اما تولید این محصول در مراکز عمده تولید آن با مشکلات زیادی به خصوص در زمینه کارایی و بهره‌وری انرژی رو به رو می‌باشد. در این بررسی تعدادی از تولیدکنندگان انتخاب و با تکمیل پرسشنامه‌ها اطلاعات اولیه راجع به تولید محصول پسته جمع‌آوری شد. کلیه داده‌ها به میزان‌های معادل انرژی تبدیل و سپس کارایی انرژی محاسبه گردید. نتایج نشان داد که کل انرژی ورودی برای تولید 119423 مگاژول بر هکتار بود، در حالی‌که کل انرژی خروجی معادل 40950 مگاژول بود. کارآیی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی خالص به ترتیب 0/34، 0/012 کیلوگرم بر مگاژول و 78473- مگاژول در هکتار به دست آمدند. همچنین، انرژی الکتریسیته (45 درصد) و سوخت‌های فسیلی (20 درصد) بیشترین سهم در بین انرژی‌های ورودی را داشتند و بیشترین تأثیر را بر کاهش کارآیی انرژی گذاشتند. از لحاظ اقتصادی، کل هزینه تولید پسته در هکتار 57469600 ریال و سود خالص آن 62530400 ریال بود. بنابراین، با گسترش فعالیت‌های مناسب مدیریت زراعی و بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی می‌توان کارایی مصرف انرژی را در تولید پسته بهبود داد.

واژه‌های کلیدی: انرژی خالص، انرژی‌های تجدید شونده، بهره‌وری، کارایی انرژی، نهاده

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) به عنوان یک محصول مهم باغی جایگاه ویژه‌ای را در بین تولیدات کشاورزی دارد و بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی را تشکیل می‌دهد (Panahi, 2002). پسته بومی ایران و سوریه است. تولیدکنندگان اصلی پسته دنیا شامل ایران 55 درصد، آمریکا 20 درصد، ترکیه 10 درصد، سوریه نه درصد و بقیه کشورها شش درصد است (Abrishami, 1994). ایران با دارا بودن بیش از 60 درصد از صادرات جهانی پسته بزرگترین تولید کننده جهان است و استان کرمان با بیش از 270000 هکتار باغ بارور و غیربارور، 77 درصد از محصول کل کشور را تولید می‌کند و به عنوان مهم‌ترین منطقه پسته‌کاری ایران و جهان محسوب می‌شود (Javanshah, 1999). همچنین شهرستان زرند با سطح زیر کشت بیش از 45000 هکتار نقش مهمی را در تولید این محصول ایفا می‌کند (Tahamipour, 2009). مهمترین ارقام پسته در ایران اوحدی، کله قوچی، اکبری، احمد آقایی، ممتاز، بادامی زرند، شاه پسند، سفید پسته نوق، خنجری دامغان و قزوینی هستند.

گردش انرژی یکی از مباحث بوم‌شناسی کشاورزی است و در نقاط مختلف جهان نسبت انرژی‌های خروجی به ورودی در بوم‌نظام‌های مختلف محاسبه شده است (Dick & Doven, 1985).

1 و 2- به ترتیب استادیار مجتمع آموزش عالی سراوان، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: amiriseyedreza86@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از راه‌های برآورد توسعه کشاورزی، استفاده از روش جریان انرژی است (Goswami, 1986). تجزیه و تحلیل بیوفیزیکی و انرژی در بوم‌نظام زراعی به منظور ایجاد تولید مؤثر ضروری است (Rasmusson, 1986). فهم شیوه‌های توزیع انرژی در توسعه و طراحی انرژی و مدیریت پایدار محیطی، از لحاظ اکولوژیک با توسعه ارتباط دارد (Rasmusson, 1985). در همین راستا پژوهش‌های بی‌شماری در نقاط مختلف جهان، در بوم‌نظام‌های زراعی، به منظور ارزیابی کارایی انرژی برای محصولات زراعی انجام گرفته است (Dick & Doven, 1985). کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2016) با بررسی جریان انرژی در دو سامانه زراعی گندم آبی و دیم تحت دو نظام خاکورزی در شهرستان شهرکرد اظهار داشتند که حداکثر انرژی ورودی مربوط به سامانه کشت آبی با خاکورزی و حداکثر انرژی خروجی در سامانه کشت آبی بدون خاکورزی معادل بود. همچنین بیشترین انرژی مصرفی گندم آبی در هر دو سامانه بدون خاکورزی و با خاکورزی مربوط به کود نیتروژن و بعد از آن به آبیاری تعلق داشت و برای گندم دیم نیز بیشترین انرژی مصرفی در دو سامانه با خاکورزی و بدون خاکورزی مربوط به کود نیتروژن و بذر بود. در هر دو مزارع آبی و دیم روش‌های بدون خاکورزی، دارای انرژی غیرمستقیم و غیر تجدیدپذیر بیشتری نسبت به روش‌های دارای خاکورزی بودند.

مطالعات بر روی گیاهان باغی از جمله زردآلو (*Armeniaca vulgris* Lam.) نشان داد که می‌توان کارایی مصرف انرژی را با عملیات مدیریتی و روش‌های تولیدی مناسب با حفظ محیط زیست و با کمترین وابستگی به انرژی‌های تجدیدناپذیر افزایش داد (Kemal et al., 2007). در مطالعه دیگری بر روی گیلاس (*Cerasus avium* L.) کارایی مصرف انرژی برابر با 0/96 به دست آمد و پیشنهاد شد که برای افزایش کارایی لازم است تا از نیروی کارگری بیشتری استفاده شود و توجه ویژه‌ای به مبانی کشاورزی پایدار مبذول گردد (Kizilaslan, 2009). همچنین، مطالعات مشابهی در کشور شیلی، در رابطه با کارایی انرژی بر روی گیاهان باغی مانند انگور (*Vitis vinifera* L.)، تمشک سیاه (*Rubus fruticosus* L.)، پرتقال (*Citrus sinensis* L.)، لیمو (*Citrus limetta* L.)، خرما (*Phoenix dactylifera* L.)، هلو (*Persica vulgaris* L.) و سیب (*Malus domestica* L.) انجام شده است. این بررسی‌ها نشان می‌دهندکه برای افزایش کارایی انرژی در این گیاهان بایستی سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر را در تولید کاهش داد (Hetz, 1998). کارایی مصرف انرژی گیاه کیوی (*Actinitdia delicios* L.) نیز در مازندران 1/54 به دست آمد. این بررسی نشان داد که بیشترین انرژی ورودی به انرژی‌های مستقیم (سوخت فسیلی و الکتریسیته) مربوط است.

در محاسبات مربوط به کارآیی انرژی، بیشتر انرژی‌های ورودی و خروجی مربوط به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فرآیند تولید مورد استفاده و محاسبه قرار می‌گیرند. از این شاخص، در مقایسه بوم‌نظام‌های مختلف تولید نیز استفاده می‌شود (Ozkan et al., 2004).

مصرف انرژی در بخش کشاورزی به دو بخش مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شود. انرژی‌های مستقیم عبارت از سوخت ماشین‌آلات، الکتریسته، انرژی مورد نیاز در سیستم‌های سرمایشی، گرمایشی و روشنایی هستند. انرژی غیرمستقیم نیز انرژی مصرفی در زمینه تولید کودهای شیمیایی، تولید بذر، ماشین آلات و سموم را شامل می‌شود (Uhlin, 1998).

کارایی انرژی عامل مهمی در زمینه رشد بهره‌وری، به ویژه در اقتصاد کشاورزی کشورهای در حال توسعه است. از تحلیل کارایی ضمن حفظ منابع، به عنوان یک مکمل مناسب برای مجموعه سیاست‌های اتخاذ شده در شبیه‌سازی تولید داخلی استفاده می‌شود؛ از این‌رو در شرایط کنونی، مطالعات مربوط به کارایی و شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش آن اهمیت ویژه‌ای دارد. از آن‌جایی که مصرف زیاد کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و مصرف بالای آب که موجب پایین آمدن سطح سفره‌های آب زیرزمینی، در سال‌های اخیر، توسط پسته‌کاران شده است، بنابراین انجام یک بررسی برای تعیین چگونگی استفاده باغداران از نهاده‌های تولیدی می‌تواند مفید باشد (Sadatmoazeni & Karbasi, 2009). با این‌که مطالعات متعددی راجع به مصرف انرژی در بخش کشاورزی انجام شده است (Kuesters & Lammel, 1999)، ولی بررسی در مورد نیاز و آنالیز انرژی ورودی در تولید محصول پسته بسیار اندک است.

هدف از انجام این بررسی، تعیین میزان مصرف انرژی ورودی و انرژی خروجی و به دنبال آن تعیین کارآیی مصرف انرژی در تولید محصول پسته در شهرستان زرند استان کرمان بود.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شهرستان زرند در بهار سال 1390 انجام شد. شهرستان زرند در شمال شرقی استان کرمان قرار دارد. دشت زرند با مساحتی معادل 11521کیلومتر مربع در بین رشته کوه‌های حاشیه کویر لوت در شمال شرق و کوه‌های بادامو در جنوب غرب قرار گرفته است. شهر زرند در طول جغرافیایی 56 درجه و 34 دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی 30 درجه و 49 دقیقه شمالی و ارتفاع متوسط 1660 متر از سطح دریا قرار دارد. مساحت اراضی کشاورزی این شهرستان حدود 59000 هکتار است (Kordi, 1997). جامعه آماری مورد بررسی در این مطالعه بر اساس اطلاعات جهاد کشاورزی شهرستان زرند کرمان در سال 1390، در 16 روستای این شهرستان ، 300 بهره‌بردار پسته بود. ارقام پسته مورد کاشت در باغات منطقه مورد مطالعه عبارت بودند از: رقم کله قوچی، اوحدی، اکبری، احمد آقایی، ممتاز، بادمی زرند و شاه پسند. به منظور تعیین تعداد نمونه مورد مطالعه از معادله (1) (Ozkan et al., 2004) استفاده شد:

معادله (1)

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

که در این معادله، n: تعداد نمونه مورد نیاز، s: انحراف معیار، مقدار t در فاصله اطمینان 95 درصد (1/96)، N: تعداد باغ در جامعه هدف و d خطای مجاز (پنج درصد) هستند.

بر اساس فرمول ذکر شده تعداد نمونه مورد بررسی از 16 روستا، 73 نمونه به دست آمد که حجمی معادل 24 درصد از کل جامعه آماری را تشکیل داد. اطلاعات مربوط به کلیه نهاده‌های ورودی و محصول خروجی هریک از نمونه‌ها از طریق جمع‌آوری اطلاعات به صورت چهره به چهره با کشاورزان و بر طبق پرسشنامه‌های طراحی شده صورت گرفت. پس از میانگین‌گیری اعداد در نرم‌افزار Excel، با توجه به منابع موجود، انرژی هر نهاده بر اساس مگاژول در هکتار محاسبه شد (جدول 1).

جدول 1- معادل انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید پسته در شهرستان زرند، کرمان

Table 1- Energy equivalent of inputs and outputs in Pistachio production in Zarand county, Kerman

جزییات Particulars	واحد اندازه‌گیری Unit	معادل انرژی (مگاژول) Energy equivalent (MJ)	منبع Reference
نیروی کارگری Human labor	ساعت (hr)	1.96	Mohammadi et al. (2008)
ماشین‌آلات Machinery	ساعت (hr)	62.70	Singh, 2002
سوخت فسیلی (گازوئیل) Fossil fuel (Diesel)	لیتر (L)	56.31	Mohammadi et al. (2008)
کود اوره Urea	کیلوگرم (kg)	60.60	Mohammadi et al. (2008)
کود سوپرفسفات‌تریپل Triple super phosphate	کیلوگرم (kg)	11.10	Mohammadi et al. (2008)
آفت‌کش (آکتارا) Pesticide (Actara)	کیلوگرم (kg)	199	Mohammadi et al. (2008)
قارچ‌کش (اکسی کلرور مس) Fungicide (Copper oxychloride)	کیلوگرم (kg)	92	Mohammadi et al. (2008)
علف‌کش (پاراکوآت) Herbicide (Parquet)	کیلوگرم (kg)	238	Mohammadi et al. (2008)
آب آبیاری Water for irrigation	مترمکعب (m^3)	1.02	Acaroglu (1998)
الکتریسیته Electricity	کیلووات ساعت (k W hr)	3.6	Mohammadi et al. (2008)
عملکرد Yield	کیلوگرم (kg)	27.3	Mirzaei (2010)

در این مطالعه نهاده‌ها و ورودی‌هایی که در فرآیند تولید پسته مورد استفاده قرار می‌گیرند، تعیین شدند و سپس انرژی آن‌ها محاسبه

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. این ورودی‌ها عبارت بودند از:

نیروی کارگری، ماشین‌آلات (عمدتاً شامل تراکتور فرگوسن، رومانی و جان‌دیر، گاو آهن، دیسک، کودپاش، سمپاش تراکتوری و نهرکن)، سوخت‌های فسیلی، کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها، آب آبیاری و الکتریسیته. خروجی‌های بوم‌نظام نیز عملکرد پسته در نظر گرفته شد. معادل‌های انرژی مندرج در جدول 1 جهت محاسبه مقادیر ورودی‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

کارایی مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی و انرژی خالص با استفاده از معادله‌های (2) تا (4) محاسبه شدند (Sartori et al., 2005):

معادله (2) انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)/ انرژی خروجی (مگاژول در هکتار) = کارآیی مصرف انرژی

معادله (3) انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)/ عملکرد پسته (کیلوگرم در هکتار) = بهره‌وری انرژی

معادله (4) انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) – انرژی خروجی (مگاژول در هکتار) = انرژی خالص

نتایج و بحث

نهاده‌های مورد استفاده در تولید پسته و انرژی معادل آن‌ها همراه با مقدار انرژی خروجی در جدول 2 نشان داده شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که حدود 656 ساعت نیروی کارگری و 60 ساعت در هکتار کار ماشین‌آلات برای تولید پسته در منطقه مورد نیاز است. به نظر می رسد که فقر مالی روستاییان، بیکاری افراد خانواده و عرضه زیاد نیروی کار و عدم دسترسی کشاورزان به تراکتور از مهمترین دلایل افزایش استفاده از نیروی کارگری است.

جدول 2- انرژی‌های ورودی و خروجی محصول پسته در سال 1389 در شهرستان زرند، کرمان

Table 2- Total energies input and output in pistachio production in 2010 at Zarand county, Iran

نهاده‌ها و خروجی‌ها Inputs and outputs	مقدار در هکتار (مگاژول) Quantity per hectare (MJ)	مقدارانرژی مصرفی در هکتار (مگاژول) Total energy equivalent (MJ)	درصد از کل انرژی Percentage of total energy
نیروی کارگری (ساعت) Human labor (hr)	656	1481.76	1.24
ماشین‌آلات (ساعت) Machinery (hr)	60	3762	3.15
سوخت فسیلی (گازوئیل) (لیتر) Fossil fuel (Diesel) (L)	440	24776.4	20.74
کودها (کیلوگرم) Fertilizers (kg)	650	23490	19.66
کود اوره (کیلوگرم) Urea (kg)	250	15150	12.68
کود سوپرفسفات‌تریپل (کیلوگرم) Triple super phosphate (kg)	400	4440	3.71
سموم (کیلوگرم) Biocide (kg)	40	7670	6.42
آفت‌کش (آکتارا) (کیلوگرم) Pesticide (Actara) (kg)	10	1990	1.66
قارچ‌کش (اکسی کلرور مس) (کیلوگرم) Fungicide (Copper oxychloride) (kg)	10	920	0.77
علف‌کش پاراکوات (کیلوگرم) Herbicide (Parquet) (kg)	20	4760	3.98
آب آبیاری (مترمکعب) Water for irrigation (m^3)	7560	7711.2	6.45
الکتریسیته (کیلووات ساعت) Electricity (k W hr)	15120	54432	45.57
کل انرژی ورودی Total energy input		119423.36	100
عملکرد (کیلوگرم) Yield (kg)	1500	40950	

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین، بخش‌های مختلف دولتی اعم از بانک کشاورزی، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان و اتحادیه‌های تعاونی روستایی از مهمترین ارکانی به شمار می‌آیند که می‌توانند از طریق تخصیص تسهیلات، اجاره ماشین‌آلات و طرح زود بازده اشتغال به حل این مشکل کمک کنند تا بدین وسیله کارایی پسته‌کاران افزایش یابد (Sadatmoazeni & Karbasi, 2009). همچنین، مقدار کل کودها و سموم مورد استفاده در تولید پسته به ترتیب 650 و 40 کیلوگرم در هکتار بود. کل انرژی ورودی مورد استفاده در فرآیند تولید پسته حدود 119423/36مگاژول در هکتار به دست آمد (جدول 2).

بیشترین میزان مصرف انرژی ورودی به الکتریسیته اختصاص داشت که به مصرف انرژی الکتریسیته در برداشت آب از چاه‌های عمیق تعلق دارد (معادل 54432 مگاژول در هکتار). سوخت فسیلی در رتبه بعدی از لحاظ مصرف انرژی قرار داشت (معادل 24776/4 مگاژول در هکتار). در بررسی کارایی انرژی تولید لیمو در ترکیه نیز نتایج مشابهی با تحقیق حاضر به دست آمده است. در آن بررسی نیز انرژی الکتریسیته و سوخت‌های فسیلی بیشترین مصرف را داشتند (Ozkan et al., 2004)، سهم انرژی ورودی حاصل از کود در رتبه سوم قرار داشت (جدول 1). کشاورزان، در این رابطه، بدون آگاهی از مضرات کود شیمیایی مقادیر زیادی از آن را به کار می‌برند. بدیهی است که کود نیتروژنه بر اثر آبیاری غرقابی در باغات پسته به راحتی از دسترس خارج می‌شود و موجب کاهش کارایی می‌گردد. سهم سایر ورودی‌ها نیز در جدول 2 نشان داده شده است. حداقل انرژی مصرفی برای ورودی‌ها به نیروی کارگری مربوط بود (1481/76 مگاژول در هکتار) که در حدود 1/2 درصد از کل انرژی مصرفی را تشکیل می دهد (جدول 2). نتایج مشابهی نیز در رابطه با انرژی کارگری گزارش شده است (Sartori et al., 2005). عملکرد متوسط پسته حدود 1500 کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بر این اساس، کل انرژی خروجی در هکتار 40950 مگاژول در هکتار است (جدول 2). البته، در برخی از باغات پسته عملکرد کمتر از یک تن در هکتار نیز مشاهده می‌شود که این موضوع بیشتر به شوری زیاد خاک مربوط است. آستانه اقتصادی تحمل پسته برای شوری آب حدود 8-7 دسی‌زیمنس بر متر است و مقادیر بالاتر از این رقم درخت پسته را با کاهش تولید مواجه خواهد کرد (Panahi, 2002).

کارآیی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی خالص در جدول 3 آمده است. کارآیی مصرف انرژی در تولید پسته 0/34 به دست آمد. کارایی برخی از گیاهان باغی مانند مرکبات 1/20 (Ozkan et al., 2004)، زردآلو 1/24 (Kemal et al., 2007)، انگور 2/99 (Ozkan et al., 2007) و گیلاس1/23 (Vecdi et al., 2006) گزارش شده‌اند.

بهره‌وری انرژی تولید پسته 0/012 کیلوگرم بر مگاژول و انرژی خالص برای پسته در شهر زرند منفی به دست آمد (جدول 3). سادات مؤذنی و کرباسی (Sadatmoazeni & Karbasi, 2009) دلایل این ناکارآمدی‌ها را در دشت زرند، وضعیت مالی نامطلوب بهره‌برداران، نیروی کار فراوان و ارزان در روستاها، شکل نامناسب کاشت درختان پسته و اندازه کوچک باغ‌ها عنوان کردند و برای افزایش کارایی توزیع مناسب و به موقع نهاده‌هایی مانند کود شیمیایی، آفت‌کش و ارایه راهنمایی‌های ترویجی در این زمینه را ابراز داشتند.

توزیع ورودی‌های استفاده شده در تولید پسته بر اساس انرژی های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در جدول 3 نشان داده شده‌اند. سهم منابع انرژی غیرمستقیم و تجدیدپذیر تا حدودی مشابه یکدیگر بودند، ولی سهم مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر بود. این موضوع در ارتباط با تولید سایر محصولات نیز صدق می‌کند (Kizilaslan, 2009; Yilmaz et al., 2005; Erdal et al., 2007).

بررسی تولید پسته از لحاظ اقتصادی در زرند

جدول 4 هزینه‌های تولید پسته را از لحاظ اقتصادی نشان می‌دهد. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، بیشترین هزینه تولیدی به آب آبیاری (34020000 ریال) و نیروی کارگری (12300000 ریال) مربوط است (CBI, 2011). در منطقه سیریز شهرستان زرند افزایش بی‌رویه برداشت آب از سفره‌های آب زیرزمینی به شور شدن بیشتر آب‌های زیرزمینی منجر شده است. با این‌که پسته گیاهی مقاوم به شوری است، ولی با این حال درختان پسته با مشکل مواجه شده‌اند و باغات پسته در معرض نابودی قرار دارند. آرین و ذولفقاری (Arian & Zolfeghari, 1994) به عدم نرخ‌گذاری آب به عنوان عامل قوی‌تر و مؤثرتر در مدیریت مالی و ناکارآمدی اشاره کردند. آن‌ها همچنین مبلغ ناچیز آب‌بها و روش اعمال نرخ‌گذاری موجود را موجب مصرف بی‌رویه آب دانسته‌اند. قیمت یک مترمکعب آب در زرند 4500 ریال

www.SID.ir

Archive of SID

است (CBI, 2011) البته، این هزینه در مناطق مختلف پسته‌کاری با توجه به این‌که چاه‌های آب از چه نوعی (عمیق و نیمه‌عمیق) باشند، متفاوت است. با توجه به هزینه تمام شده آب در نواحی مختلف، لازم است با اصلاح سیستم تخصیص آب و افزایش تدریجی نرخ آب آبیاری موجب کاهش تلفات آب و جلوگیری از مصرف بی‌رویه آن شد تا در نهایت، درآمد کشاورزان افزایش یابد.

همان‌طوری که در جدول 2 مشاهده می‌شود، سوخت‌های فسیلی و کودها از لحاظ مصرف انرژی در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند ولی از لحاظ هزینه‌های مصرفی در هکتار (جدول 4) کمترین هزینه را در تولید پسته به خود اختصاص می‌دهند. این امر نشان‌دهنده این واقعیت است که قیمت واقعی آن‌ها و هزینه زیست‌محیطی ناشی از آن‌ها، در نظر گرفته نشده است. کل هزینه‌های تولید برای تولید پسته در یک هکتار برابر با 57469600 ریال است. با توجه به این‌که قیمت هر کیلوگرم پسته 80000 ریال (CBI, 2011) و عملکرد پسته در یک هکتار برابر با 1500 کیلوگرم است، بنابراین سود ناخالصی برابر با 120000000 ریال به دست می‌آید و سود خالصی که از تولید پسته نیز حاصل می‌شود، برابر با 62530400 ریال می‌شود. اگرچه تولید پسته به لحاظ انرژی کارایی ندارد، ولی از لحاظ اقتصادی دارای سود قابل قبولی است. این سود اقتصادی پایین به دلایلی مانند برداشت و فروش پسته، نبود قیمت تضمینی برای پسته، تحولات جهانی قیمت پسته و مسایل سیاسی مربوط است و موجب می‌شود که کشاورزان همیشه در فروش به موقع محصول و مسایل برداشت، بسته‌بندی و انبارداری با مشکل رو به رو شوند. علاوه بر آن، ذخایر آب زیرزمینی در دشت زرند در وضعیت بحرانی قرار دارد، بنابراین، تولید پسته به قیمت از دست رفتن منابع آب زیرزمینی تمام می‌شود و باید دانست که آب موجود حاصل ذخیره چندین قرن است و خشکسالی‌های اخیر نیز این روند را تشدید کرده است که در آینده موجب ناپایداری تولید پسته در شهرستان زرند خواهد شد (Sadatmoazeni & Karbasi, 2009).

جدول 3- کارایی، بهره‌وری و انرژی خالص و انواع انرژی‌های مصرفی در تولید محصول پسته در زرند

Table 3- Total energy input in the form of direct, indirect, renewable energy and energy input–output ratio in *Pistacia vera* production in Zarand county

شاخص‌ها Indices	مگاژول در هکتار ($MJ.\ ha^{-1}$)
انرژی مستقیم[a] Direct energy[a]	88401.36
انرژی غیرمستقیم[b] Indirect energy[b]	27260
انرژی تجدیدپذیر[c] Renewable energy[c]	9192.96
انرژی تجدیدناپذیر[d] Non-renewable energy[d]	114130.4
کل انرژی ورودی Total energy input	119423.36
کارآیی مصرف انرژی (کیلوگرم بر مگاژول) Energy use efficiency ($kg.MJ^{-1}$)	0.34
بهره‌وری انرژی Energy productivity	0.012
انرژی خالص Net energy	-78473.36

a– انرژی مستقیم شامل نیروی کارگری، سوخت فسیلی، الکتریسیته و آب آبیاری می‌باشد. b- انرژی غیرمستقیم شامل کود شیمیایی (NPK)، علف کش (پاراکوات)، آفت‌کش (آکتارا) و قارچ کش (اکسید کلرور مس) می‌باشد. c- انرژی تجدیدپذیر شامل نیروی کارگری و آب آبیاری می‌باشد. d- انرژی تجدیدناپذیر شامل سوخت فسیلی، الکتریسیته، کودهای شیمیایی (NPK)، علف کش (پاراکوات)، آفت‌کش (آکتارا)، قارچ کش (اکسید کلرور مس) و ماشین‌آلات می‌باشد.

a- Direct energy including human labor, diesel, electricity and water for irrigation. b- Indirect energy including chemical fertilizers (NPK), herbicide (Paraquat), pesticide (Actara) and fungicide (Copper oxychloride). c- Renewable energy including human labor and water for irrigation. d- Non-renewable energy including diesel fuel, electricity, chemical fertilizers (NPK), herbicide (Paraquat), pesticide (Actara), fungicide (CSopper oxychloride) and machinery.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- آنالیز اقتصادی تولید پسته در شهرستان زرند، ایران

Table 4- Economic analysis of *Pistacia vera* production in Zarand county, Iran

نهاده‌ها و خروجی‌ها Inputs and outputs	مقدار در هکتار (مگاژول) Quantity per hectare (MJ)	قیمت به ازای واحد اندازه‌گیری (ریال)* Prices per unit measurement (Rials)*	هزینه در واحد سطح (هکتار) Cost per unit area (ha)
نیروی کارگری (ساعت) Human labor (hr)	656	18750	12300000
ماشین‌آلات (ساعت) Machinery (hr)	60	70000	4200000
سوخت فسیلی (گازوئیل) (لیتر) Fossilfuel (Diesel) (L)	440	1500	660000
کود اوره (کیلوگرم) Urea (kg)	250	2400	600000
کود سوپرفسفات‌تریپل (کیلوگرم) Triple super phosphate (kg)	400	3600	1280000
آفت‌کش (آکتارا) (کیلوگرم) Pesticide (Actara) (kg)	10	80000	800000
قارچ‌کش اکسی کلرور مس (کیلوگرم) Fungicide (Copper oxychloride) (kg)	10	80000	800000
علف‌کش (پاراکوات) (کیلوگرم) Herbicide (Parquet) (kg)	20	80000	1600000
آب آبیاری (مترمکعب) Water for irrigation (m^3)	7560	4500	34020000
الکتریسیته (کیلووات ساعت) Electricity (k W hr)	15120	80	1209600
کل هزینه ورودی Total cost input			57469600
سود ناخالص Gross benefit	1500	80000	120000000
سود خالص Net benefit			62530400

* کل قیمت‌ها از سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران گرفته شده‌اند.

* All of prices were obtained from website of central bank of the Islamic republic of Iran.

نتیجه‌گیری

کارایی انرژی تولید پسته در شهرستان زرند در مقایسه با دیگر باغات میوه از جمله مرکبات (1/2)، زردآلو (1/24)، انگور (2/99) و گیلاس (1/23) که در منابع به آن اشاره شده است، بسیار پایین (0/34) است. کل انرژی ورودی برای تولید 119423 مگاژول در هکتار و کل انرژی خروجی معادل 40950 مگاژول در هکتار بود. در بین انرژی‌های ورودی، انرژی‌های تجدیدناپذیر مانند الکتریسیته و سوخت‌های فسیلی به ترتیب با 54432 و 24776/4 مگاژول در هکتار بیشترین سهم را داشتند. مصرف بیش از حد الکتریسیته به برداشت آب از چاه‌های عمیق مربوط است. با توجه به کمبود آب در منطقه مورد مطالعه و بحرانی بودن وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی در این منطقه بایستی مدیریت آب منطقه‌ای شهرستان، تمهیداتی را در جهت کاهش مصرف آب و توزیع مناسب آب بین کشاورزان انجام دهد تا از این طریق علاوه بر پایداری سفره‌های آب زیرزمینی، به کاراتر شدن تولید بهره‌برداران نیز کمک شود. در بین انرژی‌های ورودی نیروی کارگری با 1481/76 مگاژول در هکتار کمترین انرژی مصرفی را به خود اختصاص داد. همچنین، از نظر اقتصادی سود خالصی که از تولید پسته حاصل شد، برابر با 62530400 ریال بود که نشان‌دهنده توجیه اقتصادی تولید پسته در منطقه است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Abrishami, M. 1994. *Pistacia vera* of Iran. Center of Academic Publication, Iran 672 pp. (In Persian)

Acaroglu, M. 1998. Energy from biomass, and applications. University of Selc-UK, Graduate School of Natural and Applied Sciences. Textbook (Unpublished- Turkish).

Arian, T., and Zolfeghari, S. 1994. Instruments economic-financial in service policies water management. In First EWRS Workshop on Regional Resource Water Management. Isfahan, Iran, 10-11 September, 175-185. (In Persian)

Central Bank of Iran (CBI). 2011. Economic Time Series Database. Available at web site: http://tsd.cbi.ir/Display/Content.aspx (verified: 7 July 2011)

Cordi, R. 1997. Historic Geographical Zarand and Kohbanan. Kermanology Central, Iran 253 pp. (In Persian)

Dick, W.A., and Doven, D.M.V. 1985. Continuous tillage and rotation, combination effects on corn, soybean and oat yield. Agronomy Journal 77: 459-465.

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

Goswami, D.Y. 1986. Alternative Energy in Agriculture. CRC Press 407 pp.

Hetz, E. 1998. Energy utilization in fruit production in Chile. Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America 29(2): 17-20.

Javanshah, A. 1999. The study of flowering *Pistacia vera* and methods for its suspension to prevention of spring cold. PhD Horticultural, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Kazemi, H., Alizadeh, P., and Nehbandani, A. 2016. Assessing energy flow in rainfed and irrigated wheat fields of Shahrekourd Township under two tillage systems. Journaa\l of Agroecology 8(2): 281-295. (In Persian with English Summary)

Kemal, E., Orhan, G., and Gulistan, E. 2007. Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion and Management 48: 592-598.

Kizilaslan, H. 2009. Input–output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey. Applied Energy 86: 1354-1358.

Kuesters, J., and Lammel, J. 1999. Investigations of the energy efficiency of the production of winter wheat and sugar beet in Europe. European Journal of Agronomy 11: 35-43.

Mirzaei, H. 2010. Modelling energy input- output in production of *Pistacia vera*. In First International Workshop of Modelling Plant, Soil and Air, Rafsanjan, Iran, 14-15 November p. 29-45. (In Persian)

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

Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., and Keyhani, A. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. Energy Conversion and Management 49: 66-70.

Ozkan, B., Cemal, F., and Feyza, K. 2007. Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. Energy 32: 1500-1504.

Ozkan, B., Cemal, F., and Feyza, K. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Conversion and Management 45: 1821-1830.

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.

Panahi, B. 2002. Handbook of *Pistacia vera*. Publication of Agricultural Instruction, Jihad- e-Keshavarzi 73 pp. (In Persian)

Rasmusson, D.C. 1985. Barley. American society of Agronomy. 677 South segoe road Madison, Wisconsin 53711. USA.

Sadatmoazeni, S., and Karbasi, A. 2009. Measurement of energy types by use of meta analysis method, study of producers *Pistacia vera* in Zarand, Iran. Agricultural Economic and Development 16(61): 1-16. (In Persian)

Sartori, L., Basso, B., Bertocco, M., and Oliviero, G. 2005. Energy use and economic evaluationof a three year crop rotation for conservation and organic farming in Neitaly. Biosystems Engineering 91: 245-256.

Singh, J.M. 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. Master of Science. Germany: International Institute of Management, University of Flensburg.

www.SID.ir

Archive of SID

Tahamipour, M. 2009. The study of effective factors on production risk *Pistacia vera* in Zarand, Iran. Agricultural Economic and Development 16(63): 1-19. (In Persian with English Summary)

Uhlin, H. 1998. Why energy productivity is increasing: An I–O analysis of Swedish agriculture. Agricultural Systems 56: 443-465.

Vecdi, D., Kamil, E., Harold, M.K., Davut, A., and Caglar, E. 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: A case study from Isparta province. Energy Conversion and Management 47: 1761-1769.

Yilmaz, I., Akcaoz, H., and Ozkan, B. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy 30: 145-155.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 3, Fall 2016, p. 452-462

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 3، پاییز 1395، ص. 462-452

An Input–Output Energy and Economical Analysis of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Production Systems in County of Zarand, Kerman Province

S.R. Amiri[1*] and P. Rezvani Moghaddam[2]

Submitted: 27-07-2011
Accepted: 30-10-2012

Amiri, S.R., and Rezvani Moghaddam, P. 2016. An input–output energy and economical analysis of pistachio (*Pistacia vera* L.) production systems in county of Zarand, Kerman province. Journal of Agroecology 8(3):452-462.

Introduction

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is one of the most important export crops of Iran which has an important role in non-petroleum exports and has over $800 million benefit per year. However, production of this crop faces many problems in main production centers, especially in energy efficiency and productivity. The pistachio is a native crop of Iran and Syria. The major producers of pistachio are Iran 55%, America 20%, Turkey 10%, Syria 9% and the other countries with 6%. Iran is the major producer of pistachio in the world with more than 60 % of global exports. Kerman Province with more than 270,000 ha under cultivation produces 77 percent of this crop. Moreover, Zarand county with more than 45,000 ha under cultivation plays a major role in the production of pistachio.

Energy flow is one of the topics of agro-ecology in the world and energy output to input ratio is calculated in various agro-ecosystems. One of the indicators of agricultural development is energy flow. So, different studies in the world have been done to evaluate the energy efficiency in the agro-ecosystems. Studies on apricot (*Armeniaca vulgris* Lam.) showed that energy efficiency can increase with appropriate management practices with minimum dependence on non-renewable energies.

Energy consumption is divided into two parts in agriculture: direct and indirect energy. Direct energy is the fuel, machinery, electricity, energy required for cooling, heating, and lighting. Indirect energy includes the energy used in the production of fertilizers, seed production, machinery, and pesticides. Energy efficiency is an important factor in increasing productivity, especially in agricultural economy of developing countries. Although, many studies have been carried out on energy consumption in the agricultural systems, the analysis of the energy input required to produce pistachio is very low.

Therefore, the objectives of the present study were to determine the input and output energy rates, energy use efficiency, and other energy-related factors in the production of pistachio in Zarand county of Kerman province.

Materials and methods

This research was conducted in the spring of 2011 in the county of Zarand. Zarand is located in the northwestern province of Kerman. In this study, some producers were selected and primary information was collected using questionnaire directly. All data (input and output) were converted to energy equivalent quantities and then energy efficiency was calculated. Random sampling was done in gardens within whole population and sample size was determined by Ozkan et al. (2004):

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

Where n is the required sample size, N is the number of holdings in target population, s: standard deviation, t is the reliability coefficient (1.96 which represents the 95% reliability) and d is permissible error (5%).

Basic information on energy inputs and pistachio production were transferred into Excel spreadsheets, and analyzed. Based on the energy equivalents of the inputs and output (Table 1), the energy ratio or energy use efficiency, energy productivity and net energy were calculated:

1 and 2- Higher Educational Complex of Saravan, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding author Email: amiriseyedreza86@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

Energy efficiency= Energy input (MJ. ha^{-1}) / energy output (MJ. ha^{-1})

Energy productivity= Energy input (MJ. ha^{-1}) / pistachio production (kg. ha^{-1})

Net energy= Energy input (MJ. ha^{-1}) - Power output (MJ. ha^{-1})

Results and discussion

The results showed that total input energy for *Pistacia vera* L. production was 119423 MJ. ha^{-1}, whereas total output energy was 40950 MJ. ha^{-1}. Energy efficiency, energy productivity, and net energy were 0.34, 0.012 $kg.MJ^{-1}$ and -78474 $MJ.ha^{-1}$, respectively. The highest input energies were related to electricity (45%) and fossil fuels (20%) which had the highest effect on decreasing energy efficiency. Economically, the total cost of *Pistacia vera* L. production per hectare was 57469600 and the net benefit was 6253040 Rials.

Conclusion

It was concluded that extending proper agricultural management and sustainable exploration of natural resources can enhance energy consumption efficiency in *Pistacia vera* L. production. Moreover, due to the shortage water and the critical situation of the aquifers in this region, city regional water management should consider measures to reduce water consumption and improve the distribution of water between the farmers to help the sustainability of the aquifers and more efficient production.

Keywords: Energy efficiency, Input, Net energy, Productivity, Renewable energy

References

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.

www.SID.ir