مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱) ۳ (۱۳۹۲) ۸۲- ۶۹

مطالعه سیر انرژی و شاخص‌های اقتصادی در سیستم‌های تولید سیب زمینی و چغندر قند در استان خراسان رضوی

فرزاد مندنی[۱]، شهرام ریاحی نیا[۲،*] و محمد رضا اصغری پور[۳]

[۱]گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[۲]دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور.

[۳]گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

[*]نویسنده مسئول: sh_riahinia@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۸/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۰۵

مندی، ف.، ش. ریاحی نیا، و م. ر. اصغری پور. ۱۳۹۲. مطالعه سیر انرژی و شاخص‌های اقتصادی در سیستم‌های تولید سیب زمینی و چغندر قند در استان خراسان رضوی. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۳ (۱): ۸۲- ۶۹.

چکیده

امروزه هدف اصلی در کشاورزی، افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها است بنابراین محاسبه و ارزیابی بودجه انرژی بسیار مهم می‌باشد. هدف از مطالعه حاضر، مقایسه دو سیستم تولید چغندر قند و سیب زمینی از نظر کارایی مصرف انرژی، فشردگی انرژی، بهره‌وری انرژی، نسبت سود به هزینه و مقدار مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و غیر تجدیدپذیر در استان خراسان رضوی بود. به منظور اجرای این بررسی، اطلاعات از ۱۵۳ مزرعه چغندر قند و ۵۴ مزرعه سیب زمینی با استفاده از پرکردن پرسشنامه، در سال ۱۳۹۰ جمع آوری شد. نتایج نشان داد که کل انرژی مورد نیاز در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب، ۴۲۲۳۲ و ۵۹۶۱۱ مگاژول در هکتار بود. در مزارع چغندرقند سهم انرژی های مستقیم و غیر مستقیم از کل انرژی مصرفی به ترتیب ۵۷ و ۴۳ درصد بود. همچنین ۳۱ درصد از کل انرژی مصرفی به انرژی های تجدید شونده و ۶۹ درصد به انرژی های تجدید ناپذیر اختصاص یافت. در مزارع سیب زمینی نیز سهم انرژی های مستقیم و غیر مستقیم از کل انرژی به ترتیب ۵۴ و ۴۶ درصد و سهم انرژی های تجدید شونده و غیر تجدید شونده به ترتیب ۴۳ و ۵۷ درصد بدست آمد. کارایی مصرف انرژی در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب ۱۳/۳۵ و ۱/۵۵ بود. نسبت سود به هزینه‌ها نیز در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب ۱/۲۶ و ۲/۳۳ محاسبه شد. نتایج نشان داد که در مزارع چغندر قند نسبت به سیب زمینی، کارایی مصرف انرژی بالاتر بود، در صورتی که در مزارع سیب زمینی سود اقتصادی بیشتری در مقایسه با مزارع چغندر قند حاصل کرد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری انرژی، درآمد خالص، فشردگی انرژی، نسبت سود به هزینه‌ها.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

انرژی نهاده‌ای است که در بخش کشاورزی به دلایل مختلف نظیر افزایش تولید، افزایش امنیت غذایی و کمک به توسعه اقتصاد روستایی بکار رفته و طی سال‌های اخیر مصرف آن به علت افزایش جمعیت، محدودیت زمین‌های زراعی و بالا رفتن استانداردهای زندگی افزایش یافته است (FAO, 2000). از طرفی وابستگی سیستم‌های کشاورزی رایج به مصرف فشردهٔ انرژی یکی از دلایل اصلی مشکلاتی همچون گرمایش جهانی در اغلب کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد (Almohammad, 2001). کارایی بالای مصرف انرژی در کشاورزی به کاهش مشکلات زیست محیطی، جلوگیری از تخریب منابع طبیعی و توسعه کشاورزی پایدار بعنوان یک سیستم تولید اقتصادی کمک خواهد کرد.

مصرف انرژی یکی از شاخص‌های کلیدی برای توسعه بیشتر روش‌های کشاورزی پایدار است (Kizilaslan, 2009). بخش تولید محصولات کشاورزی به تنهایی درصد کمی از کل مصرف انرژی را در بر می‌گیرد اما با احتساب مراحل و فرایندهای دیگر شامل فراوری، بسته بندی و توزیع، درصد قابل توجهی از کل انرژی در این بخش مصرف می شود. بعنوان مثال در امریکا این مقدار حدود ۱۹ درصد است (Ziesemer, 2007).

سیب زمینی و چغندرقند با سطح زیر کشتی به ترتیب در حدود، ۱۸۵ و ۱۸۰ هزار هکتار از جمله محصولات مهم زراعی کشور به شمار می‌روند که همواره میزان زیادی از مصرف انرژی را در بین دیگر محصولات به خود اختصاص می‌دهند (Anonymous, 2011). از طرف دیگر دلایلی نظیر کمبود آب آبیاری، افزایش هزینه‌های تولید، کم بودن قیمت خرید تضمینی و طولانی بودن فصل رشد چغندرقند باعث شده که در سال‌های اخیر سطح زیر کشت چغندرقند رو به کاهش گذارد و کشاورزان رغبت کمتری به کشت این گیاه داشته باشند. برای بهینه سازی و کاهش مصرفی انرژی همراه با افزایش کارایی و بهروری انرژی در تولید این محصولات، ابتدا لازم است که نوع و چگونگی مصرف انرژی بصورت علمی مشخص گردد. Erdal *et al*. (2007) در مطالعه‌ای گزارش نمودند که از کل انرژی مصرفی (۳۹۶۸۵ مگاژول در هکتار) برای تولید چغندرقند در کشور ترکیه حدود ۴۹ درصد مربوط به انرژی کودهای شیمیایی و ۲۴ درصد مربوط به سوخت-های فسیلی بود. نامبردگان اظهار داشتند که کارایی مصرف انرژی، ۲۵/۷۵ و بهره‌وری انرژی، ۱/۵۳ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد. همچنین حدود ۸۲ درصد کل انرژی ورودی از نوع غیرقابل تجدید بود. نسبت سود به زیان ۱/۱۷ و بیشترین هزینه انرژی مربوط به کارگر، اجاره زمین و کود مصرفی بود. مطالعه‌ای در ایران بر روی موازنه انرژی در تولید سیب زمینی توسط Mohammadi *et al*. (2007) انجام شد. نامبردگان آنها بیشترین مصرف انرژی را با ۳۲/۶ درصد مربوط به کود نیتروژن ازته دانستند و پس از آن مصرف سوخت‌های فسیلی با ۱۵/۸ درصد بیشترین سهم مصرف انرژی را در هکتار را داشت. همچنین آب آبیاری و بذر مصرفی در رتبه های بعدی قرار گرفتند. طی این تحقیق، مصرف کل انرژی در هکتار برابر ۸۱۶۲۴ مگاژول و عملکرد سیب زمینی برابر ۲۸۴۵۳ کیلوگرم در هکتار معادل ۱۰۲۴۳۲ مگاژول انرژی محاسبه شد، بنابراین کارایی مصرف انرژی، ۱/۲۵ بدست آمد. Mohammadi and Omid (2010) نشان دادند که کل انرژی مصرفی در تولید خیار گلخانه‌ای ۱۴۸۸۳۶ مگاژول بر هکتار بود و بیشترین سهم آن مربوط به سوخت فسیلی (۴۲ درصد) و کود شیمیایی (۲۰ درصد) مصرفی بود. بهره‌وری انرژی معادل ۰/۸ کیلوگرم محصول بر مگاژول، کارایی مصرف انرژی ۰/۶۴، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۱ درصد و انرژی‌های غیر تجدیدپذیر برابر ۸۹ درصد بود. آنالیزهای اقتصادی نشان داد که کل هزینه تولید برای یک هکتار خیار گلخانه‌ای ۳۳۴۲۵ دلار و نسبت سود به هزینه ۲/۵۸ بود.

امروزه در کشاورزی، هدف اصلی، افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها است. از این نظر محاسبه و ارزیابی بودجه انرژی بسیار مهم می باشد. در بین استان‌های تولید کننده سیب زمینی و چغندر قند، استان خراسان رضوی با سطح زیر کشتی به ترتیب در حدود ۵۹۰۰ و ۲۳۰۰۰ هکتار جایگاه ویژه‌ای را در کشور به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2011). با این حال تا کنون مطالعه‌ای در خصوص ارزیابی چگونگی مصرف و کارایی انرژی این محصولات در استان صورت نگرفته است. بنابراین این بررسی با هدف تعیین کارایی مصرف انرژی، پایداری و شاخص‌های اقتصادی سیستم‌های تولید سیب زمینی و چغندرقند استان خراسان رضوی اجرا شد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی کارایی مصرف انرژی و تجزیه و تحلیل-های اقتصادی در سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی یک مطالعه میدانی در سطح استان خراسان رضوی در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. در این بررسی ابتدا اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت، عملکرد و تولید چغندر قند و سیب زمینی به تفکیک شهرستان‌های استان از منابع مختلف جمع آوری شد (Anonymous, 2011).

همچنین تعداد تقریبی کل مزراع چغندر قند و سیب زمینی در استان به تفکیک شهرستان‌ها نیز مشخص شد. بمنظور جمع آوری اطلاعات مربوط به نوع و میزان کلیهٔ انرژی‌های ورودی و خروجی، تعداد نمونه‌ها از معادلهٔ زیر مشخص شد (Newbold, 1994):

$$n = \frac{N \times S^2}{(N-1)S_X^2 + S^2} \qquad (۱)$$

در این معادله n، تعداد نمونه‌های مورد نیاز، N، تعداد تولید کنندگان (زارعین) در کل استان، S، انحراف معیار، S_X انحراف معیار نمونه($S_X = d/z$)، d، دقت (اشتباه مجاز) در اندازه نمونه که ۱۵ درصد میانگین برای سطح اطمینان ۹۵ درصد تعریف می‌شود و Z، ضریب اطمینان (برابر ۱/۹۶ در سطح اطمینان ۹۵ درصد) می‌باشد.

بر این اساس تعداد نمونه مورد بررسی برای چغندر قند ۱۵۳ و برای سیب زمینی ۵۴ بدست آمد. پس از اینکه تعداد نمونه‌ها از معادلهٔ بالا بدست آمد، اطلاعات مربوط به کلیه فعالیت‌های زراعی از قبیل آماده‌سازی زمین، میزان بذر مصرفی، میزان آب آبیاری، کودها، سموم شیمیایی مصرفی و نیروی انسانی مورد نیاز و غیره در سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی بصورت جداگانه از طریق گفتگوهای رو در رو با کشاورزان استان و بر طبق پرسشنامه‌های طراحی شده جمع آوری شد. در این بررسی وسعت مزارع مورد نمونه برداری شاخصی از مزراع استان انتخاب شد، به گونه‌ای که برای چغندر قند از ۱ تا ۱۲ هکتار و برای سیب زمینی از ۱ تا ۴/۵ هکتار در نظر گرفته شد.

آنالیزهای انرژی

داده های بدست آمده از طریق تکمیل پرسشنامه‌ها، پس از دسته بندی و پردازش بر اساس جدول ۱ به معادل انرژی تبدیل و کلیه نهاده‌های ورودی و خروجی به واحد انرژی تبدیل شده تا بر اساس روابط مربوطه، شاخص‌های انرژی محاسبه شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- معادل انرژی‌های ورودی و خروجی در سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی (Erdal *et al.*, 2007; Mohammadi *et al.*, 2008).

اجزا	معادل انرژی (مگاژول برواحد)	واحد
آ. ورودی‌ها		
۱. نیروی انسانی	۱/۹۵	هکتار
۲. ماشین آلات	۶۲/۷۰	هکتار
۳. سوخت دیزلی	۵۰/۲۳	لیتر
۴. کودهای شیمیایی		
نیتروژن	۷۵/۴۶	کیلوگرم
فسفات (P_2O_5)	۱۳/۰۷	کیلوگرم
پتاسیم (K_2O)	۱۱/۱۵	کیلوگرم
۵. مواد شیمیایی		کیلوگرم یا لیتر
علف کش‌ها	۲۳۸/۰۰	
آفت کش‌ها	۱۰۱/۲۰	
قارچ کش‌ها	۲۱۶۰/۰	
۶. کودهای میکرو	۱۲۰/۰	کیلوگرم یا لیتر
۷. کود حیوانی	۰/۳۰	کیلوگرم
۸. الکتریسیته	۳/۶۰	کیلو وات برساعت
۹. آب آبیاری	۱/۰۲	مترمکعب
۱۰. بذر چغندر	۵۰/۰۰	کیلوگرم
۱۱. بذر سیب زمینی	۳/۶۰	کیلوگرم
ب. خروجی‌ها		
۱. عملکرد چغندر	۱۶/۸۰	کیلوگرم
۲. عملکرد سیب زمینی	۳/۶۰	کیلوگرم

به منظور محاسبهٔ کارایی و بهره‌وری مصرف انرژی، انرژی مخصوص و انرژی خالص دو سیستم تولید چغندر قند و سیب زمینی از معادلات زیر استفاده شد (Ghorbani *et al.*, 2011; Banaeian *et al.*, 2010):

$$EUE = \frac{Eout}{Ein} \quad (۲)$$

$$EP = \frac{CY}{Ein} \quad (۳)$$

$$SE = \frac{Ein}{CP} \quad (۴)$$

$$NE = Eout - Ein \quad (۵)$$

$$EI = \frac{Ein}{TCP} \quad (۶)$$

در این معادله ها، EUE، کارایی مصرف انرژی، Eout، انرژی خروجی (مگاژول در هکتار)، Ein، انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)، EP، بهره وری انرژی (کیلوگرم محصول زراعی تولید شده به مگاژول انرژی ورودی)، CY، عملکرد گیاه زراعی (کیلوگرم در هکتار)، SE، انرژی مخصوص (مگاژول بر تن)، NE، انرژی خالص (مگاژول در هکتار)، EI، فشردگی انرژی (مگاژول بر دلار) و TCP، کل هزینه‌های تولید (دلار در هکتار) می‌باشد. سپس بر اساس نوع فعالیت‌های زراعی و نهاده‌های ورودی که در سیستم-های مختلف تولید چغندر قند و سیب زمینی استفاده می-شوند، سهم انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم و همچنین سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و غیر تجدیدپذیر از انرژی کل مصرفی محاسبه شد. بر اساس نوع نهاده‌ها انرژی‌های

Archive of SID

www.SID.ir

مستقیم شامل نیروی کارگری، سوخت، انرژی برق و آب بودند. انرژی‌های غیر مستقیم شامل بذر، کود دامی، کودهای شیمیایی، علفکش‌ها، آفتکش‌ها، قارچکش‌ها و ماشین آلات بودند. انرژی‌های نیروی کارگری، بذر، آب و کود دامی انرژی تجدیدپذیر و انرژی‌های سوخت، برق، کودهای شیمیایی، علفکش‌ها، آفتکش‌ها، قارچکش‌ها و ماشین آلات متعلق به انرژی‌های غیر تجدیدپذیر بودند (Kennedy, 2000; Singh, 2002; Mandal *et al.*, 2002).

آنالیزهای اقتصادی

در این بررسی محاسبه شاخص‌های اقتصادی بر اساس معادلات زیر انجام شد (Ghorbani *et al.*, 2011; Banaeian *et al.*, 2010):

$$GR = GVP - VCP \quad (۷)$$

$$GVP = CY \times SP \quad (۸)$$

$$NR = GVP - TCP \quad (۹)$$

$$TCP = FCP + VCP \quad (۱۰)$$

$$BCR = \frac{VCP}{TCP} \quad (۱۱)$$

$$P = \frac{CY}{TCP} \quad (۱۲)$$

در اینجا، GR، درآمد ناخالص (دلار در هکتار)، GVP، ارزش ناخالص تولید (دلار در هکتار)، VCP، هزینه‌های جاری تولید (دلار در هکتار)، CY، عملکرد گیاه زراعی (کیلوگرم در هکتار)، SP، قیمت محصول (دلار)، NR، در آمد خالص (دلار در هکتار)، TCP، کل هزینه‌های تولید (دلار در هکتار)، FCP، هزینه‌های ثابت تولید (دلار در هکتار)، BCR، نسبت سود به هزینه و P، بهره وری (کیلوگرم محصول به دلار) می‌باشد. کلیه محاسبات آماری انجام شده با استفاده از نرم افزارهای Excel و SPSS نسخه ۱۷ انجام شد.

نتایج و بحث

در بررسی انجام شده، متوسط مساحت مزراع مورد پیمایش برای سیب زمینی و چغندر قند به ترتیب، ۳/۸ و ۵/۵ هکتار بود (جدول ۲). در بیشتر مزراع مورد پیمایش عمده عملیات‌های آماده سازی و تهیه بستر توسط تراکتور فرکوسن ۷۵ اسب بخار صورت گرفت. دوره کاشت برای سیب زمینی اردیبهشت و برای چغندر قند از اسفند تا خرداد بود. دوره برداشت نیز برای سیب زمینی از مهر تا آبان و برای چغندر قند از آبان تا آذر بود. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که تعداد متوسط دفعات آبیاری مزراع سیب زمینی از چغندر قند بیشتر بود، در حالی که تعداد دفعات مصرف سموم شیمیایی و کودهای شیمیایی در مزارع چغندر قند بیشتر از سیب زمینی بود (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- عملیات‌های مدیریت زراعی در سیستم‌های تولید سیب زمینی و چغندر قند.

عملیات‌های زراعی	چغندر قند	سیب زمینی
نام واریته‌ها	دوروتا، جلگه، جام، ارس، زرقان	اگریا، مارفونا، دیامانت
تراکتور مورد استفاده	گاو آهن، دیسک، لولر، فاروئر، هرس	گاو آهن، دیسک، لولر، فاروئر
دوره آماده سازی زمین	اسفند تا فروردین	اردیبهشت
متوسط تعداد شخم	۰/۱±۳/۱	۰/۱±۲/۸
میانگین وسعت مزارع	۰/۸±۵/۵	۰/۵±۳/۸
دوره کاشت	اسفند تا خرداد	اردیبهشت
دوره کود دهی (قبل از کاشت)	اسفند تا فروردین	اردیبهشت
دوره کود دهی (مصرف سرک)	اردیبهشت تا تیر	تیر تا شهریور
متوسط دفعات مصرف کود	۴/۳±۱/۹	۱/۵±۳/۱
دوره آبیاری	اسفند تا آبان	خرداد تا مهر
متوسط تعداد آبیاری	۱۱/۱±۲/۱	۱۷/۱±۲/۳
دوره مصرف سموم	تیر تا شهریور	تیر تا شهریور
متوسط دفعات مصرف سموم	۵/۳±۱/۸	۴/۳±۱/۵
دوره برداشت	آبان تا آذر	مهر تا آبان

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که کل انرژی مصرفی در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب معادل ۴۲۲۳۲ و ۵۹۶۱۱ مگاژول در هکتار بود. در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب ۸۷۵ و ۵۵۵ ساعت نیروی کارگری و ۳۰ و ۳۵ ساعت ماشین آلات در هکتار مصرف شد (جدول ۳ و۴). بدین ترتیب در مزارع سیب زمینی نسبت به چغندر قند، ۱/۴ برابر انرژی بیشتری مصرف شده بود و از جمله عوامل موثر در مصرف بالاتر انرژی در مزارع سیب زمینی مصرف بیشتر بذر بود. در بین عملیات زراعی در مزارع چغندر قند، کود نیتروژن، بیشترین سهم (۲۳/۳ درصد) را داشت و پس از آن آب آبیاری (۲۲/۱ درصد)، انرژی برق (۱۵/۶ درصد) و سوخت (۱۵/۲ درصد) در رتبه های بعدی قرار گرفتند (جدول ۴). این در حالی بود که در مزارع سیب زمینی بیشترین سهم انرژی مصرفی مربوط آب آبیاری (۱۸/۶ درصد) و پس از آن میزان بذر مصرفی و برق (۱۷/۴ درصد)، سوخت (۱۵/۸ درصد) و کود نیتروژن (۱۴/۲ درصد) بود (جدول ۴). Eardel *et al.* (2007) در مطالعه ای دیگر در ترکیه گزارش نمودند که کل انرژی مصرفی برای تولید چغندرقند ۳۹۶۸۵ مگاژول در هکتار بود که از این میزان در حدود ۴۹ درصد مربوط به انرژی کود مصرفی و ۲۴ درصد مربوط به سوخت بود. همچنین در مطالعه‌ای دیگر در ایران بر روی موازنه انرژی در تولید سیب زمینی که توسط محمدی و همکاران (۲۰۰۸) انجام شد، مصرف انرژی کل در هکتار برابر ۸۱۶۲۴ مگاژول محاسبه شد که از این میزان، بیشترین مصرف انرژی را با ۳۲/۶ درصد مربوط به کود نیتروژن بود و پس از آن مصرف سوخت‌های فسیلی با ۱۵/۸ درصد بیشترین سهم مصرف انرژی را در هکتار داشت. همچنین آب آبیاری و بذر مصرفی در رده‌های بعدی قرار گرفتند.

Esengun *et al.* (2007) نیز بیان نمودند که کل انرژی ورودی در تولید گوجه فرنگی مزرعه ای ۹۶۹۵۷ مگاژول بر هکتار بود که از این مقدار ۴۲ درصد آن به سوخت فسیلی و ۳۸ درصد آن به مصرف کودهای شیمیایی و ماشین آلات اختصاص داشت. Mohammadi and Omid (2010) نشان دادند که کل انرژی مصرفی در تولید خیار گلخانه ای ۱۴۸۸۳۶ مگاژول

Archive of SID

www.SID.ir

بر هکتار بود و بیشترین سهم آن به سوخت (۴۲ درصد) و کود شیمیایی (۲۰ درصد) مصرفی تعلق داشت.

طبق نتایج این تحقیق، عملکرد در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب ۳۳۵۵۰ و ۲۵۵۸۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. همچنین معادل انرژی خروجی در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب برابر ۵۶۳۶۴۵ و ۹۲۱۱۹ مگاژول بر هکتار بدست آمد. کارایی مصرف انرژی نیز در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب ۱۳/۳۵ و ۱/۵۵ محاسبه شد. کارایی مصرف انرژی در مزرعه چغندر قند حدود ۸/۶ برابر بیشتر از سیب زمینی بود که می تواند بدلیل بالاتر بودن عملکرد و همچنین معادل انرژی خروجی از یک طرف و از سوی دیگر مصرف پایین تر انرژی در مزارع چغندر قند باشد. Erdal *et al*. (2007) گزارش نمودند که کارایی انرژی چغندر قند در ترکیه ۲۵/۷۵ بود. نامبردگان اظهار داشتند علت بالا بودن کارایی مصرف انرژی در چغندر قند مصرف پایین انرژی و همچنین بالا بودن معادل انرژی هر واحد محصول تولیدی بود. Mohammadi *et al*. (2007) نیز در بررسی خود روی کارایی انرژی سیب زمینی در ایران گزارش کردند که مصرف کل انرژی در هکتار برابر ۸۱۶۲۴ مگاژول و عملکرد سیب زمینی نیز برابر ۲۸۴۵۳ کیلوگرم در هکتار معادل ۱۰۲۴۳۲ مگاژول انرژی بود، بنابراین کارایی مصرف انرژی، ۱/۲۵ بدست آمد. Cetin and Vardar (2008) نیز کارایی انرژی در سیستم تولید مزرعه‌ای گوجه فرنگی را ۰/۸ و بهره وری انرژی را برابر ۰/۹۹ کیلوگرم گوجه فرنگی بر مگاژول بدست آوردند. در این بررسی مشخص شد که مهمترین هزینه‌ها مربوط به هزینه‌های کارگر، ماشین آلات، اجاره زمین و آفتکش‌ها بود. Mohammadi and Omid (2010) نشان دادند که بهره‌وری انرژی در خیار گلخانه ای معادل ۰/۸ کیلوگرم محصول بر مگاژول و کارایی انرژی ۰/۶۴ بدست آمد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- مصرف و روابط انرژی ورودی- خروجی در سیستم تولید چغندرقند.

انرژی	مقدار در واحد سطح (هکتار)	معادل انرژی (مگاژول بر واحد)	معادل انرژی کل (مگاژول)	درصد کل انرژی ورودی (%)
ورودی‌ها				
نیروی انسانی (هکتار)	۸۷۵/۲۱	۱/۹۵	۱۷۰۷/۱۰	۴/۱۰
ماشین آلات (هکتار)	۳۰/۰۰	۶۲/۷۰	۱۸۷۹/۷۰	۴/۴۵
سوخت دیزلی (لیتر)	۱۲۷/۶۰	۵۰/۲۳	۶۴۰۷/۸۰	۱۵/۱۷
نیتروژن (کیلوگرم)	۱۳۰/۳۰	۷۵/۴۶	۹۸۳۳/۸۰	۲۳/۳۰
فسفات (P_2O_5) (کیلوگرم)	۱۱۱/۲	۱۳/۰۷	۱۴۵۳/۱۰	۳/۴۴
پتاسیم (K_2O) (کیلوگرم)	۹۳/۸۵	۱۱/۱۵	۱۰۵/۱۰	۰/۲۵
کود حیوانی	۷۰۶۲/۸	۰/۳۰	۲۱۱۸/۶۰	۵/۰۲
کودهای میکرو (کیلوگرم یا لیتر)	۵/۰۷	۱۲۰/۰۰	۶۸۴/۰۰	۱/۶۲
علف کش‌ها (کیلوگرم یا لیتر)	۳/۶۰	۲۳۸/۰۰	۸۵۶/۸۰	۲/۰۳
آفت کش‌ها (لیتر)	۵/۵۰	۱۰۱/۲	۵۵۶/۶۰	۱/۳۲
قارچ کش‌ها (کیلوگرم برلیتر)	۲/۷۵	۲۱۶/۰۰	۵۹۴/۰۰	۱/۴۱
الکتریسیته (KWh)	۱۸۳۰	۳/۶۰	۶۵۸۸/۰	۱۵/۶۰
آب آبیاری	۹۱۵۰	۱/۰۲	۹۳۳۳/۰۰	۲۲/۱۰
بذر (کیلوگرم)	۲/۲۸	۵۰/۰۰	۱۱۴/۰۰	۰/۳۰
کل انرژی ورودی (مگاژول)			۴۲۲۳۱/۷۱	۱۰۰/۰۰
خروجی ها				
عملکرد چغندرقند (کیلوگرم)	۳۳۵۵۰/۳	۱۶/۸۰	۵۶۳۶۴۵/۳۷	
کارایی انرژی			۱۳/۳۵	

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴- مصرف و روابط انرژی ورودی- خروجی در سیستم تولید سیب زمینی.

انرژی	مقدار در واحد سطح (هکتار)	معادل انرژی (مگاژول بر واحد)	معادل انرژی کل (مگاژول)	درصد کل انرژی ورودی (%)
ورودی‌ها				
نیروی انسانی (هکتار)	۵۵۵/۱۵	۱/۹۵	۱۰۸۲/۵۵	۱/۸۲
ماشین آلات (هکتار)	۳۵/۴۵	۶۲/۷۰	۲۲۲۲/۸۶	۳/۷۳
سوخت دیزلی (لیتر)	۱۸۷/۴۰	۵۰/۲۳	۹۴۱۳/۷۰	۱۵/۷۹
نیتروژن (کیلوگرم)	۱۱۱/۹۶	۷۵/۴۶	۸۴۴۸/۸۰	۱۴/۱۷
فسفات (کیلوگرم) (P_2O_5)	۹۷/۷	۱۳/۰۷	۱۲۷۷/۵۹	۲/۱۴
پتاسیم (کیلوگرم) (K_2O)	۱۱۸/۸۵	۱/۱۲	۱۳۳/۱۱	۰/۲۲
کود حیوانی	۱۰۵۰۰/۰۰	۰/۳۰	۳۱۵۰/۰۰	۵/۲۸
کودهای میکرو (کیلوگرم یا لیتر)	۷/۷۰	۱۲۰/۰۰	۹۱۸/۵۷	۱/۵۴
علف کشها(کیلوگرم یا لیتر)	۱/۸۰	۲۳۸/۰۰	۴۲۸/۴۰	۰/۷۲
آفت کش‌ها (لیتر)	۱/۷۵	۱۰۱/۲۰	۱۷۷/۳۴	۰/۳۰
قارچ کش‌ها (کیلوگرم یا لیتر)	۲/۰۵	۲۱۶/۰۰	۴۲۲/۲۹	۰/۷۴
الکتریسیته (kWh)	۲۸۹۰/۰۰	۳/۶۰	۱۰۴۰۴/۰۰	۱۷/۴۵
آب آبیاری	۱۰۸۹۰/۰۰	۱/۰۲	۱۱۱۰۷/۸۰	۱۸/۶۳
بذر (کیلوگرم)	۲۸۹۰/۰۰	۳/۶۰	۱۰۴۰۴/۰۰	۱۷/۴۵
کل انرژی ورودی (مگاژول)			۵۹۶۱۱/۰۲	۱۰۰/۰۰
خروجی ها				
عملکرد سیب زمینی (کیلوگرم)	۲۵۵۸۸/۵۳	۳/۶۰	۹۲۱۱۸/۷۱	۹۲۱۱۸/۷۱
کارایی انرژی			۱/۵۵	

از کل انرژی مصرفی، انرژی مستقیم در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب ۵۶/۹ و ۵۳/۷ درصد و انرژی غیرمستقیم به ترتیب ۴۳/۱ و ۴۶/۳ درصد بود. همچنین انرژی تجدیدپذیر در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب ۳۱/۴ و ۴۳/۲ درصد و انرژی غیر تجدید پذیر ۶۸/۶ و ۵۶/۸ درصد بود (جدول ۵). بنابراین سهم انرژی های غیرمستقیم و غیرتجدیدشونده در هر دو سیستم بیشتر از انرژی های مستقیم و تجدیدشونده بود. با توجه به این نتایج لازم است تا برای بدست آوردن کارایی مصرف انرژی بالاتر در تولید چغندر قند و سیب زمینی سهم انرژی های غیرتجدیدشونده را کاهش داد.

Erdal *et al*. (2007) نیز گزارش نمودند که بهره‌وری انرژی در چغندر قند، ۱/۵۳ کیلوگرم بر مگاژول و حدود ۸۲ درصد کل انرژی ورودی از نوع غیرقابل تجدید بود. در بررسی دیگر که در همدان توسط Zangeneh *et al*. (2010) بر روی سیب زمینی صورت گرفت نامبرگان گزارش کردند که از کل انرژی ورودی برای تولید سیب زمینی، حدود ۶۰ درصد انرژی های مستقیم، ۴۰ درصد غیر مستقیم، ۸۰ درصد غیر قابل تجدید و ۲۰ درصد نیز انرژی های تجدید پذیر بود و کارایی مصرف انرژی، بهره وری انرژی و فشردگی انرژی نیز به ترتیب ۱/۱۴، ۰/۳۲ کیلوگرم بر مگاژول و ۳۸/۸۴ مگاژول بر دلار محاسبه شد. (Mohammadi and Omid, 2010) نیز نشان دادند که بهره‌وری انرژی در خیار گلخانه ای معادل ۰/۸ کیلوگرم محصول بر مگاژول، سهم انرژی تجدیدشونده ۱۱ درصد و انرژی غیرتجدید شونده برابر ۸۹ درصد بدست آمد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ - میزان و سهم انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و غیرتجدیدپذیر در سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی.

نوع انرژی	چغندر قند		سیب زمینی	
	(مگاژول برهکتار)	%[الف]	(مگاژول برهکتار)	%
انرژی مستقیم[ب]	۲۴۰۳۵/۹۱	۵۶/۹۱	۳۲۰۰۸/۰۵	۵۳/۶۹
انرژی غیر مستقیم[ج]	۱۸۱۹۵/۸۰	۴۳/۰۹	۲۷۶۰۲/۹۷	۴۶/۳۱
انرژی تجدیدپذیر[د]	۱۳۲۷۲/۶۷	۳۱/۴۳	۲۷۵۴۴/۳۵	۴۳/۱۹
انرژی غیرتجدیدپذیر[ف]	۲۸۹۵۹/۰۴	۶۸/۵۷	۳۳۸۶۶/۶۷	۵۶/۸۱
کل انرژی ورودی	۴۲۲۳۱/۷۱		۵۹۶۱۱/۰۲	

الف. درصد از کل انرژی
ب. شامل نیروی انسانی، سوخت فسیلی، برق و آب
ج. شامل بذر، کود حیوانی، کود شیمیایی، علفکش، آفتکش، قارچکش و ماشین آلات
د. شامل نیروی انسانی، بذر، آب و کود مزرعه
ف. شامل سوخت فسیلی، کود شیمیایی، علفکش، آفتکش، قارچکش و ماشین آلات

در مزارع چغندر قند و سیب زمینی، کارایی مصرف انرژی به ترتیب ۱۳/۳۵ و ۱/۵۵، فشردگی انرژی ۱۴/۶ و ۱۶/۷ مگاژول بر دلار و بهره وری انرژی ۰/۸ و ۰/۴ کیلوگرم بر مگاژول بود که مورد اخیر بدین معنی است که با هر واحد انرژی (مگاژول) در مزارع چغندر قند ۰/۸ کیلوگرم و در مزارع سیب زمینی ۰/۴ کیلوگرم محصول تولید شد. همچنین بر اساس انرژی مخصوص محاسبه شده، در مزارع چغندر قند و سیب زمینی برای تولید هر کیلوگرم محصول به ترتیب ۱/۲۶ و ۲/۳۳ مگاژول انرژی صرف شد (جدول ۶). نتایج این بررسی همچنین نشان داد که میزان انرژی خالص در مزارع چغندر قند و سیب زمینی به ترتیب ۵۲۱۴۱۳/۷ و ۳۲۵۰۷/۷ مگاژول بر هکتار بود (جدول ۶).

جدول ۶- نسبت انرژی ورودی به خروجی در سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی.

آیتم ها	واحد	چغندر قند	سیب زمینی
انرژی ورودی	مگاژول برهکتار	۴۲۲۳۱/۷۱	۵۹۶۱۱/۰۲
انرژی خروجی	مگاژول برهکتار	۵۶۳۶۴۵/۳۸	۹۲۱۱۸/۷۱
کارایی مصرف انرژی	-	۱۳/۳۵	۱/۵۵
فشردگی انرژی	مگاژول برثانیه	۱۴/۵۸	۱۶/۷۰
انرژی مخصوص	مگاژول برکیلوگرم	۱/۲۶	۲/۳۳
بازدهی انرژی	کیلوگرم برمگاژول	۰/۷۹	۰/۴۳
انرژی خالص	مگاژول برهکتار	۵۲۱۴۱۳/۶۶	۳۲۵۰۷/۶۹

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل شاخص‌های اقتصادی

در مزارع چغندر قند و سیب زمینی ارزش ناخالص تولید ۳۳۵۴ و ۷۸۳۹ دلار بر هکتار، هزینه های متغیر ۱۷۲۸ و ۲۳۵۲ دلار بر هکتار و هزینه های ثابت ۱۱۶۸ و ۱۲۱۶ دلار بر هکتار بدست آمد. کل هزینه تولید در چغندر قند (۲۸۹۶ دلار بر هکتار) کمتر از سیب زمینی (۳۵۶۸ دلار بر هکتار) بود (جدول ۷). سهم هزینه های متغیر در دو سیستم، بالاتر از هزینه های ثابت بود و در بین هزینه های متغیر هزینه بذر و حمل ونقل، بالاترین سهم را در دو سیستم تولیدی به خود اختصال داد.

جدول ۷- تجزیه و تحلیل اقتصادی در سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی.

هزینه و درآمد	ارزش سیب زمینی	ارزش چغندر قند
عملکرد (کیلوگرم برهکتار)	۲۵۵۸۸/۵۳	۳۳۵۵۰/۳۲
قیمت فروش (ثانیه برکیلوگرم)	۰/۳۱	۰/۱۱
ارزش ناخالص تولید (ثانیه برهکتار)	۷۸۳۹/۴۷	۳۸۵۴/۵۱
هزینه‌های متغیر تولید (ثانیه برهکتار)	۲۳۵۲/۷۴	۱۷۲۸/۴۶
هزینه‌های ثابت تولید (ثانیه برهکتار)	۱۲۱۵/۸۹	۱۱۶۸/۰۲
کل هزینه‌های تولید (ثانیه برهکتار)	۳۵۶۸/۶۳	۲۸۹۶/۴۸
کل هزینه‌های تولید (ثانیه برکیلوگرم)	۰/۱۴	۰/۰۸
کل هزینه‌های تولید (ثانیه برمگاژول)	۰/۰۴	۰/۰۰۵
درآمد ناخالص	۵۴۸۶/۷۴	۲۱۲۶/۰۵
درآمد ناخالص (ثانیه برکیلوگرم)	۰/۲۱	۰/۰۶
درآمد ناخالص (ثانیه برمگاژول)	۰/۰۶	۰/۰۰۴
درآمد خالص (ثانیه برهکتار)	۴۲۷۰/۸۴	۹۵۸/۰۳
درآمد خالص (ثانیه برمگاژول)	۰/۱۶	۰/۰۳
درآمد خالص (ثانیه برمگاژول)	۰/۰۵	۰/۰۰۱۷
نسبت سود به هزینه	۲/۲۰	۱/۳۳
بهره‌وری (کیلوگرم برثانیه)	۷/۱۷	۱۱/۵۸

Archive of SID

www.SID.ir

درآمد ناخالص و خالص در مزارع چغندر قند برابر ۲۱۲۶ و ۹۵۸ دلار بر هکتار و در سیب زمینی ۵۴۸۶ و ۴۲۷۰ دلار بر هکتار بدست آمد به طوری که درآمد ناخالص و خالص در چغندر قند به ترتیب حدود ۲/۶ و ۴/۵ برابر کمتر از سیب زمینی بود. همچنین نسبت سود به هزینه در مزارع چغندر قند ۱/۳۳ و در سیب زمینی ۲/۲ و بهره وری ۱۱/۶ و ۷/۲ کیلوگرم بر دلار محاسبه شد. این بدین معنی است که هر دلار هزینه در مزارع چغندر قند ۱۱/۶ کیلوگرم و در سیب زمینی ۷/۲ کیلوگرم محصول تولید نموده است (جدول ۷).

Zangeneh *et al.* (2010) نیز نسبت سود به هزینه ها و بهره وری را در تولید سیب زمینی در استان همدان به ترتیب ۱ و ۱۱/۲۸ کیلوگرم بر دلار گزارش کردند. (Mohammadi and Omid, 2010) نشان دادند که در خیار گلخانه ای کل هزینه تولید برای یک هکتار ۳۳۴۲۵ دلار و نسبت فایده به هزینه ۲/۵۸ بود. در بررسی دیگری Ghorbani *et al.* (2011) اظهار کردند که در سیستم تولید گندم دیم، نسبت سود به هزینه برابر با ۲/۵۶ و در گندم آبی برابر ۱/۹۷ بدست آمد.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این بررسی نشان داد که انرژی سوخت-های فسیلی، آب آبیاری، کودهای شیمیایی، ماشین آلات و الکتریسیته، سهم عمده‌ای در بین انرژی‌های ورودی به سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی در استان خراسان رضوی به خود اختصاص دادند. کل انرژی مصرفی در مزارع چغندر قند نسبت به سیب زمینی پایین‌تر بود. این موضوع سبب شد که فشردگی انرژی در مزارع سیب زمینی بالاتر از چغندر قند باشد. در سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی، سهم نهاده‌های غیر تجدیدپذیر و مستقیم از کل انرژی‌های مستقیم بالاتر از نهاده‌های تجدیدپذیر و غیر مستقیم بود. همچنین کارایی مصرف انرژی در مزارع چغندر قند در مقایسه با سیب زمینی بالاتر بود، در صورتیکه به علت قیمت بالاتر محصول سیب زمینی؛ نسبت سود به هزینه‌ها در مزارع سیب زمینی در مقایسه با چغندر قند بالاتر بود. بنابراین اگرچه سیستم تولید سیب زمینی سود اقتصادی بالاتری را ایجاد می‌کند، ولی به لحاظ شاخص‌های انرژی از وضعیت مطلوبی برخوردار نبود. به نظر می‌رسد سیستم تولید چغندرقند از لحاظ پایداری، آلودگی‌های زیست محیطی و مصرف انرژی در مقایسه با سیستم تولید سیب زمینی برتری داشت. مسلماً راهکارهایی نظیر مصرف بیشتر انرژی الکتریسیته، کاربرد روش‌های مدیریت تلفیقی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر و جلوگیری از رفت و آمد بی رویه ماشین‌های کشاورزی در مزارع که منجر به کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی می-شوند، می‌تواند به پایداری سیستم‌های تولید چغندر قند و سیب زمینی و همچنین مصرف کاراتر انرژی در بخش کشاورزی منجر شود.

منابع

Al-Mohammad, A., 2001. Renewable energy resources in Syria. Renewable Energy. 24, 365–7.

Anonymous, 2011. Portal of the Iranian Ministry of Agriculture. Available online at: http://www.maj.ir/english/Main/Default.asp.

Banaeian, N., Omid, M. and Ahmadi, H., 2010. Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. Energy Conversion and Management. 52, 1020-1025.

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.

Erdal, G., Esengu, 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.

FAO, 2000. The Energy and Agricultural Nexus. Environment and Natural Resources Working Paper. Rome.

Ghorbani, R., Mondani, F., Amirmoradi, S., Feizi, H., Khorramdel, S., Teimouri, M., Sanjani, S., Anvarkhah, S. and Aghel, H., 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. Applied Energy. 88, 283-288.

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

Mandal, K.G., Saha, KP., Ghosh, P.K., Hati, K.M. and Bandyopadhyay, K.K., 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based

Archive of SID

www.SID.ir

crop production systems in central India. Biomass and Bioenergy. 23, 337-45.

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

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

Newbold, P., 1994. Statistics for Business and Economics. Prentice-Hall, Inc. USA.

Singh, J.M., 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. MS.c. Thesis. University of Flensburg, Germany.

Zangeneh, M., Omid, M. and Akram, A., 2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. Energy. 35, 2927-2933.

Ziesemer, J., 2007. Energy Use in Organic Food Systems. Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Archive of SID

www.SID.ir

Assessment of energy flow in sugar beet (*Beta vulgaris*) and potato (*Solanum tubrosum*) production systems in Razavi Khorasan province

Farzad Mondani,[1] Shahram Riahinia[2,*] and Mohammad Reza Asgharipour[3]

[1]Department of Agronomy and Plant Breeding, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermansh, Iran.

[2] Faculty of Agriculture, Payam Nour University.

[3]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

*Corresponding author: sh_riahinia@yahoo.com

Abstract

Today, higher yield and a decrease in the costs of production are important objectives in agriculture. The aim of this investigation was to compare sugar beet and potato production systems in terms of energy efficiency, energy intensiveness, energy productivity, benefit-to-cost ratio and amount of renewable and non-renewable energy use. Data were collected from 153 and 54 sugar beet and potato fields using a face-to-face questionnaire in 2010. The results showed that the total energy requirement for sugar beet and potato fields was 42232 and 59611 MJ ha^{-1}, respectively. Total energy input consumed in sugar beat and potato fields could be classified as direct, indirect, renewable and non-renewable energies that were, in sugar beet field, 57%, 43%, 31% and 69%, and in potato farms were 54%, 46%, 43% and 57%, respectively. Energy use efficiency of 13.35 in sugar beat and 1.55 in potato was achieved. The benefit-to-cost ratios in sugar beet and potato fields were 1.26 and 2.33, respectively. Based on the results of the present study, sugar beet fields had higher energy efficiency in comparison with potato fields, while potato fields yielded a higher economic benefit in comparison with sugar beet fields.

Keywords: Energy intensiveness, Energy productivity, Net return, Benefit to cost ratios**.**

Archive of SID

www.SID.ir