

برآورد انرژی مصرفی در سیستم زراعت چغندر قند در ایران

مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری

محمدعلی فرید^۱، سحر قطره سامانی^۱، سجاد رستمی^{۲*}

^۱ دانشجوی مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهرکرد

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه شهرکرد، گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی

*نویسنده مسئول:

شهرکرد- جاده سامان- دانشگاه شهرکرد- گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی - صندوق پستی: ۳۴۱۴۱-

تلفن: ۸۸۱۸۱۸۶، فکس: ۰۳۸۱۴۴۲۴۴۲۸، ۹۱۳۱۸۳۱۵۲۹

پست الکترونیکی: rostami.sajad@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۱۶

چکیده

باتوجه به محدود بودن منابع انرژی به خصوص منابع تجدیدناپذیر، اهمیت نحوه مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی به ویژه در بخش کشاورزی بر کسی پوشیده نیست. هدف از این تحقیق نیز بدست آوردن بهره‌وری انرژی، انرژی نهاده (مصرفی) و انرژی ستانده (تولیدی)، بازده خالص انرژی و نسبت چغندر قند در کشت چغندر قند در استان چهارمحال و بختیاری بود. اطلاعات آماری مورد نیاز در رابطه با سطح زیرکشت و میزان تولید محصول در پنج سال اخیر (۸۷ تا ۹۱) از اداره جهاد کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری شد. داده‌های مرتبط با نحوه کشت، مواد، ابزار و ماشین‌آلات مصرفی بوسیله پرسشنامه از تعدادی زارع چغندر قند استان جمع‌آوری شد. طبق نتایج بدست آمده میزان انرژی مصرفی در تولید چغندر قند 1 ha^{-1} ، 78 GJ ، انرژی تولیدی 1 ha^{-1} ، 532 GJ ، نسبت انرژی تولیدی به مصرفی $6/83$ ، بازده خالص انرژی 1 ha^{-1} ، 454 GJ ، و بهره‌وری انرژی $0/4$ بدست آمد. نتایج نشان داد که کل انرژی ورودی در یک دوره کشت چغندر قند برابر با 1 ha^{-1} ، 78 GJ است. که از این مقدار بیشترین هزینه انرژی به ترتیب صرف کودهای شیمیایی ($38/46\%$)، انرژی الکتریسیته جهت پمپاژ آب ($29/57\%$) و انرژی سوخت (گازوئیل) ($13/55\%$) می‌شود. از کل انرژی مصرفی 57% انرژی تجدیدناپذیر و 43% انرژی تجدیدپذیر بود. از این مقدار انرژی 45% به صورت مستقیم و 55% به صورت غیرمستقیم مصرف شد.

واژگان کلیدی: انرژی نهاده، انرژی ستانده، بهره‌وری انرژی، بازده انرژی.

مقدمه

حاکمی از عدم کارایی تولید می‌باشد (Rezadost, 2001). مهمترین هدف کشاورزی پایدار افزایش راندمان انرژی است (Rezadost, 2001). اگرچه افزایش نهاده‌ها در کشاورزی مدرن نتیجه افزایش انرژی نهاده در سموم و کودهای شیمیایی است؛ تولیدات بیشتر، انرژی خروجی در واحد سطح (Ha) و در واحد نهاده (Kg) را افزایش داده‌اند (Pimentel et al., 1973). در حال حاضر خط‌مشی کشاورزی در جستجوی گسترش سیستم‌های تولیدی است، که باعث کاهش انرژی فسیلی نهاده برای سطح بالاتری از محصول می‌شوند (Dalgaard, 2000). مصرف انرژی در مزرعه به چهار دسته تقسیم می‌شود: مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر (Singh et al., 2004). انرژی مستقیم مصرفی در کشاورزی اصولاً شامل سوخت‌های مشتقات نفتی مورد استفاده در به کار انداختن ماشین‌آلات جهت خاکورزی، کاشت، داشت و برداشت گیاه و حمل و نقل نهاده‌ها از بازار به مزرعه و محصولات از مزرعه به بازار می‌شود (Singh et al., 2004). انرژی غیرمستقیم خارج از مزرعه، به

چغندر قند (*beta vulgaris*) گیاهی دو ساله بوده که در سال اول رشد رویشی دارد و ریشه و برگ تولید و قند را در ریشه خود ذخیره می‌کند و در سال دوم رشد زایشی دارد و ساقه گل دهنده آن می‌روید و تولید بذر می‌نماید. تقریباً 30% از شکر جهان از چغندر قند بدست می‌آید و 70% باقی مانده از نیشکر بدست می‌آید. (FAO, 2005) محتوای شکر چغندر قند تقریباً 25% بیشتر از نیشکر است. (Sugar Associate of Republic of Turkey, 2004) به دلیل مصرف زیاد انرژی در حال حاضر از یک سو و مزایای بالقوه کشاورزی، در بستر سازی برای استفاده معکوس از انرژی و فراهم کردن منابع انرژی تجدیدپذیر از سوی دیگر، می‌توان ادعا کرد که کشاورزی و نظام غذایی نقشی اساسی در مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییرات آب‌وهوا ایفا می‌کنند (Erdemir, 2006). مفهوم کارایی در ارتباط تنگاتنگ با نسبت انرژی تولیدی به مصرفی در محدوده مزرعه می‌باشد. بیشتر بودن انرژی تولیدی از انرژی مصرفی نشان دهنده کارآمد بودن تولید، و حالت عکس آن

تجدیدناپذیر و تنها ۱۲/۸۲٪ تجدیدپذیر محاسبه گردید. اصغری پور و همکاران (۲۰۱۲) بهره‌وری انرژی مصرفی و صرفه اقتصادی سیستم زراعی چغندر قند را در استان خراسان رضوی تحلیل کردند. انرژی کل نهاده^۱ ۴۲/۲ GJ.ha^{-۱} محاسبه شد که از این مقدار حدود ۲۹٪ انرژی کودهای شیمیایی و ۲۲٪ انرژی آبیاری برآورد گردید. تقریباً ۵۷٪ از کل انرژی مصرفی به صورت مستقیم و ۴۳٪ به صورت غیرمستقیم مصرف می‌شود. رینک و همکاران (۲۰۱۲) توازن انرژی در کشت تجاری چغندر قند را در آلمان تحلیل کردند، انرژی کل ورودی^۱ GJ.ha^{-۱} ۱۷/۳^۱ و انرژی خروجی^۱ ۲۶۱/۷ GJ.ha^{-۱}، بازده انرژی^۱ ۲۴۴/۶^۱، نسبت ورودی به خروجی^۱ ۱۵/۴ و شدت انرژی^۱ ۸۷/۴ MJ.GE^{-۱} بدست آمد. لامل و کسترز (۱۹۹۹) بازدهی انرژی کشت گندم پاییزه و چغندر قند و تأثیر کودهای نیتروژن‌دار را در اروپا بررسی کردند. آنها انرژی ورودی کل را^۱ ۸ GJ.ha^{-۱}، برای کشت بدون کود N و^۱ ۱۶ GJ.ha^{-۱}، در حداکثر میزان کود مصرفی محاسبه کردند. تغییر نسبت انرژی ورودی به خروجی را از ۱۱ تا ۲۹ بدست آوردند و اظهار داشتند که بیشترین نسبت انرژی در کمترین میزان کوددهی بدست می‌آید. رضادوست (۲۰۰۱) کارایی انرژی در اکوسیستم‌های زراعی را در یک مزرعه آزمایشی بررسی نمود. بهره‌وری انرژی^۱ ۱۶/۷ بدست آمد و اظهار داشت که بیشترین هزینه انرژی مربوط به انرژی الکتریسیته جهت پمپاژ آب با ۳۸٪ سهم از کل انرژی است. دومین مصرف عمده انرژی مصرفی را نیز با ۳۶٪ سهم مربوط به کودهای شیمیایی مصرف شده دانست. وی همچنین انرژی بذر مصرفی را با ۰.۴۴٪ سهم کمترین سهم انرژی مصرفی محاسبه کرد. رویان و همکاران (۲۰۱۲) انرژی مصرفی در تولید هلو در ایران را بررسی نمودند. میزان انرژی مصرفی کل را^۱ ۳۷/۵ GJ.ha^{-۱} برآورد کردند که از این مقدار بیشترین مصرف، گازوئیل با ۲۶/۳۲٪ سهم تعیین شد. از کل انرژی مصرفی سهم انرژی مستقیم ۵۰/۹۸٪ و سهم انرژی غیرمستقیم ۴۹/۰۲٪ محاسبه گردید. بازده انرژی^۱ ۰/۵۵، بهره‌وری انرژی^۱ ۰/۲۹ Kg.MJ^{-۱}، انرژی مخصوص^۱ ۳/۴۱ MJ.Kg^{-۱} و انرژی خالص^۱ ۱۶/۶ GJ.ha^{-۱} تعیین گردید.

در تحقیق حاضر برآورد انرژی مصرفی در سیستم زراعت چغندر قند در ایران طی سال‌های ۸۷ تا ۹۱ در استان چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر اطلاعات آماری مورد نیاز مانند ارقام کشت شده توسط کشاورزان، میزان محصول برداشت شده و سطح زیر کشت استان از مدیریت زراعت جهاد کشاورزی استان

شکل انرژی صرف شده در ساخت کودها و سموم شیمیایی، مصرف می‌شود (Ozkan et al., 2004). انرژی تجدیدناپذیر شامل گازوئیل، سموم شیمیایی، کودهای شیمیایی و ماشین‌آلات می‌شود. در حالی که انرژی تجدیدپذیر شامل نیروی انسانی، آب، بذر و کودهای دامی است (Mohammadi et al., 2008). بنابر توضیحات فوق، اهمیت بررسی جریان انرژی در کشت محصولات متفاوت روشن شد. در سالیان اخیر و با توجه به بحران انرژی پیش رو به دلیل محدود بودن و کاهش روز افزون منابع انرژی تجدیدناپذیر به ویژه سوخت‌های فسیلی، توجه بسیاری به مسئله انرژی در کشاورزی جلب شده است. محمدی مزرعه (۲۰۰۸) میزان انرژی مصرفی در مرحله برداشت چغندر قند به سه روش مختلف را بررسی کرد. و برداشت چغندر قند را به سه روش سنتی، مکانیزه و برداشت با کمباین تقسیم‌بندی نمود، که متوسط انرژی مصرفی را روش سنتی^۱ ۰/۵۷ V.GJ.ha^{-۱}، در روش مکانیزه^۱ ۱/۲۷ V.GJ.ha^{-۱} و در روش کمباین^۱ ۰/۷۸ V.GJ.ha^{-۱} برآورد نمود. کاناکا و آکینی (۲۰۰۳) الگوهای مصرف انرژی در گلخانه‌های پرورش صیفی در آنتالیا را بررسی کردند. انرژی عملیاتی و منابع مورد نیاز انرژی را به ترتیب ۲۸ GJ/1000m² - ۲۴ و ۴۶-۵۰ محاسبه کردند، نسبت انرژی را برای چهار محصول عمده گلخانه‌ای، گوجه فرنگی، فلفل، بادنجان و خیار به ترتیب ۰/۳۲، ۰/۱۹، ۰/۳۱ و ۰/۲۳ بدست آوردند. شاهان و همکاران (۲۰۰۸) انرژی مصرفی در کشت گندم در استان اردبیل را تحلیل کردند. انرژی نهاده کل^۱ ۴۷/۰۸ GJ.ha^{-۱} محاسبه شد، که از این مقدار ۳۱/۱۹٪ سهم کودهای شیمیایی و ۲۶/۰۵٪ سهم گازوئیل و ماشین‌آلات بود. ۷۳/۲۷٪ انرژی غیرمستقیم و ۲۶/۷۳٪ انرژی مستقیم بدست آمد، انرژی خالص^۱ ۴۵/۷۱ GJ.ha^{-۱} و بهره‌وری انرژی^۱ ۰/۰۹۶ Kg.MJ^{-۱} تعیین شد. تزیلیواکیس و همکاران (۲۰۰۴) میزان انرژی نهاده و انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشت چغندر قند در بریتانیا را ارزیابی کردند. ایشان در کل انرژی نهاده در زراعت چغندر در بریتانیا را بین^۱ ۱۵/۷۲ GJ.ha^{-۱} و ۲۵/۹۴ محاسبه نمودند و اظهار داشتند که انرژی تولیدی حدود ۷/۳ تا ۱۵ برابر انرژی مصرفی و با میانگین نسبت ۹/۷ است. تزیلیواکیس و همکاران (۲۰۰۴) همچنین اثرات زیست محیطی و صرفه اقتصادی سیستم‌های زراعت چغندر قند در بریتانیا را بررسی نمودند. گلستان و همکاران (۲۰۰۷) انرژی مصرفی و صرفه اقتصادی کشت چغندر قند را در استان توقات ترکیه تحلیل نمودند. ایشان انرژی مصرفی کل را در کشت چغندر قند^۱ ۴۰ GJ.ha^{-۱} بدست آوردند، که از این مقدار ۴۹/۳۳٪ سهم انرژی کودهای شیمیایی و ۲۴/۱۶٪ سهم گازوئیل بوده است. نسبت انرژی ورودی به خروجی^۱ ۲۵/۷۵ و بهره‌وری انرژی^۱ ۱/۵۳ Kg.MJ^{-۱} محاسبه شد. ۸۲/۴۳٪ از کل انرژی،

$$Em = Etr + Eip$$

$$Etr = \frac{Wtr * Btr}{Ttr * FC}$$

$$Eip = \frac{Wip * Bip}{Tip * FC}$$

که در این روابط Em انرژی ماشین آلات [MJ.ha⁻¹]، Etr انرژی تراکتور [MJ.ha⁻¹]، Eip انرژی دنباله بند [MJ.ha⁻¹]، Wtr وزن تراکتور [Kg]، Wip وزن دنباله بند [Kg]، Ttr عمر مفید تراکتور [hr]، Tip عمر مفید دنباله بند [hr]، Btr ارزش انرژی تراکتور [MJ.Kg⁻¹]، Bip ارزش انرژی دنباله بند [MJ.Kg⁻¹]، FC راندمان مزرعه می باشند. در نهایت انرژی کل نهاده در یک دوره کشت چغندر قند از مجموع نتایج روابط قبل با پارامترهای انرژی کارگری، آب، الکتریسیته، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی و بذر محاسبه شد. برای محاسبه انرژی خروجی مانند دیگر پارامترها حاصل ضرب مقدار محصول تولید شده در هم ارز انرژی چغندر قند محاسبه شد.

جدول ۲. هم ارزهای انرژی نهاده ها و ستانده ها

Table 2. Energy equivalents of inputs and outputs

ارزش انرژی [MJ/ha ⁻¹]	واحد سنجش	پارامتر
		ورودی
۱/۹۶	hr	نیروی انسانی
۵۶/۳	L	سوخت (گازوئیل)
		ماشین آلات
۹۳/۶۱	kg	تراکتور
۶۲/۷	kg	دنباله بند
۳/۶	kWhr	انرژی الکتریسیته
۱/۰۲	m ³	آب (جهت آبیاری)
		کود شیمیایی
۱۰۱	kg	اوره
		فسفات و سوپرفسفات
۲۸/۹۲	kg	
۱۱/۱۵	kg	پتاس
۱۲۰	kg	ریزمغذی
۸/۴	kg	روی
		سموم شیمیایی
۲۳۸	kg	علف کش
۲۱۶	kg	قارچ کش
۱۰۱/۲	kg	آفت کش
۵۰	kg	بذر
		خروجی
۱۷/۲۸	kg	ریشه چغندر قند

چهارم حال و بختیاری تهیه شد. اطلاعات مربوط به نحوه کشت، مراحل کشت و سایر جزئیات مورد نیاز مانند میزان مصرف بذر، مدت زمان صرف شده جهت عملیات کشاورزی در هر مرحله از کشت و میزان سوخت مصرفی در هر مرحله و غیره به صورت پرسشنامه ای از چند زارع چغندر قند، به صورت نمونه های تصادفی جمع آوری شد. اطلاعات آماری مورد استفاده در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. اطلاعات آماری کشت چغندر قند استان چهارمحال و

بختیاری بین سال های ۸۷ تا ۹۱

Table 1. Statistical data of sugar beet cultivation in Chahar Mahal Va Bakhtiari province

سال	سطح زیر کشت	محصول برداشت شده	عملکرد
۹۱	۶۲۵	۲۰۰۰۰	۰/۰۳۱
۹۰	۱۰۴۲	۳۶۰۰۰	۰/۰۲۹
۸۹	۹۰۰	۳۱۰۰۰	۰/۰۲۹
۸۸	۴۰۰	۱۱۲۵۰	۰/۰۳۶
۸۷	۴۵۰	۱۱۱۶۴	۰/۰۴۰
میانگین	۶۳۸/۴	۲۱۸۸۲/۸	۰/۰۳۳

در برآورد انرژی کشت چغندر قند نیروی انسانی، ماشین آلات، گازوئیل، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی و بذر به عنوان نهاده ها و محصول برداشت شده به عنوان ستانده (تولیدات) در نظر گرفته می شوند (Alam et al., 2005). در برآورد انرژی هر بخش میانگین نهاده مصرفی را در رابطه های مربوط جایگذاری کرده تا انرژی مصرفی بدست آید. برای تعیین انرژی تولیدی نیز انرژی تولیدی هر سال را محاسبه نموده و سپس میانگین انرژی پنج ساله تعیین شد. داده ها در ازای یک هکتار زمین در روابط جایگذاری شد تا واحد خروجی هر رابطه MJ.ha⁻¹ بدست آید.

جهت تعیین انرژی سوخت (گازوئیل) هم ارز انرژی گازوئیل در مقدار سوخت مصرف شده ضرب شد. همچنین از این روش برای محاسبه پارامترهایی نظیر انرژی کارگری، آب، الکتریسیته، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی و بذراستفاده شد. انرژی ماشین آلات نیز از روابط زیر محاسبه گردید (Unakitan et al., 2010) و (Sugar Associate of Republic of Turkey, 2004).

نتایج و بحث

جدول ۴. مصرف انرژی و رابطه بین انرژی ورودی و خروجی در زراعت چغندر قند

Table 4. Energy consumption and relationship between energy input-output in the sugar beet production system.

درصد از انرژی کل %	معادل انرژی کل [MJ.ha ⁻¹]	انرژی
۲/۰۱	۱۵۶۸	ورودی نیروی انسانی
۱۳/۵۵	۱۰۵۵۶/۲۵	سوخت (گازوئیل)
۱/۷۶	۱۳۷۲/۷۵	ماشین آلات انرژی
۳۸/۴۶	۲۲۹۶۲/۵	کودهای شیمیایی
۳/۲۰	۲۴۹۶/۲	انرژی سم
۲۹/۵۷	۲۳۰۴۰	انرژی الکتریسیته
۱۱/۳۱	۸۸۱۲/۸	انرژی آب
۰/۱۳	۱۰۰	انرژی بذر
۱۰۰/۰۰	۷۷۹۰۸/۵	انرژی کل ورودی
		خروجی
	۵۳۱۹۷۳	انرژی ریشه چغندر قند
	۵۳۱۹۷۳	انرژی کل خروجی

اختلاف در مقادیر مطالعه پیش رو با سایر منابع را می‌توان به دلیل تفاوت‌های آب و هوایی و جنس خاک و شرایط اقلیمی و جغرافیایی این مناطق وابسته دانست زیرا استان چهارمحال و بختیاری در ناحیه کوهستانی قرار داشته و زمین‌های زراعی اغلب شیبدار هستند که آبیاری بیشتر و به طبع آن الکتریسیته بیشتری مصرف می‌شود. مصرف زیاد کودهای شیمیایی به دلیل کمبود مواد آلی و معدنی در خاک و عدم استفاده کشاورزان از آزمایش‌های خاک‌شناسی می‌باشد که مصرف زیاد انرژی را در این بخش باعث می‌شوند. سهم کودهای شیمیایی، الکتریسیته و سوخت به ترتیب بیشترین سهم بوده است. اصغری پور و همکاران (۲۰۱۲) نیز به ترتیب کودهای شیمیایی، آب مصرفی در آبیاری و الکتریسیته و سوخت را بیشترین هزینه‌های مصرفی در کشت چغندر قند خراسان رضوی گزارش کردند. با مقایسه نتایج این دو مقاله می‌توان دریافت که علت این امر سبک و نحوه کشت چغندر قند در ایران است که به دلیل شباهت زیاد سیستم زراعی کشت چغندر قند در ایران و تراکتور

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مراحل کشت چغندر قند به صورت مراحل نشان داده شده در جدول ۳ می‌باشند. تراکتورهای مورد استفاده توسط کشاورزان به طور عمده از نوع رومانی مدل u650 با ۶۵ hp قدرت، مسی فرگوسن مدل MF285 با ۸۰ hp و MF399 با ۹۵hp قدرت بودند. به ندرت در برخی مناطق از تراکتورهای والترا با قدرت ۱۷۰ hp نیز جهت امور کشاورزی استفاده می‌شد. نتایج حاصل از محاسبات انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها در این مطالعه موردی را می‌توان به صورت خلاصه در جدول (۴) مشاهده نمود.

جدول ۳. عملیات مختلف کشت چغندر قند
Table 3. Sugar beet cultivation operations

مرحله کشت	نوع ماشین آلات مورد استفاده
خاک‌ورزی	
اولیه	گاواهن برگرداندار
ثانویه	دیسک + ماله (یا یک مرحله سیکلوتیلر به جای هردو)
کاشت	ردیف کار پنوماتیک
داشت	
وجین	کولتیواتور
کوددهی	کودپاش سانتریفیوژ
سمپاشی	سمپاش پشت تراکتوری سوار برداشت
سست کردن زمین	چغندر کن
سرزنی و بارگیری	نیروی انسانی

نتایج نشان می‌دهند که کل انرژی ورودی در یک دوره کشت چغندر قند برابر با ۷۸GJ.ha⁻¹ است. که از این مقدار بیشترین هزینه انرژی به ترتیب صرف کودهای شیمیایی (۳۸/۴۶٪)، انرژی الکتریسیته جهت پمپاژ آب (۲۹/۵۷٪) و انرژی سوخت (گازوئیل) (۱۳/۵۵٪) می‌شود. کمترین هزینه انرژی نیز صرف بذر (۰/۱۳٪) و ماشین‌آلات (۱/۷۶٪) می‌شود. نسبت انرژی خروجی به ورودی برابر ۶/۸۳ بدست آمد. در بریتانیا این نسبت با میانگین ۹/۷ اعلام شده است (Tzilivakis et al., 2004)، در ترکیه ۲۵/۷۵ (Gulistan et al., 2005)، در خراسان رضوی ۱۳/۴ (اصغری پور و همکاران، ۲۰۱۲)، در آلمان ۱۵/۴ (Reineke et al., 2012) و در اروپا بین ۱۱ تا ۲۹ (Kuesters & Lammel, 1999). نسبت سهم هر بخش از انرژی به کل انرژی مصرفی در جدول (۴) رسم شده است.

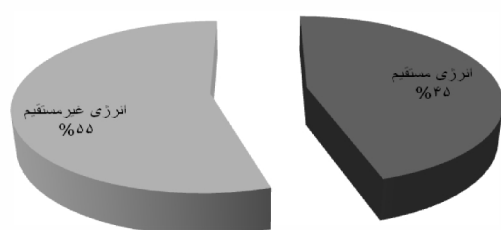
به نیاز آبی زیاد چغندر قند، آبیاری با فاصله کم و حجم زیاد لازم است. از طرفی روش آبیاری این مناطق که اکثرا به روش غرق آبی و یا روش نشتی می باشد، و به دلیل شیب دار بودن اکثر زمین های این منطقه که باعث کاهش نفوذ آب در خاک می شود، نیز خود عامل دیگر مصرف زیاد الکتریسیته جهت پمپاژ آب و آبیاری مزرعه می باشد. به همین دلیل روش آبیاری بارانی در مزارع جهت کمک به کاهش مصرف الکتریسیته پیشنهاد می گردد. سومین مورد انرژی سوخت است که نتیجه عمر زیاد تراکتورها و ماشین آلات مورد استفاده در مزارع این منطقه می باشد. عموماً عمر مفید و اقتصادی تراکتور بین ۱۰ تا ۱۳ سال در نظر گرفته شده است؛ این در حالی است که میانگین عمر تراکتورهای مورد استفاده در زمین های کشاورزی این ناحیه ۳۰ سال بوده است.

و ماشین آلات مورد استفاده در زمین های زراعی سرتاسر ایران می باشد.

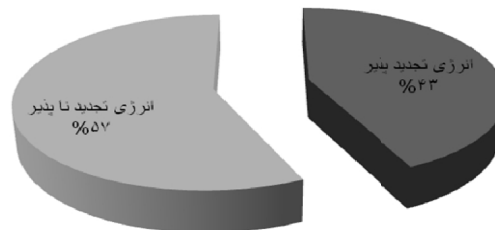
بیشترین هزینه انرژی کودهای شیمیایی هستند که دلیل این امر سوء مصرف این کودها و مصرف بی رویه و بیش از اندازه کودهای شیمیایی می باشد. که این مسئله علاوه بر کاهش بهره وری انرژی در کشت باعث بروز مشکلات زیست محیطی و غذایی ناشی از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می شود. جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی بهتر است کشاورزان به سمت کشت های ارگانیک هدایت شوند و مصرف این نوع مواد در زمین به حداقل برسد که این امر نیز با آموزش و ترغیب کشاورزان تحقق می یابد. دومین بخش عمده انرژی، مصرف بیش از اندازه انرژی الکتریسیته است که علت این امر نیز آب وهوای نسبتاً خشک با بارندگی کم و همچنین کشت تابستانه این محصول در این ناحیه از کشور می باشد که با توجه

جدول ۵. نسبت انرژی ورودی- خروجی در کشت چغندر قند
Table 5. Energy output-input ratio in the sugar beet production system

مقدار در کشت چغندر قند	واحد	پارامتر
۶/۸۳	—	نسبت انرژی (ER)
۴۵۴۰۴۶/۵۰	MJ.ha ⁻¹	بازده خالص
۳۰۷۸۵/۴۴	kg.ha ⁻¹	عملکرد در هکتار (Y)
۰/۴۰	kg.MJ ⁻¹	بهره وری انرژی
۲/۵۳	MJ.kg ⁻¹	انرژی مخصوص
۳۵۱۶۴/۳۵	MJ.ha ⁻¹	انرژی مستقیم
۴۲۷۴۴/۲۵	MJ.ha ⁻¹	انرژی غیرمستقیم
۳۳۵۲۰/۸۰	MJ.ha ⁻¹	انرژی تجدید پذیر
۴۴۳۸۷/۷۰	MJ.ha ⁻¹	انرژی تجدید نا پذیر
۷۷۹۰۸/۵۰	MJ.ha ⁻¹	انرژی ورودی
۵۳۱۹۷۳/۰۰	MJ.ha-1	انرژی خروجی



شکل ۲. نسبت انرژی مستقیم به غیرمستقیم
Fig. 2. Energy ratio of direct to indirect



شکل ۳. نسبت انرژی تجدیدپذیر به تجدیدناپذیر
Fig. 3. Energy ratio of renewable to non-renewable

منابع

1. Alam M.S., Alam M.R., Islam K.K., 2005 Energy flow in agriculture: Bangladesh. **American Journal of Environmental Sciences** 2005;1:213e20.
2. Asgharipour M.R., Mondani F., Riahinia S., 2012, Energy use efficiency and economic analysis of sugar beet production system in Iran: A case study in Khorasan Razavi province, **Energy** 44 (2012) 1078e1084
3. Canakci M., Akinci I., 2003, Energy use pattern analyses of greenhouse vegetable production, **Energy** 31 (2006) 1243–1256
4. Dalgaard, T., 2000. Farm types – how can they be used to structure, model and generalize farm data? In: Weidema, B.P., Meeusen, M.J.G. (Eds.), **Agricultural Data for Life Cycle Assessments**. Report 2.00.01, **Agricultural Economics Research Institute**, The Hague, The Netherlands, ISBN 90-5242-563- 9, 98-114.
5. Erdemir G. Energy use on organic farming: a comparative analysis on organic versus conventional apricot production on small holdings in Turkey. **Energy Conversation Management** 2006;47:3351e9.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Agriculture production, <http://www.faostat.fao.org/faostat>; 2005.
7. Gulistan E. Kemal E. Hilmi E. Orhan G. 2005, Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey, **Energy** 32 (2007) 35–41
8. H. Reineke, N. Stockfisch, B. Märlander, 2012, Analysing the energy balances of sugar beet cultivation in commercial farms in Germany, **European Journal of Agronomy** 45 (2013) 27– 38
9. Kuesters J. Lammel J. 1999, Investigations of the energy efficiency of the production of winter wheat and sugar beet in Europe, **European Journal of Agronomy** 11 (1999) 35–43
10. Mohammadi A, Tabatabaeefar A, Shahin S, Rafiee S, Keyhani A. Energy use and economical analysis of potato production in Iran, a case study: Ardabil province. **Energy Conversation Management** 2008;49:3566e70.
11. Mohammadi Mazraeh, H. and Nazar Zadeh, O. 2008. The mechanization methods of sugar beet harvesting and estimation of required energy, Proc. **5th National Agricultural machinery engineering and mechaization Cong.**, Mashhad, Iran. 227(Abst.) (in Farsi with English Summary)
12. Ozkan B, Akcaoz H, Fert C. Energy input/output analysis in Turkish agriculture. **Renewable Energy** 2004;29:39e51.
13. Pimentel, D., Hurd, L.E., Bellotti, A.C., Forster, M.J., Oka, I.N., Sholes, O.D., Whitman, R.J., 1973. Food production and the energy crisis. **Science** 182, 443–449.
14. Rezaдост, S. 2001. Energy efficiency in agriculture ecosystems, **3th National Energy Cong.**, Iran. (in Farsi with English summary)
15. Royan M. Khojastehpour M. Emadi B. Ghasemi Mobtaker H. 2012, Investigation of energy inputs for peach production using sensitivity analysis in Iran, **Energy Conversion and Management** 64 (2012) 441–446
16. Shahan S., Jafari A., Mobli H., Rafiee S. and Karimi M., 2008, Energy use and economical analysis of wheat production in Iran: A case study from Ardabil province, **Journal of Agricultural Technology**
17. Singh G, Singh S, Singh J. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. **Energy Conversation Management** 2004;45:453e65.
18. **Sugar Associate of Republic of Turkey**. Importance of beet and corn in Turkey economy (Pancar e mısırın u lke ekonomisindeki yeri). Ankara, Turkey: TC Seker Kurumu; 2004. See also: www.sekerkurumu.gov.tr/altsayfa/pancar_misir.html [in Turkish].
19. **Sugar Associate of Republic of Turkey**. Importance of beet and corn in Turkey economy (Pancar ve mısırın u lke ekonomisindeki yeri). Ankara, Turkey: TC S-eker Kurumu; 2004. See lso: www.sekerkurumu.gov.tr/altsayfa/pancar_misir.html [in Turkish].
20. Tzilivakis J., Jaggard K., Lewis K.A., May M, Warner D.J., 2004, Environmental impact and economic assessment for UK sugar beet production systems, **Agriculture, Ecosystems and Environment** 107 (2005) 341–358
21. Tzilivakis J., Warner D.J., May M., Lewis K.A., Jaggard K., 2004, An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the UK, **Agricultural Systems** 85 (2005) 101–119
22. Unakitan G, Hurma H, Yilmaz F. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. **Energy** 2010;35:3623e7.
23. Ziesemer J. Energy use in organic food systems. Natural Resources Management and Environment Department. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, <http://www.faostat.fao.org/faostat>; 2007.

AN ASSESSMENT OF ENERGY CONSUMPTION FOR SUGAR BEET PRODUCTION SYSTEM IN IRAN: A CASE STUDY IN CHAHAR MAHAL VA BAKHTIYARI PROVINCE

Mohammad Ali Farid¹, Sahar Ghatreh Samani¹, Sajad rostami*²

1. Student of Mechanics of Agricultural Machinery, Faculty of Agricultur, Shahr e Kord University, Shahr e Kord, Iran
2. Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Faculty of Agricultur, Shahr e Kord University, Shahr e Kord, Iran

* Corresponding author: Sajad rostami, Tel. 09131831539, E-mail: rostami.sajad@yahoo.com

Abstract

In regard to the limitation of energy sources, especially non-renewable sources, energy consumption and energy productivity particularly in agriculture is important. The purpose of this study was assessing energy productivity, energy input and output, energy efficiency and energy input-output ratio of sugar beet production in Chahar Mahal Va Bakhtiary province. To achieve this objectives, statistical data about cultivation area, sugar beet yield in five last years (2007-2012) were collected from the Jihad institution of agriculture of Chahar Mahal Va Bakhtiary province. Data about cultivation methods, materials, implements and machinery in use were collected from sugar beet farms by questionnaire. According to the results, total energy consumption in sugar beet production was $78 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, output energy was $532 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, energy input-output ratio was 6.83, net energy was $454 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ and energy productivity was 0.4. The major energy consumers were chemical fertilizers with about 39%, electricity with about 30% and diesel fuel with about 14% of total energy inputs, respectively. Approximately 57% of total energy inputs used in sugar beet production was non-renewable, while the remaining 43% was renewable. Direct energy was 45% and the remaining 55% was indirect.

Keywords: Input energy, output energy, energy productivity, energy efficiency.

