نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

بررسی مصرف انرژی و تحلیل حساسیت تولید آفتابگردان-مطالعه موردی: شهرستان سنقر و کلیایی

اسماعیل میرزایی قلعه[۱*]، زینب رمدانی[۲]، کاظم اکبرنژاد[۳]، مرتضی رحیم‌پور[۳]، رضا حسین‌نیا[۳]، مریم سلیمی[۳]

۱- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه رازی

۲- دانشجوی دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه تبریز

۳- دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه رازی

ایمیل مکاتبه کننده: E.mirzaee@razi.ac.ir

esmaeilmirza@gmail.com

چکیده

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بر روی مزارع آفتاب‌گردان در شهرستان سنقر واقع در شمال شرقی استان کرمانشاه انجام شده است. ۵۰ کشاورز آفتاب‌گردان کار در پر کردن پرسش‌نامه همکاری نمودند. در این مقاله رابطه بین انرژی ورودی و خروجی و نیز شاخص‌های انرژی برای تولید این محصول بدست آمده است. کل مصرف انرژی برای تولید این محصول برابر ۲۵۷۷۰ $MJ\ ha^{-1}$ تعیین شد. بیشترین نهاده مصرف کننده انرژی، سوخت دیزل است که ۲۷٪ از کل انرژی ورودی به مزرعه را به خود اختصاص داده است. الکتریسیته و آب که در رتبه‌های بعدی قرار دارند هر کدام به ترتیب ۲٤٪ و ۲۳٪ از کل انرژی ورودی به مزرعه را مصرف کرده‌اند. شاخص های انرژی شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی خالص و شدت انرژی محاسبه شده‌اند. نسبت انرژی ۱/٤۰ بدست آمده است و بیانگر تولید انرژی درکشت آفتاب‌گردان در مزارع این شهرستان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انرژی ورودی و خروجی، تابع کاب داگلاس، آفتاب‌گردان، نسبت انرژی.

مقدمه

آفتاب‌گردان یکی از مهمترین گیاهان روغنی جهان است که کشت آن در سال‌های اخیر گسترش فراوان یافته است. سطح زیر کشت آفتاب‌گردان در شهرستان سنقر در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، ۱/۵-۱ هزار هکتار اعلام شده است که حدود ۱/۵٪ درصد از کل زمین‌های کشاورزی این استان را تشکیل می‌دهد و به این لحاظ بالاترین سطح زیر کشت این محصول را در این شهرستان و استان دارا می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۰). در تولید این محصول نهاده‌های زیادی وارد مزرعه می‌شوند. هدف از این مطالعه محاسبه سهم انرژی‌های ورودی مختلف در تولید و همچنین یافتن رابطه بین ورودی‌های انرژی و عملکرد آفتاب‌گردان بر اساس مدل‌های ریاضی در شهرستان سنقر در استان کرمانشاه می‌باشد.

پژوهش مشابه‌ای مانند مطالعه حاضر در رابطه با شاخص‌های انرژی در ناحیه تراکیا کشور ترکیه انجام شده است. در این پژوهش نسبت انرژی برابر ٤/٦٨ تعیین شد که با افزایش اندازه مزارع این مقدار افزایش می‌یابد. انرژی خالص برابر $MJ\ ha^{-1}$ ٦٧٢٥٩/٣٦ بدست آمد. شدت انرژی در مزارع کوچک، متوسط و بزرگ به ترتیب برابر ٦٢٥٨٤/٣٧، ٦٩٨٣٦/٢١ و MJ kg-1 ٧٤٤٠٥/٤٣ محاسبه شد. همچنین سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم از کل انرژی‌های ورودی به مزرعه به ترتیب ٢٤/٦٩٪ و ٧٥/٣١٪ تعیین شد (Unakitan et al., 2010). تحقیقات انجام شده در زمینه انرژی‌های ورودی و خروجی به مزرعه به وفور در کشورهای مختلف مانند جو (Ghasemi Mobtaker et al., 2010) و سیب زمینی (Rajabi Hamedani et al., 2011) در ایران، چغندر قند در ترکیه (Erdal et al., 2007) و پنبه در هند (Mandal et al., 2009) مشاهده می‌شود.

بهشتی‌تبار و همکاران داده‌های ۱۷ سال در محدوده‌ی ۱۹۹۰-۲۰۰٦ را به منظور تعیین نواحی پرقوت انرژی و ارزیابی شاخص‌های انرژی در بخش کشاورزی ایران را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه مشخص شد که کل انرژی ورودی به مزرعه از GJ ha-1 ٣٢/٤٠ در سال ۱۹۹۰ به $GJ\ ha^{-1}$ ٣٧/٢٠ در سال ۲۰۰٦ افزایش یافته است (Beheshti Tabar et al., 2010). هدف اصلی از این مطالعه محاسبه سهم انرژی‌های ورودی مختلف در تولید، یافتن رابطه بین ورودی‌های انرژی و عملکرد آفتاب‌گردان بر اساس مدل‌های ریاضی و تحلیل حساسیت عملکرد محصول به نهاده‌های مختلف ورودی به مزرعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

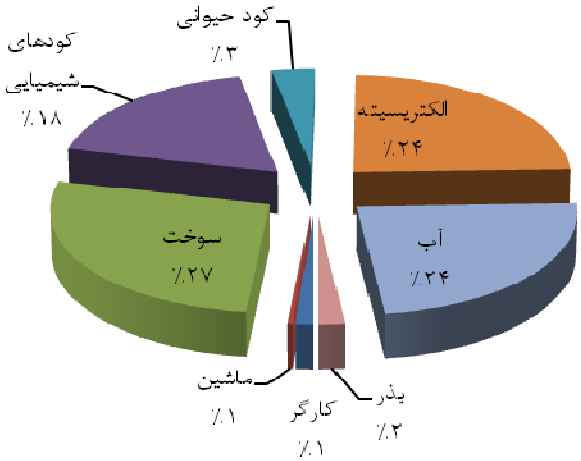
اطلاعات تولید این محصول از طریق مصاحبه رو در رو با ۵۰ کشاورز آفتاب‌گردان‌کار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ جمع آوری شده است. با استفاده از روش نمونه برداری تصادفی در رابطه (۱) تعداد نمونه آماری مشخص می‌گردد (Yamane, 2004):

$$n = \frac{(\sum N_h S_h)}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2} \quad (۱)$$

که در آن"n" حجم نمونه، "N" حجم جامعه، "S" انحراف معیار جامعه، "D" خطای قابل قبول (خطای مجاز ۵٪) و "t" مقدار t در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشد.

انرژی‌های ورودی در کشت آفتاب‌گردان شامل: نیروی انسانی مرد، ماشین، سوخت، کود شیمیایی، کود حیوانی، الکتریسته، آب و بذر می‌باشند. به‌منظور به دست آوردن میزان انرژی نهاده‌های ورودی به زمین در عملیات مختلف زراعی و انرژی

خروجی از زمین، میزان مصرف هر نهاده در هکتار محاسبه شده و در معادل انرژی خود که در جدول ۱ آورده شده، ضرب می‌شود. در این جدول همچنین مقدار انرژی استفاده شده در هر هکتار محاسبه شده است. شکل ۱ نیز متوسط سهم هر کدام از نهاده‌ها در انرژی ورودی به مزرعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱– سهم انرژی‌زایی نهاده‌های مختلف از کل انرژی ورودی به مزرعه

به‌طور کلی انرژی‌های ورودی در یک سیستم کشاورزی می‌توانند به انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم یا تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم شوند (Ozkan et al., 2004). منابع انرژی مستقیم که انرژی آن‌ها بطور مستقیم در سیستم آزاد می‌شود، شامل نیروی انسانی، سوخت، آب و الکتریسیته و منابع انرژی غیرمستقیم که برای تولید آن‌ها انرژی مصرف شده است، شامل بذر، کود، سموم شمیایی و ماشین می‌باشند. همچنین می‌توان نیروی انسانی، آب، بذر را در دسته‌ی انرژی های تجدیدپذیر و الکتریسیته، سوخت، سم، کود شیمیایی و ماشین را در دسته‌ی انرژی‌های تجدیدناپذیر قرار داد. انرژی ماشین (MJ/ha) در مزرعه به این صورت حساب می‌شود که باید انرژی معادل هر واحد ماشین (MJ/kg) را در جرم ماشین (kg) و ساعات استفاده از ماشین ضرب کرده ($hr\ ha^{-1}$) و در نهایت بر عمر مفید ماشین (hr) تقسیم نمود (Ghasemi Mobtaker et al., 2010). رابطه (۲) ارتباط این مولفه‌ها را نشان می‌دهد:

$$EM = \frac{E.M.T}{N} \qquad (۲)$$

که در آن EM انرژی ناشی از بکارگیری ماشین ($MJ\ ha^{-1}$)، E انرژی هر واحد ماشین با ($MJ\ kg^{-1}$)،T ساعات استفاده از ماشین($hr\ ha^{-1}$)، M وزن ماشین بر حسب کیلوگرم (kg)، N عمر مفید ماشین بر حسب ساعت (hr) می‌باشد.

بر اساس هم‌ارزهای انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها، شاخص‌هایی شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و انرژی خالص محاسبه می‌شوند (Zangeneh et al., 2010):

(۳) نسبت انرژی = انرژی خروج / انرژی ورودی

(٤) بهره‌وری انرژی = عملکرد محصول /انرژی ورودی

(۵) عملکرد محصول / انرژی ورودی = شدت انرژی

(٦) انرژی ورودی– انرژی خروجی = انرژی خالص

جهت یافتن رابطه بین انرژی نهاده‌های ورودی و عملکرد نیاز به یک تابع هدف می‌باشد. یکی از توابع مهم در این زمینه تابع کاب داگلاس می‌باشد:

$$Y = f(x)\exp(u) \quad (۷)$$

این معادله به وسیله‌ی نویسندگان مختلفی برای بررسی رابطه‌ی بین نهاده‌های ورودی و عملکرد مورد استفاده قرار گرفته است (Singh et al., 2004). اگر این معادله بصورت خطی در بیاید، بصورت رابطه (۸) خواهد بود:

$$\ln Y = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \ln(X_{ij}) + e_i \quad (۸)$$

که در آن Y_i عملکرد مزرعه، X_{ij} بردار نهاده‌های استفاده شده، a متغیر ثابت، α_j ضریب ورودی‌های مدل و e_i خطا می‌باشد. با فرض اینکه عملکرد تابعی از نهاده‌های ورودی می‌باشد، رابطه (۸) بصورت زیر می‌تواند نوشته شود:

$$\text{Ln } Y_i = a_0 + \alpha_1 \ln X1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + e_i \quad (۹)$$

که در آن X_i (i= 1 ,2 ,3 ,…,8) به ترتیب مربوط به بذر (X_1)، نیروی انسانی (X_2)، ماشین (X_3)، سوخت (X_4)، کود شیمیایی (X_5)، کود حیوانی (X_6)، آب (X_7) و الکتریسیته (X_8) می‌باشد.

همچنین برای انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم نیز چنین فرضی را انجام داد بطوری که عملکرد محصول تابعی از این دو نوع انرژی می‌باشد:

$$\text{Ln } Y_i = a_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 \quad (۱۰)$$

در این رابطه X_1 و X_2 به ترتیب انرژی مستقیم و انرژی غیرمستقیم می‌باشد. همین فرضیات را می‌توان برای انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر داشت و رابطه ۱۱ را به‌وجود آورد:

$$\text{Ln } Y_i = a_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + e_i \quad (۱۱)$$

در این مقاله برای تحلیل حساسیت از تکنیک MPP (Marginal physical productivity) بر مبنای ضریب رگرسیون میان نهاده‌ها استفاده شده است. MPP مشخص می‌کند در صورت تغییر یک واحد از یکی از نهاده‌های ورودی به مزرعه، میزان خروجی به چه میزانی تغییر می‌کند (Singh et al., 2004). نوع ورودی و خروجی می‌تواند بستگی به هدف مورد نظر در هر مسئله‌ای متفاوت باشد. در این مقاله MPP برای تمام انرژی‌های ورودی به مزرعه محاسبه شده و تغییرات عملکرد مشاهده شده است:

$$MPP\ (X_j) = \frac{GM\ (Y)}{GM\ (X_j)} \times \alpha_j \quad (۱۲)$$

که در آن MPP (x_j)، MPP مربوط به j امین نهاده؛ GM (Y)، میانگین هندسی عملکرد و GM (X_j) میانگین هندسی j امین نهاده بر مبنای یک هکتار می‌باشد(Singh et al., 2004).

برای اینکه بدانیم آیا افزایش میزان انرژی نهاده‌های مصرفی تاثیری در میزان عملکرد محصول دارد از مفهومی به نام بازدهی به مقیاس (RTS) استفاده می‌شود. RTS از مجموع ضرایب رگرسیون حاصل از تابع هدف کاب دوگلاس بدست می‌آید. سه

مفهوم به نام بازدهی افزایش یابنده نسبت به مقیاس، کاهش یابنده نسبت به مقیاس و افزایش یابنده نسبت به مقیاس وجود دارند (Singh et al., 2004). در صورتی که افزایش یک واحد انرژی تمام نهاده‌های مصرفی بیشتر از یک واحد عملکرد را افزایش دهد در این صورت بازدهی نسبت به مقیاس افزایش یابنده است و در صورت استفاده بیشتر از نهاده‌های انرژی میزان بیشتری عملکرد بدست می‌آید. بازدهی کاهش یابنده نسبت به مقیاس بیانگر این است که با افزایش یک واحد بیشتر از نهاده‌های انرژی عملکرد کمتر از یک واحد تغییر می‌کند و افزایش ثابت نسبت به مقیاس نشان می‌دهد افزایش یک واحد بیشتر از نهاده‌های انرژی در مزرعه یک واحد نیز عملکرد را زیاد می‌کند.

جدول ۱– معادل انرژی‌های ورودی و خروجی و محتوای انرژی هر کدام در واحد سطح

ورودی و خروجی	معادل انرژی*	مرجع	مقدار انرژی کل در هکتار (MJ/ha)
الف) ورودی			
نیروی انسانی (h)	۱/۹٦	(Mandal et al., 2009)	۳۰۲/۰۸
ماشین (h)	٦۲/۷	(Mandal et al., 2009)	۱۰۰/۱۳۷
سوخت (L)	٥٦/۳۱	(Mandal et al., 2009)	٦۹۷٤/۲٦
کود شیمیایی (kg)			٤۷۷۳/٥۷
ازت (N)	٦٦/۱٤	(Mandal et al., 2009)	٤۰۹۳/٥۹
فسفات (P_2O_5)	۱۲/٤٤	(Ghasemi Mobtaker et al., 2010)	٥۳۱/۷۳
پتاس (K_2O)	۱۱/۱٥	(Mandal et al., 2009)	٥٤/٦٦
کود حیوانی (kg)	۰/۳	(Ghasemi Mobtaker et al., 2010)	۸٦۰
الکتریسیته (kWh)	۱۱/۹۳	(Ozkan et al., 2004)	٦۲۱۰/۲۷
آب (m^3)	۱/۰۲	(Ozkan et al., 2004)	٦۰۷٤/۲۷
بذر (kg)	۲۷/۲	(Venturi and Venturi, 2003)	٤۷٥/۷۳
ب)کل انرژی ورودی (MJ/ha)			۲٥۷۷۰/٥٥
ب) خروجی			
آفتاب‌گردان (kg)	۲۹/۲	(Venturi and Venturi, 2003)	۳۲٤٤/۳۱

* معادل انرژی بر حسب $MJ\ unit^{-1}$ نظر است.

نتایج و بحث

نتایج نشان می‌دهد که مقدار انرژی ورودی و خروجی در تولید آفتاب‌گردان به ترتیب برابر با $MJ\ ha^{-1}$ ۲٥۷۷۰/٥٥ و $MJ\ ha^{-1}$ ۳۲٤٤۰/۳۱ می‌باشد. بیشترین انرژی مورد استفاده، انرژی سوخت برابر با ٦۹۷٤/۲٦ مگاژول در هکتار است که ۲۷٪ از کل انرژی‌های ورودی را تشکیل می‌دهد. طبق جدول ۲ مقدار بهره‌وری انرژی ۰/۱ آمده است که نشان می‌دهد به ازای هر واحد

انرژی مصرف شده بر حسب MJ، ۰/۱ واحد محصول بر حسب kg بدست آمده است. شدت انرژی و انرژی خالص به ترتیب ۱٦/٦۰ MJ kg^{-1} و ٦٦٦۹/۷٦ MJ ha^{-1} بدست آمده است که این ارقام نشان می‌دهد در تولید محصول آفتاب‌گردان در شهرستان سنقر انرژی بدست آمده است. انرژی تجدیدپذیر فقط ۳۰٪ از کل انرژی وارد شده به مزرعه را تشکیل داده است. این میزان اندک بیانگر استفاده اندک از نهاده‌هایی است که می‌توانند دوباره به محیط زیست بازگردند.

جدول۲– شاخص‌های انرژی در تولید محصول آفتاب گردان

شاخص انرژی	واحد	آفتاب‌گردان	%
نسبت انرژی	–	۱/٤۰	
بهره‌وری انرژی	kg MJ^{-1}	۰/۱	
شدت انرژی	MJ kg^{-1}	۱٦/٦۰	
انرژی خالص	MJ ha^{-1}	٦٦٦۹/۷٦	
انرژی مستقیم	MJ ha^{-1}	۱۹٥٦۰/۸۸	۷٦
انرژی غیرمستقیم	MJ ha^{-1}	٦۲۰۹/٦٦	۲٤
انرژی تجدیدپذیر	MJ ha^{-1}	۷۷۱۲/۰۸	۳۰
انرژی تجدیدناپذیر	MJ ha^{-1}	۱۸۰٥۸/٤۷	۷۰
کل انرژی ورودی	MJ ha^{-1}	۲٥۷۷۰/٥٥	

بر اساس مدل کاب دوگلاس عملکرد محصول تابعی از انرژی نیروی انسانی، ماشین، سوخت، کودهای شیمیایی، می‌باشد (متغیرهای مستقل). آزمون خود همبستگی با استفاده از آزمون دوربین واتسون (DW) انجام می‌شود (Singh et al., 2004). طبق نتیجه بدست آمده مقدار دوربین واتسون آفتاب‌گردان ۲/۲۹ بدست آمد که بر اساس معادله (۹) هیچ گونه خود همبستگی در سطح ٥٪ در مدل تخمین داده شده مشاهده نگردیده است. ضریب رگرسیون با استفاده از روش رگرسیون خطی برابر با ۰,۹۹ بدست آمد. نتایج رگرسیون‌گیری با استفاده از روش کاب دوگلاس در جدول ۳ نشان داده شده است. از جدول بدست آمده مشخص می شود که آب (۱/۷۷) از میان تمام نهاده‌ها بیشترین تاثیر را در عملکرد محصول آفتاب‌گردان با سطح معنی داری ۱٪ دارا می‌باشد. با این توصیفات مشخص می‌گردد که ۱٪ افزایش در استفاده از این نهاده منجر به ۱/۷۷٪ افزایش در عملکرد محصول تولیدی خواهد شد.

تحلیل حساسیت نهاده‌های انرژی بر روی عملکرد محصول با استفاده از روش MPP انجام شده است. از جدول ۳ مشخص می‌گردد آب با MPP برابر ٤۸/۳٤ بیشترین تاثیر را بر روی عملکرد آفتاب‌گردان دارد. یعنی با افزایش MJ ha^{-1} ۱ در میزان استفاده از آب ٤۸/۳٤ کیلوگرم میزان عملکرد محصول آفتاب‌گردان افزایش می‌یابد. مقدار بازگشت به مقیاس (RTS) که از جمع ضرایب رگرسیون حاصل می‌شود ۲/۰۹ بدست آمده است. این عدد نشان می‌دهد ۱٪ افزایش بیشتر از انرژی نهاده‌های کشاورزی بیشتر از ۱ واحد میزان عملکرد را افزایش داده است و در واقع بازدهی به مقیاس افزایش یابنده بوده است.

جدول ۳- نتایج برآورد اقتصاد سنجی و تحلیل حساسیت نهاده‌های تولید آفتاب‌گردان بر اساس معادله (۵)

متغیرهای مستقل	ضرایب رگرسیون	T	MPP
بذر (α۱)	۰/۵۸	۰/۷۱	۲/۳۷
نیروی انسانی (α۲)	-۰/۱۹	-۰/۳۷	-۱/۷۲
ماشین (α۳)	-۰/۱۳	-۰/۲۵	-۰/۰۵
دیزل (α٤)	-۰/۰۲۷	-۰/۱۱	-۰/۰۰۷
کودهای شیمیایی(α۵)	-۰/۰۰٦	-۰/۱۲	-۰/۰۰۲
کود حیوانی (α٦)	۰/۰۰۵	۰/۱۰	۰/۰۰۲
آب (α۷)	۱/۷۷	۱/۳۷**	٤۸/۳٤
الکتریسیته (α۸)	۰/۰۸٦	۰/۸۳	۰/۰۳
دوربین واتسون	۲/۲۹		
R2	۰/۹۹		
$RTS \quad (\sum_{i=1}^{n} Y_i)$	۲/۰۹		

نتیجه‌گیری

۱- کشت محصول آفتابگردان همراه با تولید انرژی بود.

۲- اثر آب آبیاری بر روی عملکر محصول آفتابگردان در سطح ۱٪ معنی دار شد.

۳- تحلیل حساسیت با استفاده ازروش MPP نشان داد که افزایش $1\ MJ\ ha^{-1}$ دراستفاده از انرژی آب، موجب افزایش ٤۸/۳٤ kg در میزان عملکرد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

از ریاست محترم دانشکده کشاورزی شهرستان سنقر و کلیایی(دکتر محمود خرمی‌وفا) و همچنین ریاست محترم جهاد کشاورزی این شهرستان (مهندس قاضی) به خاطر حمایت‌های بی‌دریغشان تشکر می‌شود.

منابع و مآخذ

۱. بی‌نام، ۱۳۹۰، سازمان جهاد کشاورزی شهرستان سنقر.

2. Beheshti Tabar, I. Keyhani, A. & Rafiee, S. 2010. Energy balance in Irans agronomy (1990-2006), Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 14, No. 2, pp. 849-855.
3. Erdal, G. Esengun, K. Erdal, H. & Gunduz, O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey, Energy, Vol. 32, No. 1 ,pp. 35–41.

4. Ghasemi Mobtaker, H. Keyhani, A. Mohammadi, A. Rafiee, S. & Akram, A. 2010. Sensitivity analysis of energy input for barley production in Hamedan province of Iran", Agriculture, Ecosystem and Environment, Vol. 137, No. 3-4, pp. 367–372.
5. Mandal, K.G. Hati, K.M. & Misra, A.K. 2009. Biomass yield and energy analysis of soybean production in relation to fertilizer-NPK and organic manure, Science Direct, Vol. 23, No. 12, pp. 670-679.
6. Ozkan, B. Akcaoz, H. & Fert, C. 2004. Energy input-output analysis in Turkish agriculture, Renewable Energy, Vol. 29, No. 1, Jan. pp. 39-51.
7. Rajabi Hamedani, S. Shabani, Z. & Rafiee, S. 2011. Energy inputs and crop yield relationship in potato production in Hamadan province of Iran, Energy. Vol. 36, No. 5, pp. 2367-2371.
8. Singh, G. Singh, S. & Singh, J.2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab, Energy Conversion and Management, Vol. 45, No. 3, pp. 453-465.
9. Unakitan, G. Hurma, H. & Yilmaz, F. 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey, Energy, Vol. 35, No. 9, pp. 3623-3627.
10. Venturi, P. & Venturi, G.2003. Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems, Biomass and Bioenergy, Vol. 25, No. 3, pp. 235-255.
11. Yamane, T.2004. Elementary sampling theory, Englewood Cliffs, NJ, USA:Prentice-Hall, 1967.
12. Zangeneh, M. Omid, M. & Akram, A.2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran, Vol. 35, No. 7, pp. 2927-2933.

An Investigation on Energy Consumption and Sensitivity Analysis of Sunflower Production- Case Study: Sonqor County

Abstract

This study is done in year 2013-14 in sunflower farms in Sonqor county in the Kermanshah province. The data used were obtained from 50 farmers using a face-to-face questionnaire base of random sampling method. The relation between input and output energy and energy indicators for production of sunflower was determined. The results showed that the total input energy use was to be 25770 MJ ha^{-1}. With 27%, the diesel fuel was the highest within the energy equivalents and followed by electricity and water for irrigation with 24% and 23% respectively. The energy indicators consist of energy ratio, energy productivity, net energy and specific energy was calculated. The energy ratio value of 1.40 indicates that there is production of energy in sunflower farms in Sonqor County.

Keywords: Input and Output Energy, Cobb-Douglas Function, Sunflower, Energy Ratio.