ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲۴ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

رابطه بین عملکرد محصول و انرژی های ورودی در تولید سیب زمینی در همدان

سارا رجبی همدانی[۱]، زینب شعبانی[۲]، شاهین رفیعی[۳]

دانشجوی کارشناسی ارشد، دکتری و دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری دانشگاه تهران

sara.rajabi1322@gmail.com

چکیده:

در این تحقیق مصرف انرژی و رابطه بین انرژی های ورودی و عملکرد برای تولید سیب زمینی در استان همدان در منطقه کبودرآهنگ بررسی شد. داده های مورد استفاده در این تحقیق بوسیله پرسشنامه حضوری جمع آوری شدند. نتایج نشان داد که کود ازت (۳۹٪)، سوخت(۲۱٪)، بذر (14/9٪)، آب (7/8٪) و کود حیوانی (6/4٪) عمده انرژی را مصرف می کنند. در مزارع مورد بررسی عملکرد متوسط و انرژی مصرفی در حدود28613/7 کیلوگرم در هکتار و 92296/3 مگاژول بر هکتار محاسبه شد. نتایج همچنین نشان داد که نسبت انرژی، انرژی ویژه و بهره وری انرژی به ترتیب 1/1، 3/2 مگاژول بر کیلوگرم و 0/3 کیلوگرم بر مگاژول بود. با استفاده از روش های پارامتری یک مدل اقتصادی برای تخمین اثر انرژی های ورودی بر عملکرد بدست آمد. برای این هدف عملکرد سیب زمینی یک متغیر وابسته فرض شد که تابعی از انرژی های ورودی: کود شیمیایی، کود حیوانی، سموم، ماشین، انسان، آب آبیاری، سوخت و بذر است. نتایج تجربی نشان داد که متغیرهای کود شیمیایی، سموم، بذر و انسانی از نظر آماری معنا دار هستند و بر عملکرد تأثیر می گذارند. در بین متغیرهای مستقل معنادار بذر، آب آبیاری، سموم، انسانی و کود بر حسب حساسیتشان رتبه بندی شدند.

واژه های کلیدی: سیب زمینی،انرژی ورودی،مدل پارامتری، کبودراهنگ

مقدمه:

انرژی مصرفی در واحد سطح در کشاورزی مستقیما وابسته به بهبود تکنولوژی در مزارع و سطح تولید است. ورودی هایی از قبیل سوخت، الکتریسیته، ماشین، بذر، کود و سموم سهم معناداری از منابع انرژی در سیستم تولید کشاورزی مدرن دارند. استفاده بی رویه از نهاده ها در کشاورزی و دسترسی به انرژی فسیلی فراوان به علت بالا رفتن تولید غذا و استانداردهای زندگی ایجاد شده است. به هرحال بسیاری از مشکلات در تولید کشاورزی عمدتا در نتیجه سطح بالای وابستگی به انرژی فسیلی است. مشکلات استفاده از انرژی فسیلی در طول ممنوعیت نفت از ۱۹۷۳ و به دنبال آن افزایش قیمتهای انرژی مورد توجه قرار گرفت(Odum., 1971).

استفاده مناسب از منابع انرژی با توجه به افزایش تولید، بهره وری و رقابت در کشاورزی و همچنین پایداری زندگی روستایی حیاتی است. ممیزی انرژی یکی از روش های متداول برای بررسی بازده انرژی و اثر محیطی سیستم تولید است که محققان را قادر می سازد که نسبت انرژی ورودی – خروجی، شاخص های مربوط و الگوهای مصرف انرژی در یک فعالیت کشاورزی را محاسبه کنند. علاوه بر این، ممیزی انرژی داده های کافی برای ایجاد تابع هایی که رابطه بین انرژی های ورودی و خروجی را بررسی می کند، فراهم می کند. تخمین این توابع برای تعیین حساسیت های ورودی بر عملکرد و تولید، بسیار مفید است(Ozkan, 2006).

الگوی مصرف انرژی و نقش انرژی های ورودی بسته به سیستم تولید، فصل تولید و شرایط مزرعه متفاوت است. تحقیق های مهمی بر روی استفاده از انرژی در کشاورزی نسبت به استفاده مؤثر و اقتصادی از انرژی برای تولید پایدار انجام شده است. در واقع در تحقیقاتی که مصرف انرژی در کشاورزی بررسی شده است، کمتر به رابطه بین انرژی های ورودی و عملکرد با استفاده از توابع توجه شده است.

مهمترین اهداف این تحقیق تخمین یک مدل پارامتری برای تولید سیب زمینی در استان همدان است. در یک مدل رابطه بین انرژی های ورودی و عملکرد تخمین زده شد و حساسیت انرژی های ورودی بر عملکرد بدست آمد. همچنین این تحقیق در نظر دارد که اثر مصرف انرژی های مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد را با استفاده از توابع تحلیل کند. علاوه بر این، در این تحقیق نسبت انرژی، بهره وری انرژی و انرژی ویژه مورد استفاده در تولید سیب زمینی در استان همدان محاسبه شد.

تحقیقات زیادی بر انرژی مصرفی و شاخص های آن در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته است که تعدادی از آنها به شرح زیر می باشند:

در مطالعه ای انرژی مصرفی و هزینه های تولید گندم در اردبیل بررسی گردید. انرژی مصرفی در تولید گندم 47078/50 مگاژول بر هکتار برآورد شد. کود و سوخت دیزل به ترتیب 31/19٪ و 26/05٪ بالاترین انرژی مصرفی را داشتند. انرژی مصرفی مستقیم 26/735٪ و غیر مستقیم 73/27٪ از انرژی مصرفی کل را به خود اختصاص دادند. همچنین نسبت انرژی، انرژی ویژه، بهره وری انرژی و انرژی خالص دریافتی به ترتیب 1/97، 10/43 مگاژول بر کیلوگرم، 0/096کیلوگرم بر مگاژول و 45707/06 مگاژول بر کیلوگرم ذکر شد(شاهین و همکاران،2008).

در پژوهشی انرژی مورد نیاز تولید سیب زمینی در اردبیل 81624/96مگاژول بر هکتار و میانگین تولید 28451/63 ارزیابی شد. بیشترین انرژی مصرف شده مربوط به کود شیمیایی(٤٠٪) و سوخت دیزل (٢٠٪) بوده و نسبت انرژی 1/25بدست آمد. از انرژی مصرفی ٨٢٪ غیرمستقیم و ١٨٪ مستقیم بود(محمدی و همکاران،2010).

انرژی مورد نیاز تولید نیشکر در کشت و صنعت دعبل خزاعی در خوزستان 148/02 گیگاژول بر هکتار و انرژی تولید شده 122/22گیگاژول بر هکتار برآورد شد. آبیاری با بیشترین مصرف انرژی ٤٣٪ از انرژی ورودی را به خود اختصاص داد. انرژی مصرف شده به ازای هر کیلوگرم محصول 1/59 مگاژول بر کیلوگرم بدست آمد(کریمی و همکاران،٢٠٠٨).

در پژوهشی در منطقه هوکایدو در شمال ژاپن انرژی مورد نیاز چهار محصول گندم پاییزه، چغندرقند، لوبیا قرمز و سیب زمینی به ترتیب 25/51، 32/97، 20/71 و24/44گیگاژول بر هکتار در سال و نسب انرژی را برای چهار محصول به ترتیب 6/72، 10/5، 2/03 و 6/7 تعیین شد. در این تحقیق مشخص شد که پرمصرف ترین قسمت از لحاظ مصرف انرژی مربوط به کود و سم بوده که ٢٥-٤٣٪ از انرژی ورودی را به خود اختصاص داده اند(Koga, N., 2008).

تحقیقات کمی نیز بر روی رابطه انرژی های ورودی و عملکرد صورت گرفته است که به شرح زیر می باشد:

در بررسی انرژی مصرفی کیوی در استان مازندران دریافته شد که انرژی نیروی انسانی مهمترین پارامتری است که بر عملکرد اثر معنا دار دارد و دومین پارامتر آب آبیاری با ضریب حساسیت 0/12و سپس انرژی کود و ماشین با ضرایب حساسیت 0/09و 0/06 قرار دارند(محمدی و همکاران،2010).

ولی طبق بررسی های به عمل آمده تحقیقی در رابطه انرژی های ورودی و عملکرد در سیب زمینی انجام نگرفته است.

مواد و روش ها:

استان همدان با توجه به شرایط آب و هوایی یکی از مناطق مناسب برای کشت سیب زمینی می باشد. سطح زیر کشت سیب زمینی کشور در سال زراعی ۸۶-۸۵ حدود ۱۴۹ هزار هکتار برآورد شده که 98/99٪ آن آبی و بقیه به صورت دیم می باشد. استان همدان با15/61درصد اراضی سیب زمینی کشور در مقام نخست قرار دارد.
استان های اردبیل، اصفهان، فارس، کردستان، آذربایجان شرقی به ترتیب با 14/26، 13/01، 6/56، 6/51 و 5/41درصد مقامهای دوم تا ششم را به خود اختصاص داده اند.استان همدان با 20/83درصد از تولید سیبزمینی کشور، مقام اول در تولید این محصول را به خود اختصاص داده است(بی نام،۱۳۸۸).
داده های مورد بررسی در این تحقیق از کشاورزانی که سیب زمینی در شهرستان کبودرآهنگ کشت می کردند، جمع آوری شد.۵۰ کشاورز به صورت تصادفی با استفاده از روش نمونه برداری تصادفی ساده انتخاب شدند(Yamane, T., 1967).

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

n: تعداد نمونه مورد نیاز

N: تعداد کل جامعه هدف

Nh: تعداد جمعیت در طبقه h

Sh: واریانس طبقه h

d: دقت ($\bar{x} - \bar{X}$)

z: ضریب اطمینان (1/96با دقت ۹۵٪)

تعداد نمونه ها با اطمینان ۹۵٪، ۵۰ عدد محاسبه شد.

پاسخ کشاورزان بوسیله مصاحبه حضوری در سال ۱۳۸۸ بدست آمد. پرسشنامه شامل اطلاعات ستانده و نهاده های مورد استفاده در تولید محصول سیب زمینی و همچنین اطلاعات اقتصادی بود.

نهاده های مورد استفاده در تولید محصول و ستانده برای ارزیابی تحلیل ستانده-نهاده، به انرژی تبدیل شدند. برای تخمین انرژی ورودی و خروجی، با استفاده از معادل های انرژی نهاده ها و ستانده به انرژی در واحد سطح تبدیل شدند. معادل انرژی نهاده های مورد استفاده در تولید محصول در جدول ۱ آورده شده است.

انرژی ورودی همچنین به مستقیم و غیرمستقیم و تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم می شود(Singh, H.,et al., 2003,Mandal, KG.,et al., 2002). انرژی غیر مستقیم شامل انرژی حشره کش و کود در حالیکه انرژی مستقیم شامل انرژی نیروی انسانی، سوخت و الکتریسیته در فرآیند تولید است. از طرف دیگر انرژی تجدیدناپذیر شامل نفت، گازوییل، الکتریسیته، سموم، کودها و انرژی تجدیدپذیر شامل نیروی انسانی و حیوانی است(Singh, H.,et al., 2003,Mandal, KG.,et al., 2002).

در این مطالعه، نسبت ورودی–خروجی، انرژی ویژه و بهره وری انرژی برای تولید سیب زمینی با استفاده از رابطه های زیر علاوه بر انرژی ورودی–خروجی و انواع مختلف انرژی محاسبه شدند(Baishya, A., 1990 Mittal, JP.,., 1988).

$$\text{نسبت انرژی} = \frac{\text{(مگاژول بر هکتار) انرژی خروجی}}{\text{(مگاژول بر هکتار) انرژی ورودی}} \quad (۲)$$

$$\text{بهره وری انرژی} = \frac{\text{(کیلوگرم بر هکتار) عملکرد محصول}}{\text{(مگاژول بر هکتار) انرژی ورودی}} \quad (۳)$$

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{(مگاژول بر هکتار) انرژی ورودی}}{\text{(تن بر هکتار) عملکرد محصول}} \quad (٤)$$

جدول ۱- شدت انرژی نهاده‌های مصرفی در مزرعه

نهاده	شدت انرژی(مگاژول بر واحد)	منبع
انسان(ساعت)	۱/۹۶	(۵،۶،۱۶)
تراکتور (کیلوگرم)	۶۸/۴	(۵،۶،۱۶)
موتور الکتریکی (کیلوگرم)	۶۴/۸	(۵،۶،۱۶)
ماشین‌های کشاورزی (کیلوگرم)	۶۲/۷	(۵،۶،۱۶)
کود (کیلوگرم)		
حیوانی(تن)	۳۰۳/۱	(۵،۶،۱۶)
ازته	۷۸/۱	(۷)
فسفاته	۱۷/۴	(۷)
پتاسه	۱۳/۷	(۷)

سموم شیمیایی(کیلوگرم) حشره کش علف کش	 ۱۲۰ ۱۲۰	 (۹) (۹)
سوخت(لیتر)	۴۷/۸	(۵)
آب آبیاری (مترمکعب)	۰/۶۳	(۲۲)

برای تحلیل رابطه بین انرژی ورودی و عملکرد، چندین رابطه بررسی شد. تابع کاب-داگلاس تخمین بهتری را با توجه به علامت های مورد انتظار و معناداری آماری پارامترها در مقایسه با توابع خطی، خطی-لگاریتمی، لگاریتمی-خطی و چندجمله ای درجه دوم نتیجه داد. در پیشینه تحقیق، تابع کاب-داگلاس بوسیله چند نویسنده برای رابطه بین انرژی های ورودی و عملکرد بررسی شده است(Singh, S. 1998,Singh H.,. 2002,). تابع تولید کاب-داگلاس به این صورت بیان می شود:

$$Y = f(x)\ \exp(u) \qquad (5)$$

این معادله می تواند به صورت زیر بیان شود:

$$\ln Y_i = \alpha + \sum_{j=1}^{n} \beta_j \ln(X_{ij}) + e_i \qquad i = 1,2,3,\dots,n \qquad (6)$$

Yi: عملکرد مزرعه i ام

Xij: نهاده های مورد استفاده در فرآیند تولید

α: مقدار ثابت

jβ: ضرایب ورودی ها که از مدل تخمین زده شده است

ei: مقدار خطا

در این تحقیق، فرض بر آن است که اگر انرژی ورودی نباشد، انرژی خروجی صفر است. فرض مشابهی بوسیله (Singh, H., 2003) مطرح شده بود. در نظر گرفتن این فرض لازم دارد که مقدار ثابت از معادله ٦ خارج شود و معادله ٦ کاهش می یابد به:

$$\ln Y_i = \sum_{j=1}^{n} \beta_j \ln(X_{ij}) + e_i \qquad (7)$$

معادله ۷ مطابق بر این فرض که عملکرد تابعی از انرژی های ورودی: کود حیوانی، کود شیمیایی، سم، ماشین، انسان، آب آبیاری و بذر است بسط داده می شود. اختصاصی تر، معادله ۷ به صورت زیر بیان می شود:

$$\ln Y_i = \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \beta_5 \ln X_5 + \beta_6 \ln X_6 + \beta_7 \ln X_7 + e_i \qquad (8)$$

X1: انرژی کود حیوانی

X2: انرژی کود شیمیایی

X3: انرژی سم

X4: انرژی بذر

X5: انرژی انسان

X6: انرژی ماشین

X7: انرژی سوخت

X8: انرژی آب آبیاری

معادله ۸ با استفاده از روش حداقل مربعات تخمین زده شدند. همه تخمین ها با استفاده از نرم افزار SPSS 17 و Excel انجام شد.

نتایج و بحث:

انرژی مصرفی و منابع آن برای تولیدسیب زمینی در جدول ۲ نشان داده شده است. منابع انرژی به صورت انرژی مستقیم و غیرمستقیم نشان داده شده است. همانطور که در جدول ۲ دیده می شود، انرژی مصرفی کل در انواع نهاده های مزرعه، ۹۲۲۹۶.۳ مگاژول بر هکتار است. از همه ورودی ها، کود ازت بیشترین سهم را از کل انرژی با سهم ۳۹٪ دارد. بعد از انرژی کود ازت، انرژی سوخت قرار دارد. بر طبق تحقیقی انرژی مصرفی برای تولید کودها ٤۰٪ از کل انرژی مصرفی

در تولید کشاورزی در کشورهای پیشرفته است. بیشترین انرژی مصرفی در تولید کود نیتروژن، فسفر و پتاسیم بود. در این تحقیق، نیتروژن، فسفر و پتاسیم به عنوان کود شیمیایی در نظر گرفته شدند(Singh, S.,et al., 1998).

انرژی بذر در مرتبه سوم قرار دارد(14/9٪). با توجه به اینکه کشاورزان بذر زیادی مصرف کرده و همچنین انرژی بذر سیب زمینی نیز نسبت به سایر محصولات بالاتر می باشد، سهم انرژی بذر در تولید سیب زمینی بالا رفته است.

سموم در حدود 0/06٪ از انرژی را مصرف می کنند زیرا در منطقه مورد بررسی میزان آفات و بیماریها یسیب زمینی کم می باشد.. در نتیجه سطح مکانیزاسیون بالا در تولید سیب زمینی، نیروی انسانی 0/06٪ از کل انرژی را در بر می گیرد. در منطقه تحقیق، متوسط عملکرد سیب زمینی 28613/7کیلوگرم بر هکتار بود که نسبتا به سایر نقاط ایران مناسب می باشد.

همچنین انرژی های مستقیم و غیرمستقیم مصرفی در تولید سیب زمینی بررسی شد. نتایج نشان داد که سهم انرژی مستقیم 21/6٪ از کل انرژی مصرفی در مقایسه با 78/4٪ برای انرژی غیرمستقیم بود.

نتایج نشان داد که نسبت انرژی، بهره وری انرژی و انرژی ویژه به ترتیب 1/1، 0/3 کیلوگرم بر مگاژول و 3/2مگاژول بر کیلوگرم بود.

نتایج رگرسیون معادله ٤ که در جدول ۳ نشان داده شده است، نشان می دهد که اکثر متغیرها با انتظار قبلی همسان بود. همانطور که جدول ۳ نشان می دهد که سوخت، ماشین، سم و بذر دارای علامت های مورد انتظار هستند. ضرایب رگرسیون برای کود، سم، بذر، نیروی انسانی از نظر آماری معنادار هستند و بر عملکرد تأثیر دارند.

خود همبستگی با استفاده از آزمون Durbin–Watson انجام شد. نتایج این آزمون نشان داد که مقدار Durbin–Watson 1/82 می باشد که بیان می کند که در این مدل خود همبستگی وجود ندارد.

جدول۲- انرژی مصرفی برای تولید سیب زمینی

نهاده (واحد)	میزان مصرف در هکتار	انرژی معادل (مگاژول بر هکتار)	درصد (٪)
انرژی مستقیم			
انسان(ساعت)	۲۹۱/۸	۵۷۱/۹	۰/٦
سوخت (لیتر)	٤۰٤/۱	۱۹۳۱٤/٦	۲۱
انرژی غیرمستقیم			

کود حیوانی(تن)	۱۹/۵	۵۹۱۸/۲	٦/٤
کود شیمیایی(کیلوگرم)			
ازته	٤٦۱/۵	۳٦۰٤۳/۱	۳۹
فسفاته	۳۲۲/٦	۵٦۱۳/۲	٦/۱
پتاسه	۱۰۲/۹	۱٤۰۹/۹	۱/۵
سموم شیمیایی (کیلوگرم)			
حشره کش	۲/۲	۲٦٤/٦	۰/٤
علف کش	۰/۸۵	۱۰۲/۳	۰/۲
بذر	۳۸٤۱	۱۳۸۲۷/٦	۱٤/۹
ماشین هاوادوات (کیلوگرم)	۳٤/۵	۲۲۵٦/٦	۲/٤
آب آبیاری(مترمکعب)	۱۱۰۷۰/۳	٦۹۷٤/۳	۷/۵
مجموع انرژی ورودی(مگاژول بر هکتار)		۹۲۲۹٦/۳	
مجموع انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)		۱۰۳۰۰۹/۲	
عملکرد(کیلوگرم در هکتار)		۲۸٦۱۳/۷	
نسبت انرژی		۱/۱	
بهره وری انرژی (کیلوگرم بر مگاژول)		۰/۳	
انرژی ویژه (مگاژول بر کیلوگرم)		۳/۲	

تخمین حساسیت برای تعیین رابطه بین انرژی ورودی و عملکرد کاربرد دارد. چون تابع کاب–داگلاس برای تخمین مدل استفاده شد، ضریب متغیرها به صورت لگاریتمی، حساسیت را نشان می دهند. در بین متغیرهای مدل، انرژی بذر مهمترین متغیری است که بر عملکرد تأثیر می گذارد. حساسیت برای انرژی انسانی 1/019 است که نشان می دهد ۱٪ تغییر در انرژی بذر باعث 1/019٪ افزایش در عملکرد می شود. دومین متغیر مهم سموم با حساسیت 0/22بود. متغیرهای مهم دیگر که بر عملکرد سیب زمینی اثر داشتند، انرژی سوخت و ماشین به ترتیب با حساسیت 0/1 و 0/037 هستند.

جدول ۳- نتایج مدل پارامتری

متغیر وابسته: عملکرد	ضرایب حساسیت	t
متغیرهای مستقل		

ثابت	٦/١٠٥	١/٧٦٥ ns
کود حیوانی	-٠/٠٧٢	-١/٢٦٤ ns
کود شیمیایی	-٠/١٦٦	-٣/٩١٥ *
سموم	٠/٢١٩	٥/١٧٤ *
بذر	١/٠١٩	٧/٤٠٢ *
انسان	-٠/٢١٤	-٤/٦٣٥ *
ماشین	٠/٠٣٧	٠/٣٨٥ ns
سوخت	٠/١	٠/٧١١ ns
آب آبیاری	-٠/٤٧٧	-١/٤٤٩ ns
ضریب Durbin-Watson	١/٨٢	

نتیجه گیری:

مهمترین اهداف این تحقیق، بررسی رابطه بین انرژی نهاده ها و عملکرد با استفاده از تابع کاب-داگلاس و تعیین شاخص های انرژی برای تولید سیب زمینی در استان همدان است.

نتایج نشان داد که کود ازت (۳۹٪)، سوخت (۲۱٪)، بذر(14/9٪)، آب آبیاری (7/5٪)، کود حیوانی (6/4٪) و کود فسفات (6/1٪) مهمترین سهم را در انرژی مصرفی در تولید سیب زمینی داشتند. سهم انرژی ماشین، کود پتاس، انسان و سموم به ترتیب 2/4٪، 1/5٪، 0/6٪ و 0/6٪ بود. نتایج نشان داد که متوسط عملکرد سیب زمینی 28613/7 کیلوگرم در هکتار بود و تولید سیب زمینی 92296/3 مگاژول در هکتار انرژی مصرف می کند. علاوه بر این نسبت انرژی، انرژی ویژه و بهره وری انرژی 1/1، 3/2 مگاژول بر کیلوگرم و 0/3 کیلوگرم بر مگاژول بود. بر طبق نتایج برآورد پارامتری، انرژی بذر مهمترین نهاده ای است که بر عملکرد اثر دارد. نتایج همچنین نشان داد که سم، سوخت و ماشین نهاده های مهم دیگری بودند که به طور معنا داری در عملکرد سهم داشتند.

منابع و مآخذ:

۱. بی نام. آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۷.ایران

2. Mittal, JP., Dhawan, KC., 1988. Research manual on energy requirements in agricultural sector. New Delhi: ICAR; p. 20–23.
3. Yamane, T., 1967. Elementary sampling theory. Englewood CliKs,NJ, USA:Prentice-Hall,.
4. Canakci, M. & I. Akinci.2006. Energy use pattern analyses of greenhouse vegetable production. Energy. 31: 1243–1256.
5. Çetin, C. & Vardar,A.,2008. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey. Renewable Energy. 33(3):428-433.
6. Djevic, M. & A. Dimitrijevic.2004. Greenhouse Energy Consumption and Energy Efficiency. Balkan Agricultural Engineering Review.5:1-9.
7. Baishya, A., Sharma, GL., 1990. Energy budgeting of rice-wheat cropping system. Indian J Agronomy.35 (1, 2):167–77.
8. Hatirli, S.A., Ozkan, B. and Fert, C., 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renewable Energy, 31: 427–438.
9. Koga, N., 2008. An energy balance under a conventional crop rotation system in northern Japan: Perspectives on fuel ethanol production from sugar beet. Agriculture, Ecosystems & Environment, 125: 101-110.
10. Mandal, KG., Saha,KP., Ghosh, PK., Hati, KM., Bandyopadhyay, KK., 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. Biomass Bioenergy;23:337–45.
11. 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(12): 3566-3570.
12. 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(5): 1071-1075.
13. Karimi, M., Rajabi Pour, A., Tabatabaeefar, A. and Borghei ,A., 2008. Energy analysis of sugarcane production in plant farms: A Case Study in Debel Khazai Agro-industry in Iran. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 4(2): 165- 171.
14. Ozkan, B., Kurklu, A. & Akcaoz H., 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. Biomass and Bioenergy, 26(1): 89-95.
15. Shahin, 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, 4(1): 77-88.

16. Singh, H., Mishra, D., Nahar, NM., Ranjan, M., 2003. Energy use pattern in production agriculture of a typical village in arid zone India: part II. Energy Conversion Manage;44(7):1053–67.
17. Singh, S., Singh, S., Mittal, JP., Pannu, CJS., 1998. Frontier energy use for the cultivation of wheat crop in Punjab.Energy Conversation Manage;39(5/6):485–91.
18. Helsel ZR. 199ɛ. Energy and alternatives for fertilizer and pesticide. In: Fluck RC, editor. ‘‘Energy in world agriculture’’, Vol. 6. Amsterdam: Elsevier Science Publishing; 1992, 177–210.
19. Burnett, M. Energy analysis of three agro-eco systems, In: Hill SB. editor, Paper presented at Second International Conference on Basic Techniques in Ecological Farming held during 1-5 October at IFO,Montreal, Basel: Birkhauser, 1982, 183-195.
20. Yaldiz, O., Ozturk, HH., Zeren, Y., Bascetincelik, A., 1993. Energy use in field crops of Turkey. In: V international congress of agricultural machinery and energy. Kusadası: Turkish; 12–14 October.
21. Odum, HT., 1971. Fundamentals of ecology. 3rd ed. Philadelphia: Saunders;.

Abstract

This study examined energy consumption,the relationship between energy inputand yield for potato production in Kaboud Rahang region of Hamadan state.The data used in this study is collected by questionnaire.The results revealed that nitrogen fertilizer(39%),diesel(21%),seed(14.9%),water(7.5%) and manure(6.4%) consumed the bulk of energy.In the surveyed farms,average yield and energy consumption were calculated as around 28613.7 kg/ha,92296.3 MJ/ha,respectively.The results also showed that output-input,specific energy and energy productivity were 1.1, 3.2 MJ/kg and 0.3 kg/MJ, respectively.An econometric model was developed to estimate the impact of energy inputs on yield by using parametric methods.For this purpose,potato yield, an endogenous variable was assumed to be a function of energy inputs:fertilizer manure, chemical, machinery,human,water for irrigation,diesel and seed.The empirical results indicated that variables: fertilizer,chemical,seed and human were found statistically significant and contributed to yield.Among statistically significant exogenous variables,seed,water for irrigation,chemical,human and fertilizer were ranked in terms of elasticities.

Keywords: potato,input energy, parametric model, Kaboud Rahang