نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۹۱۵-۹۰۵

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 4, Winter 2015, p. 905-915

مقایسه نظام‌های بهره‌برداری به لحاظ مصرف انرژی تولید سویا (*Glycine max* L.) در دشت مغان

ابوالفضل برومند[۱]، محمد حسین آق‌خانی[۲*] و حسن صدرنیا[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۹

چکیده

ارزیابی روند ورود و خروج انرژی در نظام‌های بهره‌برداری، یکی از روش‌های تعیین سطح پایداری در این نظام‌ها است. هدف از این تحقیق مقایسه نظام‌های بهره‌برداری (تعاونی، خصوصی و دولتی) به لحاظ مصرف انرژی تولید سویا (*Glycine max* L.) و بررسی تأثیر انرژی نهاده‌ها در میزان عملکرد سویا در دشت مغان بود. برای این منظور، اطلاعات به وسیله مصاحبه رو در رو با ۱۴ کشاورز عضو تعاونی، ۵۴ کشاورز خصوصی و ۱۴ واحد کشت و صنعت جمع‌آوری گردید. بیشترین انرژی ورودی برای تولید سویا در نظام‌های بهره‌برداری دولتی (۲۶۷۸۴/۲۸ مگاژول در هکتار) و به دنبال آن در نظام بهره‌برداری تعاونی (۲۴۸۱۵/۹۸ مگاژول در هکتار) مشاهده گردید. همچنین، انرژی خروجی در نظام بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۴۱۹۴۷/۵، ۳۹۹۴۸/۶۱ و ۴۳۶۲۷/۵ مگاژول در هکتار محاسبه شد. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از کل انرژی ورودی در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۳۷/۸۴، ۳۱/۰۷ و ۳۷/۴۷٪ برآورد شد در صورتی که سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر به ترتیب ۶۲/۱۶، ۶۸/۹۳ و ۶۲/۵۳٪ از کل انرژی ورودی بود. میزان اتکا به منابع انرژی تجدیدناپذیر در این منطقه بالا بود. بنابراین، باید در جهت جایگزین نمودن منابع انرژی تجدیدپذیر به جای منابع تجدیدناپذیر تلاش شود. تجزیه و تحلیل انرژی نشان داد، نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی (کارایی مصرف انرژی)، برای نظام بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۱/۶۸، ۱/۶۳ و ۱/۶۲ می‌باشد. در همه شاخص‌های انرژی، نظام بهره‌برداری تعاونی در مقایسه با نظام بهره‌برداری خصوصی و نظام بهره‌برداری دولتی گزینه بهتری بود. تخمین کشش تولید نشان داد، در بین نهاده‌های انرژی، آبیاری مؤثرترین نهاده برای تولید سویا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انرژی تجدیدپذیر، تابع تولید، شاخص‌های انرژی، منابع انرژی، نظام بهره برداری تعاونی

مقدمه

نظام‌های بهره‌برداری ارکان اصلی تولید در کشاورزی هستند. از این رو، ارزیابی انرژی مصرفی نهاده‌ها و تأثیر آن‌ها در عملکرد نظام‌های بهره‌برداری مختلف کشاورزی یکی از روش‌های تعیین سطح پایداری در این نظام‌ها است. نتایج تحلیل مؤلفه‌های تولید گندم آبی نظام‌های بهره‌برداری دهقانی، تجاری و تعاونی نشان داد، نظام بهره‌برداری دهقانی با ۲۲۲/۴۴ کیلوگرم در هکتار کمترین و نظام بهره‌برداری تعاونی با میانگین ۳۸۶/۲۸ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین میزان مصرف کودهای شیمیایی در واحد سطح هستند که نشان می‌داد نظام بهره‌برداری دهقانی کمترین میزان آلودگی منابع را از نظر مصرف کود شیمیایی دارد (Tupchi et al., 2011). افزایش روز افزون جمعیت و نیاز آن‌ها به غذایی بیشتر، وظیفه نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی را در تأمین غذا دو چندان کرده است. سویا (*Glycine max* L.) به دلیل داشتن پروتئین فراوان و اسید چرب‌های ضروری یکی از منابع مهم کالری در تغذیه انسان‌ها و دام محسوب می‌شود. مصرف روغن نباتی در ایران حدود ۱/۴ میلیون تن در سال است که بیش از ۹۰٪ آن وارداتی است (Dehshiri & Aghaalikhani, 2012). این موضوع باعث شده تا سویا یکی از اقلام مهم بازرگانی بین‌المللی به حساب آید بنابراین مطالعه انرژی مصرفی آن از اهمیت به سزایی برخوردار است. مطالعه انرژی مصرفی

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: aghkhani@um.ac.ir)

تولید سویا در استان گلستان نشان داد، سوخت دیزل با ۶۴٪، کودهای شیمیایی با ۱۴٪ و آب آبیاری با ۶٪ بـه ترتیـب بیشـترین سـهم را در انرژی ورودی دارند. رابطه بین انرژی نهادهها با عملکرد با اسـتفاده از تابع کاب داگلاس تخمین زده شد و نشـان داد، انـرژی بـذر و آب بـا ضرایب ۲/۵۷ و ۱/۵۱ به ترتیب بیشترین تأثیر مثبت را روی عملکـرد سویا دارنـد (Ramedani et al., 2011). در تحقیـق مشـابه دیگـری کارآیی انرژی، انرژی ویژه، بهرهوری انرژی و انرژی خـالص در تولیـد سـویا بـه ترتیـب ۱/۸، ۱۶/۱۶ مگـاژول کیلـوگرم، ۰/۰۶۲ کیلـوگرم مگاژول و ۲۴۲۳۵/۵ مگاژول در هکتار برآورد گردیـد (Dehshiri & Aghaalikhani, 2012). بررسی شاخصهای انرژی امکـان مقایسـه نظامهای کشاورزی را فراهم نموده و مدیران نظامهای بهرهبرداری را در امر برنامهریزی یاری میکند. بر این اساس کـارآیی انـرژی تولیـد سـویا در کشـاورزی حفـاظتی و ارگانیـک بـه ترتیـب ۵/۵۷ و ۶/۹۷ محاسـبه گردیـد (Sartori et al., 2005). در مقایسـه نظـامهـای خاکورزی در تناوبهای مختلف، بیشـترین انـرژی خروجـی در نظـام خاکورزی متداول و در تناوب سـویا – عـدس بـا ۴۴۲۵۳ مگـاژول در هکتار و به دنبال آن در نظام کم خاکورزی و در تناوب سویا– عـدس با ۴۳۴۵۰ مگاژول در هکتار گـزارش گردیـد (Singh et al., 2008). افزایش راندمان مصرف انرژی در نظـامهـای تولیـد یکـی از شـرایط دستیابی به پایداری تولید است و برنامهریزی و تصمیمگیـری در ایـن راستا بر عهده نظامهای بهرهبرداری مـیباشـد. نتـایج تحلیـل انـرژی مصرفی گندم در نظامهای کشت آبـی و دیـم نشـان داد کـل انـرژی مصرفی در کشت آبی و دیم به ترتیب ۲۵۶۰۰ و ۱۷۴۵۸ مگـاژول در هکتار است. در هر دو نظام کشت (آبی و دیم) کود شیمیایی به ترتیب با ۴۰ و ۶۶٪ بیشترین سهم را در انرژی مصرفی داشت. نسبت انرژی در نظام کشت آبی منطقه ۱۱/۵ و در نظام کشت دیم ۱۵/۱ برآورد شد (Safa et al., 2011). در تحقیقـی دیگـر میـزان انـرژی ورودی بـه مزارع گندم آبی (به عنوان نظام پرنهـاده) ۴۵۳۷۶ مگـاژول در هکتـار محاسبه گردید که ۴/۸ برابر انرژی ورودی به مـزارع گنـدم دیـم (بـه عنـوان یـک نظـام کـمنهـاده) بـود (Ghorbani et al., 2011). در تولیدات گلخانهای نیز اثر انرژی نهادههـا (بـه جـز کـود و بـذر) روی عملکـرد خیـار گلخانـهای مثبـت و معنـیدار گـزارش گردیـد (Mohammadi & Omid., 2010). نتایج بررسیها نشـان داد کـه تمام مطالعات مذکور تنها به بررسی الگوی مصرف انرژی محصولات، مصرف انرژی محصولات در نظامهای خاکورزی و زراعـی و مصـرف انرژی در شرایط گلخانهای پرداختهاند، لذا تاکنون پژوهشی در رابطه با مقایسه انرژی مصرفی تولید سویا در نظامهای بهـرهبـرداری صـورت نگرفته است. مطالعه حاضر به بررسی انـرژی مصـرفی تولیـد سـویا و ارتباط بین انرژی نهادهها با عملکرد در نظامهای بهرهبرداری تعـاونی، خصوصی و دولتی پرداخته است.

مواد و روشها

موقعیت جغرافیایی منطقه

دشت مغان در شمال غرب ایران، غرب دریـای خـزر و در شـمال استان اردبیل قرار دارد. این منطقه در عـرض جغرافیـایی ۳۹ درجـه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳۱ دقیقه شـرقی و بـا ارتفاع ۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد. اقلیم منطقه از نظر تقسیمبنـدی آب و هوایی جزء مناطق نیمه بیابانی خفیف بوده و میـانگین بارنـدگی سـالیانه منطقـه طبـق آمـار هواشناسـی ۳۸۹/۵ میلـیمتـر مـیباشـد (Soleymanzade & habibi,. 2012).

جمعآوری دادهها و نحوه محاسبات

جامعه آماری این تحقیق شـامل کشـاورزانی اسـت کـه در سـال زراعی ۹۱–۱۳۹۰ در قالب یکی از سه نظام بهـرهبـرداری خصوصـی، تعاونی و دولتی اقدام به کشت سویا کردهاند. لازم به ذکر است، جهت بالا بردن دقت مطالعه از هر ۱۴ واحـد زراعـی کشـت و صـنعتهـا و همچنین از ۱۴ تعاونی موجود مصـاحبه و پرسشـنامه تکمیـل گردیـد. برای پیدا کردن حجم نمونه از فرمول کوکران (معادله ۱) استفاده شد. بنابراین برای تعیین انحراف معیار جامعه، تعداد ۱۵ نفـر از سـویاکاران به طور تصافی پـیشآزمـون شـدند و انحـراف معیـار کـارآیی انـرژی محاسبه گردید.

معادله (۱)

$$X=\frac{N(S\times T)^2}{(N-1)D^2+(S\times T)^2}$$

که در این معادله:

X: تعداد نمونه، S: انحراف معیار جامعه، N: تعداد کل جامعه، D: دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله اطمینـان) و T: ضـریب اطمینـان قابل قبول (مقدار آن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ۱/۹۶ میباشد) می-باشند.

با استفاده از فرمول کوکران، تعداد کـل نمونـه لازم ۸۲ عـدد بـه دست آمد که متشـکل از ۵۴ کشـاورز خصوصـی، ۱۴ کشـاورز عضـو

تعاونی و ۱۴ واحد زراعی دولتی بود.

به منظور 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 است، ضرب گردید.

برای به دست آوردن انرژی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی ابتدا ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای تک تک ماشین‌ها و ادوات کشاورزی از طریق معادله (۲) به دست آمد (Modaresrazavi, 2009).

معادله (۲)

$$Ca = \frac{W \times S \times E}{1000}$$

در این معادله، Ca: ظرفیت مؤثر مزرعه (هکتار در ساعت)، S: سرعت (کیلومتر در ساعت)، W: عرض کار ماشین (متر)، E: راندمان مزرعه‌ی (درصد) می‌باشد.

راندمان مزرعه‌ی متناسب برای هر یک از ماشین آلات از منابع استخراج شد (Modarsrazavi, 2009). بعد از محاسبه ظرفیت مؤثر مزرعه ماشین‌های به کار رفته، آن را معکوس کرده تا ساعت کارکرد آن‌ها بر حسب ساعت بر هکتار به دست آید، سپس عدد به دست آمده به هم ارز انرژی مربوط هر ماشین در جدول (۱) ضرب شد.

انرژی‌های ورودی در نظام‌های کشاورزی می‌تواند، به انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم یا تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم شوند. منابع انرژی مستقیم شامل نیروی انسانی، سوخت، آب و الکتریسیته و منابع انرژی غیرمستقیم شامل کودها، سموم و ماشین‌ها می‌باشند. همچنین می‌توان نیروی انسانی، آب، بذر و کود حیوانی را در دسته‌ی انرژی-های تجدیدپذیر و الکتریسیته، سوخت، سم، کودهای شیمیایی و ماشین‌ها را در دسته‌ی انرژی‌های تجدیدناپذیر قرار داد. شاخص‌های انرژی نیز با استفاده ازمعادله‌های سه، چهار، پنج و شش محاسبه شدند (Koocheki & Hoseini, 1994).

جدول ۱- معادل انرژی نهاده‌ها و ستانده در تولید سویا

Table 1- Energy equivalents of inputs and output in soybean production

نهاده (واحد) Input (unit)	معادل انرژی (مگا ژول) Energy equivalent (MJ)	مرجع Reference	نهاده (واحد) Input (unit)	معادل انرژی (مگا ژول) Energy equivalent (MJ)	مرجع Reference
ماشین آلات (h) Machinery (h)			نیروی انسانی (h) Human labor (h)	1.96	Ajabshirchi et al., 2010
تراکتور Tractor	93.61	(Ajabshirchi et al., 2010)	کودها (کیلوگرم) Fertilizers (kg)		
کمباین Combine	87.63	(Unakitan et al., 2010)	نیتروژن Nitrogen	66.14	Cetin & Vardar, 2008
ادوات Equipment	62.7	(Royan et al., 2012)	فسفر Phosphate	12.44	Cetin & Vardar, 2008
سوخت (L) Fuel (L)			ریز مغذی Micro elements	120	Banaeian & Namdari, 2011
گازوئیل Diesel fuel	56.61	(Banaeian and Namdari, 2011)	سموم (کیلوگرم) Chemicals (kg)		
روغن Oil	47.8	(Kitani, 1999)	علف‌کش Herbicide	238	Ramedani et al., 2011
بنزین Petrol	46.3	(Kitani, 1999)	حشره‌کش Insecticide	101.2	MousaviAvval, et al., 2010
آب (متر مکعب) Water (m^3)	1.02	(Banaeian and Namdari, 2011)	بذر (کیلوگرم) Seed (kg)	14.7	Ramedani et al., 2011
الکتریسیته (کیلووات بر ساعت) Electricity ($kW.h^{-1}$)	11.93	(Banaeian and Namdari, 2011)	سویا (کیلوگرم) Soybean (kg)	14.7	Ramedani et al., 2011

معادله (۳) $$\text{نسبت انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول در هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)}}$$

معادله (۴) $$\text{بهره وری انرژی} = \frac{\text{عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)}}$$

معادله (۵) $$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)}}{\text{عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)}}$$

معادله (۶) $$\text{انرژی خروجی (مگاژول در هکتار)} - \text{انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)} = \text{انرژی خالص}$$

جهت بررسی رابطه بین انرژی نهاده‌ها با عملکرد نیاز به یک تابع هدف می‌باشد. یکی از توابع مهم در این زمینه تابع کاب داگلاس (معادله ۷) می‌باشد. در این تابع، ضرایب هر یک از متغیرها گویایی کشش تولید آن نهاده است. کشش تولیدی نیز نشان می‌دهد که در برابر یک درصد تغییر در متغیر مستقل، متغیر وابسته چند درصد تغییر می‌کند. انتخاب نوع تابع بستگی به ماهیت موضوع مطالعه دارد. با این حال یکی از بهترین ملاک‌های تعیین تابع تولید، استفاده از تجربیات گذشته است. (Aazamzadehshuraki et al,. 2010).

معادله (۷) $$Y=F(X)\ \exp(u)$$

این تابع در تحقیقات مختلفی برای بررسی رابطه بین نهاده‌های ورودی و عملکرد مورد استفاده قرار گرفته است. اگر از طرفین معادله فوق لگاریتم گرفته شود به صورت رابطه خطی ۸ در می‌آید.

معادله (۸) $$\text{Ln } Y_i = c + \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \ln(X_{ij}) + e_i$$

که در آن Y_i: عملکرد سویا، X_{ij}: نهاده‌های استفاده شده، c: متغیر ثابت، α_j: ضریب ورودی‌های مدل و e_i: ضریب خطا می‌باشد. با فرض این که عملکرد تابعی از نهاده‌های ورودی می‌باشد، معادله (۸) را می‌توان به صورت معادله (۹) نوشت.

معادله (۹) $$\text{Ln } Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + \alpha_7 \ln X_7 + e_i$$

که در این معادله، X_{ij} (i= 1, 2, 3, …,7 and j= 1, 2 , 3, ….,7) به‌ترتیب مربوط به ماشین آلات (X_1)، آبیاری (X_2)، نیروی انسان (X_3)، کودهای شیمیایی (X_4)، سموم شیمیایی (X_5)، بذر (X_6)، سوخت (X_7). تمام اطلاعات اولیه این مقاله ابتدا وارد نرم‌افزار Excel 2007 شده و سپس با استفاده از نرم‌افزار JMP 4 تجزیه و تحلیل‌های آماری و تخمین مدل انجام شد.

نتایج و بحث

سهم هر یک از نهاده‌ها از کل انرژی مصرفی تولید سویا در نظام‌های بهره‌برداری

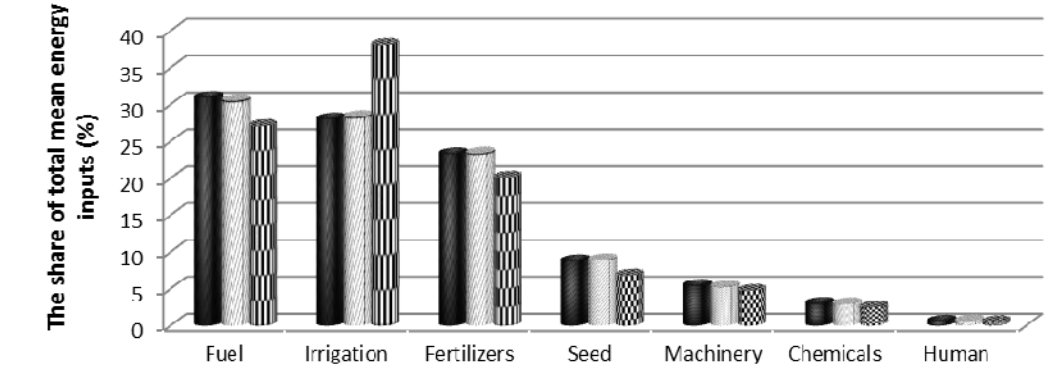
انرژی سوخت (گازوئیل، بنزین و روغن) در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۷۶۳۴/۰۲، ۷۴۳۲/۴۱ و ۷۲۳۹/۸۳ مگاژول در هکتار به دست آمد (جدول ۲). انرژی سوخت در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی به ترتیب با ۳۰/۹۲ و ۳۰/۵۲٪ بیشترین سهم را از کل انرژی ورودی داشت (شکل ۱). در نظام بهره‌برداری دولتی سهم انرژی سوخت از انرژی ورودی با ۲۷/۱٪ بعد از انرژی آبیاری در رتبه دوم قرار داشت. نظام بهره‌برداری دولتی به عنوان یک نظام تولید صنعتی سهم انرژی سوخت کمتری نسبت به دو نظام بهره‌برداری دیگر دارد و این نشان می‌دهد که تولید سویا در دشت مغان حتی در نظام بهره‌برداری خصوصی که به عنوان یک نظام تولید غیرصنعتی مطرح است به صورت مکانیزه صورت می‌گیرد. دلیل این تفاوت یکپارچه بودن و شکل هندسی مناسب مزارع (افزایش راندمان مزرعه‌ی ماشین آلات) و تناسب ماشین آلات با عملیات‌ها مختلف در نظام بهره‌برداری دولتی است. در سال‌های اخیر سهم انرژی فسیلی در کشاورزی به علت صنعتی شدن تولید افزایش یافته است و باعث بروز عوارض‌های زیست محیطی از قبیل گرم شدن زمین، بارش باران‌های اسیدی و افزایش غلظت‌های دی اکسید کربن در جو شده است. در مطالعه مشابهی برای تولید سویا در استان گلستان سهم سوخت دیزل ۶۴٪ به دست آمد (Ramedani et al., 2011). انرژی آبیاری مجموع انرژی آب مصرفی و انرژی الکتریسیته محاسبه گردید. سهم انرژی آبیاری از کل انرژی ورودی در نظام بهره‌برداری دولتی نسبت به نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی به ترتیب ۱۰/۱۲ و ۹/۷۹٪ بیشتر است. استفاده از انرژی الکتریسیته برای پمپاژ آب و به کارگیری سیستم‌های آبیاری بارانی در نظام بهره‌برداری دولتی عامل وجود این اختلاف است. آبیاری در میان فعالیت‌های داخل مزرعه که انرژی مستقیم نیاز دارند، بیشترین مصرف انرژی را دارد (Koocheki & Hoseini, 1994). مصرف بی رویه کودهای شیمیایی یکی دیگر از عوامل اصلی تهدید سلامت بوم‌نظام‌های کشاورزی به شمار می‌رود. سهم انرژی کودهای شیمیایی در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۲۳/۳، ۲۳/۴ و ۲۰/۱۲٪ به دست آمد. مهمترین عامل کاهش مصرف کود در نظام بهره‌برداری دولتی، مصرف کود به صورت کود آبیاری و پخش

یکنواخت آن در مزرعه است. برای تولید گندم در استان کردستان نظام بهره‌برداری دهقانی با ۲۲۲/۴۶ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان استفاده از کودهای شیمیایی را داشت (Tupchi et al., 2011) که نشان می‌دهد، شیوه تولید در نظام‌های بهره‌برداری دو منطقه متفاوت بوده و وابسته به عوامل مدیریتی و ساختاری نظام‌های بهره‌برداری می‌باشد. سهم انرژی بذر از کل انرژی در نظام بهره‌برداری دولتی نسبت به نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی به ترتیب ۱/۹۹ و ۲/۱٪ کمتر به دست آمد که از دلیل آن استفاده از بذر گواهی شده با قوه نامیه بالا و کشت به صورت خشکه‌کاری است. طبق تحقیقات محققین در استان گلستان و مازندران سهم انرژی بذر در تولید سویا از کل انرژی ۶/۱۱٪ محاسبه گردید (Dehshiri & Aghaalikhani, 2012). مهمترین عامل افزایش بذر مصرفی در منطقه مغان، کشت سویا با دستگاه‌های خطی‌کار و عمیق‌کارهای دیم است. انرژی ماشین آلات در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۱۳۴۲/۵۳، ۱۲۸۵/۰۸ و ۱۲۷۱/۱۲ مگاژول در هکتار تعیین شد. نظام بهره‌برداری تعاونی با ۱۷/۱۲ ساعت در هکتار بیشترین و نظام بهره‌برداری خصوصی با ۱۶/۰۴ ساعت در هکتار کمترین میزان استفاده از ماشین آلات را دارند که با نتایج تحقیق در استان کردستان برای تولید گندم مطابقت دارد (Tupchi et al., 2011). انرژی سموم شیمیایی در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۷۵۶/۷۶، ۷۱۹/۲۱ و ۶۶۴/۷ مگاژول در هکتار محاسبه گردید.

جدول ۲- میانگین مقدار نهاده‌ها در تولید سویا برای نظام‌های بهره‌برداری

Table 2- Mean amounts of inputs in soybean production for utilization systems

نهاده‌ها (واحد) Inputs (unit)	مقدار نهاده در هر هکتار و (انرژی مصرفی مگاژول بر هکتار) Amounts of inputs per hectare and (energy consumption MJ.ha^{-1})					
	تعاونی Cooperative		خصوصی Private		دولتی Governmental	
	مقدار نهاده Amounts of input	انرژی Energy	مقدار نهاده Amounts of input	انرژی Energy	مقدار نهاده Amounts of input	انرژی Energy
سوخت (L) Fuel (L)	135.57	7634.02	135.14	7432.41	128	7239.83
آب (متر مکعب) Water (m^3)	6828.57	6965.14	6755.55	6890.66	6271.4	6396.85
کودها (کیلوگرم) Fertilizers (kg)	127.3	5783.66	126.32	5696.47	120.32	5477.8
الکتریسیته (کیلووات بر ساعت) Electricity (kW.h^{-1})	-----	-----	-----	-----	317.85	3809.07
بذر (کیلوگرم) Seed (kg)	148.92	2189.25	147.77	2172.33	123.92	1821.75
ماشین‌ها (h) Machinery (h)	17.12	1342.53	16.04	1285.08	16.11	1271.12
سموم شیمیایی (کیلوگرم) Chemicals (kg)	4.42	756.76	4.43	719.21	4.31	664.7
نیروی انسانی (h) Human labor (h)	73.5	144.62	75.55	148.58	5264	103.16
کل انرژی (مگاژول بر هکتار) Total energy (MJ. ha^{-1})	-----	24815.98	-----	24317.74	-----	26784.28



شکل ۱- سهم نهاده‌ها از انرژی ورودی کل در تولید سویا برای نظام‌های بهره‌برداری

Fig. 1- The share of inputs of total input energy in soybean production for utilization systems

نظام بهره‌برداری خصوصی با وجود مصرف سموم بیشتر (۴/۴۳ کیلوگرم در هکتار)، انرژی کمتری نسبت به نظام بهره‌برداری تعاونی دارد. علت آن مصرف علف‌کش بیشتر (دارای هم‌ارز انرژی بالاتری نسبت به حشره‌کش) توسط نظام بهره‌برداری تعاونی است. برای تولید سویا در شرایط آب و هوای استان گلستان، انرژی سموم ۲۳۳/۹۳ مگاژول محاسبه گردید (Ramedani et al., 2011). انرژی نیروی انسانی جزء انرژی بیولوژیک است و بوم‌نظام‌های کشاورزی عمدتاً به این انرژی‌ها متّکی هستند. انرژی نیروی انسانی در نظام‌های بهره-برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۱۴۴/۶۲، ۱۴۸/۵۸ و ۱۰۳/۱۶ مگاژول در هکتار به دست آمد. نظام بهره‌برداری خصوصی انرژی نیروی انسانی بیشتری در مراحل آبیاری، وجین و برداشت داشته است. برای تولید گندم در استان کردستان میزان اشتغال در نظام‌های بهره‌برداری دهقانی با ۱۴/۱۸ نفر روز در هکتار بالاتر از نظام‌های بهره‌برداری دولتی و تعاونی گزارش گردید (Tupchi et al., 2011) که با نتایج تحقیق حاضر سازگار بود.

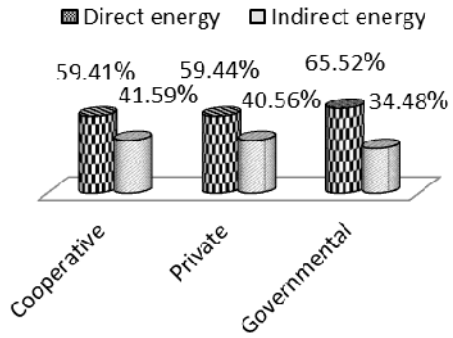
سهم انواع انرژی از کل انرژی مصرفی تولید سویا در نظام‌های بهره‌برداری

مقدار مصرف انرژی مستقیم در سه نظام بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۱۴۷۴۳/۷۸، ۱۴۴۷۱/۶۵ و ۱۷۵۴۸/۹۱ مگاژول در هکتار محاسبه شد (جدول ۳). سهم انرژی مستقیم در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۵۹/۴۱، ۵۹/۴۴ و ۶۵/۵۲٪ به دست آمد (شکل ۲). انرژی آبیاری (آب آبیاری و الکتریسیته) جزء انرژی‌های مستقیم به شمار می‌رود و مصرف این انرژی در نظام بهره‌برداری دولتی بیشتر است. سهم انرژی غیر مستقیم در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۴۰/۵۹، ۴۰/۵۶ و ۳۴/۴۸٪ محاسبه گردید. مصرف انرژی‌های غیرمستقیم در نظام بهره‌برداری دولتی نسبت به نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی به ترتیب ۶/۱۱ و ۶/۰۸٪ کمتر است که نشان می‌دهد این نظام بهره‌برداری از نهاده‌های مانند کودها، ماشین آلات و بذر کمتر استفاده می‌کند. بالا بودن انرژی غیر مستقیم در نظام بهره-برداری تعاونی نشان می‌دهد مصرف نهاده‌هایی مانند کود شیمیایی، ماشین آلات و بذر در این نظام بهره‌برداری بیشتر می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان گفت عدم نیاز به مصرف الکتریسیته به عنوان منبع انرژی غیر مستقیم در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی باعث توازن بیشتر سهم انرژی مستقیم و غیر مستقیم در تولید سویا می‌باشد. استفاده از انرژی خورشیدی برای تامین انرژی الکتریسیته در نظام بهره‌برداری دولتی می‌تواند مصرف انرژی در این نظام را کاهش دهد. برای تولید سویا در استان گلستان و مازندران سهم انرژی مستقیم و غیر مستقیم به ترتیب ۶۸/۴ و ۳۱/۶٪ به دست آمد (Dehshiri & Aghaalikhani, 2012). در هر سه نظام بهره-برداری تعاونی، خصوصی و دولتی سهم انرژی تجدیدناپذیر به ترتیب با ۶۲/۵۳، ۶۲/۱۶ و ۶۸/۹۳٪ بیشتر از انرژی تجدیدپذیر است (شکل ۳).

جدول ۳- تقسیم بندی نوع انرژی مصرفی تولید سویا برای نظام‌های بهره‌برداری

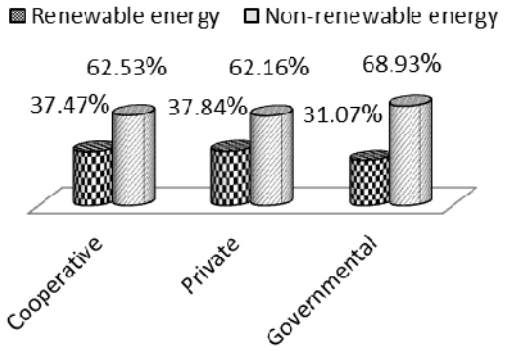
Table 3- Classification of energy consumed in soybean production for utilization systems

دولتی Governmental		خصوصی Private		تعاونی Cooperative		عنوان Item
درصد Percentage	انرژی (مگاژول بر هکتار) Energy ($MJ.ha^{-1}$)	درصد Percentage	انرژی (مگاژول بر هکتار) Energy ($MJ.ha^{-1}$)	درصد Percentage	انرژی (مگاژول بر هکتار) Energy ($MJ.ha^{-1}$)	
65.52	17548.91	59.44	14471.65	59.41	14743.78	انرژی مستقیم Direct energy
34.48	9235.37	40.56	9846.09	41.59	10072.2	انرژی غیرمستقیم Indirect energy
31.07	8321.76	37.84	9211.57	37.47	9299.01	انرژی تجدیدپذیر Renewable energy
68.93	18462.52	62.16	15106.17	62.53	15516.97	انرژی تجدیدناپذیر Nonrenewable energy



شکل ۲- سهم انرژی مستقیم و غیرمستقیم از کل انرژی

Fig. 2- The share of direct and indirect energies from total energy input



شکل ۳- سهم انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از کل انرژی

Fig. 3- The share of renewable and non-renewable energies from total energy input

این امر بیانگر وابستگی این نظام‌ها به منابع تجدیدناپذیر انرژی است. استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به جای منابع تجدیدناپذیر در پایداری نظام‌های تولید ضروری می‌باشد. این یافته با نتایج مطالعه (Asgharipour et al., 2012; Banaeian & Namdari., 2011) هم راستا بود.

بررسی شاخص‌های انرژی در سه نظام بهره‌برداری

انرژی خروجی در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۴۱۹۴۷/۵، ۳۹۹۴۸/۶۱ و ۴۳۶۲۷/۵ مگاژول در هکتار محاسبه گردید (جدول ۴). نظام بهره‌برداری خصوصی انرژی خروجی کمتری به دلیل عملکرد پایین دارد. از دلایل آن می‌توان به خرد بودن اراضی و داشتن شغل‌های جانبی دیگر عملکرد در این نظام بهره‌برداری اشاره کرد. برای تولید گندم در استان کردستان نیز نظام بهره‌برداری دهقانی (خصوصی) کمترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داد (Tupchi et al., 2011). کارآیی انرژی تولید سویا در سه نظام بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۱/۶۸، ۱/۶۳و ۱/۶۲ به دست آمد. کارآیی انرژی تولید سویا در تناوب با گندم در خاکورزی مرسوم، کم خاکورزی و بدون خاکورزی به ترتیب ۳، ۳/۲ و ۳/۲ به دست آمد (Singh et al., 2008). از دلایل اصلی وجود تفاوت در نتایج دو مطالعه می‌توان به شرایط اقلیمی منطقه، تفاوت

خاکورزی و تفاوت نوع کشت (آبی و دیم) اشاره کرد. در این تحقیق مقدار بهره‌وری انرژی در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۰/۱۱۴، ۰/۱۱۱ و ۰/۱۱۰ کیلوگرم مگاژول محاسبه گردید. یعنی به ازای هر مگاژول انرژی نهاده مصرفی، به ترتیب در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی ۰/۱۱۴، ۰/۱۱۱ و ۰/۱۱۰ کیلوگرم ستانده (سویا) تولید شده است. هرچه این نسبت‌ها بزرگتر باشد، نشانگر بهره‌وری بالاتر انرژی مصرفی می‌باشد. بهره‌وری انرژی تولید سویا در استان گلستان ۰/۱۶ کیلوگرم مگاژول به دست آمد (Ramedani et al., 2011). شاخص انرژی خالص برای نظام-های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۱۷۱۱۶/۱۲، ۱۵۵۹۶/۰۵ و ۱۶۸۴۶/۹۸ مگاژول در هکتار به دست آمد. مثبت بودن انرژی خالص در هر سه نظام بهره‌برداری نشان می‌دهد که تولید محصول سویا در منطقه دارای کارآیی مصرف انرژی است. انرژی ویژه برای نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۸/۷، ۸/۹۵ و ۹/۰۱ مگاژول کیلوگرم محاسبه گردید. یعنی به ازای تولید هر کیلوگرم سویا در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۸/۷، ۸/۹۵ و ۹/۰۱ مگاژول انرژی صرف شده است. نظام بهره‌برداری تعاونی در همه شاخص‌های انرژی از وضعیت بهتری نسبت به نظام‌های بهره‌برداری خصوصی و دولتی برخوردار است. مهمترین دلیل آن عملکرد بیشتر نسبت به نظام بهره‌برداری خصوصی و مصرف انرژی کمتر نسبت به نظام بهره‌برداری دولتی می‌باشد.

برآورد مدل اقتصادی جهت بررسی اثر انرژی نهاده‌ها روی عملکرد سویا در نظام‌های بهره‌برداری

مدل رگرسیونی و ضرایب (کشش تولید) متغیرهای مستقل مربوط به نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب در جداول ۵، ۶ و ۷ آمده است. ضریب تبیین (R^2) مدل‌ها به ترتیب ۰/۹۶، ۰/۹۳ و ۰/۹۶ به دست آمد. خود همبستگی بین داده‌ها توسط آزمون دوربین- واتسون مورد آزمون قرار گرفت و مقدار این آماره برای مدل‌های مربوط به نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۲/۹۲، ۱/۷۴ و ۲/۴۱ به دست آمد که وجود خود همبستگی بین جملات را در سطح پنج درصد رد می‌کرد. در هر سه نظام بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی کشش تولیدی آبیاری به ترتیب با ۱/۴۱، ۱/۵۰ و ۱/۵۰ بیشترین تأثیر مثبت و معنی‌دار را روی عملکرد سویا دارد و با فرض ثابت گرفتن سایر متغیرها با افزایش یک درصد در استفاده از انرژی آبیاری در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی عملکرد سویا به ترتیب به مقدار ۱/۴۱، ۱/۵۰ و ۱/۵۰٪ افزایش خواهد یافت. سویا یکی از گیاهان حساس به کمبود آبیاری است و تولید این محصول در شرایط آب و هوایی منطقه مغان اهمیت این موضوع را دو چندان می‌کند.

جدول ٤- شاخص‌های انرژی تولید سویا در نظام‌های بهره‌برداری
Table 4- Energy indicators of soybean production in utilization systems

دولتی Governmental	خصوصی Private	تعاونی Cooperative	شاخص انرژی (واحد) Energy Index (unit)
2971.42	2718.51	2853.57	عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) Yield ($kg.ha^{-1}$)
43627.5	39948.61	41947.5	انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار) Output energy ($MJ.ha^{-1}$)
26784.28	24317.74	24815.98	کل انرژی ورودی (مگازول بر هکتار) Input energy ($MJ.ha^{-1}$)
1.62	1.63	1.68	نسبت انرژی Energy use efficiency
0.110	0.111	0.114	بهره‌وری انرژی (کیلوگرم بر مگاژول) Energy productivity ($kg.MJ^{-1}$)
16846.98	15596.05	17116.12	افزوده خالص انرژی (مگاژول بر هکتار) Net energy ($MJ.ha^{-1}$)
9.01	8.95	8.7	شدت انرژی (مگاژول بر کیلوگرم) Specific energy ($MJ.kg^{-1}$)

بنابراین بدیهی است که تأمین آب مورد نیاز گیاه تأثیر مثبت روی عملکرد خواهد داشت. در شرایط آب و هوایی گلستان نیز آبیاری تأثیر مثبت روی عملکرد سویا داشت (Ramedani et al., 2011). در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی تأثیر نیروی انسانی با کشش‌های تولیدی ۰/۴۳ و ۰/۱۹ روی عملکرد سویا مثبت و معنی‌دار به دست آمد. نیروی انسانی در عملیات‌های وجین، آبیاری و پخش کود سرک نقش زیادی در این دو نظام بهره‌برداری دارد. بنابراین انتظار می‌رود که با افزایش استفاده از نیروی انسانی در مراحلی چون وجین و آبیاری میزان عملکرد افزایش یابد. اثر انرژی نیروی انسانی روی عملکرد چغندرقند (Beta vulgaris) در خراسان رضوی نیز مثبت و معنی‌دار گزارش گردید (Asgharipour et al., 2012). در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی کشش تولیدی بذر مصرفی ۰/۵۷- و ۰/۴۱- به دست آمد. بنابراین با فرض ثابت گرفتن سایر متغیرها با افزایش ۱٪ در انرژی بذر مصرفی مقدار عملکرد در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۴۱٪ کاهش می‌یابد. میزان بذر مصرفی در نظام بهره‌برداری تعاونی و خصوصی بیشتر از مقدار بهینه است که علت‌های مختلفی چون وجود بقایای محصول قبلی در هنگام کشت، رطوبت بالای خاک در هنگام کشت و عدم وجود ردیف‌کار مناسب برای کشت دارد. در نظام بهره‌برداری دولتی و خصوصی تأثیر ماشین آلات به ترتیب با کشش‌های تولیدی ۱/۴۲ و ۰/۳۴ روی عملکرد مثبت و معنی‌دار به دست آمد. در منطقه مغان از ماشین آلات در تمام مراحل تولید سویا استفاده می‌شود. بنابراین از عناصر اصلی تولید در نظام‌های بهره‌برداری به شمار می‌رود. جمع ضرایب در تابع تولید کاب داگلاس بازده به مقیاس را نشان می‌دهد. بازده به مقیاس مدل‌های مربوط به نظام‌های بهره‌برداری تعاونی، خصوصی و دولتی به ترتیب ۱/۸۷، ۱/۶۲ و ۳/۵۱ محاسبه شد و چون این اعداد بزرگتر از یک است، بازده به مقیاس‌ها فزاینده است و در صورت افزایش وسعت کشت سویا در نظام‌های بهره‌برداری در میزان انرژی مصرفی صرفه‌جویی خواهد شد. این وضعیت در مطالعات دیگر نیز وجود داشته است (Ramedani et al., 2011; Royan et al., 2012).

نتیجه‌گیری

از کل انرژی مصرفی برای تولید سویا در نظام‌های بهره‌برداری تعاونی و خصوصی، سوخت به ترتیب با ۳۰/۹۲ و ۳۰/۵۲٪ بیشترین سهم دارد. در نظام بهره‌برداری دولتی آبیاری با ۳۸/۱۱٪ بیشترین سهم و به‌دنبال آن انرژی سوخت با ۲۷/۱۱٪ در رتبه‌ی دوم بیشترین سهم از انرژی مصرفی تولید سویا قرار گرفته است.

جدول ۵- برآورد اقتصادسنجی اثر انرژی نهاده‌ها روی عملکرد در نظام بهره‌برداری تعاونی

Table 5- Econometric estimation results of energy inputs on yield in cooperative utilization system

$$\ln Y = -7.59 + 1.41\ln(X_2) + 0.43\ln(X_3) - 0.57\ln(X_6) + 0.60\ln(X_7)$$

متغیرها Variables	ضرایب Coefficient	آماره t t-Ratio
آبیاری (X_2) Irrigation (X_2)	1.41	6.59**
نیروی انسانی (X_3) Human labor (X_3)	0.43	4.42**
بذر (X_6) Seed (X_6)	−0.57	−3.20*
سوخت (X_7) Fuel (X_7)	0.60	2.40*
دوربین- واتسون Durbin–Watson	2.92	
R^2	0.96	
RTS ($\sum_{i=1}^{7} Y_i$)	1.87	

**** و *: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد**

**** and *: Significant at 1% and 5% levels, respectively.**

جدول ٦- برآورد اقتصادسنجی اثر انرژی نهاده‌ها روی عملکرد در نظام بهره‌برداری خصوصی

Table 6- Econometric estimation results of energy inputs on yield in private utilization system

$$\ln Y = -5.57 + 0.34\ln(X_1) + 1.50\ln(X_2) + 0.19\ln(X_3) - 0.41\ln(X_6)$$

آماره t t-Ratio	ضرایب Coefficient	متغیرها Variables
	0.34	ماشین آلات (X_1) Machinery (X_1)
4.74**		
	1.50	آبیاری (X_2) Irrigation (X_2)
5.36**		
	0.19	نیروی انسانی (X_3) Human labor (X_3)
7.46**		
	−0.41	بذر (X_6) Seed (X_6)
−6.56**		
	1.74	دوربین- واتسون Durbin–Watson
	0.93	R^2
	1.62	RTS ($\sum_{i=1}^{n} Yi$)

****: معنی دار در سطح یک درصد**

****: Significant at 1%**

جدول ۷- برآورد اقتصادسنجی اثر انرژی نهاده‌ها روی عملکرد در نظام بهره‌برداری دولتی

Table 7- Econometric estimation results of energy inputs on yield in governmental utilization system

$$\ln Y = -19.38 + 1.42\ln(X_1) + 1.50\ln(X_2) + 0.59\ln(X_6)$$

آماره t t-Ratio	ضرایب Coefficient	متغیرها Variables
2.92 *	1.42	ماشین آلات (X_1) Machinery (X_1)
6.90**	1.50	آبیاری (X_2) Irrigation (X_2)
2.50*	0.59	بذر (X_6) Seed (X_6)
	2.41	دوربین- واتسون Durbin–Watson
	0.96	R^2
	3.51	RTS ($\sum_{i=1}^{n} Yi$)

**** و *: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد**

**** and *: Significant at 1% and 5% levels, respectively.**

علت این اختلاف استفاده از انرژی الکتریسیته برای به کارگیری دستگاه آبیاری و پمپ کردن آب در نظام بهره‌برداری دولتی معرفی گردید. میزان بذر مصرفی در هر سه نظام بهره‌برداری در مقایسه با سایر مناطق بیشتر است. مهمترین علت آن کشت با دستگاه‌های خطی‌کار، و در برخی مواقع استفاده از بذر محلی به ویژه در نظام بهره‌برداری خصوصی عنوان شد. با تخمین کشش‌های تولید در سه نظام بهره‌برداری، آبیاری مؤثرترین نهاده برای تولید سویا معرفی گردید. نظام بهره‌برداری تعاونی از بعد شاخص‌های انرژی نظام برتر معرفی گردید. با این حال نظام بهره‌برداری دولتی به جهت کاهش مصرف برخی نهاده‌ها و نظام بهره‌برداری خصوصی از بعد اجتماعی (اشتغال زایی) دارای مزیت هستند. در راستای کاهش مصرف سوخت، استفاده از ماشین آلات ترکیبی که قادر به انجام چند کار همزمان می‌باشند و یا اجرای سیستم‌های شخم حداقل توصیه می‌شود. برای کاهش انرژی آبیاری در نظام بهره‌برداری دولتی، سرویس منظم دستگاه‌های آبیاری، تعویض الکتروموتورها و پمپ‌های فرسوده و همچنین برنامه‌ریزی برای استفاده از انرژی‌های خورشیدی در بلندمدت می‌تواند در پایداری این نظام مفید واقع شود. جهت کاهش بذر مصرفی، طراحی ردیف‌کار مناسب برای منطقه که قابلیت کشت

در بقایای باقیمانده از محصول قبل را داشته باشد ضروری به نظر می‌رسد. برای بهره‌برداری بهتر و جلوگیری از هدر رفت آب از کانال‌های بتنی برای انتقال آب به مزارع و تسطیح مزارع استفاده شود. پیشنهاد می‌شود به جای ترجیح دادن نظام‌های بهره‌برداری به یکدیگر برنامه‌ریزی لازم جهت تعامل بیشتر نظام‌ها و ایجاد نظام‌های تولید بوم سازگار فراهم گردد.

منابع

Aazamzadehshuraki, M., Khalilyan, S., and Mortazavi, A. 2010. Select the production function and estimate the importance of the energy in agriculture section. Journal of Agricultural Economics and Development 19: 208-229. (In Persian)

Ajabshirchi, Y., Taki, M., Ghobadifar, A., and Ranjbar, A. 2010. Evaluation of energy consumption performance in dryland wheat by data envelopment analysis in Plain Silakhor. Journal of Agricultural Machinery 2: 122-132. (In Persian)

Asgharipour, M.R., Mondani, F., and 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: 1078-1084.

Banaeian, N., and Namdari, M. 2011. Effect of ownership on energy use efficiency in watermelon farms– A Data Envelopment Analysis Approach. Renewable Energy Research 1: 75-82.

Cetin, C., and Vardar, A. 2008. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey. Renewable Energy 33: 428-433.

Dehshiri, A., and Aghaalikhani, M. 2012. Input-output and economic analysis of soybean production in the main cultivation areas in Iran. African Journal of Agricultural Research 7: 4894-4899.

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.

Kitani, O. 1999. CIGR, Handbook of Agricultural Engineering. Vol. 5. Energy and Biomass Engineering. ASAE publication, St Joseph, MI.

Koocheki, A., and Hosseini, M. 1994. Energy Efficiency in Agricultural Ecosystems. Ferdowsi University Publication, Mashhad, Iran. (In Persian)

MousaviAvval, H., Rafiee, S., Jafari, A., and Mohammadi, A. 2011. Optimization of energy consumption for soybean production using Data Envelopment Analysis (DEA) approach. Applied Energy 88: 3765-3772.

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.

Modaresrazavi, M. 2008. Agricultural machinery management. Ferdowsi University Publication, Mashhad, Iran. (In Persian).

Royan, M., Khojastehpour, M., Emadi, B., and Ghasemi Mobtaker, H. 2012. Investigation of energy inputs for peach production using sensitivity analysis in Iran. Energy Conversion and Management 64: 441-446.

Ramedani, Z., Rafiee, S., and Heidari, M.D. 2011. An investigation on energy consumption and sensitivity analysis of soybean production farms. Energy 36: 6340-6344

Soleymanzade, H., and Habibi, D. 2012. Phenology relationship and physiological traits with canola yield in the Moghan. Journal of Agronomy and Plants Breeding 8: 55-62. (In Persian)

Safa, M., Samarasinghe, S., and Mshssen, M. 2011. A field study of energy consumption in wheat production in Canterbury, New Zeland. Energy Conversion and Management 52: 2526-2532.

Singh, K.P., Ved Prakash, K., and Srinivas, A.K. 2008. Effect of tillage management on energy-use efficiency and economics of soybean (*Glycine max*) based cropping systems under the rainfed conditions in North-West Himalayan Region. Soil and Tillage Research 100: 78-82.

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

Tupchi, B., Rostami, F., and Khodabakhshi, A. 2011. Compare components of irrigated wheat production in peasant farming systems, commercial and co-production in Kurdistan province. Iranian Journal of Economics and Agricultural Development 42: 219-229. (In Persian)

Unakitan, G., Hurma, H., and Yilmaz, F. 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. Energy 35: 3623-3627.