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

ارزیابی مصرف انرژی در سیستم تولیدی گاوداری

مهدی مرادی[1*] و سید مهدی نصیری[2]
۱و۲- استادیار بخش مهندسی بیوسیستم دانشگاه شیراز
ایمیل مکاتبه کننده: moradih@shirazu.ac.ir

چکیده

در این تحقیق، مصرف انرژی در گاوداری شیری مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور ٦ واحد گاوداری با جمعیت‌های متفاوت به صورت تصادفی از بین واحدهای گاوداری شهرک دامداری شهر اسلامیه شهرستان فردوس انتخاب گردید. تمام مواد مصرفی و تولیدی هر گاوداری مورد مطالعه به شکل انرژی، معادل سازی گردید. نسبت انرژی، انرژی خالص و بهره وری انرژی برای این مجموعه محاسبه شد. نسبت انرژی برابر ۰/۳۷، انرژی خالص ۱۸۳۰۰/٦ Mj/Cow- و بهره وری انرژی ۰/۱۲Kg(milk)/Mj به دست آورده شدند که نشان دهنده‌ی مدیریت نسبتاً خوب واحدهای دامداری مورد مطالعه است.

واژه های کلیدی: انرژی خالص، گاوداری، نسبت انرژی.

مقدمه

جمعیت کره زمین به طور فزاینده ای رو به رشد می باشد به گونه ای که پیش بینی ها نشان می دهد جمعیت آن به ۹/۵ بیلیون نفر در سال ۲۰۵۰ برسد. این افزایش قابل ملاحظه‌ی جمعیت نیازمند برنامه ریزی جهت افزایش تولید مواد غذایی با کیفیت بالا و با مصرف کمتر منابع اولیه می باشد (Kraatz, 2012). از طرف دیگرکم شدن بیش از اندازه منابع سوخت های فسیلی و شدت بالای مصرف آنها این حقیقت را آشکار می سازد که توجه به راندمان انرژی به خصوص در واحدهای مختلف تولیدی از مهمترین ضروریات این بخش است. لبنیات منبعی غنی از پروتئین، ویتامین و کلسیم بوده تا جایی که شیر به عنوان کامل ترین غذا شناخته شده می باشد. از این رو مطالعه مصرف انرژی در گاوداری ها جهت بهینه سازی آن بسیار پر اهمیت جلوه می کند. پیش بینی می شود که در سال ۲۰۵۰ مصرف لبنیات در سطح جهانی نسبت به آمار کنونی، ۸۰ درصد افزایش داشته باشد(Steinfeld et al, 2006). داشتن کشاورزی پایدار، موجب حفاظت از محیط زیست می شود. جهت نیل به این هدف، استفاده موثر از انرژی بسیار مهم می باشد(Kraatz, 2012). در صورت استفاده بهینه از انرژی، علاوه بر آلودگی کمتر محیط زیست منابع سوخت های فسیلی نیز حفظ خواهند شد. به دلیل مکانیزه شدن امور کشاورزی و دامداری، استفاده از مواد خام

و انرژی های فسیلی در حال افزایش بوده هر چند که این افزایش متناسب با افزایش تولید نمی باشد (Pimentel, 1999). ارزیابی انرژی در بخش کشاورزی نیازمند شناسایی انرژی موثر به کار رفته و سنجش منابع اصلی هدررفت آن می باشد (Pervanchon et al, 2002). تحقیقات مختلفی در زمینه بررسی مصرف انرژی در واحدهای کشاورزی و دامداری انجام گرفته است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌گردد. مطالعه ای با هدف مقایسه مصرف انرژی در مزارع مختلف گندم و جو استان سیستان و بلوچستان انجام گرفت. آنها ۱۰۰ مزرعه گندم و ۱۰۰ مزرعه جو را از شهرهای مختلف استان به صورت تصادفی انتخاب و اطلاعات مربوط به نهاده های ورودی و عملکرد را به شکل پرسش نامه هایی استخراج نمودند. در نهایت کارایی مصرف انرژی برای گندم و جو به ترتیب برابر ۱/٤۹ و ۱/۹٤ به دست آمد و میزان بهره‌وری انرژی در مزارع نامبرده به ترتیب برابر ۰/۰٥٦ و ۰/۰٦٦ به دست آورده شدند (ضیائی و همکاران، ۱۳۹۲). در تحقیقی در کشور اتریش مصرف و تولید انرژی در گله هایی با اندازه های مختلف انجام گرفت (Moitzi et l, 2010). در تحقیقی دیگر در کشور کانادا میزان مصرف سوخت های فسیلی بررسی گردید که مقدار مصرف انرژی الکتریسیته بیش از سوخت گازوئیل تخمین زده شد. همچنین مقدار مصرف بنزین کمتر از مصرف گازوئیل گزارش گردید (Baileya et al, 2008). در یک تحقیق در ایران مقدار شیر تولیدی بر اساس انرژی مصرفی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مدل سازی شد. آنها به منظور برآورد الگوی انرژی مصرفی اطلاعات مورد نیاز از تعداد ٥۰ واحد را جمع آوری کرده و معادل انرژی نهاده ها را محاسبه نمودند. سپس کل انرژی مصرفی را برای یک دوره شیردهی۳۰٥ روزه و دوره خشکی ٦۰ روزه به دست آوردند (سفیدپری و همکاران، ۱۳۸۹). در تحقیق دیگری، تحلیل انرژی برای تعدادی واحد گاوداری شیری انجام گرفت. کل انرژی مصرفی در تحقیق مذکور به مقدار ۷۲/۸ گیگاژول به ازای هر گاو به دست آورده شد. دو منبع تغذیه دام و انرژی الکتریسیته عمده ترین منابع تامین کننده‌ی انرژی گزارش شدند. نسبت انرژی در پژوهش مذکور به اندازه ۰/۲٦ به دست آورده شد که نشان دهنده نسبت کم تولید به مصرف بالا می باشد (Sefeedpari,2012).

اطلاعات مربوط به تولید و مصرف انرژی در مورد گاوداری‌های موجود در شهرهای کوچک بسیار اندک می‌باشد. بنابراین در پژوهش حاضر، مصرف و تولید انرژی در واحدهای گاوداری شهر اسلامیه شهرستان فردوس در یک دوره یکساله مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها

جهت ارزیابی نسبت انرژی مصرفی در واحدهای گاوداری، ٦ واحد به طور تصادفی از بین واحدهای موجود در شهرک دامداری شهر اسلامیه شهرستان فردوس انتخاب شدند. جمعیت این واحد ها ۱۷، ٤۷، ٥۰، ٦۹، ۸٥ و ۱۱٦ بود. آمار یک ساله تولید و مصرف واحدها از طریق پرسش نامه جمع آوری گردید. اقلام مصرفی واحدها شامل میزان برق مصرفی، مقدار آب مصرفی، ساعت روز کارگری، میزان سوخت فسیلی، علوفه مصرفی بودند. جهت اندازه گیری آب و برق مصرفی واحدها، آمار آب و برق مصرفی هر واحد در طول یک سال مورد توجه قرار گرفته و میانگین یک ماهه‌ی آن ثبت گردید. این واحدها از سوخت بنزین عمدتاً جهت ایاب و ذهاب توسط خودروها استفاده می کردند. اما سوخت گازوئیل به مصرف تراکتورهایی که اغلب کار حمل و نقل در داخل واحدها را انجام می دادند، می رسید. سوخت گاز فقط جهت گرمایش (آب گرم و ساختمان سرایداری) واحدها مورد استفاده قرار می‌گرفت. اقلام تولیدی واحدها عمدتاً شامل شیر، کود و گوشت بود. همه‌ی

گاوداری های مورد مطالعه دارای پروانه‌ی شیری بوده ولی از آنجایی که تولد گوساله های نر در آنها اجتناب ناپذیر می باشد، این واحدها علاوه بر شیر، تا حدودی گوشت نیز تولید می کنند.

بنابراین هنگام ارزیابی واحدها، آمار فروش سالانه‌ی جوانه مورد بررسی قرار گرفت. همچنین حذفیات یکساله‌ی واحدها به دو دسته تقسیم شدند: دام هایی که بنا به هر دلیلی ذبح شده اند و دامهایی که در چاه دفن شده اند. قطعاً دسته‌ی اول مولد گوشت بوده و آمار آنها در بخش تولید به حساب آورده شد.

مقادیر انرژی معادل نهاده ها و ستانده ها از واحدهای دامپروری مورد مطالعه در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱– معادل انرژی نهاده ها و ستانده ها

نهاده (ستانده)	واحد	محتوی انرژی معادل(Mj/unit)	منبع
الکتریسیته	kWh	۱۱/۹۳	Ozkan et al, 2004
آب	m^3	۱/۰۲	ایزدخواه و همکاران، ۱۳۸۹
کارگر	H	۱/۹٦	Kitani, 1999
بنزین	L	٤٦/۳	Kitani, 1999
گازوئیل	L	٤۷/۸	Kitani, 1999
گاز	m^3	٤۹/٥	Kitani, 1999
یونجه	Kg	۱/٥	Sainz, 2003
کاه	Kg	۱/۷۲	Sainz, 2003
ذرت سیلویی	Kg	۲/۲	Wells, 2001
کنسانتره	Kg	٦/۳	Meul et al, 2007
شیر	Kg	۲/۹	Meul et al, 2007
کود	Kg	۰/۲۲٥[a]	Meul et al, 2007
گوشت گوساله	Kg	۸/٤	Meul et al, 2007
گوشت گاو	Kg	۱۰/۰۸	Meul et al, 2007

a– کود با رطوبت ۲۵ درصد

پس از تعیین مقادیر معادل انرژی هر نهاده یا ستانده جهت ارزیابی واحدهای دامی، شاخصه‌های مختلف انرژی شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی خالص از روابط زیر محاسبه می‌شوند: (Pishgar Komleh et al, 2011; Mandal et al, 2002).

$$E.R=E.O\ (Mj/cow)/E.I\ (Mj/cow) \quad (۱)$$

$$N.E=[E.O(Mj/cow)]-[E.I\ (Mj/cow)] \quad (۲)$$

$$E.P=M.O(kg/cow)/E.I(Mj/cow) \quad (۳)$$

که در این روابط، E.R نسبت انرژی، N.E انرژی خالص، E.I انرژی ورودی، E.O انرژی خروجی، E.P بهره وری انرژی و M.O شیر تولیدی می‌باشند.

نتایج و بحث

تحلیل انرژی اطلاعات مندرج در جدول (۱)، در جداول (۲) و (۳) آورده شده است. در این جداول، کل انرژی معادل همه‌ی نهاده ها و ستانده ها بر حسب مگاژول به ازای هر راس دام در یک سال محاسبه گردید. نتایج نشان داد که به طور متوسط ۲۹۱۰٦/۲ مگاژول به ازای هر راس گاو به عنوان کل انرژی ورودی مورد استفاده قرار گرفته است که البته ۸۲/٦ درصد از این انرژی فقط صرف تغذیه‌ی دام شده است. پس از انرژی مصرف شده در بخش تغذیه دام، بیشترین انرژی با ۱۰/۵ درصد از کل انرژی ورودی مربوط به انرژی الکتریسیته می باشد. سومین انرژی پر مصرف در این واحدها، سوخت های فسیلی با مجموع مصرف ٦ درصد می باشد. مصرف اصلی الکتریسیته در این گاوداری ها راه اندازی موتور شیردوش، شیرسردکن ها، آسیاب میکسر و روشنایی آنها بوده در حالیکه سوخت های فسیلی برای ایاب و ذهاب کارگران (از شهر به محل دامداری)، حمل و نقل علوفه، جمع آوری کود در داخل دامداری ها و گرمایش مورد استفاده قرار گرفته است. در تحقیق دیگری که در این زمینه انجام شده است (Sefeedpari, 2012). مقدار انرژی مصرفی به ازای هر دام در یک سال ۷۲/۸ گیگاژول برآورد شد که در مقایسه با مقدار برآورد شده در تحقیق حاضر (۲۹/۱ گیگاژول) به طور قابل توجهی بالاتر می باشد.

جدول ۲– انرژی های ورودی به ازای هر راس گاو در سال

نهاده (ستانده)	کل انرژی معادل (Mj/cow.year)	درصد
الکتریسیته	۳۰٦۰	۱۰/۵۱
آب	۵۲/۹۳٦	۰/۱۸
کارگر	۱۹۷/٤۸	۰/٦۸
بنزین	۱۰۱٦/٦	۳/٤۹
گازوئیل	۷٤۹/٦۷	۲/۵۸
گاز	۲/۲۲۵	۰/۰۰۷
یونجه	۱۳۲٦	٤/۵۵
کاه	۱۵۹۲/٤	۵/٤۷
ذرت سیلویی	۲۵۵۱/۲	۸/۷۷
کنسانتره	۱۸۵۵۷/۷	٦۳/۷٦
کل انرژی ورودی	۲۹۱۰٦/۲۱	۱۰۰

در جدول (۳)، کل انرژی معادل هر ستانده بر حسب مگاژول بر گاو به ازای یک سال آورده شده است. مقدار کل شیر تولیدی در یک سال به ازای هر راس دام برابر ۳٤۷٤/۲ کیلوگرم به دست آمد که با معادل سازی انرژی آن، مقدار ۱۰۰۷۵/۱ مگاژول بر گاو به ازای یک سال حاصل شد. بنابراین ۹۳/۲ درصد از کل انرژی تولیدی، مربوط به تولید شیر می باشد. مقدار انرژی

حاصل از کود در دامداری ها برابر ٤۸۲/۳ مگاژول به ازای هر دام در یک سال معادل ٤/۵ درصد از کل انرژی تولیدی بوده است. نسبت انرژی برابر ۰/۳۷ و انرژی خالص تولیدی برابر ۱۸۳۰۰/٦- به دست آمدند که این ارقام در مقایسه با تحقیق مشابه (Sefeedpari, 2012) که نسبت انرژی را ۰/۲٦ و انرژی خالص را ۵۵۲۱۷/۳- گزارش کرده بود، مقادیر بیشتری بوده و می توان گفت که نسبت انرژی و انرژی خالص بدست آمده نسبتاً خوب بوده که البته با مدیریت بهتر مصرف تغذیه‌ی دامداری می توان به نسبت انرژی بهتری نیز دست یافت. مقدار بهره وری انرژی نیز برابر ۰/۱۲ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد.

جدول ۳- انرژی های خروجی به ازای هر راس گاو در سال

نهاده (ستانده)	کل انرژی معادل (Mj/cow.year)	درصد
شیر تولیدی	۱۰۰۷۵/۱	۹۳/۲٤
کود تولیدی	٤۸۲/۳٤	٤/٤٦
گوشت تولیدی	۲٤۸/۱۱	۲/۳
کل انرژی خروجی	۱۰۸۰۵/٦	۱۰۰

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر، ارزیابی انرژی در ٦ واحد از واحدهای شهرک دامداری شهر اسلامیه شهرستان فردوس بر اساس پرسش نامه های پر شده توسط دامداران انجام گرفت. معادل انرژی همه‌ی اقلام مصرفی و تولیدی واحدها که مجموعاً ۳۸٤ راس دام داشتند به دست آورده شد. سپس نسبت انرژی و انرژی خالص برای مجموع همه‌ی واحدها انجام شد. در نهایت نتیجه گرفته شد که مقادیر نسبت انرژی و انرژی خالص بدست آمده در مقایسه با تحقیق مشابه، مناسب است.

قدردانی

از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان فردوس، مدیر عامل و دامداران زحمت کش شهرک دامداری شهر اسلامیه شهرستان فردوس به پاس همکاری صمیمانه و موثر جهت ارائه‌ی اطلاعات و تکمیل پرسش نامه‌ها قدردانی می گردد.

منابع

۱. ایزدخواه، م. تاجبخش، م. حسن زاده، ع. ۱۳۸۹. ارزیابی و مقایسه کارایی انرژی دو نظام کشت متداول و مکانیزه در مزارع سیب زمینی استان آذربایجان شرقی. نشریه پژوهشهای زراعی ایران، دوره (۲)۸. ۲۸٤-۲۹۷.
۲. سفیدپری، پ. رفیعی، ش. اکرم، ا. خانعلی، م. ۱۳۸۹. مدلسازی عملکرد شیر تولیدی بر پایه الگوی مصرف انرژی به کمک سامانه استنتاج عصبی- فازی تطبیقی چند لایه. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه تهران.
۳. ضیائی، س. م. حسین پناهی، ف. ولی زاده، ج. برآبادی، س. ا. ۱۳۹۲. مقایسه کارآمدی تولید گندم و جو به لحاظ مصرف انرژی و بهره وری آن در استان سیستان و بلوچستان. نشریه پژوهشهای زراعی ایران، (۲)۱۱. ۳۲۷-۳۳٦.

4. Baileya, J., Gordona, R., Burtonb, D. & Yiridoe, E.K. 2008. Energy conservation on Nova Scotia farms: Baseline energy data, Energy, Vol. 33, pp.1144-54.
5. Kitani, O. 1999. CIGR handbook of agricultural engineering. ASAE Publications, St Joseph, 1999.
6. Kraatz, S. 2012. Energy intensity in livestock operations,modeling of dairy farming systems in Germany. Agricultural Systems, Vol. 110, pp. 90–106.
7. Mandal, K.G., Saha, K.P., Gosh, P.L., Hati K.M. & Bandypadhyay, K.K. 2002. Bioenergy and economic analyses of soybean-based crop production systems in central India. Biomass Bioenergy, Vol. 23, No. 5, pp. 337-45.
8. Meul, M., Neven, F., Reheul, D. & Hofman, G. 2007. Energy use efficiency of specialized dairy, arable and pig farms in Flanders, Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 119, pp.135-144.
9. Moitzi, G., Damm, D., Weingartmann, H. & Boxberger, J. 2010. Analysis of energy intensity in selected Austrian dairy farms with focus on concentrate level in feeding. Bulletin UASVM Agriculture, Vol. 67, pp.194-97.
10. Ozkan, B., Kuklu, A. & Akcaoz, H. 2004. An input- output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. Biomass and Bioenergy, Vol. 26, pp.89-95.
11. Pervanchon, F., Bockstaller, C. & Girardin, P. 2002. Assessment of energy use in arable farming systems by means of an agro-ecological indicator: the energy indicator. Agricultural Systems, Vol. 72, No. (2), 149–172.
12. Pimentel, D. 1999. Energy inputs in production agriculture. In- Fluck RC, editor.
13. Pishgar Komleh, S.H., Keyhani, A., Rafiee, S. & Sefeedpary, P. 2011. Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. Energy, Vol. 36, pp. 3335-41.
14. Sainz, R.D. 2003. Livestock-environment initiative fossil fuels component: framework for calculation fossil fuel use in livestock systems.
15. Sefeedpari, P. 2012. Assessment and optimization of energy consumption in dairy farm: energy efficiency. Iranica Journal of Energy & Environment, Vol. 3, No. 3, pp. 213-224.
16. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, I., Castel, V., Rosales, M. & Haan, C. 2006. Livestock's Long Shadow: Environmental issues and options: Food and Agriculture Organization of the United nations. (FAO), Rom.
17. D. Wells, 2001. Total energy indicators of agricultural sustainability: dairy farming case study. Technical paper. Ministry of Agriculture and Forestry, Wellington. ISBN: 0-478-07968-0, http://www.maf.govt.nz.

Assessment of energy consumption in dairy farm

Abstract
In this research, energy consumption in dairy farm units investigated. In this way six dairy farm units were selected randomly between dairy farm units located at Eslamieh town. All consumed and produced items in each unit, equalized as energy form. Energy ratio, net energy and energy productivity were calculated for these units. Energy ratio, net energy and energy productivity were 0.37, -18300.6Mj/Cow and 0.12 Kg milk/Mj, respectively that show a relatively good management.

Key words: Net energy, Dairy farm, energy ratio.