نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 2، تابستان 1395، ص. 262-251

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 251-262

جریان انرژی در واحدهای سنتی پرورش گاو شیری با تأکید بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید الکتریسیته و استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات

عاطفه بیانی[1]، لیلی ابوالحسنی[2*] و ناصر شاهنوشی فروشانی[3]

تاریخ دریافت: 1393/12/25
تاریخ پذیرش: 1394/11/19

بیانی، ع.، ابوالحسنی، ل.، و شاهنوشی فروشانی، ن. 1395. جریان انرژی در واحدهای سنتی پرورش گاو شیری با تأکید بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید الکتریسیته و استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 8(2): 262-251.

چکیده

این پژوهش جهت بررسی جریان انرژی و انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن در واحدهای پرورش سنتی گاوهای شیری در استان مازندران اجرا شد. اطلاعات از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری با 26 گاودار در سال 1393 جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که مجموع انرژی‌های ورودی برای تولید یک لیتر شیر 27/745 مگاژول بوده است. دو نهاده خوراک دام و سوخت به ترتیب با 47/4 و 28/5 درصد، پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی بودند. کارایی انرژی در مقایسه با بهترین حالت مصرف انرژی که مقدار ارزشی آن عدد یک است و نشان‌دهنده شرایطی است که حداکثر بهره‌برداری از انرژی وارد شده به سیستم صورت می‌گیرد، 0/257 به دست آمد. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید یک لیتر شیر به ترتیب 48/2 و 51/8 درصد محاسبه شد. مجموع گازهای گلخانه‌ای (شامل CO_2, CH_4, N_2O) که به دلیل تولید الکتریسیته و استفاده از ماشین‌آلات منتشر می‌شود، 0/622 کیلوگرم دی‌اکسیدکربن به ازای تولید یک لیتر شیر محاسبه شد. در بین نهاده‌های مورد بررسی، دو نهاده ماشین‌ها و تجهیزات و سوخت به ترتیب با 72/3 و 25/7 درصد، بیشترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را در تولید شیر داشتند. با توجه به یافته‌ها جایگزین نمودن نهاده‌های کم‌مصرف انرژی به جای نهاده‌های پرمصرف انرژی با نوشتن اصول جیره‌نویسی صحیح به طوری‌که افت عملکرد و کاهش بهره‌وری در خروجی واحدها مشاهده نشود، پیشنهاد می‌شود. همچنین، با توجه به این‌که ماشین‌آلات و سوخت بالاترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده، می‌توان با جایگزین نمودن ماشین‌آلات با مصرف گاز طبیعی با ماشین‌آلات با سوخت دیزل از طرفی مقدار انرژی کم‌تری برای تولید یک لیتر شیر صرف نمود و از طرف دیگر آثار سوء زیست‌محیطی را به کمترین مقدار خود رساند.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، ستاده، کارایی انرژی و نهاده

مقدمه

انرژی یک کالای مهم تجاری محسوب می‌شود که بیش‌ترین سهم را در تجارت بین‌المللی دارد. ایران یکی از کشورهای در حال توسعه صنعتی و غنی از منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر[4] و سوخت‌های فسیلی است.

این فراوانی نسبی منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر منجر به افزایش مصرف سرانه انرژی در مقایسه با کشورهایی با ساختار مشابه و منابع انرژی کم‌تر شده است (Zare & Ziaabadi, 2011). به طوری‌که بر اساس مطالعات انجام شده، مصرف سرانه انرژی در کشور ایران در مقایسه با اغلب کشورهای عضو اپک بیش‌تر است (MOE, 2010). این در حالی است که تنها یک درصد انرژی در ایران از منابع

1، 2 و 3- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و استاد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: l.abolhasani@um.ac.ir)

4- Non-renewable energy

تجدیدپذیر[1] تأمین می‌شود (Bakhoda et al., 2012). حال آن‌که در ایران به صورت بالقوه توانایی استخراج انرژی از منابع تجدیدپذیر از جمله باد، خورشید، زیست‌توده و ... وجود دارد (Kitani, 1999; Ghobadian, 2012; O'Brien et al., 2014) و از طریق توجه و سرمایه‌گذاری در استخراج انرژی از منابع تجدیدپذیر، قابلیت افزایش سهم این منابع در مصرف سرانه انرژی در بخش‌های مختلف، اعم از کشاورزی و صنعتی وجود دارد.

در سالیان اخیر با توجه به افزایش جمعیت و افزایش تقاضا برای مواد غذایی، سعی بر برآورده کردن این تقاضا از طریق افزایش سطح زیر کشت و همچنین افزایش تولید در واحد سطح شده است که موجب مصرف بیشتر منابع و نهاده‌ها در بخش کشاورزی و در نتیجه سبب ایجاد تأثیرات منفی در محیط زیست است. رشد اقتصادی صورت گرفته در دو دهه گذشته توسط مصرف سوخت‌های فسیلی در مقیاس زیاد، منجر به افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی شده است (Liang et al., 2013).

بخش کشاورزی به عنوان یکی از بخش‌های مهم مصرف‌کننده انرژی در ایران حدود 40 درصد انتشار کل را به خود اختصاص داده است، در حالی است که سهم بخش کشاورزی در انتشار دو گاز و حدود دو درصد است (Energy the Balance Sheet, 2008). نتایج بعضی از بررسی‌ها مشخص نموده که کشاورزی سهم زیادی در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد که منبع انتشار آن‌ها سوخت‌های فسیلی مورد استفاده هستند (Laegreid, 1999). لذا ضرورت نگاه ویژه به فعالیت‌های این بخش با رویکرد مدیریت در محیط زیست وجود دارد. در این مطالعه به یکی از منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی یعنی دامپروری پرداخته شده است.

بخش دامپروری یکی از منابع مهم تأمین غذا برای جمعیت در حال رشد بوده و در راستای تأمین و امنیت غذایی جامعه نقش اساسی ایفا می‌کند. همچنین فرآورده‌های صنعت دامپروری از جمله تولید شیر در سبد غذایی جامعه از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. میزان شیر تولیدی در کشور ایران از سال 2000 میلادی با تولیدی در حدود پنج میلیون تن به بیش از هفت میلیون تن در سال 2012 میلادی رسیده است (FAO, 2012).

تحقیقاتی در رابطه با انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحدهای پرورش گاو شیری انجام شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیقی روی میزان نشر گازهای گلخانه‌ای و هزینه‌های زیست‌محیطی ناشی از آن در گاوداری‌های شیری در مشهد اشاره کرد. این مطالعه به بررسی انرژی مصرفی فرآیند تولید نپرداخته است و در این زمینه بحثی نداشته است (Ghorbani et al., 2010). مطالعه و مقایسه‌ای در رابطه با انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید شیر در مزارع پرورش گاو شیری در سه کشور ایرلند، انگلستان و ایالات متحده آمریکا صورت گرفت. به طوری‌که دو نهاده سوخت دیزل و الکتریسیته بالاترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داد (Ozkan et al., 2004). تحقیقی در 50 واحد پرورش گاو شیری در ایالات متحده آمریکا صورت گرفت. میانگین کل انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای یک لیتر شیر 0/20 کیلوگرم دی-اکسیدکربن معادل گزارش شد (Ubbels & Bouman, 1979). مطالعه دیگری در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحدهای پرورش گاو شیری در کشور اکوادور صورت گرفت. کل گاز متان تولیدی از تخمیر روده‌ای به ازای یک رأس گاو 1323 دی‌اکسیدکربن معادل گزارش شد (Cornejo & Wilkie, 2010). در مطالعه‌ای شاخص‌های انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحدهای پرورش گاو شیری در استان تهران مورد بررسی قرار گرفت. میزان کل انرژی‌های ورودی و کارایی انرژی به ترتیب 53101/99 مگاژول به ازای هر رأس گاو و 1/15 گزارش شد. بیش‌ترین نهاده انرژی مصرفی خوراک دام و بعد از آن سوخت دیزل بود. این نهاده بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را با سهمی حدود 72 درصد داشت. دومین نهاده از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای الکتریسیته با سهمی حدود 22 درصد بود. میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای یک رأس گاو 695/53 دی‌اکسیدکربن معادل گزارش شد (Sephidpari et al., 2013). همچنین مطالعات دیگری در زمینه انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحدهای پرورش گاو شیری صورت گرفته است (Beukes et al., 2010; Christie et al., 2011; Hosseini et al., 2013).

با توجه به این‌که تاکنون مطالعه جامعی در زمینه بررسی جریان انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحدهای سنتی پرورش گاو شیری در استان مازندران صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی انرژی مصرفی و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحدهای سنتی پرورش گاو شیری در شهر ساری بود.

1- Renewable energy

مواد و روش‌ها

این پژوهش در واحدهای سنتی پروش گاو شیری واقع در روستاهای شهر ساری صورت گرفت. اطلاعات مورد نیاز از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه در سال 1393 جمع‌آوری گردید. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران (Arghami et al., 2010) 36 واحد تعیین شد، ولی به دلیل عدم همکاری مدیران واحدهای تولیدی در نهایت تعداد 26 پرسشنامه تکمیل گردید و نتایج حاصل از آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مشخصات مربوط به واحدهای مورد مطالعه در جدول 1 ارائه شده است. در این بررسی انرژی‌های ورودی و خروجی مربوط به شیر تولیدی 159 رأس گاو شیری مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول 1- مشخصات و ویژگی‌های واحدهای سنتی تولید شیر در شهر ساری

Table 1- Characteristics of traditional units of milk production in dairy farms of Sari

عنوان Title	مشخصات Characteristics
نژاد Race	دورگ (هلشتاین، سیمینتان و آمریکایی) Crossbred (Holstein, Simintan & American)
تعداد کل گاو (رأس) The total number of cattle (Head)	462
تعداد گاو شیری Number of dairy cattle	159
تعداد گاو خشک Number of non-dairy cattle	95
تعداد تلیسه The number of cattle	66
تعداد گوساله ماده The number of heifers	64
تعداد گوساله نر The number of male calves	48
تعداد گاو نر The number of bull	30
میانگین عملکرد تولید شیر (کیلوگرم در روز) The average of milk yield (kg per day)	11
میانگین جیره خوراکی خشک (کیلوگرم در روز) Mean dry ration (kg per day)	20

نحوه بررسی انرژی‌های ورودی و خروجی

در این مطالعه پنج نهاده انرژی شامل نیروی انسانی، خوراک دام، سوخت دیزل، الکتریسیته و ماشین‌ها و تجهیزات به عنوان نهاده‌های ورودی و مستقل و شیر تولیدی به عنوان نهاده خروجی و وابسته در نظر گرفته شدند. انرژی‌های مستقیم در این پژوهش نیروی انسانی، سوخت دیزل، الکتریسیته و انرژی‌های غیر مستقییم ماشین‌ها و تجهیزات و خوراک دام می‌باشند (Kitani, 1999). معادله‌های ورودی‌ها و خروجی در جدول 2 ارائه شده است. شاخص‌های انرژی شامل کارایی انرژی از نسبت انرژی خروجی به ورودی، بهره‌وری انرژی از نسبت عملکرد به انرژی ورودی و انرژی ویژه از نسبت انرژی ورودی به عملکرد (معکوس بهره‌وری) و افزوده انرژی به ازای هر رأس گاو از طریق معادله‌های 1 تا 4 محاسبه شدند:

$$\text{کارایی انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر واحددامی)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر واحددامی)}} \quad (1)$$

$$\text{بهره وری} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر واحددامی)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر واحددامی)}} \quad (2)$$

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر واحددامی)}}{\text{عملکرد (کیلوگرم بر واحددامی)}} \quad (3)$$

$$\text{افزوده انرژی} = \text{انرژی ورودی (مگاژول بر واحددامی)} - \text{انرژی خروجی (مگاژول بر واحددامی)} \quad (4)$$

جدول 2- معادل‌های انرژی ورودی و خروجی در واحدهای پرورش سنتی گاو شیری

Table 2- Energy equivalents of energy input and output for traditional units

عنوان Title	مگاژول/واحد MJ.unit^{-1}	منبع Reference
نیروی انسانی (ساعت) Labour (hr)	1.96	(Kraatz, 2012)
ماشین‌ها و ادوات (ساعت) Machines and equipment (hr)	62.7	(Singh & Mittal,1992)
سوخت‌های فسیلی Fossil fuels		
گازوئیل (لیتر) Gasoline (Liter)	47.8	(Kraatz, 2012)
گاز طبیعی (مترمکعب) Natural gas (m^3)	49.5	(Kraatz, 2012)
الکتریسیته (کیلووات ساعت) Electricity (kwhr)	11.93	(Divya et al., 2012)
خوراک دام (کیلوگرم) Feed (kg)		
کنسانتره (کیلوگرم) Concentrate (kg)	6.3	(Sainz, 2003)
سیلو (کیلوگرم) Silage (kg)	2.2	(Yaldiz et al., 1993)
یونجه (کیلوگرم) Alfalfa (kg)	1.5	(Shortall & Barnes, 2013)
کاه گندم (کیلوگرم) Wheat straw (kg)	12.5	(Sainz, 2003)
نهاده خروجی Output		
شیر (لیتر) Milk (L)	7.14	(Coley et al., 1998)

جدول 3- ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مصرفی در تولید شیر

Table 3- Greenhouse gas emission coefficients of used inputs in milk production

نهاده Input	واحد Unit	ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای Greenhouse gas emission coefficient (کیلوگرم دی‌اکسیدکربن معادل/ واحد) (kg Co_2 eq.unit^{-1})	منبع Reference
سوخت (گازوئیل) Fuels(gasoline)	لیتر L	2.76	(Dyer & Desjardins, 2003)
الکتریسیته Electricity	کیلووات ساعت kWhr	0.608	(Liang et al., 2013)
ماشین‌ها و تجهیزات Machines and equipment	مگاژول MJ	0.071	(Dyer & Desjardins, 2003)

روش بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای

این تحقیق انتشار گازهای گلخانه‌ای (شامل N_2O ,CH_4 ,CO_2) بر حسب دی‌اکسیدکربن برای نهاده‌های سوخت، الکتریسیته، ماشین‌ها و تجهیزات در واحد پرورش سنتی گاو شیری مورد بررسی قرار گرفت. ضرایب انتشار هر یک از این نهاده‌ها در جدول 3 ارائه شده است.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به این مطالعه در چهار بخش ذیل شامل جریان انرژی، میزان مصرف انرژی، بهره‌وری و کارایی نسبی انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای خلاصه می‌شود.

جریان انرژی در واحدهای پرورش سنتی گاو شیری

در جدول 4 جریان انرژی‌های ورودی و خروجی در واحدهای پرورش سنتی گاو شیری در شهر ساری آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود از بین نهاده‌های ورودی، انرژی مصرفی خوراک دام با سهمی حدود 47/4 درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داد. به نحوی‌که انرژی مصرفی برای این نهاده به ازای تولید یک لیتر شیر به میزان 13/15 مگاژول بود. سوخت‌های فسیلی دومین نهاده ورودی از لحاظ مصرف انرژی بود. به طوری‌که سهم انرژی مصرفی آن از کل انرژی مصرفی به ازای تولید یک لیتر شیر به میزان 28/5 درصد بود. و میزان انرژی مصرفی آن 7/89 مگاژول به ازای تولید یک لیتر شیر بود. سفیدپری و همکاران (Sephidpari et al., 2013) در بررسی واحدهای پرورش صنعتی گاو شیری در استان تهران نیز دو نهاده انرژی خوراک دام و سوخت را به عنوان بیشترین نهاده‌های مصرف‌کننده انرژی مطرح نمودند. به نحوی‌که هر یک از این نهاده‌ها به ترتیب 78 و 15 درصد از مصرف انرژی را به خود اختصاص دادند. همچنین آن‌ها الکتریسیته را به عنوان سومین نهاده پر مصرف انرژی معرفی نمودند، در حالی‌که در پژوهش حاضر ماشین‌ها و تجهیزات، با سهمی برابر 22/8 درصد سومین نهاده پرمصرف انرژی می‌باشد. بر اساس مشاهدات انجام گرفته از واحدهای تولیدی، به نظر می‌رسد که دلیل این اختلاف استفاده از ماشین‌آلات کهنه و فرسوده می‌باشد که مصرف بیشتر انرژی را به همراه دارد.

میزان مصرف انرژی در فرایند تولید شیر

میزان مصرف انرژی ماشین‌ها و تجهیزات به ازای تولید یک لیتر شیر 6/32 مگاژول بود. در پژوهش مائول و همکاران (Meul et al., 2007) نیز که به ارزیابی کارایی انرژی در واحدهای پرورش گاو شیری پرداختند، نهاده خوراک دام با سهم بالای 70 درصد بیش‌ترین مقدار انرژی مصرفی را به خود اختصاص داد. در ارزیابی انرژی مصرفی در تولید شیر در کشور هند، دو نهاده خوراک دام و نیروی انسانی بالاترین سهم را داشتند (Sainz, 2003)، در حالی‌که در پژوهش حاضر انرژی مصرفی نیروی انسانی جزو نهاده‌های کم‌مصرف انرژی بود. در همان مطالعه دو نهاده سوخت و الکتریسیته در رتبه‌های سوم و چهارم از لحاظ میزان مصرف انرژی قرار داشتند (Sainz, 2003). ویس و همکاران (Weiss et al., 2010) در کشور ایرلند سهم نهاده مصرفی الکتریسیته را به عنوان بالاترین نهاده مصرف انرژی در تولید شیر معرفی نمودند، در حالی‌که در این مطالعه الکتریسیته با سهمی حدود 0/5 درصد از انرژی مصرفی کل، کمترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص داد.

جدول4- مقدار انرژی ورودی و خروجی در واحد پرورش گاو شیری
Table 4- Energy input and output in traditional units

نهاده‌ها Inputs	مگاژول بر لیتر $MJ.L^{-1}$
نیروی انسانی Labour	0.24
ماشین‌ها و تجهیزات Machines and equipment	6.32
سوخت‌های فسیلی Fossil fuels	
گازوئیل Gasoline	7.59
گاز طبیعی Natural gas	0.3
الکتریسیته Electricity	0.145
خوراک دام Feed	13.15
نهاده خروجی Output	
شیر Milk	7.14

میزان انرژی مصرفی نیروی انسانی به ازای تولید یک لیتر شیر در روز 0/24 مگاژول بود. سهم این نهاده نیز از مجموع نهاده‌های انرژی مصرفی 0/8 درصد می‌باشد. این نهاده به همراه الکتریسیته دو نهاده کم‌مصرف انرژی در تولید یک لیتر شیر در واحدهای سنتی تولید شیر بودند. به طوری‌که سهم انرژی مصرفی هر یک از این نهاده‌ها در تولید یک لیتر شیر کمتر از یک درصد بود.

بهره‌وری و کارایی نسبی انرژی

بر اساس نتایج جدول 5 مجموع انرژی‌های ورودی و خروجی به ازای تولید یک لیتر شیر به ترتیب به میزان 27/745 و 7/14 مگاژول بود. میانگین انرژی‌های ورودی به ازای تولید یک لیتر شیر در واحدهای پرورش گاو شیری در شمال غرب ایران 5/8 مگاژول گزارش شد که این میزان از مقدار محاسبه شده در این تحقیق کمتر است (Maysami et al., 2013). فروریپ (Frorip et al., 2012) در مزارع پرورش گاو شیری در کشور استونی، میزان انرژی ورودی در سال 2010 را 5/3 مگاژول محاسبه نمود. مقایسه نتایج بیانگر بالاتر بودن مقدار انرژی‌های ورودی در این پژوهش نسبت به دو پژوهش دیگر بوده است. که دلیل آن را می‌توان به مصرف نسبتاً بالای سوخت در این واحدها اشاره نمود.

همان‌گونه که در جدول 5 مشاهده می‌شود، مقدار کارایی نسبی انرژی در واحدهای سنتی پرورش گاوهای شیری مورد مطالعه 0/257 به دست آمد که حاکی از کم بودن کارایی انرژی این واحدها دارد. کارایی انرژی به دست آمده در این مطالعه، بیانگر عدم مزیت مناسب از لحاظ مصرف انرژی برای تولید شیر در واحدهای سنتی پرورش گاو شیری در منطقه مورد بررسی دارد. با توجه به مفهوم کارایی که نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی می‌باشد، مقادیر کارایی کمتر از یک نشان می‌دهد که واحدهای تولیدی در این منطقه به صورت بهینه عمل نمی‌نمایند و انرژی ورودی برای تولید یک لیتر شیر حدود چهار برابر انرژی مفید خروجی آن می‌باشد. به عبارت دیگر، با مقادیر انرژی‌های ورودی موجود نظیر خوراک، گازوئیل و ماشین‌آلات تولید محصولات دامی به میزان چهار برابر بیشتر از مقادیر موجود امکان‌پذیر می‌باشد. این در حالی است که کارایی انرژی در واحدهای پرورش گاو شیری در استان تهران 1/54، شمال غرب کشور 2/6، کشور استونی 1/86 و کشور هند 0/09 بود (Sephidpari et al., 2013; Meul et al., 2007; Frorip et al., 2012).

بهره‌وری انرژی در این مطالعه 0/14 لیتر بر مگاژول بوده است که حاکی از پایین بودن بهره‌وری انرژی در این واحدها دارد. مقایسه نتایج این مطالعه با سایر مطالعات مورد بررسی نیز حاکی از پایین‌تر بودن بهره‌وری واحدهای سنتی مورد پژوهش نسبت به سایر واحدها دارد. به طوری‌که بهره‌وری انرژی در واحدهای تولید شیر در استان تهران، شمال غرب کشور و آلمان به ترتیب برابر با 0/16، 0/2 و 0/3 می‌باشد. انرژی ویژه و افزوده انرژی در این مطالعه به ترتیب 7/14 و 20/605- مگاژول بر کیلوگرم محاسبه شد. سهم انرژی‌های مستقیم (سوخت‌های فسیلی و الکتریسیته و نیروی انسانی) 29/8 درصد و سهم انرژی‌های غیر مستقیم (ماشین‌ها و تجهیزات و خوراک دام) 70/2 درصد بود. همچنین سهم انرژی‌های تجدیدپذیر (نیروی انسانی و خوراک دام) 48/2 درصد و سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر (ماشین‌آلات و سوخت‌های فسیلی و الکتریسیته) 51/8 درصد بود.

جدول 5- شاخص‌ها و شکل‌های مختلف انرژی در تولید شیر

Table 5- Indicators and types of energy for one liter of milk production

شاخص‌ها و شکل‌های انرژی Indicators and types of energy	مقدار Value
مجموع انرژی‌های ورودی (مگاژول بر لیتر) Total energy input ($MJ.L^{-1}$)	27.745
مجموع انرژی خروجی (مگاژول بر لیتر) Total energy output ($MJ.L^{-1}$)	7.14
کارایی انرژی (مگاژول بر لیتر) Energy efficiency ($MJ.L^{-1}$)	0.257
بهره‌وری انرژی (مگاژول بر لیتر) Energy productivity ($MJ.L^{-1}$)	0.14
انرژی ویژه (مگاژول بر لیتر) Specific energy ($MJ.L^{-1}$)	7.14
افزوده انرژی (مگاژول بر لیتر) Added energy ($MJ.L^{-1}$)	-20.605
انرژی‌های مستقیم (مگاژول بر لیتر) Direct energies ($MJ.L^{-1}$)	8.275
انرژی‌های غیرمستقیم (مگاژول بر لیتر) Indirect energies ($MJ.L^{-1}$)	19.47
انرژی‌های تجدیدپذیر (مگاژول بر لیتر) Renewable energies ($MJ.L^{-1}$)	13.39
انرژی‌های تجدیدناپذیر (مگاژول بر لیتر) Non-renewable energies ($MJ.L^{-1}$)	14.355

انتشار گازهای گلخانه‌ای از مصرف سه نهاده ماشین‌ها و تجهیزات، سوخت دیزل و الکتریسیته

میزان انتشار معادل دی‌اکسیدکربن سه نهاده ماشین‌ها و

تجهیزات، سوخت دیزل و الکتریسیته در واحد پرورش سنتی گاو شیری به ازای تولید یک لیتر شیر در روز در جدول 6 آمد. میزان انتشار معادل دی‌اکسیدکربن از نهاده ماشین‌ها و تجهیزات به ازای تولید یک لیتر شیر در روز 0/45 کیلوگرم کربن محاسبه شد. این نهاده با سهمی حدود 72/3 درصد بیشترین نقش را در انتشار معادل دی‌اکسیدکربن داشت. برای نهاده ماشین‌ها و تجهیزات در بین سه نوع گاز گلخانه‌ای مورد بررسی، دی‌اکسیدکربن بیشترین سهم را داشته است. پس از آن نهاده سوخت دیزل با سهمی برابر 25/7 درصد دومین نهاده از نظر انتشار معادل دی‌اکسیدکربن به شمار می‌رود. در رابطه با نهاده سوخت دیزل، N_2O بیشتر سهم را در گازهای گلخانه‌ای منتشر شده داشته است. الکتریسیته نیز با سهم دو درصدی کمترین نقش را در انتشار معادل دی‌اکسیدکربن به ازای تولید یک لیتر شیر در واحدهای پرورش سنتی گاو شیری داشت. در رابطه با تولید الکتریسته، بیشترین سهم مربوط به گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود. در مجموع گاز دی‌اکسیدکربن بیشترین سهم را در بین سه گاز گلخانه‌ای مورد بررسی داشته است. این در حالی است که سفیدپری و همکاران (Sephidpari et al., 2013) در تهران بیان نمودند که سوخت دیزل دارای بالاترین سهم در انتشار معادل دی‌اکسیدکربن می‌باشد. و به دنبال آن نهاده الکتریسیته قرار دارد. اوبلز و بوی من (Ubbels & Bouman, 1979) در ایالات متحده سوخت دیزل و الکتریسیته را مهمترین نهاده‌ها در انتشار معادل دی‌اکسیدکربن دانسته‌اند. سهم این نهاده‌ها به ترتیب برابر 40 و 27 درصد در انتشار معادل دی‌اکسیدکربن بوده است. طی مطالعه‌ای در سه کشور ایرلند، انگلستان و ایالات متحده آمریکا، دو نهاده الکتریسیته و سوخت دیزل بالاترین میزان انتشار معادل دی‌اکسیدکربن را به خود اختصاص دادند؛ به طوری‌که میزان انتشار معادل دی‌اکسیدکربن که به ازای یک لیتر شیر برای این دو نهاده به ترتیب برابر 0/03 و 0/002 کیلوگرم اعلام شد (Ozkan et al., 2004). استفاده از ماشین‌آلات فرسوده و کهنه به دلیل ضعف مدیریت واحد تولیدی مورد مطالعه مهمترین دلیل اختلاف نتایج این تحقیق با تحقیقات دیگر است.

در این مطالعه مجموع انتشار معادل دی‌اکسیدکربن به ازای تولید یک لیتر شیر در واحدهای پرورش سنتی گاو شیری در استان مازندران 0/622 کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن به دست آمد. که از مجموع انتشار معادل دی‌اکسیدکربن در واحدهای پرورش گاو شیری در تهران، سه کشور ایرلند، انگلستان، ایالات متحده و کشور اکوادر بیشتر و از مجموع انتشار معادل دی‌اکسیدکربن در کشور پرتغال کمتر بوده است (Sephidpari et al., 2013; Castanheira et al., 2010; Sainz, 2003). در مطالعه دیگری در 50 واحد پرورش گاو شیری در ایالات متحده آمریکا، میزان انتشار معادل دی‌اکسیدکربن به ازای تولید یک لیتر شیر 0/20 کیلوگرم دی‌اکسیدکربن معادل گزارش شد (Ubbels & Bouman, 1979). میانگین کل انتشار گاز گلخانه‌ای در مزارع پرورش گاو شیری در کشورهای عضو اتحادیه اروپا به ازای یک لیتر شیر 0/45 کیلوگرم دی‌اکسیدکربن معادل اعلام شد (Wells, 2001). مقایسه نتیجه حاصل از این مطالعه با مطالعات دیگر نشان‌دهنده آن است که کارایی تولید شیر در واحدهای پرورش دام مورد مطالعه بسیار پایین است که مهمترین دلیل آن استفاده از ماشین‌آلات فرسوده و کهنه و هم چنین مدیریت ضعیف این واحدها می‌باشد.

جدول 6- انتشار معادل دی‌اکسیدکربن در واحد پرورش سنتی گاو شیری

Table 6- Greenhouse gas emissions in traditional production unit of dairy cow

نهاده‌ها Inputs	میانگین معادل کیلوگرم دی‌اکسیدکربن به ازای یک لیتر شیر تولیدی Mean per kg of carbon dioxide equivalent in per liter of milk	درصد Percentage
ماشین‌ها و تجهیزات Machines and equipment	0.45	72.3
سوخت دیزل Diesel fuel	0.16	25.7
الکتریسیته Electricity	0.012	2
مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای Total greenhouse gas emissions	0.622	100

نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی جریان انرژی‌های ورودی و خروجی و همچنین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحدهای تولید سنتی پرورش گاو شیری در ساری پرداخته شد. اطلاعات از طریق مراجعه حضوری و مصاحبه با 26 گاودار در روستاهای ساری در سال 1393 به دست آمد. مقدار کل انرژی‌های ورودی و خروجی به ترتیب 27/745 و 7/14 مگاژول بر لیتر تعیین شد و نشان داد واحدهای تولیدی در تولید شیر به صورت بهینه عمل نمی‌نمایند و از نهاده‌های ورودی بیش از حد و زیاد نسبت به میزان شیر تولیدی و انرژی خروجی استفاده می‌نمایند. سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم به ازای تولید یک لیتر شیر به ترتیب 8/275 و 19/47 تعیین شد. نهاده خوراک دام با سهم 47/4 درصد بیش‌ترین نهاده ورودی انرژی بود. که جهت مدیریت بهتر آن می‌توان از برنامه جیره‌نویسی اصولی و صحیح تغذیه دام استفاده نمود. بدین صورت که مواد تغذیه‌ای با کمترین معادل انرژی را جایگزین نهاده‌های پرمصرف انرژی شود؛ به طوری‌که افت عملکرد و کاهش بهره‌وری در خروجی این واحدها مشاهده نشود.

در رابطه با مدیریت سوخت دیزل و نقش اساسی آن‌ها در رابطه با مخاطرات زیست‌محیطی و انتشار معادل دی‌اکسیدکربن در گاوداری‌های مورد بررسی و سایر گاوداری‌ها می‌توان تجهیزات با مصرف سوخت دیزل را جایگزین ماشین‌آلات با مصرف گاز طبیعی کرد. چرا که آثار سو زیست‌محیطی آن کم‌تر از سوخت‌های دیزلی است.

منابع

Almasi, M., Kiani, S.H., and Loymi, N. 2000. Foundations of Agricultural Mechanization. Forest Publications, Tehran, Iran. (In Persian)

Arghami, N., Sanjari, A., and Bozorgnia, A. 2010. Elementary survey sampling. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian)

Bakhoda, H., Almassi, M., and Moharamnejad, N. 2012. Energy production trend in Iran and its effect on sustainable development. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16: 1335-1339.

Beukes, P.C., Gregorini, P., Romera, A.J., Levy, G., and Waghorn, G.C. 2010. Improving production efficiency as a strategy to mitigate greenhouse gas emissions on pastoral dairy farms in New Zealand. Agriculture, Ecosystems and Environment 136(3-4): 358-365.

Castanheira, É.G., Dias, A.C., Arroja, L., and Amaro, R. 2010. The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm. Agricultural Systems 103(7): 498-507.

Christie, K.M., Rawnsley, R.P., and Eckard, R.J. 2011. A whole farm systems analysis of greenhouse gas emissions of 60 Tasmanian dairy farms. Animal Feed Science and Technology 166-167: 653-662.

Coley, D., Emma, G.A., and Macdiarmid, J. 1998. The embobied energy of food: The Role of Diet Energy Policy 26: 455-459.

Cornejo, C., and Wilkie, A.C. 2010. Greenhouse gas emissions and biogas potential from livestock in Ecuador. Energy for Sustainable Development 14(4): 256-266.

Divya, P.I., Prabu, M., Pandian, A.S.S., Senthilkumar, G., and Varathan, B.J. 2012. Energy use efficiency in dairy of Tamilnadu. Indian Journal of Energy 1(5).

Dyer, J.A., and Desjardins, R.L. 2003. Simulated farm fieldwork, energy consumption and related greenhouse gas emissions in Canada. Biosystems Engineering 85(4): 503-513.

Energy the Balance Sheet. 2008. Available at Web site http://www.moe.gov.ir/. (In Persian)

FAO. 2012. Food and Agricultural commodities production. Available at www.fao.org

Frorip.J., Kokin, E., Praks, J., Poikalainen, A.R.V., Veermäe, I., Lepasalu, L., and Schäfer, H.M. 2012. Energy consumption in animal production – case farm study. Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue 39-48.

Ghobadian, B. 2012. Liquid biofuels potential and outlook in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16(7): 4379-4384.

Ghorbani, M., Darighani, A., Koocheki, A., and Motalebi, M. 2010. Estimated environmental costs of greenhouse

gas emissions in dairy farms of Mashhad. Journal of Agricultural Economics and Development 17(66): 43-63. (In Persian with English Summary)

Hensen, A., Groot, T.T.W.C.M., Van Den Bulk, A.T., Vermeulen, J.E., Olesen, J.E., and Schelde, K. 2006. Dairy farm CH_4 and N_2O emissions, from one square metre to the full farm scale. Agriculture, Ecosystems and Environment 112(2-3): 146-152.

Hosseini, S.E., Andwari, A.M., Wahid, M.A., and Bagheri, G. 2013. A review on green energy potentials in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews 27: 533-545.

Jabro, J.D., Sainju, U., Stevens, W.B., and Evans, R.G. 2007. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from perennial forages to annual crops. Journal of Environmental management 88(4): 1478-1484.

Karbasi, A.R., Kalkanari, H., Bayani, A., Shaabanian, F., and Keidashti, M. 2014. Adverse environmental effects on tea in Chaboksar. National Conference of Engineering and Management for Sustainable Agricultural, Environment and Natural Resources, Hamedan, 13 March 2014. (In Persian)

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

Kraatz, S. 2012. Energy intensity in livestock operations- Modeling of dairy farming systems in Germany. Agricultural Systems 110: 90-106.

Kwon, O.S., Yun, W.C., and Hwan, D. 2006. Market value for thermal energy of cogeneration: using shadow price estimation applied to cogeneration systems in Korea, Energy Policy 33: 1789-1792.

Laegreid, M., Bockman, O.C., and Kaarstad, O. 1999. Agriculture, Fertilizers and the Environment. CABI Publishing, Wallingford, xxiv 294 pp.

Lal, R. 2004a. Soil carbon sequestrian impacts on global climate change and food security. Science 204: 1623-1627.

Lehtonen, H., Peltola, J., and Sinkkonen, M. 2006. Co-effects of climate policy and agricultural policy on regional agricultural viability in Finland. Agricultural System 88: 472-493.

Liang, S., Xu, M., and Zhang, T. 2013. Life cycle assessment of biodiesel production in China. Bioresource Technology 129: 72-77.

Maysami, M.J., Olbertz, H., and Ellmer, F. 2013. Energy Efficiency in Dairy Cattle Farming and Related Feed Production in Iran. Faculty of Agriculture and Horticulture at Humboldt-Universität zu Berlin.

Merino, A., Pe´rez-Batallo´n, P., and Macı´as, F. 2004. Responses of soil organic matter and greenhouse gas fluxes to soil management and land use changes in a humid temperate region of southern Europe. Soil Biology and Biochemistry 36: 917-925.

Meul, M., Nevens, F., Reheul, D., and Hofman, G. 2007. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. Agriculture, Ecosystems and Environment 119(1-2): 135-144.

MOE. 2003. Energy balance in Iran. www.moe.gov.ir

MOE. 2010. Energy balance in Iran. www.moe.gov.ir

Murty, M.N., Kumar, S., and Mahua, P. 2006. Environmental regulation productive efficiency and cost of pollution abatement, A case study of sugar industry in India. Journal of Environmental Management 79: 1-9.

Najafi, G., Ghobadian, B., and Yusaf, T.F. 2011. Algae as a sustainable energy source for biofuel production in Iran: A case study. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15(8): 3870-3876.

O'Brien, D., Capper, J.L., Garnsworthy, P.C., Grainger, C., and Shalloo, L. 2014. A case study of the carbon footprint of milk from high-performing confinement and grass-based dairy farms. Journal of Dairy Science 97(3): 1835-1851.

Ozkan, B., Kurklu, A., and 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.

Sainz, R.D. 2003. Livestock-environment initiative fossil fuels component: Framework for calculation fossil fuel use in livestock systems. http://www.fao.org.

Sephidpari, P., Rafieei, S., and Akram, A. 2013. Compares of the energy consumption indexs and greenhouse gas emissions in industrial units of dairy cattle breeding and laying hens in Tehran. The First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Development, Tehran, Iran 6-7 March. (In Persian)

Shortall, O.K., and Barnes, A.P. 2013. Greenhouse gas emissions and the technical efficiency of dairy farmers. Ecological Indicators 29: 478-488.

Singh, S., and Mittal, J.P. 1992. Energy in Production Agriculture. Mittal Publication. New Delhi 163 pp.

Sohngen, B., and Mendelsohn, R. 2003. An optimal control model of forest carbon sequestration. American Journal of Agricultural Economic 85: 448-457.

The company optimize fuel consumption in Iran. 2011. National Iranian Oil Company. http://ifco.ir/index.asp.

Thoma, G., Popp, J., Nutter, D., Shonnard, D.R., Ulrich, M., Matlock, D.S., Kim, Z., Neiderman, N., Kemper, C., and Adom, F. 2013. Greenhouse gas emissions from milk production and consumption in the United States: A cradle-to-grave life cycle assessment circa 2008. International Dairy Journal 31: S3-S14.

Ubbels, J., and Bouman, S. 1979. The saving of energy when cooling milk and heating water on farms. International Journal of Refrigeration 2(1): 11-16.

Upton, J., Humphreys, J., Groot Koerkamp, P.W., French, P., Dillon, P., and DeBoer, I.J. 2013. Energy demand on dairy farms in Ireland. American Dairy Science Association 96(10): 6489-6498.

Wang, H., and Wheeler, D. 2000. Endogenous enforcement and effectiveness of China′s pollution levy system. Policy Research Working p. 2336.

Weiss, F., and Leip, A. 2012. Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: A life cycle assessment carried out with the CAPRI model. Agriculture, Ecosystems and Environment 149: 124-134.

Wells, D. 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.

Yaldiz, O., Zeren, Y., and Bascetomcelik, A. 1993. Energy usage in production of field crops in Turkey. In Fifth International Congress on Mechanization and Energy Use in Agriculture, Kusadasi, Turkey, 11-14 October 1993.

Zalaghi, R., and landi, A. 2009. Evaluating carbonic greenhouse gases emission and organic carbon balance from soil under current agricultural land use 9(12): 2307-2312.

Zare Mehrjerdi, M., and Ziaabadi, M. 2011. Study of affecting factors energy use in Iran agriculture. Journal of Development and Investment 3(5): 133-153. (In Persian)

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 2, Summer 2016, p. 251-262

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 2، تابستان 1395، ص. 262-251

Energy Flow in Conventional Dairy Farms with Emphasis on CO_2 Emission from Electricity Generation and Use of Technical Equipment and Machines

A. Bayani[1], L. Abolhasani[2*] and N. Shahnoushi Froushani[3]

Submitted: 16-03-2015
Accepted: 08-02-2016

Bayan, A., Abolhasani, L., and Shahnoushi, N. 2016. Energy Flow in Conventional Dairy Farms with Emphasis on CO_2 Emission from Electricity Generation and Use of Technical Equipment and Machines. Journal of Agroecology 8(2): 251-262.

Introduction

Energy is one of the most important commodities that make up a large proportion of international trade. Among all the countries in the world, Iran is known as semi-industrial developing country which is rich in energy such as non-renewable energy in particular fossil fuel. Use of energy affects the environment in various forms of pollution. In the agricultural sector, the FAO report states that livestock production has a major contribution to the world's environmental problem (Sutton et al., 2011).

Materials and methods

This study analyzes energy flow and greenhouse gas emission in conventional dairy farms in Mazandaran province. The required data for this study was collected by conducting interviews and filling up questionnaires from 26 cattlemen. From the questionnaires, information on five inputs such as labor, livestock feeding, diesel fuel, electricity and technical equipment and machines as well as milk product for 159 dairy cattle was collected. Finally, energy productivity, efficiency and emissions of greenhouse gases were calculated for Methane (CH_4), Nitrous Oxid (N_2O) and Carbon Dioxide (CO_2).

Results and discussion

The results indicated that total energy which has been used to produce one liter of milk was 27.745 Mega Jul. Livestock feeding and fuel were energy inputs that has been extensively consumed. In this relation, 47.4% and 28.5% of the total energy consumption were drawn from the livestock feeding and fuel, respectively. In the study conducted by Sainz (2003), livestock feeding with 70% of the total energy consumption was also found as the largest input in terms of consuming energy. Technical equipment with 22.8% of the total energy consumption was found the third place. A low proportion (0.8%) of the total energy consumption was drawn from labor. Electric power with 0.5% of the total energy consumption was placed at the last. Energy efficiency was measured at 0.257. The proportion of renewable and non-renewable energy in one-litter milk production was measured by 48.2% and 51.8%, respectively. The total greenhouse gas emitted toproduceone litter of milk is equal to 0.622 kg of carbon dioxide that is higher than the amount of carbon dioxide generated from dairy farms in the United States (Sainz, 2003), but lower than the amount produced by dairy farms in Portugal (Castanheira et al., 2010). For the European countries, the average of greenhouse gas emission generated from dairy farms was calculated about 0.45 carbon dioxide equivalent. Technical equipment, machines and fuel with generating 0.45 and 0.16 kg of carbon dioxide equivalent were the most contribution to greenhouse gas emission. According to the calculations, the two inputs emitted 72.3% and 25.7% of the total greenhouse gas emission in producing one litter of milk. Only 2% of the total greenhouse gas emission that is equal to 0.012 kg of carbon dioxide equivalent was created from electricity generation. In the United States, diesel fuel and electricity with a contribution of 27% to 40% of the total greenhouse gasemissions were realized as the most polluted inputs. Furthermore, in Ireland and Britain, the diesel fuel and electricity with producing 0.03 and 0.002 of carbon dioxide equivalent were realized as the most polluted inputs for producing one litter of milk. This suggests that diet re-formulation with special consideration to the output is an effective solution to the problem mentioned above. Considering technical equipment and fuel as the most pollutant inputs, transferring equipment from natural gas consumption to diesel consumption decreases both energy consumption and negative-environmental externalities.

1, 2 and 3- Graduate MSc, Assistant professor and Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(* - Corresponding Author Email: l.abolhasani@um.ac.ir)

Conclusion

Considering that the livestock feeding has the largest amount of energy consumption, thedairy cow feed formulation should be considered as the most important concern. In relation to diesel fuel, replacement of natural gas with diesel fuel can reduce greenhouse gas emissions at a large extend.

Keywords: Energy efficiency, Input, Output, Productivity

References

Castanheira, É.G., Dias, A.C., Arroja, L., and Amaro, R. 2010. The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm. Agricultural Systems 103(7): 498-507.

Sainz, R.D. 2003. Livestock-environment initiative fossil fuels component: Framework for calculation fossil fuel use in livestock systems. http://www.fao.org.

Sutton, M., Oenema, O., Erisman, J.W., Leip, A., van Grinsven, H., Winiwarter, W. 2011. Too much of a good thing. Nature 472: 159-161.