

عنوان مقاله:

بررسی الگوی مصرف انرژی در واحدهای پرورش گاو شیری استان تهران

Title:

Study energy use pattern in dairy farms (case study in Tehran province)

شناسه دیجیتال (DOI)

10.22092/ASJ.2024.366857.2415

نگارندگان:

۱- عادل واحدی*، دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی - سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی-کرج-ایران

Adel Vahedi, Associate professor in Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Karaj, Iran

آدرس پستی:

کرج- بلوار شهید فهمیده- موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی -کد پستی ۳۱۳۵۹۱۳۵۳۳ - تلفن

۰۲۶۳۶۱۵۰۰۰ و ۰۲۱۲۲۴۱۳۸۰۸

تلفن همراه: ۰۹۱۱۱۲۴۱۶۵۸

Email: Vahedi_adel@yahoo.com

۲- محمد یونسی الموتی، دانشیار موسسه آموزش و ترویج کشاورزی - مرکز آموزش عالی امام خمینی -سازمان

تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی-کرج-ایران

تلفن همراه: ۰۹۱۲۲۶۱۱۷۳۷

Email: mohamadyounesi@yahoo.com

بررسی کارایی و بهره‌وری انرژی در واحدهای پرورش گاو شیری استان تهران

چکیده

انرژی به شکل‌های مختلف در صنعت پرورش گاو شیری استفاده می‌شود و در فرآیند تولید شیر به دلایل مختلف هدر می‌رود. دامداران با به‌کارگیری روش‌های مختلف تولید، در کارایی انرژی واحد تولیدی‌شان نقش اساسی دارند. این تحقیق در سال ۱۴۰۲ در استان تهران با هدف تعیین شاخص‌های انرژی مصرفی انجام شد. اطلاعات به روش پرسشنامه‌ای و مطالعات اسنادی و نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی از واحدهای مختلف گاوداری شیری انجام گرفت و کلیه فعالیت‌های انجام شده در طول سال یادداشت‌برداری شد. شاخص‌های انرژی شامل افزوده خالص انرژی، کارایی انرژی مصرفی، بهره‌وری انرژی و شدت انرژی تعیین شد. نتایج نشان داد که مقدار کل انرژی ورودی ۱۷۲۸۵۱/۷۵ مگاژول بازاء هر رأس دام می‌باشد و بیشترین سهم انرژی نهاده‌های مصرفی را خوراک دام با ۷۲/۳۶ درصد داشت. در بین خوراک‌های عمده مصرفی گاو شیری، کنسانتره، یونجه، ذرت و کاه گندم به‌ترتیب سهم ۴۰/۸۷، ۱۱/۲۰، ۲۰/۰۱ و ۰/۲۸ درصد از کل انرژی مصرفی داشتند. مقدار کل انرژی ستانده ۳۶۸۸۶/۴۸۲ مگاژول بازاء هر رأس دام بدست آمد که بیشترین سهم را شیر تولیدی با ۸۷/۰۲ درصد از کل انرژی ستانده داشت. کارایی مصرف انرژی، خالص انرژی، بهره‌وری انرژی و شدت انرژی به‌ترتیب ۰/۲۱، ۱۳۵۹۶۵/۲۷- مگاژول بازاء هر رأس دام، ۰/۰۶۷ کیلوگرم بر مگاژول و ۱۴/۹۴ مگاژول بر کیلوگرم تعیین گردید. نتایج تحقیق نشان داد به‌منظور افزایش بهره‌وری انرژی در واحدهای پرورش گاو شیری، می‌بایست در زمینه مدیریت مناسب تولید، بازیافت پسماند، تقسیط جیره و کاهش ضایعات خوراک بیشترین اقدام را نمود.

واژه‌های کلیدی: گاوداری، کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، افزوده خالص انرژی، شدت انرژی

Abstract

Study energy use efficiency and productivity in dairy farms (case study in Tehran province)

Energy is used in different ways in the dairy industry and is wasted in the milk production process for various reasons. By using different production methods, livestock farmers play an essential role in the energy efficiency of their production unit. This research was carried out in 2023 in Tehran province with the aim of determining the indices of energy consumption, identifying efficient and inefficient dairy cattle producing farms in order to increase the efficiency of production units to the maximum and calculating the amount of energy that can be saved resulting from the optimization of energy consumption. Information was collected through questionnaires and document studies and random sampling from different dairy cattle units, and all the activities performed throughout the year were recorded. Energy indices including net energy gain, energy use efficiency, energy productivity and specific energy were determined. The results showed that the total amount of input energy is 172851.75 MJ per head of cow, and animal feed had the largest share of input energy with 72.36%. Among the main feeds consumed by dairy cows, concentrate, alfalfa, corn and straw contributed 40.87%, 11.20%, 20.01% and 0.28% of the total energy consumption, respectively. The amount of total

energy output was 36886.482 MJ per head of cow, and milk production had the largest share with 87.02% of the total energy output. The energy use efficiency, net energy gain, energy productivity and energy intensity were determined as 0.21, -135965.27 MJ per a head of cow, 0.067 kg/MJ and 14.94 MJ/Kg respectively. The results of the research showed that in order to improve energy efficiency in dairy cattle farms, it is necessary to perform the most effective activities in the field of proper production management, waste recycling, ration distribution and reduction of feed waste.

Key words: Cattle ranch, Energy use efficiency, Energy Productivity, Net Energy Gain, Specific energy.

مقدمه

گاوداران با به کارگیری رویکردهای مختلف مدیریت تولید، در کارایی و بهره‌وری انرژی واحد گاوداری خود نقش اساسی دارند. جنبه‌های مبهم زیادی در مصرف انرژی به منظور تولید شیر وجود دارد. دلیل اصلی این مهم آن است که گاو شیری موجودی زنده است و دامداری سیستمی پویا است. اتلاف انرژی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد (واحدی و همکاران، ۱۴۰۲). اما به درستی مشخص نیست که در کدام پارامتر مصرفی انرژی، اتلاف صورت گرفته است و میزان این اتلاف چقدر بوده است.

بررسی مطالعات گذشته نشان داد موضوع تحلیل روند مصرف انرژی در گاوهای شیری کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بررسی در مطالعه تعیین کارایی گاوداری‌های شیری در شهرستان سراب با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، میانگین کارایی فنی ۹۵ درصد، کارایی مقیاس ۵۵ درصد و کارایی زیست‌محیطی ۸۸ درصد به دست آمد. جهت مقایسه‌ی آماری اختلاف بین متوسط کارایی فنی و زیست‌محیطی از آزمون کروسکال والیس استفاده شد که نتیجه، معنی‌دار بودن اختلاف متوسط کارایی‌ها را تأیید کرد. همچنین با محاسبه ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن این نتیجه حاصل شد که گاوداری‌هایی که کارایی فنی بالاتری دارند، آلاینده‌های کمتری تولید کرده و کارایی زیست‌محیطی بالایی هم دارند. در نهایت تحصیلات، عملکرد شیر به ازای هر رأس گاو و سن، از عوامل موثر بر کارایی زیست‌محیطی گاوداری‌ها شناخته شدند (مولایی و ثانی، ۱۳۹۶).

تحقیقات انجام گرفته در گاوداری‌های شیری آلمان نشان داد که خوراک دام و جیره غذایی مربوطه، بخش عمده انرژی نهاده را در گاوداری‌های شیری تشکیل می‌دهند. افزایش استفاده از کنستانتره در جیره غذایی باعث افزایش انرژی نهاده گردید. همچنین بهره‌وری انرژی بین ۳ تا ۳/۶ مگاژول بر کیلوگرم تولید شیر به دست آمد (Kraatz, ۲۰۱۲). بررسی واحدهای پرورش گاو شیری در کشور بلژیک در بازه‌های زمانی مختلف نشان داد گازوئیل مصرفی سهم بیشتری در انرژی ورودی داشت (Meul و همکاران، ۲۰۰۷). در بررسی انرژی گاوداری‌های شیری کشور استونی، نسبت انرژی در سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ به ترتیب ۱/۸۸ و ۱/۸۵ و انرژی ویژه به ترتیب ۵/۴ و ۵/۳ مگاژول بر کیلوگرم گزارش گردید. در این بررسی‌ها جیره غذایی بیشترین انرژی نهاده (۶۷ تا ۷۱ درصد) را تشکیل می‌داد (Frorip و همکاران، ۲۰۱۲). بررسی کارایی فنی دامداری‌های شیری استان بوردو ترکیه با استفاده از آنالیز فراگیر داده‌ها نشان داد که کارایی فنی بین ۲۸/۶ و ۱۰۰ درصد بودند و میزان متوسط آن برابر ۶۴/۲ درصد به دست آمد و نهاده‌های خوراک و نیروی کار به صورت غیر کارا استفاده می‌شدند. ارتباط مثبت و معنی‌داری بین اندازه گله و کارایی وجود داشت و

دامداری‌های با مقیاس بزرگتر سود اقتصادی بیشتری داشتند (Demirci و همکاران، ۲۰۱۰). نبی‌پور افروز و همکاران (نبی‌پور افروز و همکاران، ۱۳۹۵) با بررسی سیر مصرف انرژی در گاو‌داری‌های شیری استان اصفهان گزارش دادند که میزان انرژی کل ورودی به ازای هر دام ۵۶۵۶۳ مگاژول، انرژی خروجی ۵۸۲۷۷ مگاژول و در نتیجه نسبت انرژی ۱/۰۲۸ به دست آمد. بیشترین مقدار انرژی مصرفی مربوط به خوراک مصرفی دام با مقدار ۴۳۶۱۲ مگاژول برای هر رأس دام بود.

بررسی سوابق مطالعات انجام شده نشان می‌دهد علی‌رغم توسعه صنعت پرورش گاو‌شیری در کشور و افزایش جمعیت گله‌های گاو‌شیری و توسعه و مصرف روزافزون فرآورده‌های شیری در سال‌های اخیر، تاکنون تحقیقی به منظور تعیین سهم هر یک از خوراک عمده مصرفی در الگوی مصرف انرژی واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری کشور انجام نشده است و با توجه به انرژی‌بر بودن این صنعت، و تأمین بخش عمده‌ای از خوراک گاو شیری از طریق واردات که سبب خروج ارز از کشور می‌شود ضرورت انجام این پژوهش وجود دارد. نتایج این تحقیق به امنیت غذایی و پایداری تولید شیر، حفظ منابع ارزی کشور در حکمرانی اقتصاد مقاومتی، مدیریت نهاده‌ها تولید و افزایش درآمد پرورش‌دهندگان گاو شیری کشور منجر خواهد شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۲ انجام و هدف از آن بررسی وضعیت انرژی مصرفی و کارایی واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری و ارائه راهکارهایی جهت بهبود وضعیت موجود بود. در این تحقیق ۳۰ واحد پرورش گاو شیری صنعتی (واحد تصمیم‌گیری) از نژاد هلشتاین، با توجه به ۱۱ نهاده مصرفی و ۵ ستانده مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۱). انرژی نهاده‌ها شامل نیروی انسانی، سوخت دیزل، بنزین، گاز طبیعی، ماشین و تجهیزات، الکتریسیته، جیره غذایی دام (یونجه، ذرت سیلویی، کنسانتره و کاه گندم) و ساختمان و تأسیسات و انرژی خروجی نیز شامل شیر، گوشت گاو حذفی، گوشت گوساله، گوشت تلیسه مازاد و کود گاوی تولید شده می‌باشد. استان تهران بین ۳۴ تا ۳۶/۵ درجه عرض شمالی و ۵۰ تا ۵۳ درجه طول شرقی واقع شده است. این استان از شمال به استان مازندران، از جنوب به استان قم، از جنوب غربی به استان مرکزی، از غرب به استان البرز و از شرق به استان سمنان محدود است (واحدی و همکاران، ۱۴۰۲) (شکل ۱).

جدول ۱- مشخصات میانگین نهاده و ستانده بازای یک راس دام در گاوداری‌های مورد مطالعه

[illegible]

۶	۲	۱	۸۸	۵	۶۰	۴۲۴	۱۲۰	۳۷	۷۱	۹۸	۹۰	۳۶	۲۲			
۶۹/۸۵۸	۰۷/	۷۸/۳۶	۶۸/۰۷	۸۱/۴۱	۳۲/۱	۹۸/۰	۰۹/۲۶	۷۶/۱	۵/۲	۰۸/	۲۴/۸	۶۷/	۰۴/	۹۳/۹	۳۳/۷	۵۰
۷	۲	۱	۹۳	۴	۶۰	۴۲۵	۱۲۰	۳۷	۷۱	۹۹	۹۰	۳۶	۲۱			
۷۹/۲۵۰	۳۱/	۳۲/۵۰	۷۶/۱۳	۴/۴۷	۶۲/۹	۱۸/۱	۳۰/۴۹	۱۵/۸	۱۴/۷	۲۳/	۹۷/۰	۰۶/	۳۹/	۴۵/۸	۱۷/۸	۰۰
۷	۲	۱	۹۳	۵	۶۲	۴۴۱	۱۲۵	۳۸	۷۴	۱۰	۹۳	۳۵	۲۲			
۶۳/۲۶۳	۳۱/	۷۷/۵۰	۹۷/۱۳	۹۷/۶۳	۲۶/۰	۰۹/۳	۰۹/۷۵	۰۳/۷	۱۸/۲	۶۲/	۵/۷	۷۱/۲	۷۶/	۳۷/۵	۳۱/۶	۳۰
۷	۲	۱	۹۱	۵	۶۵	۴۴۷	۱۳۲	۳۹	۷۵	۱۰	۹۴	۳۵	۲۲			
۰۴/۰۸۶	۳۴/	۶۴/۴۴	۲۷/۱۱	۰۲/۳۵	۳۳/۳	۷۴/۳	۴۵/۴۴	۴۸/۱	۲۳/۸	۰۹/	۵۹/۶	۰۳/۴	۸۲/	۸۸/۰	۱/۹	۰۰
۵	۱	۱	۷۱	۷	۶۹	۴۶۴	۱۵۹	۳۸	۷۶	۱۳	۱۵	۴۵	۲۹			
۳/۱۰۵	۲۱/	۳۸/۹۵	۴۸/۰۱	۸۶/۵۹	۹۷/۹	۵۰۷/۸	۱۷/۰۰	۱۲/۵	۳۱/۵	۹۱/	۲۷/۶	۵۶/۳	۴۹/۷	۴۵/۲	۰۸/۸	۵۰
۷	۲	۱	۹۲	۵	۶۱	۴۳۰	۱۲۱	۳۷	۷۱	۱۰	۹۱	۳۶	۲۲			
۵۱/۱۹۶	۲۷/	۴۹/۴۸	۹۳/۱۲	۴۴/۷۷	۵۹/۰	۷۰/۱	۹۱/۱۰	۱۰۴/۸	۴۳/۹	۶/	۲۱/۸	۰۷/۰	۳۱/	۷۴/۴	۳۹/۰	۰۰
۷	۲	۱	۹۲	۵	۶۱	۴۳۵	۱۲۳	۳۸	۷۲	۱۰	۹۲	۳۶	۲۲			
۵۹/۱۵۰	۲۵/	۹/۴۶	۱۹/۱۲	۲۴/۱۸	۹۳/۰	۳۷/۲	۶۹/۸۹	۹۱/۶	۱۴/۵	۰۹/	۴۶/۷	۳۶/۱	۴۷/	۱/۰	۲۳/۳	۷۰
۷	۲	۱	۹۰	۵	۶۱	۴۲۹	۱۲۱	۳۷	۷۱	۹۹	۹۱	۳۶	۲۲			

۲۷/۰۵۳	۱۸/	۵/۴۳	۶۶/۱۰	۷۹/۹۲	۶۷/۰	۶۰/۱	۴۱/۰۰	۰۷/۴	۳۲/۷	۵۴/	۹۷/۶	۹/	۱۵/	۳۷/۵	۰۱/۰	۰۰	۱
۶	۲	۱	۸۹	۵	۵	۶۱	۴۲۹	۱۲۱	۳۷	۷۱	۱۰	۹۱	۳۶	۲۲			
۳۱/۹۳۸	۱۳/	۵۴/۳۹	۸۹/۰۸	۵۸/۴۴	۶۱۳/۰	۶۸/۱	۱۷/۰۸	۵۳/۹	۸۸۷	۵۹/	۸۸/۷	۰۲/۰	۲۷/	۸۱/۴	۲۹/۰	۶۰	۲
۷	۲	۱	۹۰	۵	۵	۶۰	۴۲۶	۱۲۱	۳۷	۷۱	۹۹	۹۰	۳۶	۲۱			
۵۳/۰۱۸	۱۶/	۳۸/۴۲	۳۲/۱۰	۰۸/۴۸	۹۷/۰	۳۱/۱	۲۰/۶۵	۲۸/۹	۳۰/۰	۳۲/	۸۳/۲	۳۲/	۶۲/	۵/۷	۷۴/۸	۸۵	۳
۲	۱	۸	۶۰	۶	۸	۹۶	۵۱۷	۱۷۳	۴۰	۷۸	۱۴	۱۵	۴۵	۳۳			
۷۵/۹۸۱	۱۴/	۲۵/۹۱	۵۷/	۴۷/۰۰	۷۶/۰	۴۲/۰	۰۵/۹۷	۴۴/۳	۲۷/۸	۵۸/	۰۷/۹	۱۷/۰	۱۱/۱	۰۷/۷	۰۱/۲	۵	۴
۲	۱	۸	۵۷	۶	۸	۹۶	۵۳۴	۱۷۴	۴۱	۷۹	۱۴	۱۶	۴۷	۳۹			
۱۳/۷۹۰	۰۳/	۹۷/۸۳	۵۱/۰	۵۵/۵۴	۳۱/۱	۲۱/۱	۹۰/۷۱	۲۳/۹	۳۸/۸	۴۳/	۱۱/۷	۷۹/۹	۷۴/۵	۳۲/۸	۱/۱	۰	۵
۱۰	۳	۱	۱۲	۶	۲	۳	۳۴۰	/۷۷۶	۳۵	۶۴	۵۴	۲۲	۲۲	۸۱			
۶۳/۴۲۱	۴/	۵/۰۶	۴۴/۳۶	۶۶/۰۶۷	۵۶/۵	۶۱/۴	۹۵/۵۲۰	۶۱/۴	۰۸۱	۰۸/	۱۱/۹	۰۲/	۶/	۱۵/۰	۴۶/	۰۴۷	۶
۱۰	۳	۱	۱۲	۶	۲	۳	۳۲۸	/۷۳۳	۳۵	۶۴	۵۰	۲۰	۲۲	۷۷			
۸۱/۴۵۰	۴۲/	۳۴/۱۷	۹/۳۶	۳۳/۱۰۵	۳۶/۵	۵۰/۳	۶۸/۴۹۳	۲۹/۸	۱۹	۰۹/	۴۶/۸	۶۹/	۰۶/	۲۱/۰	۴/	۱۰۰	

۷	۲	۱	۹۰	۵	۶۰	۴۲۶	۱۲۰	۳۷	۷۱	۹۹	۹۰	۳۶	۲۱					
۶/۰۲۴	۱۷/	۵۲/۴۲	۲۸/۱۰	۸۸/۵۵	۰۲/۰	۲۷/۱	۹۲/۵۹	۵۷/۵	۲۵/۹	۲۹/	۲۱/۲	۲۳/	۵۵/	۷۱/۷	۵۵/۸	۰۰	۸	
۷	۲	۱	۹۱	۵	۵	۴۲۱	۱۱۹	۳۶	۷۰	۹۸	۸۹	۳۷	۲۱					
۴۱/۰۷۴	۲/	۲۷/۴۴	۹۹/۱۰	۱۱/۲۰	۶۲/۲	۶۸/۰	۶۱/۹۹۰	۷۸/۶	۴۱/۵	۸۸/	۱۶/۴	۱/	۵۱/	۰۷/۲	۰۵/۶	۵۰	۹	
۷	۲	۱	۹۱	۵	۶۰	۴۲۸	۱۲۱	۳۷	۷۱	۹۹	۹۰	۳۶	۲۱					
۳۸/۰۶۵	۱۹/	۸۳/۴۳	۸۶/۱۰	۵۲/۰۸	۷۶/۱	۵۲/۱	۸۵/۸۹	۶۵/۶	۲۲/۵	۵/	۷۳/۵	۷۳/	۹۹/	۰۱/۶	۶۳/۹	۹۰	.	
۷	۲	۱	۹۲	۵	۶۱	۴۳۴	۱۲۳	۳۷	۷۲	۱۰	۹۲	۳۶	۲۲					
۸۹/۱۶۸	۲۶/	۶۱/۴۷	۴۹/۱۲	۸۳/۴۱	۰۶/۱	۲۳/۲	۸۹/۷۳	۷۹/۵	۹۹/۱	۹۹/	۶/۵	۱/۱	۲۵/	۰۳/۱	۶۶/۲	۵۰	۱	
۷	۲	۱	۹۶	۵	۶۲	۴۳۷	۱۲۳	۳۸	۷۱	۱۰	۹۲	۳۵	۲۲					
۶۹/۰۷۷	۱۹/	۵۱/۴۴	۲۴/۱۱	۲۶/۲۴	۷۴/۸	۵۵/۲	۵۴/۱۳	۷۰/۳	۹۰/۹	۲۴/	۲۶/۰	۷۵/۱	۷۴/	۷۲/۸	۰۹/۴	۰۰	۲	
۷	۲	۱	۹۴	۵	۵	۴۳۱	۱۲۲	۳۷	۷۱	۱۰	۹۱	۳۶	۲۲					
۶۴/۳۲۴	۳۴/	۶۸/۵۲	۹۸/۱۴	۶۲/۴۲	۳۹/۸	۹۰/۱	۷۸/۹۴۲	۲۷/۸	۱۹/۴	۷۵/	۰۱/۱	۴۶/۰	۵۶/	۳۳/۳	۲۵/۱	۰۰		

٧	٢	١	٩٤	٢	٥	٤١	٤٣٠	١٢٢	٣٧	٧١	١٠	٩١	٣٤	٢٢	
٣٢/٣٥٧	٣٤/	٥٤	٤٢/١٥	٨٤/٨٤	٢٤/٨	٧٤/١	١٣/١٨	٥٤/٤	٨٧/٠	٤٤/	٠٥/٩	١٩/٠	٤٢/	٣١/٤	٤٥/٠
٧	٢	١	٩٣	٥	٥	٤٢	٤٤١	١٢٥	٣٨	٧٣	١٠	٩٣	٣٥	٢٢	
٨/٢٤٧	٣١/	٤٩/٥٠	٢٣/١٤	٣٥/٤٩	٢٧/٠	٠٥٢/٣	٤٨/٧١	٤٩/٤	٤٤/١	٥٩/	٠٨/٧	٧/٢	١٤/	٤١/٥	١٨/٤
٧	٢	١	٧٠	٥	٧	٤٨	٤٤٠	١٣٧	٣٨	٧٥	١٣	١٤	٤٤	٢٩	
٣٩/٠٠٤	١٥/	٧٩/٤١	٩٤/٠٩	٣٥/٣٢	٩٤/٩	٩٤/٧	٣٩/٣٤	٢٣/٠	٤٤/٠	٥٢/	٧٧/٥	٠٩/٢	٥٤/٨	٣٤/٧	٧٨/٥
٨	٢	١	١٠	٢	٥	٤١٠	/٨٧٨	٣٤	٤٨	٧٤	٣١	٣٠	١٥		
٤٢/٩٧٩	٠٨/	٥٥/٤٠	٤١/١٨	٥٧/٩٩٧	٠٩/٩	١٠/٥	٨٣/٣٤٥	٨٥/٣	٤٤	٤٥/	٩٨/٥	٧٩/	٤٨/	٠٩/٧	٥٧/٣
٧	٢	١	٩٤	٢	٥	٤٠	٤٢٥	١٢٠	٣٧	٧١	٩٨	٩٠	٣٤	٢١	
٩١/٠٤١	١٩/	٨٢/٤٣	٨/١٠	٩٧/٠٣	١٩/٩	٢٠/١	٨٧/٥١	٩١/٩	٤٤/٧	٢٤/	٢٧/١	٩١/	٤٣/	٠٢/٩	٢٤/٨
٩	٣	١	١١	٢	٤	٣٨٤	/٨٢٤	٣٤	٤٧	٥٢	٣٠	٢٩	١٣		
٥٨/٣٩٤	٣٧/	٣٢/٠٤	١٤/٢٤	٣٤/٥٣٥	٥٧/٤	٤٤/٤	٤٤/١٢٩	٠٧/٧	٠٨	٤٢/	٥٣/٩	٤٧/	٣٥/	٤٨/٤	٤٤/٤

۹	۲	۱	۱۱	۴	۲	۴	۳۹۲	/۸۳۴	۳۶	۶۶	۶۰	۳۰	۳۰	۱۴	۰	۰	۹
۳۳/۳۶۷	۳۶/	۳۱/۹۴	۵۹/۲۵	۶۸/۴۹۷	۸۵/۵	۷۰/۴	۸۶/۲۹۴	۲۵/۵	۳۰	۰۱/	۷/۷	۶۴/	۷۲/	۶۲/۱	۰۳/۱	۰۵۰	.
۷	۲	۱	۹۱	۵	۵	۶۱	۴۳۲	۱۲۲	۳۷	۷۲	۱۰	۹۱	۳۶	۲۲	۰	۰	۹
۹۴/۱۱۳	۲۳/	۶۴/۴۵	۶۶/۱۱	۰۴۱/۷۱	۳۸/۱	۹۶/۱	۲۸/۴۲	۵۴/۳	۶۸/۵	۷۹/	۸۹/۱	۵۳/۰	۷۷/	۲۸/۳	۵۲/۱	۷۲	توسط
۱۰	۳	۱	۱۲	۶	۸	۹۶	۵۳۴	۱۷۴	۴۱	۷۹	۱۴	۱۶	۴۷	۳۹	۰	۰	۹
۸۱/۴۵۰	۴۲/	۳۴/۱۷	۹۱/۳۶	۳۳/۱۰۵	۳۱/۱	۲۱/۱	۰۵/۹۷	۲۳/۹	۳۸/۸	۴۳/	۱۱/۷	۷۹/۹	۷۴/۵	۳۲/۸	۱۱/۱	۰۵۰	یشینه
۲	۱	۸	۵۷	۴	۲	۳	۳۲۸	/۷۳۳	۳۵	۶۴	۵۰	۲۰	۲۲	۷۷	۰	۰	۹
۱۳/۷۹۰	۰۳/	۹۷/۸۳	۵۱/۰	۵۵/۵۴	۳۶/۵	۵۰/۳	۶۸/۴۹۳	۲۹/۸	۱۹	۰۸/	۴۶/۸	۶۹/	۰۶/	۱۵/۰	۴۱/	۰	مینه

۲۴۹۲ واحد دام شیری در استان تهران فعال است. استان تهران دارای ۴۲۰ هزار رأس دام سنگین بوده و ۲۰۳ هزار رأس دام اصیل کشور (معادل ۱۸ درصد دام‌های اصیل کشور) در این استان وجود دارد و رتبه اول کشور را به خود اختصاص داده است. در سال ۱۴۰۰، ۳۱۴۹۰ تن گوشت قرمز و ۱۲۰۰۰۰۰ تن شیر خام در استان تهران تولید شد که در تولید شیر خام این استان رتبه دوم کشور را به خود اختصاص داده است (بی‌نام، ۱۴۰۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان تهران

اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق از طریق مصاحبه حضوری با مدیران واحدهای پرورش و کارشناسان و مطالعات اسنادی به‌دست آمد. جامعه آماری این تحقیق تمام واحدهای صنعتی پرورش گاو شیری از نژاد هلشتاین در استان تهران بود و برای به‌دست آوردن حجم نمونه از رابطه (۱) استفاده شد (Cochran, ۱۹۹۷):

$$n = \frac{N(t.s)^2}{Nd^2 + (t.s)^2} \quad (1)$$

در این رابطه؛

n ، حجم نمونه (تعداد گاوداری‌های مورد مطالعه)؛ N ، اندازه جامعه آماری؛ t ، ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت بدست می‌آید؛ S ، برآورد انحراف معیار صفت مورد مطالعه؛ d ، دقت احتمالی مطلوب می‌باشد.

برای محاسبه انرژی‌های ورودی و خروجی در یک سیستم تولیدی می‌توان مقدار هر کدام از نهاده‌های مصرفی یا محصول تولیدی را در هم ارز انرژی (شدت یا معادل انرژی) آن ضرب نمود. مقادیر هم‌ارز انرژی نهاده‌های مصرفی و محصولات

تولید شده در جدول ۲ آورده شده‌اند.

جدول ۲- هم ارز انرژی نهاده‌های مصرفی و ستانده‌ها در پرورش گاو شیری

مرجع	واحد (مگاژول بر واحد)	هم ارز انرژی	نهاده‌ها/ستانده‌ها
انرژی داده (ورودی)			
و همکاران، ۲۰۰۴ Ozkan; و همکاران، Yilmaz ۲۰۰۵	ساعت	۱/۹۶	- نیروی انسان
Kitani، ۱۹۹۹	کیلوگرم	۱۳۸	- تراکتور
Kitani، ۱۹۹۹	کیلوگرم	۱۲۹	- سمپاش
و همکاران، ۲۰۰۶ Chauhan	کیلوگرم	۶۲/۷	- فولاد
و همکاران، ۲۰۰۶ Chauhan	کیلوگرم	۶۴/۸	- موتور الکتریکی
، ۱۹۹۳ Kittle	کیلوگرم	۴۶/۳	- پلی اتیلن
Kitani، ۱۹۹۹	کیلوگرم	۶۲/۷	- سایر تجهیزات
Erdal و همکاران، ۲۰۰۷	لیتر	۵۶/۳	- سوخت دیزل
Kitani، ۱۹۹۹	لیتر	۴۶/۳	- بنزین
و همکاران، ۲۰۰۴ Burhan	کیلووات ساعت	۱۱/۹۳	- برق
و همکاران، ۱۹۹۷ Gaillard	مترمربع در سال	۱۵۳	- ساختمان و تأسیسات
، ۱۹۹۴ Tsatsarelis and Koundouras	کیلوگرم	۱۵/۸	- یونجه
Pishgar و همکاران، ۲۰۱۱	کیلوگرم	۸	- ذرت علوفه‌ای
Kitani، ۱۹۹۹	کیلوگرم	۱۴	- جو
Sainz، ۲۰۰۳	کیلوگرم	۰/۳۲	- سبوس
Heidari و همکاران، ۲۰۱۱	کیلوگرم	۱۲/۰۶	- کنجاله سویا
Frorip و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sainz، ۲۰۰۳	کیلوگرم	۰/۳۸	- نمک و ویتامین‌ها
Tabatabaeefar و همکاران، ۲۰۰۹	کیلوگرم	۹/۲۵	- کاه
انرژی ستاده			
(خروجی)			
Frorip و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sainz، ۲۰۰۳	کیلوگرم	۷/۱۴	- شیر
Frorip و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sainz، ۲۰۰۳	کیلوگرم	۹/۲۲	- گوشت گاو
Frorip و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sainz، ۲۰۰۳	کیلوگرم	۶/۵	- گوشت گوساله

۲۰۰۳، Sainz؛ ۲۰۱۲ و همکاران، Frorip	کیلوگرم	۶/۵	- تلیسه مازاد
۲۰۱۰، Ghasemi Mobtaker و همکاران، ۲۰۱۰	کیلوگرم	۰/۳	- کود دامی

با استفاده از رابطه ۲ مقدار انرژی مصرفی ماشین محاسبه شد.

$$E_m = \frac{EI_m.W.T}{N} \quad (2)$$

در این رابطه؛

E_m ، انرژی ماشین (مگاژول بر رأس دام)؛ EI_m ، هم‌ارز انرژی هر واحد از وزن ماشین (مگاژول بر کیلوگرم)؛ N ، عمر اقتصادی ماشین (ساعت)؛ W ، وزن ماشین (کیلوگرم)؛ T ، ساعات استفاده از ماشین در هر دوره پرورش به ازاء هر رأس گاو (ساعت بر رأس دام) است.
انرژی الکتریسیته برای تأمین آب از چاه آبیاری از معادله (۳) محاسبه شد (واحدی و همکاران، ۱۴۰۲).

$$DE = \gamma g H Q . \varepsilon . q \quad (3)$$

که در این رابطه؛

DE ، انرژی الکتریسیته (گیگاژول بر هکتار)؛ γ ، چگالی آب (برابر ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب)؛ g ، نیروی جاذبه (۹/۸ متر بر مجذور ثانیه)؛ H ، میانگین عمق پمپاژ آب؛ Q ، نیاز ویژه آبی گیاه (مترمکعب در هکتار)؛ $q . \varepsilon$ ، بازدهی کل تبدیل انرژی آبیاری (مقدار آن ۰/۱۸ تا ۰/۲ برای چاه‌های برقی) می‌باشد.
شاخص‌های انرژی مهم در ارزیابی و آنالیز مصرف انرژی در بخش کشاورزی شامل کارایی انرژی مصرفی^۱ یا نسبت انرژی^۲، افزوده خالص انرژی^۳، بهره‌دهی انرژی^۴ و شدت انرژی^۵ از روابط ۴ الی ۷ محاسبه گردید (واحدی و یونسی الموتی، ۱۳۹۵).

$$EUE = \frac{E_{out}}{E_{in}} \quad (4)$$

$$NEG = E_{out} - E_{in} \quad (5)$$

$$EP = \frac{Y}{E_{in}} \quad (6)$$

$$SE = \frac{E_{in}}{Y} \quad (7)$$

در این روابط؛

EUE، نسبت یا کارایی مصرف انرژی؛ NEG، انرژی خالص تولید شده (مگاژول بر رأس دام)؛ EP، بهره‌وری انرژی (کیلوگرم بر مگاژول)؛ SE، انرژی ویژه (شدت انرژی) (مگاژول بر کیلوگرم)؛ E_{in} ، انرژی ورودی (مگاژول بر رأس دام)؛ E_{out} ، انرژی خروجی (مگاژول بر رأس دام) و Y ، عملکرد تولید (کیلوگرم بر رأس دام) است.

نتایج و بحث

در جدول ۳ میانگین مصرف نهاده‌ها و تولید ستانده‌ها و محتوای انرژی آنها برای هر رأس گاو در یک دوره پرورش آمده است. مقدار کل انرژی ورودی ۱۷۲۸۵۱/۷۵ مگاژول بازاء هر رأس دام محاسبه شد. بیشترین سهم انرژی نهاده‌های مصرفی را خوراک دام با ۷۲/۳۶ درصد داشت. در بین خوراک‌های عمده مصرفی گاو شیری هلشتاین، کنسانتره، یونجه، ذرت و کاه و کلش به ترتیب سهم ۴۰/۸۷، ۱۱/۲۰، ۲۰/۰۱ و ۰/۲۸ درصد از کل انرژی مصرفی داشتند. پس از خوراک دام، سوخت دیزل و الکتریسیته به ترتیب با ۱۱/۸۳ و ۴/۹۸ درصد بیشترین سهم از کل انرژی مصرفی یک رأس دام در یک دوره پرورش داشتند.

کمترین سهم انرژی مصرفی را نیروی انسانی با سهم ۰/۲۵ درصد از کل انرژی ورودی‌ها داشت. مقدار کل انرژی ستانده ۳۶۸۸۶/۴۸۲ مگاژول بازاء هر رأس دام به دست آمد که بیشترین سهم را شیر تولیدی با ۸۷/۰۲ درصد از کل انرژی ستانده داشت و سپس کود حیوانی و گوشت گوساله نر و گاو حذفی به ترتیب ۵/۷۹، ۴/۳۳ و ۲/۷۹ درصد از کل انرژی ستانده را به خود اختصاص دادند. کمترین سهم انرژی ستانده‌ها مربوط به گوشت تلیسه با ۰/۰۷ درصد بود. نتیجه به دست آمده منطقی می باشد چون کمتر دامداری تلیسه جوان خود را که آماده برای بارداری شکم اول است را حاضر به فروش و حذف از چرخه تولید می‌شود.

فتحی و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه ارزیابی و بهینه‌سازی شاخص‌های انرژی در گاو‌داری‌های صنعتی شمال خوزستان بیشترین سهم نهاده مصرفی را مربوط به خوراک دام با ۶۵/۴ درصد بیان کردند و الکتریسیته و سوخت دیزل به ترتیب با سهم ۲۷/۲ و ۳/۱ درصد از کل انرژی ورودی در مرتبه بعد قرار داشتند. دلیل سهم بالای الکتریسیته نسبت به سوخت دیزل در گاو‌داری‌های صنعتی شمال خوزستان، گرمای هوا و استفاده بیشتر از فن در تابستان برای تهویه سالن‌های پرورش و سرمایش سالن‌های شیردوشی و همچنین نیاز به سوخت کمتر برای گرمایش در زمستان بود.

جدول ۳ - مقدار مصرف یا تولید و محتوای انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها بازای یک رأس دام

در سال

نهادها	واحد	مقدار	محتوای انرژی (مگاژول بر واحد)	درصد د(%)	سهم
نیروی انسانی	ساعت	۵۲/ ۲۲۱	۴۳۴/۱۸	۰/۲۵	
سوخت دیزل	لیتر	۳۸/ ۳۶۳	۲۰۴۵۲/۸۰	۸۳/ ۱۱	
بنزین	لیتر	۹۱/۷۷	۴۲۴۸/۹۵	۲/۴۶	
گاز طبیعی	مترمکعب	۵۴/ ۱۰۰	۴۹۷۶/۵۸	۲/۸۸	
ماشین و تجهیزات	ساعت	۵۱/۳۸	۳۲۷۲/۹۱	۱/۸۹	
الکتریسیته	کیلو وات ساعت	۸۹/ ۷۲۱	۸۶۱۲/۲۰	۴/۹۸	
ساختمان	متر مربع در سال	۳۷/۸۰	۵۷۸۲/۷۹	۳/۳۵	
خوراک	کیلوگرم	۴۸/ ۱۲۵۰۷۱/۱۵		۳۶/ ۱۲۵۰۷۱/۱۵	

۷۲		۱۱۷۴۳		
/۲۰	۱۹۳۶۵/۸۳	/۶۸	کیلوگرم	یونجه
۱۱		۱۲۲۵		
/۰۱	۳۴۵۸۸/۳۸	/۵۵	کیلوگرم	ذرت
۲۰		۴۳۲۳		
/۸۷	۷۰۶۳۶/۲۵	/۲۸	کیلوگرم	کنسانتره
۴۰		۶۱۴۲		
۰/۲۸	۴۸۰/۶۹	۵۱/۹۷	کیلوگرم	کاه گندم
		۱۷۲۸۵۱/۷۵		کل انرژی ورودی
				ستانده ها
/۰۲	۳۲۰۹۸/۶۴	/۰۴	کیلوگرم	شیر
۸۷		۹۱۷۱		
۲/۷۹	۱۰۲۹/۵۰	/۶۶	کیلوگرم	گوشت گاو
		۱۱۱		
۴/۳۳	۱۵۹۶/۶۶	/۶۴	کیلوگرم	گوشت گوساله
		۲۴۵		

گوشت تلیسه	کیلوگرم	۴/۲۳	۲۷/۴۹	۰/۰۷
کود حیوانی	کیلوگرم	۷۱۱۳	۲۱۳۴/۱۸	۵/۷۹
کل انرژی ستانده		۳۶۸۸۶/۴۸		

جدول ۴ شاخص‌های مصرف انرژی را در گاو‌داری‌های شیری استان تهران نشان می‌دهد. کارایی مصرف انرژی ۰/۲۱ تعیین شد. خالص انرژی ۱۳۵۹۶۵/۲۷ مگاژول بر هر رأس دام محاسبه شد و منفی بود زیرا کل انرژی ستانده برای هر رأس دام در یک دوره پرورش کمتر از کل انرژی نهاده‌های مصرفی بود. بهره‌وری انرژی و شدت انرژی به ترتیب ۰/۰۶۷ کیلوگرم بر مگاژول و ۱۴/۹۴ مگاژول بر کیلوگرم تعیین گردید. فتحی و همکاران (۱۴۰۲) نیز در تحقیق خود کارایی انرژی را ۰/۹۵ و خالص مصرف انرژی را در گاو‌داری‌های صنعتی شمال خوزستان منفی گزارش نمودند. کارایی مصرف انرژی واحدهای پرورش گاو شیری در بررسی استان اصفهان ۱/۰۲ بیان شد و دلیل تفاوت نتایج با بررسی حاضر این است که در آن مطالعه میزان انرژی مصرفی ساختمان، بنزین و گاز طبیعی در نظر گرفته نشده است (نبی‌پور افروز و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۴ - شاخص‌های مصرف انرژی در پرورش گاو شیری

شاخص	واحد	مقدار
کارایی مصرف انرژی	-	۰/۲۱
خالص انرژی	مگاژول بر هر رأس دام	۱۳۵۹۶۵/۲۷ -
بهره‌وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	۰/۰۶۷
شدت انرژی	مگاژول بر کیلوگرم	۱۴/۹۴

جدول ۵ آماره‌های شاخص‌های انرژی را نشان می‌دهد. کمترین کارایی مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی مربوط به گاو‌داری شماره ۱۵ به ترتیب با مقدار ۰/۰۸۶ و ۰/۰۳۳ کیلوگرم بر مگاژول و بیشترین کارایی مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی برای گاو‌داری شماره ۱۷ به ترتیب با مقدار ۰/۳۸۶ و ۰/۱۸۲ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد. کمترین شاخص شدت انرژی برای گاو‌داری شماره ۱۷ با مقدار ۵/۴۹ مگاژول بر کیلوگرم و بیشترین شاخص شدت انرژی برای گاو‌داری شماره ۱۵ با مقدار ۳۰/۱۲۴ مگاژول بر کیلوگرم تعیین شد. بیشترین میزان خالص انرژی مصرفی برای گاو‌داری شماره ۱ با مقدار ۰/۱۱۴ مگاژول بر هر رأس دام تعیین گردید و تنها گاو‌داری بود که خالص انرژی مصرفی آن مثبت بود، که به دلیل فعالیت در مقیاس بسیار کوچک و مصرف بسیار محدود نهاده‌های تولیدی بود. کمترین خالص انرژی مصرفی برای گاو‌داری شماره ۱۵ با مقدار ۲۴۲۵۵۰/۴۰- مگاژول بر هر رأس دام تعیین گردید.

جدول ۵- شاخص‌های آماری شاخص‌های انرژی در واحدهای مورد مطالعه

میانگین	بهره‌وری انرژی		خالص انرژی		شدت انرژی
	کارایی مصرف				
	انرژی				
	(کیلوگرم بر مگاژول)	(مگاژول بر هر رأس دام)	(مگاژول بر کیلوگرم)	(مگاژول بر هر رأس دام)	(مگاژول بر کیلوگرم)
۱۴/۹۴	۰/۰۶۷	۱۳۵۹۶۵/۲۷-	۱۴/۹۴		
۳۰/۱۲	۰/۱۸۲	۰/۱۱۴	۳۰/۱۲		
۵/۴۹	۰/۰۳۳	۲۴۲۵۵۰/۴۰-	۵/۴۹		
۵/۴۲	۰/۰۳۴	۴۵۵۷۳/۴۹	۵/۴۲		
معیار	۰/۰۷۰				

نتیجه گیری

میانگین انرژی مصرفی و ستانده در گاوداری‌های شیری استان تهران به ترتیب ۱۷۲۸۵۱/۷۵ و ۳۶۸۶۶/۴۸ مگاژول برای هر رأس دام محاسبه شد. در بین نهاده‌های مصرفی، بیشترین سهم انرژی را خوراک دام با ۷۲/۳۶ درصد داشت لذا برای ارتقاء شاخص‌های انرژی در پرورش گاو شیری بیشترین مدیریت بهینه‌سازی مصرف را می‌بایست در حوزه مصرف خوراک دام انجام داد. نتایج تحقیق نشان داد واحدهای دامداری با ظرفیت ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ رأس کمینه مصرف حامل‌های انرژی و بیشینه ستانده را دارا هستند لذا فعالیت واحدهای پرورش گاو شیری در این بازه ظرفیتی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری و مساعدت موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و معاونت تولیدات علوم دامی وزارت جهاد کشاورزی در اجرا طرح پژوهشی "بررسی کارایی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و آب، ارزیابی اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی در واحدهای پرورش گاو شیری صنعتی" و تامین منابع مالی آن سپاسگزاری می‌گردد.

پاورقی

¹ -Energy use efficiency (EUE)

² - Energy Ratio (ER)

³ - Net Energy Gain (NEG)

⁴ - Energy Productivity (EP)

⁵ - Specific energy (SE)

منابع

- بی‌نام. (۱۴۰۱). آمارنامه کشاورزی (جلد دوم). وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- فتحی، ر.، قاسمی نژاد رائینی، م. و حسام پور، ر. (۱۴۰۲). ارزیابی و بهینه‌سازی شاخص‌های انرژی و زیست‌محیطی با استفاده از ارزیابی چرخه حیات و تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی: گاوداری‌های صنعتی شمال خوزستان). نشریه ماشین‌های کشاورزی، جلد ۳۱، شماره ۴.
- مولایی، م. و ثانی، ف. (۱۳۹۶). ارزیابی تاثیر آلاینده‌های زیست‌محیطی بر کارایی فنی گاوداری‌های شیری شهرستان سراب به روش تحلیل مرز تصادفی. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۴۸(۱): ۳۵-۴۲.
- نبی‌پور افروز، ح.، عابدی فیروزجایی، ر. و لقمانپور زرینی، ر. (۱۳۹۵). محاسبه شاخص‌های مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در سالن‌های پرورش گاو شیری (مطالعه موردی: استان اصفهان). اولین همایش ملی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، کرمان، ص ۱۰۷.
- واحدی، ع. و یونسی الموتی، م. (۱۳۹۵). اندازه‌گیری شاخص‌های انرژی تولید مرغ گوشتی استان البرز. تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی، ۱۷(۶۷): ۵۴-۴۱. doi: 10.22092/erams.2017.112999.

- واحدی، ع.، یونسی الموتی، م.، حیدری سلطان آبادی، م. و ظریف نشاط، س. ۱۴۰۲. بررسی الگوی مصرف انرژی و بهره‌وری آب در واحدهای پرورش گاو شیری به منظور ارائه راهکارهای بهینه‌سازی کارایی انرژی به روش تحلیل پوششی داده‌ها. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گزارش نهایی با شماره ثبت ۶۴۶۲۸.
- Burhan, O., Akcaoz, H. & Cemal. F. (2004). Energy input–output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, 29, 39–51.
- Wiley Eastern, 428 pages. Cochran, William. G. (1997). *Sampling Techniques*. Third Edition.
- Demirci, V., Binici, T. & Zulauf, C.R. (2010). Assessing pure technical efficiency of dairy farms in Turkey. *Agricultural Economics*, 56, 141-148.
- Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H., & Gunduz, O. (2007). Energy use and economic analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy*, 32, 35-41.
- Frorip, J., Kokin, E., Praks, J., Poikalainen, V., Ruus, A., Veermäe, I., Lepasalu, L., Schäfer, W., Mikkola, H., & Ahokas, J. (2012). Energy consumption in animal production – case farm study. *Agronomy Research, Biosystem Engineering: Special Issue*, 1, 39-48.
- Ghasemi Mobtaker, H., Mohammadi, A., Rafiee, S., Keyhani, A. & Akram, A. (2010). Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 137, 367–372.
- Gaillard, G., Crettaz, P., & Hausheer, J. (1997). Umweltinventar der landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau. FAT 46 Schri; enreihe der Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft; und Landtechnik CH-8356 Tänikon TG.
- Heidari, M. D., Omid, M. & Akram, A. (2011). Energy efficiency and econometric analysis of broiler production farms. *Energy*, 36, 6536-6541.
- Kitani, O. (1999). CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Energy and Biomass Engineering. Vol. 5. ASAE publication, St Joseph
- Kraatz, S. (2012). Energy intensity in livestock operations – Modeling of dairy farming systems in Germany. *Agricultural Systems*, 110, 90–106.
- Meul, M., Nevens, F., Reheul, D., & Hofman, G. (2007). Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agriculture Ecosystems and Environment*, (119) 1, 135-144.
- Ozkan B, Akcaoz H. & Fert C. (2004). Energy input output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, (29)1: 39–51.
- Pishgar, S. H., Keyhani, A., Rafiee, S., & Sefeedpari, P. (2011). Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. *Energy*, 36, 3335-3341.
- Sainz, R.D. (2003). Livestock-environment initiative fossil fuels component: Framework for calculating fossil fuel use in livestock systems. Retrieved from www.fao.org.
- Tabatabaeefar, A., Emamzadeh, H. Ghasemi Varnamkhasti, M. Rahimizadeh R., & Karimi, M. (2009). Comparison of energy of tillage systems in wheat production. *Energy*, 34, 41–45.
- Tsatsarelis, C.A. & Koundouras, D.S. (1994). Energetics of baled alfalfa hay production in northern Greece. *Agriculture Ecosystems and Environment*, (49) 2, 123–130.
- Yilmaz, I., Akcaoz, H., & Ozkan, B. (2005). An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. *Renewable Energy*, 30, 145-155.

