تعیین تبادلات انرژی و آلاینده‌های زیست محیطی در باغات سیب-مطالعه موردی: شهرستان اشنویه

سیده پروین حسینی[۱]، زینب رمدانی[*۲]، انور خرم[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه رازی؛ pari.hs75@gmail.com
[۲]دکتری مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه رازی؛zeynab.ramedani@gmail.com
[۳]دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، داتشگاه رازی؛ khorram.anvar@yahoo.com

چکیده

هدف از این تحقیق تعیین میزان مصرف انرژی ورودی و خروجی در تولید سیب درختی در شهرستان اشنویه در استان آذربایجان غربی می‌باشد. اطلاعات تولید این محصول از طریق مصاحبه رو در رو با ۲۸ باغدار با استفاده از نمونه‌برداری تصادفی جمع آوری گشت. کل مصرف انرژی برای تولید این محصول برابر ۷۷۱۲۰/۳۳ MJ ha^{-1} تعیین شد. شاخص‌های انرژی شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و انرژی خالص بدست آمدند. مقدار شدت انرژی ۰/۶۱ MJ kg^{-1} محاسبه شد. میزان انتشار گاز CO_2 در باغ ۵۶۹/۲۵ کیلوگرم در هر هکتار تخمین زده شد.

کلمات کلیدی: انرژی ورودی؛ شدت انرژی؛ انتشار CO_2

Determination of energy exchanges and environmental pollutants in apple orchards. Case study: Oshnavieh county

Seyede Parvin Hosseini[1], Zeynab Ramedani[2*], Anvar Khorram[3]
[1]Student in agricultural mechanization engineering, pari.ha75@gmail.com
[2]Ph.D. in agricultural mechanization engineering, zeynab.ramedani@gmail.com
[3]Student in agricultural mechanization engineering, khorram.anvar@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this research is determining input and output energy consumption for apple production in Oshnavieh county of west Azarbaijan. The data used in this study were obtained from 28 apple orchards using a face-to-face questionnaire base of random sampling method. Total energy consumption for production this fruit was determined 77120.32 MJ ha^{-1}. Energy forms contained energy ratio, energy productivity, energy intensity and net energy were consumed. The value of energy intensity was estimated as 0.61 MJ kg^{-1}. Amount of emitted CO_2 was determined 569.25 kg ha^{-1}.

Keywords: Input energy; Energy intensity; CO_2 emission

۱- مقدمه

امروزه انرژی نه فقط به عنوان جزئی مهم در توسعه جوامع قرار گرفته، بلکه به‌عنوان یک رکن اساسی برای دستیابی به توسعه و شکوفایی یک کشور مطرح شده است، به‌طوری‌که امروزه انرژی یکی از داده‌های مهم و حیاتی در زندگی افراد و تقریبا تمام فعالیت‌های تولیدی و مصرفی در بخش‌های مختلف اقتصادی می‌باشد (Mehrabadi, 2010). کشاورزی جدید با هدف رسیدن به امنیت غذایی مستلزم استفاده از ارقام پر محصول، سموم دفع آفات نباتی، کودهای شیمیایی می باشد که اجرای این استراتژی مستلزم صرف هزینه های انرژی می‌باشد. حال این سوال مطرح است که آیا افزایش استفاده از انرژی در بهره‌وری کشاورزی، امنیت غذایی و تاثیرات زیست‌محیطی به یک اندازه اثر گذاشته است؟ (Anone, 2018). اولین گام در جواب به این سوال تعیین و بررسی نهاده‌های انرژی بر در تولیدات کشاورزی است. افزایش بهره‌وری در کشاورزی موجب راه رسیدن به توسعه پایدار در

*زینب رمدانی، دانشکده کشاورزی سنقر، دانشگاه رازی، کرمانشاه. Tel:+ 98834843466 Email: zeynab.ramedani@gmail.com

بخش کشاورزی است.

یکی از مصارف غذایی ارزشمند انسان میوه است که با توجه به جمعیت کشور، باغداران ایرانی از تمام امکانات موجود جهت افزایش عملکرد استفاده می‌کنند. محصول سیب با تولید ۳/۴ میلیون تن در سال در جایگاه دوم از لحاظ میزان تولید در بین محصولات باغی است (Anon, 2016). بنابراین توجه ویژه ای به مصارف انرژی در تولید این محصول نیاز است. مطالعات گسترده ای در زمینه بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی در تولید میوه صورت گرفته است از جمله تولید گردو (Baneian et al., 2010; Baran et al., 2017)، هلو و گیلاس (Aydin and Akturk, 2018; Rafiee et al., 2010)، سیب و انگور (Rajabi Hamedani et al., 2011) که حاکی از توجه محققان به تعیین مقدار مصرف انرژی می‌باشد.

هدف از انجام این تحقیق بررسی نهاده‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی، تعیین میزان کل مصرف انرژی و سهم هر یک از نهاده‌ها در آن، میزان انرژی بدست آمده از محصول سیب به همراه تعیین میزان گاز CO_2 در شهرستان اشتویه واقع در استان آذربایجان غربی می‌باشد.

۲- بخش مواد و روش‌ها

این مطالعه در شهرستان اشنویه در استان آذربایجان غربی انجام شده است. شهرستان اشنویه در عرض جغرافیایی ۳۷/۰۴، طول جغرافیایی ۴۵/۱۰ و ارتفاع ۱۴۵۴ متری از سطح دریا قرار دارد (Anon, 2018). استان آذربایجان غربی ۲۷/۰۹ درصد کل سطح زیر کشت بارور سیب و ۲۹/۷۹ درصد کل تولیدسیب کشور را (مقام اول) به خود اختصاص داده است (Anon, 2016). اطلاعات این تحقیق با پرسش و پاسخ مستقیم از ۲۸ کشاورز در اردیبهشت سال ۱۳۹۷ جمع آوری گشت که مربوط به سال زراعی ۹۶-۹۵ می‌باشند. حجم نمونه با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی بدست آمد. بدین منظور از فرمول (۱) برای تعیین حجم نمونه استفاده شد (Yamneh, 1967).

$$n = \frac{N(S \times t)^2}{(N-1)d^2 + (S \times t)^2} \quad (۱)$$

که در آن"n" حجم نمونه، "N" حجم جامعه، "s" انحراف معیار جامعه، "d" خطای قابل قبول (خطای مجاز ۵٪) و "t" مقدار t در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشد.

نهاده‌های مختلف استفاده شده در باغات سیب مورد بررسی قرار گرفتند. این نهاده‌ها شامل: نیروی انسانی مرد، ماشین‌های کشاورزی، سوخت، کود شیمیایی، سموم شیمیایی و الکتریسیته می‌باشند. شاخصی به‌نام تراز انرژی (جدول(۱)) وجود دارد که بیانگر میزان گرمای نهان تبخیر بالای موجود در عناصر و مواد مختلف است. با تعیین مقدار مصرف شده هر نهاده در هکتار و ضرب نمودن آن در تراز انرژی، میزان انرژی وارد شده به باغ قابل محاسبه است. میزان انرژی ستانده (محصول خروجی) نیز به‌همین صورت انجام می‌پذیرد.

منظور از محاسبه انرژی ماشینی، میزان انرژی لازم جهت ساخت آن‌ها در کارخانه می‌باشد. رابطه (۲) جهت محاسبه انرژی ماشین ارائه شده است (Ramedani, 2013). بدین جهت باید جرم ادوات (M) به kg را در تراز انرژی (E) با واحد $MJ\ kg^{-1}$ و ساعات استفاده از ماشین در هکتار ضرب کرده (t) و در نهایت بر عمر مفید ماشین (T) بر حسب ساعت تقسیم نمود.

$$Em = \frac{M.E.t}{T} \quad (۲)$$

برخی از محققان، نیروی انسانی را جزو نهاده‌های انرژی‌بر نمی‌دانند، زیرا که انسان در هر حالت در حال مصرف انرژی است و همچنین منظور از بررسی تبادل انرژی، بررسی نهاده‌هایی است که جهت تولید آن‌ها از سوخت‌های فسیلی و انرژی‌های غیرتجدید پذیر استفاده می‌گردد (Maysami, 2013). در این صورت می‌توان تنها ساعات کارگرد انسان در واحد سطح را ارائه نمود.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

Table 1- Energy equivalents of inputs and output in agricultural production.

جدول ۱- محتوی انرژی نهاده‌ها و ستانده در تولید سیب درختی

A. Input	Unit	Energy equivalent (MJ unit^{-1})	References
1.Human	h	1.96	
2.Machinery	kg		
(a)Tractors and self-propelled machines		9-10	(Kitanee, 1999)
(b)Stationary equipment		8-10	(Kitanee, 1999)
(c)Agricultural machinery and implements		6-8	(Kitanee, 1999)
3.Chemical Fertilizers	kg		
4.Fuel	L	47.8	(Kitanee, 1999)
(a)Nitrogen		78.1	(Kitanee, 1999)
(b)Phosphate		17.4	(Kitanee, 1999)
(c)Potassium		13.7	(Kitanee, 1999)
5.Chemical	kg		
(a)Insecticide		101.2	(Erdal et al., 2007)
(b)Fungicide		216	(Erdal et al., 2007)
6.Electricity	kWh	11.93	(Nassiri and singh, 2005)
B. Output	kg		
Apple		2.4	(Strapatsa and Nanos, 2006)

جهت مقایسه تبادل انرژی بین محصولات مختلف و یا حتی یک محصول در مناطق مختلف از چهار شاخص مهم شامل شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی و انرژی خالص استفاده می‌گردد (Ramedani, 2013). درمیان این شاخص ها شدت انرژی از اهمیت بیشتری برخوردار است. این شاخص میزان انرژی مصرف شده برای تولید یک کیلوگرم از محصول را بیان می نماید.

(۳) نسبت انرژی (MJ ha^{-1}) = انرژی خروجی (MJ ha^{-1})/انرژی ورودی (MJ ha^{-1})

(۴) افزوده خالص انرژی (MJ ha^{-1}) = انرژی خروجی (MJ ha^{-1})-انرژی ورودی (MJ ha^{-1})

(۵) شدت انرژی (MJ ha^{-1}) = عملکرد محصول (kg)/انرژی ورودی (MJ ha^{-1})

(۶) بهره‌وری انرژی (kg) = عملکرد محصول (kg)/انرژی ورودی (MJ ha^{-1})

جهت تکمیل اطلاعات مربوط به تعیین میزان آلاینده‌های منتشره به جو، جدول (۲) ارائه شده است. برای محاسبه میزان CO_2 آزاد شده به جو، مقدارِ نهاده‌های مصرفی هر محصول زراعی در ضریب CO_2 مربوط به خود ضرب می‌گردد.

جدول۲- ضرایب گازهای گلخانه‌ای برای نهاده‌های مختلف

GHG equivalent for various inputs

Input	**Unit**	**GHG equivalent (kg $CO_{2eq.}$/unit)**	**References**
1.Machinery	GJ	71	(Dyer and Desjardins, 2006)
2.Fossil fuel	L	2.76	(Dyer and Desjardins, 2003)
3.Chemical fertilizer	Kg		
(a)Nitrogen	Kg	1.3	(Lal, 2004)
(b)Phosphate	Kg	0.2	(Lal, 2004)
(c)Potassium	Kg	0.15	(Lal, 2004)
4.Chemical			
(a)Insecticide	Kg	5.1	(Lal, 2004)
(b)Fungicide	Kg	3.9	(Lal, 2004)
5.Electricity	Kwh	0.608	(Khodi and mousavi, 2009)

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

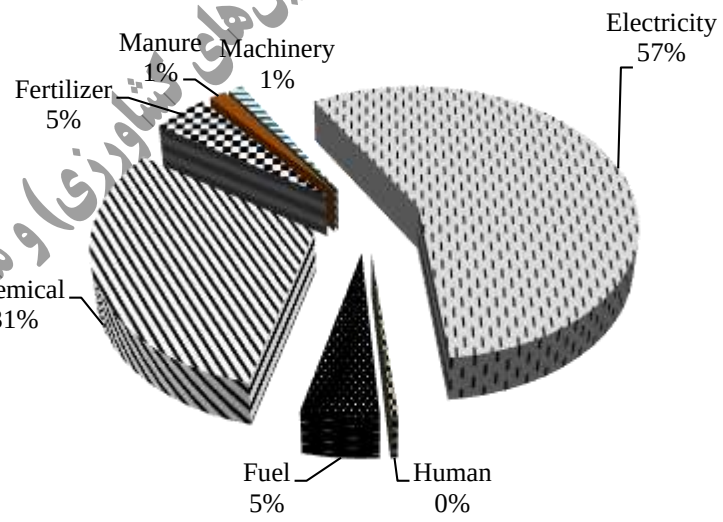
۳- نتایج و بحث

در جدول (۳) انرژی مصرف شده هر نهاده در هکتار نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، بیشترین مصرف انرژی مربوط به نهاده الکتریسیته است که تقریباً ۵۷٪ از کل انرژی ورودی به باغ را به خود اختصاص داده است. سموم شیمیایی و بالاخص قارچ‌کش ها نیز ۳۰٪ از کل انرژی را به خود اختصاص دادند که از این لحاظ در جایگاه دوم قرار گرفته‌اند. سهم انرژی انسان تنها ۰/۴۵٪ بوده است که معادل ۸۹/۶۲ ساعت کار در هر هکتار بوده است. نمودار (۱) متوسط سهم هر کدام از نهاده ها در انرژی ورودی به مزرعه را نشان می دهد.

Table 3- Energy use pattern in apple production

جدول ۳- الگوی مصرف انرژی در تولید سیب درختی

Input/output (unit)	Quantity per unit area (ha)	Total energy equivalent (MJ ha^{-1})	%
A. Input			
1.Human	45.72	89.62	0.45
2.Machinery	1.78	235.95	1.19
3.Fuel	20.71	990.14	5.02
4.Chemical Fertilizers		913.37	4.63
(a)Nitrogen	5.25	347.23	
(b)Phosphate	17.5	348.43	
(c)Potassium	31.25	217.7	
5.Chemical		6020.21	30.55
(a)Insecticide	4.60	465.92	
(b)Fungicide	25.71	5554.28	
6.Manure	935.71	280.71	1.42
7.Electricity	936.27	11169.74	56.69
Total		19699.76	
B. Output			
Apple	77120.32	32133.46	



شکل ۱-سهم نهاده‌های مختلف از کل مصرف انرژی در تولید سیب درختی در ایران

Figure 1-The share of energy inputs for apple production in Iran.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

Table 4- Energy forms in soybean production.

جدول ۴- شاخص های انرژی در تولید سیب

Items	Unit	Value
Energy Ratio	MJ kg^{-1}/MJ kg^{-1}	3.92
Energy Intensity	MJ kg^{-1}	0.61
Energy Productivity	Kg MJ^{-1}	1.63
Net Energy	MJ	57452.87

در مطالعه دیگری که در باغ‌های سیب شهرستان دماوند انجام شد، کل مصرف انرژی ۴۲۸۱۹ MJ ha^{-1} تخمین زده شد. بیشترین نهاده مصرف کننده انرژی نیز سوخت فسیلی با ۲۱٪ سهم معرفی گردید. در این مطالعه شاخص شدت انرژی ۲,۰۶ محاسبه گردید (Rafiee et al., 2010). در مطالعه دیگری در ارومیه، کل مصرف انرژی در مزرعه، حمل به سردخانه و بسته‌بندی ۱۰۱۵۰۵ MJ ha^{-1} تخمین رده شد که ۵۷٪ این مقدار مربوط به انرژی صرف شده برای بسته‌بندی محصول بوده است. میزان شدت انرژی نیز ۳/۳۳ MJ kg^{-1} محاسبه شد (Fadaevi et al., 2010).

جدول (۵) میزان CO_2 منتشره در هر هکتار باغ سیب را بر حسب kg نشان می‌دهد. تولید سیب در هر هکتار از باغ‌های شهرستان اشنویه، سالانه موجب تولید ۱۰۳۵/۳۲ کیلوگرم گاز CO_2 می‌گردد. الکتریسیته با دارا بودن 73٪ سهم، بزرگترین عامل تولید گازهای گلخانه‌ای هستند. کودهای و سموم شیمیایی در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند. سموم حشره‌کش و قارچ کش سموم مورد استفاده در باغات سیب بوده، که قارچ‌کش‌ها عامل تاثیرگذارتری در تولید گاز CO_2 بوده‌اند.

Table 5- Amount of emitted CO_2 in apple orchards (kg ha^{-1})

جدول ۵- میزان CO_2 منتشره در باغ‌های سیب (kg ha^{-1})

Input	Machinery	Fuel	Fertilizer			Chemical		Electricity	Total
			Nitroger	Phosphate	Potassium	Insecticide	Fungicide		
CO_2(kg ha^{-1})	14.45	57.17	6.82	3.50	4.68	23.48	100.28	569.25	569.25

۴- نتیجه‌گیری

تبادلات انرژی در باغ‌های سیب شهرستان اشنویه نشان می‌دهد که الکتریسیته بیشترین نهاده‌های انرژی بر می‌باشد. میزان افزوده خالص انرژی در این بررسی ۵۷۴۵۲/۸۷ مگاژول در هر هکتار برآورد شد که این به علت عملکرد بالای باغات میوه می‌باشد. همچنین این نهاده بیشتر از نیمی از گاز دی‌اکسیدکربن منتشره به جو را تولید کرده است. همچنین قارچ‌کش‌ها نسبت به حشره کش‌ها چهار برابر در انشار گاز گلخانه‌ای CO_2 نقش داشتند.

۵- تقدیر و تشکر

در پایان از حمایت دانشگاه رازی، دانشکده کشاورزی سنقر و مدیریت محترم جهاد کشاورزی شهرستان اشنویه سپاسگزاری می‌گردد.

۶- مراجع

Anonymous. (2005). *Detailed results of Agricultural Census west Azarbaijan Province*. Statistical Center of Iran. Publishing and Information Office (In Persian).
Anonymous. (2016). *Agricultural statistics - agricultural and horticultural products*. Ministry of Jihad-e-Agriculture: http://www.maj.ir, (In persian).
Anonymous. (2018). *International food policy research institute*. https://www.ifpri.org.
Anonymous.(2018). http://latitude.to.
Aydin, B., Akturk, D. (2018). *Energy Use Efficiency and Economic Analysis of Peach and Cherry Production Regarding Good Agricultural Practices in Turkey: A Case Study in Çanakkale Province*. Energy, DOI:10.1016/j.energy.2018.06.087, In press.

Banaeian, N., Zangeneh, M., Omid, M. (2010). *Energy use efficiency for walnut producers using Data Envelopment Analysis (DEA)*, Australian Journal of crop science, 4(5):359-362.
Baran, M.,· gan, O., guz., H. (2017). *Determining the Energy Usage Efficiency of Walnut (Juglans Regia L.) Cultivation in Turkey*. Erwerbs-Obstbau, 59:77–82.
Dyer JA, Desjardins RL. (2003). *Simulated farm fieldwork, energy consumption and related greenhouse gas emissions in Canada*. Biosystems Engineering, 85(4):503-13.
Dyer JA, Desjardins RL. (2006). *Carbon dioxide emissions associated with the manufacturing of tractors and farm machinery in Canada*. Biosystems Engineering, 93(1):107-18.
Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., Gündüz, O. (2007). *Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey*. Energy 32, 35-41.
Fadavi, R., Keyhani, A., Mohtasebi, S.S. (2010). *Examination and consumption of energy forms in apple production in west Azarbayjan, case study: Oroumieh county*. 06th National Conference on Agr. Machinary Engineering and Mechanization (In persian).
Khodi M, Mousavi SMJ. (2009). *Life cycle assessment of power generation technology using GHG emissions reduction approach.* In: 7th National Energy Conference;. p. A00219 (In Persian).
Kitani, O. (1999). *CIGR handbook of agricultural engineering*, Volume 5: Energy and biomass engineering. ASAE Publications, St Joseph, MI.
Lal R. (2004). *Carbon emission from farm operations.* Environment International, 30(7):981-90.
Maysami M.A. *Energy Efficiency in Dairy Cattle Farming and related Feed Production in Iran. Ph.D. thesis in agriculture*. Faculty of Agriculture and Horticulture at Humboldt-University of Berlin, 2013.
Mehrabi, H., Esmaeili, A. (2011). *Examination and determination ofinput-output energy in the agriculture sector*. Agricultural economics and development (74), (In persian).
Nassiri, S.M., singh, S. (2009). *Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique*. Applied Energy; 86: 1320–1325.
Rafiee, Sh., Mousavi Avval, S.H., Mohammadi, A. (2010). *Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran*. Energy, 35, 3301-3306.
Rajabi Hamedani, S., Keyhani, A., Alimardani, R. (2011). *Energy use patterns and econometric models of grape production in Hamadan province of Iran*, Energy 36(11): 1-7.
Ramedani, Z., Rafiee, Sh., Heidari D. (2011). *An investigation on energy consumption and sensitivity analysis of soybean production farms*, Energy, 36, 6340-6344.
Strapatsa AV, Nanos GD, Tsatsarelis CA. (2006). *Energy flow for integrated apple production in Greece*. Agric Ecosyst Environ, 116:176-80.
Yamane T. (1967). *Elementary Sampling Theory*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall Inc.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران