

ارزیابی مصرف انرژی و تحلیل اقتصادسنجی در تولید خیار گلخانه‌ای

(مطالعه موردی: شهرستان جیرفت)

Evaluation of energy consumption and econometric analysis in greenhouse cucumber production (Case study: Jiroft province)

فاخر کردونی^۱، ندا سعیدی گراغانی^۲، امین فتحی^{۳*}

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

*نویسنده مسوول مکاتبات: amin_agronomist@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۱۱

چکیده

تحقیق حاضر به منظور بررسی شاخص‌های انرژی و نیز تحلیل اقتصادسنجی در تولید خیار گلخانه‌ای در شهرستان جیرفت انجام گرفت. بدین منظور از بین گلخانه‌داران این شهرستان، ۳۱ گلخانه به‌طور تصادفی انتخاب و جمع‌آوری داده‌ها از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری انجام شد. با توجه به نتایج، کل انرژی ورودی در تولید خیار گلخانه‌ای ۱۴۶/۹۵ گیگاژول در هکتار بود که سوخت با ۴۶/۸ درصد، کود شیمیایی با ۲۰/۵۲ درصد و الکتریسیته با ۱۸/۷۱ درصد بیش‌ترین سهم را از کل انرژی ورودی داشتند. همچنین کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی خالص در تولید خیار نیز به ترتیب ۰/۵۸، ۰/۷۲ کیلوگرم بر مگاژول و ۶۲/۲- گیگاژول در هکتار محاسبه شد. همچنین سهم انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از کل انرژی ورودی به ترتیب ۹۳/۹ و ۶ درصد بودند. نتایج رگرسیونی نشان داد تمام نهاده‌های موثر تولید به‌جز سوخت و کود شیمیایی بر عملکرد تاثیر معنی‌داری داشت. در بین نهاده‌های تولید نیروی انسانی بیش‌ترین تاثیر را در بین نهاده‌ها بر عملکرد داشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده، مدیریت منابع سوخت و مصرف بهینه کودهای شیمیایی، می‌توان کارایی و بهره‌وری انرژی در تولیدات گلخانه‌ای خیار در شهرستان جیرفت را افزایش داد.

واژگان کلیدی: بهره‌وری انرژی، سوخت، عملکرد، نیروی انسانی، نهاده.

مقدمه

خیار با نام علمی (*Cucumis sativus* L.)، گیاهی یک‌ساله و نیمه گرمسیری است که مصرف تازه خوری آن در طول سال بر اهمیت تولید آن می‌افزاید (نعمتی و همکاران، ۱۳۹۰). سطح زیر کشت خیار گلخانه‌ای در استان کرمان ۱۳۰۰ هکتار و میزان تولید آن ۲۹۰ هزار تن است که شهرستان جیرفت سهم قابل توجهی از نظر تولید به خود اختصاص داد (بی‌نام، ۱۳۹۲). مصرف انرژی در بخش کشاورزی از موضوعات مهم در دهه‌های اخیر است. با توجه به این‌که بخش کشاورزی از طرفی با محدودیت منابع تولید روبرو است و از سوی دیگر تامین‌کننده امنیت غذایی جمعیت در حال رشد می‌باشد، باید تعادل و توازن بین جریان برداشت و بهره‌وری از منابع تولید محصولات کشاورزی ایجاد شود (بهشتی‌تبار، ۱۳۸۷). بنابراین سیستم‌های کشاورزی که بتوانند با کم‌ترین میزان مصرف انرژی، بیش‌ترین مقدار تولید را داشته باشند، در آینده پایدار و موفق خواهند بود.

اما یافتن روش‌های تولید محصولات کشاورزی همراه با بهره‌وری بالای انرژی از جمله اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. تولیدات کشاورزی در کشور شدیداً وابسته به مصرف منابع تجدیدناپذیر از جمله سوخت‌های فسیلی است به طوری که اثرات مصرف این منابع در فعالیت‌های کشاورزی بر محیط زیست به یکی از نگرانی‌های امروز کشور تبدیل شده است. یکی از مهم‌ترین اهداف برای کاهش مصرف نهاده‌های تجدیدناپذیر جهت بهبود کارایی منابع در تولیدات کشاورزی، کمینه‌سازی انرژی است (کردونی، ۱۳۹۰).

محاسبه انرژی در بخش کشاورزی نسبت به بخش صنعت به علت وجود عوامل‌های زیاد در تولید محصولات، مشکل‌تر است (Yaldiz *et al.*, 1993). مطالعاتی در رابطه با کمی‌سازی مصرف انرژی در محصولات مختلف صورت گرفت. محمدی و امید (Mohammadi and Omid, 2010) به بررسی مصرف انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای استان تهران پرداختند با توجه به نتایج، کل انرژی ورودی و خروجی آن به ترتیب ۱۴۶/۸۳ و ۹۵/۸ گیگاژول در

هکتار بود. هاتیرلی و همکاران (Hatirli *et al.*, 2006) گزارش دادند که میزان نسبت انرژی در تولید گوجه فرنگی گلخانه‌ای در ترکیه، ۱/۲ بود. همچنین مطالعات دیگری نیز در تولید گوجه فرنگی گلخانه‌ای استان کرمانشاه (Pashae *et al.*, 2008) و محصولات گلخانه‌ای (گوجه فرنگی، خیار، فلفل و بادمجان) در استان آنتالیا ترکیه (Canakci *et al.*, 2005) انجام شد که نتایج آن‌ها حاکی از مصرف بالای انرژی در تولید محصولات گلخانه‌ای بود. مطالعه تاکی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که نهاده سوخت با ۴۷ درصد بیش‌ترین و آب مصرفی ۱/۲ درصد کم‌ترین سهم مصرف انرژی را در تولید خیار گلخانه‌ای به خود اختصاص داد.

یکی از روش‌های نوین در کشاورزی، کشت گلخانه‌ای است (Cetin and Vardar, 2008). در این روش با مساعد نمودن محیط کشت و صرف انرژی بیش‌تر در سطح کم‌تر، تولید بیش‌تری به دست می‌آید. عیب عمده این روش به دلیل ماهیت تولید خارج از فصل، مصرف بالای انرژی می‌باشد. افزایش کارایی مصرف انرژی در کشت گلخانه‌ای یکی از مهم‌ترین مطالعات انرژی در کشاورزی بود و هرگونه موفقیت در افزایش بهره‌وری انرژی در کشت گلخانه‌ای، می‌تواند باعث استفاده بهینه از منابع با ارزش انرژی گردد. مطالعات اخیر در زمینه انرژی در کشور بیش‌تر در محصولات زراعی انجام شد و مطالعات کمی در زمینه روند مصرف انرژی محصولات گلخانه‌ای انجام گرفت. از این رو، هدف این مطالعه، بررسی مصرف نهاده‌های انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای و بررسی شاخص‌های انرژی آن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور تعیین میزان انرژی نهاده‌های مصرفی در تولید خیار گلخانه‌ای شهرستان جیرفت ابتدا کل گلخانه‌داران جیرفت که تعداد آنها ۱۳۰ گلخانه‌دار بود، مشخص شد. سپس با استفاده از رابطه (یک) حجم نمونه تعیین شد (رمضانی‌امیری و زیبایی، ۱۳۹۰).

همچنین از آمارنامه‌های وزارت جهادکشاورزی و کارشناسان جهادکشاورزی جهت تکمیل اطلاعات استفاده شد. نهاده‌های موثر در تولید محصول شامل نیروی انسانی، ماشین‌آلات، الکتروسیته، سوخت دیزل، کود و سموم شیمیایی، کود آلی، آب آبیاری و بذر می‌باشد. با توجه به مساحت گلخانه، میزان مصرف هر نهاده به هکتار تبدیل شد. با استفاده از هم ارزی انرژی نهاده‌های مختلف (جدول یک) میزان انرژی نهاده‌ها برآورد شد.

$$n = \frac{NS^2}{(N-1)D+S^2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$D = \frac{B^2}{4} \quad \text{رابطه (۲)}$$

S: واریانس عملکرد N: کل گلخانه‌داران
شهرستان جیرفت n: حجم نمونه D: خطای تخمین
B: دامنه خطا، بنابراین با استفاده از روابط فوق،
تعداد حجم نمونه انتخابی ۳۱ نمونه محاسبه شد.
اطلاعات مورد نیاز مطالعه، پس از مصاحبه و پرسش
حضوری از ۳۱ گلخانه‌دار به‌طور نمونه‌گیری تصادفی
به‌دست آمد.

جدول ۱- معادل انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها
Table 1. equal energy inputs and outputs

Input	نهاده	واحد Unit	معادل انرژی (مگاژول در هکتار) Energy equivalent (MJ unit ⁻¹)
Human labour	نیروی انسانی	ساعت (h)	1.96
Machinery	ماشین آلات	ساعت (h)	62.7
Diesel fuel	سوخت دیزل	لیتر (l)	56.31
Water for irrigation	آب آبیاری	متر مکعب (m ³)	1.02
Chemical fertilizers	کود شیمیایی		
Nitrogen	نیتروژن	کیلوگرم (kg)	60.1
Phosphate	فسفات	کیلوگرم (kg)	17.4
Potassium	پتاس	کیلوگرم (kg)	13.7
Farmyard manure	کود آلی	کیلوگرم (kg)	0.3
Pesticides	حشره کش	کیلوگرم (kg)	58
Fungicides	قارچ کش	کیلوگرم (kg)	115
Herbicides	علف کش	کیلوگرم (kg)	295
Electricity	الکتروسیته	کیلووات ساعت (kwh)	11.93
Seeds	بذر	کیلوگرم (kg)	1
Output	ستانده		
Cucumber	خیار	کیلوگرم (kg)	0.8

منبع: (Kitani, O. 1999)

ME: انرژی ماشین (مگاژول در هکتار) E: انرژی
ساخت ماشین (۶۲/۷ مگاژول در کیلوگرم) G: وزن
ماشین (کیلوگرم) T: عمر اقتصادی ماشین (ساعت).

جهت برآورد میزان انرژی ساخت و تعمیر
سالانه ماشین آلات از رابطه زیر استفاده شد
(Ozkan et al, 2007).

$$ME = E \frac{G}{T} \quad \text{رابطه (۳)}$$

نتایج و بحث

میانگین کل نهاده‌های انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای در جدول دو آمده است. بیش‌ترین انرژی ورودی مربوط به سوخت با ۶۸/۹۱ گیگاژول در هکتار و پس از آن نهاده‌های کود شیمیایی و الکتریسیته به ترتیب با ۳۰/۱۵ و ۲۷/۵ گیگاژول در هکتار بالاترین میزان انرژی ورودی را داشتند. سوخت، کود شیمیایی و الکتریسیته به ترتیب ۴۶/۸، ۲۰/۵۲ و ۱۸/۷۱ درصد از کل انرژی ورودی را به خود اختصاص داد. نتایج مشابهی توسط محمدی و امید (Mohammadi and Omid, 2010) گزارش شد. بالابودن سوخت و کود شیمیایی نشان می‌دهد که برنامه‌های مدیریتی جهت کاهش استفاده از این منابع باید در این زمینه متمرکز شود. جهت گرم نگه‌داشتن گلخانه سوخت زیادی مصرف می‌شود که می‌توان با استفاده از گازهای طبیعی یا نور خورشید مصرف آن را کاهش داد، همچنین استفاده از کودهای ارگانیک و بیولوژیک از راه‌های کاهش مصرف کود شیمیایی در گلخانه‌ها است. سموم شیمیایی نیز شش درصد از کل انرژی ورودی در تولید خیار گلخانه‌ای را به خود اختصاص داد. این میزان در تولید گوجه فرنگی گلخانه‌ای در ترکیه ۱۰ درصد گزارش شد (Hatirli et al., 2006). استفاده از کنترل بیولوژیک آفات یکی از راه‌های کاهش مصرف سموم در تولید می‌باشد. کل انرژی ورودی در تولید خیار جیرفت، ۱۴۶/۹۵ گیگاژول در هکتار بود. این میزان در خیار گلخانه‌ای در ترکیه، ۱۳۴/۷ گیگاژول در هکتار گزارش شد (Ozkan et al., 2004). کم‌ترین نهاده انرژی ورودی در تولید خیار گلخانه‌ای، بذر با ۰/۰۰۱۵ گیگاژول در هکتار بود (جدول دو). میانگین عملکرد و انرژی خروجی خیار گلخانه‌ای جیرفت، ۱۰۵۸۹۶ کیلوگرم در هکتار و ۸۴/۷ گیگاژول در هکتار به دست آمد (جدول دو). این میزان انرژی خروجی در خیار گلخانه‌ای در استان تهران ۹۵/۸۱ گیگاژول در هکتار گزارش شد (Mohammadi and Omid, 2010).

بعد از محاسبه انرژی نهاده‌های موثر در تولید خیار گلخانه‌ای، شاخص کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی و انرژی خالص برای محصول خیار از رابطه‌های زیر (چهار، پنج و شش) محاسبه شدند (GhasemiMobtaker et al, 2010).

رابطه (۴)

$$\frac{\text{مقدار ستانده (هکتار بر هکتار گرم)}}{\text{نیروی نهاده (هکتار بر هکتار)}} = \text{کارایی انرژی}$$

رابطه (۵)

$$\frac{\text{مقدار ستانده (هکتار بر هکتار گرم)}}{\text{نیروی نهاده (هکتار بر هکتار)}} = \text{بهره‌وری انرژی}$$

رابطه (۶)

انرژی نهاده - انرژی ستانده = انرژی خالص

به منظور بررسی ارتباط بین مصرف نهاده‌های انرژی و بهره‌وری در تولید محصول خیار گلخانه‌ای از تابع تولید کاب-داگلاسکه یکی از معروف‌ترین توابعی که در بیان روابط ساختاری در تولید استفاده شد (Hatirli et al, 2006). فرم ریاضی این تابع به شکل زیر می‌باشد:

$$Y=f(x) \exp (u) \quad \text{رابطه (۷)}$$

فرم خطی این تابع در این مطالعه، به صورت زیر می‌باشد:

$$\ln Y_i = \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + \alpha_7 \ln X_7 + \alpha_8 \ln X_8 + \alpha_9 \ln X_9 + e \quad \text{رابطه (۸)}$$

در معادله مذکور، عملکرد محصول تابعی از انرژی‌های نیروی انسانی (X_1)، ماشین‌آلات (X_2)، سوخت (X_3)، کود شیمیایی (X_4)، کود آلی (X_5)، سموم شیمیایی (X_6)، آب آبیاری (X_7)، الکتریسیته (X_8)، بذر (X_9) می‌باشد. جهت برآورد معادلات اقتصادسنجی (هفت-هشت) از روش حداقل مربعات معمولی با استفاده از نرم‌افزار SHAZAM 10 استفاده شد.

جدول ۲- انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید خیار گلخانه‌ای

Table 2. incoming and outgoing energy in the production of greenhouse cucumber

Input	نهاده (واحد)	مقدار (هکتار) Quantity per unit area (ha)	معادل انرژی (گیگاژول/هکتار) Energy equivalent (GJ unit ⁻¹)	درصد (%) Percentage (%)
Human labour	نیروی انسانی (h)	3692.4	7.23	4.92
Machinery	ماشین آلات (h)	41.2	2.58	1.75
Diesel fuel	سوخت (l)	1223.9	68.91	46.8
Chemical fertilizers	کود شیمیایی (kg)	972.7	30.15	20.52
Farmyard manure	کود آلی (kg)	1925.2	0.57	0.39
Chemical	سموم شیمیایی (l)	74.3	8.9	6.06
Water for irrigation	آب آبیاری (m ³)	1035.6	1.05	0.71
Electricity	الکتریسیته (kwh)	2305.9	27.5	18.71
Seeds	بذر (kg)	0.15	0.00015	0.00
Total energy input	کل انرژی ورودی		146.9	
Yield	عملکرد (kg)	105896	84.716	
Total energy output	کل انرژی خروجی		84716.9	

علامت منفی انرژی خالص نشان‌دهنده‌ی بیش‌تر بودن انرژی ورودی نسبت به انرژی خروجی و هدررفت انرژی می‌باشد. میزان انرژی مستقیم و غیرمستقیم در تولید خیار گلخانه‌ای به ترتیب ۱۰۴/۷ و ۴۲/۲ گیگاژول بر هکتار به‌دست آمد که انرژی مستقیم ۷۱/۲ درصد و انرژی غیرمستقیم ۲۸/۷ درصد از کل انرژی ورودی را به‌خود اختصاص داد. مطالعه هاتریلی و همکاران (Hatirli *et al.*, 2006) بر تولیدات گوجه گلخانه‌ای در ایالت آنتالیای ترکیه نیز بیانگر تأثیر بیش‌تر انرژی‌های غیرمستقیم در افزایش تولید است. همچنین انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید خیار گلخانه‌ای به ترتیب ۸/۸۷ و ۱۳۸/۱ گیگاژول در هکتار بود. انرژی‌های تجدیدناپذیر بیش‌ترین سهم از کل انرژی ورودی با ۹۳/۹ درصد به‌خود اختصاص داد و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر تنها شش درصد بود (جدول سه).

شاخص‌های کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی خالص و انرژی مستقیم و غیرمستقیم و نیز انرژی‌های تجدیدپذیر و غیرتجدیدپذیر در جدول سه نشان داده شد. کارایی انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای در شهرستان جیرفت، ۰/۵۸ به دست آمد. مطالعه بهشتی‌تبار و همکاران (Beheshti Tabar *et al.*, 2010) نشان داد که در بخش کشاورزی ایران، پایین‌ترین کارایی انرژی متعلق به خیار با ۰/۳۸ است از این رو، کارایی انرژی در جیرفت نسبت به میانگین کشوری بالاتر بود. بهره‌وری انرژی و انرژی خالص در تولید خیار گلخانه‌ای به ترتیب ۰/۷۲ کیلوگرم بر مگاژول و ۶۲/۲- گیگاژول در هکتار به‌دست آمد (جدول سه). بهره‌وری انرژی در خیار گلخانه‌ای شهرستان جیرفت نسبت به خیار گلخانه‌ای در شهر تهران (۰/۵۱ کیلوگرم بر مگاژول) بیش‌تر بود (Omid *et al.*, 2010).

جدول ۳- شاخص‌های انرژی در تولید خیار گلخانه‌ای جیروفت

Table 3. Indicators of energy in the production of greenhouse cucumber Jiroft

Items	شاخص	واحد (Unit)	مقدار Quantity
Energy use efficiency	کارایی مصرف انرژی	-	0.58
Energy productivity	بهره‌وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول (kg MJ ⁻¹)	0.72
Net energy	انرژی خالص	گیگاژول بر هکتار (GJ ha ⁻¹)	-62.2
Direct energy ^a	انرژی مستقیم ^a	گیگاژول بر هکتار (GJ ha ⁻¹)	(71.2)104.7 ^e
Indirect energy ^b	انرژی غیرمستقیم ^b	گیگاژول بر هکتار (GJ ha ⁻¹)	(28.7) 42.2
Renewable energy ^c	انرژی تجدیدپذیر ^c	گیگاژول بر هکتار (GJ ha ⁻¹)	(6.03) 8.87
Non-renewable energy ^d	انرژی تجدیدناپذیر ^d	گیگاژول بر هکتار (GJ ha ⁻¹)	(93.9) 138.1

^a سوخت، نیروی انسانی، آب آبیاری، الکتریسیته^b ماشین آلات، بذر، کود آلی، کود و سموم شیمیایی^c آب آبیاری، نیروی انسانی، کود آلی و بذر^d سوخت، ماشین آلات، الکتریسیته، کود و سموم شیمیایی^e اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد از کل انرژی ورودی می باشد.

درصد معنی‌دار گردید. همچنین سوخت و کود شیمیایی تأثیری بر عملکرد نداشت. در مطالعه‌ای دیگر، اثر انرژی نهاده‌های مصرفی از قبیل نیروی انسانی، ماشین‌آلات و آب آبیاری بر عملکرد معنی‌دار و مثبت شد (امیری و زیبایی، ۱۳۹۰). مطالعه هاتیرلی و همکاران (Hatirli *et al.*, 2006) بر گوجه فرنگی گلخانه‌ای آنتالیا ترکیه نشان داد که نیروی انسانی بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد محصول داشت. مقدار R² (ضریب تغییرات) ۰/۹۴ به‌دست آمد، که مبین آن است که حدوداً ۹۴ درصد تغییرات در عملکرد خیار توسط متغیرهای لحاظ در مدل توجیه شد. همچنین میزان آماره دوربین واتسون ۱/۹۸ بود که بیانگر عدم وجود مشکل خودهمبستگی اجزای اخلاص در الگو است.

محمدی و امید (Mohammadi Omid, 2010) گزارش دادند سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از کل انرژی‌های ورودی به‌ترتیب ۱۰/۹۳٪ و ۸۹/۰۷٪ بود. بالابودن انرژی‌های تجدیدناپذیر نشان دهنده‌ی وابستگی شدید تولید خیار به نهاده‌های تجدیدناپذیر از جمله سوخت و کود شیمیایی است. رابطه بین عملکرد و نهاده‌های انرژی بر اساس تابع داب کلاس در جدول چهار آمده است. با توجه به جدول چهار، نیروی انسانی، سموم شیمیایی و کود آلی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید به نظر می‌رسد که با افزایش یک واحد در این نهاده‌ها به‌ترتیب عملکرد ۱/۲۵، ۰/۳۵ و ۰/۱۲ درصد افزایش می‌یابد. اثر آب آبیاری بر عملکرد در سطح پنج و ماشین آلات، الکتریسیته و بذر در سطح یک

جدول ۴- نتایج برآورد اقتصادسنجی بر نهاده‌های انرژی

Table 4. The results of the econometric estimation of the energy inputs

variable	متغیر	ضریب Coefficient	آماره t t-ratio
$\ln Y_i = \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \alpha_3 \ln X_3 + \alpha_4 \ln X_4 + \alpha_5 \ln X_5 + \alpha_6 \ln X_6 + \alpha_7 \ln X_7 + \alpha_8 \ln X_8 + \alpha_9 \ln X_9 + e$			
Human labour	نیروی انسانی	1.256	3.94*
Machinery	ماشین آلات	0.21	0.99***
Diesel fuel	سوخت	-0.065	-0.70
Chemical fertilizers	کود شیمیایی	0.027	0.249
Farmyard manure	کود آلی	0.12	3.43*
Chemical	سموم شیمیایی	0.35	3.55*
Water	آب آبیاری	0.39	2.63**
Electricity	الکتریسیته	0.23	1.02***
Seeds	بذر	0.36	1.45***
Durbin-Watson	آماره دوربین واتسون	1.98	
R ²	R ²	0.94	

*, **, *** Significance at 1, 5 and 10% level.

*** و ** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۰.۱، ۰.۵ و ۱۰ درصد.

References

منابع

- بی‌نام. ۱۳۹۲. آمارنامه کشاورزی. جلد اول، محصولات زراعی، دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد، وزارت جهاد کشاورزی.
- تاکی، م.، عجب شیرچی، ی.، عبدی، ر. و اکبرپور، م. ۱۳۹۰. تجزیه و تحلیل کارایی انرژی محصول خیار گلخانه‌ای به روش تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی شهرستان شهرضا - استان اصفهان). نشریه ماشین‌های کشاورزی. ۲۸-۳۷: (۱)۲.
- رمضانی امیری، ه. و زیبایی، م. ۱۳۹۰. بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصولات گوجه، خیار و خربزه تحت شرایط کشت زیرپلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۵۸-۶۵: (۱)۲۵.
- کردونی، ف. ۱۳۹۰. ارزیابی رابطه بین مصرف انرژی و بهره‌وری تولید غلات در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.
- نعمتی، ح.، اسماعیلی، ع. ا.، داوری نژاد، غ. و فارسی، م. ۱۳۹۰. اثرات هرس و تراکم بوته روی صفات مرتبط با عملکرد سه رقم خیار گلخانه‌ای. نشریه علوم باغبانی. ۱۷-۹: (۱)۲۵.
- BeheshtiTabar, I., Keyhani, A., Rafiee, S. 2010.** Energy balance in Iran's agronomy (1990-2006). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*: 14:849-55.
- Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I., Ozmerzi, A. 2005.** Energy use pattern of some field crops and vegetable production: case study for Antalya region, Turkey. *Energy Conversion and Management*. 46:655-66
- Cetin, B., Vardar, A. 2008.** An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey. *Renewable Energy*. 33:428-33.
- Deike, S., Pallutt, B., and Christen, O. 2008.** Investigations on the energy efficiency of organic and integrated farming with specific emphasis on pesticide use intensity. *European Journal of Agronomy*. 28: 461- 470
- GhasemiMobtaker, H.G., Keyhani, A., Mohammadi, A., Rafiee, S., and Akram, A. 2010.** Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agriculture Ecosystem Environ*. 137: 367-372.
- Hatirli, S.A., Ozkan, B., Fert, C. 2006.** Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. *Renew Energy*. 31:427-38.
- Kitani, O. 1999.** CIGR handbook of agricultural engineering, Vol. 5. Energy & biomass engineering. ASAE Publication.
- Mohammadi, A., and Omid, M. 2010.** Economic analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Applied Energy*. 87: 191-196.
- Omid, M., Ghobabeige, F., Delshad, M., and Ahmadi, H. 2010.** Energy use pattern and benchmarking of selected greenhouses in Iran using data envelopment analysis, *Energy Conversion and Management*, 52: 153-162.
- Ozkan, B., Akcaoz, H., and Fert, C. 2004.** Energy input-output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*. 29, 39-51.
- Ozkan, B., Fert, C., and Karadeniz, C.F. 2007.** Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production, *Energy*, 32:1500-4
- Pashae, F., Rahmati, M.H., Pashae, P. 2008.** Study and determination of energy consumption to produce tomato in the greenhouse. In: The 5th national conference on agricultural machinery engineering and mechanization; 27-28 August, Mashhad, Iran.
- Yaldiz, O., Ozturk, H.H., Zeren, Y., Bascetincelik, A. 1993.** Energy use in field crops of Turkey Fifth International Congress of Agricultural Machinery and Energy, Kusadasi, Turkey.