بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای، تحلیل انرژی و هزینه‌های تولید پنبه در استان گلستان

علیرضا طاهری راد[۱،*] ، امین نیکخواه[۱] ، مهدی خجسته پور[۲] ، شهرام نوروزیه[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد
Taherirad.Alireza@stu-mail.um.ac.ir
۲- دانشیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور

چکیده

این تحقیق به بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای، انرژی مصرفی و هزینه‌های تولید پنبه در استان گلستان پرداخته است. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری با ۴۳ پنبه‌کار گلستانی جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که مجموع انرژی ورودی برای تولید پنبه در استان گلستان ۲۸۸۹۸ مگاژول بر هکتار است. دو نهاده سوخت دیزل و ماشین‌های کشاورزی به ترتیب با ۴۵/۶ و ۱۵/۹ درصد، پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید بودند. کارایی انرژی ۱/۵۸ به دست آمد. نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس نشان داد، تأثیر نهاده‌های نیروی انسانی، سوخت دیزل، آب آبیاری، کودهای شیمیایی و کود حیوانی بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های بذر، ماشین‌های کشاورزی و مواد شیمیایی بر عملکرد پنبه منفی است. نتایج تحلیل حساسیت ورودی‌های انرژی نشان داد با افزایش یک مگاژول انرژی نهاده‌های بذر و نیروی انسانی عملکرد به ترتیب به میزان ۰/۲۹ و ۰/۲۲ کیلوگرم افزایش می‌یابد. مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای ۱۴۳۰/۱۸ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ محاسبه شد. سه نهاده سوخت دیزل، کود حیوانی و ماشین‌های کشاورزی با ۴۵/۲، ۲۳/۵ و ۲۲/۸ درصد، بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را در تولید داشتند. سوخت دیزل با بیش‌ترین انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید پنبه، تنها در حدود ۲/۷ درصد از هزینه‌های متغیر را شامل می‌شد. همچنین نسبت سود به هزینه برای تولید پنبه در استان گلستان ۱/۱۶ محاسبه شد.

کلید واژه‌ها: انرژی، پنبه، کاب داگلاس، تحلیل حساسیت، گازهای گلخانه‌ای.

مقدمه

استان گلستان یکی از استان‌های شمالی ایران است. سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در این استان ۷۲۴۶۹۷ هکتار است که از این میزان ۶۹۴۶۱۸ هکتار آن مربوط به محصولات زراعی است. همان‌طوری که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، سطح زیر کشت پنبه در طی سال‌های ۹۰-۱۳۷۵ سیر نزولی داشته و هم اکنون سطح زیر کشت پنبه در استان گلستان در حدود ۱۷۷۷۷ هکتار است و این استان با سطح زیر کشت کنونی در رتبه دوم سطح زیر کشت پنبه در سطح کشور قرار دارد (موسسه تحقیقات پنبه، ۱۳۸۶; جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰). برای دستیابی به توسعه پایدار کشت یک محصول در یک منطقه لزوم توجه به سیر و جریان انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید آن محصول وجود دارد، با توجه به افزایش قیمت حامل‌های انرژی تا اجرای کامل طرح

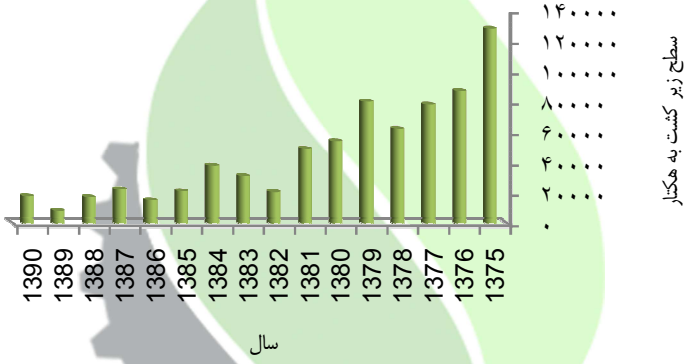
هدفمندسازی یارانه‌ها و همچنین نزدیک شدن قیمت نهاده‌ها به قیمت اصلی انرژی مصرفی آن‌ها، در آینده حتی تولید محصولی با صرفه اقتصادی نسبتاً زیاد و انرژی ورودی نسبتاً زیاد و کارایی پایین انرژی در ایران ادامه پذیر نخواهد بود. لذا ضرورت توجه به روند انرژی مصرفی تولید محصولات مختلف در نقاط متفاوت تولیدی وجود دارد. حال آن که استفاده زیاد از نهاده‌ها در تولید محصولات کشاورزی سبب بروز آسیب‌هایی به محیط زیست می‌شود. از بارزترین این موارد می‌توان به گرمایش جهانی که در چند سال اخیر موضوع مباحث زیادی در بحث‌های کلان و همچنین امضا معاهداتی از جمله پروتکل کیوتو[1] شده است، اشاره کرد.

پنبه به عنوان یکی از دانه‌های روغنی، یک ماده خام بالقوه برای تولید سوخت بیودیزل است (Ahmad *et al*., 2011). در تحقیقات انجام شده بر روی انرژی مصرفی و تحلیل اقتصادی تولید پنبه، دو مطالعه در کشور ترکیه صورت گرفته است که یکی در استان آنتالیا و دیگری در استان هاتای ترکیه می‌باشد. کارایی انرژی[2] تولید پنبه در استان‌های آنتالیا و هاتای ترکیه به ترتیب ۰/۷۴ و ۲/۳۶ و بهره‌وری انرژی نیز به ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۲۰ کیلوگرم بر مگاژول و همچنین نسبت سود به هزینه به ترتیب ۱/۵۹ و ۱/۲۴ به دست آمد. نهاده‌های پرمصرف انرژی در تولید پنبه به ترتیب سه نهاده کودهای شیمیایی، آب آبیاری و سوخت دیزل برای استان آنتالیا و سوخت دیزل، کودهای شیمیایی و ماشین‌آلات برای استان هاتای معرفی شدند (Dagistan *et al*., 2009; Yilmaz et al., 2005). در مطالعه انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید پنبه در استان البرز، اطلاعات از طریق مصاحبه از ۵۶ کشاورز جمع‌آوری شد، نتایج به دست آمده نشان داد، مجموع انرژی ورودی ۳۱۲۳۷ مگاژول بر هکتار است. کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی نیز به ترتیب ۱/۸۵ و ۰/۱۱ کیلوگرم بر مگاژول و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید پنبه در استان البرز ۱۱۹۵/۲۵ $kgCO2eq\ ha^{-1}$ گزارش شدند که دو نهاده سوخت دیزل و ماشین‌آلات به ترتیب بیشترین نهاده‌های تولید کننده گازهای گلخانه‌ای بودند (Pishgar-Komleh *et al*., 2012). تحقیقی به بررسی انرژی مصرفی تولید پنبه در استان گلستان پرداخته است. اطلاعات مربوطه از طریق مصاحبه با ۲۳ کشاورز جمع‌آوری شد. سه نهاده سوخت دیزل، کودهای شیمیایی و مواد شیمیایی به عنوان نهاده‌های پرمصرف انرژی معرفی شدند و کارایی انرژی ۱/۱۰ گزارش شد (احمدی و آقاعلیخانی، ۱۳۹۱). مطالعه مذکور تنها به بررسی انرژی‌های ورودی و خروجی تولید پنبه در استان گلستان پرداخت و از میان چندین شاخص انرژی فقط کارایی انرژی را محاسبه نمود و بحث و نتایجی در مورد دیگر شاخص‌های انرژی در تولید پنبه نداشت. آن‌ها در مطالعه خود از روش آماری برای تعیین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد استفاده ننمودند، همچنین در این مطالعه برای الیاف و پنبه دانه یک هم ارز در نظر گرفته شد. این در حالی است که در چندین مطالعه صورت گرفته بر روی انرژی تولید پنبه دو هم ارز متفاوت برای خروجی‌های الیاف و پنبه‌دانه در نظر گرفته می‌شود (Pishgar-Komleh *et al*., 2012; Tsatsarelis, 1991).

در مورد بررسی انرژی مصرفی و تحلیل اقتصادی تولید دانه‌های روغنی، تحقیقاتی دیگری نیز صورت گرفته است، که از آن‌ها می‌توان به بررسی انرژی مصرفی تولید کلزا در استان گلستان اشاره کرد. بیشترین نهاده‌های مصرف کننده انرژی برای تولید

[1] Kyoto Protocol
[2] Energy Efficiency

کلزا در منطقه به ترتیب کودهای شیمیایی، سوخت دیزل و الکتریسیته اعلام شد و کارایی انرژی ۳/۰۲ و بهره‌وری انرژی ۰/۱۲ کیلوگرم بر مگاژول گزارش شد (Mousavi-Avval *et al*., 2011a). در مطالعه بر روی انرژی مصرفی تولید سویا در کردکوی استان گلستان مجموع انرژی ورودی ۱۸۰۲۶/۵۰ مگاژول بر هکتار و مجموع انرژی خروجی ۷۱۲۲۸/۸۶ مگاژول بر هکتار گزارش شد. (Ramedani *et al*., 2011). تحقیقات دیگری نیز بر روی تحلیل انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحلیل اقتصادی تولید محصولات کشاورزی در شمال ایران انجام شده است (AghaAlikhani *et al*., 2013; Royan *et al*., 2012; Pishgar-Komleh *et al*., 2011; Mohammadi *et al*., 2010; Taheri-Garavand et al., 2010). از آن جا که تاکنون مطالعه‌ای جامع بر روی انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحلیل اقتصادی تولید پنبه در استان گلستان صورت نگرفته است و همچنین تحقیقی به رابطه بین انرژی‌های ورودی و خروجی تولید این محصول در منطقه نپرداخته است، هدف از این مطالعه بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحلیل اقتصادی تولید پنبه در استان گلستان و همچنین تعیین رابطه بین انرژی‌های ورودی با عملکرد است.



شکل ۱. روند تغییرات سطح زیر کشت پنبه طی سال‌های ۹۰-۱۳۷۵ در استان گلستان (موسسه تحقیقات پنبه، ۱۳۸۶; جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰)

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

این مطالعه در سال ۹۲-۱۳۹۱ در سه منطقه گرگان، آق‌قلا و گنبد در استان گلستان انجام شد. تعداد افراد مورد مطالعه از طریق فرمول کوکران محاسبه شد (Snedecor and Cochran, 1980). بدین ترتیب که ابتدا پرسشنامه‌ای با توجه به نقطه نظرات کارشناسان جهاد کشاورزی و موسسه تحقیقات پنبه و تعدادی از کشاورزان منطقه تهیه شد و توسط چندی از کارشناسان تایید شد. سپس تعداد محدودی از پرسشنامه‌ها توسط کشاورزان تکمیل و اطلاعات جمع‌آوری گردید و با پیش برآورد انحراف معیار نمونه از این طریق رابطه ۱ تعداد افراد نمونه تخمین زده شد که بر این اساس تعداد افراد نمونه ۴۳ نفر تعیین شد. اطلاعات از کشاورزان توسط پرسشنامه و مصاحبه حضوری جمع‌آوری شد.

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

$$d = \frac{t \times s}{\sqrt{n}} \quad (۲)$$

در این رابطه t برابر است با ۱/۹۶ (در سطح اطمینان ۹۵٪)، s پیش برآورد انحراف معیار متغیر وابسته، d دقت احتمالی مطلوب (۰/۵)، N حجم جامعه و n حجم نمونه است. اطلاعات از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری به‌دست آمد.

روش بررسی انرژی‌های ورودی و خروجی

در این مطالعه هشت نهاده انرژی بذر (x_1)، نیروی انسانی (x_2)، ماشین‌ها (x_3)،سوخت دیزل (x_4)، کودهای شیمیایی (x_5)، مواد شیمیایی (x_6)، آب آبیاری (x_7) و کود حیوانی (x_8) به عنوان ورودی‌های سامانه تولید پنبه و متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. مقدار مواد موثر کودهای شیمیایی با توجه به مطالعات اردل و همکاران و خواجه پور محاسبه شد (خواجه پور، ۱۳۷۶ ؛ Erdal *et al*., 2007). همچنین خروجی‌های سامانه که شامل الیاف (محلوج) و پنبه دانه بود، به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. پنبه دانه ۷۰ درصد وش پنبه را تشکیل می‌دهد و مابقی آن را الیاف پنبه شامل می‌شود (Pishgar-Komleh *et al*., 2013). معادل‌های انرژی هر یک از نهاده‌های ورودی و خروجی در جدول ۱ آورده شده است. شاخص‌های انرژی شامل کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی[3]، انرژی ویژه[4] و افزوده انرژی[5] طبق فرمول‌های (۱) تا (۴) محاسبه شد:

$$\text{کارایی انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}} \quad (۱)$$

$$\text{بهره وری} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}} \quad (۲)$$

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}} \quad (۳)$$

$$\text{افزوده انرژی} = \text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)} - \text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)} \quad (۴)$$

در این مطالعه رابطه بین انرژی نهاده‌های ورودی با عملکرد با استفاده از تابع کاب داگلاس تخمین زده شد. این تابع در بسیاری از تحقیقات صورت گرفته بر روی انرژی تولید محصولات کشاورزی به کار گرفته شده است (Kuswardhani *et al*., 2013; Mobtaker *et al*., 2012; Royan *et al*., 2012; Samavatean *et al*., 2011). شکل کلی تابع به صورت فرمول (۵) است. اگر از طرفین معادله لگاریتم گرفته شود و هشت نهاده انرژی ورودی در نظر گرفته شده در فرمول قرار گیرند، فرمول مورد نظر به شکل فرمول (۷) در می‌آید. در این فرمول a_0 و e_i به ترتیب ضریب ثابت و ضریب خطا هستند و $\alpha_8, \ldots, \alpha_2, \alpha_1$ به ترتیب ضرایب رگرسیونی نهاده‌های انرژی ورودی هستند.

[3] Energy productivity
[4] Specific energy
[5] Net energy

$$y = f(x)\exp(u) \quad (۵)$$

$$Lny_i = a_0 + \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \ln(x_{ij}) + e_i \qquad i = 1,2,\dots,n \quad (۶)$$

$$Lny_i = a_0 + \alpha_1 lnx_1 + \alpha_2 lnx_2 + \alpha_3 lnx_3 + \alpha_4 \mathrm{lnx}_4 + \alpha_5 lnx_5 + \alpha_6 lnx_6 + \alpha_7 lnx_7 + \alpha_8 lnx_8 + e_i \quad (۷)$$

به نحوی مشابه نیز رابطه رگرسیونی انواع شکل‌های انرژی شامل انرژی‌های مستقیم (DE)، غیر مستقیم (IDE)، تجدیدپذیر (RE) و تجدیدناپذیر (NRE) با عملکرد پنبه (y) مطابق فرمول‌های (۸) و (۹) بررسی شد:

lr (۸)

lr (۹)

در این رابطه y_i عملکرد واحد i ام و β_iام ضرایب رگرسیونی فرم‌های مستقیم و غیر مستقیم انرژی و γ_iام ضرایب رگرسیونی شکل‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر انرژی هستند.

برای تحلیل میزان تغییر در خروجی با توجه به میزان تغییر در ورودی‌ها از نرخ بازگشت به مقیاس استفاده شده است. این شاخص از طریق جمع کردن ضرایب رگرسیونی به دست آمده برای هر یک از معادلات رگرسیونی ذکر شده، محاسبه می‌شود.

به منظور تعیین حساسیت نهاده‌های انرژی ورودی در تولید پنبه در استان گلستان از روش بهره‌وری فیزیکی حاشیه‌ای استفاده شد که از طریق آن مشخص می‌شود که با افزایش یک واحد در یکی از نهاده‌های انرژی، با ثابت بودن سایر عوامل تولید، میزان تغییر در عملکرد چه میزان است. MPP از طریق فرمول ۱۰ محاسبه می‌شود:

$$\mathrm{MPP_{xj}} = \frac{\mathrm{GM(Y)}}{\mathrm{GM(X_{ij})}} \times \alpha_{ij} \quad (۱۰)$$

در این رابطه MPPxj مقدار بهره‌وری فیزیکی حاشیه‌ای به ازای نهاده Jام، α_{ij} ضریب رگرسیونی نهاده، GM(Y) میانگین هندسی عملکرد محصول در هکتار و GM(Xij) میانگین هندسی نهاده انرژی ورودی است (Mobtaker *et al*., 2012 ; Royan *et al*., 2012).

جدول ۱. معادل‌های انرژی ورودی و خروجی

ورودی‌ها و خروجی‌ها	هم ارز انرژی	منبع
ورودی‌ها		
بذر	۱۸	(Pishgar-Komleh et al., 2012; Tsatsarelis, 1991)
نیروی انسانی	۱/۹۶	(Soltani et al., 2013)
ماشین‌ها	۶۲/۷	(Singh and Mittal, 1992)
سوخت	۵۶/۳۱	(Mobtaker et al., 2010)
کودهای شیمیایی		
نیتروژن	۶۶/۱۴	(Ozkan et al., 2011)
فسفات	۱۲/۴۴	(Ozkan et al., 2011)
پتاس	۱۱/۱۵	(Ozkan et al., 2011)
گوگرد	۱/۱۲	(Singh et al., 2002)
مواد شیمیایی		
قارچ کش	۲۱۶	(Rafiee et al., 2010)
حشره‌کش	۱۰۱/۲	(Rafiee et al., 2010)
علف‌کش	۲۳۸	(Rafiee et al., 2010)
آب آبیاری	۱/۰۲	(Khan et al., 2009)
کود حیوانی	۰/۳	(Ozkan et al., 2004)
خروجی‌ها		
الیاف	۱۵/۵	(Pishgar-Komleh et al., 2012; Tsatsarelis, 1991)
پنبه دانه	۱۸	(Pishgar-Komleh et al., 2012; Tsatsarelis, 1991)

روش بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای

در این مطالعه انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های ماشین‌های کشاورزی، سوخت، کودهای شیمیایی، مواد شیمیایی و کود حیوانی در تولید پنبه در استان گلستان محاسبه شد. ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای هر یک از این نهاده در جدول ۲ آورده شده است. در این مطالعه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در یک هکتار و همچنین به ازای تولید یک تن پنبه در استان گلستان محاسبه شد.

جدول ۲. ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای

ورودی‌ها	واحد	ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای ($kg\ CO_2eq\ unit^{-1}$)	منبع
ماشین‌های کشاورزی	مگاژول	۰/۰۷۱	(DyerDesjardins, 2006)
سوخت	لیتر	۲/۷۶	(DyerDesjardins, 2003)
کودهای شیمیایی			
نیتروژن	کیلوگرم	۱/۳	(Lal, 2004)
فسفات	کیلوگرم	۰/۲	(Lal, 2004)
پتاسیم	کیلوگرم	۰/۲	(Lal, 2004)
مواد شیمیایی			
قارچ کش	کیلوگرم	۳/۹	(Lal, 2004)
حشره‌کش	کیلوگرم	۵/۱	(Lal, 2004)
علف‌کش	کیلوگرم	۶/۳	(Lal, 2004)
کود حیوانی	کیلوگرم	۰/۱۲۶	(Pishgar-Komleh et al., 2013; Xiaomei and Kotelko, 2003)

روش تحلیل اقتصادی

برای ارزیابی اقتصادی تولید پنبه در استان گلستان هزینه‌های متغیر، ثابت و کل تولید بر واحد سطح محاسبه شد. شاخص‌های اقتصادی ارزش تولید کل، درآمد ناخالص، درآمد خالص، نسبت سود به هزینه و بهره‌وری اقتصادی به ترتیب مطابق فرمول‌های (۱۰) تا (۱۴) محاسبه شدند:

(۱۰) ارزش تولید کل =عملکرد (کیلوگرم بر هکتار) ×قیمت محصول (ریال بر کیلوگرم)

(۱۱) درآمد ناخالص = ارزش تولید کل (ریال بر هکتار) – هزینه متغیر تولید (ریال بر هکتار)

(۱۲) درآمد خالص = ارزش تولید کل (ریال بر هکتار) – هزینه کل تولید (ریال بر هکتار)

(۱۳) $$\frac{\text{سود}}{\text{هزینه}} = \frac{\text{ارزش کل تولید (تومان بر هکتار)}}{\text{هزینه کل تولید (تومان بر هکتار)}}$$

(۱۴) $$\text{بهره وری اقتصادی} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{هزینه کل تولید (ریال بر هکتار)}}$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا اطلاعات خام در صفحه نرم افزار EXCEL 2007 ثبت شدند، سپس با استفاده از نرم‌افزاری JMP4 تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

تاریخ و نحوه انجام عملیات‌های مختلف تولید پنبه در استان گلستان در جدول ۳ ارائه شده است. نکته قابل توجه در عملیات آماده‌سازی زمین در تولید پنبه در استان گلستان دفعات زیاد دیسک زنی می‌باشد. به نحوی که کشاورزان منطقه پس از عملیات شخم با گاوآهن برگردان دار اقدام به دو تا هشت دفعه دیسک زنی می‌کنند. در عملیات داشت نیز تعداد دفعات سم‌پاشی قابل توجه است. میانگین تعداد دفعات سم پاشی برای تولید پنبه در استان گلستان ۷/۸۴ دفعه به دست آمد که از میزان تعداد دفعات سم‌پاشی برای تولید پنبه در استان هاتای ترکیه (۶ مرتبه) بیش‌تر است (Dagistan *et al*., 2009). اکثر این سم‌پاشی‌ها به منظور حشره‌کشی انجام می‌شود. اولین آبیاری برای تولید پنبه در منطقه ۳۵ الی ۴۰ روز پس از کاشت به صورت غرقابی انجام می‌شود. در منطقه برداشت در سه مرحله صورت می‌گیرد و تماماً سنتی است.

جدول ۳. تاریخ و نحوه انجام عملیات‌های مختلف تولید پنبه در استان گلستان

نوع عملیات	
شخم اول با گاوآهن برگردان دار	۱۵ آذر الی ۱۵ دی
شخم دوم با گاوآهن برگردان دار	۱ الی ۲۰ اردیبهشت
دیسک (۲ الی ۸ بار)	۵ الی ۲۵ اردیبهشت
میانگین تعداد دفعات دیسک زدنی	۴/۲۱
کاشت با ردیف کار چهار ردیفه	۱۵ الی ۳۰ اردیبهشت
وجین اول	۲۵ الی ۳۰ روز بعد از کاشت
آبیاری اول	۳۵ الی ۴۰ روز بعد از کاشت
تعداد دفعات وجین	۲/۷۴
تعداد دفعات سم‌پاشی	۷/۸۴
میانگین تعداد دفعات آبیاری	۲/۷۰
برداشت دستی	۲۰ شهریور تا ۲۵ آذر
تعداد برداشت	۳ بار

عملکرد پنبه در استان گلستان در حدود ۲۶۵۰ کیلوگرم بر هکتار محاسبه شد. در مطالعه‌ای میزان عملکرد پنبه در استان گلستان ۲۹۷۱ کیلوگرم بر هکتار گزارش شد (احمدی و آقاعلیخانی، ۱۳۹۱). متوسط عملکرد پنبه در استان البرز ۳۴۳۰ کیلوگرم بر هکتار اعلام شد (Pishgar-Komleh *et al*., 2012). عملکرد تولید پنبه در آنتالیا و هاتای ترکیه به ترتیب ۳۱۱۳ و ۳۹۱۷ کیلوگرم بر هکتار گزارش شد (Dagistan *et al*., 2009; Yilmaz *et al*., 2005). عملکرد تولید پنبه در یونان نیز برابر ۳۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار گزارش شد (Tsatsarelis, 1991). مقایسه میانگین عملکرد پنبه در استان گلستان با دیگر نقاط ایران، ترکیه و یونان نشان‌دهنده‌ی عملکرد نسبتاً پایین پنبه در این استان است. به نحوی که در حال حاضر استان گلستان از نظر سطح زیر کشت در رتبه دوم و از لحاظ عملکرد در رتبه سوم کشور قرار دارد (جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰). مقدار انرژی‌های ورودی و خروجی تولید پنبه در استان گلستان در جدول ۴ ارائه شده است. در این مطالعه نیز مانند بسیاری از مطالعات صورت گرفته بر روی انرژی تولید محصولات کشاورزی در سال‌های اخیر در ایران، نهاده سوخت دیزل به عنوان پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید به دست آمد. به نحوی که ۴۵/۶ درصد از انرژی‌های ورودی تولید را به خود اختصاص داد. با توجه به مصرف زیاد نهاده سوخت دیزل در مراحل برداشت و آماده سازی زمین، علی‌رغم عدم استفاده از این نهاده در مرحله برداشت، این نهاده به عنوان پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید شناخته شد. مقدار مصرف نهاده انرژی ماشین‌های کشاورزی برابر ۴۵۸۸ مگاژول بر هکتار محاسبه شد و با ۱۵/۹ درصد مصرف انرژی دومین نهاده پرمصرف انرژی در تولید بود. نهاده انرژی کودهای شیمیایی نیز با سهم ۱۴/۵ درصد از انرژی تولید پنبه، رتبه سوم مصرف انرژی در تولید پنبه در استان گلستان را داشت. در مطالعه احمدی و آقاعلیخانی (۱۳۹۱) بر روی انرژی تولید پنبه در استان گلستان سوخت دیزل و کودهای شیمیایی به ترتیب با ۴۶ و ۲۴ درصد مصرف انرژی به عنوان پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید گزارش شدند. در تحقیق بر روی تولید پنبه در استان البرز نیز سه نهاده سوخت دیزل، ماشین‌های کشاورزی و کودهای شیمیایی به ترتیب به عنوان پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید گزارش شدند (Pishgar-Komleh *et al*., 2012). در استان آنتالیا ترکیه نیز سوخت دیزل با ۳۱ درصد مصرف انرژی، پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید پنبه معرفی شد و پس از آن نیز نهاده‌های انرژی کود شیمیایی و ماشین‌های کشاورزی نهاده‌های پرمصرف انرژی در تولید بودند. در مطالعات ذکر شده برای تولید پنبه، سوخت دیزل پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید بود. مقدار انرژی مصرفی سوخت دیزل در استان گلستان بیش‌تر از انرژی مصرفی این نهاده در تولید پنبه در البرز و هاتای ترکیه بود (Pishgar-Komleh et al., 2012; Dagistan *et al*., 2009) و از میزان انرژی مصرفی سوخت دیزل برای تولید پنبه در استان آنتالیا ترکیه کم‌تر به دست آمد (Yilmaz *et al*., 2005). همان طوری که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، با وجود عدم مصرف سوخت دیزل در مرحله برداشت، سوخت نسبتاً زیادی در مراحل آماده سازی زمین و داشت برای تولید پنبه در استان گلستان مصرف می‌شود. متوسط ساعات کار ماشین‌های کشاورزی در حین عملیات دیسک زنی در آنتالیا ترکیه ۵/۲ ساعت بر هکتار است (Yilmaz *et al*., 2005)، که این مقدار برای تولید پنبه در استان گلستان در حدود ۴/۲ ساعت بر هکتار محاسبه شد. لذا با توجه به ادامه افزایش قیمت حامل‌های انرژی، ادامه این روند امکان پذیر نمی‌باشد و کشت پنبه در این منطقه نیازمند توجه به عملیاتی مانند کشت مستقیم و خاک ورزی

حفاظتی دارد. نهاده انرژی نیروی انسانی با ۲۴۱۳ مگاژول بر هکتار انرژی مصرفی، چهارمین نهاده پرمصرف انرژی در تولید پنبه در استان گلستان شناخته شد. این در حالی است که در بسیاری از مطالعات صورت گرفته در ایران این نهاده انرژی کم‌تر از یک درصد مصرف انرژی تولید محصولات کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهد (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Khoshnevisan *et al*., 2013; Mobtaker *et al*., 2012; Mobtaker *et al*., 2010;). از دلایل مصرف انرژی نسبتاً زیاد این نهاده برداشت دستی پنبه در منطقه در طی سه مرحله و همچنین استفاده از نیروی انسانی نسبتاً زیاد در مرحله وجین است. نهاده پنجم پرمصرف انرژی در تولید پنبه در استان گلستان نهاده انرژی آب آبیاری بود که ۶/۸ درصد مصرف انرژی در تولید پنبه در منطقه را به خود اختصاص داد. سهم نهاده انرژی آب آبیاری در تولید پنبه در استان البرز ۳۲۵۰ مگاژول بر هکتار بود. میزان انرژی مصرفی آب آبیاری برای تولید پنبه در استان گلستان کم‌تر از انرژی مصرفی این نهاده برای تولید پنبه در استان البرز ایران و استان‌های هاتای و آنتالیا ترکیه است (Pishgar-Komleh *et al*., 2012; Dagistan *et al*., 2009; Yilmaz *et al*., 2005)، که این امری مطلوب و قابل توجه است. نهاده انرژی مواد شیمیایی نیز با ۱۰۳۶ مگاژول بر هکتار ۳/۶ درصد مصرف انرژی در تولید پنبه در منطقه را به خود اختصاص داده است. نهاده انرژی کود حیوانی نیز با ۸۰۱ مگاژول بر هکتار سهم ۲/۸ درصد مصرف انرژی را در تولید پنبه در استان گلستان دارد. نهاده انرژی بذر نیز کم‌ترین سهم انرژی مصرفی را در بین سایر نهاده‌ها در تولید پنبه در استان گلستان دارد. مجموع انرژی ورودی برای تولید پنبه در استان گلستان ۲۸۸۹۸ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. این مقدار در مطالعه دیگر صورت گرفته در این منطقه ۳۱۹۰۵ مگاژول بر هکتار گزارش شد (احمدی و آقاعلیخانی، ۱۳۹۱). مجموع انرژی ورودی برای تولید پنبه در استان البرز ۳۱۲۳۷ مگاژول بر هکتار اعلام شد (Pishgar-Komleh *et al*., 2012)، که از میزان انرژی ورودی برای تولید پنبه در استان گلستان بیش‌تر است. میزان انرژی ورودی در هر هکتار در استان آنتالیا و هاتای ترکیه به ترتیب ۴۹۷۳۷ و ۱۹۵۵۸ مگاژول گزارش شد (Dagistan *et al*., 2009; Yilmaz *et al*., 2005).

جدول ۴. انرژی‌های ورودی و خروجی تولید پنبه در استان گلستان (مگاژول بر هکتار)

ورودی‌ها و خروجی‌ها	میانگین انرژی	کم‌ترین	بیش‌ترین	انحراف معیار	درصد
ورودی‌ها					
بذر	۷۱۴/۷	۵۴۰/۰	۸۱۰/۰	۴۵/۶۹	۲/۵
نیروی انسانی	۲۴۱۲/۸	۶۹۴/۸	۹۳۶۳/۹	۱۳۰۰/۷	۸/۴
آماده‌سازی زمین	۱۵/۶	۴/۹	۳۱/۴	۵/۲	۰/۱
کاشت	۲/۲	۱/۵	۷/۸	۱/۱	۰/۰۱
داشت	۱۱۹۰/۱	۲۲۵/۴	۸۴۶۷/۲	۱۱۹۲/۵	۴/۱
برداشت	۱۱۱۸/۲	۲۸۲/۲	۴۱۱۶/۰	۵۴۱/۱	۴/۱
حمل و نقل	۲۳/۶	۸/۸	۳۱/۲	۵/۷	۰/۱
سوخت دیزل	۱۳۱۸۴/۲	۲۹۸۴/۰	۲۵۲۴۴/۰	۴۲۸۷/۷	۴۵/۶
آماده‌سازی زمین	۴۱۱۵/۴	۱۳۵۱/۴	۶۷۵۷/۲	۱۲۳۱/۸	۱۴/۲
کاشت	۸۶۰/۵	۰	۱۱۲۶/۲	۳۱۳/۹	۳
داشت	۷۱۰۸/۱	۰	۱۸۳۰۱/۰	۳۵۵۲/۱	۲۴/۶
حمل و نقل	۱۱۰۰/۴	۵۰۶/۸	۲۴۱۶/۸	۳۸۹/۹	۳/۸
ماشین‌های کشاورزی	۴۵۸۸/۴	۱۶۶۲/۰	۱۹۶۱/۰	۳۸۲۸/۴	۱۵/۹
کودهای شیمیایی	۴۱۸۸/۹	۰	۷۲۹۴/۱	۱۶۶۹/۷	۱۴/۵
نیتروژن	۳۷۴۶/۵	۰	۶۷۲۳/۸	۱۶۰۴/۶	۱/۳
فسفات	۳۰۵/۴	۰	۱۰۳۴/۵	۲۲۴/۱	۱/۱
پتاس	۷۵/۲	۰	۸۳۹/۹	۲۰۲/۴	۰/۳
گوگرد	۶۱/۸	۰	۱۷۱/۴	۵۶/۷	۰/۲
مواد شیمیایی	۱۰۳۵/۹	۰	۲۲۴۱/۴	۴۹۵/۴	۳/۶
قارچ کش	۱۰۸/۰	۰	۵۴۰/۰	۱۸۴/۱	۰/۴
حشره‌کش	۶۴۸/۴	۰	۱۲۱۴/۴	۲۹۸/۸	۲/۲
علف‌کش	۲۷۹/۵	۰	۷۱۴/۰	۳۰۱/۶	۱
آب آبیاری	۱۹۷۱/۸	۰	۸۸۱۲/۸	۲۰۲۹/۱	۶/۸
کود حیوانی	۸۰۰/۶	۰	۴۵۰۰/۰	۱۳۳۹/۱	۲/۸
مجموع انرژی ورودی	۲۸۸۹۸/۰	۱۴۶۱۴/۰	۶۱۹۴۳/۰	۹۴۹۵/۱	۱۰۰
خروجی‌ها					
الیاف	۱۲۳۲۲/۵	۵۵۸۰/۰	۱۶۲۷۵/۰	۲۶۲۴/۱	
پنبه دانه	۳۳۳۹۰/۰	۱۵۳۲۰/۰	۴۴۱۰۰/۰	۷۱۱۰/۴	
مجموع انرژی خروجی	۴۵۷۱۲/۵	۲۰۷۰۰/۰	۶۰۳۷۵/۰	۹۷۳۴/۵	

شاخص‌های انرژی تولید پنبه در استان گلستان در جدول ۵ ارائه شده است. میانگین کارایی انرژی برای تولید پنبه در استان گلستان ۱/۵۸ محاسبه شد. کارایی انرژی در دیگر مطالعه صورت گرفته بر روی انرژی تولید پنبه در استان گلستان برابر ۱/۰۹ گزارش شد که بخشی از تفاوت عدد مذکور در این است که در مطالعه احمدی و آقاعلیخانی (۱۳۹۱) هم ارز انرژی الیاف و پنبه دانه یک عدد (۱۱/۸) در نظر گرفته شده، ولی در مطالعه حاضر همان‌طوری که در جدول ۱ اشاره شده است، برای الیاف و پنبه دانه دو هم ارز متفاوت تعریف شده است. هر چند میزان انرژی ورودی برای تولید پنبه در استان گلستان کم‌تر از استان البرز است، ولی با توجه به این که میزان انرژی خروجی برای تولید پنبه در استان البرز بیش‌تر است، کارایی انرژی برای تولید پنبه در استان البرز بیش‌تر (۱/۸۵) است (Pishgar-Komleh et al., 2012). کارایی انرژی برای تولید پنبه در استان آنتالیا و هاتای ترکیه به ترتیب ۰/۷۴ و ۲/۳۶ گزارش شد (Dagistan et al., 2009 ; Yilmaz et al., 2005). نتیجه این که کارایی انرژی برای تولید پنبه در استان گلستان از استان البرز ایران و هاتای ترکیه کم‌تر و از کارایی انرژی تولید آن در استان آنتالیا ترکیه بیش‌تر است. در مورد

انرژی مصرفی تولید سایر دانه های روغنی نیز کارایی انرژی تولید کلزا و آفتابگردان در استان گلستان به ترتیب ۳/۰۲ و ۴/۵۲ گزارش شد (Mousavi-Avval et al., 2011a; Mousavi-Avval et al., 2011b)، همچنین کارایی انرژی تولید سویا در کردکوی استان گلستان ۴/۶۲ اعلام شد (Ramedani et al., 2011). کارایی انرژی تولید کلزا در استان مازندران ۱/۴۴ گزارش شد (Taheri-Garavand et al., 2010). بهره‌وری انرژی برای تولید پنبه در استان گلستان ۰/۰۹۲ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد (جدول ۵). بهره‌وری انرژی تولید پنبه در البرز ایران، هاتای و آنتالیا ترکیه به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۰۶ و ۰/۲۰ گزارش شد(Pishgar-Komleh et al., 2012; Dagistan et al., 2009; Yilmaz et al., 2005). سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم تولید پنبه به ترتیب ۱۷۵۶۹/۲ و ۱۱۳۲۸/۸ مگاژول بر هکتار محاسبه شد (جدول ۵). همچنین انرژی‌های تجدید پذیر با ۵۹۰۰/۱۸ مگاژول بر هکتار انرژی مصرفی، ۲۰ درصد انرژی مصرفی تولید پنبه را به تشکیل می‌دادند. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر محاسبه شده در این مطالعه از سهم انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید محصولات پنبه در استان‌های آنتالیا و هاتای ترکیه، کلزا و سویا در استان گلستان بیش‌تر است (Mousavi-Avval et al., 2011a; Ramedani et al., 2011; Dagistan et al., 2009; Yilmaz et al., 2005) و از سهم انرژی تجدیدپذیر در تولید پنبه در استان البرز کم‌تر است (Pishgar-Komleh et al., 2012). از دلایل سهم نسبتاً زیاد انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید پنبه در استان گلستان می‌توان به استفاده از نهاده کود حیوانی اشاره کرد.

جدول ۵. شاخص‌ها و شکل‌های مختلف انرژی تولید پنبه در استان گلستان

	واحد	میانگین	درصد
کارایی انرژی	–	۱/۵۸	–
بهره‌وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	۰/۰۹۲	–
انرژی خالص	مگاژول بر کیلوگرم	۱۰/۹۰	–
افزوده انرژی	مگاژول بر هکتار	۱۶۸۱۴/۵۰	–
انرژی مستقیم [a]	مگاژول	۱۷۵۶۹/۲	۶۱
انرژی غیرمستقیم [b]	مگاژول	۱۱۳۲۸/۸	۳۹
انرژی تجدید پذیر [c]	مگاژول	۵۹۰۰/۱۸	۲۰
انرژی تجدیدناپذیر [d]	مگاژول	۲۲۹۹۷/۸۲	۸۰

[a] انرژی‌های مستقیم شامل: سوخت دیزل، نیروی انسانی، آب آبیاری
[b] انرژی‌های غیر مستقیم شامل: مواد شیمیایی، کود حیوانی، کودهای شیمیایی، بذر و ماشین‌های کشاورزی
[c] انرژی‌های تجدیدپذیر شامل: آب آبیاری، نیروی انسانی، کود حیوانی و بذر
[d] انرژی‌های تجدیدناپذیر شامل: ماشین‌های کشاورزی، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی و مواد شیمیایی

بهره‌وری انرژی برای تولید پنبه در استان گلستان ۰/۰۹۲ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد (جدول ۵). بهره‌وری انرژی تولید پنبه در البرز ایران، هاتای و آنتالیا ترکیه به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۰۶ و ۰/۲۰ گزارش شد(Pishgar-Komleh *et al*., 2012; Dagistan *et al*., 2009; Yilmaz *et al*., 2005). سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم تولید پنبه به ترتیب ۱۷۵۶۹/۲ و ۱۱۳۲۸/۸ مگاژول بر هکتار محاسبه شد (جدول ۵). همچنین انرژی‌های تجدید پذیر با ۵۹۰۰/۱۸ مگاژول بر هکتار انرژی مصرفی، ۲۰ درصد انرژی مصرفی تولید پنبه را به تشکیل می‌دادند. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر محاسبه شده در این مطالعه از سهم انرژی‌های

تجدیدپذیر برای تولید محصولات پنبه در استان‌های آنتالیا و هاتای ترکیه، کلزا و سویا در استان گلستان بیش‌تر است (Mousavi-Avval *et al*., 2011a; Ramedani *et al*., 2011; Dagistan *et al*., 2009; Yilmaz *et al*., 2005) و از سهم انرژی تجدیدپذیر در تولید پنبه در استان البرز کم‌تر است (Pishgar-Komleh *et al*., 2012). از دلایل سهم نسبتاً زیاد انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید پنبه در استان گلستان می‌توان به استفاده از نهاده کود حیوانی اشاره کرد.

نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس به منظور تعیین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد پنبه در استان گلستان در جدول ۶ آورده شده است. تأثیر نهاده‌های انرژی نیروی انسانی، سوخت دیزل، آب آبیاری و کود حیوانی بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده های بذر، ماشین‌های کشاورزی و مواد شیمیایی بر عملکرد پنبه منفی محاسبه شد. انرژی سوخت دیزل بیش‌ترین ضریب رگرسیونی (۰/۳۵) را در بین سایر نهاده ها بر روی عملکرد داشت و تاثیر این نهاده بر روی عملکرد در سطح یک درصد معنی دار بود. دومین نهاده ای که پس از سوخت دیزل بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد داشت نهاده نیروی انسانی بود. ماشین ها نیز سومین نهاده تاثیرگذار بر روی عملکرد به دست آمد ولی تاثیر این نهاده بر روی عملکرد منفی بود. ضرایب سایر نهاده ها و همچنین سطح معنی‌داری آن‌ها در جدول ۶ ارائه شده است.

نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که با افزایش یک مگاژول در انرژی ورودی نهاده‌های نیروی انسانی، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی، آب آبیاری و کود حیوانی عملکرد به ترتیب معادل ۰/۲۲، ۰/۰۷، ۰/۰۰، ۰/۱۰ و ۰/۰۱ کیلوگرم افزایش می یابد و با افزایش یک مگاژول در انرژی نهاده‌های بذر، ماشین‌ها، مواد شیمیایی عملکرد به ترتیب معادل ۰/۲۹، ۰/۰۷، ۰/۱۶، کیلوگرم کاهش می‌یابد. در تحقیق بر روی تولید پنبه در استان البرز مقدار MPP نهاده‌های سوخت دیزل، نیروی انسانی، ماشین‌ها کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، بذر و آب آبیاری به ترتیب ۰/۳۸، ۰/۱۱، ۰/۴۵، ۱/۹۵-، ۱/۶۸، ۰/۰۹ و ۰/۱۰ گزارش شد (Pishgar-Komleh *et al*., 2012).

جدول ۶. تخمین رابطه بین انرژی‌های ورودی و عملکرد پنبه در استان گلستان

متغیرهای مستقل	ضریب رگرسیونی	آماره t	P-Value	MPP
$Model: Lny_i = a_0 + \alpha_1 lnx_1 + \alpha_2 lnx_2 + \alpha_3 lnx_3 + \alpha_4 \ln x_4 + \alpha_5 lnx_5 + \alpha_6 lnx_6 + \alpha_7 lnx_7 + \alpha_8 lnx_8 + e_i$				
بذر	-۰/۰۸	-۰/۲۳	۰/۸۱۶	-۰/۲۹۰
نیروی انسانی	۰/۱۹	۲/۵۷*	۰/۰۱۶	۰/۲۲۱
ماشین‌آلات	-۰/۱۰	-۱/۵۷	۰/۱۲۷	-۰/۰۶۸
سوخت دیزل	۰/۳۵	۳/۲۷**	۰/۰۰۳	۰/۰۷۳
کودهای شیمیایی	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۷۴۴	۰/۰۰۰
مواد شیمیایی	-۰/۰۶	-۲/۳۶*	۰/۰۲۵	-۰/۱۶۱
آب آبیاری	۰/۰۷	۳/۱۵**	۰/۰۰۴	۰/۱۰۳
کود حیوانی	۰/۰۱	۱/۳۳	۰/۱۹۳	۰/۰۱۲
R^2	۰/۷۰			
دوربین واتسون	۲/۰۵			
نرخ بازگشت به مقیاس	۰/۳۸			

* معنی داری در سطح پنج درصد و ** معنی داری در سطح یک درصد

انتشار گازهای گلخانه‌ای

سهم هر یک از نهاده‌های ورودی در انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید پنبه در استان گلستان در جدول ۷ آورده شده است. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده سوخت دیزل برابر ۶۴۶/۲۳ $kgCO2eq.\ ha^{-1}$ محاسبه شد و با سهم ۴۵/۲ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید پنبه در استان گلستان، بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را داشت. کود حیوانی با ۲۳/۵ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای دومین نهاده با انتشار بالای گازهای گلخانه‌ای در تولید پنبه شناخته شد. ماشین‌های کشاورزی ۲۲/۸ سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داد و از این نظر در رتبه سوم در بین سایر نهاده‌ها قرار گرفت. نهاده مواد شیمیایی نیز با ۲/۹ درصد کم‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای را در بین سایر نهاده‌ها داشت.

جدول ۷. انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید پنبه در استان گلستان

	میانگین ($kgCO_2eq.\ ha^{-1}$)	درصد (%)
ماشین‌های کشاورزی	۳۲۵/۷۸	۲۲/۸
سوخت دیزل	۶۴۶/۲۳	۴۵/۲
کودهای شیمیایی		
نیتروژن (N)	۷۳/۶۴	۵/۲
فسفر (P_2O_5)	۱/۳۵	۰/۱
پتاسیم(K_2O)	۴/۹۱	۰/۳
مواد شیمیایی	۴۲/۰۲	۲/۹
کود حیوانی	۳۳۶/۲۴	۲۳/۵
مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای	۱۴۳۰/۱۸	۱۰۰

تحلیل اقتصادی

هزینه های متغیر، ثابت و کل تولید پنبه در استان گلستان به ترتیب ۳۰۴۲۴۲۹، ۸۵۱۸۸۰ و ۳۸۹۴۳۰۹ تومان بر هکتار محاسبه شد (جدول ۸). در بخش هزینه‌های متغیر نهاده نیروی انسانی بیش‌ترین هزینه مربوط به تولید را داشت، به نحوی که ۶۰ درصد هزینه های متغیر مربوط به این نهاده بود. برداشت دستی پنبه در استان گلستان به طور متوسط به ۶۰۲/۶۴ ساعت نیروی انسانی در هکتار نیاز دارد. از دلایل عدم استفاده از ماشین‌های برداشت مکانیزه پنبه می‌توان به عدم تناسب ماشین‌ها با خاک و فاصله کاشت متداول در منطقه و نوع واریته‌های مرسوم در منطقه که نامتناسب با ماشین‌های برداشت پنبه است، اشاره کرد. همچنین خرده‌مالکی بخشی از زمین‌های تحت کشت پنبه نیز یکی دیگر از دلایل عدم استفاده از ماشین‌های برداشت پنبه در منطقه است. ۱۳/۸ درصد از هزینه های متغیر نیز مربوط به نهاده مواد شیمیایی می‌شود. مقدار زیاد سم پاشی در کشت پنبه در این منطقه امری نامطلوب است و نیازمند توجه به این موضوع در کشت پنبه در استان گلستان احساس می‌شود. میانگین نسبت سود به هزینه برای تولید پنبه در استان گلستان ۱/۱۶ محاسبه شد. نسبت سود به هزینه تولید پنبه در استان آنتالیا و هاتای ترکیه به ترتیب ۰/۸۶ و ۱/۲۴ گزارش شد (Dagistan *et al*., 2009; Yilmaz *et al*., 2005). نسبت سود به هزینه برای تولید بادامزمینی در

استان گیلان ۱/۸۲ گزارش شد (نیکخواه و همکاران، ۱۳۹۲). این نسبت برای تولید کلزا در استان مازندران ۰/۸۶ اعلام شد (Taheri-Garavand *et al*., 2010). بهره‌وری تولید پنبه نیز ۰/۶۸ کیلوگرم بر هزار تومان به دست آمد.

جدول ۸. تحلیل اقتصادی تولید پنبه در استان گلستان

درصد	میانگین	واحد	
-	۲۶۵۰	کیلوگرم	عملکرد
-	۱۷۰۰	تومان بر کیلوگرم	قیمت فروش
-	۴۵۰۵۰۰۰	تومان بر هکتار	ارزش ناخالص تولید
۲/۶	۷۹۴۴۲	تومان بر هکتار	بذر
۶۰	۱۸۲۴۳۷۹	تومان بر هکتار	نیروی انسانی
۱۱/۷	۳۵۴۵۸۳	تومان بر هکتار	ماشین‌آلات
۲/۷	۸۱۹۵۰	تومان بر هکتار	سوخت دیزل
۶/۴	۱۹۵۴۱۹	تومان بر هکتار	کودهای شیمیایی
۱۳/۸	۴۲۱۲۷۹	تومان بر هکتار	مواد شیمیایی
۱/۵	۴۵۳۴۹	تومان بر هکتار	آب آبیاری
۱/۳	۴۰۰۲۹	تومان بر هکتار	کود حیوانی
۱۰۰	۳۰۴۲۴۲۹	تومان بر هکتار	مجموع هزینه های متغیر
-	۸۵۱۸۸۰	تومان بر هکتار	مجموع هزینه های ثابت
-	۳۸۹۴۳۰۹	تومان بر هکتار	کل هزینه تولید
-	۱۴۶۲۵۷۱	تومان بر هکتار	بازده ناخالص
-	۶۱۰۶۹۱	تومان بر هکتار	بازده خالص
-	۱/۱۶	-	نسبت سود به هزینه
-	۰/۶۸	کیلوگرم بر هزار تومان	بهره‌وری

نتیجه‌گیری

استان گلستان تا چند سال گذشته بزرگ‌ترین تولید کننده پنبه در ایران بود. روند کاهش سطح زیر کشت پنبه در منطقه ادامه‌دار بوده به نحوی که اکنون این استان از لحاظ تولید و سطح زیر کشت پنبه به ترتیب در رتبه دوم و سوم کشور قرار دارد. نتایج این مطالعه نشان داد، کارایی انرژی تولید پنبه در استان گلستان از کارایی انرژی تولید محصولات پنبه در استان البرز، پنبه در استان هاتای ترکیه، کلزا و سویا و آفتابگردان در استان گلستان کم‌تر و از کارایی انرژی تولید محصولات پنبه در آنتالیا ترکیه و کلزا در مازندران بیش‌تر است. نهاده سوخت دیزل ۴۵/۶ درصد از سهم انرژی‌های ورودی و ۴۵/۲ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید پنبه را تشکیل می‌دهد. این در حالی است که تنها ۲/۷ درصد از هزینه های متغیر مربوط به این نهاده بود. همچنین نسبت سود به هزینه تولید پنبه در استان گلستان از نسبت سود به هزینه برای تولید محصولات پنبه در استان هاتای ترکیه، بادام‌زمینی در استان گیلان کم‌تر و از نسبت سود به هزینه تولید محصولات پنبه در استان آنتالیا ترکیه و کلزا در مازندران بیش‌تر است. در انتها برای افزایش کارایی انرژی تولید، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش صرفه اقتصادی تولید پنبه در استان گلستان پیشنهاداتی می‌شود:

- کاهش و مدیریت مصرف نهاده سوخت دیزل از راه‌هایی از جمله جایگزینی ماشین‌های فرسوده با نو به منظور کاهش انرژی ورودی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید پنبه در استان گلستان
- جایگزینی واریته‌های متناسب با برداشت مکانیزه پنبه
- حمایت از طراحی، تولید و واردات ماشین‌های برداشت پنبه متناسب با خاک و فواصل کاشت محصول پنبه در استان گلستان به منظور کاهش هزینه‌های برداشت محصول

منابع

۱- احمدی، م.، و آقاعلیخانی م. ۱۳۹۱. تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در زراعت پنبه (Gossypium hirsutum L.) در استان گلستان به منظور ارائه راهکار جهت افزایش بهره‌وری منابع. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۴. شماره ۲. صفحه: ۱۵۱-۱۵۸.

۲- بی نام. ۱۳۸۶، موسسه تحقیقات پنبه کشور، برنامه راهبردی تحقیقات پنبه. قابل دسترس در سایت http://cri.areo.ir

۳- بی نام. ۱۳۹۰. جهاد کشاورزی ایران. قابل دسترس در سایت www.maj.ir

۴- خواجه پور، م.ر. ۱۳۷۶. اصول و مبانی زراعت. چاپ ششم جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، اصفهان.

۵- سعیدی، م.، خجسته پور، م.، عباسپور فرد، م.، فارسی، م.، و نیکخواه، ا. ۱۳۹۲. محاسبه شاخص‌های انرژی تولید قارچ دکمه‌ای (Agaricus bisporus) در استان خراسان رضوی با رویکرد مدیریت انرژی. دومین همایش ملی علوم مدیریت نوین، استان گلستان، گرگان.

۶- نیکخواه، ا.، حمزه، ه.، و عمادی، ب. ۱۳۹۲. تحلیل اقتصادی تولید بادام‌زمینی در سطوح مختلف مساحتی مزرعه در استان گیلان. اولین کنفرانس ملی دانشجویی اقتصاد کشاورزی ایران. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۷-

8- AghaAlikhani, M. and H. Kazemi-Poshtmasari and F. Habibzadeh. 2013. Energy use pattern in rice production: A case study from Mazandaran province, Iran. Energy Conversion and Management 69: 157-162.

9- Ahmad, A. L., N. H. M. Yasin, C. J. C. Derek and J. K. Lim. 2011. Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15: 584-593.

10- Charles, R., O. Jolliet, G. Gaillard and D. Pellet. 2006. Environmental analysis of intensity level in wheat crop production using life cycle assessment. Agriculture, Ecosystems & Environment 113: 216-225.

11- Dagistan, E., H. Akcaoz, B. Demirtas and Y. Yilmaz. 2009. Energy usage and benefit-cost analysis of cotton production in Turkey.

12- Dyer, J. A. and R. L. Desjardins. 2003. Simulated Farm Fieldwork, Energy Consumption and Related Greenhouse Gas Emissions in Canada. Biosystems Engineering 85: 503-513.

13- Dyer, J. A. and R. L. Desjardins. 2006. Carbon Dioxide Emissions Associated with the Manufacturing of Tractors and Farm Machinery in Canada. Biosystems Engineering 93: 107-118.

14- Erdal, G., K. Esengün, H. Erdal and O. Gündüz. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy 32: 35-41.

15- Khan, S., M. A. Khan, M. A. Hanjra and J. Mu. 2009. Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production. Food Policy 34: 141-149.

16- Khoshnevisan, B., S. Rafiee, M. Omid, M. Yousefi and M. Movahedi. 2013. Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. Energy 52: 333-338.

17- Kuswardhani, N. and P. Soni and G. P. Shivakoti. 2013. Comparative energy input–output and financial analyses of greenhouse and open field vegetables production in West Java, Indonesia. Energy 53: 83-92.

18- Lal, R. 2004. Carbon emission from farm operations. Environment International 30: 981-990.

19- Mobtaker, H. G. and A. Akram and A. Keyhani. 2012. Energy use and sensitivity analysis of energy inputs for alfalfa production in Iran. Energy for Sustainable Development 16: 84-89.

20- Mobtaker, H. G., A. Keyhani, A. Mohammadi, S. Rafiee and A. Akram. 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. Agriculture, Ecosystems & Environment 137: 367-372.
21- Mohammadi, A., S. Rafiee, S. S. Mohtasebi and H. Rafiee. 2010. Energy inputs – yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. Renewable Energy 35: 1071-1075.
22- Mousavi-Avval, S. H., S. Rafiee, A. Jafari and A. Mohammadi. 2011a. Energy flow modeling and sensitivity analysis of inputs for canola production in Iran. Journal of Cleaner Production 19: 1464-1470.
23- Mousavi-Avval, S. H., S. Rafiee, A. Jafari and A. Mohammadi. 2011b. Improving energy productivity of sunflower production using data envelopment analysis (DEA) approach. Journal of the Science of Food and Agriculture 91: 1885-1892.
24- Ozkan, B. and H. Akcaoz and F. Karadeniz. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Conversion and Management 45: 1821-1830.
25- Ozkan, B. and R. F. Ceylan and H. Kizilay. 2011. Comparison of energy inputs in glasshouse double crop (fall and summer crops) tomato production. Renewable Energy 36: 1639-1644.
26- Pishgar-Komleh, S. H. and P. Sefeedpari and S. Rafiee. 2011. Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran. Energy 36: 5824-5831.
27- Pishgar-Komleh, S. H. and P. Sefeedpari and M. Ghahderijani. 2012. Exploring energy consumption and CO[sub 2] emission of cotton production in Iran. Journal of Renewable and Sustainable Energy 4: 033115-033114.
28- Pishgar-Komleh, S. H. and M. Omid and M. D. Heidari. 2013. On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province. Energy 59: 63-71.
29- Rafiee, S. and S. H. Mousavi Avval and A. Mohammadi. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energy 35: 3301-3306.
30- Ramedani, Z. and S. Rafiee and M. D. Heidari. 2011. An investigation on energy consumption and sensitivity analysis of soybean production farms. Energy 36: 6340-6344.
31- Royan, M., M. Khojastehpour, B. Emadi and H. G. Mobtaker. 2012. Investigation of energy inputs for peach production using sensitivity analysis in Iran. Energy Conversion and Management 64: 441-446.
32- Samavatean, N., S. Rafiee, H. Mobli and A. Mohammadi. 2011. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield, costs and income of garlic production in Iran. Renewable Energy 36: 1808-1813.
33- Singh, H. and D. Mishra and N. M. Nahar. 2002. Energy use pattern in production agriculture of a typical village in arid zone, India—part I. Energy Conversion and Management 43: 2275-2286.
34- Singh, S. and J. P. Mittal. 1992. Energy in Production Agriculture. Mittal Publications.
35- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. 1980. Statistical methods. Iowa State University Press.
36- Soltani, A., M. H. Rajabi, E. Zeinali and E. Soltani. 2013. Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. Energy 50: 54-61.
37- Taheri-Garavand, A. and A. Asakereh and K. Haghani. 2010. Energy elevation and economic analysis of canola production in Iran a case study: Mazandaran province. International Journal of Environmental Sciences 1: 236-242.
38- Tsatsarelis, C. A. 1991. Energy requirements for cotton production in central Greece. Journal of Agricultural Engineering Research 50: 239-246.
39- Xiaomei L, Kotelko M. 2003. An integrated manure utilization system (imus): its social and environmental benefits. In: The 3rd international methane and nitrous oxide mitigation conference, Beijing, China, 17e21 November; (Lecture No.: AG056).
40- Yilmaz, I. and H. Akcaoz and B. Ozkan. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy 30: 145-155.

Assessing the GHG emissions, the energy and economic analysis of cotton production in Golestan province

Alireza Taheri-Rad[1,*], Amin Nikkhah[1], Mehdi Khojastehpour [2] and Shahram Nourozieh[3]

[1]MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
Taherirad.Alireza@stu-mail.um.ac.ir
[2] Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[3] Assistant Professor, cotton research inistitute of Iran

Abstract

This study examines the GHG emissions, the energy use and costs of cotton production in the Golestan province. Data were collected through interviewing and questionnaires with 43 cotton farmers. Results revealed that the total energy inputs for cotton production in Golestan province was 28,898 MJ/ ha. Diesel fuel and agriculture machinery inputs were 45.6 and 15.9 percent respectively, as highest energy inputs consumed in the cotton production. Energy efficiency was obtained as 1.58. The Cobb-Douglas model results showed that the effects of human labor,, diesel fuel, water for irrigation, chemical fertilizer and farmyard manure inputs on the yield were positive, and the effects of agriculture machinery and chemicals inputs on cotton yield were negative. Sensitivity analysis results indicate that with an additional use of 1 MJ of each seed and human labor energy, would lead to an additional increase in yield by 0.29 and 0.22 kg, respectively. Total greenhouse gas emission was 1430.18 $kgco_2eq\ ha^{-1}$. Three inputs of diesel fuel, farmyard manure and agricultural machinery with 45.2, 23.5 and 22.8 percent, showed the highest gas emissions. Diesel fuel with the highest energy consumption and greenhouse gas emission in cotton production allocated only about 2.7 percent of the variable costs. Moreover, the benefit to cost ratio for the cotton production in Golestan province was calculated as 1.16.

Keywords: Cotton, Cobb-Douglas, Energy, Greenhouse Gas, Sensitivity analysis.