نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دهم، شماره اول، بهار ۹۶
۱۴۹-۱۶۷
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر انرژی‌های ورودی بر عملکرد و برآورد اقتصادی تولید پنبه در استان خراسان رضوی

مهدی کی‌دشتی[1]، *مهدی خجسته‌پور[2]، باقر عمادی[2] و امین نیکخواه[3]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مکانیزاسیون، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد، [2]دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، [3]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۲۴

چکیده

سابقه و هدف: استان خراسان رضوی یکی از بزرگ‌ترین تولیدکننده‌های پنبه در کشور محسوب می‌گردد. در تولید پایدار پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) در استان خراسان رضوی نیازمند توجه به جریان انرژی و تحلیل اقتصادی آن می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی روند مصرف انرژی و تحلیل اقتصادی در نظام تولید پنبه در استان خراسان رضوی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: اطلاعات موردنیاز به‌وسیله پرسشنامه و مصاحبه حضوری با پنبه‌کاران در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ جمع‌آوری شد. در این راستا، میزان نهاده‌های ورودی و خروجی تولید پنبه از جمله نهاده‌های بذر، نیروی انسانی، ماشین‌ها، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، کود حیوانی و الکتریسته و عملکرد پنبه ثبت شدند. تأثیر نهاده‌های انرژی مصرفی بر عملکرد پنبه با استفاده از مدل کاب داگلاس برآورد گردید. به منظور تعیین حساسیت نهاده‌های انرژی ورودی در تولید پنبه در استان خراسان رضوی از روش بهره‌وری فیزیکی حاشیه‌ای استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزوده انرژی و کارایی انرژی تولید پنبه در منطقه به‌ترتیب ۱۸۶۸۳/۷۸- مگاژول بر هکتار و ۰/۷۱ بود. الکتریسیته و کودهای شیمیایی به‌ترتیب با سهم ۷۰/۵۰ و ۱۲/۳۹ درصد به‌عنوان پرمصرف‌ترین منابع انرژی در تولید بودند. میزان انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تولید پنبه در استان

*مسئول مکاتبه: mkhpour@um.ac.ir

خراسان رضوی به‌ترتیب ٥٨٩٦/٦٤ و ٦٣٢٩٩/١١ مگاژول بر هکتار محاسبه شدند. نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس نشان داد که تأثیر نهاده‌های انرژی بذر، نیروی انسانی، ماشین‌های کشاورزی و سوخت دیزل بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، کود حیوانی و الکتریسیته بر عملکرد پنبه منفی بود. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که با افزایش یک مگاژول در انرژی ورودی نهاده‌های بذر، نیروی انسانی، ماشین‌های کشاورزی و سوخت دیزل عملکرد به‌ترتیب معادل ۰/۰۹، ۱/۰۸، ۰/۷۳ و ۰/۱۷ کیلوگرم افزایش یافت و با افزایش یک مگاژول در انرژی نهاده‌های کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، کود حیوانی و الکتریسیته عملکرد به‌ترتیب معادل ۰/۰۳، ۰/۰۹، ۰/۱٤ و ۰/۰۳ کیلوگرم کاهش یافت. نرخ بازگشت به مقیاس ۰/۸۸ محاسبه شد. بدین معنا که با افزایش یک درصدی در انرژی تمام نهاده‌های ورودی عملکرد معادل ۰/۸۸ درصد افزایش می‌یابد. درآمد خالص تولید و نسبت سود به هزینه به‌ترتیب ۹۰۳۹٤٥۱ ریال بر هکتار و ۱/۲۱ محاسبه شد. نیروی انسانی نیز با ٤۲/۹ درصد بیش‌ترین سهم از هزینه‌های متغیر تولید را به خود اختصاص داد.

نتیجه‌گیری: میزان کارایی انرژی و اقتصادی برای تولید پنبه در استان خراسان رضوی نسبتاً کم بود. از دلایل کم بودن میزان کارایی انرژی تولید پنبه در منطقه می‌توان به میزان آب آبیاری نسبتاً زیاد و به تبع آن میزان انرژی الکتریسیته مصرفی زیاد برای پمپاژ آب اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: پنبه، کارایی انرژی، مدل‌سازی انرژی، نسبت منفعت به هزینه، نیروی انسانی

مقدمه

محدودیت منابع و انرژی سبب گشته به نحوه تخصیص و همچنین مدیریت مصرف آن توجه گردد و لزوم توجه به این امر در سال اقتصاد و فرهنگ با عزم ملی و مدیریت جهادی، برای استفاده و مدیریت صحیح انرژی و در نتیجه حصول شرایط مطلوب‌تر اقتصادی در بخش‌های مختلف کشور احساس می‌شود. جمعیت ایران درحال افزایش است و در طی تنها سی سال، دو برابر شده و به بیش از ۷۰ میلیون نفر رسیده است (١٦). رشد جمعیت در سطح بالایی باقی مانده است ولی منابع انرژی به‌خصوص انرژی فسیلی در حال کاهش است. لذا جوامع نیازمند برنامه‌ریزی‌های اساسی در قبال مدیریت مصرف انرژی هستند (۱۳). در سال ١٣٨٦ در ایران، بخش کشاورزی بیش از پنج درصد از مصرف نهایی فرآورده‌های نفتی و در سال ۱۳۸۷ در حدود ۱۳ درصد از مصرف گازوئیل را به خود اختصاص داد (۵). در سال‌های اخیر به موازات تسریع فرآیند مکانیزاسیون عملیات کشاورزی در ایران مصرف منابع انرژی به‌خصوص سوخت و کود شیمیایی در واحد سطح افزایش پیدا کرده است (۷). اهمیت انرژی در تمام زمینه‌ها و به‌خصوص در مبحث کشاورزی در سالیان اخیر بیش‌تر شده است، انرژی‌های ورودی در مزرعه شامل انرژی‌های مستقیم (نیروی انسانی و سوخت) و انرژی‌های غیر مستقیم (کود شیمیایی، سموم شیمیایی و ماشین‌ها) و نیز انرژی‌های تجدیدپذیر (نیروی انسانی و بذر) و انرژی‌های تجدیدناپذیر (سوخت دیزل، الکتریسیته، سموم شیمیایی، کود شیمیایی و ماشین‌ها) می‌باشند (۱). تلاش می‌شود انرژی ورودی در واحد سطح کاهش یابد و به معنایی دیگر به دنبال افزایش کارایی انرژی در تولید محصولات کشاورزی هستیم.

یکی از این محصولات کشاورزی پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) است. سطح برداشت پنبه در ایران در حدود ۱۱۷ هزار هکتار می‌باشد که از این میزان استان‌های خراسان رضوی و گلستان هر یک به‌ترتیب با ۳۸/۷ و ۱۵/۲ درصد سهم در سطح برداشت این محصول، در رتبه‌های اول و دوم قرار دارند. همچنین استان‌های خراسان رضوی و فارس از نظر تولید به‌ترتیب با ۳۷/۵ و ١٦/٩ درصد سهم در تولید پنبه کشور در جایگاه نخست قرار دارند (٤). شرایط مناسب آب و هوایی و خاک منطقه برای کشت پنبه سبب شده کشورهای همسایه ایران مانند ترکیه و ترکمنستان به‌ترتیب هفتمین و نهمین بزرگ‌ترین تولید کننده‌های این محصول در دنیا باشند (۱۲). در ایران نیز پنبه در بسیاری از استان‌های کشور کشت می‌شود. در سال‌های قبل، استان گلستان بیش‌ترین سطح زیر کشت این محصول را در ایران داشت و تدریجاً سطح زیر کشت پنبه در این استان کاهش یافت. در حال حاضر استان خراسان رضوی بیش‌ترین سطح زیر کشت پنبه در کشور را داراست و پس از آن استان گلستان بیش‌ترین سطح

زیر کشت پنبه را دارد. از لحاظ تولید پنبه استان‌های خراسان رضوی و فارس بیش‌ترین میزان تولید در سطح کشور را دارند (٤).

در چندین مطالعه از منظرهای مختلف چرخه انرژی و هزینه تولید این محصول در نقاط متفاوت بررسی شده است. در یکی از اولین تحقیقات انجام شده بر روی انرژی تولید پنبه، مطالعه‌ای در کشور ترکیه بر روی بررسی انرژی مصرفی و تحلیل اقتصادی تولید پنبه در استان آنتالیا ترکیه صورت گرفت، کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی به‌ترتیب ۰/۷٤ و ۰/۰٦ کیلوگرم بر مگاژول و همچنین نسبت سود به هزینه ۱/۵۹ به‌دست آمد. مهم‌ترین بخش هزینه‌ها مربوط به نیروی انسانی، هزینه‌های ماشین، اجاره زمین و هزینه آفت‌کش‌ها بود. با وجود این‌که نیروی انسانی کمتر از ۳ درصد از کل انرژی مصرفی در کشت پنبه را تشکیل می‌دهد، بیش از ۲٤ درصد هزینه‌های تولید را به خود اختصاص داده است و در مقابل، کودهای شیمیایی که سهم آن‌ها از بودجه انرژی ۲۸/۹ درصد می‌باشد تنها ۵/۵ درصد از هزینه‌های تولید را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین مزارع بزرگ‌تر در بهره‌وری انرژی، بازده مصرف انرژی و عملکرد اقتصادی موفق‌تر بودند (۲۹). در مطالعه‌ای دیگر در استان هاتای ترکیه سه نهاده کودهای شیمیایی، آب آبیاری و سوخت دیزل به‌عنوان نهاده‌های پرمصرف انرژی معرفی شدند. کارایی انرژی و نسبت سود به هزینه به‌ترتیب ۲/۳٦ و ۱/۲٤ گزارش شد (۸). در بررسی که روی انرژی تولید و تحلیل اقتصادی تولید پنبه در استان هنان چین انجام شد، کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی تولید پنبه در آن منطقه به‌ترتیب ۱/۵۱، ۰/۲۱ کیلوگرم بر مگاژول و ۲/۰۷ اعلام شد (٦).

پیشگر کوملـه و همکاران (۲۰۱۲) اطلاعات مربوط به کشت پنبه در استان البرز را از طریق مصاحبه با مصاحبه از ۵۷ کشاورز جمع‌آوری نمودند، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که مجموع انرژی ورودی ۳۱۲۳۷ مگاژول بر هکتار بود. سه نهاده کودهای شیمیایی، سوخت دیزل و ماشین‌ها پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید پنبه در استان البرز ایران بودند. کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی نیز به‌ترتیب ۱/۸۵ و ۰/۱۱ کیلوگرم بر مگاژول اعلام شدند (۲۱). احمدی و آقاعلیخانی (۲۰۱۲) انرژی مصرفی تولید پنبه در استان گلستان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مجموع انرژی ورودی برای تولید پنبه در استان گلستان ۳۱۹۰٤ مگاژول بر هکتار بود. سوخت دیزل و کودهای شیمیایی پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید گزارش شدند. کارایی انرژی نیز ۱/۱ بود (۲). در مطالعه دیگری طاهری راد و همکاران (۲۰۱۵) به مدل‌سازی انرژی مصرفی و تحلیل اقتصادی تولید پنبه در استان گلستان پرداختند. نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس نشان داد، تأثیر نهاده‌های نیروی

انسانی، سوخت دیزل، آب آبیاری، کودهای شیمیایی و کود دامی 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 به‌ترتیب به میزان ۰/۲۹ و ۰/۲۲ کیلوگرم افزایش می‌یابد. همچنین آن‌ها اظهار داشتند که سوخت دیزل با بیش‌ترین انرژی مصرفی تولید پنبه، تنها حدود ۲/۷ درصد از هزینه‌های متغیر را به خود اختصاص می‌دهد (۲۷).

با توجه به سطح زیر کشت پنبه در استان خراسان رضوی و صنایع تبدیلی وابسته به کشت پنبه در منطقه لزوم توجه به روند مصرف انرژی و برآورد اقتصادی تولید این محصول و ارائه راهبردهایی به منظور افزایش بازده انرژی و اقتصادی تولید وجود دارد. براین اساس، هدف از این مطالعه مدل‌سازی انرژی مصرفی و برآورد اقتصادی تولید پنبه در استان خراسان رضوی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری: این مطالعه در سال ۹۲-۱۳۹۱ در شهرستان‌های نیشابور، سبزوار، تربت حیدریه، کاشمر و سرخس استان خراسان رضوی انجام شد. تعداد افراد مورد مطالعه از طریق فرمول کوکران ۸۶ نفر تعیین شد (۲۵). اطلاعات موردنیاز از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری از کشاورزان جمع‌آوری شد. پرسشنامه‌ها حاوی سوالاتی در مورد نهاده‌های ورودی و خروجی موردنیاز برای تولید پنبه بود.

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

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

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

نحوه انجام عملیات مختلف کشت پنبه در استان خراسان رضوی در جدول (۱) ارائه شده است. اولین مرحله آماده‌سازی زمین برای کشت پنبه در این استان از اواسط اردیبهشت شروع شده و تا اواخر آذر در منطقه ادامه دارد.

جدول ۱- عملیات‌های مختلف کشت پنبه در استان خراسان رضوی.

Table 1. Different operation for cotton production in Khorasan province, Iran.

Operation	Date
شخم با گاوآهن برگرداندار/ شخم با کولتیواتور Plowing with moldboard/ Cultivator	۳۰-۱۵ اردیبهشت 4 May to 19 May
تسطیح با بیل صاف کن (دم وزن) Leveling	٤-۵ روز بعد از شخم 4-5 days after plowing
پخش کود دامی Spreading manure	
کاشت دستی بذر و کود Manual seed and fertilizer planting	
کولتیواتور Cultivator	
آبیاری بعد از کولتیواتور First irrigation	
سله شکنی با تیلر (دو بار) Crust breaking using walking tractor (twice)	
وجین اول First weeding	۳۰-۲٤ روز پس از کاشت 24-30 days after planting
کود سفید Urea fertilizer	٤۰-۳٦ روز پس از کاشت 36-40 days after planting
آبیاری دوم Second irrigation	
وجین دوم/ سوم Second and third weeding	۳۰-۲٤ روز بعد از وجین اول 24-30 days first weeding
آبیاری سوم Third irrigation	
محلول‌پاشی ۱۰- ۵ دفعه آبیاری 5-10 times irrigation	
سم‌پاشی اول First spraying	
سم‌پاشی دوم Second spraying	
سرزنی ارقام محلی (غوزه) Top head removal of local varieties	
برداشت Harvesting	اوایل مهر الی اواخر آذر 22 September to 20 December

انرژی‌های ورودی و خروجی: مقدار مواد مؤثر کودهای شیمیایی با توجه به مطالعه اردال و همکاران (۲۰۰۷) محاسبه شد (۱۰). همچنین خروجی‌های سامانه، الیاف (محلوج) و پنبه دانه در نظر گرفته شد که پنبه دانه ۷۰ درصد وش پنبه را تشکیل می‌دهد و مابقی آن را الیاف پنبه شامل می‌شود (۲۱). معادل‌های انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- معادل انرژی ورودی‌ها و خروجی.

Table 2. Energy inputs-outputs equivalent

ورودی‌ها- خروجی Inputs-outputs	ضرایب انرژی‌های ورودی و خروجی Energy inputs-outputs equivalent	منبع Reference
ورودی‌ها Inputs		
بذر Seed	18	(۲۱، ۲۸)
نیروی انسانی Human labor	1.96	(۲٦)
ماشین‌های کشاورزی Agricultural machinery	62.7	(۲٤)
سوخت دیزل Diesel fuel	56.31	(۱۹)
کودهای شیمیایی Chemical fertilizers		
N	66.14	(۱۹)
P_2O_5	12.44	(۱۹)
سموم شیمایی Biocide		
قارچ‌کش Fungicides	216	(۱۰)
حشره‌کش Insecticide	1.01.2	(۱۰)
علف‌کش Herbicide	238	(۲۲)
کود حیوانی Farmyard manure	0.3	(۱۸)
الکتریسیته Electricity	11.93	
خروجی‌ها Outputs		
الیاف Lint	15.5	(۲۱، ۲۸)
بذر Seed	18	(۲۱، ۲۸)

آب آبیاری برای تولید پنبه در استان خراسان رضوی از چاه تأمین می‌شد. در این مطالعه انرژی موردنیاز برای استخراج و توزیع آب در قالب انرژی ماشین‌ها، الکتریسیته و نیروی انسانی مدنظر قرار گرفت. انرژی در نظر گرفته شده برای ماشین‌ها و ادوات نیز شامل چهار بخش تهیه مواد خام، فرآیند تولید، توزیع و حمل و نقل و تعمیر و نگه‌داری بود (۳). انرژی معادل ماشین‌ها مطابق رابطه (۳) محاسبه شد (۹، ۱۷):

$$E_{machinery}=t_m \times EI_{machinery}$$ رابطه (۳)

که در آن $E_{machinery}$ انرژی ماشین‌ها و ادوات بر حسب مگاژول بر هکتار، t_m هم‌ارز انرژی ماشین‌ها بر حسب مگاژول بر ساعت و $EI_{machinery}$ کل ساعت کار ماشین به ازای هر هکتار می‌باشد.

در این مطالعه مهم‌ترین شاخص‌های انرژی شامل کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، افزوده انرژی و انرژی ویژه مورد بررسی قرار گرفت (۱۷، ۲۳). بدین ترتیب که پس از تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های انرژی، شاخص‌های انرژی آن محاسبه شد:

رابطه (٤) $$\text{کارایی انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}$$

رابطه (٥) $$\text{بهره‌وری} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}$$

رابطه (٦) $$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)}}{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}}$$

رابطه (۷) $$\text{افزوده انرژی} = \text{انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)} - \text{انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)}$$

مدل‌سازی انرژی: در این تحقیق برای مدل‌سازی رابطه بین انرژی نهاده‌های ورودی با عملکرد از تابع کاب داگلاس استفاده شد. این تابع در بسیاری از تحقیقات صورت گرفته بر روی انرژی تولید محصولات کشاورزی به‌کار گرفته شده است (١٤، ١٥، ١٧، ٢١). با جاگذاری هشت نهاده انرژی ورودی، تابع کاب داگلاس به‌صورت فرمول ۸ در می‌آید. در این رابطه a_0 و e_i به‌ترتیب ضریب ثابت و ضریب خطا هستند و $\alpha_8, \dots, \alpha_2, \alpha_1$ به‌ترتیب ضرایب رگرسیونی نهاده‌های انرژی ورودی هستند.

رابطه (۸) $$Lny_i = a_0 + \alpha_1 lnx_1 + \alpha_2 lnx_2 + \alpha_3 lnx_3 + \alpha_4 \ln x_4 + \alpha_5 lnx_5 + \alpha_6 lnx_6 + \alpha_7 lnx_7 + \alpha_8 lnx_8 + e_i$$

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 به‌دست آمده برای هر یک از معادلات رگرسیونی ذکر شده، محاسبه می‌شود.

به‌منظور تعیین حساسیت نهاده‌های انرژی ورودی در تولید پنبه در استان خراسان رضوی از روش بهره‌وری فیزیکی حاشیه‌ای[1] 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 (۱۵، ۱۷).

1- Marginal physical productivity

روش ارزیابی اقتصادی: هزینه‌های کل شامل هزینه‌های ثابت و متغیر تولید بودند. هزینه‌های متغیر در قالب هشت نهاده ورودی بذر، نیروی انسانی، ماشین‌ها، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی و کود دامی مدنظر قرار گرفتند. هزینه‌ها، درآمد و شاخص‌های اقتصادی تولید در یک هکتار مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه برای ارزیابی اقتصادی تولید پنبه در استان خراسان رضوی از شاخص‌های ارزش تولید کل، درآمد ناخالص، درآمد خالص، نسبت سود به هزینه و بهره‌وری اقتصادی به‌ترتیب مطابق رابطه‌های (۹) تا (۱۳) محاسبه شده است.

رابطه (۹) (ریال بر کیلوگرم) قیمت محصول× (کیلوگرم بر هکتار) عملکرد = ارزش تولید کل

رابطه (۱۰) (ریال بر هکتار) هزینه متغیر تولید – (ریال بر هکتار) ارزش تولید کل = درآمد ناخالص

رابطه (۱۱) (ریال بر هکتار) هزینه کل تولید – (ریال بر هکتار) ارزش تولید کل = درآمد خالص

رابطه (۱۲)
$$\frac{\text{سود}}{\text{هزینه}} = \frac{\text{ارزش کل تولید (ریال بر هکتار)}}{\text{هزینه کل تولید (ریال بر هکتار)}}$$

رابطه (۱۳)
$$\text{بهره وری اقتصادی} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)}}{\text{هزینه کل تولید (ریال بر هکتار)}}$$

در ابتدا داده‌های خام استخراج شده از پرسشنامه‌ها وارد نرم‌افزار EXCEL 2010 شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزاری JMP8 تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام شد و روابط رگرسیونی بین انرژی ورودی نهاده‌ها با عملکرد با استفاده از روش رگرسیون خطی برقرار شد.

نتایج و بحث

بررسی جریان انرژی: متوسط عملکرد پنبه در استان خراسان رضوی معادل ۲۹۲۷/۲ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد. پیشگر کومله و همکاران (۲۰۱۲)، میانگین عملکرد پنبه در استان البرز را ۳٤۳۰ کیلوگرم بر هکتار گزارش نمودند (۲۱). در مطالعه مشابهی طاهری‌راد و همکاران (۲۰۱۵) میزان عملکرد پنبه در استان گلستان را ۲٦۵۰ کیلوگرم بر هکتار اعلام نمودند (۲۷). عملکرد تولید پنبه در آنتالیا و هاتای ترکیه نیز به‌ترتیب ۳۱۱۳ و ۳۹۱۷ کیلوگرم بر هکتار گزارش شد (۸، ۲۹). عملکرد تولید پنبه در یونان نیز برابر ۳۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار گزارش شد (۲۸). مقایسه نتایج مشخص نمود که میانگین عملکرد

پنبه در استان خراسان رضوی کم‌تر از تولید پنبه در استان البرز و از میانگین عملکرد تولید پنبه در استان گلستان بیش‌تر می‌باشد (۲۱، ۲۷).

سهم هر یک از نهاده‌های ورودی در انرژی مصرفی تولید پنبه در استان خراسان رضوی در جدول (۳) ارائه شده است. الکتریسیته با ٤٨٧٤٥/٩٨ مگاژول بر هکتار پرمصرف‌ترین منبع انرژی در تولید پنبه در استان خراسان رضوی به‌دست آمد. به نحوی که این نهاده بیش از ۷۰ درصد انرژی مصرفی تولید پنبه را به خود اختصاص داد. پس از آن نهاده‌های کودهای شیمیایی و سوخت دیزل به ترتیب دومین و سومین نهاده‌های پرمصرف انرژی در تولید پنبه در منطقه بودند.

طاهری‌راد و همکاران (۲۰۱۵) با تحقیق بر روی انرژی تولید پنبه در استان گلستان اعلام نمودند که دو نهاده سوخت دیزل و ماشین‌ها پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید بودند (۲۷). در تحقیق مشابه بر روی تولید پنبه در استان البرز سه نهاده سوخت دیزل، ماشین‌های کشاورزی و کودهای شیمیایی به‌ترتیب به‌عنوان پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید گزارش شدند (۲۱). 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 کود شیمیایی و ماشین‌های کشاورزی نهاده‌های پرمصرف انرژی در تولید بودند (۲۹).

در استان خراسان رضوی با توجه به نیاز آبی نسبتاً بالا، استفاده از پمپ‌هایی با منبع توان الکتریسیته رایج است و بدین ترتیب الکتریسیته سهم عمده‌ای از انرژی مصرفی تولید پنبه را به خود اختصاص داد. لذا ضرورت توجه به روش‌های نوین آبیاری به‌منظور کاهش حجم آب مصرفی و به تبع آن کاهش الکتریسیته مصرفی وجود دارد. برای کاهش انرژی مصرفی مربوط به کودهای شیمیایی نیز پیشنهاد می‌شود حمایت و آموزش‌های لازم به‌منظور انجام آزمایش‌های متناوب خاک برای تعیین نیاز خاک فراهم گردد.

شاخص‌های انرژی تولید پنبه در استان خراسان رضوی در جدول ٤ ارائه شده است. کارایی انرژی برای تولید پنبه در استان خراسان رضوی ۰/۷۱ محاسبه شد که از میزان کارایی انرژی برای تولید پنبه در استان گلستان و البرز ایران و استان‌های هاتای و آنتالیا ترکیه کم‌تر بود (۲۱، ۲۷، ۲۹). از دلایل کم‌تر بودن میزان کارایی انرژی تولید پنبه در منطقه می‌توان به میزان آب آبیاری نسبتاً زیاد و به تبع آن میزان انرژی الکتریسیته مصرفی زیاد برای پمپاژ آب اشاره کرد. به منظور افزایش کارایی انرژی تولید پنبه در منطقه پیشنهاد می‌شود حمایت‌های لازم به‌منظور استفاده از روش‌های نوین آبیاری به منظور افزایش بهره‌وری آب مصرفی انجام گیرد. افزوده انرژی در این مطالعه ١٨٦٨٣/٧٨- محاسبه شد. به این معنا که میزان انرژی ورودی از میزان انرژی خروجی در منطقه بیش‌تر است و انرژی به‌طور کارا مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

جدول ۳- میانگین انرژی‌های ورودی و خروجی تولید پنبه در خراسان رضوی.

Table 3. The energy flow of cotton production in Khorasan Razavi province, Iran.

ورودی‌ها و خروجی Inputs-outputs	میانگین (مگاژول بر هکتار) Average ($MJha^{-1}$)	درصد Percent
ورودی‌ها Inputs		
بذر Seed	3514.84	5.08
نیروی انسانی Human labor	1388.47	2.01
سوخت دیزل Diesel fuel	4170.61	6.03
ماشین‌های کشاورزی Agricultural machinery	1076.82	1.56
کودهای شیمیایی Chemical fertilizers		
- N	7614.17	11.01
- P_2O_5	948.88	1.37
سموم Biocide	742.66	1.07
کود حیوانی Farmyard manure	993.33	1.44
الکتریسیته Electricity	48745.98	70.50
مجموع انرژی ورودی Total energy inputs	69195.75	100
خروجی Outputs		
- الیاف Lint	13629.10	
- بذر Seed	36882.87	
مجموع انرژی خروجی Total energy output	50511.97	

سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم در تولید پنبه در استان خراسان رضوی به‌ترتیب ۵٤۳۰۵/۰۵ و ۱٤۸۹۰/٦۹ مگاژول بر هکتار بود. (جدول ٤). سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم تولید پنبه در استان گلستان به‌ترتیب ۱۷۵٦۹/۲ و ۱۱۳۲۸/۸ مگاژول بر هکتار گزارش شد (۲۷). میزان انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تولید پنبه در استان خراسان رضوی به‌ترتیب ۵۸۹٦/٦٤ و ٦۳۲۹۹/۱۱ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. انرژی‌های تجدیدپذیر تنها در حدود ۸/۵۲ درصد از مجموع انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید پنبه در استان‌های گلستان و البرز ایران به‌ترتیب ۲۰ و ۲۹/٤۷ گزارش شد. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید پنبه در استان خراسان رضوی کم‌تر از استان‌های گلستان و البرز می‌باشد. در نتیجه ضرورت توجه به منابع تجدیدپذیر انرژی مانند کودهای دامی و آلی و کاهش نهاده‌های تجدیدناپذیر انرژی مانند سوخت دیزل وجود دارد. در این راستا اجرای عملیات کم خاک‌ورزی می‌تواند راهکاری برای کاهش مصرف نهاده‌های تجدیدناپذیر انرژی برای تولید پنبه در منطقه مدنظر قرار گیرد.

جدول ٤- شاخص‌ها و شکل‌های مختلف انرژی تولید پنبه در استان خراسان رضوی.

Table 4. Energy indices of cotton production in Khorasan razavi province, Iran.

شاخص‌های انرژی Energy indices	واحد Unit	میانگین Average	درصد Percent
کارایی انرژی Energy efficiency	-	0.71	-
بهره‌وری انرژی Energy productivity	کیلوگرم بر مگاژول $kgMJ^{-1}$	0.04	-
انرژی ویژه Specific energy	مگاژول بر کیلوگرم $MJkg^{-1}$	32.72	-
افزوده انرژی Net energy	مگاژول بر هکتار $MJha^{-1}$	-18683.78	-
انرژی مستقیم [a] Direct energy [a]	مگاژول بر هکتار $MJha^{-1}$	54305.05	78
انرژی غیرمستقیم [b] Indirect energy [b]	مگاژول بر هکتار $MJha^{-1}$	14890.69	21
انرژی تجدیدپذیر [c] Renewable energy [c]	مگاژول بر هکتار $MJha^{-1}$	5896.64	8
انرژی تجدیدناپذیر [d] Non-renewable energy [d]	مگاژول بر هکتار $MJha^{-1}$	63299.11	92

[a] انرژی‌های مستقیم شامل: سوخت دیزل و نیروی انسانی و الکتریسیته.

[a] Direct energy inputs: diesel fuel, human labor and electricity.

[b] انرژی‌های غیرمستقیم شامل: سموم شیمیایی، کود دامی، کودهای شیمیایی، بذر و ماشین‌های کشاورزی.

[a] Indirect energy inputs: biocide, farmyard manure, chemical fertilizer, seed and agricultural machinery.

[c] انرژی‌های تجدیدپذیر شامل: نیروی انسانی، کود دامی و بذر.

[c] Renewable energy inputs: human labor, farmyard manure and seed.

[d] انرژی‌های تجدیدناپذیر شامل: ماشین‌های کشاورزی، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی.

[d] Non-renewable energy inputs: agricultural machinery, diesel fuel, chemical fertilizer and biocide.

مدل‌سازی انرژی مصرفی: نتایج استفاده از تابع کاب داگلاس به‌منظور بررسی اثر انرژی‌های ورودی بر عملکرد پنبه در استان خراسان رضوی در جدول (۵) آورده شده است. تأثیر نهاده‌های انرژی بذر، نیروی انسانی، ماشین‌های کشاورزی و سوخت دیزل بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، کود حیوانی و الکتریسیته بر عملکرد پنبه منفی محاسبه شد. در بررسی انرژی تولید پنبه در استان البرز تأثیر نهاده‌های ورودی بذر، سوخت دیزل، نیروی انسانی، ماشین‌های کشاورزی و سموم شیمیایی بر عملکرد مثبت و تأثیر نهاده انرژی کودهای شیمیایی بر روی عملکرد منفی گزارش شد (۲۷). تأثیر نهاده انرژی نیروی انسانی با ضریب رگرسیونی ۰/٤۸، بر روی عملکرد پنبه در استان خراسان رضوی معنی‌دار بود. ضرایب سایر نهاده‌ها و همچنین سطح معنی‌داری آن‌ها در جدول (۵) ارائه شده است.

نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که با افزایش یک مگاژول در انرژی ورودی نهاده‌های بذر، نیروی انسانی، ماشین‌های کشاورزی و سوخت دیزل عملکرد به‌ترتیب معادل ۰/۰۹، ۱/۰۸، ۰/۷۳ و ۰/۱۷ کیلوگرم افزایش یافت و با افزایش یک مگاژول در انرژی نهاده‌های کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، کود حیوانی و الکتریسیته عملکرد به‌ترتیب معادل ۰/۰۳، ۰/۰۹، ۰/۱٤ و ۰/۰۳ کیلوگرم کاهش یافت. 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 به‌ترتیب ۰/۳۸، ۰/۱۱، ۰/٤٥، ۱/۹٥–، ۱/٦۸، ۰/۰۹ و ۰/۱۰ گزارش شد (۲۱، ۲۷). نیز با ارزیابی حساسیت نهاده‌های ورودی انرژی تولید پنبه در استان گلستان اظهار داشتند که با افزایش یک مگاژول در انرژی ورودی نهاده‌های نیروی انسانی، سوخت دیزل، کودهای شیمیایی، آب آبیاری و کود دامی عملکرد به‌ترتیب معادل ۰/۲۲، ۰۷/، ۰/۰۰، ۰/۱۰ و ۰/۰۱ کیلوگرم افزایش یافت و با افزایش یک مگاژول در انرژی نهاده‌های بذر، ماشین‌ها، سموم شیمیایی عملکرد به‌ترتیب معادل ۰/۲۹، ۰/۰۷، ۰/۱٦ کیلوگرم کاهش یافت.

مقدار آزمون دوربین واتسون مدل تخمینی ۲/۰۰ محاسبه شد که بیانگر عدم وجود همبستگی بین متغیرها در سطح پنج درصد می‌باشد. نرخ بازگشت به مقیاس ۰/۸۸ محاسبه شد (جدول ٥). بدین معنا که با افزایش یک درصدی در انرژی تمام نهاده‌های ورودی عملکرد معادل ۰/۸۸ درصد افزایش می‌یابد.

بررسی رابطه بین مساحت مزرعه و انرژی‌های ورودی و خروجی: ضرایب همبستگی بین مساحت مزرعه پنبه و انرژی‌های ورودی و خروجی در جدول (٦) ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، همبستگی منفی بین مساحت مزرعه و انرژی‌های ورودی و خروجی وجود دارد و این همبستگی در مورد رابطه بین انرژی‌های ورودی و مساحت مزرعه بیش‌تر است (ضریب همبستگی ۰/۱٥–). پیشگر کومله و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی بر روی تولید برنج، پیشگر کومله و همکاران (۲۰۱۲ب) بر روی تولید سیب‌زمینی و عمادی و همکاران (۲۰۱٥) بر روی تولید بادام‌زمینی نیز معتقدند با افزایش مساحت مزرعه میزان انرژی ورودی بر واحد سطح کاهش می‌یابد (۹، ۲۰). همبستگی بین انرژی ورودی و خروجی نیز ۰/۸۱ بود و بین انرژی‌های ورودی و خروجی تولید پنبه همبستگی مثبت وجود داشت.

جدول ۵- اثر انرژی‌های ورودی بر عملکرد پنبه در استان خراسان رضوی.

Table 5. The effects of energy inputs on the cotton yield in Khorasan Razavi province, Iran.

	Regression coefficients ضریب رگرسیونی	t-stat آماره t	P-Value	MPP
$Model: Lny_i = a_0 + \alpha_1 lnx_1 + \alpha_2 lnx_2 + \alpha_3 lnx_3 + \alpha_4 lnx_4 + \alpha_5 lnx_5 + \alpha_6 lnx_6 + \alpha_7 lnx_7 + \alpha_8 lnx_8 + e_i$				
بذر Seed	0.11	1.21	0.23	0.099
نیروی انسانی Human labor	0.48	4.46	0.001	1.085
ماشین‌های کشاورزی Agricultural machinery	0.27	1.45	0.156	0.730
سوخت دیزل Diesel fuel	0.25	1.87	0.069	0.173
کودهای شیمیایی Chemicalfertilizer	-0.07	-1.33	0.019	0.033
سموم شیمیایی Biocide	-0.02	-0.77	0.447	0.089
کود حیوانی Farmyard manure	-0.05	-2.45	0.019	0.141
الکتریسیته Electricity	-0.09	-0.47	0.639	0.032
R^2	0.72			
R^2_{Adj}	0.66			
دوربین واتسون Durbin-Watson	2.00			
نرخ بازگشت به مقیاس Return to scale	0.88			

جدول ٦- همبستگی بین مساحت مزرعه پنبه و انرژی‌های ورودی و خروجی.

Table 6. The correlation between farm size, energy input and output for cotton production

	Farm size (ha) مساحت مزرعه (هکتار)	Energy input ($MJha^{-1}$) انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار)	Energy output ($MJha^{-1}$) انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار)
مساحت مزرعه (هکتار) Farm size (ha)	1.00	-0.15	-0.01
انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار) Energy input ($MJha^{-1}$)	-0.15	1.00	0.81
انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار) Energy output ($MJha^{-1}$)	-0.01	0.81	1.00

تحلیل اقتصادی: هزینه‌های ورودی و خروجی تولید پنبه در استان خراسان رضوی در جدول (۷) آورده شده است. نیروی انسانی با ١٤١٦٧٧٣٧ ریال بر هکتار بیش‌ترین هزینه را در تولید پنبه در استان

خراسان رضوی به خود اختصاص داد. به نحوی که سهم این نهاده در هزینه‌های متغیر تولید در حدود ۴۲/۹ درصد بود. با توجه به این که عملیات برداشت پنبه در استان خراسان رضوی به‌صورت سنتی انجام می‌گیرد، در روزهای برداشت با توجه با افزایش تقاضا برای نیروی کار، هزینه نیروی انسانی افزایش می‌یابد، لذا به‌نظر می‌رسد کشاورزانی با زمین‌های نسبتاً بزرگ و شرکت‌های خدمات مکانیزاسیون می‌بایست ضمن سرمایه‌گذاری‌های لازم، تمهیدات مربوطه از جمله کشت ارقام مناسب برای برداشت مکانیزه را اتخاذ نمایند.

ماشین‌ها دومین نهاده با بیش‌ترین هزینه در تولید بودند. ٦٨٢٩٢٧٦ ریال بر هکتار مربوط به هزینه این نهاده تولیدی بود. با توجه به هزینه بالای نیروی کارگری در منطقه به‌نظر می‌رسد در آینده نزدیک در منطقه از ماشین‌های برداشت پنبه استفاده گردد. در این راستا لزوم توجه به کشت ارقام متناسب با کشت مکانیزه وجود دارد. مضاف بر این‌که، ماشین‌های مورد استفاده می‌بایست متناسب با اندازه زمین‌های تحت کشت پنبه باشند. به نحوی که عمادی و همکاران (۲۰۱۵) اعلام نمودند یکی از دلایل افزایش هزینه‌های تولید بادام‌زمینی در ایران مربوط به عدم تناسب ماشین‌های مصرفی با اندازه زمین‌های تحت کشت این محصول است (۹). عین حال فلاحی و همکاران (۱۳۹٤) نیز معتقدند در کنار مسائل فنی و اقتصادی ماشین‌های کشاورزی باید به وضعیت ارگونومیک آن‌ها نیز توجه ویژه‌ای داشت (۱۱).

کودهای شیمیایی نیز با ٣٨٤١٤٧٦ ریال در هکتار سومین نهاده با بیش‌ترین هزینه‌ها در تولید بود. در سال‌های اخیر از میزان حمایت‌های دولتی از کودهای شیمیایی کاسته شده است. لذا کشاورزان هزینه قابل توجه‌ای را برای این نهاده صرف می‌کنند. پیشنهاد می‌شود به وسیله آزمون خاک و تعیین زمان مناسب کوددهی میزان مصرف این نهاده کاهش یابد.

متوسط هزینه کودهای دامی و الکتریسته برای تولید پنبه در استان خراسان رضوی به‌ترتیب ٣٢٣٤٢٤٩ و ١٣٦١١٣٤ ریال بر هکتار به‌دست آمد. در ایران تعرفه الکتریسیته مصرفی در بخش کشاورزی کم تر از بخش خانگی است ولی با اجرای فاز دوم طرح هدفمندسازی یارانه‌ها قیمت این نهاده افزایش یافته است.

هزینه سوخت دیزل مصرفی برای تولید پنبه در استان خراسان رضوی ٦٩١٨٠٢ ریال بر هکتار بود. این درحالی است که این نهاده یکی از پرمصرف‌ترین منابع انرژی در تولید بود. در بررسی طاهری‌راد و همکاران (۲۰۱۵) نیز این نهاده به‌عنوان بیش‌ترین مصرف‌کننده انرژی در تولید پنبه در استان گلستان و نهاده‌ای با بیش‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای گزارش شد. آن‌ها اعلام نمودند با توجه به این‌که این نهاده تنها در حدود ۲/۷ درصد از هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد، به مصرف آن بی‌توجهی

می‌شود (۲۷). عمادی و همکاران (۲۰۱۵) نیز اعلام نمودند که با توجه به سهم قابل توجه این نهاده در انرژی مصرفی تولید بادام‌زمینی در استان گیلان و قیمت نسبتاً پایین سوخت دیزل در ایران، کاربرد ماشین‌های فرسوده و ناکارا از نظر مصرف انرژی در منطقه همچنان مقرون به صرفه است. لذا به مدیریت مصرف این نهاده توجه کافی نمی‌شود (۹).

درآمد ناخالص و درآمد خالص به‌ترتیب ۱۸۲۸۳۱٤۹ و ۹۰۳۹٤۵۱ ریال بر هکتار محاسبه شد. بهره‌وری اقتصادی نیز برای تولید پنبه در منطقه ۰/۸۹ کیلوگرم بر ده هزار ریال به‌دست آمد. نسبت سود به هزینه برای تولید پنبه در استان خراسان رضوی ۱/۲۱ بود (جدول ۷). همچنین نسبت سود به هزینه برای تولید پنبه در استان گلستان ۱/۱٦ اعلام شد (۲۷). این شاخص برای تولید پنبه در آنتالیا و هاتای ترکیه و بادام‌زمینی در استان گیلان به‌ترتیب ۰/۸٦، ۱/۲٤ و ۱/۸۲ گزارش شد (۸، ۹، ۲۹). مقایسه نتایج حاکی از آن است که صرفه اقتصادی تولید پنبه در استان خراسان رضوی از تولید پنبه در استان گلستان و آنتالیا ترکیه بیش‌تر و از تولید پنبه در استان هاتای ترکیه کم‌تر می‌باشد.

جدول ۷- تحلیل اقتصادی تولید پنبه در استان خراسان رضوی.

Table 7. Economic analysis of cotton production in Khorasan Razavi province, Iran.

	Unit	Average
ورودی‌ها Inputs		
بذر Seed	ریال بر هکتار Rials per hectare	2,063,292
نیروی انسانی Human labor	ریال بر هکتار Rials per hectare	14,167,737
ماشین‌های کشاورزی Agricultural machinery	ریال بر هکتار Rials per hectare	6,829,276
سوخت دیزل Diesel fuel	ریال بر هکتار Rials per hectare	691,802
کودهای شیمیایی Chemical fertilizers	ریال بر هکتار Rials per hectare	3,841,476
سموم Biocide	ریال بر هکتار Rials per hectare	824,263
کود حیوانی Farmyard manure	ریال بر هکتار Rials per hectare	3,234,249
الکتریسیته Electricity	ریال بر هکتار Rials per hectare	1,361,134
خروجی Output		
الیاف و پنبه دانه Lint and seed	ریال بر هکتار Rials per hectare	51,296,378
درآمد ناخالص Gross return	ریال بر هکتار Rials per hectare	18,283,149
درآمد خالص Net return	ریال بر هکتار Rials per hectare	9,039,451
بهره‌وری اقتصادی Economic productivity	کیلوگرم بر ده‌هزار ریال Kg 10,000Rials^{-1}	0.89
نسبت منفعت به هزینه Benefit to cost ratio	-	1.21

نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه به بررسی الگوی مصرف انرژی، مدل‌سازی آن و تحلیل اقتصادی تولید پنبه در استان خراسان رضوی پرداخت. نتایج نشان داد کارایی انرژی و نسبت سود به هزینه برای تولید پنبه در منطقه به‌ترتیب ۰/۷۱ و ۱/۲۱ بود. مقایسه نتایج با سایر پژوهش‌های مشابه بر روی تولید پنبه در سایر نقاط نشان داد که میزان کارایی انرژی و اقتصادی برای تولید پنبه در استان خراسان رضوی نسبتاً کم بود. از دلایل کم بودن میزان کارایی انرژی تولید پنبه در منطقه می‌توان به میزان آب آبیاری نسبتاً زیاد و به تبع آن میزان انرژی الکتریسیته مصرفی زیاد برای پمپاژ آب اشاره کرد. همچنین نتایج مدل‌سازی حاکی از آن بود که تأثیر نهاده‌های انرژی بذر، نیروی انسانی، ماشین‌های کشاورزی و سوخت دیزل بر روی عملکرد مثبت و تأثیر نهاده‌های کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، کود حیوانی و الکتریسیته بر عملکرد پنبه منفی محاسبه شد.

سپاسگزاری

از دانشگاه فردوسی مشهد برای حمایت از این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از زحمات دکتر محمد صادق‌اللهیاری و دکتر سعید فیروزی در راستای اجرای این پژوهش تشکر نمایند.

منابع

1. AghaAlikhani, M., Kazemi-Poshtmasari, H., and Habibzadeh, F. 2013. Energy use pattern in rice production: A case study from Mazandaran province, Iran. Energ. Convers. Manage., 69: 157-162.
2. Ahmadi, M., and AghaAlikhani, M. 2012. Energy use analysis of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production in Golestan province and a few strategies for increasing resources productivity. J. Agroecol., 4(2): 151-158. (In Persian)
3. Alimagham, S.M., Soltani, A., and Zeinali, E. 2014. Fuel consumption, energy use and GHG emissions from field operations in soybean production. Elec. J. Crop Prod., 7(1): 1-23.
4. Anonymous. Annual agricultural statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran, Guilan province. (MAJG). 2012. Available from*: http://www.jkgc.ir*. (In Persian)
5. Anonymous. Ministry of Energy (MOE). 2008. Energy balance in Iran. Available on *http://www.moe.gov.ir*. (In Persian)

6. Azam-Khan, M., Khan, S.H., and Mushtaq, S.H. 2009. Energy and economic efficiency analysis of rice and cotton production in china. Sarhad J. Agric., l(2): 292-300.
7. Beheshti-Tabar, I., Keyhani, A., and Rafiee, S. 2010. Energy balance in Iran's agronomy (1990–2006). Renew. Sust. Energ. Rev., 14: 849-855.
8. Dagistan, E., Akcaoz, H., Demirtas, B., and Yilmaz, Y. 2009. Energy usage and benefit-cost analysis of cotton production in Turkey. Afr. J. Agric. Res., 4(7): 599-604.
9. Emadi, B., Nikkhah, A., Khojastehpour, M., Payman, S.H. 2015. Effect of farm size on energy consumption and input costs of peanut production in Guilan province, Iran. Agric. Machin., 5(1): 217-227. (In Persian)
10. Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., and Gündüz, O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energ., 32: 35-41.
11. Fallahi, H., Abbaspour-Fard, M.H., Azhari, A., Khojastehpour, M., and Nikkhah, A. 2015. Comparison of applied forces on selective joints and muscles of drivers during clutching of MF285 and MF399 tractors. Agric. Machin., 5(1): 163-171. (In Persian)
12. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. Fao Statistical. available on the FAO website (*www.fao.org/publications)*.
13. Koochaki, A., and Hosseini, M. 1994. Energy flow in agricaltural ecosystems. Published by Ferdowsi Univesrsity of Mashhad. (In Persian)
14. Kuswardhani, N., Soni, P., and Shivakoti, G.P. 2013. Comparative energy input–output and financial analyses of greenhouse and open field vegetables production in West Java, Indonesia. Energ., 53: 83-92.
15. Mobtaker, H.G., Akram, A., and Keyhani, A. 2012. Energy use and sensitivity analysis of energy inputs for alfalfa production in Iran. Energ. Sustain. Dev., 16: 84-89.
16. Najafi, G., Ghobadian, B., and Yusaf, T.F. 2011. Algae as a sustainable energy source for biofuel production in Iran: A case study. Renew Sust. Energ. Rev., 15: 3870-3876.
17. Nikkhah, A., Emadi, B., Shabanian, F., and Hamzeh-Kalkenari, H. 2014. Energy sensitivity analysis and greenhouse gas emissions for tea production in Guilan province. Iran. J. Agroecol., 6(3): 622-633. (In Persian)
18. Ozkan, B., Akcaoz, H., and Karadeniz, F. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Convers. Manage., 45: 1821-1830.
19. Ozkan, B., Ceylan, R.F., and Kizilay, H. 2011. Comparison of energy inputs in glasshouse double crop (fall and summer crops) tomato production. Renew. Energ., 36: 1639-1644.

20. Pishgar-Komleh, S.H., Ghahderijani, M., and Sefeedpari, P. 2012. Energy consumption and CO2 emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. J. Clean. Prod., 33: 183-191.
21. Pishgar-Komleh, S.H., Sefeedpari, P., and Ghahderijani, M. 2012. Exploring energy consumption and CO[sub 2] emission of cotton production in Iran. Renew. Sust. Energ. Rev., 4: 033115-033114.
22. Rafiee, S., Mousavi Avval, S.H., and Mohammadi, A. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energ., 35: 3301-3306.
23. Royan, M., Khojastehpour, M., Emadi, B., and Mobtaker, H.G. 2012. Investigation of energy inputs for peach production using sensitivity analysis in Iran. Energ. Convers. Manage, 64: 441-446.
24. Singh, S., and Mittal, J.P. 1992. Energy in Production Agriculture. Mittal Publications.
25. Snedecor, G.W., and Cochran, W.G. 1980. Statistical Methods. Iowa State University Press.
26. Soltani, A., Rajabi, M.H., Zeinali, E., and Soltani, E. 2013. Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. Energ., 50: 54-61.
27. Taheri-Rad, A., Nikkhah, A., Khojastehpour, M., and Norouzie, S. 2015. Assessing the GHG emissions, the energy and economic analysis of cotton production in Golestan province. Agri. Machin., 5(2): 428-445. (In Persian)
28. Tsatsarelis, C.A. 1991. Energy requirements for cotton production in central Greece. J. Agr. Eng. Res., 50: 239-246.
29. Yilmaz, I., Akcaoz, H., and Ozkan, B. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renew. Energ., 30: 145-155.