

تعیین شاخص‌های انرژی در چرخه حیات پنبه به‌منظور تهیه بذر و کشت مجدد آن در روش‌های مختلف خاک‌ورزی (مطالعه موردی در شهرستان ورامین)

فریدون کشاورزپور^{۱*}، یحیی عجب‌شیرچی^۲ و محمد علی میسمی^۳

چکیده

تجزیه و تحلیل شاخص‌های مهم انرژی در کشت پنبه شامل تمامی مراحل تولید بذر پنبه‌دانه از تهیه بستر بذر تا پس از برداشت (کرک‌گیری دانه‌پنبه) است. در ایران پژوهش‌هایی در روش خاک‌ورزی مرسوم تا مرحله برداشت انجام شده است و در روش‌های مختلف خاک‌ورزی از مرحله تهیه بستر بذر تا مرحله پس از برداشت پژوهشی انجام نگرفته است. در این مطالعه مقدار مصرف انرژی در روش‌های مختلف خاک‌ورزی از مرحله بستر بذر تا مرحله پس از برداشت (کرک‌گیری کردن بذر) انجام شده است. تیمارهای خاک‌ورزی که بر اساس کاهش مقدار مصرف انرژی تقسیم‌بندی شده‌اند شامل خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی، حداقل خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) بودند که در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که خاک‌ورزی مرسوم با میانگین عملکرد $3636/4$ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار و تیمار بی‌خاک‌ورزی با میانگین عملکرد $1753/3$ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین مقدار تولید و پنبه است. نتایج این پژوهش نشان داد که خاک‌ورزی مرسوم دارای بیشترین مقدار مصرف انرژی ($38942/44$ MJ/ha) و تیمار بی‌خاک‌ورزی دارای کمترین مقدار مصرف انرژی ($32063/02$ MJ/ha) است. بیشترین انرژی مستقیم در روش خاک‌ورزی مرسوم با مقدار MJ/ha $19302/99$ و کمترین آن در روش بی‌خاک‌ورزی با مقدار MJ/ha $12423/57$ به‌دست آمد. بیشترین انرژی مصرفی مستقیم مربوط به نهاده آبیاری و سپس سوخت به‌ترتیب با مقادیر MJ/ha 5850 و $4704/4$ بود. مقدار کل انرژی صرف‌شده غیرمستقیم که شامل سموم و کودهای شیمیایی است، معادل MJ/ha $19639/45$ محاسبه شد. بیشترین کارایی و بهره‌وری انرژی در روش خاک‌ورزی مرسوم به‌ترتیب با مقادیر MJ/MJ $1/99$ و $0/09$ kg/MJ و کمترین آن در بی‌خاک‌ورزی MJ/MJ $1/17$ و $0/05$ kg/MJ به‌دست آمد. با توجه به نتایج و بیشتر بودن کارایی و بهره‌وری انرژی در روش خاک‌ورزی مرسوم، می‌توان این روش را به‌عنوان روش مناسب خاک‌ورزی در این منطقه توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: انرژی، پنبه، تهیه بذر، چرخه حیات، خاک‌ورزی، کارایی انرژی.

ارجاع: کشاورزپور ف.، عجب‌شیرچی ی. و میسمی م. ع. ۱۳۹۸. تعیین شاخص‌های انرژی در چرخه حیات پنبه به‌منظور تهیه بذر و کشت مجدد آن در روش‌های مختلف خاک‌ورزی (مطالعه موردی در شهرستان ورامین). نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۸(۲): ۷۳-۸۳.

۱- پژوهشگر بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران.

۲- استاد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۳- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

* نویسنده مسئول: Keshavarzpour54@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۱

مقدمه

ارزیابی جریان انرژی مصرفی در تولیدات کشاورزی اساس تجزیه و تحلیل انرژی را تشکیل می‌دهد. کاهش مصرف نهاده‌های انرژی، جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر، کاهش هزینه‌های تولید و روش‌های تولید دوست‌دار طبیعت بخش‌هایی از یک سیستم مدیریت بهینه هستند (Almasi et al., 2001).

در پژوهشی به بررسی روند مصرف انرژی و تحلیل اقتصادی در نظام تولید پنبه در استان خراسان رضوی پرداخته شد. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که افزوده انرژی و کارایی انرژی تولید پنبه در منطقه به ترتیب ۱۸۶۸۳/۷۸ - مگاژول بر هکتار و ۰/۷۱ بود. الکتریسیته و کودهای شیمیایی به ترتیب با سهم ۷۰/۵۰ و ۱۲/۳۹ درصد به عنوان پرمصرف‌ترین منابع انرژی در تولید پنبه بودند. در مطالعه آنان، کود شیمیایی با مقدار ۱۵۱۱۲/۵ مگاژول بر هکتار، یکی از نهاده‌های پرمصرف انرژی محاسبه شد (Keydashti et al., 2017).

به منظور تعیین انرژی ورودی و خروجی تولید پنبه در استان هاتاک ترکیه مطالعه‌ای انجام گرفت. میانگین انرژی مصرفی مزارع مورد بررسی در این مطالعه ۹۵۵۸ مگاژول بر هکتار بود. از کل انرژی موجود، ۲۸/۸۷ درصد انرژی مستقیم و ۷۱/۱۳ درصد انرژی غیرمستقیم برآورد شد و نسبت انرژی ۲/۳۶ تعیین شد. همچنین به ازای تولید یک کیلوگرم پنبه در ترکیه، کل انرژی ورودی ۴/۹۹ مگاژول بر کیلوگرم برآورد شد. سهم غالب ورودی انرژی (۴۰/۲۸ درصد) به شکل مصرف کود نیتروژن بود. پس از آن، آبیاری (۲۲/۳۷ درصد) و روغن دیزل (۱۷/۰۴ درصد) قرار داشتند. هزینه تولید پنبه در هر هکتار ۲۲۴۶ دلار بر هکتار تعیین شد که ۷۹/۸۷ درصد آن را هزینه‌های متغیر تشکیل می‌داد. نسبت سود به هزینه نیز ۱/۲۴ به دست آمد (Dagistan et al., 2009).

در تحلیلی مشابه میزان مصرف انرژی و هزینه‌های نهاده‌ها در تولید پنبه در ترکیه بررسی شد. نتایج نشان داد که تولید پنبه به‌طور کلی ۴۹/۷۳ گیگاژول بر هکتار انرژی مصرف کرده که ۳۱/۱ درصد آن مربوط به مصرف گازوییل و بقیه مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و ماشین‌ها بود. همچنین نتایج نشان داد که برای پوشاندن کل هزینه‌های تولید در منطقه، بازده خالص در هر کیلوگرم پنبه ناکافی بود. مهم‌ترین هزینه مربوط به نیروی کار و پس از آن

به ترتیب ماشین‌ها، اجاره زمین و سموم بوده است (Yilmaz et al., 2004).

انرژی‌های ورودی و خروجی تولید پنبه در شهرستان سبزوار در یک مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها مشخص نمود که مجموع انرژی ورودی و کارایی انرژی تولید پنبه در منطقه به ترتیب ۲۸۶۹۵/۱۶ مگاژول بر هکتار و ۰/۷۲ بود. دو نهاده الکتریسیته و کودهای شیمیایی به ترتیب با سهم ۶۲/۸ و ۹/۶ درصد به عنوان پرمصرف‌ترین منابع انرژی در تولید شناخته شدند (Keydashti et al., 2014).

در تحقیقی، به منظور ارائه راهکار برای افزایش بهره‌وری منابع، با تجزیه و تحلیل انرژی در زراعت پنبه در استان گلستان مقدار کارایی مصرف انرژی ۱/۰۹۸۶ برآورد شد. نتایج نشان داد که سوخت تراکتور و سوخت موتور پمپ به ترتیب سهمی برابر با ۲۴ درصد و ۳۰ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. کودها با ۲۴ درصد و مواد شیمیایی با ۱۳ درصد نیز به ترتیب رتبه دوم و سوم را در مصرف انرژی داشتند (Ahmadi & Alikhani, 2012).

پنبه یکی از محصولات کشاورزی استراتژیک در ایران بوده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است اما در سال‌های گذشته کشاورزان تمایل کمتری به کشت این محصول در کشور به‌ویژه در استان تهران داشتند که به نظر می‌رسد ارائه راهکارهای لازم در این خصوص ضروری است. پنبه مهم‌ترین گیاه لیفی است و نه تنها از نظر صنعت نساجی بلکه از نظر غذایی هم بسیار حائز اهمیت بوده و در بازارهای جهانی جزء پنج دانه روغنی مهم محسوب می‌شود. گیاه پنبه در حدود ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد در کشور هند کشت می‌شده که الیاف آن به سفیدی پشم و کیفیت آن به مراتب بهتر از پشم بوده است (Alishah, 2010).

جدول ۱ که بر اساس گزارش اداره کل پنبه کشور تهیه شده است، اهمیت رقم محصول ورامین و همچنین اهمیت فعالیت تحقیقاتی در محصول پنبه در شهرستان ورامین و تأثیرگذاری آن در سایر استان‌ها را نشان می‌دهد (Oladi et al., 2013).

روند کشت پنبه‌دانه در کشور به‌ویژه در منطقه ورامین در سال‌های اخیر رو به کاهش بوده و اکثر کارخانه‌های روغن‌کشی از دانه پنبه و نساجی کشور تعطیل شده‌اند. تعیین کارایی و بهره‌وری انرژی در کشت پنبه می‌تواند

چند بار دیسک + لولر و کاشت)، T_2 - کم‌خاک‌ورزی (دو بار دیسک + لولر و کاشت)، T_3 - حداقل خاک‌ورزی (چیزل‌پکر و کاشت) و T_4 - بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم توسط بذرکارپنوماتیک).

پس از تهیه بستر بذر، انرژی مصرفی نهاده‌هایی مانند کود، سم، نیروی انسانی، آبیاری و مقدار بذر برای کشت در روش‌های مختلف خاک‌ورزی محاسبه شد. به‌منظور تعیین بهترین روش خاک‌ورزی بر عملکرد محصول، مصرف نهاده‌های کود، سم و آبیاری در تمام روش‌ها به‌صورت یکسان انجام گرفت و مقدار نهاده‌های مصرفی مذکور در مساحت 4094 مترمربع محاسبه شد و مقدار انرژی مصرفی در هکتار به‌دست آمد.

انرژی ماشین‌آلات (E_{mech}): انرژی مصرفی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی با ضرب ساعت‌های فعالیت ادوات و ماشین‌های کشاورزی در هکتار در محتوای انرژی هر ساعت فعالیت آن‌ها به‌دست آمد. مقدار انرژی هر ساعت کار تراکتور معادل $62/7$ مگاژول در ساعت است (Erdal et al., 2007).

انرژی سوخت (E_{fuel}): برای اندازه‌گیری میزان مصرف سوخت ابتدا باک سوخت تا علامت مشخصی پر و سپس عملیات خاک‌ورزی با ادوات مختلف در یک هکتار اجرا شد. پس از اتمام عملیات، مقدار دقیق سوخت کاهش یافته را با پر کردن مجدد باک اندازه‌گیری نموده و سپس کل انرژی مصرفی با توجه به میزان سوخت مصرفی در هکتار و محتوای انرژی هر لیتر سوخت محاسبه شد. محتوای انرژی یک لیتر سوخت معادل $48/7$ مگاژول است (Kaltsas et al., 2007).

انرژی کارگری (E_{la}): مقدار انرژی کارگری از ضرب ساعت‌های کار در محتوای انرژی هر ساعت کار کارگری به‌دست آمد. بر اساس نتایج تحقیقات Erdal et al. (2007) محتوای انرژی کارگری معادل $2/153$ مگاژول بر ساعت است و مقدار انرژی صرف شده برای کارگری از معادله (۱) محاسبه شد.

$$E_{la} = T EC_{la} \quad (1)$$

که در آن E_{la} انرژی کارگر (MJ/ha)، T تعداد ساعات کار کارگر (hr/ha) و EC_{la} محتوای انرژی کارگری (MJ/hr) است.

نهاده‌های پرمصرف انرژی در منطقه را مشخص نماید. یکی از دلایل عدم انگیزه کشاورزان به کشت پنبه، می‌تواند به مکانیزه نبودن کشت پنبه‌دانه مربوط باشد. با کرک‌گیری دانه پنبه و کاشت بذر توسط دستگاه، مشقت کاری کشاورزان کم می‌شود. از سایر مزایای کشت کرک‌گیری شده می‌توان به کاشت به موقع بذر پنبه، کاهش مقدار بذر مورد نیاز در هکتار (به میزان ۷۵ درصد در هکتار)، تسریع در امر جوانه‌زنی و یکنواختی کشت اشاره نمود (Afshar et al., 2014). به همین دلیل استفاده از بذرهای کرک‌گیری شده توسط دستگاه کشت و تعیین مقدار انرژی مصرف‌شده در فرآیند کرک‌گیری بذر در کشور ضروری است. به همین علت در این مطالعه، مقدار انرژی مصرف شده در مزرعه و فرآیند کرک‌گیری بذر و در نهایت کارایی و بهره‌وری انرژی محاسبه شده است.

جدول ۱- سطح زیر کشت ارقام مختلف پنبه در ایران (Oladi et al., 2013)

ارقام تجاری	حدود سطح کشت (درصد)	استان‌های تحت پوشش
ورامین	۷۲-۷۳	خراسان، تهران، قم، کرمانشاه و قزوین
ساحل	۱۲-۱۴	گلستان و مازندران
بختگان	۱۲	فارس
مهر	۱-۲	اردبیل

مواد و روش‌ها

شهرستان ورامین به‌عنوان یک منطقه گرم و خشک، از مناطق پنبه‌خیز کشور محسوب می‌شود. این تحقیق در ایستگاه تحقیقات مرکزی وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی استان تهران با ساختمان خاک لومی رسی انجام شد. به‌منظور مطالعه چرخه حیات پنبه از مرحله تهیه بستر بذر تا مرحله پس از برداشت و تهیه بذر در روش‌های مختلف خاک‌ورزی، پس از انجام عملیات گوشه‌کشی و گونیا کردن و مشخص کردن هر کرت، عملیات خاک‌ورزی با روش‌های مختلف اجرا شد. اندازه هر کرت 9×27 متر و فاصله بین کرت‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. در مجموع مساحت کل مورد نیاز (چهار تیمار و سه تکرار)، 4094 مترمربع بود. ادوات به‌کارگیری شده در این مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

تیمارهای خاک‌ورزی در این مطالعه عبارتند از: T_1 - خاک‌ورزی سنتی یا مرسوم (گاواهن برگردان‌دار+ دو یا

جدول ۲- مشخصات ادوات به کارگیری شده در این مطالعه

نوع دستگاه	تراکتورجاندر	گاواهن برگردان‌دار	دیسک تاندوم	خاک‌ورز مرکب	سم‌پاش	کودپاش	نهرکن	بذرکار پنوماتیکی
مشخصات دستگاه	۹۷ اسب بخار	سه خیش با عرض کار ۱/۲ متر	۲۸ پره با عرض کار ۳ متر	هفت شاخه - عرض کار ۲/۱ متر	بوم‌دار ۴۰۰ لیتری	سانتریفوزی ۳۵۰ لیتری	پشت تراکتوری	چهار ردیفه با عرض کار ۳ متر

میانگین مدت زمان آبیاری برای یک هکتار ۱۹/۵ ساعت بود. در نهایت با در دست داشتن مقدار آب مصرفی در طول رشد محصول در هکتار و ضرب نمودن آن در معادل انرژی هر مترمکعب آب مصرفی (با اقتباس از Erdal *et al.* (2007) معادل $0/63 \text{ MJ/m}^3$)، مقدار انرژی مصرفی آن در هکتار به دست آمد که معادل ۵۸۵۰ مگاژول بر هکتار بود. **انرژی مصرفی دستگاه جین:** جدا کردن الیاف از بذر پنبه توسط دستگاه جین انجام شد. در این مطالعه پس از به دست آوردن اطلاعات مربوط به توان و فعالیت دستگاه جین و هم‌چنین مقدار الیاف تولیدی در شبانه‌روز در کارخانه، مقدار انرژی مصرفی دستگاه جین برای یک کیلوگرم الیاف پنبه محاسبه شد. مقدار انرژی صرف شده در فرآیند جداسازی الیاف از دانه پنبه در کارخانه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی، از حاصل‌ضرب مقدار انرژی صرف شده برای یک کیلوگرم الیاف پنبه در کارخانه در مقدار الیاف تولیدی در هکتار به دست آمد.

انرژی مورد نیاز برای کرک‌های ریز پنبه‌دانه: پس از جداسازی الیاف از پنبه‌دانه، کرک‌های ریزی در سطح آن باقی می‌ماند که به Linter معروف‌اند. در این مطالعه برای از بین بردن کرک‌ها از اسید سولفوریک ۹۸ درصد استفاده شد. تماس اسید با کرک‌های سطح بذر، آنها را حل و کاملاً از بین می‌برد. در این روش، دانه پنبه به همراه کرک‌های ریز را در داخل ظرفی می‌ریزند و بر روی بذرها اسید ریخته و کاملاً به هم می‌زنند. سپس چند بار با آب شستشو می‌دهند تا اثر اسید از بین برود. برای محاسبه انرژی مصرف شده در این فرآیند، ابتدا انرژی مصرفی در تولید اسید سولفوریک را مشخص می‌نمایند که برابر با ۶۰۵ کیلوژول بر مول (۶۱۷۱ کیلوژول بر کیلوگرم) است (Douglas, 2010). سپس این عدد را در مقدار جرمی اسید سولفوریک مصرف شده در هکتار ضرب کرده و مقدار انرژی مصرف شده اسید سولفوریک در یک هکتار مشخص می‌شود.

انرژی کود (E_{fer}): مقدار دقیق کودهای مورد نیاز در مرحله تولید محصول برآورد شده و سپس در محتوای انرژی یک کیلوگرم کود ضرب شد. بر اساس میزان ازت، فسفر و پتاسیم، محتوای انرژی کودهای ارگانیک به ترتیب ۷۸/۱، ۱۷/۴ و ۱۳/۷ مگاژول بر کیلوگرم است و در نهایت کل انرژی مصرفی برای انجام عملیات کوددهی به دست آمد (Mudahar & Hignett, 1987)

انرژی سموم شیمیایی (E_{bio}): مقدار انرژی سموم شیمیایی بر حسب ماده مؤثر آن‌ها مشخص می‌شود. مقدار علف‌کش مصرفی ترفلان طبق نظر کارشناسان بخش آفات و بیماری‌ها و بازدید از مزرعه ۲/۵ کیلوگرم در هکتار و مقدار ماده مؤثر در هر کیلوگرم از این سم ۰/۴۸ کیلوگرم است. مقدار انرژی معادل هر کیلوگرم از ماده مؤثر علف‌کش‌ها طبق نتایج تحقیقات (Rathke *et al.* (2006) 288 MJ/kg است. مقدار سم مصرفی آفت‌کش متاسیستوکس و لاروین ۱ کیلوگرم در هکتار و مقدار ماده مؤثر سم متاسیستوکس و لاروین به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۸ کیلوگرم در هر کیلوگرم سم است. انرژی هر کیلوگرم ماده مؤثر آفت‌کش‌ها طبق نتایج تحقیقات (Rathke *et al.* (2006) معادل 237 MJ/kg است. در نهایت مقدار انرژی مصرف شده برای سموم شیمیایی، از حاصل‌ضرب مقدار ماده مؤثر سم مصرف شده در هکتار در هم ارز انرژی آن به دست آمد.

انرژی بذر (E_{seed}): با ضرب کردن مقدار بذر مصرف شده در یک هکتار در معادل انرژی یک کیلوگرم بذر پنبه که ۲۳/۸ مگاژول است (Meysami, 2014)، مقدار انرژی مصرف شده برای یک کیلوگرم بذر پنبه به دست آمد.

انرژی آبیاری (E_{irr}): آب مورد نیاز پنبه در طول دوره رشد از طریق آب کانال که سهمی از آن در اختیار مرکز تحقیقات کشاورزی قرار می‌گیرد، تأمین شد. دبی آب در مرکز تحقیقات کشاورزی استان تهران (ایستگاه مرکزی) به منظور آبیاری پروژه‌های تحقیقاتی ۱۲ لیتر در ثانیه بود. تعداد دفعات آبیاری در طول دوره رشد پنبه ۱۱ مرتبه و

تولید است. این شاخص با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده و با معادله (۴) محاسبه می‌شود.

$$NEG = E_{out} - E_{in} \quad (4)$$

در این رابطه، NEG افزوده خالص انرژی (MJ/ha) است.

۳- بهره‌وری انرژی (EP): شاخصی است از مقدار محصول به‌دست آمده در واحد انرژی ورودی یا به‌عبارت دیگر، مقدار عملکرد محصول تولید شده به ازای هر واحد از انرژی ورودی نهاده است. نسبت ER به EP در واقع همان ارزش گرمائی واحد محصول است. برای بهبود EP در یک فرآیند هم می‌توان انرژی مصرفی در تولید نهاده را کاهش داد و هم عملکرد محصول را بهبود بخشید و یا از ضایعات آن کاست. این شاخص با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده و با معادله (۵) محاسبه شد.

$$EP = Y / E_{in} \quad (5)$$

که در این رابطه، EP بهره‌وری انرژی (kg/MJ)، Y عملکرد محصول (kg/ha) است.

محتوای انرژی: در انجام محاسبات مربوط به نهاده‌ها و ستانده‌های کشاورزی، میزان انرژی به ازای واحد یک نهاده یا ستانده را محتوای انرژی می‌گویند. محتوای انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها در تولید پنبه در جدول ۳ ارائه شده است.

کل انرژی ورودی (E_{in}): مجموع انرژی تمامی نهاده‌ها تعیین‌کننده کل انرژی ورودی بوده و بر اساس معادله (۲) محاسبه می‌شود. در این رابطه مقادیر انرژی بر حسب MJ/ha بیان می‌شوند.

$$E_{in} = E_{mech} + E_{fer} + E_{bio} + E_{seed} + E_{irr} + E_{tr} + E_{fuel} \quad (2)$$

کل انرژی خروجی (E_{out}): برای محاسبه انرژی خروجی بایستی مقدار عملکرد را در محتوای انرژی محصول ضرب نمود. در کشت پنبه، انرژی به‌دست آمده از بذر پنبه، الیاف و کاه آن مدنظر قرار گرفت. واحد انرژی خروجی MJ/ha است.

شاخص‌های انرژی: با استفاده از شاخص‌ها امکان مطالعه و مقایسه سیستم‌ها با یکدیگر فراهم می‌شود.

۱- نسبت انرژی (ER): نسبت بین انرژی محصولات خروجی (E_{out}) و کل انرژی صرف شده در عوامل تولید (E_{in}) بوده و بر اساس معادله (۳) محاسبه می‌شود. نسبت انرژی فاقد واحد است.

$$ER = E_{out} / E_{in} \quad (3)$$

۲- عملکرد خالص انرژی (NEG): سود یا عملکرد خالص انرژی یا به عبارتی انرژی خالص تولیدی، تفاضل بین انرژی ناخالص تولیدشده و کل انرژی مورد نیاز برای

جدول ۳- محتوای انرژی نهاده و ستانده‌ها برای تهیه بذر پنبه کرک‌گیری شده

منبع	محتوای انرژی (MJ/unit)	واحد	نهاده/ستانده
(Maysami <i>et al.</i> , 2014)	۲۳/۸	kg	بذر
(Kaltsas <i>et al.</i> , 2007)	۴۸/۷	L	سوخت
(Erdal <i>et al.</i> , 2007)	۶۲/۷	hr	ماشین‌آلات
(Erdal <i>et al.</i> , 2007)	۷۸/۱	kg	کود نیتروژن
(Erdal <i>et al.</i> , 2007)	۱۳/۷	kg	کود فسفر
(Erdal <i>et al.</i> , 2007)	۰/۶۳	m ³	آبیاری
(Erdal <i>et al.</i> , 2007)	۲/۱۵۳	hr	نیروی انسانی
(Rathke & Diepenbrook, 2006)	۲۸۸	kg	ترفلان (ماده مؤثر سم ۰/۴۸ kg)
(Rathke & Diepenbrook, 2006)	۲۳۷	kg	متاسیستوکس (ماده مؤثر سم ۰/۲۵ kg)
(Rathke and Diepenbrook, 2006)	۲۳۷	kg	سم لاروین (ماده مؤثر سم ۰/۸ kg)
(Maysami, 2014)	۸/۹	kWh	دستگاه جین
(Douglas, 2010)	۶/۱۷۱	kg	اسید سولفوریک
(Pishgarh <i>et al.</i> , 2012)	۱۵/۵	kg	الیاف
(Zahedi, 2014)	۲/۲۵	kg	کاه

نتایج و بحث

نتایج حاصل از شاخص‌های مهم انرژی و عملکرد پنبه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی در جدول‌های ۴ تا ۱۱ و شکل ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد پنبه در دو جدول ۴ و ۵ نشان می‌دهد که تفاوت بین تیمارهای خاک‌ورزی در سطح ۵٪ معنی‌دار است، به‌طوری که خاک‌ورزی مرسوم دارای بیشترین مقدار در کلاس A و تیمار کم‌خاک‌ورزی و حداقل خاک‌ورزی در کلاس B و بی‌خاک‌ورزی نیز دارای کمترین مقدار در کلاس C قرار گرفتند. این نتایج با نتایج تحقیق (Kavalaris & Gemtos, 1998) مطابقت دارد.

جدول ۶ نشان می‌دهد که بیشترین کارایی و بهره‌وری انرژی در روش‌های مختلف خاک‌ورزی، مربوط به روش خاک‌ورزی مرسوم و کمترین آن در بی‌خاک‌ورزی است. یکی از دلایل بیشتر بودن کارایی انرژی در خاک‌ورزی مرسوم، می‌تواند افزایش عملکرد در واحد سطح باشد. نتایج در جدول ۷ نشان می‌دهد که انرژی مستقیم مصرف‌شده در خاک‌ورزی مرسوم از سایر روش‌های خاک‌ورزی بیشتر است. یکی از دلایل افزایش انرژی مستقیم در این روش خاک‌ورزی، افزایش مصرف سوخت دیزل به دلیل به‌کارگیری تعداد بیشتر ادوات خاک‌ورزی است. با اجرای خاک‌ورزی حفاظتی مختلف در هر منطقه، می‌توان مصرف سوخت و انرژی را کاهش داد.

جدول ۴- عملکرد پنبه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی (کیلوگرم در هکتار)

تکرار تیمار	R ₁	R ₂	R ₃	mean
T ₁	۳۴۸۹/۱	۳۸۲۰	۳۶۰۰	۳۶۳۶/۴ ^a
T ₂	۲۹۰۰	۲۵۵۰	۲۶۹۰	۲۷۱۳/۳ ^b
T ₃	۲۳۵۰	۲۷۰۰	۲۴۵۰	۲۵۰۰ ^b
T ₄	۱۹۰۰	۱۵۶۰	۱۸۰۰	۱۷۵۳/۳ ^c

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد پنبه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی

S.O.V.	df	SS	MS	F	P
تیمار	۳	۴۴۸۸۴۷۸	۱۴۹۶۱۵۹	۱۱۴۴	۰/۹۵ ^{**}
بلوک	۲	۶۰۲۷/۴	۳۰۱۳/۷	۲/۳	۰/۰۳ ^{ns}
خطا	۳	۷۸۵۰/۷	۱۳۰۸/۵	-	-
کل	۱۱	۴۵۰۲۳۵۶	-	-	-

** - معنی دار بودن اختلاف بین تیمارها در سطح ۵ درصد است.

ns - معنی دار نبودن اختلاف بین تکرارها است.

جدول ۶- مقادیر شاخص‌های مهم انرژی در چرخه حیات پنبه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی

روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی	کارایی انرژی	عملکرد خالص انرژی MJ	بهره‌وری انرژی (kg/MJ)
خاک‌ورزی مرسوم	۱/۹۹۷	۳۸۸۴۹/۲	۰/۰۹
کم‌خاک‌ورزی	۱/۶۴	۲۲۷۳۹/۲۸	۰/۰۷۷
حداقل خاک‌ورزی	۱/۵۹	۱۹۸۳۰/۳۹	۰/۰۷
بی‌خاک‌ورزی	۱/۱۷	۵۴۴۴/۴۴	۰/۰۵۴

جدول ۷- مقدار مصرف انرژی مستقیم و غیرمستقیم در روش‌های مختلف خاک‌ورزی

مصرف انرژی روش‌های خاک‌ورزی	انرژی مصرفی (MJ/ha)	انرژی مستقیم (MJ/ha)	انرژی غیرمستقیم (MJ/ha)
خاک‌ورزی مرسوم	۳۸۹۴۲/۴۴	۱۹۳۰۲/۹۹	۱۹۶۳۹/۴۵
کم‌خاک‌ورزی	۳۵۳۰۴/۹	۱۵۶۶۵/۴۵	۱۹۶۳۹/۴۵
حداقل خاک‌ورزی	۳۳۶۵۰/۸۶	۱۴۰۱۱/۴۱	۱۹۶۳۹/۴۵
بی‌خاک‌ورزی	۳۲۰۶۳/۰۲	۱۲۴۲۳/۵۷	۱۹۶۳۹/۴۵

دیزل نیز جایگاه سوم پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید پنبه را به خود اختصاص داد. لذا با توجه به ادامه افزایش قیمت حامل‌های انرژی، توجه به خاک‌ورزی حفاظتی و بی‌خاک‌ورزی در منطقه ضروری است.

نتایج ارائه شده در جدول‌های ۸ تا ۱۰ نشان داد که مصرف انرژی سوخت دیزل در روش‌های مختلف خاک‌ورزی متفاوت بوده، به طوری که بیشترین انرژی مصرفی مربوط به سوخت دیزل در روش خاک‌ورزی مرسوم و کمترین آن در روش بی‌خاک‌ورزی است. انرژی خروجی در این مطالعه شامل الیاف، دانه پنبه و بقایا و ساقه پنبه‌دانه بود که در شکل ۱ و جدول‌های ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱، در روش‌های مختلف خاک‌ورزی ارائه شده است.

نتایج در جدول ۹ نشان می‌دهد که مقدار کل انرژی مصرف‌شده در روش کم‌خاک‌ورزی از روش مرسوم منطقه کمتر بوده و معادل $35304/9$ مگاژول بر هکتار است. کاهش مصرف سوخت دیزل و ساعت‌های فعالیت ادوات کشاورزی برای تهیه بستر بذر از جمله عوامل تأثیرگذار در کاهش مصرف انرژی در روش کم‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم است.

نتایج در جدول ۱۰ نشان می‌دهد که مقدار کل انرژی مصرف‌شده در روش حداقل خاک‌ورزی از روش خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی کمتر است. در روش حداقل خاک‌ورزی، کاهش مصرف سوخت دیزل و ساعت‌های فعالیت ادوات کشاورزی برای تهیه بستر بذر، از جمله عوامل تأثیرگذار در کاهش مصرف انرژی نسبت به دو روش مرسوم و کم‌خاک‌ورزی است.

نتایج در جدول ۱۱ نشان می‌دهند که مقدار کل انرژی مصرف‌شده در روش بی‌خاک‌ورزی کمتر از سایر روش‌های خاک‌ورزی بوده و معادل $32063/02$ مگاژول بر هکتار است. کاهش مصرف انرژی توسط نهاده سوخت، در روش بی‌خاک‌ورزی تعداد ساعت‌های فعالیت تراکتور و ادوات کشاورزی برای تهیه بستر بذر و در نتیجه کاهش مصرف انرژی توسط نهاده ادوات و ماشین‌های کشاورزی از جمله عوامل تأثیرگذار در کاهش مصرف انرژی نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی است.

مقدار انرژی مصرف‌شده و انرژی به‌دست آمده در روش‌های مختلف در جدول‌های ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ ارائه شده‌اند. با توجه به نتایج جدول ۸، انرژی مصرفی نهاده نیروی انسانی برای کشت و برداشت پنبه در روش مرسوم با مقدار $2061/86$ MJ/ha به‌عنوان یکی از نهاده‌های پرمصرف انرژی به‌دست آمد. در حالی‌که در بسیاری از مطالعات انجام گرفته در ایران، نهاده انرژی نیروی انسانی، کمتر از یک درصد مصرف انرژی تولید محصولات کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهد (Khoshnevisan *et al.*, 2012; Mobtaker *et al.*, 2013). برداشت دستی پنبه‌دانه در منطقه یکی از دلایل مصرف انرژی نسبتاً زیاد این نهاده است.

مجموع انرژی ورودی در روش خاک‌ورزی مرسوم به‌منظور تهیه بذر کرک‌گیری شده $38942/44$ MJ/ha به‌دست آمد. این در حالی است که مجموع انرژی ورودی برای تولید پنبه در استان گلستان 28898 MJ/ha محاسبه شد (Taheri- Rad *et al.*, 2015). مجموع انرژی ورودی برای تولید پنبه در استان البرز نیز 31237 مگاژول بر هکتار گزارش شد (Pishgar *et al.*, 2012). میزان انرژی ورودی در هر هکتار در استان آنتالیا و هاتای ترکیه به‌ترتیب 49737 و 19558 مگاژول بر هکتار گزارش شد (Dagistan *et al.*, 2009; Yilmaz *et al.*, 2004). یکی از دلایل زیاد بودن مصرف انرژی در این مطالعه، مقدار مصرف انرژی برای کرک‌گیری دانه پنبه است که در بقیه مطالعات در نظر گرفته نشده است. در این مطالعه مقدار نهاده‌های کود شیمیایی، سوخت دیزل و آبیاری به‌عنوان پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید به‌دست آمدند و 76 درصد مصرف انرژی در این مطالعه فقط به این نهاده‌ها اختصاص یافت. در مطالعه‌ای بر روی انرژی تولید پنبه در استان گلستان، سوخت دیزل و کودهای شیمیایی به‌ترتیب با 46 و 24 درصد به‌عنوان پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید گزارش شدند (Ahmadi & Khani, 2012).

نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار انرژی صرف‌شده برای کود شیمیایی در منطقه ورامین بیشتر از مطالعات انجام گرفته شده است. دومین نهاده پرمصرف انرژی در منطقه ورامین مربوط به نهاده آب مصرف‌شده و نهاده سوخت

جدول ۸ - مقدار کل انرژی مصرفی در چرخه حیات پنبه در روش خاک‌ورزی مرسوم به منظور تهیه بذر و کشت مجدد

نهاده	واحد	مقدار مصرفی در هکتار	مقدار کل انرژی مصرفی (MJ/ha)
بذر	kg	۱۰	۲۳۸
سوخت	L	۹۶/۶	۴۷۰۴/۴۲
ماشین‌آلات	hr	۸/۵	۵۳۲/۹۵
کود نیتروژن	kg	۲۰۰	۱۵۶۲۰
کود فسفر	kg	۲۵۰	۳۴۲۵
آبیاری	m ³	۹۲۸۵/۸	۵۸۵۰/۰۴۱
نیروی انسانی	hr	۹۵۷/۶۷	۲۰۶۱/۸۶
ترفلان (ماده مؤثر سم ۰/۴۸ kg)	kg	۱/۲	۳۴۵/۶
متاسیستوکس (ماده مؤثر سم ۰/۲۵ kg)	kg	۰/۲۵	۵۹/۲۵
لاروین (ماده مؤثر سم ۰/۸ kg)	kg	۰/۸	۱۸۹/۶
دستگاه جین	kWh	۱۶۰/۴۲	۱۴۲۷/۷۴
اسید سولفوریک	kg	۷۲۷/۲۷	۴۴۸۷/۹۸
جمع			
۳۸۹۴۲/۴۴			
ستانده	واحد	مقدار تولید در هکتار	کل انرژی تولیدی (MJ/ha)
بذر پنبه	kg	۲۱۸۱/۸۴	۵۱۹۲۷/۷۹
الیاف	kg	۱۲۷۲/۷۴	۱۹۷۲۷/۴۷
کاه	kg	۲۷۲۷/۳	۶۱۳۶/۴۲
جمع			
۷۷۷۹۱/۶۸			

جدول ۹ - مقدار کل انرژی مصرفی در چرخه حیات پنبه در روش کم‌خاک‌ورزی به منظور تهیه بذر و کشت مجدد

نهاده	واحد	مقدار مصرفی در هکتار	مقدار کل انرژی مصرفی (MJ/ha)
بذر	kg	۱۰	۲۳۸
سوخت	L	۵۵/۹	۲۷۲۲/۳
ماشین‌آلات	hr	۵/۶	۳۵۱/۱۲
کود نیتروژن	kg	۲۰۰	۱۵۶۲۰
کود فسفر	kg	۲۵۰	۳۴۲۵
آبیاری	m ³	۹۲۸۵/۸	۵۸۵۰/۰۴۱
نیروی انسانی	hr	۶۹۵/۷	۱۴۹۷/۸۴
ترفلان (ماده مؤثر سم ۰/۴۸ kg)	kg	۱/۲	۳۴۵/۶
متاسیستوکس (ماده مؤثر سم ۰/۲۵ kg)	kg	۰/۲۵	۵۹/۲۵
لاروین (ماده مؤثر سم ۰/۸ kg)	kg	۰/۸	۱۸۹/۶
دستگاه جین	kWh	۱۱۰/۲۹	۹۸۱/۵۸
اسید سولفوریک	kg	۵۰۰	۳۰۸۵/۵
جمع			
۳۳۶۵۰/۸۶			
ستانده	واحد	مقدار تولید در هکتار	کل انرژی تولیدی (MJ/ha)
بذر پنبه	kg	۱۵۰۰	۳۵۷۰۰
الیاف	kg	۸۷۵	۱۳۵۶۲/۵
کاه	kg	۱۸۷۵	۴۲۱۸/۷۵
جمع			
۵۳۴۸۱/۲۵			

جدول ۱۰- مقدار کل انرژی مصرفی در چرخه حیات پنبه در روش حداقل خاک‌ورزی به‌منظور تهیه بذر و کشت مجدد

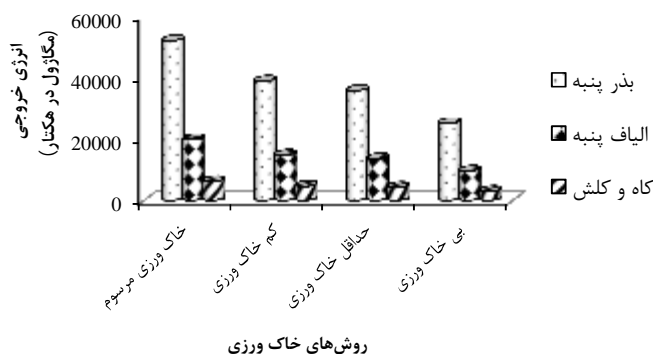
نهاده	واحد	مقدار مصرفی در هکتار	مقدار کل انرژی مصرفی (MJ/ha)
بذر	kg	10	238
سوخت	L	65/4	3184/98
ماشین‌آلات	hr	6	376/2
کود نیتروژن	kg	200	15620
کود فسفر	kg	250	3425
آبیاری	m ³	9285/8	5850/041
نیروی انسانی	hr	744/18	1602/2
ترفلان (ماده مؤثر سم 0/48 kg)	kg	1/2	345/6
متاسیستوکس (ماده مؤثر سم 0/25 kg)	kg	0/25	59/25
لاروین (ماده مؤثر سم 0/8 kg)	kg	0/8	189/6
دستگاه جین	kWh	119/7	1065/3
اسید سولفوریک	kg	542/66	3348/75
جمع			
ستانده	واحد	مقدار تولید در هکتار	کل انرژی تولیدی (MJ/ha)
بذر پنبه	kg	1627/98	38745/92
الیاف	kg	949/65	14719/57
کاه	kg	2034/97	4578/69
جمع			
58044/18			

جدول ۱۱- مقدار کل انرژی مصرفی در چرخه حیات پنبه در روش بی‌خاک‌ورزی به‌منظور تهیه بذر

نهاده	واحد	مقدار مصرفی در هکتار	مقدار کل انرژی مصرفی (MJ/ha)
بذر	kg	10	238
سوخت	L	42/5	2069/75
ماشین‌آلات	hr	4/5	282/15
کود نیتروژن	kg	200	15620
کود فسفر	kg	250	3425
آبیاری	m ³	9285/8	5850/041
نیروی انسانی	hr	525/46	1131/31
ترفلان (ماده مؤثر سم 0/48 kg)	kg	1/2	345/6
متاسیستوکس (ماده مؤثر سم 0/25 kg)	kg	0/25	59/25
لاروین (ماده مؤثر سم 0/8 kg)	kg	0/8	189/6
دستگاه جین	kWh	77/35	688/4
اسید سولفوریک	kg	350/66	2163/92
جمع			
32063/02			
ستانده	واحد	مقدار تولید در هکتار	کل انرژی تولیدی (MJ/ha)
بذر پنبه	kg	1051/98	25037/12
الیاف	kg	613/65	9511/65
کاه	kg	1314/97	2958/69
جمع			
37507/46			

خروجی مربوط به کاه و کلش و بقایای پنبه‌دانه بود. همچنین شکل ۱ نشان می‌دهد که خاک‌ورزی مرسوم در تولید پنبه‌دانه دارای بیشترین مقدار انرژی خروجی و روش بی‌خاک‌ورزی دارای کمترین مقدار است.

نتایج ارائه شده در شکل ۱، مقدار انرژی خروجی دانه پنبه، الیاف پنبه و بقایای پنبه‌دانه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی را نشان می‌دهد. مقدار انرژی خروجی دانه پنبه تولیدشده در روش‌های مختلف خاک‌ورزی نسبت به سایر خروجی‌های محصول پنبه‌دانه بیشتر بوده و کمترین انرژی



شکل ۱- مقدار کل انرژی خروجی در چرخه حیات پنبه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی به منظور تهیه بذر

خاک‌ورزی مرسوم دارای بیشترین کارایی انرژی و کمترین آن مربوط به روش بی‌خاک‌ورزی است. این نتایج نشان می‌دهد که علی‌رغم افزایش مصرف انرژی در روش خاک‌ورزی مرسوم، عملکرد و انرژی خروجی آن به مراتب از مقدار انرژی مصرفی آن بیشتر بوده و همین عامل باعث افزایش کارایی در این روش شده است.

با تجزیه و تحلیل شاخص‌های مهم انرژی تولید پنبه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی، تهیه بستر بذر به روش خاک‌ورزی مرسوم نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی اجرا شده برای تولید پنبه در منطقه ورامین توصیه می‌شود. همچنین مقایسه سایر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در منطقه ورامین و یا انتخاب بهترین روش خاک‌ورزی در سایر مناطق کشور نیز نیازمند بررسی بیشتر است.

منابع

1. Afshar, A. Mohamadi, M. and Naseri, Z. 2014. Cotton guide (planting, attention and harvesting). Cotton Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 146 p.
2. Ahmadi, M. and A.Ali.Khani, M. 2012. Analysis of energy consumption of cotton to provide a method for increasing resource productivity. College of Agricultural Ecology, 4: 151-158. (In Farsi)

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده نشان داد که از نظر تأثیر بر عملکرد محصول، بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار میانگین عملکرد پنبه‌دانه در هکتار در روش خاک‌ورزی مرسوم و کمترین مقدار آن در روش بی‌خاک‌ورزی به‌دست آمد. این نتیجه نشان داد که هر چقدر بستر بذر نرم‌تر و خاک پودرتر شود، عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد. در این مطالعه مقدار انرژی صرف شده برای کرک‌گیری دانه پنبه نیز تحلیل شد. با توجه به محصول تولید شده در هکتار، مقدار انرژی مصرفی اسید سولفوریک برای کرک‌گیری دانه پنبه در روش‌های مختلف خاک‌ورزی محاسبه شد. بیش‌ترین مقدار اسید سولفوریک با مصرف یکسان در یک هکتار مربوط به خاک‌ورزی مرسوم و کمترین آن در روش بی‌خاک‌ورزی به‌دست آمد.

بیشترین مقدار انرژی مستقیم مربوط به روش خاک‌ورزی مرسوم بود که ۴۹/۵ درصد کل انرژی مصرفی در کشت محصول پنبه است و کمترین آن در روش بی‌خاک‌ورزی که ۳۹ درصد کل انرژی مصرفی است. بیشترین مصرف انرژی غیرمستقیم مربوط به مصرف کود نیتروژن بود که در همه روش‌های خاک‌ورزی به‌صورت یکسان استفاده شد و بیشترین مصرف انرژی مستقیم مربوط به مصرف سوخت بود که در روش خاک‌ورزی مرسوم به‌دست آمد.

14. Mobtaker, H. G. Akram, A. and Keyhani, A. 2012. Energy use and sensitivity analysis of energy inputs for alfalfa production in Iran. *Energy for Sustainable Development*, 16: 84-89. (In Farsi)
15. Mudahar, M. S. and Hignett, T. P. 1987. Energy requirements, technology and resources in fertilizer sector. *Energy in Plant Nutrition and Pest Control. Energy in World Agriculture*, 2: 25-61.
16. Oladi, M. Izadi, H. Baniyanim, A. Bahadori, F. 2013. Criteria and Indicators of Cotton. Department of cotton, oilseeds, industrial plants. The Ministry of Agriculture. 107 p. (In Farsi)
17. Pishgar-Komleh, S. H. Sefeedpari, P. and Ghahderijani, M. 2012. Exploring energy consumption and CO₂ emission of cotton production in Iran. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*. 4: 033114-033115. (In Farsi)
18. Rathke, G. W. and Diepenbrook, W. 2006. Energy balance of winter oilseed rape (*Brassica Napus*) cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. *Journal of Agronomy*, 24 (1): 35-44.
19. Taheri- Rad, A. R. Nikkhah, A. khojastepour, M. and Norouzeyeh, S. H. 2015. Evaluation of greenhouse gas emissions: energy consumption and costs of cotton production in Golestan province. *Mashhad's Ferdowsi University, College of Agricultural Machinery*. 5(2): 445-428. (In Farsi)
20. Yilmaz, I. Akcaoz, H. and Ozkan, B. 2004. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. *Renewable Energy*, 30:145-155.
21. ZZahedi M. 2014. Energy Use Efficiency and Economical Analysis in Cotton Production System in an Arid Region: A Case Study for Isfahan Province, Iran *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4: 43-52. (In Farsi)
3. Alishah, I. 2010. The introduction of long fiber cotton varieties in Iran. Department of Agricultural Extension and Education. 26 p. (In Farsi)
4. Almasi, M. 2001. Course notes energy management. Master of Agricultural Mechanization. Islamic Azad University. Science and Research Branch of Tehran. 18 p. (In Farsi)
5. Dagistan, E. Akcaoz, H. Demirtas, B. and Yilmaz, Y. 2009. Energy usage and benefit-cost analysis of cotton production in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 4(7), 599-604.
6. Douglas, L. 2010. Sulphuric Acid Plant Fundamentals. In: *Proceeding of Conference of Metallurgists*, October 3-6, Vancouver, Canada. 1-48.
7. Erdal, G. Erdal, K. H. and Gunduz, I. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Takat province of Turkey. *Energy*, 32: 35-41.
8. Kaltsas, A. M. Tsatsarelis, A. P. Nanos, C. A. and Kalurtji, K. L. 2007. Energy budget in organic and conventional olive groves, *Agricultural Ecosyst Environment*, 122: 243-251.
9. Kavalari, C. and Gemtos, T. A. 1998. Soil tillage effect in cotton crop. *Proceedings 2nd International Conference on Cotton Crop*, Athens, Greece. 123 p.
10. Keydashti, M. khojastepour, M. and Emadi, B. 2014. Evaluation of used inputs in cotton production in the city of Sabzevar in terms of energy consumption management in agriculture. The first congress of sustainable agriculture and natural resources, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. pp. 1-8. (In Farsi)
11. Keydashti, M. khojastepour, M. Emadi, B. and khojastepour, A. 2017. Effect of Input Energy on Performance and Economic Estimation of Cotton Production in Razavi Khorasan Province. *Crop Production Magazine*, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 10(1): 167-149. (In Farsi)
12. Khoshnevisan, B. Rafiee, S. M. Yousefi, M. and Movahedi, M. 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. (In Farsi)
13. Meysami M. A. 2014. Energy Efficiency in Dairy Cattle Farming and Related Feed Production in Iran. Faculty of Agriculture, Humboldt University of Berlin, Germany. 148 p.

