

نشریه زراعت

شماره ۱۱۲، پائیز ۱۳۹۵

(پژوهش و سازندگی)

ارزیابی بیلان انرژی و تحلیل اقتصادی کلزا در استان گلستان

- محمدرضا درگاهی، دانشجوی دکتری بوم شناسی زراعی بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد
- محسن جهان، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول)
- محمدتقی ناصری پور یزدی، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
- رضا قربانی، استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: مهر ماه ۱۳۹۵
پست الکترونیک نویسنده مسئول: jahan@um.ac.ir

چکیده

به منظور مقایسه بیلان انرژی و آنالیز اقتصادی تولید کلزا در مزارع آبی و دیم پژوهشی طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰ در استان گلستان انجام شد. جهت دسترسی به اطلاعات مربوط به نهاده‌های ورودی و عملکرد کلزا، پرسش‌نامه‌هایی طراحی شد و توسط ۳۰۰ کشاورز در ۹ شهر استان به صورت چهره به چهره تکمیل شد. نتایج نشان داد که مقدار کل انرژی ورودی در مزارع آبی بیشتر از دیم بود. در هر دو نظام کشت، سوخت گازوئیل و کود نیتروژن به ترتیب بیشترین مقدار انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند. میانگین سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از کل انرژی‌های ورودی در هر دو نظام کشت به ترتیب ۱۰ و ۹۰ درصد بود که نشان می‌دهد در هر دو نظام اثر انرژی‌های تجدیدناپذیر در افزایش عملکرد بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر بود. کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی مخصوص و انرژی خالص در مزارع آبی به ترتیب ۲/۸، ۰/۱ کیلوگرم در مگاژول، ۸/۸ مگاژول در کیلوگرم و ۳۷۴۳۶/۹ مگاژول در هکتار و در مزارع دیم به ترتیب ۳/۳، ۰/۱ کیلوگرم در مگاژول، ۷/۵ مگاژول در کیلوگرم و ۳۰۷۹۹/۰ مگاژول در هکتار محاسبه شد. کل هزینه تولید و نسبت فایده به هزینه تولید در مزارع آبی به ترتیب معادل ۱۱۰۸۱۵۵۰ ریال در هکتار و ۲/۰۹ و در مزارع دیم معادل ۸۳۱۲۵۱۵ ریال در هکتار و ۲/۱۲ بدست آمد. به طور کلی، نتایج نشان داد که تولید کنونی کلزا در استان گلستان به لحاظ مصرف انرژی ناپایدار است، زیرا اتکاء زیاد به منابع انرژی تجدیدناپذیر، آلودگی‌های زیست محیطی و ناپایداری را بدنبال دارد، اگرچه از نظر اقتصادی دارای سود قابل قبولی است.

کلمات کلیدی: انرژی تجدیدپذیر، انرژی مستقیم، بهره‌وری انرژی و پایداری

By:

- M.R. Dargahi, Ph.D. student of Ferdowsi University of Mashhad
- M. Jahan, (Corresponding Author), Associate Professor of Ferdowsi University of Mashhad
- M.T. Naseri, Assistant Professor of Ferdowsi University of Mashhad
- R. Ghorbani, Professor of Ferdowsi University of Mashhad

Received: August 2016

Accepted: September 2016

The purpose of the present study was to compare canola production in irrigated and rain-fed systems in terms of energy balance and economic analysis. Data were collected from 300 canola farms in 9 city of Golestan province. For this purpose, farms were selected based on random sampling methods and questionnaires were conducted in a face-to-face interviewing from 2011 up to 2013. The results showed that the total energy input consumed in irrigated system was greater than that of rain-fed system. In two canola production systems, the most important energy inputs were diesel fuel and fertilizers. The average share of renewable and non-renewable energy of the total energy input in both systems was the 10% and 90%, respectively. This indicated, the effect of non-renewable energy in increase of final yield was greater than that of renewable energy. The output-input energy ratio, energy productivity, specific energy and net energy of irrigated system were calculated 2.8, 0.1 kg MJ⁻¹, 8.8 MJ kg⁻¹ and 37436.9 MJ ha⁻¹, respectively and in rain-fed system were calculated 3.3, 0.1 kg MJ⁻¹, 7.5 MJ kg⁻¹ and 30799.0 MJ ha⁻¹, respectively. The total costs of canola production were 11081550 Rials ha⁻¹ in irrigated and 8312515 Rials ha⁻¹ in rain-fed systems. The benefit-cost ratios of 2.09 in irrigated and 2.12 in rain-fed canola production systems were achieved. Based on the results of the present study, the current production of canola in Golestan province in terms of energy consumption is unstable, because of the too much reliance on non-renewable energy resources, lead to environmental pollution and system instability, however, it was economically acceptable.

Keywords: Direct energy, Energy productivity, Renewable energy, Sustainable

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) بعد از سویا با تولید ۶۸ میلیون تن، دومین گیاه روغنی زراعی دنیا است (فائو، ۲۰۱۶). دانه کلزا دارای ۲۵ تا ۵۵ درصد روغن، ۱۸ تا ۲۴ درصد پروتئین و ۱۲ تا ۲۰ درصد پوست است. ارقام کلزایی که از آنها روغن استخراج می‌شود کانولا نامیده می‌شود. برخی از انواع کلزا که در گروه کانولا قرار دارند دارای کمتر از ۳۰ میکرومول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله بوده و روغن دانه آنها دارای مقدار زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع و کمتر از ۲ درصد اسید اروسیک می‌باشند و روغن آنها به صورت خوراکی مصرف می‌شود (وو و همکاران، ۲۰۰۸؛ طاهری گراوند و همکاران، ۲۰۱۰). روغن کلزا حاوی امگاتری بوده و سرشار از ویتامین‌ها و مواد معدنی ضروری است و به دلیل اسیدهای چرب غیر اشباع بالا و وجود پروتئین بعنوان یکی از سالم‌ترین روغن‌های خوراکی کاربرد دارد (زمردیان و همکاران، ۲۰۱۱). این گیاه تا دو دهه پیش در نظام‌های زراعی ایران جایگاهی نداشت (برزویی و همکاران، ۱۳۸۸)، ولی در سال‌های اخیر، با توجه به کمبود منابع روغن‌های گیاهی، سطح زیر کشت کلزا به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی اغلب نقاط کشور افزایش یافت (میرهاشمی و بنایان، ۱۳۹۱).

از بین رفتن تنوع زیستی در اکوسیستم‌های کشاورزی، تشدید پدیده تغییر اقلیم، آلودگی و تخریب منابع طبیعی، حاصل بهره‌برداری نامناسب از طبیعت و محیط زیست برای تأمین نیازهای غذایی، دارویی، پوشاک و سوخت مورد نیاز جمعیت رو به رشد جهان است. این معضل جهانی، امروزه بشر را مجبور نموده با توجه به ضرورت پایداری در بهره‌برداری از منابع موجود، به ساختار و کارکرد سیستم‌های تولیدی کشاورزی، رویکردی جدید و جامع داشته باشد. بر این اساس، کشاورزی پایدار، امروزه در صدر توجهات علاقمندان به محیط زیست قرار دارد. هدف اصلی از کشاورزی پایدار تأمین غذا، پوشاک و سوخت مورد نیاز بشر از طریق فعالیت‌های کشاورزی است، به گونه‌ای که این فعالیت‌ها موجب تلفات منابع طبیعی و آسیب به سرمایه‌های زیست محیطی و سلامت انسان و دیگر موجودات زنده نشود. بنابراین، استفاده کارآمد از انرژی یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار است (سینق و همکاران، ۲۰۰۴) و استفاده کمتر از انرژی‌های سوبسیدی می‌تواند به عنوان یک اصل مهم در تحقق پایداری مطرح باشد. بر این اساس، نظام‌های کشاورزی اکولوژیک یا پایدار، نظام‌هایی هستند که حداقل تکیه را بر انرژی و نهاده‌های خارج مزرعه‌ای دارند. گردش انرژی یکی از مباحث عمده در بوم‌شناسی کشاورزی

دیم و آبی در استان خوزستان (منجری و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲) و بررسی سیر انرژی در تولید کلزا در استان مازندران (طاهری گراوند و همکاران، ۲۰۱۰) نشان داد که مهم‌ترین انرژی‌های ورودی برای تولید این محصول کودهای شیمیایی و سوخت دیزلی بود.

سطح زیر کشت کلزا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در کشور حدود ۸۱/۷۸ هزار هکتار برآورد شده است که استان گلستان با ۲۶/۷ درصد از آن، بیشترین سطح را به خود اختصاص داده و استان‌های خوزستان و مازندران به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. تولید کلزا در کل کشور در همین سال ۱۴۶ هزار تن برآورد شده که استان گلستان با ۳۱/۲ درصد سهم از تولید کل کشور در جایگاه نخست تولید این محصول قرار گرفته و استان‌های خوزستان و مازندران به ترتیب با ۱۷/۲ و ۱۱/۲ درصد رتبه‌های دوم تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند (وزارت جهاد کشاورزی ایران، ۱۳۹۴).

هدف از این تحقیق، تعیین انرژی‌های ورودی و خروجی و کارایی مصرف انرژی به ازای هر هکتار مزرعه کلزا در زراعت آبی و دیم در استان گلستان به همراه تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی در تولید کلزا بود. با انجام این تحقیق، عملیات زراعی که با تغییر آنها کارایی انرژی افزایش یافت معرفی و پیشنهادهای در زمینه کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی انرژی جهت رسیدن به تولید پایدار در تولید کلزا ارائه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، استان گلستان به عنوان رتبه نخست در سطح زیر کشت و تولید کلزا انتخاب و از دو جنبه ارزیابی مصرف انرژی و تحلیل اقتصادی بین مزارع آبی و دیم مورد بررسی قرار گرفت. ارقام اصلی کلزا که توسط کشاورزان در استان گلستان کشت می‌شود شامل هایولا ۴۰۱، آرجی اس ۰۰۳ و زرغام می‌باشد که هر کدام دارای خصوصیات خاصی است (جدول ۱). زمان انجام و متوسط تعداد عملیات زراعی و مدیریتی کلزا از هنگام آماده‌سازی زمین تا برداشت محصول در جدول ۲ ارائه شده است. آماده‌سازی بستر بذر طی ماه‌های مرداد تا مهر و کاشت بذر از اوایل مهر تا اواسط آبان انجام می‌شود. مصرف کود قبل از کاشت در مرداد و شهریور و بعد از کاشت طی ماه‌های آبان تا اسفند صورت پذیرفت، که متوسط تعداد دفعات کوددهی ۴/۲ بود. کود نیتروژنه مورد استفاده به شکل اوره و طی سه مرحله مورد استفاده قرار گرفت: یک مرحله قبل از کاشت و دو مرحله بصورت سرک بعد از کاشت. کود فسفره از نوع سوپر فسفات تریپل یا فسفات آمونیوم و کود پتاسیم از نوع سولفات پتاسیم بود. عملیات سم‌پاشی از آذر تا اردیبهشت انجام گرفت که متوسط تعداد دفعات سمپاشی ۲/۳ بود و سموم علف‌کش شامل: لونتزل، بوتیزان استار جهت علف‌های پهن‌برگ و سوپر گالانت، سلکت سوپر و فوکوس جهت علف‌های باریک‌برگ و آفت کش شامل: متاسیستوکس، کنفیدور و پرمور مورد استفاده قرار گرفت. عملیات برداشت طی ماه‌های اردیبهشت و خرداد انجام گرفت (جدول ۲). ماشین آلات مورد استفاده طی عملیات شخم و آماده‌سازی بستر بذر، داشت و برداشت کلزا شامل تراکتورهای جاندر، مسی‌فرگوسن ۲۸۵ با قدرت ۷۵ اسب بخار، فیات و کمباین بود.

در این پژوهش به منظور محاسبه بیلان انرژی در زراعت کلزا

است. انرژی دائماً درون اکوسیستم در یک جهت جریان دارد و به صورت انرژی خورشیدی وارد و به وسیله موجودات فتوسنتز کننده به انرژی پتانسیل تبدیل شده و در پیوندهای شیمیایی مولکول‌های آلی و بیوماس ذخیره می‌شود (قربانی، ۱۳۸۸؛ نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۸). لذا یکی از راه‌کارهای توسعه کشاورزی و پایداری تولید، استفاده از روابط و محاسبات مربوط به جریان انرژی است. در این راستا، آنچه که باید در گام نخست مورد توجه قرار گیرد این است که در شرایط فعلی توجه به تعاملات انرژی و محیط زیست امری ضروری محسوب شود (وزارت نیرو، ۱۳۹۰)، زیرا گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های ناشی از مصرف انرژی در بخش کشاورزی، اثرات زیست محیطی غیرقابل انکاری در سطح منطقه‌ای و جهانی دارند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به آلودگی هوا و اثرات سوء بر بهداشت و سلامت در سطح منطقه‌ای و اثر بر تغییر اقلیم در سطح جهانی اشاره نمود (وزارت نیرو، ۱۳۸۴). در این راستا، افزایش کارایی انرژی در تولید منابع غذایی و دارویی (اردل و همکاران، ۲۰۰۷؛ پیشگار کومله، ۲۰۱۱)، ترویج کشاورزی پایدار به عنوان یک سیستم تولید در تلاقی سه حیطه انرژی، اقتصاد و محیط زیست (وزارت نیرو، ۱۳۹۰) و استفاده از منابع تجدیدپذیر، می‌تواند مشکلات زیست محیطی را در بخش کشاورزی کاهش داده، از زوال منابع طبیعی جلوگیری نموده و مقرون به صرفه باشد (اردل و همکاران، ۲۰۰۷؛ پیشگار کومله، ۲۰۱۱).

تمام روش‌هایی که انسان برای افزایش کارایی تثبیت انرژی به کار می‌گیرد، با استفاده از انرژی‌های کمکی یا به اصطلاح یارانه انرژی است. کامفرتی و گیام پیترو (۱۹۹۶) کارایی انرژی برای ۷۵ کشور جهان را بین ۱ تا ۲۰ تعیین نموده‌اند. آنها متوسط کارایی انرژی در کشاورزی ایران را ۱/۷۹ گزارش کردند. مهربابی بشرآبادی و اسمعیلی (۱۳۹۰) نیز با بررسی کارایی و بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی ایران در دوره زمانی ۱۳۸۶ - ۱۳۵۰ متوسط کارایی انرژی در کشاورزی ایران را ۱/۴۲ محاسبه نمودند.

مطالعات زیادی در زمینه کارایی و بیلان انرژی در تولید محصولات کشاورزی در سرتاسر جهان صورت گرفته است. به عنوان مثال، کارایی انرژی نیشکر در مراکش (مرینی و همکاران، ۲۰۰۱)، برنج در مالزی (بوکاری-گوا و همکاران، ۲۰۰۵)، گیلاس، مرکبات، زردآلو، گوجه فرنگی، پنبه، چغندر، انواع سبزی‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در ترکیه (دمیرکان و همکاران، ۲۰۰۶)؛ کاناکی و همکاران، ۲۰۰۵)، سویا، ذرت و گندم در ایتالیا (سارتوری و همکاران، ۲۰۰۵)، سویا و سیب زمینی در هند (مندل و همکاران، ۲۰۰۲)؛ یاداو و همکاران، ۱۹۹۱)، گندم، پنبه، و کلزا در آلمان (راتک و دایپنبروک، ۲۰۰۶) و در ایران کارایی انرژی گندم دیم و آبی (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱)، جو (قاسمی مبتکر و همکاران، ۲۰۱۲)؛ آذریور، ۲۰۱۲)، ذرت (پیشگار کومله، ۲۰۱۱)، کلزا (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱b,d,e)، سویا (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱c)، سیب زمینی (محمدی و همکاران، ۲۰۰۸)، خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای (محمدی و امید، ۲۰۱۰)؛ حیدری و امید، ۲۰۱۱)، هندوانه (نامداری، ۲۰۱۱)، سیب (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱a) و کیوی (محمدی و همکاران، ۲۰۱۰) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج ارزیابی کارایی انرژی در تولید کلزای

مگاژول) تبدیل شدند (جدول ۳).

پس از تعیین معادل انرژی برای نهاده‌های مذکور، جهت ارزیابی جریان انرژی، شاخص‌های مهم کارایی مصرف انرژی^۱ بهره‌وری انرژی^۲، انرژی مخصوص^۳ و انرژی خالص^۴ طبق معادله‌های ۲ تا ۵ محاسبه شد (صالحی و همکاران، ۲۰۱۴؛ دمیرکان و همکاران، ۲۰۰۶). ضمناً نهاده‌های ورودی از دو جنبه مورد ارزیابی قرار گرفتند، نهاده‌هایی که انرژی مستقیم و انرژی غیرمستقیم تولید می‌کنند، و نهاده‌هایی که انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر دارند. انرژی مستقیم شامل انرژی‌های حاصل از نیروی انسانی، سوخت گازوئیلی، آب آبیاری و الکتریسیته و انرژی غیرمستقیم شامل ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی (NPK)، کود دامی، سموم و انرژی صرف شده برای تولید بذر هستند. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل نیروی انسانی، آب آبیاری و بذر مصرفی و انرژی‌های تجدیدناپذیر شامل ماشین‌آلات، سوخت گازوئیلی، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی و الکتریسیته هستند (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ اسنگان و همکاران، ۲۰۰۷).

معادله (۲)

$$\text{کارایی مصرف انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (MJha}^{-1}\text{)}}{\text{انرژی ورودی (MJha}^{-1}\text{)}}$$

معادله (۳)

$$\text{بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{عملکرد کلزا (kg ha}^{-1}\text{)}}{\text{انرژی ورودی (MJha}^{-1}\text{)}}$$

معادله (۴)

$$\text{انرژی مخصوص} = \frac{\text{انرژی ورودی (MJha}^{-1}\text{)}}{\text{عملکرد کلزا (kg ha}^{-1}\text{)}}$$

معادله (۵)

$$(MJha^{-1}) \text{ انرژی ورودی} - (MJha^{-1}) \text{ انرژی خروجی} = \text{انرژی خالص}$$

همچنین به منظور بررسی تحلیل‌های اقتصادی تولید کلزا در دو نظام کشت آبی و دیم در استان گلستان، شاخص‌های اقتصادی شامل سود ناخالص^۵، سود خالص^۶ و نسبت فایده به هزینه^۷ محاسبه شد. سود ناخالص از تفریق هزینه متغیر تولید از ارزش ناخالص تولید، سود خالص از تفریق کل هزینه تولید از ارزش ناخالص تولید در هکتار و نسبت فایده به هزینه از تقسیم ارزش ناخالص تولید به کل هزینه تولید در هکتار به دست آمد (طباطبایی و همکاران، ۲۰۱۳؛ حیدری و امید، ۲۰۱۱).

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل سیر انرژی در تولید کلزا در نظام کشت آبی
نتایج این بررسی نشان داد که مجموع انرژی مصرفی در نظام کشت آبی معادل ۲۰۴۸۵/۵۹ مگاژول در هکتار بود که بیشترین مقدار انرژی مصرفی را سوخت گازوئیل، کود نیتروژن و کود دامی به ترتیب با ۴۲/۳۳، ۱۹/۴۰ و ۱۷/۰۲ درصد و کمترین آن را حشره‌کش، بذر مصرفی و نیروی انسانی به ترتیب با ۰/۱۱، ۰/۱۴ و ۰/۱۹ درصد به خود اختصاص دادند (جدول ۴ و شکل ۱). سوخت گازوئیل مصرفی در تولید کلزا بطور عمده برای سوخت تراکتور جهت آماده‌سازی بستر بذر، کاشت، داشت، برداشت با کمباین و حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرد و انجام عملیات مکانیزاسیون

آبی و دیم، پرسش‌نامه‌ای به صورت فنی و تخصصی در قالب ۱۷۴ سؤال تهیه شد که کلیه مراحل آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت کلزا را تحت پوشش قرار داد. جمع آوری اطلاعات طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ از طریق تکمیل پرسش‌نامه به صورت چهره به چهره با کشاورزان روستاهای ۹ شهر استان گلستان (آزادشهر، گنبد کاووس، گرگان، کلالة، آق‌قلا، بندر گز، علی آباد، مراوه تپه و کردکوی) انجام شد. به منظور تکمیل پرسشنامه طراحی شده از آسان‌ترین روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای در بین کل کلزاکاران استان استفاده شد و تعداد نمونه طبق معادله ۱ تعیین شد (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱؛ کزیلاسلان، ۲۰۰۹). نتایج این روش نمونه‌گیری با رعایت اصول نمونه‌گیری قابل اعتماد و قابل تعمیم به کل جامعه است. بر اساس معادله ۱، تعداد نمونه (کلزاکار) لازم جهت تکمیل پرسشنامه ۲۹۷/۹۰ بدست آمد که جهت انجام محاسبات دقیق به ۳۰۰ نفر افزایش یافت. اسامی کشاورزان دیم‌کار و آبی‌کار کلزا به طور تصادفی از روی فهرست زارعین مرکز آمار وزارت جهاد کشاورزی در شهرهای مذکور انتخاب شد (مرکز آمار و فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۳۹۳). قبل از جمع آوری اطلاعات، در یک آزمایش مقدماتی در سطح کوچک‌تر، تعداد ۲۰ پرسش‌نامه به طور تصادفی توسط تعدادی از کشاورزان این استان تکمیل شد.

معادله (۱)

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

در این معادله، n تعداد نمونه مورد نیاز، N تعداد کل جمعیت هدف (کشاورزان دیم‌کار و آبی‌کار کلزا) که طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی ۱۵۴۳ به دست آمد (مرکز آمار و فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۳۹۳)، s^۲ برآورد واریانس ویژگی مورد مطالعه در جامعه است که ویژگی مورد مطالعه در این تحقیق کارایی انرژی است (جهت تعیین واریانس، از انحراف معیار داده‌های آزمایش مقدماتی که معادل ۰/۴۹ بود استفاده شد). t با فرض نرمال بودن ویژگی مورد نظر از جدول t استیودنت در سطح اطمینان ۹۵ درصد (۱/۹۶) به دست می‌آید و d خطای قابل پذیرش که مقدار آن در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۵ درصد می‌باشد.

در نهایت پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها، به منظور بررسی صحت و درستی اطلاعات جمع‌آوری شده، داده‌های بدست آمده با استفاده از آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی کشور و سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان همچنین توسط کارشناسان و متخصصان زراعت کلزا در هر شهرستان کنترل گردید و از عملیات و موارد استثنایی که توسط تعداد بسیار معدودی از کشاورزان انجام گرفته بود، صرف نظر گردید. برای انجام محاسبات آماری، اطلاعات اولیه شامل انرژی‌های ورودی و عملکرد کلزا از پرسشنامه‌ها به نرم‌افزار اکسل انتقال یافت. در گام بعدی، میزان هر یک از ورودی‌ها (نیروی انسانی، ماشین‌آلات، سوخت گازوئیلی، کودهای شیمیایی، سموم، بذر مصرفی، آب آبیاری و الکتریسیته) و خروجی (عملکرد محصول کلزا) به ازای یک هکتار زمین زراعی محاسبه شد و در نهایت تمام ورودی‌ها و خروجی‌ها با توجه به عدم یکنواختی واحدهای ورودی و خروجی و همچنین دشواری انجام مقایسات در این شرایط، از طریق ضرایب مخصوص به معادل انرژی (برحسب

و همکاران، ۲۰۰۷)، گندم آبی ۰/۰۶ (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱)، سیب ۰/۴۹ (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۰)، گلابی ۰/۲۷ (طباطبایی و همکاران، ۲۰۱۳)، ارقام قطره طلا و شابلون آلو به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۱۳ (طباطبایی و همکاران، ۲۰۱۲) کیلوگرم در مگاژول گزارش شده است.

در این پژوهش مقادیر انرژی مخصوص و انرژی خالص در سیستم کشت آبی کلزا به ترتیب ۸/۸۴ مگاژول در کیلوگرم و ۳۷۴۳۶/۹۱ مگاژول در هکتار محاسبه گردید (جدول ۵). هرچه مقدار انرژی مخصوص بزرگتر باشد، بیانگر هدررفت بیشتر انرژی است (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶). منفی بودن عدد انرژی خالص نیز نشان دهنده آن است که به اندازه‌ای که انرژی وارد سیستم شده، انرژی خارج نشده است و در این صورت عدم کارایی مصرف انرژی وجود دارد (سینق و همکاران، ۲۰۱۰). بهشتی تبار و همکاران (۲۰۱۰) در محاسبه تبادل انرژی در سیستم‌های کشاورزی ایران طی سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۰ میانگین انرژی مخصوص و خالص در این سیستم‌ها را ۳/۶۹ مگاژول در کیلوگرم و ۲۴۳۶ مگاژول در هکتار گزارش نمودند. سایر محققان انرژی مخصوص برای کلزا ۸/۲۷ (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱)، ۱۷/۰۴۹ (دهشیری، ۲۰۱۱)، ۲۱/۴۴ (منجری و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲)، گندم آبی ۱۵/۸۳ (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱)، سیب ۲/۰۶ (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۰)، گلابی ۳/۷۲ (طباطبایی و همکاران، ۲۰۱۳) و پیاز ۱/۳۴ (حسن زاده و رضوانی مقدم، ۱۳۹۲) مگاژول در کیلوگرم بدست آوردند.

کل انرژی ورودی بصورت مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در جدول ۶ نشان داده شده است. سهم منبع انرژی مستقیم ۵۴/۷۹ درصد از کل انرژی ورودی را شامل می‌شد که بیشتر از انرژی غیرمستقیم (۴۵/۲۱ درصد) بود، البته اختلاف زیادی میان این دو منبع انرژی وجود نداشت و انرژی ورودی مستقیم تقریباً ۱/۲ برابر بیشتر از انرژی غیرمستقیم بود، اما سهم انرژی تجدیدپذیر (۱۸/۵۰ درصد) و تجدیدناپذیر (۸۱/۵۰ درصد) اختلاف زیادی با یکدیگر داشتند و سهم انرژی تجدیدناپذیر در تولید کلزای استان گلستان ۴/۴ برابر انرژی تجدیدپذیر بود. اکثر مطالعات انجام شده روی سایر محصولات کشاورزی نظیر چغندر (غلامی قجلو و همکاران، ۱۳۹۴)، خیار (اسفنجاری کناری و همکاران، ۱۳۹۴)، پیاز (حسن زاده و رضوانی مقدم، ۱۳۹۲)، سیبزمینی در مزارع تولید سنتی (حسین پناهی و کافی، ۱۳۹۱) و در روش کشت مکانیزه (ایزدخواه و همکاران، ۱۳۸۹) نیز حاکی از این است که اثر انرژی‌های مستقیم و تجدیدناپذیر در افزایش عملکرد بیشتر از انرژی‌های غیرمستقیم و تجدیدپذیر است.

تحلیل اقتصادی تولید کلزا در نظام کشت آبی

تحلیل‌های اقتصادی تولید کلزا در جدول ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که ارزش ناخالص تولید و کل هزینه تولید کلزا به ترتیب ۲۳۱۶۹۰۰ و ۱۱۰۸۱۵۵۰ ریال در هکتار، و نسبت فایده به هزینه در تولید این محصول ۲/۰۹ به‌دست آمد (جدول ۷). در این بررسی، ۷۴ درصد از کل هزینه‌های تولید مربوط به هزینه‌های ثابت و ۲۶ درصد آن مربوط به هزینه‌های متغیر بود. چنانچه در نظام تولید، عملکرد در واحد سطح و قیمت فروش محصول که باعث افزایش سود محصول می‌شوند، افزایش و کل

در تولید کلزا استفاده از نیروی انسانی (۰/۱۹ درصد) را به حداقل می‌رساند. در بین مواد شیمیایی مصرفی، کود شیمیایی نیتروژن بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۴ و شکل ۱) که نشان می‌دهد تولید کلزا به شدت وابسته به کود است. میانگین عملکرد مزارع آبی کلزا و مقدار کل انرژی خروجی محاسبه شده به ترتیب ۲۳۱۶/۹ کیلوگرم در هکتار و ۵۷۹۲۲/۵ مگاژول در هکتار به‌دست آمد (جدول ۵). کل انرژی ورودی و خروجی در نظام کشت آبی کلزا در استان خوزستان به ترتیب ۲۸۹۴۴/۶۵ و ۳۷۲۶۰ مگاژول در هکتار بود (منجری و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲). در تحقیقی در سه استان همدان، کرمانشاه و فارس کل انرژی ورودی و خروجی به ترتیب ۴۴۸۸۹/۴ و ۱۰۸۴۸۹/۵ مگاژول در هکتار محاسبه شد (دهشیری، ۲۰۱۱). در دو شرایط متفاوت اقلیمی قم (اقلیم خشک) و کردکوی (اقلیم مرطوب) نیز کل انرژی ورودی برای تولید کلزا به ترتیب ۱۱۱۹۲۶/۵۳ و ۲۷۰۵۹/۸۹ مگاژول بر هکتار بدست آمد (رمدانی و همکاران، ۲۰۱۲). تفاوت موجود بین مقادیر گزارش شده در نقاط مختلف ایران ناشی از تفاوت در عملیات مدیریتی و زراعی و شرایط آب و هوایی می‌باشد. برای نمونه با توجه به شرایط آب و هوایی متفاوت دو اقلیم استان گلستان و خوزستان، در خوزستان مقدار مصرف آب آبیاری ۵۱۰۰ مترمکعب بدست آمد (منجری و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲) در صورتی که این مقدار در این بررسی و در استان گلستان ۲۳۳ مترمکعب بود که اختلاف این دو مقدار معادل ۴۹۶۴ مگاژول انرژی (یعنی ۱۹ درصد کل انرژی‌های ورودی در این پژوهش) می‌باشد.

در این تحقیق، کارایی مصرف انرژی برای تولید کلزا آبی ۲/۸۳ برآورد شد (جدول ۵)، که این مقدار در مطالعات دیگر برای تولید کلزا ۱/۲۸ (منجری و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲)، ۳/۰۲ (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱)، ۲/۴۲ (دهشیری، ۲۰۱۱)، ۰/۷۴ و ۲/۶۵ (رمدانی و همکاران، ۲۰۱۲) گزارش شده است. کارایی مصرف انرژی سایر گیاهان نظیر گندم آبی ۱/۴۴ در خراسان شمالی (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱)، سیبزمینی ۱/۳۷ و ۱/۴۱ به ترتیب در مزارع تجاری و سنتی سیبزمینی در دشت دهگلان استان کردستان (حسین پناهی و کافی، ۱۳۹۱)، ۲/۴۴ و ۴/۴۴ به ترتیب در نظام کشت متداول و مکانیزه در استان آذربایجان شرقی (ایزدخواه و همکاران، ۱۳۸۹)، پیاز در خراسان رضوی ۱/۱۹ (حسن زاده و رضوانی مقدم، ۱۳۹۲) و زعفران در خراسان جنوبی ۰/۴۱ (مویدی شهرکی و همکاران، ۱۳۸۹) بدست آمد. مویدی شهرکی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که اگرچه کارایی انرژی در زراعت زعفران پایین است ولی به دلیل کشت اکولوژیک، کارایی اقتصادی بالا و ایجاد اشتغال بسیار بالا برای روستاییان منطقه، این گیاه می‌تواند نقش بسیار مهمی در اقتصاد و معیشت روستاییان داشته باشد.

بهره‌وری انرژی در سیستم کشت آبی کلزا ۰/۱۱ کیلوگرم در مگاژول بدست آمد (جدول ۵) این بدین معنی است که به ازای هر واحد انرژی مصرفی ۰/۱۱ کیلوگرم دانه کلزا تولید می‌شود. این مقدار با مقادیر بهره‌وری انرژی کلزا ۰/۵۷ (دهشیری، ۲۰۱۱) و ۰/۴۰ (منجری و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲)، ۰/۱۲ (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱)، در مطالعات دیگر مشابهت دارد. مقدار بهره‌وری انرژی برای سایر محصولات نظیر چغندر (اردل ۱/۵۳)

۰/۸۱ و طاهری گراوند و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مازندران ۱/۴۴ گزارش کردند. در ترکیه نیز یوناکیان (۲۰۱۰) این مقدار را برای کلزا ۴/۶۸ بدست آورد. تفاوت موجود بین مقادیر گزارش شده به دلیل تفاوت در مقادیر انرژی ورودی و خروجی در مناطق مختلف می باشد. برای نمونه در خوزستان انرژی ورودی و خروجی به ترتیب معادل ۱۸۵۵۷/۷۲ و ۱۵۱۸۰ بدست آمد (منجزی و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲). در صورتی که این مقادیر در این پژوهش و در استان گلستان به ترتیب معادل ۱۳۳۰۱/۰۲ و ۴۴۱۰۰ بود (جدول ۵) که باعث افزایش نسبت انرژی خروجی به ورودی و کارایی مصرف انرژی شد. قربانی و همکاران (۲۰۱۱) نیز کارایی مصرف انرژی در زراعت گندم در استان خراسان شمالی را ۳/۲۸ گزارش کردند که بیش تر از زراعت گندم آبی (۱/۴۴) بود، در صورتی که سایر محققان این شاخص را در همین استان برای گندم ۰/۹۳ و آبی ۱/۳۴ (ابراهیم زاده و برقی، ۱۳۹۴)، و در استان آذربایجان غربی برای گندم ۰/۹۳ و آبی به ترتیب ۱/۲۶ و ۱/۴۸ (قلی نژاد و حسن زاده قورت تپه، ۱۳۸۷) و برای جو ۱/۲۲ (تقوی و همکاران، ۱۳۸۶) بدست آوردند.

بهره‌وری انرژی در سیستم کشت دیم کلزا ۰/۱۳ کیلوگرم در مگاژول بدست آمد (جدول ۵) که بیش تر از نظام کشت آبی (۰/۱۱) بود، و این موضوع نشانگر بهره‌وری بیش تر انرژی مصرفی در نظام کشت دیم نسبت به آبی است. هر اندازه اتکای نظام کشت به انرژی ورودی بیشتر باشد، مقدار این شاخص کاهش می‌یابد. در یک صورت این شاخص افزایش می‌یابد که آن هم افزایش عملکرد در واحد سطح است. اتکای نظام کشت آبی به انرژی ورودی تقریباً ۱/۵ برابر کشت دیم است (جدول ۵)، لذا هرچند عملکرد در نظام کشت آبی بالاتر از دیم بود، ولی انرژی ورودی بیشتر در این نظام نسبت به کشت دیم، باعث کاهش بهره‌وری انرژی در نظام کشت آبی شد. محققان دیگر این مقدار را برای کلزای دیم در مازندران ۰/۰۶۶ (طاهری گراوند و همکاران، ۲۰۱۰) و خوزستان ۰/۰۲۹ (منجزی و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲) گزارش کردند. در دو پژوهش نامبرده شده، نهاده مصرفی و بالطبع انرژی ورودی بسیار بیش تری نسبت به این پژوهش وارد نظام کشت شده است، لذا در آنها بهره‌وری کم‌تری گزارش شده است.

مقادیر انرژی مخصوص و انرژی خالص در سیستم کشت دیم کلزا به ترتیب ۷/۵۴ مگاژول در کیلوگرم و ۳۰۷۹۸/۹۸ مگاژول در هکتار محاسبه گردید (جدول ۵). انرژی مخصوص در نظام کشت آبی (۸/۸۴ مگاژول در کیلوگرم) نسبت به دیم بیشتر بود (جدول ۵)، لذا همان‌طور که قبلاً نیز گزارش شد، هرچه مقدار انرژی مخصوص بزرگ‌تر باشد بیانگر هدررفت بیشتر انرژی است، بنابراین در سیستم کشت آبی تولید کلزا نسبت به دیم، هدررفت انرژی بیشتر بوده است. مقدار انرژی مخصوص برای کلزای دیم ۱۵/۱ (طاهری گراوند و همکاران، ۲۰۱۰) و ۳۳/۷۴ (منجزی و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲) و برای گندم دیم ۸/۹۶ محاسبه شده است. در ادامه، تفکیک نهاده‌های انرژی به نهاده‌هایی که انرژی مستقیم و غیرمستقیم تولید می‌کنند و نهاده‌هایی که انرژی تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر دارند (جدول ۶)، نتایج نشان داد که سهم منبع انرژی مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر

هزینه تولید اعم از ثابت و متغیر کاهش یابد، شاخص اقتصادی نسبت فایده به هزینه افزایش خواهد یافت. نسبت فایده به هزینه کلزا در سیستم کشت آبی در سایر نقاط کشور ۱/۱۱ (منجزی و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲)، ۱/۲۹ در مزارع کمتر از ۲ هکتار، ۱/۵۹ در مزارع بین ۲ تا ۴ هکتار، ۱/۵۲ در مزارع بیش از ۴ هکتار (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱) و ۱/۲۴ (دهشیری، ۲۰۱۱) بدست آمد. افزایش این شاخص در پژوهش حاضر نسبت به مطالعات دیگر به دلیل افزایش قیمت کلزا (۱/۵ برابر) طی سال‌های گذشته می‌باشد. نسبت فایده به هزینه سایر محصولات در ایران نظیر سویا ۱/۵۶ (قاسمی و همکاران، ۲۰۱۳)، ذرت، ۱/۵۷ (پیشگار کومله و همکاران، ۲۰۱۱)، چغندر قند ۱/۳۳ (غلامی قجلو و همکاران، ۱۳۹۴)، برنج ۱/۲۹ (پیشگار کومله و همکاران، ۲۰۱۱)، گندم دیم و آبی به ترتیب ۲/۵۶ و ۱/۹۷ (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱)، ارقام قطره طلا و شابلون آلو به ترتیب ۴/۱۸ و ۲/۴۶ (طباطبایی و همکاران، ۲۰۱۲) و گلابی ۳/۱۱ (طباطبایی و همکاران، ۲۰۱۳) گزارش شده است.

تجزیه و تحلیل سیر انرژی در تولید کلزا در نظام کشت دیم
مقدار کل انرژی‌های ورودی در مزارع دیم تولید کلزا ۱۳۳۰۱/۰۲ مگاژول در هکتار بدست آمد که حدود ۶۵ درصد کمتر از مزارع آبی بود (جدول ۴). در این نظام تولید بیشترین سهم انرژی مصرفی مربوط به سوخت گازوئیل و کود نیتروژن به ترتیب با ۵۲/۸۱ و ۳۲/۳۴ درصد از کل انرژی ورودی، و کمترین سهم انرژی مصرفی مربوط به پتاسیم، بذر مصرفی، حشره کش و قارچ کش به ترتیب با ۰/۰۳، ۰/۲۴، ۰/۳۶ و ۰/۹۱ درصد از کل انرژی ورودی بود (جدول ۴ و شکل ۲). در نظام کشت دیم کلزا نیز مانند کشت آبی، کود شیمیایی نیتروژن بیشترین سهم انرژی ماده شیمیایی را دارا بود به گونه‌ای که ۸۵ درصد از انرژی مصرف شده توسط مواد شیمیایی به این نهاده اختصاص داشت، و همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد این موضوع نشان دهنده وابستگی تولید کلزا به این نهاده در هر دو نظام کشت می‌باشد. طبق نتایج بدست آمده (جدول ۵) انرژی مصرفی و تولیدی در نظام کشت آبی نسبت به کشت دیم کلزا به ترتیب ۱/۵ و ۱/۳ برابر بود. بررسی سیر انرژی تولید کلزا در مزارع دیم استان مازندران نیز نشان داد که کل انرژی ورودی برای تولید کلزا ۲۸۷۰۵/۳ مگاژول بر هکتار بود که ۶۵/۵ درصد از این انرژی مربوط به کود شیمیایی و ۳۰ درصد آن مربوط به سوخت دیزل بود (طاهری گراوند و همکاران، ۲۰۱۰). پژوهش‌های دیگر نیز مهمترین انرژی‌های ورودی برای تولید این محصول را کودهای شیمیایی و سوخت دیزلی بیان کردند (منجزی و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲؛ دهشیری، ۲۰۱۱؛ موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱).

میانگین عملکرد مزارع دیم کلزا و مقدار کل انرژی خروجی محاسبه شده به ترتیب ۱۷۶۴ کیلوگرم در هکتار و ۴۴۱۰۰ مگاژول در هکتار به دست آمد (جدول ۵). بر این اساس، کارایی مصرف انرژی در این سیستم معادل ۳/۳۲ بدست آمد که بالاتر از نظام کشت آبی بود (جدول ۵). این شاخص نشان دهنده آن است که به ازای یک مگاژول انرژی مصرفی در هکتار به منظور تولید کلزای دیم، ۳/۳۲ مگاژول تولید شده است. منجزی و زکی دیزاجی (۲۰۱۲) در خوزستان، کارایی مصرف انرژی را در نظام کشت کلزا دیم

قبل از کاشت، می‌توان قدم مؤثری در تعیین وضعیت حاصلخیزی خاک از نظر مواد غذایی برداشت و توصیه کودی مناسب داشت. ۳- کاربرد صحیح و منطقی مواد شیمیایی از طریق روش‌های مدیریت تلفیقی نظیر مبارزه تلفیقی یا در صورت امکان مبارزه بیولوژیک با آفات. ۴- روش متداول پخش یکنواخت کودهای شیمیایی یا پاشش یکنواخت آفت‌کش‌ها در تمام سطح مزرعه اغلب موجب پایین آمدن کارایی مصرف نهاده‌های کشاورزی و افزایش خطر آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود، لذا حرکت به سمت کشاورزی دقیق^۱ باعث می‌شود نهاده‌ها بر اساس نیاز واقعی در هر قسمت از مزرعه که اطلاعات آن موجود باشد، توزیع شوند و زمان مصرف نهاده‌ها هم براساس تغییراتی که در نیازهای گیاه اتفاق می‌افتد و سایر عوامل خارجی نظیر شرایط اقلیمی تعیین شود.

مدیریت انرژی و توسعه نظام‌های کشاورزی پایداری که دارای حداقل وابستگی به نهاده‌های ورودی باشند و مدیریت آن‌ها از نوع کم نهاده باشد، موضوع مهمی در مبحث کارایی، بهره‌وری، پایداری و استفاده اقتصادی از انرژی است. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، کارایی و بهره‌وری انرژی در زراعت دیم کلزا تقریباً ۱/۲ برابر زراعت آبی و از طرفی انرژی مخصوص در زراعت آبی ۱/۲ برابر زراعت دیم بود. پایین بودن کارایی و بهره‌وری انرژی در یک نظام تولید، نشان دهنده وابستگی بیشتر به نهاده‌های ورودی و مصرف بیشتر انرژی است و از طرفی افزایش انرژی مخصوص نیز هدر رفت بیشتر انرژی را در آن نظام نشان می‌دهد، لذا نظام کشت دیم کلزا بعنوان یک نظام کم نهاده و با انرژی مصرفی کمتر و کارایی و بهره‌وری بالاتر در جهت توسعه پایدار در سه حیطه انرژی، اقتصادی و محیط زیست بوده و نظام کشت آبی به عنوان یک نظام پرنهاده و با کارایی و بهره‌وری پایین‌تر (و احتمالاً ناپایدار از نظر اکولوژیکی) تعیین شد. براین اساس افزایش کارایی انرژی هدف ارزشمندی است که در اهداف مدیریت انرژی دنبال می‌شود و تولیدکنندگان در سطح محلی و ملی باید سعی کنند به ازای انرژی مصرفی (ورودی) کمتر، مقدار انرژی تولیدی (خروجی) بیشتری کسب نمایند.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیم زاده، ف. و س.ع.م. برقی. ۱۳۹۴. کارایی انرژی در زراعت گندم دیم و آبی بخش مانه استان خراسان شمالی. (مطالعه موردی منطقه شیرین دره). دومین کنفرانس بین المللی مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. ۲۷ و ۲۸ بهمن ۱۳۹۴. تهران.
۲. اسفنجاری کناری، ر.، شعبان زاده، م.، جانسوز، پ. و امیدی، الف. ۱۳۹۴. بررسی کارایی مصرف انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان تهران. مهندسی بیوسیستم ایران. ۴۶(۲): ۱۲۵ تا ۱۳۴.
۳. ایزدخواه شیشوان، م.، تاجبخش شیشوان، م. و حسن زاده قورت تپه، ع. ۱۳۸۹. ارزیابی و مقایسه کارایی انرژی دو نظام کشت متداول و مکانیزه در مزارع سیب زمینی استان آذربایجان شرقی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۲۸(۲): ۲۸۴ تا ۲۹۷.
۴. برزویی، الف.، جهانی، م.، نظامی، الف. و عزیزی، م. ۱۳۸۸. ارزیابی تحمل به یخزدگی ارقام کلزا (*Brassica napus* L) پس از خوسرمائی در شرایط کنترل شده. اولین همایش ملی

در نظام کشت دیم کلزا به ترتیب ۵۳/۸۶، ۴۶/۱۴، ۱/۲۹ و ۹۸/۷۱ درصد از کل انرژی ورودی را شامل می‌شد، که در این نظام نیز مانند نظام کشت آبی اثر انرژی‌های مستقیم و تجدیدپذیر در افزایش عملکرد بیشتر از انرژی‌های غیرمستقیم و تجدیدپذیر بود.

تحلیل اقتصادی تولید کلزا در نظام کشت دیم

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ارزش ناخالص تولید و کل هزینه تولید کلزا در نظام کشت دیم به ترتیب ۱۷۶۴۰۰۰ و ۸۳۱۲۵۱۵ ریال در هکتار و نسبت فایده به هزینه در تولید این محصول ۲/۱۲ به‌دست آمد (جدول ۷). با توجه به کاهش هزینه‌های ثابت در نظام کشت دیم نسبت به آبی، شاخص اقتصادی نسبت فایده به هزینه در این سیستم بالاتر بدست آمد (جدول ۷). در این بررسی، ۶۵ درصد از کل هزینه‌های تولید مربوط به هزینه‌های ثابت و ۳۵ درصد از کل هزینه‌های تولید مربوط به هزینه‌های متغیر بود. سود خالص تولید کلزا در کشت دیم و آبی به ترتیب معادل ۹۳۲۷۴۸۵ و ۱۲۰۸۷۴۵۰ ریال در هکتار بدست آمد (جدول ۷) که نشان دهنده برخورداری از توجیه اقتصادی کشت کلزا در استان گلستان است.

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج این پژوهش و پژوهش‌های دیگری که در ایران روی کلزا انجام شده است (منجری و زکی دیزاجی، ۲۰۱۲؛ طاهری گراوند و همکاران، ۲۰۱۰؛ دهشیری، ۲۰۱۱) نشان می‌دهند که مهم‌ترین انرژی‌های ورودی برای تولید این محصول سوخت دیزلی و کودهای شیمیایی بود. با توجه به این که این دو نهاده درصد بسیار بالایی از انرژی‌های تجدیدپذیر را تشکیل می‌دهند، می‌توان بیان نمود که در ایران به طور کلی مزارع تولید کلزا وابستگی شدیدی به منابع تجدیدپذیر انرژی دارند که خود حاکی از آن است که تولید کنونی کلزا در ایران به لحاظ مصرف انرژی ناپایدار است، زیرا انرژی و مشکلات زیست محیطی به‌طور تنگاتنگی با یکدیگر مرتبط هستند و تقریباً غیر ممکن است که انرژی تولید شود، انتقال یابد و مصرف شود بدون این که اثرات محیطی به دنبال داشته باشد. بنابراین در آینده کشاورزی، سیستم‌های انرژی نیاز به انرژی‌های پایدار کارآمد، زیست مدار و از نظر اقتصادی کارا و تجدیدپذیر دارند. لذا جهت رسیدن به توسعه پایدار تولید کلزا، کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی انرژی می‌توان مراحل زیر را پیشنهاد کرد: ۱- جایگزین کردن نهاده‌ها با بکارگیری فناوری‌های مناسب و کم انرژی مانند جایگزینی سوخت زیستی که به‌عنوان یک جایگزین تجدیدپذیر سالم به‌جای سوخت‌های تجدیدپذیر فسیلی و به‌عنوان راهی برای کاهش میزان انتشار دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای و مشکلات زیست محیطی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، یا کاهش مصرف سوخت و بهینه‌سازی آن با استفاده از اداوات زراعی مناسب و جدید مانند دستگاه چندکاره (کمبینات)، جایگزینی ارقام پرمحصول نظیر هایولا ۵۰، هایولا ۴۰۱ و هایولا ۴۲۰ بجای رقم آرجی‌اس ۲۰۰۳، حذف تدریجی مواد شیمیایی و جایگزینی آنها با منابع تجدیدپذیر کود از قبیل کود دامی، کود سبز و کود آلی، افزایش کیفیت و باروری خاک را به دنبال خواهد داشت، استفاده از تناوب زراعی با گیاهان خانواده لگوم، کاهش مصرف بیش از حد کود نیتروژن را بدنبال خواهد داشت و از طرفی با تجزیه خاک در مزارع

- Chan, C.W. 2005. Analysis of energy consumption in lowland rice-based cropping system of Malaysia. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 27(4): 819-826.
21. Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I., and Ozmerzi, A. 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: case study for Antalya region, Turkey. *Energy Conversion and Management*, 46: 655-666.
 22. Chauhan, N.S., Mohapatra, P.K., and Pandey, K.P. 2006. Improving energy productivity in paddy production through benchmarking – an application of data envelopment analysis. *Energy Conversion and Management*, 47: 1063-1085.
 23. Comforti, P., and Giampietro, M., 1996. Fossil energy use in agriculture: an international comparison. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 65: 231- 24.
 24. Dehshiri, A. 2011. Energy use efficiency and economic analysis of canola production in three different areas in Iran. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 6(11): 54- 61.
 25. Demircan, V., Ekinci, K., Keener, H.M., Akbolat, D., and Ekinci, C. 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: a case study from Isparta province. *Energy Conversion and Management*, 47: 1761-1769.
 26. Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H., and Gunduz, O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy*, 32: 35-41.
 27. Esengun, K., Gunduz, O., and Erdal, G. 2007. Input-output energy analysis in dry apricot production of Turkey. *Energy Conversion and Management*, 48: 592-598.
 28. FAO. 2016. Food outlook, Biannual Report on Global Food Markets. <http://www.fao.org>.
 29. Ghasemi Mobtaker, H., Keyhani, A., Mohammadi, A., Rafiee, S., and Akram, A. 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137: 367-372.
 30. Ghorbani, R., Mondani, F., Amirmoradi, S., Feizi, H., Khorramdel, S., Teimouri, M., Sanjani, S., Anvarkhah, S., and Aghel, H. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. *Applied Energy*, 88: 283-288.
 31. Heidari, M.D., and Omid, M. 2011. Energy use patterns
 - دانه های روغنی. اصفهان، قطب علمی دانه های روغنی.
 5. تقوی، د.، اجلی، ج.، ولدیانی، ع.ر. و فتاحی، الف. ۱۳۸۶. ارزیابی بیلان انرژی در زراعت جو دیم (*Hordeum vulgare* L) استان آذربایجان غربی. مجله دانش نوین. ۷: ۴۱ تا ۴۹.
 6. حسن زاده اول، ف. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۹۲. ارزیابی کارایی انرژی و تحلیل اقتصادی تولید پیاز (*Allium cepa* L) در استان خراسان رضوی. اکولوژی کاربردی. ۳: ۱ تا ۱۰.
 7. حسین پناهی، ف. و کافی، م. ۱۳۹۱. ارزیابی بودجه انرژی و بهره وری آن در مزارع تولید سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L) استان کردستان، مطالعه موردی: دشت دهگلان. بوم شناسی کشاورزی. ۴(۲): ۱۵۹ تا ۱۶۹.
 8. غلامی قجلو، ج.، قنبریان، د.، ملکی، ع. و ترکی هرچگانی، م. ۱۳۹۴. بررسی راندمان مصرف انرژی و تحلیل اقتصادی مزارع تولید چغندر قند در شهرستان میاندوآب، استان آذربایجان غربی. چغندر قند. ۳۱(۱): ۱۰۹ تا ۱۲۲.
 9. قربانی، ر. ۱۳۸۸. اکولوژی عمومی. جهاد دانشگاهی مشهد.
 ۱۰. قلی نژاد، الف و حسن زاده قورتنیه، ع. ۱۳۸۷. بررسی کارایی نهاده‌ها در زراعت گندم آبی و دیم در استان آذربایجان غربی. مجله پژوهش در علوم زراعی. ۱: ۱ تا ۱۲.
 ۱۱. مرکز آمار و فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۳۹۳. وزارت جهاد کشاورزی ایران.
 ۱۲. مویدی شهرکی، ع.، جامی الاحمدی، م. و بهدانی، م.ع. ۱۳۸۹. بررسی کارایی انرژی زراعت زعفران (*Crocus sativus* L) در خراسان جنوبی. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۲(۱): ۵۵ تا ۶۲.
 ۱۳. مهربانی بشرآبادی، ج. و اسمعیلی، ع. ۱۳۹۰. تجزیه و تحلیل ورودی- خروجی انرژی در بخش کشاورزی ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۷۴: ۱ تا ۲۸.
 ۱۴. میرهاشمی، س.م.، بنایان اول، م. ۱۳۹۱. شبیه سازی شاخص سطح برگ و عملکرد کلزا تحت شرایط تنش آب در اقلیم نیمه خشک. نشریه آب و خاک. ۲۶(۲): ۳۹۲ تا ۴۰۳.
 ۱۵. نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ. و بهشتی، ع. ۱۳۸۸. اگر و اکولوژی. دانشگاه فردوسی مشهد.
 ۱۶. وزارت جهاد کشاورزی ایران. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی ۱۳۹۳، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
 ۱۷. وزارت نیرو. ۱۳۸۴. ترازنامه انرژی ۱۳۸۳. معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو جمهوری اسلامی ایران.
 ۱۸. وزارت نیرو. ۱۳۹۰. ترازنامه انرژی ۱۳۸۹. معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو جمهوری اسلامی ایران.
 19. Beheshti Tabar, I., Keyhani, A., and Rafiee, S. 2010. Energy balance in Iran's agronomy (1990-2006). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14: 849-855.
 20. Bockari-Gevao, S.M., Wan Ishak, W.I., Azmi, Y., and

43. Mrini, M., Senhaji, F., and Pimentel, D. 2001. Energy analysis of sugarcane production in Morocco. *Environment, Development and Sustainability*, 3: 109-126.
44. Namdari, M. 2011. Energy use and cost analysis of watermelon production under different farming technologies in Iran. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(6): 1144-1153.
45. Pishgar Komleh, S.H., Sefeedpari, P., and Rafiee, S. 2011a. Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran. *Energy*, 36: 5824-5831.
46. Pishgar Komleh, S.H., Keyhani, A., Rafiee, S., and Sefeedpari, P. 2011b. Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. *Energy*, 36: 3335-3341.
47. Qasemi Kordkheili, P., Kazemi, N., Hemmati, A., and Taki, M. 2013. Energy input-output and economic analysis for soybean production in Mazandaran province of Iran. *Agriculture*, 56: 13246-13251.
48. Rafiee, S., Mousavi Avval, S.H., and Mohammadi, A. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy*, 35: 3301-3306.
49. Ramedani, Z., Omid, M., Fahimi, F., and Mirzaee, F. 2012. A comparative study on energy inputs and yield of canola production under different environmental conditions. *Journal of Agricultural Technology*, 8(3): 811-824.
50. Rathke, G.W., and Diepenbrock, W. 2006. Energy balance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. *European Journal of Agronomy*, 24: 35-44.
51. Salehi, M., Ebrahimi, R., Maleki, A., and Ghasemi Mobtaker, H. 2014. An assessment of energy modeling and input costs for greenhouse button mushroom production in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 64: 377-383.
52. Sartori, L., Basso, B., Bertocco, M., and Oliviero, G. 2005. Energy Use and Economic Evaluation of a Three Year Crop Rotation for Conservation and Organic Farming in NE Italy. *Biosystems Engineering*, 91(2): 245-256.
53. Singh, G., Singh, S., and Singh, J. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Conversion and Management*, 45: 453-465.
54. Singh, H., Mishra, D., and Nahar, N.M. 2010. Energy and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran. *Energy*, 36: 220-225.
32. Kizilaslan, H. 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. *Applied Energy*, 86: 1354-1358.
33. Mandal, K.G., Saha, K.P., Ghosh, P.K., Hati, K.M., and Bandyopadhyay, K.K. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*, 23(5): 337-345.
34. Mohammadi, A., and Omid, M. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Applied Energy*, 87: 191-196.
35. Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., Rafiee, H. 2010. Energy inputs – yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. *Renewable Energy*, 35: 1071-1075.
36. Mohammadi, A., Tabatabaefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., and Keyhani, A. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion and Management*, 49: 3566-3570.
37. Monjezi, N., and Zakidizaji, H. 2012. Energy and Economic Analysis of Canola Production in Iran a Case Study: Khuzestan Province. *Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(3): 227-231.
38. Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., and Mohammadi, A. 2011a. Optimization of energy consumption and input costs for apple production in Iran using data envelopment analysis. *Energy*, 36: 909-916.
39. Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., and Mohammadi, A. 2011b. Energy efficiency and cost analysis of canola production in different farm sizes. *International Journal of Energy and Environment*, 2: 845-852.
40. Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., and Mohammadi, A. 2011c. Optimization of energy consumption for soybean production using Data Envelopment Analysis (DEA) approach. *Applied Energy*, 88(11): 3765-3772.
41. Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., and Mohammadi, A. 2011d. Improving energy use efficiency of canola production using data envelopment analysis (DEA) approach. *Energy*, 36: 2765-2772.
42. Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Jafari, A., and Mohammadi, A. 2011e. Energy flow modeling and sensitivity analysis of inputs for canola production in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 19: 1464-1470.

59. Wu, J., Aluko, R.E., and Muir, A.D. 2008. Purification of angiotensin I-converting enzyme-inhibitory peptides from the enzymatic hydrolysate of defatted canola meal. *Food Chemistry*, 111: 942-950.
60. Yadav, R.N., Singh R.K.P., and Prasad, S. 1991. An economic analysis of energy requirements in the production of potato crop in bihar sharif block nalanda districh (Bihar). *Economic Affairs (Calcutta)*, 112: 36-119.
61. Zomorodian, A., Kavooosi, Z., and Momenzadeh, L. 2011. Determination of EMC isotherms and appropriate Mathematical models for canola. *Food and Bioproducts Processing*, 89: 407- 413.
- use pattern in production agriculture of a typical village in Arid Zone India – Part I. *Energy Conversion and Management*, 43(16): 2275-2286.
55. Tabatabaie, S.M.H., Rafiee, S., and Keyhani, A. 2012. Energy consumption flow and econometric models of two plum cultivars productions in Tehran province of Iran. *Energy*, 44: 211-216.
56. Tabatabaie, S.M.H., Rafiee, S., Keyhani, A., and Heidari, M.D. ۲۰۱۳. Energy use pattern and sensitivity analysis of energy inputs and input costs for pear production in Iran. *Renewable Energy*, 51: 7-12.
57. Taheri-Garavand, A., Asakereh A., and Haghani, K. 2010. Energy elevation and economic analysis of canola production in Iran a case study: Mazandaran province. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(2): 236-242.
58. Unakitan, G., Hurma, H., and Yilmaz, F. 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. *Energy*, 35: 3623-3627.

جدول ۱- خصوصیات ارقام کلزا کشت شده در استان گلستان

نام رقم	منشاء	نوع رقم	درصد روغن	دوره رشد (روز)	مناطق کشت
هایولا ۴۰۱	کانادا	هیبرید	۴۲-۴۶	۱۵۰-۱۸۰	مناطق میانی و شمالی استان
آرجی اس ۰۰۳	آلمان	آزاد گرده افشان	۴۰-۴۵	۱۵۵-۱۸۵	مناطق میانی استان
زرغام	ایران	آزاد گرده افشان	۴۰-۴۵	۱۷۵-۱۹۵	ارتفاعات استان با اقلیم معتدل سرد

جدول ۲- عملیات مدیریتی برای تولید کلزا در استان گلستان

نام رقم	شیوه ها/عملیات	تولید کلزا
هایولا ۴۰۱، آرجی اس ۰۰۳ و زرغام	نام رقم	
عملیات آماده سازی زمین	شخم عمیق، دو دیسک عمود برهم و ماله کشی	
زمان آماده سازی زمین	مرداد تا مهر	
متوسط تعداد دفعات شخم	۲/۳	
زمان کاشت	اوایل مهر تا اواسط آبان	
زمان کوددهی (قبل از کاشت)	مرداد - شهریور	
زمان کوددهی (بعد از کاشت)	آبان تا اسفند	
متوسط تعداد دفعات کوددهی	۴/۲	
زمان سم پاشی	آذر تا اردیبهشت	
متوسط تعداد دفعات سم پاشی	۲/۳	
زمان برداشت	اردیبهشت تا خرداد	

جدول ۳- معادل انرژی ورودی و خروجی در تولید کلزا

منبع	معدل انرژی (مگاژول/واحد)	واحد	نهاده
الف) ورودی‌ها			
Dehshiri 2011, Tabatabaie et al., 2013	۱/۹۶	ساعت	۱- نیروی انسانی
Ghorbani et al., 2011	۶۲/۷۰	ساعت	۲- ماشین‌آلات
Erdal et al., 2007, Dehshiri 2011	۵۶/۳۱	لیتر	۳- سوخت گازوئیلی
Mousavi-Avval et al. 2011, Tabatabaie et al., 2013	۶۶/۱۴	کیلوگرم	۴- کودهای شیمیایی
Mousavi-Avval et al. 2011, Tabatabaie et al., 2013	۱۲/۴۴	کیلوگرم	۴-۱ نیتروژن (N)
Mousavi-Avval et al. 2011, Tabatabaie et al., 2013	۱۱/۱۵	کیلوگرم	۴-۲ فسفر (P ₂ O ₅)
E sengun et al., 2007	۳۰۳/۱۰	تن	۴-۳ پتاسیم (K ₂ O)
Qasemi Kordkheili et al., 2013	۲۳۸/۰۰	کیلوگرم	۵- کود دامی
Qasemi Kordkheili et al., 2013	۱۰۱/۲۰	کیلوگرم	۶- سموم
E sengun et al., 2007	۲۱۶/۰۰	کیلوگرم	۶-۱-۱ علفکش
Ghorbani et al., 2011	۱/۰۲	متر	۶-۲-۱ حشره‌کش
Omid et al., 2011	۱۱/۹۳	مکعب	۶-۳-۱ قارچ‌کش
Ozkan et al., 2004, Beheshti Tabar et al., 2010	۳/۶۰	کیلووات ساعت	۷- آب آبیاری
			۸- الکتریسیته
			۹- بذر مصرفی
ب) خروجی			
Ozkan et al., 2004	۲۵/۰۰	کیلوگرم	۱- عملکرد کلزا

جدول ۴- بیلان انرژی تولید کلزا در نظام کشت آبی و دیم در استان گلستان طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰

زراعت آبی			زراعت دیم			
انرژی	مقدار به ازاء واحد سطح (مقدار/هکتار)	کل معادل انرژی (مگاژول/هکتار)	درصد از کل انرژی ورودی (%)	مقدار به ازاء واحد سطح (مقدار/هکتار)	کل معادل انرژی (مگاژول/هکتار)	درصد از کل انرژی ورودی (%)
الف) ورودی‌ها						
۱- نیروی انسانی	۱۹/۶۴	۳۸/۴۹	۰/۱۹	۷۱/۱۲	۱۳۹/۴۰	۱/۰۵
۲- ماشین‌آلات	۱۹/۸۶	۱۲۴۵/۱۸	۶/۰۸	۱۷/۰۸	۱۰۷۱/۱۷	۸/۰۵
۳- سوخت گازوئیلی	۱۵۴/۰۰	۸۶۷۱/۷۴	۴۲/۳۳	۱۲۴/۷۵	۷۰۲۴/۶۷	۵۲/۸۱
۴- کود شیمیایی						
۴-۱ نیتروژن	۶۰/۰۸	۳۹۷۳/۸۸	۱۹/۴۰	۶۵/۰۳	۴۳۰/۱/۰	۳۲/۳۴
۴-۲ فسفر	۱۵/۶۴	۱۹۴/۵۶	۰/۹۵	۲۹/۴۹	۳۶۶/۸۳	۲/۷۶
۴-۳ پتاسیم	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۴۰	۴/۴۹	۰/۰۳
۵- کود دامی	۱۱/۵۰	۳۴۸۵/۶۵	۱۷/۰۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۶- سموم						
۶-۱ علفکش	۰/۵۳	۱۲۵/۲۶	۰/۶۱	۰/۸۱	۱۹۱/۶۳	۱/۴۴
۶-۲ حشره‌کش	۰/۲۳	۲۳/۰۹	۰/۱۱	۰/۴۸	۴۸/۱۳	۰/۳۶
۶-۳ قارچ‌کش	۰/۸۶	۱۸۵/۵۴	۰/۹۱	۰/۵۶	۱۲۱/۱۹	۰/۹۱
۷- آب آبیاری	۲۳۳/۰۶	۲۳۷/۷۲	۱/۱۶	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۸- الکتریسیته	۱۹۰/۸۳	۲۲۷۶/۶۰	۱۱/۱۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۹- بذر مصرفی	۷/۷۴	۲۷/۸۶	۰/۱۴	۹/۰۱	۳۲/۴۲	۰/۲۴
کل انرژی ورودی (مگاژول)		۲۰۴۸۵/۵۹	۱۰۰		۱۳۳۰/۱۰۲	۱۰۰
ب) خروجی						
عملکرد کلزا (کیلوگرم)	۲۳۱۶/۹	۵۷۹۲۲/۵		۱۷۶۴/۰۰	۴۴۱۰۰/۰۰	
کل انرژی خروجی (مگاژول)		۵۷۹۲۲/۵			۴۴۱۰۰/۰۰	

جدول ۵- روابط بین انرژی ورودی و خروجی در تولید کلزا در نظام کشت آبی و دیم در استان گلستان طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰

کلزا		واحد	عنوان
زراعت آبی	زراعت دیم		
۲۰۴۸۵/۵۹	۱۳۳۰۱/۰۲	مگاژول/هکتار	انرژی ورودی
۵۷۹۲۲/۵	۴۴۱۰۰/۰۰	مگاژول/هکتار	انرژی خروجی
۲۳۱۶/۹	۱۷۶۴/۰۰	کیلوگرم/هکتار	عملکرد
۲/۸۳	۳/۳۲	-	کارایی مصرف انرژی
۰/۱۱	۰/۱۳	کیلوگرم/مگاژول	بهره‌وری انرژی
۸/۸۴	۷/۵۴	مگاژول/کیلوگرم	انرژی مخصوص
۳۷۴۳۶/۹۱	۳۰۷۹۸/۹۸	مگاژول/هکتار	انرژی خالص

جدول ۶- مقادیر انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید کلزا در نظام کشت آبی و دیم در استان گلستان طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰

شکل انرژی (مگاژول/هکتار)	زراعت آبی	درصد از کل انرژی ورودی (%)	زراعت دیم	درصد از کل انرژی ورودی (%)
انرژی مستقیم ^a	۱۱۲۲۴/۵۵	۵۴/۷۹	۷۱۶۴/۰۷	۵۳/۸۶
انرژی غیرمستقیم ^b	۹۲۶۱/۰۳	۴۵/۲۱	۶۱۳۶/۹۵	۴۶/۱۴
انرژی تجدیدپذیر ^c	۳۷۸۹/۷۲	۱۸/۵۰	۱۷۱/۸۱	۱/۲۹
انرژی تجدیدناپذیر ^d	۱۶۶۹۵/۸۶	۸۱/۵۰	۱۳۱۲۹/۲۱	۹۸/۷۱
کل انرژی ورودی	۲۰۴۸۵/۵۹	۱۰۰/۰۰	۱۳۳۰۱/۰۲	۱۰۰/۰۰

a: عبارت است از نیروی انسانی، سوخت گازوئیلی، آب آبیاری و الکتریسیته.

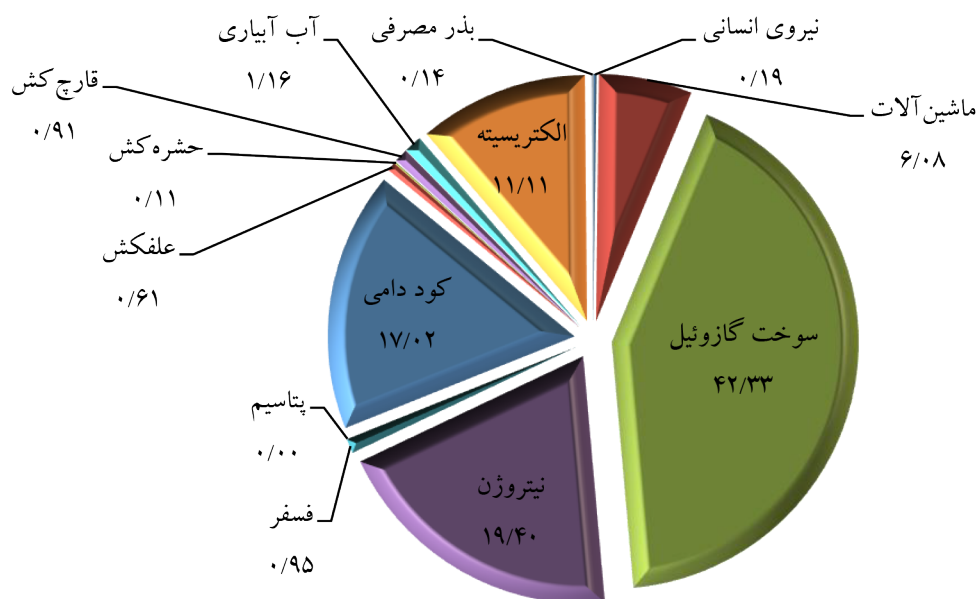
b: عبارت است از ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی، کود دامی، سموم و بذر مصرفی.

c: عبارت است از نیروی انسانی، کود دامی، آب آبیاری و بذر مصرفی.

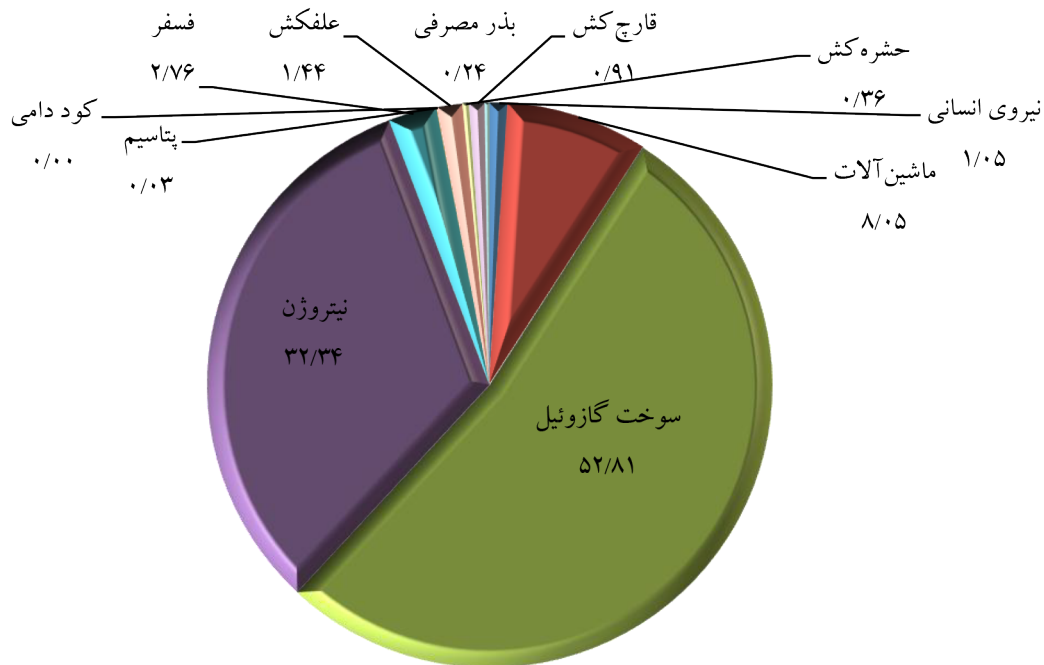
d: عبارت است از ماشین‌آلات، سوخت گازوئیلی، کودهای شیمیایی، سموم و الکتریسیته.

جدول ۷- تحلیل اقتصادی تولید کلزا برای نظام کشت آبی و دیم در استان گلستان طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰

ارزش		اجزاء هزینه و سود
زراعت آبی	زراعت دیم	
۲۳۱۶/۹	۱۷۶۴	عملکرد (کیلوگرم/هکتار)
۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	قیمت فروش (ریال/کیلوگرم)
۲۳۱۶۹۰۰۰	۱۷۶۴۰۰۰۰	ارزش ناخالص تولید (ریال/هکتار)
۲۸۴۹۹۴۵	۲۹۴۹۰۲۰	هزینه متغیر تولید (ریال/هکتار)
۸۳۳۱۶۰۵	۵۳۶۳۴۹۵	هزینه ثابت تولید (ریال/هکتار)
۱۱۰۸۱۵۵۰	۸۳۱۲۵۱۵	کل هزینه تولید (ریال/هکتار)
۴۷۸۲/۹۲	۴۷۱۲/۳۱	کل هزینه تولید (ریال/کیلوگرم)
۲۰۳۱۹۰۵۵	۱۴۶۹۰۹۸۰	سود ناخالص (ریال/هکتار)
۱۲۰۸۷۴۵۰	۹۳۲۷۴۸۵	سود خالص (ریال/هکتار)
۲/۰۹	۲/۱۲	نسبت فایده به هزینه



شکل ۱- درصد انرژی مصرفی هریک از نهاده‌ها در نظام کشت آبی کلزا در استان گلستان طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰



شکل ۲- درصد انرژی مصرفی هریک از نهاده‌ها در نظام کشت دیم کلزا در استان گلستان طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰