مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۱)۵ (۱۳۹۴) ۱۱- ۱

کاربرد انرژی در تولید گندم: مقایسه تحلیلی نظام تولید گندم دیم و آبی در شهرستان کرمانشاه

محمد رضا اصغری‌پور* **و فریبرز صالحی**

گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

*نویسنده مسئول: m_asgharipour@ uoz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸

اصغری‌پور، م. ر. و ف. صالحی. ۱۳۹۴. کاربرد انرژی در تولید گندم: مقایسه تحلیلی نظام تولید گندم دیم و آبی در شهرستان کرمانشاه. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۵ (۱) :۱۱- ۱.

چکیده

با افزایش روز افزون جمعیت بشر، نظام‌های کشاورزی در سرتاسر جهان با چالش تولید غذای بیشتر روبه‌رو هستند. فشرده کردن فعالیت‌های کشاورزی یکی از نیازهای اساسی برای تولید بیشتر مواد غذایی در واحد سطح است. تراکم کشت گرچه به افزایش تولید در واحد سطح منجر شده است، اما راندمان (بازده) کاربرد انرژی را کاهش می‌دهد. هدف از این بررسی مقایسه کشتزارهای تولید گندم دیم (کم نهاده) و آبی (پر نهاده) کرمانشاه از نظر کارایی انرژی، نسبت سود به هزینه و کاربرد انرژی بود. به منظور اجرای این بررسی، اطلاعات از ۶۰ کشتزار گندم دیم و ۶۰ کشتزار گندم آبی در سال ۱۳۹۱ گردآوری شد. نتایج این بررسی نشان داد که کل انرژی ورودی در کشتزارهای کم نهاده و پر نهاده به ترتیب ۱۴۵۲۰/۸ و ۴۱۹۲۱/۸ مگاژول در هکتار بود، یعنی در کشتزارهای آبی نسبت به دیم حدود ۳ برابر کاربرد انرژی بیشتر است. کارآیی تبدیل انرژی ورودی به خروجی در نظام‌های کشت دیم و آبی به ترتیب ۱/۸۸ و ۱/۵۶ بود. در بین نهاده‌های ورودی در کشتزارها، کودهای شیمیایی به ویژه کود نیتروژن بیشترین سهم (۳۵/۶ درصد در دیم و ۳۷/۷ درصد در آبی) را داشت و پس از آن سوخت دیزل (۲۵/۹ درصد در دیم و ۱۳/۴ درصد در آبی) قرار داشت. تحلیل‌های اقتصادی نشان داد نسبت سود به هزینه در کشت گندم دیم برابر با ۱/۸۷ و در آبی برابر با ۱/۸۵ بود. نتایج این بررسی نشان داد کشت دیم می‌تواند تاثیر مثبتی بر مولفه‌های انرژی در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک ایران داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: اقتصاد، گندم، نسبت انرژی ورودی به خروجی، نیاز به انرژی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

امروزه بخش کشاورزی به منظور پاسخ گویی به نیاز روز افزون غذا برای جمعیت رو به رشد کره‌ی زمین و فراهم کردن مواد غذایی کافی و مناسب، به میزان زیادی وابسته به کاربرد انرژی است. در نظام‌های کشت کم نهاده، انرژی بیشتری ذخیره می‌شود یعنی به ازای انرژی مصرفی کمتر عملکرد بیشتری به دست خواهد آمد. این نظام‌ها متکی به نهاده‌های خود کشتزار هستند (مواد آلی، میکروارگانیسم‌ها (ریزموجودها)، رطوبت حفظ شده، پسماندهای گیاهی و غیره). اما در کشاورزی پر نهاده با استفاده از نهاده‌های خارجی مانند کودها و سموم شیمیایی و استفاده از سوخت‌های فسیلی در قالب ماشین‌ها و ادوات کشاورزی به ازای هر واحد عملکرد کار بیشتری صورت می‌گیرد (Barrio *et al.,* 2013; Yeates *et al.,* 1999). در کشاورزی فشرده از روش‌های فنی و پیچیده‌ای استفاده می‌شود. در این روش کشاورزی به سرمایه یا نهاده‌های زیاد برای کسب بازده زیاد در واحد سطح زمین نیاز است. افزون بر این در نظام‌های کشت پر نهاده هزینه سالانه تولید بالاست. این هزینه‌ها از یک سو شامل انرژی مستقیم نیروی کارگری، سوخت‌های فسیلی و برق که برای انجام کارهای صحرایی لازم‌اند و از سوی دیگر شامل انرژی غیرمستقیم به صورت کاربرد کودها و سموم شیمیایی، آب، علفکش، آفتکش و بذر که برای دستیابی به عملکرد بالا ضرورت دارند (Barrio *et al.,* 2013; Wardle *et al.,* 1999). توجه به منابع طبیعی محدود و اثرگذاری‌های سوء ناشی از استفاده نامناسب از منابع مختلف انرژی روی محیط زیست و سلامتی انسان، لزوم بررسی الگوهای کاربرد انرژی را در بخش کشاورزی حیاتی ساخته است (Hatirli *et al.,* 2005). بررسیهای مختلفی در مورد الگوی کاربرد انرژی در نظام‌های زراعی صورت گرفته است. Singh *et al.* (2007) با بررسی الگوی کاربرد انرژی در کشور هندوستان، گزارش کردند میانگین انرژی ورودی به این کشتزارها برابر با ۱۷۰۰۰/۸ مگاژول در هکتار بوده است و همچنین کارایی کاربرد انرژی این کشتزارها ۵/۲ به دست آمد. Rajabi *et al.* (2010) با بررسی کاربرد انرژی در تولید گندم در گرگان گزارش کردند، میانگین انرژی ورودی به این کشتزارها برابر با ۱۵۵۷۸/۶ مگاژول در هکتار بوده است. در این بررسی انرژی ورودی کودهای شیمیایی (۴۵/۸ درصد) به‌طورعمده نیتروژن (۳۸/۳ درصد) بیشترین سهم را از کل انرژی‌های ورودی داشت و به دنبال آن انرژی ورودی سوخت (۲۲/۵ درصد) قرار داشت. کارایی کاربرد انرژی در این کشتزارها ۶/۳ گزارش شد. در بررسی Zoleh *et al.* (2011) بر روی گندم آبی در شهرستان ساوجبلاغ کل انرژی ورودی به این نظام کشت معادل ۵۱۸۷۰/۰۵ مگاژول در هکتار برآورد شد و شاخص کارایی انرژی کاربردی برای این محصول معادل ۱/۲۵ به دست آمد. در این بررسی انرژی آبیاری با میانگین ۴۲ درصد از کل کاربرد انرژی بیشترین سهم را از کل انرژی‌های ورودی به خود اختصاص داده بود و پس از آن انرژی ورودی کودهای شیمیایی و سوخت به ترتیب با میانگین کاربرد ۲۵ و ۱۹ درصد قرار داشتند.

گندم به عنوان محصولی راهبردی در جهان شناخته شده است. در ایران نیز گندم یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی به شمار می‌رود، به طوری که هر ساله بیش از ۵۰ درصد از کل زمین‌های قابل کشت به زراعت گندم اختصاص داده می‌شود، که بخش عمده آن به صورت دیم کشت می‌شود (Zeinali, 2009). کل سطح زیر کشت گندم در شهرستان کرمانشاه در سال زراعی ۹۱-۹۰ معادل ۱۲۹۷۶۱ هکتار بوده است که ۳۹۷۶۱ هکتار آن آبی و ۹۰ هزار هکتار آن دیم بوده است.

از آنجا که تا کنون بررسی جامعی در مورد کاربرد انرژی در تولید گندم و همچنین مقایسه کاربرد انرژی در دو نظام تولید گندم دیم و آبی در شهرستان کرمانشاه انجام نشده است بنابراین این تحقیق با هدف؛ الف) بررسی الگوی کاربرد انرژی و مقایسه کاربرد انرژی در دو نظام تولید گندم دیم و آبی ب) محاسبه‌ی شاخص‌های مرتبط با انرژی شامل کارایی انرژی، انرژی ویژه، بهره‌وری انرژی و عملکرد انرژی خالص، ج) تجزیه و تحلیل اقتصادی نهاده‌های انرژی و همچنین تعیین رابطه میان هزینه‌ها و درآمدهای تولید و د) ارایه پیشنهادها و راهکارهای مناسب برای کاربرد بهتر از انرژی و نهاده‌ها در تولید گندم دیم و آبی در شهرستان کرمانشاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۹۱ در شهرستان کرمانشاه انجام شد. این شهرستان دارای میانگین بارندگی سالانه ۴۸۰ میلی‌متر و میانگین دمای ۱۴ درجه سلسیوس است. با توجه به

Archive of SID

www.SID.ir

این که کشتزارها منطقه مورد بررسی در نواحی متفاوتی از لحاظ ارتفاع قرار دارند، برای این که داده‌های گردآوری شده نماینده‌ی واقعی تری برای کل کشتزارهای این منطقه باشند، سعی شد از همه‌ی نواحی در این بررسی استفاده شود. اعتبار (روایی) صوری پرسشنامه با نظرخواهی از متخصصان مورد تایید قرار گرفت و برای تعیین قابلیت اعتماد (پایایی) ابزار تحقیق پیش آزمون (شامل ۳۰ نفر خارج از نمونه اصلی) انجام گرفت که مقدار آلفای کرونباخ محاسبه شده برای مجموع سنجه‌ها ۰/۸۸ بود که بر پایه نظر پداژور ضریب‌های پایایی اشاره شده قابل قبول هستند (Pedhazur, 1982). جامعه آماری شامل کشاورزان گندمکار شهرستان کرمانشاه بوده که ۶۰ کشاورز دیمکار و ۶۰ کشاورز آبی‌کار به عنوان نمونه‌ی تصادفی گزینش شدند. داده‌ها با طراحی پرسشنامه و دیدارهای رو در رو با کشاورزان گردآوری شدند. در این بررسی درآغاز اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت، عملکرد و تولید گندم شهرستان از منابع مختلف گردآوری شد. پس از گردآوری اطلاعات پایه، همه‌ی فعالیت‌های زراعی مانند آماده‌سازی زمین، میزان بذر کاربردی، میزان آب آبیاری، کودها، سموم شیمیایی کاربردی و نیروی انسانی مورد نیاز و غیره در نظام‌های تولید گندم دیم و آبی مشخص شد.

تجزیه و تحلیل انرژی

پس از گردآوری داده‌ها با تکمیل پرسشنامه‌ها، برای به دست آوردن انرژی حاصل از هر ورودی و خروجی، از ضریب‌های معادل سازی انرژی که توسط محققان مختلف برای هر کدام از نهاده‌های ورودی و خروجی مشخص شده است، استفاده شد. بدین ترتیب انرژی حاصل از هر کدام از نهاده‌های ورودی و خروجی بر حسب مگاژول به دست آمد و بر این پایه تجزیه و تحلیل داده‌ها صورت گرفت (جدول ۱).

در کشتزارهای تولید گندم، انرژی‌های خروجی شامل دانه و کاه وکلش بوده، که انرژی ناشی از تولید هر کدام از آنها به طور جداگانه محاسبه می‌شود. به منظور محاسبهٔ کارایی و بهره‌وری کاربرد انرژی، انرژی مخصوص و انرژی خالص از معادله‌های زیر استفاده شد (Ghorbani *et al.*, 2010; Asgharipour *et al.*, 2012):

$$EUE = \frac{E_{out}}{E_{in}} \quad (۱)$$

$$EP = \frac{CY}{E_{in}} \quad (۲)$$

$$SE = \frac{E_{in}}{CY} \quad (۳)$$

$$NE = E_{out} - E_{out} \quad (۴)$$

$$EI = \frac{E_{in}}{TCP^1} \quad (۵)$$

جدول ۱- معادل‌های انرژی برای ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در تولید گندم (Ghorbani *et al.*, 2010).

نهاده	واحد	ضریب تبدیل به مگاژول
الف. ورودی‌ها		
نیروی انسانی	ساعت	۱/۹۵
ماشین‌های کشاورزی	ساعت	۶۲/۷۰
سوخت دیزل	لیتر	۵۰/۲۳
کود نیتروژنی	کیلوگرم	۷۵/۴۶
کود فسفری	کیلوگرم	۱۳/۰۷
کود پتاسی	کیلوگرم	۱۱/۱۵
علفکش تاپیک	لیتر	۲۷۱/۳۸
علفکش توفوردی	لیتر	۸۴/۹۱
حشره‌کش	لیتر	۲۸۰/۴۴
قارچکش	کیلوگرم	۱۸۱/۹۰
الکتریسیته	کیلو وات ساعت	۳/۶۰
آب	متر معکب	۱/۰۲
بذر گندم	کیلوگرم	۲۰/۱۰
ب. خروجی‌ها		
دانه‌ی گندم	کیلوگرم	۱۴/۴۸
کاه گندم	کیلوگرم	۲/۲۵

Archive of SID

www.SID.ir

در اینجا، EUE، کارآیی کاربرد انرژی؛ Eout، انرژی خروجی (مگاژول در هکتار)؛ Ein، انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)؛ EP، بهره‌وری انرژی (کیلوگرم محصول زراعی تولید شده به مگاژول انرژی ورودی)؛ CY، عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار)؛ SE، انرژی مخصوص (مگاژول بر تن)، NE انرژی خالص (مگاژول در هکتار)، EI، فشردگی انرژی و TCP کل هزینه تولید (هزار ریال در هکتار) است.

سپس بر پایه نوع فعالیت‌های زراعی و نهاده‌های ورودی که در نظام‌های مختلف کشت استفاده می‌شوند، سهم انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم و همچنین سهم انرژی-های تجدید شونده و غیر قابل تجدید شونده از انرژی کل کاربردی محاسبه شد. بر پایه نوع نهاده‌ها؛ انرژی‌های مستقیم شامل نیروی کارگری، سوخت، انرژی برق و آب بودند. انرژی‌های غیر مستقیم شامل بذر، کود دامی، کودهای شیمیایی، علف کش‌ها، حشره کش‌ها، قارچ کش‌ها و ماشین‌ها و ادوات کشاورزی بودند. انرژی‌های نیروی کارگری، بذر، آب و کود دامی انرژی تجدید شونده و انرژی‌های سوخت، برق، کودهای شیمیایی، علف کش‌ها، حشره کش‌ها، قارچ کش‌ها و ماشین‌ها و ادوات کشاورزی متعلق به انرژی‌های غیر تجدید شونده بودند.

افزون بر این، در این بررسی و ارزیابی سهم انرژی نهاده‌های مختلف از کل انرژی ورودی محاسبه و به آن، نسبت انرژی اطلاق شد. این نسبت‌ها به صورت یک عدد مطلق و بدون واحد خواهد بود. شاخص دیگری که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت شاخص شدت انرژی بود، که عبارت از میزان انرژی به کاربرده شده و یا تولید شده در واحد سطح است. شاخص شدت انرژی در کشاورزی شامل سه جزء شدت انرژی تولیدی[1]، شدت انرژی کاربردی[2] و شدت انرژی جاری[3] می‌باشد (Moeidi Shahraki *et al.*, 2009).

$$PEI = \frac{PE}{10000} \quad (۶)$$

$$CEI = \frac{CE}{10000} \quad (۷)$$

$$FEI = \frac{PEI}{CEI} \quad (۸)$$

در اینجا، PEI، شدت انرژی تولیدی؛ PE، انرژی تولید شده (مگاژول در هکتار)؛ CEI، شدت انرژی به کاربرده شده؛ CE، انرژی به کاربرده شده (مگاژول در هکتار) و CEI، شدت انرژی جاری است.

تجزیه و تحلیل شاخص‌های اقتصادی

به منظور تحلیل شرایط اقتصادی کشتزارها در منطقه مورد بررسی، برخی از شاخص‌های اقتصادی شامل درآمد ناخالص، ارزش ناخالص تولید، درآمد خالص، کل هزینه‌های تولید، نسبت سود به هزینه و بهره وری برای تولید گندم دیم و آبی محاسبه شد (Ghorbani *et al.*, 2010; Asgharipour *et al.*, 2012):

$$GR^4 = GVP^5 - VCP^6 \quad (۹)$$

$$GVP = CY \times CP^7 \quad (۱۰)$$

$$NR^8 = GVP - TCP^9 \quad (۱۱)$$

$$TCP = VCP - FCP^{10} \quad (۱۲)$$

$$\text{B to C}^{11} = \frac{GVP}{TCP} \quad (۱۳)$$

$$Productivity = \frac{CY}{TCP} \quad (۱۴)$$

که GR، درآمد ناخالص (هزار ریال در هکتار)، GVP، ارزش ناخالص تولید (هزار ریال در هکتار)، VCP، هزینه‌های متغیر تولید (هزار ریال در هکتار)، CY، عملکرد محصول زراعی (کیلوگرم در هکتار)، CP، قیمت محصول (هزار ریال در هکتار)، NR، درآمد خالص، TCP، کل هزینه‌های تولید (هزار ریال در هکتار)، FCP، هزینه‌های جاری تولید (هزار ریال در هکتار)، B to C، نسبت سود به هزینه و Productivity، بهره وری است.

نتایج و بحث

تجزیه وتحلیل انرژی در نظام‌های کشت و تولید مورد بررسی

داده‌های مربوط به مقدار و معادل انرژی نهاده‌های مختلف و همچنین دانه و کاه و کلش تولیدی در نظام تولید گندم دیم در جدول ۲ ارائه شده است. از ماشین‌ها و ادوات

[1] Energy Intensity of Production
[2] Consumed Energy Intensity
[3] Current Energy Intensity

[4] Gross return
[5] Gross value of production
[6] Variable cost of production
[7] Crop price
[8] Net return
[9] Total cost of production
[10] Fixed cost of production
[11] Benefit to cost ratio

Archive of SID

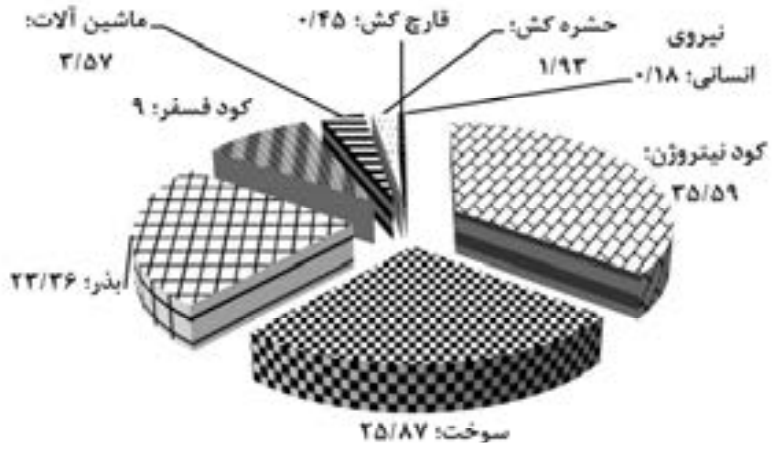
www.SID.ir

کشاورزی در عملیات مختلف زراعی مانند تهیه‌ی زمین، کاشت بذر، کنترل آفات، کوددهی، برداشت و حمل و نقل محصول استفاده شده است. عملیات تهیه‌ی زمین بیشترین زمان کاربرد ماشین‌ها و ادوات کشاورزی را با ۳/۲ ساعت در هکتار داشته است و پس از آن عملیات‌های برداشت و کاشت بذر به ترتیب با ۱/۳ و ۱/۱ ساعت در هکتار قرار داشتند. با توجه به نتایج به دست آمده کاربرد کمتر انرژی نیروی انسانی می‌تواند به دلیل توسعه‌ی مکانیزاسیون و استفاده بیشتر از ماشین‌ها و ادوات باشد. در کشتزارهای گندم دیم شهرستان کرمانشاه، تنها از کودهای نیتروژنی و فسفره استفاده می‌شود و کود پتاسی کاربردی در این کشتزارها ندارد. میانگین کاربرد کودهای نیتروژنی، ۶۸/۵ کیلوگرم در هکتار و میانگین کاربرد کودهای فسفره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار است. در نظام کشت و تولید گندم دیم، وجین و مبارزه با علف‌های هرز صورت نگرفته است.

بنابر شکل ۱، کود نیتروژن ۳۵/۵۹٪، سوخت ۲۵/۸۷٪ و بذر ۲۳/۳۶٪ بیشترین درصد از انرژی ورودی و نیروی انسانی ۰/۱۸٪ و قارچکش ۰/۴۵٪ کمترین درصد از انرژی ورودی را به خود اختصاص داده‌اند. در مجموع ۱۴۵۲۰/۸ مگاژول انرژی ورودی و ۲۷۳۰۹/۷۸ مگاژول انرژی خروجی در نظام‌های کشت و تولید گندم دیم در شهرستان کرمانشاه محاسبه شد.

جدول ۲- انواع ورودی‌ها و خروجی‌ها و انرژی معادل آنها در نظام کشت و تولید گندم دیم در شهرستان کرمانشاه در سال ۹۱.

نهاده	میزان در هکتار	معادل انرژی کل (مگاژول در هکتار)
الف) ورودی‌ها		
نیروی انسانی (ساعت)	۱۴/۰۱ (±۲/۲۵)	۲۷/۳۱ (±۴/۳۹)
ماشین‌ها و ادوات کشاورزی(ساعت)	۸/۲۹(±۱/۱۷)	۵۱۹/۷۸ (±۷۳/۴۱)
سوخت (لیتر)	۷۴/۸۱(±۱/۳۸)	۳۷۵۷/۷۰(±۲۸۷/۱۲)
کود نیتروژن (کیلوگرم)	۶۸/۵(±۶/۳۱)	۵۱۶۹/۰۱(±۴۷۶/۸۷)
کود فسفر (کیلوگرم)	۱۰۰ (±۷/۵۵)	۱۳۰۷(±۹۸/۷۲)
حشره کش (لیتر)	۱(±۰/۱۶)	۲۸۰/۴۴(±۴۵/۱۵)
قارچکش (کیلوگرم)	۰/۳۶(±۰/۰۶)	۶۶/۰۸(±۱۱/۷۱)
بذر (کیلوگرم)	۱۶۸/۸۳(±۱۰/۵۱)	۳۳۹۳/۴۸(±۲۱۱/۸۷)
کل انرژی ورودی		۱۴۵۲۰/۸(±۳۵۱/۹۰)
ب) خروجی‌ها		
دانه (کیلوگرم)	۱۶۱۱(±۳۹/۹۵)	۲۳۳۲۷/۲۸(±۵۷۶/۳۱)
کاه (کیلوگرم)	۱۷۷۰(±۹۸/۳۳)	۳۹۸۲/۵(±۲۱۲/۸۱)
کل انرژی‌های خروجی		۲۷۳۰۹/۷۸(±۷۸۲/۴۸)



شکل ۱- سهم هر یک از انرژی‌های ورودی به سیستم تولید گندم دیم از کل انرژی ورودی در شهرستان کرمانشاه در سال ۹۱

Archive of SID

www.SID.ir

داده‌های مربوط به میزان و معادل انرژی ورودی‌های مختلف و همچنین دانه و کاه و کلش تولیدی در نظام‌های کشت و تولید گندم آبی در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به این که در عملیات آبیاری به طور مستقیم از انرژی نیروی انسانی جهت کنترل و مهار آب در سطح گندمزار استفاده می‌شود، نیروی انسانی مصرفی در کشت و تولید گندم آبی در مقایسه با گندم دیم بیشتر است. نتایج نشان داد که عملیات آبیاری با ۶۷/۶۳ درصد بیشترین سهم را در کاربرد انرژی نیروی انسانی داشته است و به دنبال آن عملیات تهیه‌ی زمین با ۵/۵۸ درصد کاربرد انرژی نیروی انسانی قرار داشت.

در کشت و تولید گندم آبی با توجه به انجام عملیات آبیاری استفاده از ماشین‌ها و ادوات بسیار بیشتر از کشت و تولید گندم دیم است. عملیات آبیاری بیشترین زمان کاربرد ادوات را با ۴۵/۲ ساعت داشته است، و عملیات کنترل علف‌های هرز و کنترل آفات به ترتیب با ۱/۱ و ۱/۰ ساعت کمترین سهم را در استفاده از ماشین‌ها و ادوات داشته‌اند. در گندمزارهای فاریاب به دلیل حاصلخیز بودن خاک و آبیاری زمین، مشکل علف‌های هرز به مراتب خیلی بیشتر از گندمزارهای دیم است. برای مبارزه با علف‌های هرز از سموم علفکش تو-فور-دی و تاپیک به ترتیب به میزان ۱/۴۳ و ۱/۲۹ لیتر در هکتار در زمان پنجه زنی و پیش از ساقه رفتن در اواخر اسفند تا اوایل فروردین استفاده شده است. در گندمزارهای آبی شهرستان کرمانشاه از کودهای شیمیایی شامل کودهای نیتروژنی، فسفری و پتاسه به ترتیب به میزان ۲۰۸/۳، ۷۰/۷ و ۷۴/۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شده است.

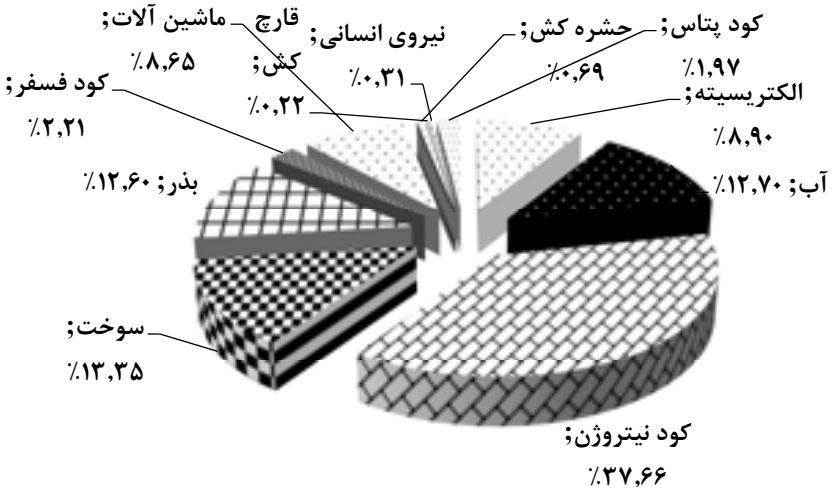
برابر شکل ۲، کود نیتروژن ۳۷/۷٪، سوخت دیزل ۱۳/۴٪ و آب ۱۲/۷٪ بیشترین درصد از انرژی ورودی و قارچکش ۰/۲۲٪ و علفکش تو-فور-دی ۰/۲۹٪ کمترین درصد از انرژی ورودی را به خود اختصاص داده‌اند. در مجموع ۴۱۹۲۱/۸ مگاژول انرژی ورودی و ۶۵۷۲۰/۷ مگاژول انرژی خروجی در نظام کشت و تولید گندم آبی در شهرستان کرمانشاه محاسبه شد.

جدول ۳- انواع ورودی‌ها و خروجی‌ها و انرژی معادل آنها در نظام‌های کشت و تولید گندم آبی در شهرستان کرمانشاه در سال ۹۱.

نهاده	میزان در هکتار	معادل انرژی کل (مگاژول در هکتار)
الف) ورودی‌ها		
نیروی انسانی (ساعت)	۶۶/۹۵ (±۴/۱۸)	۱۳۰/۵۵ (±۸/۳۰)
ماشین‌ها و ادوات کشاورزی(ساعت)	۵۷/۶۲ (±۳/۵۶)	۳۶۱۲/۷۷ (±۲۲۲/۱۸)
سوخت دیزل (لیتر)	۱۱۰/۹۴ (±۹/۳۰)	۵۵۷۲/۵۱ (±۴۷۱/۱۰)
کود نیتروژن (کیلوگرم)	۲۰۸/۳۳ (±۶/۷۷)	۱۵۷۲۰/۵۸ (±۵۱۲/۴۹)
کود فسفر (کیلوگرم)	۷۰/۷۵ (±۱/۹۱)	۹۲۴/۷۰ (±۲۴/۹۸)
کود پتاسیم (کیلوگرم)	۷۴ (±۵/۲۹)	۸۲۵/۱(±۵۹/۳۹)
تو-فور-دی (لیتر)	۱/۴۳ (±۰/۴۹)	۱۲۱/۴۲ (±۴/۱۲)
تاپیک (لیتر)	۱/۲۹ (±۰/۲۰)	۳۵۱/۵۶ (±۵۴/۹۸)
حشره کش (لیتر)	۱/۰۳ (±۰/۱۵)	۲۸۸/۸۵ (±۴۳/۰۹)
قارچکش (کیلوگرم)	۰/۵۱ (±۰/۰۲)	۹۲/۷۶ (±۲/۱۰)
بذر (کیلوگرم)	۲۶۱/۶۶ (±۲۱/۷۵)	۵۲۵۹/۳۶ (±۴۳۰/۰۱)
آب (مترمعکب)	۵۲۰۰ (±۳۲۰/۱۰)	۵۳۰۴ (±۳۲۴/۷۳)
انرژی الکتریسیته (کیلو وات ساعت)	۱۰۳۲/۶۸ (±۱۴۲/۳۴)	۳۷۱۷/۶۴ (±۵۱۲/۳۸)
کل انرژی ورودی (مگاژول)		۴۱۹۲۱/۸ (±۱۰۱۴/۵۵)
ب) خروجی‌ها		
دانه (کیلوگرم)	۳۹۱۵ (±۱۷۷/۹۵)	۵۶۶۸۹/۲ (±۲۵۳۴/۹۸)
کاه (کیلوگرم)	۴۰۱۴ (±۳۰۹/۷۷)	۹۰۳۱/۵ (±۶۵۱/۵۴)
کل انرژی خروجی (مگاژول)		۶۵۷۲۰/۷ (±۱۷۶۹/۴۱)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- سهم هر یک از انرژی‌های ورودی به سیستم تولید گندم آبی از کل انرژی ورودی در شهرستان کرمانشاه در سال ۹۱.

با توجه به جدول ۴، میانگین کارایی انرژی برای هر هکتار گندم دیم و آبی به ترتیب ۱/۸۸ و ۱/۵۶ است. میزان بهره وری انرژی برای گندم دیم ۰/۱۱ کیلوگرم بر مگاژول و برای گندم آبی ۰/۰۹ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد. میزان انرژی مخصوص برای گندم دیم و گندم آبی به ترتیب ۹ و ۱۰/۷ مگاژول بر کیلوگرم به دست آمد. میزان انرژی خالص برای گندم دیم ۱۲۷۸۸/۹۸ مگاژول در هکتار و برای گندم آبی ۲۳۷۹۸/۹ مگاژول در هکتار به دست آمد. میزان فشردگی انرژی برای گندم دیم و آبی به ترتیب ۱/۷ و ۲/۰۳ مگاژول بر هزار ریال محاسبه شد. شدت انرژی کاربردی برای گندم دیم ۱/۴۵ مگاژول در متر مربع و برای گندم آبی ۴/۱۹ مگاژول در متر مربع محاسبه شد. شدت انرژی تولیدی برای گندم دیم ۲/۷۳ مگاژول در متر مربع و برای گندم آبی ۶/۵۷ مگاژول در متر مربع محاسبه شد. با تقسیم کردن شدت انرژی تولیدی بر شدت انرژی کاربردی، شدت انرژی جاری به دست می‌آید. این شاخص برای گندم دیم ۱/۸۸ و برای گندم آبی ۱/۵۶ به دست آمد. در حقیقت شدت انرژی جاری، همان شاخص کارایی انرژی مصرفی است.

نتایج بررسی Mokhtassi-Bidgoli and Aghaalikhani (2010) که روی تجزیه و تحلیل انرژی در طرح ملی گندم بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۴ انجام شده بود، نشان داد که سوخت دیزل بیشترین سهم (۳۷/۱ درصد) از کاربرد انرژی را داشت و بعد از آن به ترتیب انرژی الکتریسته (۲۱/۲ درصد)، کودهای شیمیایی (۲۰/۲ درصد)، آب (۸/۴ درصد)، بذر (۷/۹ درصد)، ماشین‌ها (۲/۳ درصد) و نیروی

جدول ۴- شاخص‌های اندازه گیری شده برای هر دو محصول.

شاخص	واحد	میزان	
		گندم دیم	گندم آبی
انرژی ورودی	مگاژول	۱۴۵۲۰/۸ (±۴۱۲/۵۹)	۴۱۹۲۱/۸ (±۱۲۷۴/۸۱)
انرژی خروجی	مگاژول	۲۷۳۰۹/۷۸ (±۱۰۸۱/۴۲)	۶۵۷۲۰/۷ (±۲۷۸۹/۳۹)
کارایی انرژی	-	۱/۸۸ (±۰/۱۳)	۱/۵۶ (±۰/۰۹)
بهره وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	۰/۱۱ (±۰/۰۱)	۰/۰۹ (±۰/۰۱)
انرژی مخصوص	مگاژول بر کیلوگرم	۹ (±۱/۱۹)	۱۰/۷ (±۱/۷۸)
انرژی خالص	مگاژول در هکتار	۱۲۷۸۸/۹۸ (±۶۵۱/۱۶)	۲۳۷۹۸/۹ (±۱۲۵۶/۳۹)
فشردگی انرژی	مگاژول بر هزار ریال	۱/۷ (±۰/۰۲)	۲/۰۳ (±۰/۰۲)
شدت انرژی کاربردی	مگاژول در متر مربع	۱/۴۵ (±۰/۰۲)	۴/۱۹ (±۰/۲۱)
شدت انرژی تولیدی	مگاژول در متر مربع	۲/۷۳ (±۰/۲۳)	۶/۵۷ (±۰/۷۱)
شدت انرژی جاری	-	۱/۸۸ (±۰/۰۱)	۱/۵۶ (±۰/۰۱)

Archive of SID

www.SID.ir

انسانی (۲/۲ درصد) قرار داشتند. بنابر بررسی‌های Canakci *et al.* (2005) در ترکیه، بیشترین سهم از کل انرژی ورودی به گندمزارها مربوط به کودهای شیمیایی، بذر و سوخت‌های فسیلی بوده که به ترتیب ۵۴/۱، ۲۵/۲ و ۱۷/۴ درصد از کل انرژی‌های ورودی را تشکیل می‌دهند. Shahan *et al.* (2008) کل انرژی ورودی در تولید گندم در استان اردبیل را ۴۷/۰۸ گیگاژول در هکتار گزارش کردند که حدود ۳۱ درصد آن مربوط به کودهای شیمیایی (اغلب نیتروژن) و ۲۶ درصد آن مربوط به سوخت‌های فسیلی و ماشین‌ها و ادوات کشاورزی بود. میانگین عملکرد دانه در دو نظام کشت و تولید گندم دیم و آبی به ترتیب ۱۶۱۱ و ۳۹۱۵ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد کاه و کلش این کشتزارها به ترتیب ۱۷۷۰ و ۴۰۱۴ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. نتایج بررسی کل انرژی خروجی (دانه و کاه و کلش) در دو نظام کشت و تولید گندم دیم و آبی نشان داد که میزان انرژی خروجی دانه‌ی گندم از انرژی کاه و کلش آن بیشتر است. در حالی که میزان عملکرد کاه و کلش از عملکرد دانه بیشتر بود. Beheshti Tabar *et al.* (2010) میزان عملکرد و کارایی انرژی را برای مزارع گندم دیم و آبی ایران گزارش کردند. بر پایه یافته‌های آنان، میزان عملکرد برای گندم دیم و آبی به ترتیب ۹۰۰ و ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و میزان کارایی انرژی به ترتیب ۱/۲ و ۱/۳۲ محاسبه شد. Khan *et al.* (2009)، میانگین عملکرد را برای گندم آبی در استرلیا ۴۸۶۸ کیلوگرم در هکتار و کارایی انرژی را ۹/۲۱ محاسبه کردند.

تحلیل‌های اقتصادی

با توجه به جدول ۵، مجموع هزینه‌های انجام شده برای یک هکتار گندم دیم ۸۴۹۷/۴۹ هزار ریال بوده و ارزش ناخالص تولید به دست آمده برابر با ۱۵۸۹۷ هزار ریال شد. در آمد ناخالص معادل با ۹۳۹۹/۵ هزار ریال برای هر هکتار محصول گندم دیم محاسبه شد که در نتیجه در آمد خالصی برابر با ۷۳۹۹/۵ هزار ریال به دست آمد. نسبت سود به هزینه و بهره وری برای هر هکتار گندم دیم نیز به ترتیب برابر با ۱/۸۷ و ۰/۳۹ به دست آمد.

در نظام کشت و تولید گندم آبی کل هزینه‌های تولید معادل ۲۰۵۶۳/۲ هزار ریال بود و ارزش ناخالص تولید برای هر هکتار گندم آبی ۳۸۱۴۳/۸ هزار ریال به دست آمد. در آمد ناخالص به دست آمده برای هر هکتار گندم آبی معادل ۲۱۵۸۰/۵ هزار ریال بود که در نتیجه در آمد خالصی برابر با ۱۷۵۸۰/۵ هزار ریال عاید کشاورز شده است. برای هر هکتار گندم آبی نسبت سود به هزینه برابر با ۱/۸۵ و بهره وری نیز معادل ۰/۳۸ محاسبه شد.

با توجه به این نتایج درآمد ناخالص به دست آمده برای هر هکتار گندم دیم معادل ۹۳۹۹/۵ هزار ریال بود که این درآمد برای گندم آبی معادل ۲۱۵۸۰/۵ هزار ریال به دست آمد. همچنین درآمد خالص برای هر هکتار گندم دیم معادل ۷۳۹۹/۵ هزار ریال به دست آمد که این درآمد برای گندم آبی ۱۷۵۸۰/۵ هزار ریال محاسبه شد که نشان می‌دهد سود خالص به دست آمده در نظام کشت و تولید گندم آبی بیشتر از گندم دیم است.

با توجه به این مطالب می‌توان نتیجه گیری کرد که نظام کشت و تولید گندم دیم نسبت به گندم آبی هزینه‌ی بسیار کمتری برای کشاورزان دارد هر چند که میزان در آمد خالص در نظام کشت و تولید گندم آبی بالاتر است ولی به دلیل این که در نظام کشت و تولید گندم دیم از

جدول ۵- تجزیه و تحلیل اقتصادی در دو نظام کشت و تولید گندم دیم و آبی در شهرستان کرمانشاه در سال ۹۱.

اجزای هزینه و سود	گندم دیم (ارزش)	گندم آبی (ارزش)
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۱۶۱۱ (±۳۹/۹۵)	۳۹۱۵ (±۱۷۷/۹۵)
قیمت فروش دانه ریال به ازای کیلوگرم	۸۰۰۰ (±۰/۰۰)	۸۰۰۰ (±۰/۰۰)
عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	۱۷۷۰ (±۹۸/۳۳)	۴۰۱۴ (±۳۰۹/۷۷)
قیمت فروش کاه ریال به ازای کیلوگرم	۱۷۰۰ (±۱۶/۱۲)	۱۷۰۰ (±۱۲/۷۸)
ارزش ناخالص تولید (هزار ریال در هکتار)	۱۵۸۹۷ (±۱۲۳۱/۱۹)	۳۸۱۴۳/۸ (±۳۵۴۱/۶۹)
در آمد ناخالص (هزار ریال در هکتار)	۹۳۹۹/۵ (±۷۸۱/۴۱)	۲۱۵۸۰/۵ (±۱۲۱۰/۱۰)
کل هزینه‌های تولید (هزار ریال در هکتار)	۸۴۹۷/۴۹ (±۷۶۱/۰۳)	۲۰۵۶۳/۲ (±۲۱۴۵/۵۶)
در آمد خالص (هزار ریال در هکتار)	۷۳۹۹/۵ (±۷۱۲/۴۱)	۱۷۵۸۰/۵ (±۱۱۰۸/۳۵)
نسبت سود به هزینه (هزار ریال در هکتار)	۱/۸۷ (±۰/۰۵)	۱/۸۵ (±۰/۰۵)
بهره وری (کیلو گرم بر هزار ریال)	۰/۳۹ (±۰/۰۳)	۰/۳۸ (±۰/۰۲)

Archive of SID

www.SID.ir

نهاده‌های کمتری استفاده می‌شود و در نتیجه هزینه‌ها کمتر است و نسبت سود به هزینه نیز در گندم دیم بالاتر است پس می‌توان گفت که نظام کشت و تولید گندم دیم از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر است.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین انرژی ورودی برای دو نظام کشت و تولید گندم دیم و آبی به ترتیب ۱۴۵۲۰/۸ و ۶۵۷۲۰/۷ مگاژول در هکتار بود. در گندم دیم انرژی ورودی کودهای شیمیایی (۴۴/۶ درصد) و به‌طورعمده نیتروژن (۳۵/۶ درصد) بیشترین سهم را در کل انرژی‌های ورودی دارا بود. به دنبال آن انرژی ورودی سوخت (۲۵/۹ درصد) قرار داشت. در گندم آبی نیز انرژی ورودی کودهای شیمیایی (۴۱/۸ درصد) به‌طورعمده نیتروژن (۳۷/۷ درصد) بیشترین سهم را در کل انرژی‌های ورودی داشته است و پس از آن سوخت دیزل (۱۳/۴ درصد) قرار داشت. میزان کارایی انرژی برای گندم دیم ۱/۸۸ و برای گندم آبی ۱/۵۶ به دست آمد که نشان می‌دهد گندم دیم در کاربرد انرژی کاراتر عمل کرده است. میزان انرژی خالص برای گندم دیم ۱۲۷۸۸/۹۸ و برای گندم آبی ۲۳۷۹۸/۹ مگاژول در هکتار به دست آمد و نشان دهنده‌ی این است که انرژی خالص خروجی در گندم آبی بیشتر بوده است. همچنین با توجه به تجزیه و تحلیل اقتصادی انجام گرفته برای دو نظام مورد بررسی، کل هزینه‌های تولید برای هر هکتار گندم دیم معادل ۸۴۹۷/۴۹ هزار ریال و برای هر هکتار گندم آبی ۲۰۵۶۳/۲ هزار ریال محاسبه شد. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان گفت که نظام کشت و تولید گندم دیم در کاربرد انرژی بهینه تر و کاراتر عمل کرده است که این می‌تواند به دلیل کاربرد کمتر کودها و سموم شیمیایی و استفاده نکردن از آب برای آبیاری و انرژی الکتریسیته برای پمپاژ آب آبیاری در نظام کشت و تولید گندم دیم باشد. همچنین نتایج به‌دست‌آمده از بررسی روند کاربرد انرژی و شاخص‌های کارایی کاربرد انرژی در دو نظام کشت و تولید گندم دیم و آبی مورد بررسی نشان داد که کشاورزان در عملیات تولید، کارایی لازم نداشته‌اند و افزایش در کاربرد نهاده‌ها بر افزایش تولید پیشی گرفته است و در نهایت سبب کاهش کارایی انرژی در دو نظام تولید مورد بررسی شده است.

منابع

Asgharipour, M.R., Mondani, F. and Riahinia, Sh., 2012. Energy use efficiency and economic analysis of sugar beet production system in Iran: A case study in Khorasan Razavi province. Energy. 44, 1078-1084.

Barrio, I.C., Bueno, C.G., Villafuerte, R. and Tortosa, F.S., 2013. Rabbits, weeds and crops: Can agricultural intensification promote wildlife conflicts in semiarid agro-ecosystems? Journal of Arid Environments. 90, 1-4.

Beheshti Tabar, I., Keyhani, A. and Rafiee, S., 2010. Energy balance in Iran agronomy 1990- 2006. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 14, 849- 855.

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.

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.

Hatirli, S., Ozkan, B. and Fert, K., 2005. An econometric analysis of energy input- output in Turkish agriculture. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 9, 608- 623.

Khan, S., Khan, M. and Hanjra, M., 2009. Pathways to reduce the environmental foot prints of water and energy inputs in food production. Food policy. 34, 141- 149.

Moeidi Shahraki, A., Jamialahmadi, M. and Behdani, M.A., 2009. Energy efficiency of farming saffron in South Khorasan. Journal of Agricultural Ecology. 2, 55 62.

Mokhtassi-Bidgoli, A. and Aghaalikhani, M., 2010. Energy use analyses in Iranian wheat project. In 1st Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, 23th-24th September, ETH Zurich, Switzerland. p. 248.

Pedhazur, E., 1982. Multiple Regressions in Behavioral Research Explanation and Predication, Reinhart and Winston, New York, USA.

Rajabi, M.H., Soltani, A., Zeinali, A. and Soltani, A., 2010. Evaluation of energy consumption in the production of wheat in Iran. Journal of Plant Research. 19, 145-143.

Archive of SID

www.SID.ir

Shahan, S., Jafari, A., Moibli, H., Rafiee, S. and Karimi, M., 2008. Energy use and economical analysis of wheat production in Iran: A case from Ardabil province. Agricultural Technology. 4, 77- 88.

Singh, H., Singh, A. and Kushwaha, L., 2007. Energy consumption pattern of wheat production in India. Energy. 32, 1848- 1854.

Wardle, D.A., Nicholson, K.S., Bonner, K.I. and Yeates, G.W., 1999. Effects of agricultural intensification on soil-associated arthropod population dynamics, community structure, diversity and temporal variability over a seven-year period. Soil Biology and Biochemistry. 31, 1691-1706.

Yeates, G.W., Wardle, D.A. and Watson, R.N., 1999. Responses of soil nematode populations, community structure, diversity and temporal variability to agricultural intensification over a seven-year period. Soil Biology and Biochemistry**.** 31, 1721-1733.

Zeinali, A., 2009. Nitrogen nutrition of wheat in Iran; Agronomic, physiologic and environmental aspects. Ph.D. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Zoleh, M., Behrouzi Lar, M. and Khodarahmpour, Z., 2011. Evaluating and improving energy efficiency in irrigated wheat production in Savojbolagh city. In 1st National Congress on Science and New Technologies in Agriculture, 2nd-3rd June, Ahvaz, Iran. pp.1-8.

Archive of SID

www.SID.ir

Energy use on wheat production: A comparative analysis of irrigated and dry-land wheat production systems in Kermanshah

Mohammad Reza Asgharipour* **and Fariborz Salehi**

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

*Corresponding author: m_asgharipour@uoz.ac.ir

Abstract

Agricultural systems around the world face the challenge of providing the needs of a growing human population. To meet this demand, agricultural systems have intensified to produce more crops at the expense of greater energy inputs. Agricultural intensification, while yielding more crops, generally has detrimental impacts on energy use efficiency. The aim of this study was to compare of wheat production in dry-land (low input) and irrigated (high input) farms in Kermanshah in terms of energy ratio, benefit/cost ratio and amount of energy use. Data were collected from 60 irrigated and 60 dry-land wheat farms selected using a random sampling method in 2013. The total energy requirement under low input was 14520.8 MJ ha^{-1}, while 41921.8 MJ ha^{-1} was consumed under high input conditions, so that three times higher energy input was used on irrigated than dry-land farms. The energy ratios of 1.88 and 1.56 were achieved under dry-land and irrigated systems, respectively. The results showed that the greatest energy consuming input for the different operations investigated were chemical fertilizers, especially nitrogen (35.6% in dry-land against 25.9% in irrigated systems), and the total energy equivalent of diesel fuel consumption was placed second among the energy inputs (25.9% in dry-land against 13.4% in irrigated systems). Economic analysis indicated that the benefit–cost ratios were 1.87 in dry-land and 1.85 in irrigated wheat production systems. Based on the results of the present study, dry-land farming can have a significant effect on energy-related factors, especially in the arid climates of Iran.

Keywords: Energy requirement, Energy ratio, Economics, Wheat.

Archive of SID

www.SID.ir