ارزیابی کارآیی انرژی در زراعت گندم آبی در استان خراسان رضوی

ابوالفضل طالقانی[۱]

چکیده

ارزیابی کارآیی انرژی، تعیین و تشخیص انواع و اندازه انرژی‌های مصرفی می‌تواند یک روش علمی برای ارزیابی میزان ثبات و پایداری تولید در یک اکوسیستم زراعی تلقی گردد. در این بررسی، ارزیابی انرژی مصرفی در مزارع آستان قدس رضوی مشهد، برای اکوسیستم زراعی گندم آبی بر اساس اندازه‌گیری‌های علمی و عملی مرحله به مرحله، شامل خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت برآورد گردید. اندازه‌گیری‌های مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌ها، به میزان‌های معادل انرژی‌های مصرفی و تولیدی تبدیل و کارآیی انرژی محاسبه شد. مقدار انرژی ورودی مصرفی و خروجی تولیدی (دانه گندم) در زراعت گندم آبی به ترتیب به طور متوسط ۷۷۳۱۵۵۳ و ۲۰۵۱۷۸۰۰ کیلوکالری در هکتار و کارآیی انرژی (نسبت انرژی ستاده به انرژی نهاده یا تولیدی به مصرفی) به ترتیب برای دانه، کاه و عملکرد بیولوژیک (جمع دانه و کاه) به طور متوسط ۲/۶۵، ۲/۱۴ و ۴/۸ بود. بررسی و برآورد انرژی‌های مصرفی به صورت درصدی از کل برای بخش‌های مختلف نشان می‌دهند که بیشترین سهم مصرف انرژی مربوط به برق مصرفی برای آبیاری با ۴۱/۵ درصد و بعد از آبیاری به ترتیب نیتروژن خالص مصرفی با ۱۷/۷۵ و سوخت با ۱۵/۱۵ درصد بیشترین انرژی ورودی را به خود اختصاص دادند. کمترین انرژی‌های ورودی به نیروی انسانی (انرژی بیولوژیک) با ۰/۷ درصد، علف‌کش و آفت‌کش به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۲۹ درصد اختصاص داشت، که با مدیریت صحیح زراعی و بدون کاهش کیفیت کار می‌توان سایر مصارف انرژی را کاهش و کارآیی انرژی تولیدی را در واحد سطح افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: *ستاده، کارآیی انرژی، گندم و نهاده.*

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول)

E- mail: abtaleghani@mshdiau.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

گندم (*Triticum aestivum L.*) چه از نظر سطح زیر کشت و چه از نظر تولید رتبه اول را در بین محصولات زراعی کشور به خود اختصاص داده است. سطح برداشت شده گندم کشور در سال زراعی ۸۸- ۱۳۸۷ حدود ۶/۶۵ میلیون هکتار برآورد شده که ۳۶/۷۵ درصد آن آبی و ۶۳/۲۵ درصد بقیه دیم بوده است و میزان تولید گندم کشور حدود ۱۳/۴۸ میلیون تن برآورد شده که ۶۶/۵۴ درصد آن از کشت آبی و ۳۳/۴۶ درصد از کشت دیم بدست آمده است (Anonymous, 2006). گندم مهم‌ترین محصول کشاورزی جهان است ولی بخش عمده‌ای از اراضی زیر کشت گندم در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است (Khan et al., 2001). فائو در جدیدترین گزارش خود از آمار تولیدات کشاورزی جهان، ایران را از نظر رشد تولید گندم در رتبه دوم جهان و از نظر حجم تولید در رتبه دوازدهم قرار داد (FAO, 2006). موضوع انرژی در کشاورزی به دلیل سیر صعودی نرخ انرژی و سوخت‌های فسیلی و محدود بودن منابع انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به نیاز روز افزون به انرژی و افزایش جمعیت جهانی که منجر به افزایش مصرف غذا و مصرف سرانه و ارتقاء کیفی سطح زندگی شده، موضوع انرژی، چگونگی مصرف و افزایش کارآیی مصرف انرژی و بهینه‌سازی آن همواره حائز اهمیت می‌باشد (Almasi, 2005). انرژی یکی از مباحث مهم بوم‌شناسی کشاورزی است و در این ارتباط در نقاط مختلف جهان نسبت انرژی خروجی و ورودی در اکوسیستم‌های مختلف کشاورزی محاسبه شده است. اکوسیستم‌های کشاورزی، به دو نهاده مختلف انرژی یعنی انرژی اکولوژیکی و زراعی وابسته هستند (Dehghanian and Kochaki, 1996; Hosier, 1985). بررسی میزان کارآیی انرژی (نسبت ستاده به نهاده) برای زراعت جو دیم در استان آذربایجان غربی، نشان داد که بیشترین انرژی مصرفی مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و انرژی مصرفی ماشین آلات است که با مدیریت صحیح می‌توان مصرف نهاده‌ها را کاهش داد و کارآیی را افزایش داد (Taghavi et al., 2007). ارزیابی بیلان انرژی در مزارع کدو در شهرستان خوی نشان داد که بیشترین انرژی مصرفی برای مزارع کدو مربوط به کود نیتروژنه و آبیاری و کمترین میزان انرژی مربوط به بذر مصرفی و علف‌کش می‌باشد (Hosseini et al., 2009). در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصل‌خیزی خاک‌ها گردیده است (Sharm, 2002). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل مصرف نهاده‌های شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به شمار می‌آید (Saleh Rastin, 2001). کارآیی انرژی یک سیستم تولید کشاورزی را می‌توان از طریق هم ارز انرژی عملکرد تولید شده

Archive of SID

www.SID.ir

و هم ارز انرژی تمامی نهاده‌ها و عملیات زراعی مورد استفاده تعیین کرد (Kochaki et al., 2001). برای افزایش کارآیی یا باید نهاده‌های ورودی مانند کود، علف‌کش، حشره‌کش و عملیات تهیه زمین را کاهش داد و یا عملکرد محصول زراعی را بالا برد (Achrock et al., 1985). به طور کلی بازدهی بالاتر سیستم‌های کشاورزی فقط به کمک مقادیر قابل توجهی انرژی خارجی است که به وسیله انسان در کاشت، آبیاری، مصرف کود، مبارزه با آفات، امراض، علف‌های هرز و غیره مصرف می‌شود، سوختی که در ماشین‌های کشاورزی به کار می‌رود تا عملیات مختلف کاشت، داشت و برداشت را انجام دهد تقریباً به اندازه خورشید انرژی وارد زمین می‌نماید (Kochaki and Hosseini, 1994). مصرف نهاده انرژی به میزان زیادی متغیر بوده و بستگی به میزان مصرف نیتروژن و نوع گیاه زراعی دارد (Hulsbergen et al., 2001). گزارش شده است که ارقام گندم به کارآیی مصرف نیتروژن واکنش متفاوتی نشان می‌دهند که مهم‌ترین دلیل آن تفاوت در شرایط فصل رشد و خصوصیات خاک گزارش شده است. به هر حال با افزایش مصرف نیتروژن کارآیی مصرف نیتروژن در تمامی ارقام گندم مورد بررسی کاهش یافت (Muurinen et al., 2006). هدف از شاخص کارآیی مصرف نیتروژن، تعیین رابطه‌ای بین عملکرد دانه تولیدی و وضعیت جذب و باقی مانده نیتروژن در خاک بین دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد کود است. نتایج نشان داد که تیمارهایی که بیشترین عملکرد دانه را دارا بودند، بیشترین کارآیی مصرف نیتروژن را نیز دارا بودند (Valipor et al., 2010). انرژی مورد نیاز برای تولید مواد مختلف در کشاورزی باید مد نظر قرار گیرد زیرا هزینه‌های تولید کودهای مصنوعی و آفت‌کش‌ها بسیار قابل توجه هستند. زمانی که انرژی مربوط به عملکرد گیاه زراعی و دیگر ستاده‌های سیستم کشاورزی برآورد شده و با انرژی نهاده مقایسه شود امکان ارزیابی کارآیی انرژی سیستم‌های مختلف تولید نیز فراهم می‌شود (Kochaki et al., 2001). هم‌چنین، در اکوسیستم‌های زراعی، ضریب بازچرخش مواد بسیار ناچیز و اندک است، زیرا با برداشت محصول زراعی، کلیه عناصر معدنی از آن نظام خارج شده و بقایای گیاهی نیز معمولاً به صورت علوفه به مصرف می‌رسند به این ترتیب باروری این اکوسیستم تنها با اتکاء به مصرف کودهای شیمیایی و یا آلی امکان پذیر می‌باشد (Pimentel et al., 1983). مصرف انرژی فسیلی در کشاورزی، ستاده انرژی را افزایش می‌دهد (Okeef and Raskin, 1985; Hassanzade Ghorttapeh et al., 2001). ستاده انرژی نیز زمانی که تقاضا برای تولید گیاهان به علت محدودیت سطح تولید جهت زراعت برآورد نشود، پارامتر مهمی محسوب می‌گردد. نسبت ستاده به نهاده شاخص کاملی از اثرات محیطی روی تولید گیاهان زراعی می‌باشد که می‌تواند برای فرموله کردن توصیه‌های کودی که مناسب محیط هستند، استفاده شوند (Schroll, 1994). با توجه به موارد فوق، تجزیه و تحلیل

Archive of SID

www.SID.ir

بیوفیزیکی و انرژی یک اکوسیستم زراعی به منظور ایجاد تولید موثر و کارآ ضروری است (Tripthi and Sah, 2001). در این تحقیق، با استفاده از اندازه‌گیری مزرعه‌ای و تبدیل واحدها و هم‌چنین اطلاعات موجود در منطقه، ارزیابی کارآیی انرژی برای نهاده‌ها و ستاده‌های زراعت گندم آبی در خراسان رضوی (مزارع آستان قدس رضوی مشهد) انجام گرفت و عوامل موثر در کاهش کارآیی این محصول مشخص گردید.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی کارآیی و میزان انرژی ورودی و خروجی برای گندم آبی، مزارع گندم آستان قدس با سطح زیر کشت ۱۴۸۲ هکتار از دشت مشهد انتخاب گردید. موقعیت جغرافیایی منطقه، ۳۶ درجه و ۱۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۹۶۵ متر و متوسط بارش سالانه ۲۳۰ میلی‌متر است. از این مزارع سه مزرعه گندم به صورت تصادفی انتخاب و برای کاهش خطای آزمایش، هریک از اندازه‌گیری‌ها (میزان مصرف سوخت دیزل، زمان مورد نیاز هر یک از عملیات‌ها و ظرفیت‌های عملی و تئوری ماشین‌ها در هکتار) سه مرتبه انجام گرفت و میانگین به دست آمده از آنها منظور گردید. سپس میانگین داده‌ها با استفاده از روابط مربوطه و میزان انرژی هر واحد نهاده بر اساس کیلوکالری در هکتار بیان شدند و بدین ترتیب انرژی هر واحد نهاده و ستاده مشخص گردید (جدول ۱ و ۲). مصرف سوخت دیزل، با توجه به رابطه تئوری مصرف سوخت تراکتورهای گازوئیلی (Kochaki and Hosseini, 1994) تقریباً برابر با ۱۲ لیتر در ساعت به طریق زیر محاسبه شد.

$$۰/۸\times PTO(hp)\times ۰/۰۶\times ۰/۷۳\times ۳/۷۸=۱۲\ (L/hr)$$

۰/۸ کارآیی انتقال نیرو (قدرت در *PTO*، مقداری کمتر از قدرت اسمی تراکتور می‌باشد و در رابطه فوق ۸۰ درصد قدرت اسمی منظور شده است). *hp* در رابطه فوق قدرت تراکتور بر حسب اسب بخار می‌باشد که به طور میانگین ۹۰ اسب بخار در نظر گرفته شد. تراکتورهای مورد استفاده در عملیات مختلف مزرعه‌ای، جان دیر ۳۱۴۰، مسی فرگوسن ۳۹۹ و مسی فرگوسن ۲۸۵ که به ترتیب دارای قدرت‌های ۹۶/۵، ۱۱۰ و ۷۵ اسب بخار *(hp)* بوده‌اند. منظور از ۰/۰۶ ضریب ویژه تعیین سوخت مصرفی تراکتورهای بنزینی، ۰/۷۳ ضریب ویژه تعیین سوخت مصرفی تراکتورهای گازوئیلی و یک گالن هم برابر ۳/۷۸ لیتر می‌باشد. اما میزان مصرف سوخت به روش باک پر در آزمون‌های مزرعه‌ای (Anonymous, 1988)، برای هر یک از ۱۰ نوع عملیات زراعی (از خاک‌ورزی تا برداشت) بعلاوه انتقال گندم و کاه به صورت عملی اندازه‌گیری شد، که در مجموع سوخت مصرفی برای تمام عملیات انجام شده ۱۲۲/۴ لیتر در هکتار برآورد شد و مجموع زمان مورد استفاده برای تمام عملیات انجام شده ۸/۶ ساعت برای هر هکتار بصورت عملی اندازه‌گیری شد. بنابراین مقدار سوخت مصرفی عملی (واقعی) از تقسیم کل

Archive of SID

www.SID.ir

سوخت مصرفی بر کل زمان اندازه‌گیری شده بر حسب لیتر بر ساعت برابر است با :

۱۲۲/۴ *(L/ha)* ÷ ۸/۶ *(hr/ha)* = ۱۴/۲۳ *(L/hr)*

کار انجام شده توسط یک ماشین در زمینه خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت را در مدت یک ساعت، ظرفیت مزرعه‌ای می‌گویند. ظرفیت مزرعه‌ای بر مبنای سطح و بر حسب هکتار در ساعت می‌باشد و هرگاه بازدهی زمانی برابر یک باشد ظرفیت سطحی تئوری ماشین گفته می‌شود (Almasi et al., 2008)، که به منظور افزایش دقت در برآورد میزان انرژی ماشین آلات لازم، ظرفیت مزرعه‌ای و تئوری هر کدام از ادوات به طور متوسط با توجه به عرض کار ادوات، سرعت تراکتور و بازدهی زمانی برحسب درصد با استفاده از روابط زیر قابل محاسبه شد.

$$\text{ظرفیت مزرعه ای} = \frac{\text{بازدهی} \times \text{سرعت}\left(\frac{\text{km}}{\text{hr}}\right) \times \text{عرض کار}(\text{m})}{10}$$

$$\text{ظرفیت تئوری ماشین} = \frac{\text{سرعت}\left(\frac{\text{km}}{\text{hr}}\right) \times \text{عرض کار}(\text{m})}{10}$$

برای به دست آوردن ظرفیت مزرعه‌ای یا موثر به صورت عملی و برای هر کدام از ادوات، یک هکتار زمین مشخص شده و زمان مورد نیاز هر یک از عملیات‌های کشاورزی در آن اندازه‌گیری شد. ظرفیت موثر یا عملی هر ماشین از تقسیم عدد یک بر زمان (ساعت) مورد نیاز اندازه‌گیری شده در یک هکتار (با توجه به واحد ظرفیت موثر، هکتار در ساعت) محاسبه شد (جدول ۳).

$$\text{ظرفیت عملی} = \frac{\text{ha}}{\text{hr}} = \frac{\text{یک هکتار}}{\text{ساعت}}$$

برای تبدیل *ha/hr* به *hr/ha* (برای برآورد زمان صرف شده در یک هکتار)، عدد ۱ به عدد بدست آمده رابطه قبل تقسیم می‌شود (Kochaki and Hosseini. 1994.). همچنین زمان تئوری، زمان موثر و زمان تلف شده برای یک هکتار *(min/ha)* برآورد شد و بازدهی زمانی بر حسب درصد برای هر یک از ادوات مورد استفاده قابل محاسبه شد. جهت برآورد وزن ماشین آلات به این طریق عمل شده که نیروی ماشین لازم برای هر هکتار در حدود یک اسب بخار می‌باشد. با این برآورد وزن تراکتور نیز به ازای هر اسب بخار قدرت موجود در آن تقریباً ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم می‌باشد لذا وزن تراکتورها برای هر هکتار در حدود ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم تخمین زده می‌شود و تقریباً به همین اندازه وزن سایر ادوات کشاورزی، پمپ و لوله‌های چاه در نظر گرفته شده است و جمعاً برای هر هکتار ۵۰ کیلوگرم وزن ماشین آلات در نظر گرفته شده است (Kochaki and Hosseini, 1994). برای به دست آوردن کیلوکالری تولیدی دانه و کاه گندم، عملکرد تولیدی بر حسب کیلوگرم در هکتار (گندم و یا کاه)، در ارزش انرژی زایی آنها ضرب شد (جدول ۲)، با توجه به میزان عملکرد تولیدی دانه و ضرب آن در عدد ثابت ۱/۲۶ عملکرد کاه بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست می‌آید (Kochaki and Hosseini, 1994). در جدول ۴ متوسط درصد ترکیبات دانه گندم ارائه شده و با استفاده از این داده‌ها انرژی حاصل برای هر یک از ترکیبات دانه و همچنین نسبت انرژی

Archive of SID

www.SID.ir

مصرفی به تولیدی و نسبت انرژی تولیدی به مصرفی محاسبه شده است. میزان ترکیبات در هکتار از حاصل ضرب درصد ترکیبات در عملکرد به دست می‌آید. میزان انرژی حاصل در هکتار از حاصل‌ضرب مقدار ترکیب در هکتار بر حسب گرم در انرژی هر گرم ترکیب بدست می‌آید (Hassanzade Ghorttapeh and Mazaheri, 1996).

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده در بررسی‌های مصرف سوخت دیزل، که به منظور افزایش دقت در برآورد مقدار سوخت و میزان انرژی مصرفی آن انجام گرفت، نشان داد که میزان مصرف واقعی سوخت دیزل برای انواع عملیات زراعی از خاک‌ورزی تا برداشت و انتقال گندم و کاه، که به روش عملی اندازه‌گیری شد، ۱۴/۲۳ لیتر در ساعت است، در حالی‌که مصرف سوخت دیزل، با توجه به رابطه تئوری مصرف سوخت تراکتورهای گازوئیلی تقریباً ۱۲ لیتر در ساعت برآورد شد. نتایج بررسی ظرفیت‌های ماشین در انواع عملیات زراعی (جدول ۳)، که به منظور افزایش دقت در برآورد میزان انرژی ماشین آلات لازم انجام شد، نشان داد که ظرفیت مزرعه‌ای یا موثر که به طور عملی اندازه‌گیری شد، همواره از مقدار ظرفیت تئوری ماشین که محاسبه می‌شود کمتر می‌باشد. زیرا در ظرفیت تئوری، بازدهی زمانی صد در صد فرض می‌شود و تلفات زمانی در نظر گرفته نمی‌شود ولی در حین انجام کار، به دلیل دور زدن‌های انتهای زمین، هم پوشانی عرض کار ادوات، تنظیمات و اشکالات احتمالی ماشین و غیره، تلفات زمانی افزایش و بازدهی زمانی کاهش می‌یابد. نتایج و بررسی‌ها در ارزیابی کارآیی انرژی برای ستاده‌ها و نهاده‌های زراعت گندم آبی که در جدول ۵ ارائه شده، نشان می‌دهد که میزان کارآیی انرژی برای تولید دانه گندم حدود ۲/۶۵ بوده است. یعنی به ازای یک واحد انرژی مصرفی نهاده‌ها، در حدود ۲/۶۵ واحد انرژی تولید می‌شود. میزان کارآیی انرژی برای تولید محصول فرعی (کاه گندم) و عملکرد بیولوژیک (دانه + کاه) به ترتیب حدود ۲/۱۴ و ۴/۸ بوده است یعنی به ازای یک واحد انرژی مصرفی ۲/۱۴ واحد انرژی از کاه و ۴/۸ واحد انرژی از عملکرد بیولوژیک تولید می‌شود. میزان انرژی مصرفی هر یک از نهاده‌ها به صورت درصدی از کل در شکل ۱ ارائه شده است که نشان می‌دهد انرژی مصرفی مربوط به برق مصرفی برای آبیاری، نیتروژن خالص مصرفی و سوخت مصرفی به ترتیب برابر با ۴۱/۵، ۱۷/۷۵ و ۱۵/۱۵ درصد بیشترین انرژی ورودی را به خود اختصاص داده‌اند و کمترین انرژی‌های ورودی به نیروی کارگری با ۰/۷ درصد، علف‌کش و آفت‌کش به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۲۹ درصد اختصاص می‌یابد. نتایج به دست آمده از بررسی کارآیی نهاده‌ها در زراعت گندم آبی و دیم در استان آذربایجان غربی نشان دهنده آن است که بیشترین میزان درصد انرژی مصرفی برای کشت آبی مربوط به مصرف کود نیتروژنه، آبیاری و

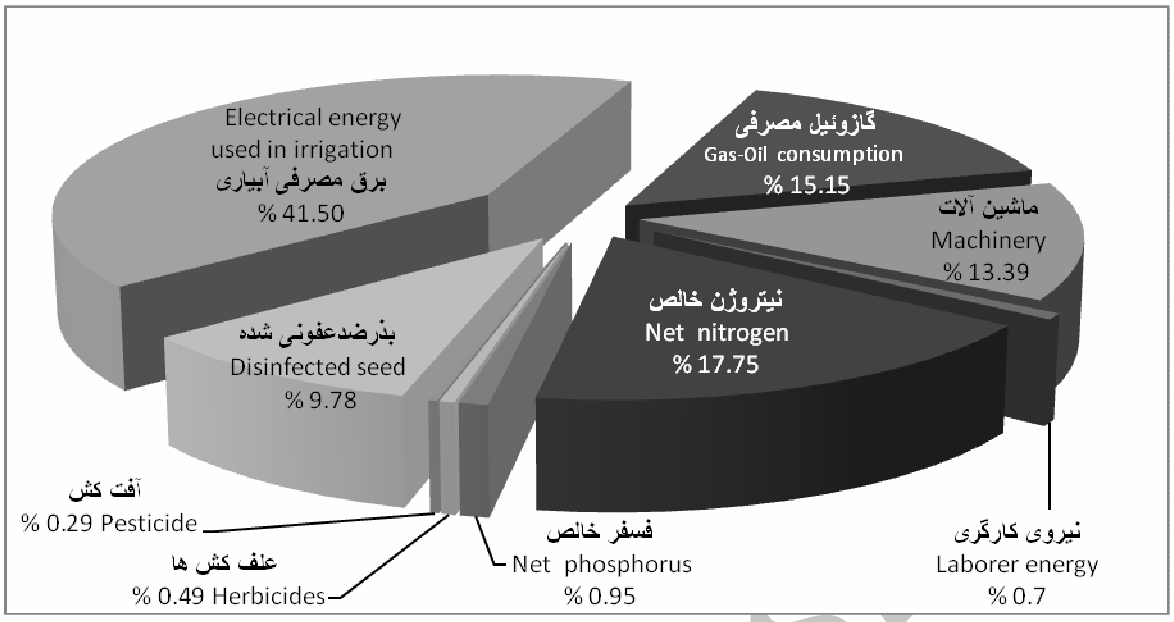
Archive of SID

www.SID.ir

سوخت مصرفی به ترتیب با ۳۳/۷، ۲۸/۴ و ۱۴/۱۸ درصد می‌باشد و هم‌چنین بیشترین میزان انرژی مصرفی برای کشت دیم در استان آذربایجان غربی مربوط به کود نیتروژنه، ماشین آلات و سوخت مصرفی به ترتیب با ۳۲/۵، ۳۰/۶ و ۲۰/۹ درصد می‌باشد (Gholinejad and Hassanzade Ghorttapeh, 2008). ارزیابی بیلان انرژی زراعت گندم دیم در استان مازندران نشان دهنده آن است که بیشترین میزان انرژی مصرفی در زراعت گندم دیم مازندران مربوط به مصرف کود نیتروژنه و انرژی مصرفی ماشین آلات که هر کدام به ترتیب ۹۰ و ۳/۵ درصد را به خود اختصاص داده‌اند که به دلیل بارندگی فراوان در مازندران و افزایش رطوبت، مصرف کودها به ویژه مصرف کود نیتروژنه افزایش می‌یابد و به حدود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسد (Heydar gholinajad Kenari and Hassanzade Ghorttapeh, 2003). نسبت انرژی مصرفی به تولیدی و تولیدی به مصرفی برای هر یک از ترکیبات دانه گندم در جدول ۴ آورده شده است، این اعداد کارآیی انرژی برای هر یک از ترکیبات (پروئتین، نشاسته و چربی) دانه گندم و یا میزان انرژی لازم مصرفی برای تولید هر واحد از ترکیبات را به طور کامل نشان می‌دهد. به ازای تولید هر واحد پروتئین و نشاسته دانه در گندم باید به ترتیب در حدود ۲/۵۱ و ۰/۵۱ واحد انرژی تحت این سیستم زراعی مصرف گردد. با توجه به این‌که برق مصرفی در آبیاری با ۴۱/۵ درصد، سهم زیادی در افزایش انرژی مصرفی در زراعت این محصول و در نتیجه کاهش کارآیی انرژی دارد، بهتر است با جایگزین کردن الکتروپمپ‌های جدید با کارآیی بالا کیلووات ساعت مصرفی برای آبیاری را کاهش داد. افزایش راندمان آبیاری با توجه به کمبود آب در کشور بسیار حائز اهمیت می‌باشد. انتقال آب و رساندن آن به مزرعه باید با استفاده از کانال‌های اصلی بتونی و یا لوله‌های آبیاری به جای روش‌های سنتی صورت گیرد، و یا از روش‌های آبیاری بارانی و مکانیزه مانند، دستگاه قرقره‌ای (Traveling Gun)، آب‌فشان غلطان (Wheel Move)، آب‌فشان دوار (Center Pivot) و آب‌فشان خطی (Linear) که از هرکدام با توجه به موقعیت زمین، منابع آب، نوع محصول و نیاز آبی گیاه می‌توان استفاده نمود و راندمان آبیاری را افزایش داد. هم‌چنین نیتروژن خالص مصرفی و سوخت مصرفی بعد از برق مصرفی در آبیاری، بیشترین درصد انرژی مصرفی نهاده‌ها را به خود اختصاص دادند. مقدار شاخص کارآیی مصرف نیتروژن، تابعی از عملکرد دانه گیاه است، به طوری‌که با افزایش عملکرد دانه، کمیت کارآیی مصرف نیتروژن نیز بهبود می‌یابد. در این آزمایش با افزایش مصرف نیتروژن، مقدار کارآیی مصرف نیتروژن کاهش یافت (Valipor et al., 2010).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- انرژی مصرفی هر یک از نهاده ها در زراعت گندم آبی (بر حسب درصدی از کل)

Picture 1- The amount of energy used by any inputs in irrigated wheat, based on the percentage of total.

می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که برای صرفه‌جویی در مصرف کود نیتروژن، می‌توان با استفاده از کودهای زیستی و کمپوست مناسب، باعث بهبود حاصل‌خیزی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، هم‌چنین باعث کاهش شستشوی مواد نیتروژنه و افزایش جمعیت میکروارگانیزم‌های مفید خاک شد و باید با روی آوردن به زراعت تناوبی و استفاده از گیاهان تیره لگومینوز در جهت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و کاهش مصرف کودهای شیمیایی اقدام نمود. در تعیین میزان نیاز کودی خاک و مصرف به اندازه کود، باید آزمایشات کامل خاک صورت گیرد و سپس توصیه‌های کودی مناسب اعمال شود. با توجه به این‌که میزان انرژی مصرفی برای ساخت و تولید کودها به ویژه کود نیتروژنه زیاد است و هم‌چنین تاثیر پذیری محصول و میزان رشد و عملکرد مناسب گیاه وابسته به مصرف بهینه کودها به ویژه کود نیتروژنه می‌باشد برای افزایش کارآیی انرژی باید مصرف کودها تعدیل گردد، بنابراین با مصرف بهینه کود نیتروژنه علاوه بر افزایش کارآیی انرژی، از آلودگی خاک، مواد غذایی و محیط زیست جلوگیری می‌شود. در این بررسی برای کاهش مصرف سوخت، می‌توان با جایگزین کردن موتورهایی که کیفیت و کارآیی بالا در تبدیل سوخت به توان دارند، استفاده نمود، زیرا عمر زیاد و فرسودگی موتور می‌تواند عامل کاهش بازدهی تبدیل سوخت به توان باشد. با وارد شدن ماشین آلات و فن آوری‌های جدید به کشاورزی، استفاده از قوای جسمانی و نیروی کارگری کمرنگ شده است، در این تحقیق نیز نیروی کارگری مورد

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده، حدود ۰/۷ درصد از کل میزان انرژی مصرفی نهاده‌ها را به خود اختصاص داده است (شکل ۱)، ولی استفاده مناسب از فن آوری و استفاده بهینه از انرژی‌های مصرفی، نیروی تعقل و اندیشه بیشتری را طلب می‌کند. نیروی انسانی مورد استفاده در کشاورزی باید با مدیریت صحیح زراعی، بدون کاهش کیفیت کار، سایر مصارف انرژی را کاهش و کارآیی انرژی تولیدی را در واحد سطح افزایش دهد. اگر تنها انرژی تولیدی بدون در نظر گرفتن محتوای آن، برای مصرف غذایی یک فرد بالغ ۲۰۰ کیلوکالری در روز باشد (Kochaki and Hosseini, 1994).

تولید هر هکتار محصول گندم آبی می‌تواند انرژی مورد نیاز ۱۰۲۵۸۹ نفر را در یک روز تامین نماید و با در نظر گرفتن ۶۰ گرم پروتئین روزانه مورد نیاز هر فرد (Hassanzade Ghorttapeh and Mazaheri, 1996)، محصول گندم آبی، پروتئین روزانه ۵۱۳۹۳ نفر را تامین می‌نماید یا به عبارت دیگر محصول گندم آبی پروتئین مورد نیاز سالانه ۱۴۳ نفر را می‌تواند تامین نماید. اگر مصرف سرانه یا به عبارت دیگر مصرف گندم توسط یک نفر در طول سال را ۱۵۰ کیلوگرم در نظر بگیریم (Abdolahi, 1984) زراعت گندم آبی در استان خراسان رضوی با همین امکانات موجود در منطقه مورد بررسی و عملکرد بدست آمده به ازای هر هکتار، نیاز و مصرف سالیانه حدود ۳۹ نفر را تامین می‌نماید. با توجه به متغیر بودن شرایط آب و هوایی در مناطق مختلف هم‌چنین متفاوت بودن خاک، محصولات زراعی و امکانات موجود در نقاط مختلف کشور، پیشنهاد می‌گردد تحقیقات مشابهی برای ارزیابی کارآیی انرژی با توجه به پتانسیل‌های موجود در هر منطقه صورت گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- انرژی مصرفی برای تولید گندم آبی در استان خراسان رضوی

Table 1- The necessary consumption energy to produce irrigated wheat in Khorasan Razavi Province.

انرژی مصرفی (kcal/ha) Consumed energy	انرژی در واحد (kcal) Energy per Unit	مقدار در هکتار Amount per Hectare	انرژی نهاده‌ها Inputs energy
1171368	9570	122.4 liter	گازوئیل Gas oil
1035600	20712	50 kg	ماشین آلات Machinery
53866	465	115.84	کارگر ساعت Hour worker
1372800	17600	78 kg	ازت خالص Net nitrogen
73370	3190	23 kg	فسفر خالص Net phosphorus
24112	20280	2 liter	توفوردی (علف کش) 2,4-D (Herbicides)
13434	27170	1 liter	تاپیک (علف‌کش) (Herbicides
269	27170	0.02 kg	گراناستار (علف‌کش) (Herbicides)
22302	27170	1.2 liter	فنیترتیون (آفت‌کش) (Pesticide)
756000	4200	180 kg	بذر ضد عفونی فلا ت Disinfected Falat seed
3208432	860.4	745.8 kwh	آبیاری (۵ دوره) Irrigation(5period)
7731553			جمع انرژی مصرفی برحسب کیلوکالری در هکتار
Total consumed energy per kilo calories in the hectare			

جدول ۲- انرژی تولیدی در زراعت گندم آبی در استان خراسان رضوی

Table 2- Produced energy of irrigated wheat in Khorasan Razavi Province.

انرژی تولیدی (kcal/ha) Produced energy	انرژی در واحد (kcal) Energy per Unit	مقدار در هکتار (kg) Amount per Hectare	انرژی ستاده‌ها outputs energy
20517800	3460 *	5930	عملکرد دانه grain yield
16513120	2210 *	7472	عملکرد کاه Straw yield
37030920			جمع انرژی تولیدی بر حسب کیلوکالری در هکتار
Total Produced energy per kilo calories in the hectare			

* ارزش انرژی‌زایی ترکیبات شیمیایی دانه و کاه گندم (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳)

*** Chemical compounds energy value of grain and wheat straw (Kochaki and hosseini, 1994)**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ظرفیت عملی (مزرعه‌ای) و تئوری ماشین‌های کشا ورزی در انواع عملیات زراعی برای گندم آبی

Table 3- practical (field) and theoretical Capacity of agricultural machinery in types of farming operations of irrigated wheat

ماشین آلات Machinery	گاوآهن برگردان‌دار Moldboard plow	دیسک تندوم Tandem disc	لولر کششی Draging leveler	خطی کار غلات Line seedling	کودپاش سانتریفوژ Fertilizer centrifugal	نهرکن Ridge	*سمپاش علف هرز Weed sprayers	*سمپاش سن گندم Pest sprayers	کمباین Combine	بیلر Bailer
ظرفیت عملی (ha/hr) Practical Capacity	0.95	3	2.13	1.54	12	0.25	4	16.3	1.14	1.72
ظرفیت تئوری (ha/hr) Theoretical Capacity	1.12	3.8	3	1.65	15	0.25	4.8	20.25	1.5	2.15

* در این بررسی، برای سمپاشی علف‌های هرز از سمپاش سوار بوم‌دار ۴۰۰ لیتری و برای سن گندم از سمپاش سوار توربو اتومایزر ۸۰۰ لیتری استفاده شد.

*** The herbicide and pesticide sprayers were 400 liter (Mounted) and 800 liter (Automizer), respectively.**

جدول ۴- نسبت انرژی مصرفی به تولیدی و تولیدی به مصرفی برای هر یک از ترکیبات دانه گندم

Table 4- Ratio of consumed energy to produced and produced energy to consume for each of the compounds in grain wheat.

ترکیبات Contents	درصد ترکیبات * (متوسط) Percentage Average	انرژی در هر گرم (kcal) Energy per gram	مقادیردر هکتار (kg) Amount per hectare	انرژی حاصل در هر هکتار (kcal) Energy per hectare	نسبت انرژی مصرفی به تولیدی Consumed energy to produced	نسبت انرژی تولیدی به مصرفی Produced energy to consumed
پروتئین Protein	13	4	770.9	3083600	2.51	0.40
نشاسته Starch	64	4	3795.2	15180800	0.51	1.96
چربی Fat	1.75	9	103.8	934200	8.28	0.12

* متوسط دامنه کمترین و بیشترین درصد ترکیبات در دانه گندم (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳)

*** The average extents were the lowest and highest percentage of content in wheat grain (Kochaki and hosseini, 1994).**

جدول ۵-ارزیابی کارآیی انرژی برای گندم آبی در استان خراسان رضوی

Table 5- Evaluation of energy efficiency to irrigated wheat in Khorasan Razavi Province

محصول Products	انرژی تولیدی (kcal/ha) Produced energy	انرژی مصرفی (kcal/ha) Consumed energy	کارآیی انرژی Energy efficiency
دانه گندم Wheat grain	20517800	7731553	2.65
کاه گندم Wheat straw	16513120	7731553	2.14
عملکرد بیولوژیک Biological yield	3730920	7731553	4.80

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

References

✓ Abdolahi. H. 1984. Correct cultivation method of dry farming of wheat and barley. Publications of Agricultural Extension. 57 Pp. (In Persian)

✓ Achrock, M. D., J. K. Krmer, and S. J. Clark. 1985. Fuel requirements for field operations in Kansas. Trans. ASAE. 28: 664- 876.

✓ Almasi. M. 2005. Energy management in agriculture. Masters textbook of agricultural mechanization. Azad university of Science and Research of Tehran. (In Persian)

✓ Almasi, M., Sh. Kyani, and V. N. Lovimi. 2008. Principles of Agricultural Mechanization. Jangal Press, fourth edition. 293 Pp. (In Persian)

✓ Anonymous. 1988. Industrialized Research and standard Institute of Iran. The Standard Test of farm calculation for evaluation of quality and quantity of agricultural machinery. Standard No. 2807. First edition. Published January 67. (In Persian)

✓ Anonymous. 2006. Annual report of agriculture in 2004- 2005. Statistics and information technology office. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Iran-Tehran.

✓ Dehghanian, S., and A. Kochaki. 1996. Ecological economy and organic agriculture economy. Jihad daneshgahi Publications of Mashhad. 164 Pp. (In Persian)

✓ FAO. 2006. Annual report of cereal production in the world. Rome Italy. http // www. FAO. org.

✓ Gholinejad, A., and A. Hassanzade Ghorttapa. 2008. Evaluation of inputs efficiency in dry and irrigated wheat farming in western Azerbaijan Province. Journal of Agricultural Science. 1 (1): 1- 12. (In Persian)

✓ Hassanzade Ghorttapeh, A., and D. Mazaheri. 1996. Evaluation of energy efficiency of three farms (Wheat, Potato, Rice) in Esfahan Flaverjan. fourth Congress of Crop Sciences, industrial and Technology University of Esfahan. (In Persian)

✓ Hassanzade Ghorttapeh, A., A. Ghalavand., M. R. Ahmadi and S. K. Mirnia. 2001. Evaluation of nutrition system of effects on energy efficiency of sunflower varieties. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan. Eight years. 2: 78- 67. (In Persian)

✓ Heydar gholinajad Kenari, M., and A. Hassanzade Ghorttapeh. 2003. Evaluation of energy efficiency of dry farming of wheat in Mazandaran Province. Journal of Research and Development. 58: 65- 63. (In Persian)

✓ Hosier. R. 1985. How hold energy consumption in rural Kenya. Ambio. 4: 225- 227.

✓ Hosseini, N., N. Haji Hassani Asl, and M. Rasaiefar. 2009. Evaluation of energy efficiency of Pumpkin Farms in Khoy. Journal of Agricultural Science. 1 (4): 15- 24. (In Persian)

✓ Hulsbergen. K. J., B. Feil., S. Biermann., G. W. Rathke., W. D. Kalk, and W. Deipenbrock. 2001. A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trail. Agriculture Ecosystems and Environmental. 86 (3): 303- 321.

✓ Khan, A. J., S. Hassan., M. Tariq, and T. Khan. 2001. Haploidy breeding and mutagenesis for drought tolerance in wheat. Euphy. 120: 409- 414.

✓ Kochaki, A., and M. Hosseini. 1994. Energy efficiency in agricultural ecosystems. Ferdowsi University of Mashhad Press. 317 Pp. (In Persian)

✓ Kochaki, A., M. Jami-Alahmadi., B. Kamkar, and A. Mahdavidamghani. 2001. Principles of ecology. Ecological Principles of Agriculture. Jahad daneshgahi Publications of Mashhad. 471 Pp. (In Persian)

✓ Muurinen, S., G. A. Slafer, and S. Peltonen. 2006. Breeding effects on nitrogen use efficiency of spring cereals under northern condition. Crop Science. 46: 561- 568.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Okeef. P., and P. Raskin. 1985. Fuel wood in Kenya: Crisis and opportunity. Ambio. 14: 220- 224.

✓ Pimentel, D., G. Bevadi, and S. Fast. 1983. Energy efficiency of farming system: organic and conventional agriculture. Agriculture, Ecosystem and Environmental. 9: 359-372.

✓ Saleh Rastin. N. 2001. Biofertilizers and their role in order to reach to sustainable agriculture. A compilation of papers of necessity for the production of biofertilizers in Iran. 1-54 pp.

✓ Schroll. H. 1994. Energy- flow and ecological sustainability in Danish agriculture. Agriculture ecosystem and Environment. 51: 301- 310.

✓ Sharma, A. K. 2002. A handbook of organic farming. Agrobios, India. 627 Pp.

✓ Taghavi, D., J. Ajali., A. R. Valadiani, and A. Fatahi. 2007. Evaluation of energy balance in dry farming of barley in western Azerbaijan Province. Modern Knowledge of agriculture Journal. Issue 7. P 41. (In Persian).

✓ Tripthi, R. S., and V. K. Sah. 2001. Material and energy- flow in high- mid- hill and village farming system Garhwal Himalaya. Agriculture, Ecosystems and Environmental. 86 (1): 75- 90.

✓ Valipor, M., A. Aineband, and F. Esfandiar. 2010. Effects of planting date, ratio of N, P, K on seed yield and Nitrogen use efficiency of wheat under Ahvaz climate condition. Agricultural Journal of agricultural production. Shahid Chamran University Press. 33 (1): 47-33. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir