ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲۴ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

ارزیابی دو سیستم تولیدی برنج با استفاده از تحلیل‌های انرژی در شرق استان خوزستان (مطالعه موردی در شهرستان رامهرمز)

سجاد عطار[۱]، محمد جواد شیخ داودی[۲]، مرتضی الماسی[۳]

۱، ۲و۳ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز و استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
attar.sajjad 2009@gmail.com

چکیده

بدون شک برنج پرمصرف‌ترین ماده غذایی بعد از نان در جیره‌ی غذایی روزانه ایرانیان می‌باشد و نبود آن بر سفره‌ی غذایی روزانه را می‌توان خط فقر دانست. با توجه به داده‌های گردآوری شده از مطالعات میدانی در خصوص نحوه انجام عملیات زراعی در دوسیستم نشاکاری و خشکه‌کاری (کشت مستقیم) در مورد این گیاه، مقادیر انرژی نهاده و ستانده محاسبه گردید و شاخص‌های انرژی در این رابطه ارزیابی شدند. نسبت انرژی در دو سیستم نشاکاری و خشکه‌کاری به ترتیب ۱ و ۱/۲۵ و بهره‌دهی انرژی به ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۰۹ به‌دست آمد. با مقایسه این دو سیستم توسط آزمون **t**، سیستم خشکه‌کاری از موقعیت مطلوب‌تری برخوردار بود. بالاترین سهم از میزان انرژی‌های نهاده درهردو سیستم متعلق به الکتریسیته بوده است. یکی از راههای بهینه کردن مصرف انرژی در این محصول با توجه به بالا بودن انرژی الکتریسیته و آبیاری، به خصوص در سیستم نشایی، بررسی نیاز آبی گیاه در منطقه با توجه به شرایط و عوامل تأثیرگذار محیطی همچون تبخیر و تعرق، تسطیح اراضی، روش آبیاری و... در کنار سنجش کارایی سیستم-های مختلف آبیاری به صورت جامع می‌باشد تا در نهایت بدون اثرگذاری منفی بر روی عملکرد در دو سیستم، باعث صرفه‌جویی بیشتر در این زمینه شود. همچنین از آنجائی‌که هدف ازخشکه‌کاری کاهش هزینه‌ها و رفع عملیات سخت و طاقت‌فرسا برای کشاورز می‌باشد لذا با مدیریت صحیح و افزایش بهره‌وری در استفاده ازنهاده‌ها (آب، سم، کود و بذر) و پشتیبانی دقیق دولت برای بالا بردن راندمان کشاورزانی که این سیستم را به کار می‌برند احساس می‌شود.

کلید واژه : برنج، انرژی، سیستم‌های تولید، شهرستان رامهرمز

مقدمه

با ابداع کشاورزی و استفاده بیشتر از انرژی خورشید غذای لازم برای فزونی جمعیت و تقسیم کار فراهم شد و انسان توانست بهره‌برداری از منابع تجدید ناپذیر را شروع نماید. انسان طی قرن‌ها از منابع متعدد انرژی استفاده نموده است. با پیشرفت و ساخت تجهیزات کشاورزی استفاده از انرژی در این بخش نیز روز به روز افزایش یافت تا جایی که کشاورزی امروزه شدیداً به انرژی، به‌ویژه سوخت‌های فسیلی وابسته است. این موضوع در کشورهای پیشرفته به واسطه استفاده زیاد از ماشین‌های کشاورزی و کودهای شیمیایی بارزتر است و در کشورهای توسعه یافته استفاده از منابع فوق‌الذکر به دلیل افزایش سطح مکانیزاسیون، در حال افزایش است. در کشورهای در حال توسعه نیز به‌واسطه استفاده از انرژی، سیر گذر از کشاورزی سنتی به سمت مکانیزه و صنعتی شدت دو چندان یافته است (دیر و همکاران، ۲۰۰٦). انرژی نقش محوری در پروسه‌های توسعه ملی و تأمین خدمات حیاتی که شرایط زندگی انسان را بهبود می‌بخشد، دارد. شکل‌های مختلف انرژی در جامعه امروزی، عوامل بسیار مهم رشد تمدن می‌باشند. درحقیقت مصرف سرانه انرژی یک شاخص رشد هر ملت می‌باشد (سینگ، ۲۰۰۲) و شو (۲۰۰۸) انرژی را یکی از منابع استراتژی و پایه اصلی، برای توسعه اقتصادی و اجتماعی معرفی می‌کند. دو روش مورد قبول برای ارزیابی انرژی مصرفی در تولیدات کشاورزی شامل محاسبه، تجزیه و تحلیل اقتصادی انرژی و تجزیه و تحلیل انرژی ورودی و خروجی می‌باشد (کارکاسیروهمکاران، ۲۰۰۵). یو و جانگ (۱۹۹۱) سه سیستم کشت برنج را در کره‌جنوبی با یکدیگر مقایسه کردند. سیستم تلفیقی (نیمه‌مکانیزه) ضمن کاهش انرژی ورودی نسبت به دو سیستم دیگر کارایی انرژی بالاتری دارد. دراین پژوهش مشخص شد که سیستم مکانیزه برای عملکرد بیشتر، نسبت به دو سیستم دیگر، ۲٦ درصد بیشتر انرژی مصرف می‌کند. پاتاک (۱۹۸۵) گزارش نمود که در میان خانواده غلات، کشت برنج انرژی بیشتری نسبت به گندم نیاز دارد، این انرژی بالاتر برای برنج به‌دلیل بالاتر بودن انرژی ورودی در بخش آبیاری می‌باشد. نصیری و سینگ (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای که بر روی آنالیز و کاربرد انرژی شلتوک برنج در پنجاب هند انجام داده اظهار داشتند که رابطه‌ی مثبت و قوی در میان انرژی‌های ورودی عملکرد محصول و قبل از برداشت وجود دارد. نتایج نشان داد که نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی و شدت انرژی برای شلتوک برنج به ترتیب ۳/۹٦ و ۵/۷۷ مگاژول بر کیلوگرم بود. همچنین نیروی انسانی، دام، سوخت دیزل، الکتریسیته، کود حیوانی و مایع، کودشیمیایی و موادی که جهت ساخت ماشین‌ها به کار می‌رود، مهم‌ترین و موثرترین نهاده‌های ورودی برای تولید شلتوک در منطقه بود. مشاهده شده بود که کود شیمیایی بیشترین تاثیر را روی عملکرد می گذارد و نهاده‌ای است که بیشترین انرژی مصرفی را شامل می‌شود. بخاری و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای انرژی مورد نیاز تولید برنج را در زمین‌های پست مالزی بررسی کردند. آن‌ها میانگین محصول تولیدی را ٦٤٧۰/۸ کیلوگرم در هکتار و انرژی مصرفی را ۱۲۲۲۵/۹۷ مگاژول در هکتار برآورد نمودند. از این میزان انرژی مصرفی ۲۲/۲٪ مستقیم و بقیه غیرمستقیم بوده است. همچنین انرژی ویژه ۱/۸۹ ذکر شده است. ستین و واردار(۲۰۰۸)، انرژی مورد نیاز برای تولید گوجه‌فرنگی را در ترکیه بررسی نموده و انرژی مصرفی کل را GJ/ha ٤۵/۵۳ تعیین نمودند. نتایج نشان داد که سه مؤلفه اساسی پرمصرف انرژی سوخت دیزل، کود و ماشین‌ها بودند که در این بین سوخت دیزل با مصرف ۳٤/۸۲٪ از انرژی مصرفی کل بالاترین، و پس از آن کود (۲۸/۹۱٪) و ماشین‌ها (۲۲/۹٪) بالاترین بودند. همچنین آن‌ها نسبت انرژی را ۸۰٪ و بهره‌دهی انرژی را

۰/۹۹ kg/MJ برآورد نمودند که با افزایش اندازه مزارع از کوچک به بزرگ، هر دو شاخص روند صعودی داشته‌اند. محمدی و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی انرژی مورد نیاز تولید کیوی در مازندران را ۳۰۲۸۵/۶۲ MJ/ha و میانگین تولید را ۲٤٥٤۷/۲۹ kg/ha ارزیابی نمودند. بیشترین انرژی مصرف شده مربوط به کود شیمیایی (٤۷٪) و سوخت دیزل (۲۸٪) بود. از انرژی مصرف شده ۷۰٪ غیرمستقیم و ۳۰٪ مستقیم بوده. بهره‌دهی انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص دریافتی به ترتیب ۰/۸۱kg/MJ، ۱/۲۳ MJ/kg و۱۶۳۵٤/۲۳ MJ/ha تعیین شده بود. ارادل و همکاران (۲۰۰۷) انرژی ورودی و خروجی برای چغندرقند در توکات ترکیه به دست آوردند. نتایج نشان داد که انرژی ورودی برای چغندرقند برابر ۳۹/٦۸ گیگاژول بر هکتار که ٤۹/۳۲ درصد از آن را کود، ۲٤/۱٦ درصد از آن را انرژی دیزل تشکیل می‌دهد. نسبت انرژی برابر ۲۵/۷۵ و بهره‌وری انرژی ۱/۵۳ کیلوگرم بر مگا ژول می‌باشد. طیب‌طاهر و همکاران (۱۳۸۷) نیز سیر انرژی نیشکر در کشت‌وصنعت میاندوآب را مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که الکتریسیته جهت آبیاری با ۳٦/۵ درصد کل انرژی مصرفی، بیشترین مقدار مصرف انرژی را دارد. کارایی انرژی ۳/۷٦ محاسبه شد که با افزایش میزان نهاده‌های ورودی عملکرد کاهش یافت و موجب کاهش کارایی انرژی در دوره مورد مطالعه شد. همچنین آن‌ها بیان کردند افزایش راندمان آبیاری و مصرف صحیح آب، راندمان شاخص‌های انرژی را می‌تواند بهبود بخشد. کنک‌جی و همکاران (۲۰۰۵)، در تحقیقی نشان دادند که در کشت برنج، آبیاری به تنهایی بیش از ٦۳ درصد از کل انرژی ورودی را به خود اختصاص داده، بطوریکه نسبت انرژی با لحاظ انرژی صرف شده برای آب، از ۲/۵۳ تا ۳/٤ متغیر است، اما با حذف انرژی صرف شده برای آب، این نسبت به ۷/۱۱ تا ۹/۲۲ افزایش می‌یابد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۸-۸۷ در منطقه رامهرمز انجام گرفت. پژوهش بصورت میدانی بوده و برای جمع‌آوری اطلاعات پایه از پرسش‌نامه استفاده شد. جامعه آماری این تحقیق شامل برنج‌کاران شهرستان رامهرمز می‌باشد که در مجموع ۳۵۰ نفر می‌باشند. تعداد برنج‌کاران این شهرستان در روش کاشت نشایی (مرسوم) ۲٤۰ نفر و در روش کاشت مستقیم (خشکه‌کاری) ۱۱۰ نفر هستند (بی‌نام، ۱۳۸٦). در این مطالعه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شده است. نمونه‌گیری تصادفی در واقع آسان‌ترین روش‌نمونه‌گیری است و نتایج آن با رعایت اصول نمونه‌گیری قابل اعتماد و قابل تعمیم به کل جامعه است. دلیل دیگر جهت انتخاب این روش نمونه‌گیری هماهنگی و تطابق آن با روش اتخاذ شده توسط مرکز آمار ایران و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی در آمارگیری کشور است. در این روش نمونه‌گیری، احتمال انتخاب برای کلیه واحدهای جامعه یکسان است. بدین ترتیب از میان روستاهای موجود در رامهرمز، تعدادی روستا به طور تصادفی انتخاب گردید و فهرست کشاورزان آن تهیه شد. سپس با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی و با انتساب متناسب پرسش‌نامه‌ها بین آنها توزیع گردید. برای پیداکردن حجم نمونه از رابطه زیر که به فرمول کوکران معروف است استفاده گردیده است (منصورفر، ۱۳۷٦).

$$n = \frac{N t^2 s^2}{N d^2 + t^2 s^2} \qquad (۱)$$

که در آن:

N : اندازه جامعه آماری یا تعداد زارعین (برنج‌کار)

s^2 : واریانس صفت مورد مطالعه

t : ضریب اطمینان قابل قبول در توزیع نرمال (۱/۹۶ در نظر گرفته شد)

d : تفاضل نسبت واقعی صفت در جامعه با میزان تخمین (حداکثر آن ۰/۰۵ در نظر گرفته شد)

بدین ترتیب حجم نمونه کل ۱۸۵ نفر از رابطه فوق بدست آمد که ۱۲۵ نفر برنج‌کار برای سیستم نشایی و ٦۰ نفر برنج‌کار برای سیستم خشکه‌کاری تخمین زده شد. سپس با نمونه‌گیری انجام شده پرسش‌نامه‌ها بین برنج‌کاران توزیع گردید.

اولین گام از پژوهش در مسائل انرژی مشخص نمودن محدوده پژوهش است. در این پژوهش مصرف انرژی از مراحل خاک‌ورزی تا برداشت برای هر دو سیستم تولیدی برنج درنظر گرفته شده است. از انرژی مصرف شده در عملیات‌هایی که پس از برداشت انجام می‌شود مانند بوجاری، حمل‌ونقل، سیستم‌های تبدیل شلتوک به برنج، بدلیل پیچیدگی موضوع، عدم اطلاع دقیق کشاورزان و عدم وجود اطلاعات صحیح در ایران صرف نظر شده است.

شهرستان رامهرمز در ۳۱ درجه و ١٦ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ٤۹ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی گرینویچ و در ۹۰ کیلومتری شرق استان خوزستان واقع شده است. دو سیستم تولیدی برنج در استان خوزستان و در منطقه رامهرمز به دوشیوه نشایی و مستقیم (خشکه‌کاری) صورت می‌پذیرد. هر کدام از این سیستم‌ها از لحاظ هزینه‌های کار، کارایی و تناسب با شرایط هر منطقه با هم تفاوت دارند لذا ابتدا لازم است با روش‌های کار در عملیات‌های مختلف آشنایی حاصل شود. در سیستم نشاکاری (مرسوم)، عملیات خاک‌ورزی در دو زمین، یکی خزانه و دیگری زمین اصلی انجام می‌پذیرد. درعملیات کاشت، تمام عملیات نشاکاری و درآوردن نشاها و انتقال آنها به زمین اصلی توسط نیروی انسانی انجام می‌شود. برداشت به‌صورت دو مرحله‌ای انجام می‌گیرد به این صورت که هنگام درو محصول توسط نیروی کارگری انجام شده و بافه‌ها توسط خرمنکوب ویژه برنج یا کمباین غلات، خرمنکوبی می‌شود. در سیستم خشکه‌کاری (کشت مستقیم)، عملیات خاک‌ورزی فقط در زمین اصلی انجام می‌پذیرد در این روش بعد از تهیه زمین و کوددهی، کشت به صورت مکانیزه انجام شده و توسط خطی‌کار غلات، ردیف‌کار و یا استفاده از دستگاه سانترفیوژ در زمین اصلی قابل انجام می‌باشد و برداشت محصول در این سیستم به صورت نیمه‌مکانیزه و مطابق با سیستم نشاکاری می‌باشد.

برای برآورد مقدار انرژی مصرف شده توسط ماشین درمزرعه با واحد مگاژول برهکتار (MJ/ha) باید انرژی معادل هر واحد ماشین (MJ/kg) را در جرم ماشین (kg) و نیز ساعات استفاده از ماشین (hr/kg) ضرب کرده و در نهایت بر عمر مفید ماشین (hr) تقسیم نمود (الماسی، ۱۳۸۷).

$$EM = (E. M. T)/ N \qquad (۲)$$

که در آن:

EM : انرژی ناشی از بکارگیری ماشین با واحد مگاژول بر هکتار(MJ/ha)

E : انرژی هر واحد ماشین با واحد مگاژول بر کیلوگرم (MJ/kg)

T : ساعات استفاده از ماشین با واحد ساعت بر هکتار (hr/ha)

M : جرم ماشین بر حسب کیلوگرم (kg)

N : عمر مفید ماشین بر حسب ساعت (hr)

میانگین سوخت مصرفی یک موتور دیزل (تراکتور یا کمباین) در ساعت با استفاده از رابطه ذیل محاسبه می‌شود (گریسو و همکاران، ۲۰۰٤).

$$\text{میانگین سوخت مصرفی موتور دیزل (لیتر بر ساعت)} = 0.223 \times P_{pto} \qquad (۳)$$

که در آن:

P_{pto} : توان پی‌تی‌او معادل استفاده شده در عملیات با واحد کیلووات (kw)

بنابراین ساعات کارکرد ماشین بر هکتار، ضرب در عدد حاصل شده از رابطه مذکور، سوخت مصرف شده با واحد لیتر بر هکتار بدست می‌آید که با ضرب در انرژی معادل سوخت، انرژی مصرف شده با واحد مگاژول بر هکتار بدست می‌آید.

با مشخص بودن نوع و مقدار کود، سم و بذر مصرف شده بر هکتار با واحد کیلوگرم بر هکتار (kg/ha) و ضرب مقدار ماده مؤثر در انرژی معادل آن با واحد (MJ/ha)، مقدار مصرف انرژی در این قسمت با واحد مگاژول بر هکتار (MJ/ha) بدست می‌آید. همچنین انرژی نیروی انسانی از ضرب تعداد کارگر، ساعات کاری و معادل انرژی نیروی انسانی برحسب (MJ/ha) به‌دست آمد.

برای تأمین آب مورد نیاز گیاه انرژی بصورت مستقیم و غیرمستقیم مصرف می‌شود. انرژی مستقیم شامل انرژی‌ای است که برای پمپاژ آب مصرف می‌شود. توان لازم برای پمپاژ آب از رابطه ذیل محاسبه می‌شود (الماسی، ۱۳۸۷).

$$P = \gamma.Q.h/\ 1000.\ e_m.e_p \qquad (٤)$$

که در آن:

P : توان مصرف شده بر حسب (kw)

γ : وزن مخصوص آب بر حسب نیوتن بر متر مکعب (N/m^3)

Q : دبی پمپ بر حسب متر مکعب بر ثانیه (m^3/s)

h : بار کل دینامیکی بر حسب متر (m)

e_m : راندمان موتور (اعشاری)

e_p : راندمان پمپ (اعشاری)

با ضرب تعداد کل ساعات آبیاری بر هکتار در کیلووات محاسبه شده از رابطه ۳- ٦، انرژی مصرفی پمپاژ با واحد کیلووات بر هکتار (kw/ha) بدست می‌آید، که با ضرب در عدد ۳/٦ به مگاژول بر هکتار (MJ/ha) تبدیل می‌گردد. انرژی غیرمستقیم مصرف شده برای تأمین آب مورد نیاز گیاه با نام انرژی آبیاری شناخته می‌شود و شامل انرژی ساخت سدها، تولید مواد خام، ساخت و انتقال کلیه عواملی است که در آبیاری دخالت دارند و چون تعیین این مقادیر مشکل است، ۲۰ ٪ از انرژی مستقیم را به عنوان انرژی غیرمستقیم در نظر می‌گیرند (الماسی، ۱۳۸۷).

کل انرژی مصرف شده از جمع انرژی مصرف شده در قسمت‌های ماشین، سوخت، کود، سم، بذر مصرفی برای کاشت، نیروی انسانی، الکتریسیته و آبیاری به‌دست آمده است. از جمله شاخص‌های مهم برای ارزیابی مصرف انرژی در بخش کشاورزی به صورت ذیل تعریف می‌گردند (هاترلی و همکاران، ۲۰۰٦):

انرژی ورودی / انرژی خروجی= نسبت انرژی

انرژی ورودی / مقدار محصول تولید شده = بهره دهی انرژی

انرژی ورودی - انرژی خروجی = انرژی خالص خروجی

مقدار محصول تولید شده / انرژی ورودی = انرژی ویژه

تحقیق حاضر از لحاظ هدف کاربردی است، چون نتایج آن برای برنامه‌ریزان، دست‌اندرکاران سیاست‌های توسعه کشاورزی کشور قابل استفاده می‌باشد. لذا بررسی دو سیستم تولیدی برنج به صورت جداگانه به ما یک دید کلی از انرژی مصرفی خواهد داد و با مقایسه دو سیستم در منطقه به چرایی و چگونگی تفاوت‌های مصرف انرژی در هر یک از قسمت‌ها (ماشین‌ها، آبیاری، کود و....) پی برده و به ارائه راهکارهای مفیدی خواهیم پرداخت. برای محاسبه مقدار انرژی مصرفی در انجام عملیات مختلف یا محتوای انرژی موجود درنهاده‌ها، از هم ارزها (جدول ۱) استفاده شده است.

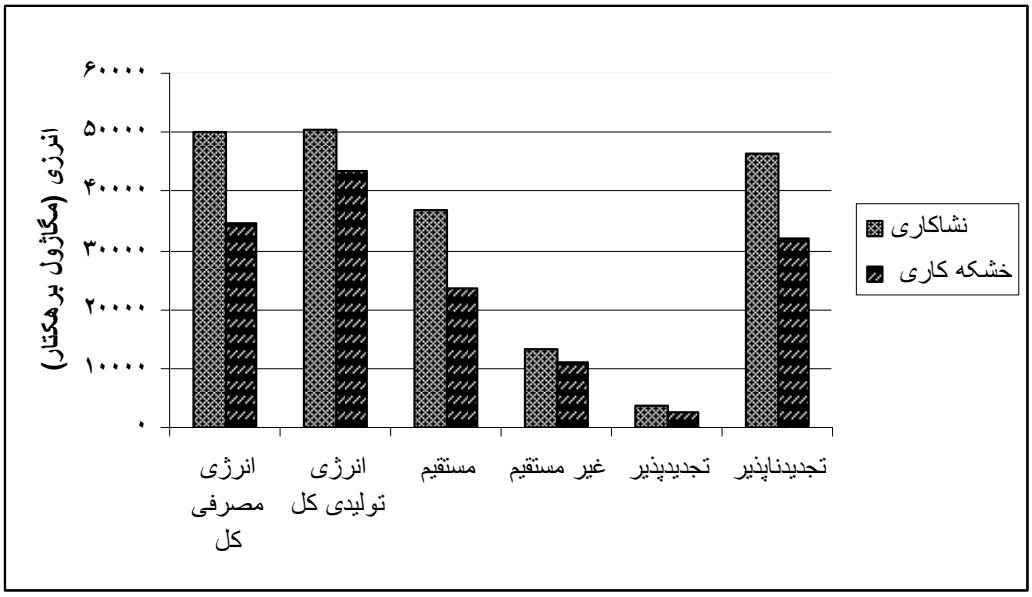
جدول۱- معادل انرژی نهاده‌ها

نهاده	معادل انرژی	واحد	مرجع
بذربرنج	۱٤/۷	MJ/kg	(۷)
بقایای برنج	۱۲/۵	MJ/kg	(۷)
ماشین‌ها	٦۲/۵	MJ/kg	(۲۲)
سوخت دیزل	۵٦/۳	MJ/lit	(۲۲)
کود ازت	٦٦/۱٤	MJ/kg	(۱٦)
کود فسفر	۱۲/٤٤	MJ/kg	(۱٦)
کود پتاس	۱۱/۱۵	MJ/kg	(۱٦)
سموم شیمیایی مایع	۱۰۲	MJ/lit	(۹)
سموم شیمیایی جامد	۱۲۰	MJ/kg	(۹)
نیروی انسانی مرد	۱/۹٦	MJ/hr	(٦)
نیروی انسانی زن	۱/۵۷	MJ/hr	(٦)
الکتریسیته	۳/٦	MJ/kw	(۷)

در این تحقیق از نرم‌افزار SPSS 13 استفاده شده و نمودار به وسیله نرم‌افزارEXCEL ترسیم گردید.

نتایج و بحث

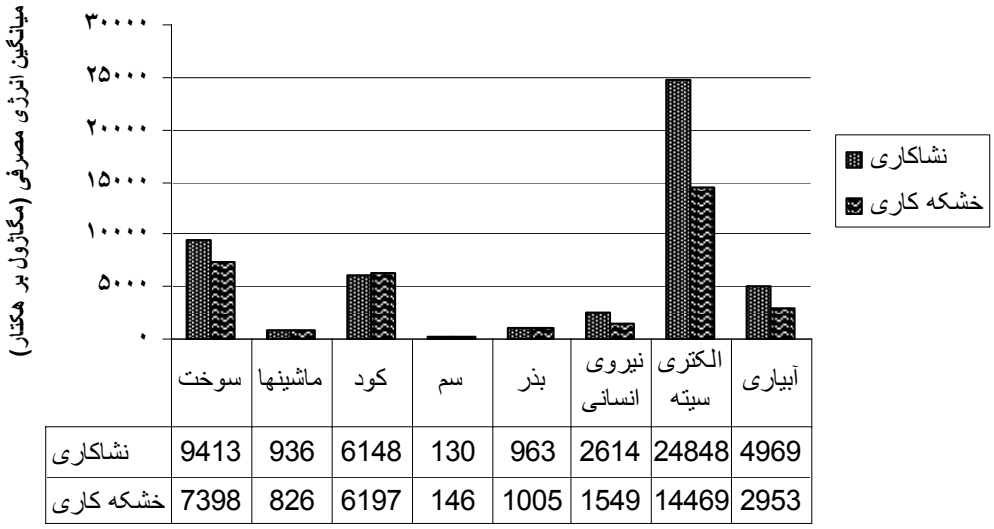
نمودار۱- وضعیت انرژی مصرفی کل، تولیدی، مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر



نمودار۱ نشان می‌دهد که میانگین انرژی مصرفی در تولید برنج برای دو سیستم نشاکاری و خشکه‌کاری به ترتیب ۵۰۰۲۲ و ۳٤٥٤۳ مگاژول در هکتار بوده است. این ارقام نشان می‌دهند که برای تولید برنج با روش نشاکاری (مرسوم) حدود ۱۵۵۰۰ مگاژول برهکتار انرژی بیشتری مصرف شده است. همانطور که نمودار۱ نشان می‌دهد از کل انرژی مصرفی حدود ۷٤ درصد مستقیم و ۲٦ درصد غیرمستقیم برای خشکه کاری و ٦۸ درصد مستقیم و ۳۲ درصد غیرمستقیم برای نشاکاری می‌باشد. همچنین برای هر دو سیستم نشاکاری و خشکه‌کاری ۷ درصد تجدیدپذیر و ۹۳ درصد تجدیدناپذیر بوده است.

از نمودار ۲ مشخص است که در این دو سیستم برای تولید برنج، نهاده های الکتریسیته، سوخت دیزل و کود بالاتر از بقیه بوده‌اند. لذا الکتریسیته با مقدار ۵۰ و ٤۲ درصد از کل انرژی نهاده برای هر دو سیستم نشاکاری و خشکه‌کاری بالاترین سهم از کل انرژی مصرفی در تولید برنج را به خود اختصاص می‌دهد که این نتایج با یافته‌های پاتاک (۱۹۸۵) و کنک‌جی (۲۰۰۵) مطابقت دارد. کمترین انرژی نهاده‌بر مربوط به سم برای هر دو سیستم بوده است که حدود ۰/۵ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده بود.

نمودار۲- قسمت‌های اصلی مصرف کننده انرژی در تولید برنج



	سوخت	ماشینها	کود	سم	بذر	نیروی انسانی	الکتریسیته	آبیاری
نشاکاری	9413	936	6148	130	963	2614	24848	4969
خشکه کاری	7398	826	6197	146	1005	1549	14469	2953

طبق جدول ۲ بین تعدادی ازنهاده‌های انرژی در تولید برنج اختلاف وجود دارد که با تجزیه واریانس و مقایسه دو سیستم توسط آزمون t مستقل (جفت نشده)، اختلافات بین نهاده‌های دو سیستم مشخص گردید. مطابق جدول ۲ بین انرژی مصرف شده در قسمت الکتریسیته در هر دو سیستم در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. دلیل بالا بودن انرژی الکتریکی مصرفی به تسطیح نامناسب زمین‌های کشاورزی و هدر رفت بیش از حد آب بر می‌گردد. از طرفی نیاز زیاد گیاه برنج به آب و همچنین شدت بالای تبخیر و تعرق به دلیل شرایط آب و هوایی گرم در منطقه رامهرمز باعث شده که حجم بالایی از آب در واحد هکتار به مزارع پمپاژ شود. در حال حاضر سیستم غالب آبیاری در ایران بصورت غرقابی می‌باشد که در بین تمامی سیستم‌های آبیاری پایین‌ترین بازده را داشته و تا ۸۰ درصد افت دارد. به‌دلیل اینکه اعمال رژیم آبیاری مناسب به منظور استفاده بهینه از آب در زراعت برنج بسیار مهم و ارزشمند است لذا در این راستا رژیم آبیاری یک روز در میان (روزانه ۸ ساعت آبیاری) مناسب‌ترین شیوه آبیاری در خشکه‌کاری است که در منطقه اجرا می‌گردد. این شیوه آبیاری باعث کاهش حجم آب مصرفی به میزان ٤٥ درصد نسبت به سیستم نشاکاری خواهد شد.

دومین نهاده انرژی بر سوخت مصرفی دیزل می‌باشد که طبق جدول ۲ اختلاف معنی داری بین دو سیستم وجود دارد. میزان انرژی مصرف سوخت در اکثر تحقیقات انجام شده در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارد . این مطلب را محمدی (۲۰۰۸) به اثبات رسانده است. از آن آنجائیکه در سیستم خشکه‌کاری (کشت مستقیم) عملیات خاک‌ورزی خزانه به‌کلی حذف شده و عملیات تهیه زمین بیشترین مصرف سوخت را در مصرف انرژی دارد لذا مصرف سوخت به مقدار قابل توجهی نسبت به سیستم نشاکاری کاهش می‌یابد.

سومین نهاده انرژی بر، کود شیمیایی می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس طبق جدول ۲ نشان می‌دهدکه بین دو سیستم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. عدم معنی دار شدن حاکی از آن است که روش‌های کاشت در دو سیستم، تاثیری بر کاهش یا افزایش مصرف کود نداشته است.

همانطوری‌که از جدول ۲ پیداست انرژی مصرف شده در قسمت نیروی انسانی در دو سیستم تولیدی برنج در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. از آنجائیکه در سیستم نشاکاری کلیه عملیات کاشت (بذرپاشی، نشاکاری) و داشت توسط نیروی انسانی انجام می‌گیرد منطقی است که در پروسه تولید برنج در این سیستم از نیروی انسانی بیشتری در منطقه استفاده گردیده است. انرژی نیروی انسانی نسبت مستقیم با درجه مکانیزاسیون مزارع دارد و به نحوی‌که هر چه مزارع مکانیزه‌تر باشد، استفاده از نیروی انسانی کمتر می‌شود لذا ترویج سیستم خشکه‌کاری در منطقه مزید بر این مسئله خواهد بود. تجزیه واریانس نهاده‌هایی همچون سم، بذر و ماشینها در ارزیابی دو سیستم تولیدی برنج در جدول ۲ آمده است. شاخص نسبت انرژی از نتیجه انرژی خروجی بر انرژی ورودی به‌دست می‌آید. طبق جدول ۳ نتایج نشان داد که متوسط کل کارایی (نسبت) انرژی در منطقه رامهرمز در دو سیستم نشاکاری و خشکه‌کاری به ترتیب ۱ و ۱/۲۵ می‌باشد. تحقیق پیمان و همکاران (۱۳۸٤) در استان گیلان نشان دادند که کارایی انرژی در تولید برنج به روش نیمه‌مکانیزه نسبت به روش سنتی بیشتر است. کارایی انرژی برای سنتی و نیمه‌مکانیزه ۲/۰۹ و ۲/۲۱ محاسبه شد. نتایج نشان داده که روش نیمه مکانیزه کاراتر و کم هزینه‌تر است و به عبارتی از وضعیت مطلوب‌تری از لحاظ مصرف انرژی برخوردار است که این مسئله با نتایج تحقیق انجام شده در منطقه رامهرمز مطابقت دارد. نصیری و سینگ (۲۰۰۸) مقدار این شاخص را طی مطالعه‌ای در پنجاب هند بر روی برنج ۳/۹٦ محاسبه نمودند. درست است که انرژی خروجی (تولیدی) در سیستم نشاکاری بیشتر از خشکه‌کاری است اما به دلیل اختلاف چشمگیر و کاهش حدود ۱٦۰۰۰ مگاژول انرژی ورودی به داخل سیستم خشکه‌کاری، وضعیت نسبت انرژی در این سیستم مطلوب تر از نشاکاری به نظر می‌رسد. بنابراین جهت تغییر در شیوه آبیاری، کاهش عملیات خاک‌ورزی، حذف عملیات کاشت توسط نیروی انسانی و مسائلی از این قبیل باعث کاهش مجموعه انرژی‌های ورودی در سیستم خشکه‌کاری گردید.

جدول ۲- تجزیه واریانس انرژی نهاده‌های مصرف شده در هر دو سیستم برای تولید برنج (آزمونt)

نهاده	درجه آزادی	میانگین سیستم		آماره **t**	سطح معنی دار بودن
		نشاکاری	خشکه‌کاری		
سوخت دیزل	۱۸۳	۹٤۱۳	۷۳۹۸	٤/۸٥**	۰/۰۰۰
ماشین‌ها	۱۸۳	۹۳٦	۸۲٦	۱/٥۸n.s	۰/۱۱٥
بذر	۱۸۳	۹٦۳	۱۰۰٥	۱/۱۹n.s	۰/۲۳٥
سم	۱۸۳	۱۳۰	۱٤٦	۱/۹۹*	۰/۰٤۷
الکتریسیته	۱۰۰	۲٤۸٤۸	۱٤٤٦۹	۳/۹٥**	۰/۰۰۰
آبیاری	۱۰۰	٤۹٦۹	۲۹٥۳	۳/٥۲**	۰/۰۰۱
نیروی انسانی	۱۸۳	۲٦۱٤	۱٥٤۹	۱۲/٦۲**	۰/۰۰۰
کود	۱۸۳	٦۱٤۸	٦۱۹۷	۰/۳۷n.s	۰/۷۱۱
انرژی کل	۱۸۳	٥۰۰۲۲	۳٤٥٤۳	٤/۸٥**	۰/۰۰۰

n.s : غیر معنی‌دار * : در سطح ۵ درصد معنی‌دار ** : در سطح ۱ درصد معنی‌دار

وضعیت انرژی خالص خروجی، بهره‌دهی انرژی و انرژی ویژه در دو سیستم تولیدی برنج در جدول ۳ نشان داده شده است. هر چند بین بهره‌دهی انرژی در دو سیستم اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید اما مقدار آن در سیستم خشکه‌کاری بیشتر شده است چرا که هر چه مزارع به سمت مکانیزه شدن پیش روند از اصول علمی و مدیریت صحیح بیشتری بهره می‌گیرند و میزان این شاخص را افزایش می‌دهند.

جدول۳- تجزیه واریانس شاخص‌های مصرف انرژی در تولید برنج (در حالت عدم استفاده از بقایا)

شاخص انرژی	درجه آزادی	میانگین سیستم		آماره t	سطح معنی دار بودن
		نشاکاری	خشکه‌کاری		
نسبت انرژی	۱۸۳	۱/۰۰٤	۱/۲۵۲	۲/٦۰۹**	۰/۰۱۰
افزوده خالص انرژی	۱۸۳	۳۹۳	۸۸۲۲	٦/۵۱٤**	۰/۰۰۰
بهره دهی انرژی	۱۸۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۱/۲۵۸n.s	۰/۲۱۰
انرژی ویژه	۱۸۳	۱٤/۷	۱۱/۷	۳/۰۷۵**	۰/۰۰۲

n.s : غیر معنی‌دار * : در سطح ۵ درصد معنی‌دار ** : در سطح ۱ درصد معنی‌دار

نتیجه‌گیری و پیشنهاد ها :

بررسی نتایج بدست آمده حاکی از آن است که بیشترین سهم مصرف انرژی در هر دو سیستم تولیدی برنج مربوط به انرژی الکتریسیته جهت استحصال آب از چاه بوده است که مهمترین عامل بالا بودن انرژی الکتریکی مصرفی، تسطیح نامناسب زمین‌های کشاورزی و هدر رفت بیش از حد آب می‌باشد. لذا تسطیح نامناسب مزارع با دستگاههایی مانند لولر لیزری و ترویج سیستم‌های نوین آبیاری مانند بارانی و قطره‌ای از راههای مؤثر بر کاهش مصرف انرژی در قسمت الکتریسیته و آبیاری می‌باشد. بعد از الکتریسیته سوخت مصرفی دیزل بیشترین نهاده انرژی بر بوده که با برنامه*ریزی در جهت تغییر در سیستم خاک‌ورزی سنتی به خاک‌ورزی حفاظتی، عامل مؤثری در کاهش انرژی ناشی از سوخت مصرفی می‌باشد.* همچنین *نسبت انرژی برای هر دو سیستم تولیدی برنج به ترتیب ۱ و ۱/۲۵ و بهره‌دهی انرژی* ۰/۰۷ و ۰/۰۹ محاسبه گردید که با مقایسه دو سیستم توسط آزمون t، سیستم خشکه‌کاری کاراتر و از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار بود. از آنجائیکه هدف در سیستم خشکه‌کاری کاهش هزینه‌ها، نهاده‌های مصرفی و رفع عملیات سخت و طاقت فرسا برای کشاورز است لذا با مدیریت صحیح و افزایش بهره‌وری در استفاده از نهاده‌ها (آب، بذر، سم و کود) و لزوم نظارت و پشتیبانی دقیق دولت برای بالا بردن راندمان کشاورزانی که این سیستم را به کار می‌برند احساس می‌شود.

فهرست منابع

۱- الماسی، م.، ش. کیانی و ن. لویمی. ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات جنگل. چاپ چهارم. ۲۹۳ صفحه.

۲ - بی‌نام. ۱۳۸٦. آمارنامه کشاورزی، دفتر طرح و برنامه مدیریت جهاد کشاورزی استان خوزستان.

۳ – پیمان، م. رومی، ر. و علی زاده، م. ۱۳۸٤. تعیین انرژی مصرفی در دو روش سنتی و مکانیزه برای تولید برنج (بررسی موردی در استان گیلان). تحقیقات مهندسی کشاورزی، ٦ (۲۲):۸۰–٦۷.

۴ – طیب‌طاهر، م. الماسی، م. و افضلی، س. ۱۳۸۷. بررسی چگونگی سیر مصرف انرژی در تولید نیشکر و ارائه راهکارهای مناسب جهت افزایش بهره‌وری در یک واحد کشت‌وصنعت شمال خوزستان. پنجمین کنگره مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه فردوسی مشهد.

۵ – منصورفر، ک. ۱۳۷٦، روشهای آماری، انتشارات دانشگاه تهران.

6- Alam, M. S. Alam, M. R. and Islam, K. K. 2005. Energy flow in agriculture: Bangladesh. American Journal of Environmental Sciences, 1 (3): 213- 220.Uzunoz, M., Y. Akcay and K. Esengun. 2008. Energy input-output analysis of sunflower seed oil in Turkey. Energy Sources, 3: 215-223.

7- Bockari – Gevao , S. M. , W. I. Wan ishak, Y. Azmi, and C.W. Chan. 2005. Analysis of energy consumption in lowland Rice- based cropping system of Malaysia. Songklannakarin Journal of Science and Technology, 7(4) : 819-826.

8- Cetin, B. and A. Vardar. 2008. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in turkey. Renewable Energy, 33:428-433.

9- Chaudhary, V.P., Gangwar and D.K. Pandey. 2006. Auditing of energy use and output of different regions of Thailand.CIGR Electronic journal, Vol. VIII:13pp.

10- Dyer, J.A. and R .L. Desjardins . (2006). Carbon dioxide emissions associated with manufacturing of tractors and farm machinery in Canada Biosystem, Engineering 93 (1): 107-118.

11- Erdal, K. G., E., E. Hilmi and G. orhan. 2007. Energy use and economical analysis of Sugar beet Production in Tolat province of Turkey. Energy, 32: 35-41.

12- Grisso, R.D., M.F. Kocher and D.H. Vaughan.2004. predicting tractor fuel consumption. Applied Engineering in agriculture, 20(5): 553-561.

13- Hatirli, S.A., B. Ozkan, and C. Fert. 2006. Energyinputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renewable Energy, 31: 427-438.

14- Karkacier, O. and Goktolgu, Z. G. 2005. Input- output analysis of energy use in agriculture. Energy Conversion and Management, 46: 1513- 1521.

15- Kengejy, A., Et. Hall. 2005. Irrigation energy efficient of farming system and rice production. Energy conversion and Management. Vol 53: 65-72.

16- Kitani,O. 1998. CIGR, Handbook of agricultural engineering volume 5, Energy & Biomass Engineering. ASAE publication.

17- Mohammadi, A. and SH. Raffiee. 2009. Energy inputs – yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in iran, Renewable Energy, 48: 1-6.

18- Mohammadi, A. Tabatabaeefar, A. Shahin 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, 79: 3566- 3570.

19- Nassiri, S. M., and Singh, S. 2008. Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique.86: 1320-1325.

20- Pathak, B. A.1985. Energy use and management in Agriculture. Breton publishers. Agronomy journal , Vol : 99, 261-273.

21- Shao, H. and Chu, L. 2008. Resource evaluation of typical energy plants and possible functional zone planning in china. Biomass and Bioenergy, 32: 283-288.

22- Singh, J. M. 2002. Onfarm energy use patterm in different cropping systems in Haryana, India. Master of science thesis. Management university of Fllensburg, Germany.

23- Verma, S.R. 1987. Energy in production agriculture and food processing. Proceedings of the national conference held at the Punjab Agricultural University, Ludhana 30-31

October.27pp.
24- Yoo, Sun- Hu, and Yeong- Sang Jung, 1991. Soil Management for Sustainable Agriculture in Korea. Seoul National University, Suwon, Korea. 53: 1341-1353.

Energy Analysis two Different Rice Production System in Khouzestan province east (A Case Study in Ramhormoz Restrict)

Abstract

Undoubtedly the most rice consumed nutrients after of bread in the diet of Iranians. It is not on the table daily can be considered the poverty line. According data to collect field studies about how different farming operations in two transplanting and dry seeding (direct seeding) system on this product, energy input and output values was calculated and the energy index in this regard were evaluated. Energy ratio in the two system transplanting and dry seeding 1, 1/25 , respectively, and productivity energy in order to post 0/07 , 0/09, respectively. By comparing these two system t test, dry seeding system more favorable position enjoyed. Highest share of energy inputs in both the electricity system is owned. One way to optimize the energy consumption of this product in the high energy electricity and irrigation, especially in transplanting system, review of plant water requirements in the environmental conditions and influential factors such as evapotranspiration, land leveling, irrigation method and etc, next to measuring performance of different irrigation systems to be comprehensive in the end without a negative impact on both system performance, cause save more texture. Since the purpose of dry seeding what lower costs and solve a difficult operation and purgatory for agriculture is therefore appropriate management and increase productivity advantage in the use of inputs (water, poison, fertilizer and seed) and accurate administration support for farmers to increase the efficiency of the system in the region to felt being is work.

Keywords: Rice, Energy, Production systems, Ramhormoz city