بررسی مصرف انرژی در دو روش سنتی و مکانیزه برای تولید برنج رقم‌های هاشمی و گوهر (مطالعه موردی: شهرستان صومعه‌سرا)

محسن حبیبی زاده[1*]، محمد غلامی پرشکوهی

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲٦

چکیده

اهداف تحلیل‌های انرژی، کاهش مصرف نهاده‌های انرژی و جایگزینی منابع انرژی تجدیدپذیر در فرآیند کشاورزی و حتی المقدور کاهش هزینه‌های تولید و روش‌های تولید می‌باشد. تحقیق حاضر از لحاظ هدف کاربردی است، چون نتایج آن برای برنامه‌ریزان، دست اندرکاران سیاست‌های توسعه کشاورزی کشور قابل استفاده می‌باشد. این تحقیق در شهرستان صومعه‌سرا و در مزارع برنج انجام شد. برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز پرسش‌نامه‌های مقدماتی طراحی شد که برای پیش آزمون اولیه در مصاحبه با تعدادی کشاورز در منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مجموع کل انرژی نهاده در روش سنتی و مکانیزه تولید برنج گوهر به ترتیب برابر ۱۸۹٤۷ و ۲٤۵۰۷ مگاژول در هکتار و در تولید برنج رقم هاشمی به‌ترتیب برابر ۱۸۲٦٦ و ۱۹۵۷۱ مگاژول در هکتار بود. بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به نهاده بذر، سم و کود شیمیایی بود. انرژی معادل مصرف سوخت نیز پس از آن در رتبه بعدی قرار گرفت. میزان مصرف انرژی در روش مکانیزه به مقدار ۱۸/٤ درصد بیشتر از روش سنتی بود. روش سنتی نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی بالاتری نسبت به مکانیزه دارا بود. رقم گوهر در مقایسه با رقم هاشمی، بهره‌وری و نسبت انرژی بیشتری داشت.

کلمات کلیدی: شاخص‌های انرژی، مصرف انرژی، برنج گوهر، برنج هاشمی، شهرستان صومعه‌سرا

مقدمه

تأمین غذا و نیازهای جمعیت روز افزون جامعه بشری نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتری در زمینه انرژی به عنوان یک نهاده داشته است. به نحوی که طی قرن‌ها، نیروی حیوانات به خدمت گرفته شده و کمی بعد بشر با کنترل کردن نیروی آب و باد، آنها را جایگزین نیروی حیوانات کرد. با این تغییرات ضمن آزاد شدن وقت و انرژی بیشتری از خود انسان، نیروی بیشتر و ارزانتری نسبت به گذشته در اختیار او قرار گرفت.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی- تاکستان
*نویسنده مسئول: Email: mohsen-habibizade@yahoo.com
۲- دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

این در حالی است که با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و محدودیت در منابع آب و خاک، مکانیزاسیون در راستای دستیابی به اهداف تخصصی (ماشینی) و عمومی و با هدف افزایش تولید در واحد سطح یک ضرورت به شمار می‌رود و برای انجام کارهای کشاورزی و مکانیزه کردن آنها مقادیر زیادی انرژی مصرف شده و هزینه‌های قابل توجهی برای تأمین قدرت مورد نیاز در مکانیزاسیون صرف می-شود(الماسی، ۱۳۸۰).

برنج یکی از ارزشمندترین محصولات کشاورزی است زیرا ماده غذایی یک سوم مردم جهان را تامین می‌کند و از طرفی یکی از کالاهای استراتژیک می-باشد. بطوریکه در طول سال‌های ۱۹۸۰–۱۹۸۸ از ۱۰۵ کشور جهان فقط ١٤ کشور برای تامین برنج خود، وابسته به بازار جهانی برنج نبودند (Sarker et al, 1989). همچنین در سال ۲۰۱۰ کشت این محصول ١٦١میلیون و ٧٦٢ هزار هکتار از اراضی جهان را به خود اختصاص داده است که در این سطح از اراضی ۷۰۱ میلیون و ۱۲۸ هزار تن شلتوک با متوسط عملکرد٤٣٠٠ کیلوگرم در هکتار تولید گردید (Anonymous, 2012)

شاخص‌های پایداری مقادیر کمی متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی هستند که در مورد شرایط محیطی آگاهی می‌دهند. با توجه به این داده‌ها، معیاری به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان کارایی سیستم تولید را ارزیابی نمود. هنگامی که شاخص‌ها تدوین شده و به کار می‌روند باید از آنها به عنوان ابزاری برای مطالعه روندها، مشخص کردن شرایط خاص محیطی و کمک به تصمیم‌گیری‌های کلان در سیاست‌گذاری بهره گرفت. این شاخص‌ها توسط بسیاری از محققان با گرایش‌های متفاوت و با نوع بینش تخصص خود در رابطه با کمی نمودن ابعاد مختلف پایداری، تدوین و به کار گرفته شده است. از جمله این شاخص‌ها، شاخص مدیریت انرژی است. مدیریت انرژی یکی از مباحث مهم در زمینه کشاورزی پایدار است. این مسأله نه تنها در شرایط کنونی مورد توجه سیاست‌گذاران است بلکه در دهه‌های آینده نیز یکی از چالش‌های اصلی در جهان، به ویژه در بخش کشاورزی محسوب می‌شود، زیرا روند فعلی تولید محصولات کشاورزی، آثار سوء بر پایداری کشاورزی خواهد داشت (Kennedy, 2000).

نقش انرژی در توسعه و کارایی کشاورزی بسیار با اهمیت است. در سال‌های گذشته مصرف انرژی، به ویژه سوخت‌های فسیلی و کودهای شیمیایی در کشاورزی افزایش چشمگیری داشته است و انرژی وارد شده در واحد سطح برای تولید محصول بسیار بیش از گذشته شده است. عوامل اصلی افزایش مصرف انرژی در بخش کشاورزی، افزایش جمعیت، محدودیت زمین‌های قابل کشت، ارزان بودن سوخت و کود، و افزایش سطح زندگی و توقعات مردم است.

بخش کشاورزی به طور متوسط ۵ درصد از کل منابع انرژی در جوامع را مصرف می‌کند. البته با در نظر گرفتن ضایعات تبدیلی و فرآوری محصولات کشاورزی و سیستم توزیع، این سهم به ١٦ تا ٢٠ درصد نیز می‌رسد (Pimentel et al, 1999).

هدف اصلی یک سیستم کشاورزی تولید فرآورده‌هایی از حیوانات و گیاهان ویژه با به کارگیری کنترل شده آنها است، میزان تولید باید بیشتر از میزان نهاده باشد، بنابراین یک کشاورزی سیستماتیک و هدفمند ، همیشه با به کارگیری

معقولانه منابع تولید سروکار دارد (خلیلی و همکاران، ۱۳۷۷). پایداری سیستم‌های تولیدی انسانی، یکی از موضوعات مهم بحث و مطالعات از دهه ۸۰ میلادی بوده است. در قلمروی کشاورزی، پژوهشگران به دشواری می‌توانند پایداری یک اکوسیستم را اندازه‌گیری کنند. ارزیابی انرژی خروجی به انرژی ورودی(نسبت انرژی) یک ابزار اندازه‌گیری میزان پایداری کشاورزی می‌باشد و با محاسبه تمامی نهاده‌های ورودی به سیستم و محصول خروجی ممکن می‌شود (Barber, 2003). محدودیت زمین قابل کشت با توجه به افزایش جمعیت و محدودیت نیروی کار باعث شده تا برای تولید محصولات کشاورزی مصرف انرژی فسیلی و در نتیجه هزینه انرژی مصرفی افزایش یابد که در برخی کشورها با وجود رشد بهره‌وری کشاورزی ناشی از افزایش عملکرد در هکتار، با تخریب شدید محیط زیست همراه شده است. از اینرو، مصرف کارآمد انرژی یکی از شرایط برای دستیابی به کشاورزی پایدار است. زیرا صرفه‌جویی اقتصادی، حفظ منابع فسیلی و کاهش آلودگی محیط زیست را به دنبال دارد. بروز مشکلات عدیده زیست محیطی و همچنین حساسیت جوامع نسبت به پایان‌پذیر بودن این منابع باعث شده تا الگوهای مصرف انرژی برای تداوم و دستیابی به توسعه پایدار، تغییر یابند. تولید محصول به اندازه کافی، حفظ منابع محیط زیست و سودآوری، لازمه پایداری یک سیستم کشاورزی هستند (Yadav et al, 1991).

شیخی (۱۳۹٤) در تحقیقی میزان مصرف انرژی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج رقم طارم در شهرستان جویبار را بررسی نمود. برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز پرسش‌نامه‌های مقدماتی طراحی شد که برای پیش آزمون اولیه در مصاحبه با تعدادی کشاورز در منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مجموع کل انرژی نهاده در روش کشت سنتی و نیمه مکانیزه به ترتیب برابر ۲۸/٦ و ۲۵/۱ گیگاژول در هکتار بود. انرژی ستانده نیز به ترتیب برابر ٦۹/۱ و ٦۵/۵ گیگاژول در هکتار بود. بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به نهاده بذر، سم و کود شیمیایی (به ترتیب برای روش سنتی و نیمه‌مکانیزه ۷٤ و ٦٦ درصد) بود. انرژی معادل مصرف سوخت (به ترتیب برای روش سنتی و نیمه‌مکانیزه ۱۷ و ۲۹ درصد) نیز پس از آن در رتبه بعدی قرار گرفت. نسبت انرژی در روش سنتی و نیمه مکانیزه به ترتیب برابر با ۲/٤۲ و ۲/٦۱ و بهره وری انرژی نیز به‌ترتیب برابر ۰/۱٦٤ و ۰/۱۷۸ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه گردید.

برنج تحت هر دو سیستم سنتی(TS) و مکانیزه (MS) در ایران به عمل می‌آید. در مطالعه‌ای مصرف انرژی برنج در مازندران، استان شمالی ایران بررسی شد. شاخص‌ها عبارت بودند از انرژی خالص، کارآمدی استفاده از انرژی، انرژی ویژه، بهره‌وری انرژی، انرژی مستقیم، انرژی غیر مستقیم، انرژی تجدید پذیر، انرژی تجدید ناپذیر و انرژی ورودی کل. داده های اولیه از طریق برآورد میدانی و بازدیدهای شخصی با استفاده از پرسش نامه از ٤۸ مرکز خدمات کشاورزی در استان مازندران جمع آوری شد. داده های انتهایی و معادل‌های انرژی هم از منابع موجود با استفاده از داده های جمع آوری شده در دوره‌ی زمانی ۲۰۰۷-۲۰۰۸ جمع آوری شدند. آنالیز داده ها نشان دادند که سوخت دیزلی بیشترین سهم را در انرژی کل برای تولید برنج دارد، کود شیمیایی، هر دو نوع TS و MS در رده‌ی بعد قرار می‌گیرند. کارآمدی استفاده از انرژی هم ۱/۷۲ در TS و ۱/٦۳ در MS بود. در کل تغییر معنی داری

با توجه به نیروی کار و مواد شیمیایی در هر دو سیستم دیده نشد (Aghaalikhani et al, 2013).

رابطه اندازه زمین با بهره‌وری (عملکرد اقتصادی)، هزینه و درآمد

رابطه اندازه زمین با بهره‌وری یکی از مباحث مهم مدیریت مزرعه و سیاست توسعه کشاورزی است. آگاهی از این رابطه می‌تواند سیاست‌گذاران کشاورزی و مدیران مزرعه را در اخذ تصمیمات مربوطه به اندازه واحد کشاورزی کمک نماید و آنها را به سوی برنامه ریزی اقتصادی تر سوق دهد. مثلاً در صورت وجود رابطه معکوس بین اندازه مزرعه با بهره وری، توزیع مجدد زمین بین افراد بی زمین و حرکت در جهت مزارع کوچکتر می‌تواند مفید باشد. برعکس چنانچه رابطه مستقیمی بین اندازه مزرعه با بهره‌وری وجود داشته باشد، یکپارچه سازی اراضی تشکیل و گروه‌های مشاع، سیاست مطلوبی به نظر می‌رسد (عبدالهی، ۱۳۷۹).

در خصوص اندازه زمین و تأثیر آن بر هزینه و عملکرد اقتصادی نظریه‌های متفاوتی ابراز شده است. عده‌ای بر این عقیده‌اند که هرچه اندازه مزرعه کوچکتر باشد اداره آن اقتصادی‌تر شده، هزینه‌های آن کاهش یافته و در نهایت سود حاصل از آن افزایش می‌یابد. تعدادی از محققان بر خلاف این عقیده نظر داده‌اند و معتقدند که به کارگیری مزارع کوچکتر اقتصادی نبوده و در مزارع بزرگتر استفاده از ماشین‌های بزرگتر هزینه کمتر مقرون به صرفه‌تر شده و با تقسیم هزینه‌های ثابت بر واحد سطح، بهای تمام شده محصول تولیدی کاهش یافته و عملکرد اقتصادی مزرعه افزایش می‌یابد. گروه سوم هر دو نظریه بالا را مردود دانسته و بر این عقیده اند که اندازه کوچکتر و بزرگتر از حد مزرعه هر دو به دلایل ذکر شده در بالا سبب کاهش عملکرد اقتصادی شده و بالاترین در اندازه خاصی از مزرعه محقق شده و با تغییر اندازه مزرعه در هر دو جهت عملکرد اقتصادی کاهش پیدا می‌کند(Esengun et al, 2007).

مکانیزاسیون کشاورزی

مکانیزاسیون کشاورزی به معنای جامع به کارگیری تکنولوژی روز با رعایت همه جوانب اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و اقتصادی برای نیل به توسعه‌ی پایدار است (الماسی و همکاران، ۱۳۸۷).

با توجه به شرایط فنی، اقتصادی، اجتماعی و سطح فناوری در هر منطقه، اهداف و اولویت‌های مختلفی از توسعه مکانیزاسیون در آن منطقه مورد انتظار است. به طور کلی، هدف از به کارگیری مکانیزاسیون در کشورهای توسعه یافته کاهش هزینه و در کشورهای در حال توسعه افزایش تولید است.

تولید بهینه نیازمند یکسری نهاده‌های محاسبه شده می‌باشد که مکانیزاسیون انتخابی یکی از این نهاده‌های ضروری است.

مواد و روش‌ها

مشخصات جغرافیایی و توپوگرافی شهرستان صومعه سرا

شهرستان زیبای صومعه سرا یکی از شهرستان‌های غرب استان گیلان می‌باشد. این شهرستان با مساحت ۵۶۳/۷۲۰ کیلومترمربع در ۲۵ کیلومتری غرب شهرستان رشت و ٦ کیلومتری شمال غربی شهر فومن قرار دارد. از غرب به شهرستان‌های ماسال، رضوانشهر و تالش و از شـمال به تالاب بین‌المللی انزلی محدود می‌شود. طبق آخرین آمار جمعیت این شهرستان ۱۳۰۸۰۲ نفر بوده و از سه بخشِ بخش مرکزی، تولم شهر و گوراب زرمیخ تشکیل شده است. این شهرستان رتبه دوم کشت

برنج با مساحت ۲۷۹۷۲ هکتار را در گیلان را دارد (بی‌نام، ۱۳۹۲).

شاخص‌های انرژی

برای استفاده از مطالعات انرژی در یک منطقه و مقایسه وضعیت آن با مناطق دیگر احتیاج به عوامل و شاخص‌های استاندارد انرژی می‌باشد.

نسبت انرژی[3]

عبارتست از نسبت انرژی خروجی (ستاده‌ها) به انرژی ورودی (نهاده ها). این شاخص وضعیت نهاده انرژی نسبت به ستاده انرژی را مشخص می‌کند. اگرچه این شاخص برای تولیدات گیاهی و سوخت-های بیوماس کاربری دارد، اما بیشتر برای محاسبه راندمان انرژی در مناطق است و کمتر به دلیل پیچیده بودن نظام مصرف انرژی در شرایط صنعتی کاربرد دارد (کیهانی، ۱۳۸۵).

افزوده (بهره) خالص انرژی(N.E.G)[4]

طبق تعریف عبارتست از مقدار کل انرژی تولیدی منهای انرژی ورودی. این شاخص، میزان تفاوت را در هکتار مشخص می‌سازد. معمولاً هدف، رسیدن به بیشترین مقدار NEG است (کیهانی، ۱۳۸۵).

بهره‌وری انرژی[5]

بهره‌وری انرژی شاخصی است که نشان می‌دهد در هر زمان برای هر نوع محصول مشخص در هر منطقه، به ازای هر واحد انرژی مصرفی، چه میزان تولید می‌شود و رابطه مستقیم با شاخص دارد و نسبت آنها ارزش کالری تولید است. به صورت یک ارزیاب چگونگی بازدهی انرژی در سیستم‌های مختلف تولید که محصول بخصوصی به ما می‌دهند کاربرد دارد. در یک سیستم کارآمد و موثر انرژی ورودی به ازای هر واحد محصول باید در کمترین حد ممکن قرار داشته باشد (کیهانی، ۱۳۸۵).

شدت انرژی[6] (انرژی ویژه)

این شاخص عکس بهره وری انرژی می‌باشد و بیان کننده انرژی صرف شده برای تولید هر واحد از محصول است و یا برابر با انرژی ورودی به جرم محصول است. برای مثال اگر شدت انرژی برابر ۲ مگاژل بر کیلوگرم باشد، یعنی برای تولید هر کیلوگرم محصول ۲ مگاژول انرژی مصرف شده است (کیهانی، ۱۳۸۵).

در روش ارزیابی سیستم‌های کشاورزی در مزرعه، انرژی ورودی خورشیدی و آب لحاظ نمی‌گردد بنابراین غالباً کارآیی انرژی مقادیری بالاتر از یک و بهره‌خالص انرژی عددی مثبت می‌باشد و نیز بهره-دهی انرژی مقادیری بالاتر را نشان می‌دهد.

[3] - Energy Ratio
[4] - Net Energy Gain
[5] - Energy productivity
[6] - Energy intensity

جدول ۱: معادل انرژی محصولات تولیدی (مگاژول/کیلوگرم)

نتایج و بحث

محصولات تولیدی		معادل انرژی (MJ/Kg)	محصولات تولیدی		معادل انرژی (MJ/Kg)
غلات		۱٤/۷	حبوبات		۱٤/۷
سبزیجات	سبزیجات میوه‌ای	۰/۸	خشکبار	میوه‌ها	۱۱/۸
	خربزه و هندوانه	۱/۹	میوه‌های هسته‌دار		۱/۹
	سبزیجات ریشه‌ای و غده‌ای	۱/٦	انگور و غیره		۱۱/۸
	سبزیجات برگی و خوراکی	۱/۲	میوه‌های دانه‌دار		۱/۹
	سایر	۱/٦	مرکبات		۱/۹
گیاهان صنعتی	چغندرقند و نیشکر	۵/۰٤	سیب زمینی	گیاهان ریشه‌ای	۳/٦
	چای	۰/۸			
	توتون و تنباکو	۰/۸	سایر		۱/٦
	دانه‌های روغنی	۲۵			
	سایر	۱۱/۸			

محاسبه انرژی‌های مصرفی(ورودی) در تولید برنج رقم گوهر و هاشمی

انرژی معادل نیروی انسانی

جدول۲: انرژی معادل توان انسانی در تولید برنج گوهر(در هکتار)

نوع عملیات	انرژی واحد (مگاژول بر ساعت)	زمان (ساعت)		انرژی معادل (مگاژول)	
		سنتی	مکانیزه	**سنتی**	مکانیزه
آماده سازی زمین	۱/۹۶	۳۲	۳۰	**۶۲/۷**	۵۸/۸
کاشت	۱/۹۶	۱۶۷	۱۰	**۳۲۷/۳**	۱۹/۶
داشت	۱/۹۶	۶۵	۱۰	**۱۲۷/٤**	۱۹/۶
برداشت	۱/۹۶	۱۹۳	٤	**۳۷۸/۳**	۷/۸
خرمنکوبی و کیسه گیری*	۱/۹۶	۱۷	۵	**۳۳/۳**	۹/۸
مجموع		٤۷٤	۵۹	**۹۲۹**	۱۱۶

جدول۳: انرژی معادل توان انسانی در تولید برنج هاشمی(در هکتار)

نوع عملیات	انرژی واحد (مگاژول بر ساعت)	زمان (ساعت)		انرژی معادل (مگاژول)	
		سنتی	مکانیزه	**سنتی**	مکانیزه
آماده سازی زمین	۱/۹۶	**۳۲**	۳۰	**۶۲/۷**	۵۸/۸
کاشت	۱/۹۶	**۱۵۶**	٤	**۳۰۵/۸**	۷/۸
داشت	۱/۹۶	**۶۰**	۱۱	**۱۱۷/۶**	۲۱/۶
برداشت	۱/۹۶	**۱۸۰**	٤	**۳۵۲/۸**	۷/۸
خرمنکوبی و کیسه گیری*	۱/۹۶	**۱۵**	۵	**۲۹/٤**	۹/۸
مجموع		**٤٤۳**	**۵٤**	**۸۶۸**	۱۰۶

*** عملیات برداشت در روش مکانیزه توسط کمباین مخصوص برنج انجام می‌شود و عملیات کوبیدن نیز در آن انجام می‌شود**

انرژی معادل سوخت مصرفی

جدول ٤: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در تولید برنج گوهر(در هکتار)

نوع عملیات	انرژی واحد (مگاژول بر ساعت)	زمان (ساعت)		انرژی معادل (مگاژول)	
		سنتی	مکانیزه	**سنتی**	مکانیزه
تراکتور و تیلر	٤٧/٨	**٤٥**	٨٥	**٢١٥١**	٤٠٦٣
نشا کار	٤٦/٣	–	٢٠	–	٩٢٦
کمباین برنج	٤٧/٨	–	٢٤	–	١١٤٧
خرمنکوب	٤٧/٨	**٣٧**	–	**١٧٦٩**	–
سمپاش	٤٦/٣	**٦**	٦	**٢٧٨**	٢٧٨
مجموع		**٨٨**	١٣٥	**٤١٩٨**	٦٤١٤

جدول ٥: میانگین سوخت مصرفی و انرژی معادل آن در تولید برنج هاشمی(در هکتار)

نوع عملیات	انرژی واحد (مگاژول بر ساعت)	زمان (ساعت)		انرژی معادل (مگاژول)	
		سنتی	مکانیزه	**سنتی**	مکانیزه
تراکتور و تیلر	٤٧/٨	**٤٥**	٨٥	**٢١٥١**	٤٠٦٣
نشا کار	٤٦/٣	–	٢٠	–	٩٢٦
کمباین برنج	٤٧/٨	–	٢٠	–	٩٥٦
خرمنکوب	٤٧/٨	**٣٧**	–	**١٧٦٩**	–
سمپاش	٤٦/٣	**٦**	٦	**٢٧٨**	٢٧٨
مجموع		**٨٨**	١٣١	**٤١٩٨**	٦٢٢٣

انرژی معادل بذر، سم و کود شیمیایی

جدول ٦: انرژی معادل بذر، سم و کود شیمیایی در تولید برنج گوهر (در هکتار)

نهاده (واحد)	انرژی واحد (مگاژول بر واحد)	مقدار مصرف (واحد)		انرژی معادل (مگاژول)	
		سنتی	مکانیزه	سنتی	مکانیزه
بذر (کیلو گرم)	۲۵	**۱۱۲**	۹۵	**۲۸۰۰**	۲۳۷۵
کود ازت (کیلو گرم)	۷۸/۱	**۹۲**	۱۵۰	**۷۱۸۵**	۱۱۷۱۵
کود فسفر(کیلو گرم)	۱۷/٤	**٦۷**	٥٦	**۱۱٦٦**	۹۷٤
کود پتاس (کیلو گرم)	۱۳/۷	–	۲۵	–	۳٤۲
علف کش (لیتر)	۲۷۸	**٤/۵**	٤	**۱۲۵۱**	۱۱۱۲
آفت کش(لیتر)	۲۳۷	**۵**	۵	**۱۱۸۵**	۱۱۸۵
	مجموع			**۱۳۵۸۷**	۱۷۷۰۳

جدول ۷: انرژی معادل بذر، سم و کود شیمیایی در تولید برنج هاشمی (در هکتار)

نهاده (واحد)	انرژی واحد (مگاژول بر واحد)	مقدار مصرف (واحد)		انرژی معادل (مگاژول)	
		سنتی	مکانیزه	سنتی	مکانیزه
بذر (کیلو گرم)	۲۵	**۱۰۰**	۱۰۰	**۲۵۰۰**	۲۵۰۰
کود ازت (کیلو گرم)	۷۸/۱	**۱۰۰**	۱۰۰	**۷۸۱۰**	۷۸۱۰
کود فسفر(کیلو گرم)	۱۷/٤	**٤۰**	٤۰	**٦۹٦**	٦۹٦
علف کش (لیتر)	۲۷۸	**٤/۵**	٤/۵	**۱۲۵۱**	۱۲۵۱
آفت کش(لیتر)	۲۳۷	**۳**	۳	**۷۱۱**	۷۱۱
	مجموع			**۱۲۹٦۸**	۱۲۹٦۸

انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها

جدول ۸: انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در تولید برنج گوهر (در هکتار)

نهاده (واحد)	انرژی واحد (مگاژول بر واحد)	ساعت کاری (ساعت)		انرژی معادل (مگاژول)	
		سنتی	مکانیزه	**سنتی**	مکانیزه
تراکتور و تیلر	۹۳/٦	**۹/۵**	۸	**۱٤۸**	۱۲۵
نشا کار	۸۷/٦۳	–	۳	–	۱۵
کمباین	۸۷/٦۳	–	۳	–	۱۱۰
خرمنکوب	۸۷/٦۳	**۳**	--	**٤٤**	–
خاک‌ورزی	٦۲/۷	**۹/۵**	۸	**۲۱**	۱۸
سم پاشی	٦۲/۷	**۳**	۳	**٤**	٤
ابزار دستی	۸	**۲۰۰**	۲۵	**۱٦**	۲
مجموع				**۲۳۳**	۲۷٤

جدول ۹: انرژی معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در تولید برنج هاشمی (در هکتار)

نهاده (واحد)	انرژی واحد (مگاژول بر واحد)	ساعت کاری (ساعت)		انرژی معادل (مگاژول)	
		سنتی	مکانیزه	**سنتی**	مکانیزه
تراکتور و تیلر	۹۳/٦	**۹/۵**	۸	**۱٤۸**	۱۲۵
نشا کار	۸۷/٦۳	–	۳	–	۱۵
کمباین	۸۷/٦۳	–	۳	–	۱۱۰
خرمنکوب	۸۷/٦۳	**۳**	--	**٤٤**	–
خاک‌ورزی	٦۲/۷	**۹/۵**	۸	**۲۱**	۱۸
سم پاشی	٦۲/۷	**۳**	۳	**٤**	٤
ابزار دستی	۸	**۱۹۰**	۲۵	**۱۵**	۲
مجموع				**۲۳۲**	۲۷٤

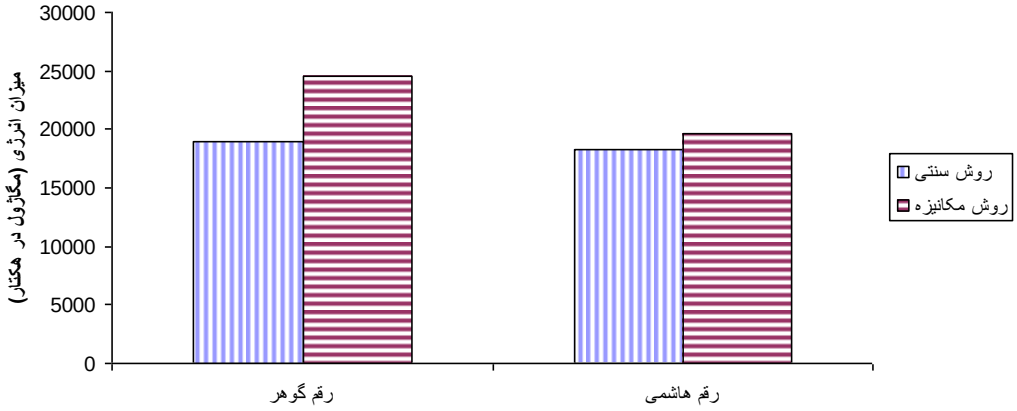
سهم انرژی‌های مختلف ازکل انرژی نهاده

جدول ۱۰: متوسط مصرف انرژی نهاده‌ها در تولید برنج گوهر(در هکتار)

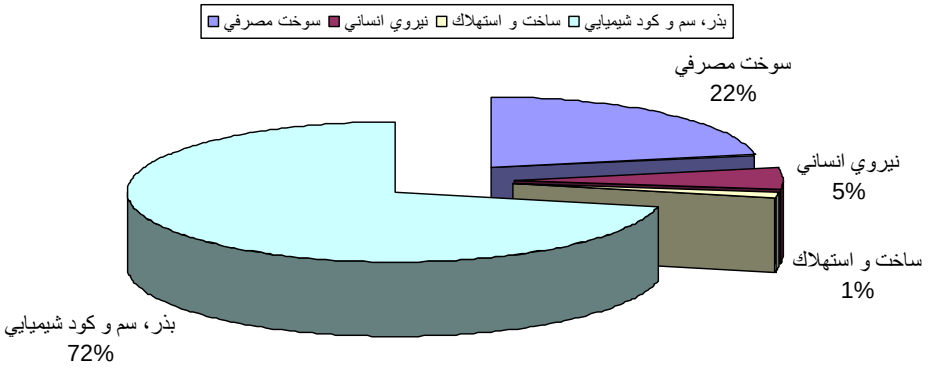
نوع انرژی	نهاده	انرژی معادل (مگاژول)	
		روش سنتی	**روش مکانیزه**
انرژی مستقیم	سوخت مصرفی	٤١٩٨	٦٤١٤
	نیروی انسانی	٩٢٩	١١٦
انرژی غیر مستقیم	ساخت و استهلاک	٢٣٣	٢٧٤
	بذر، سم و کود شیمیایی	١٣٥٨٧	١٧٧٠٣
	مجموع	١٨٩٤٧	**٢٤٥٠٧**

جدول ۱۱: متوسط مصرف انرژی نهاده‌ها در تولید برنج رقم هاشمی(در هکتار)

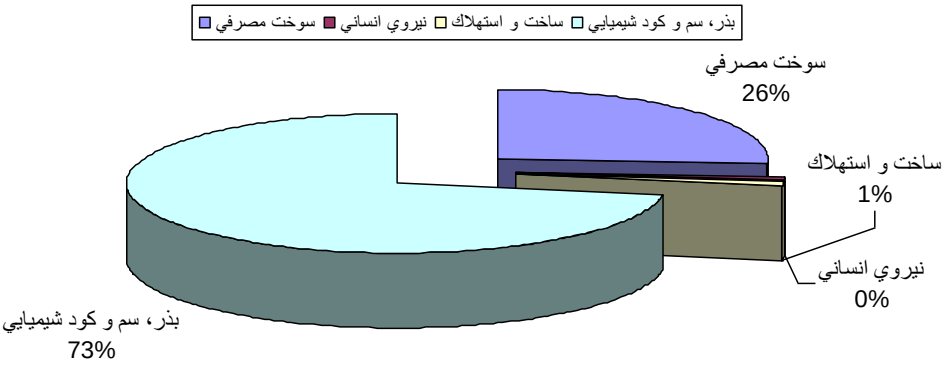
نوع انرژی	نهاده	انرژی معادل (مگاژول)	
		روش سنتی	**روش مکانیزه**
انرژی مستقیم	سوخت مصرفی	٤١٩٨	٦٢٢٣
	نیروی انسانی	٨٦٨	١٠٦
انرژی غیر مستقیم	ساخت و استهلاک	٢٣٢	٢٧٤
	بذر، سم و کود شیمیایی	١٢٩٦٨	١٢٩٦٨
	مجموع	١٨٢٦٦	**١٩٥٧١**



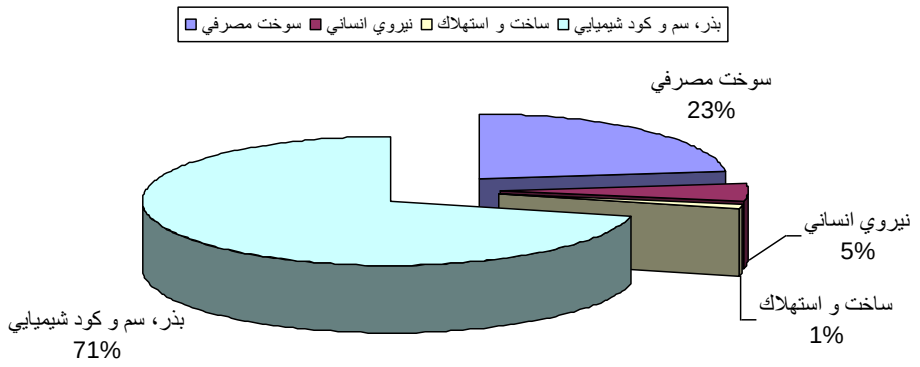
شکل ۱: مقایسه انرژی نهاده



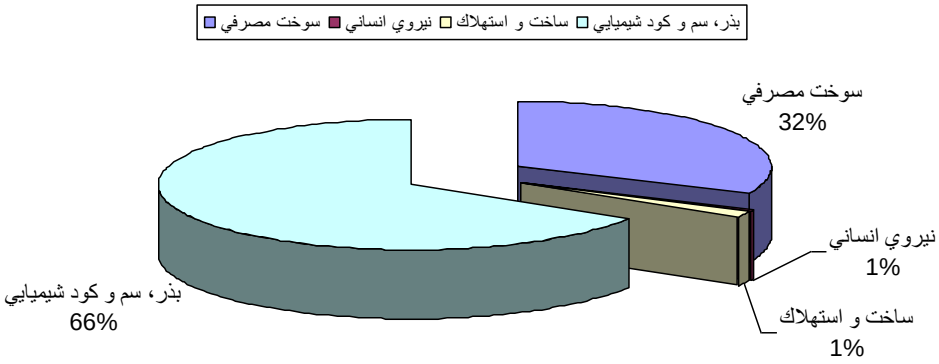
شکل ۲: درصد انرژی معادل مصرف انرژی نهاده‌ها در روش سنتی تولید برنج رقم گوهر



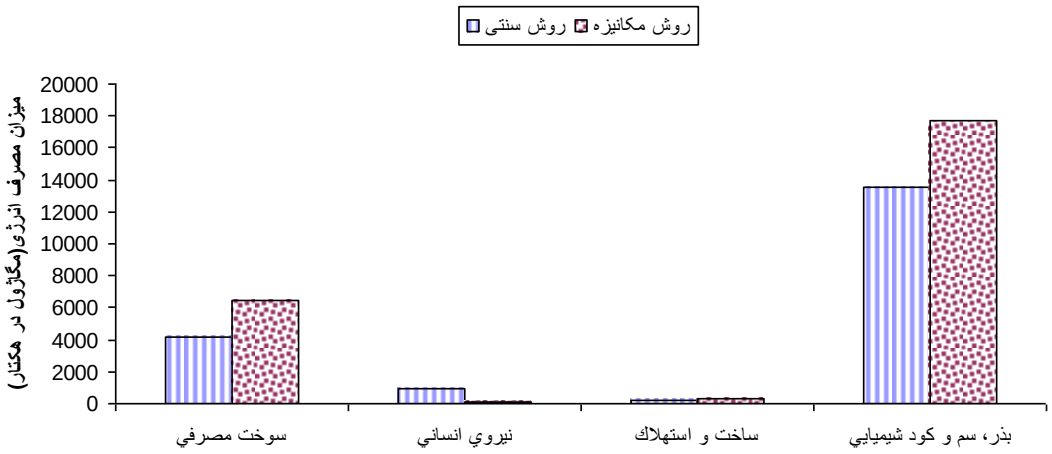
شکل ۳: درصد انرژی معادل مصرف انرژی نهاده‌ها در روش مکانیزه تولید برنج رقم گوهر



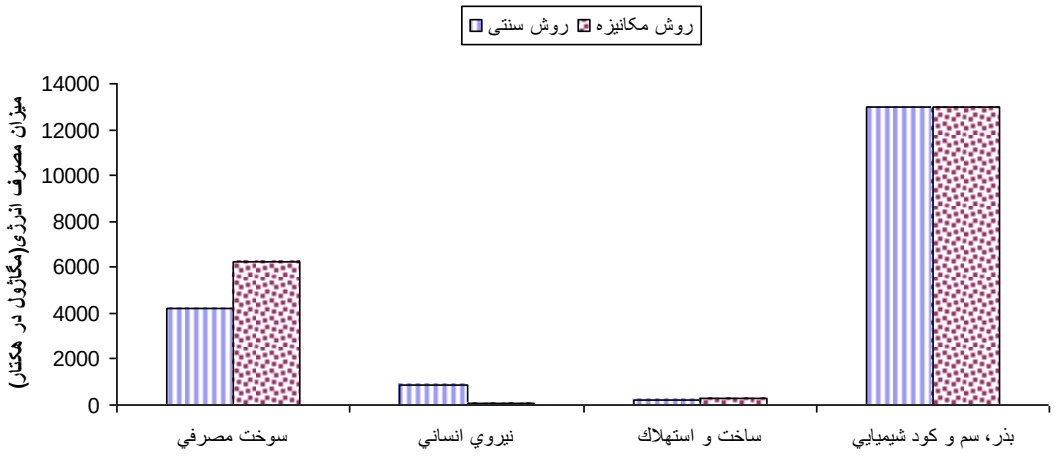
شکل ٤: درصد انرژی معادل مصرف انرژی نهاده‌ها در روش سنتی تولید برنج رقم هاشمی



شکل ٥: درصد انرژی معادل مصرف انرژی نهاده‌ها در روش مکانیزه تولید برنج رقم هاشمی



شکل ٦: مقایسه مصرف انرژی نهاده‌های مختلف در تولید برنج رقم گوهر

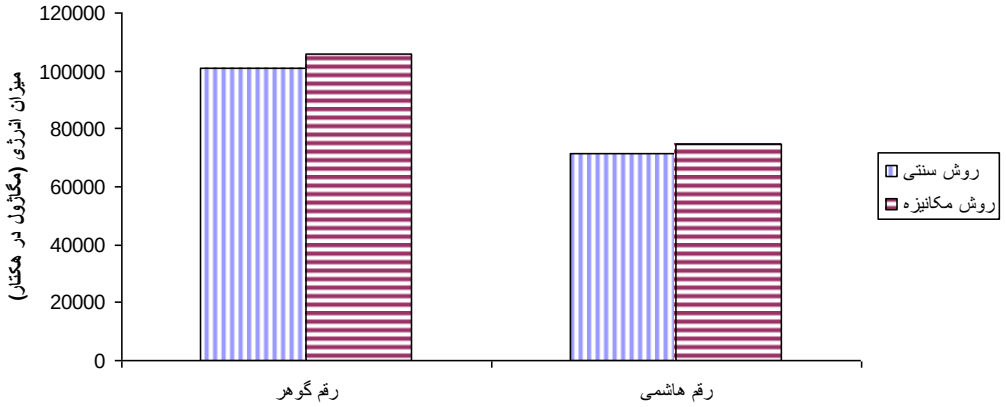


شکل ۷: مقایسه مصرف انرژی نهاده‌های مختلف در تولید برنج رقم هاشمی

انرژی ستانده

جدول۱۲: انرژی ستانده (در هکتار)

رقم	انرژی واحد (مگاژول بر کیلوگرم)	عملکرد (کیلو گرم)		انرژی معادل (مگاژول)	
		روش سنتی	روش مکانیزه	روش سنتی	روش مکانیزه
گوهر	**۱٤/۷**	**٦۸۵۰**	**۷۲۰۰**	**۱۰۰٦۹۵**	**۱۰۵۸٤۰**
هاشمی	۱٤/۷	٤۸۵۰	۵۱۰۰	۷۱۲۹۵	۷٤۹۷۰



شکل ۸: مقایسه انرژی ستانده

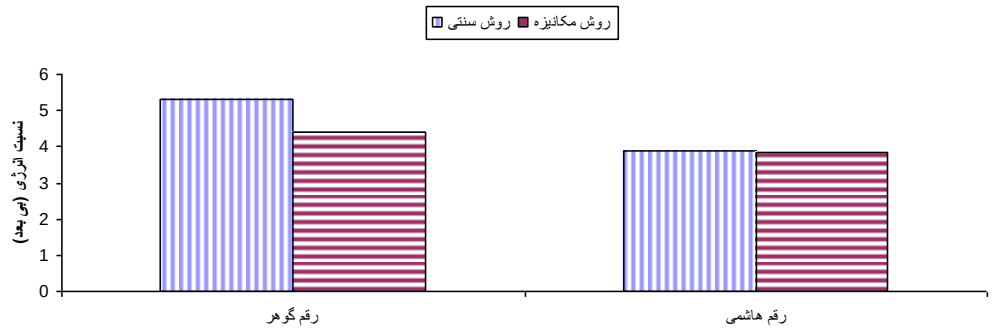
محاسبه شاخص‌های انرژی

جدول ۱۳: شاخص های انرژی در تولید رقم گوهر

شاخص	واحد	روش سنتی	روش مکانیزه
کارایی انرژی	بی بعد	**۵/۳۱**	۴/۳۲
شدت انرژی	مگاژول بر کیلوگرم	**۲/۷۶۶**	۳/۴۰۴
بهره وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	**۰/۳۶۲**	۰/۲۹۴
بهره خالص انرژی	مگاژول	**۸۱۷۴۸**	۸۱۳۳۳

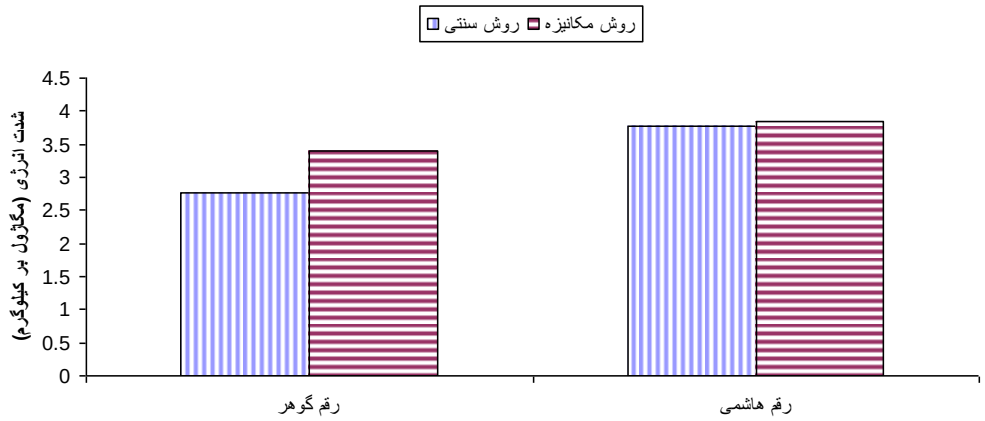
جدول ١٤: شاخص های انرژی در تولید رقم هاشمی

شاخص	واحد	روش سنتی	روش مکانیزه
کارایی انرژی	بی بعد	**۳/۹**	۳/۸۳
شدت انرژی	مگاژول بر کیلوگرم	**۳/۷۶۶**	۳/۸۳۷
بهره وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	**۰/۲۶۶**	۰/۲۶۱
بهره خالص انرژی	مگاژول	**۵۳۰۲۹**	۵۵۳۹۹

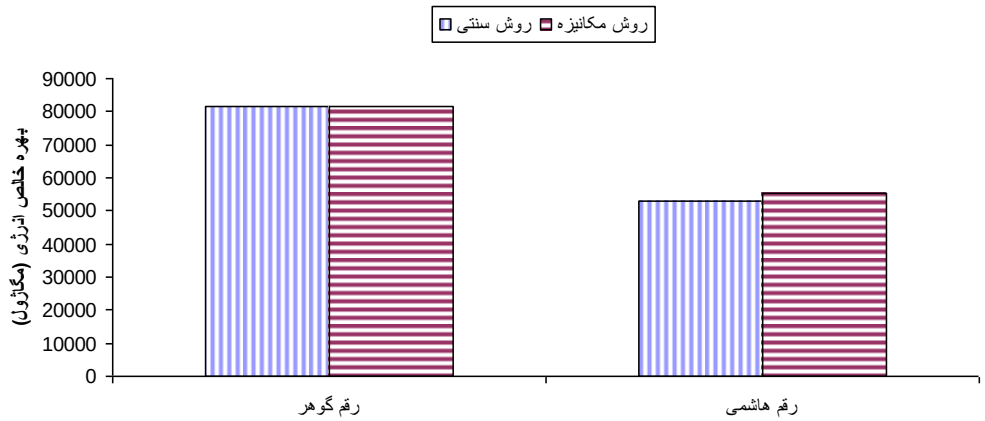


شکل ۹: مقایسه نسبت انرژی

شکل ۱۰: مقایسه بهره‌وری انرژی



شکل ۱۱: مقایسه شدت انرژی



شکل ۱۲: مقایسه بهره خالص انرژی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۱- روش سنتی بیش از ۷ برابر روش مکانیزه به نیروی کارگری بیشتری نیازمند بود.

۲- در تولید برنج گوهر میزان مصرف انرژی نیروی انسانی بیشتر از رقم هاشمی بود.

۳- روش مکانیزه، ۵۰/۵ درصد بیشتر از روش نیمه مکانیزه به انرژی سوخت نیاز داشت.

٤- مجموع کل انرژی معادل بذر، سم و کود شیمیایی در روش سنتی و مکانیزه تولید برنج گوهر به ترتیب برابر ۱۳۵۸۷ و ۱۷۷۰۳ مگاژول در هکتار و در تولید برنج رقم هاشمی برابر ۱۲۹٦۸ مگاژول در هکتار بود. مصرف این انرژی در تولید برنج رقم گوهر بیشتر از رقم هاشمی بود.

۵- مصرف انرژی معادل معادل ساخت و استهلاک ماشین‌ها در تولید برنج رقم گوهر تفاوتی با رقم هاشمی نداشت.

٦- مجموع کل انرژی نهاده در روش سنتی و مکانیزه تولید برنج گوهر به ترتیب برابر ۱۸۹٤۷ و ۲٤۵۰۷ مگاژول در هکتار و در تولید برنج رقم هاشمی ترتیب برابر ۱۸۲٦٦ و ۱۹۵۷۱ مگاژول در هکتار بود.

۷- میزان مصرف انرژی در روش مکانیزه به مقدار ۱۸/٤ درصد بیشتر از روش سنتی بود.

۸- بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به نهاده بذر، سم و کود شیمیایی بود. انرژی معادل مصرف سوخت نیز پس از آن در رتبه بعدی قرار گرفت.

۹- مجموع کل انرژی ستانده در روش سنتی و - مکانیزه تولید برنج گوهر به ترتیب برابر ۱۰۰٦۹۵ و ۱۰۵۸٤۰ مگاژول در هکتار و در تولید برنج رقم هاشمی ترتیب برابر ۷۱۲۹۵ و ۷۵۹۷۰ مگاژول در هکتار بود.

۱۰- روش سنتی نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی بالاتری نسبت به مکانیزه دارا بود.

۱۱- رقم گوهر در مقایسه با رقم هاشمی از بهره‌وری و نسبت انرژی بیشتر برخوردار بود.

پیشنهادها

۱- باید فرهنگ استفاده بهتر از انرژی و استفاده صحیح تر از ادوات کشاورزی، استفاده از رانندگان مجرب تر و افراد و کارشناسان متخصص اشاعه یابد.

۲- بهتر است برای ارزیابی بهتر از آنالیزهای اقتصادی نیز بهره جویی شود.

۳- پیشنهاد می‌شود، تاثیر سواد و تجربه کاری بر میزان مصرف انرژی و شاخص‌های انرژی بررسی گردد.

٤- پیشنهاد می‌شود، تاثیر مالکیت زمین و نوع سیستم کشاورزی و اندازه مساحت زمین نیز بررسی گردد.

۵- مشابه این تحقیق برای سایر محصولات زراعی و باغی بررسی گردد.

منابع

۱. الماسی، م.، کیانی، ش. و لویمی، ن. ۱۳۷۸. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه(س).

۲. الماسی، م. ۱۳۸۰. درس نامه مدیریت مصرف انرژی. کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

۳. شیخی، ن. ۱۳۹٤. بررسی مصرف انرژی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج رقم طارم در شهرستان جویبار. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد تاکستان.

٤. خلیلی، د.، کرمی، ع. و ضمیری، م. ج. ۱۳۷۷. مقدمه‌ای بر سیستم‌های کشاورزی. ترجمه. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

5. Aghaalikhani, M., Kazemi-Poshtmasari, H. and Habibzadeh, F. 2013. Energy use pattern in rice production: A case study from Mazandaran province, Iran. Energy Conversion and Management. Volume 69 May 2013, Pages 157–162.
6. Barber, A. and Scarrow, S. 2001. Kiwi fruit Energy Audit. Agriculture New Zealand, Ltd
7. Kennedy, S. 2000. Energy use in American agriculture. Sustainable Energy Term Paper 2000.
8. Pimentel, D. 1999. Energy inputs in production agriculture. Energy in Farm Production, Elsevier, Amsterdam, pp. 13 – 29.
9. Anonymous, 2012. FAO.

مجله مهندسی زیست سامانه
Journal of Biosystems Engineering

Study of Energy Consumption in Traditional and Mechanized Methods for Hashemi and Gohar Varieties Rice Production (Case study: Sowme'eh Sara county)

Mohsen Habibizade[1*] , Mohammad Gholami Parashkouhi[2]

Received: 8 Februay 2016
Accep: 15 May 2016

Abstract

Goals of energy analysis are decrease of inputs consumption and substitution of renewable energy sources in agricultural process and decrease of production costs and methods as for as possible. This research is applicational, because its results are usable for programmers and people in charge of agricultural progress politics of country. This research was done in rice farms in Sowme'eh Sara county. For achieving needed information elementary questionnaires designed which was evaluated as elementary pre-test in interviewing some farmers. Results showed that total input energy in traditional and mechanized method in Gohar variety was 18947 and 24507 Mj.ha^{-1} and in Hashemi variety was 18266 and 19571 Mj.ha^{-1}, respectively. Maximum energy consumption was related to seed, toxin and chemical fertilizer. The next grade was related to equivalent energy of fuel consumption. Energy consumption in mechanized method was 18.4% more than traditional method. Energy ratio and energy productivity in traditional method was more than mechanized method. Energy ratio and energy productivity of Gohar variety was more than Hashemi variety.

Key word: Energy indices, Energy consumption, Gohar variety, Hashemi variety, Sowme'eh Sara county.

1- Graduate Student Vineyard Agricultural Machinery
* Corresponding Author: Email: mohsen-habibizade@yahoo.com

2- Associate Professor , Islamic Azad University -Takestsn Branch