Archive of SID

تعیین انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج[1]
(بررسی موردی در استان گیلان)

میرحسین پیمان، رضا روحی و محمدرضا علیزاده[2]

۱- چکیده:

نقش انرژی در توسعه و کارایی کشاورزی بسیار با اهمیت است. در سال‌های گذشته مصرف انرژی، به‌ویژه 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. در این مقاله، انرژی مورد نیاز در بخش کشاورزی به ویژه کشت محصول برنج و تبدیل شلتوک به برنج سفید بررسی می‌شود و ضمن تعیین چگونگی محاسبه انرژی مصرفی و تولیدی در کشت محصول برنج و عوامل مؤثر بر آن، شاخص کارایی انرژی (نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی) در دو روش کشت سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج در استان گیلان محاسبه شده است. داده‌های مورد نیاز با بررسی‌های میدانی و مصاحبه به دست آمده و انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه تولید برنج رقم خزر و همچنین شاخص کارایی انرژی محاسبه و تعیین شده است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که روش نیمه مکانیزه از نظر کارایی انرژی نسبت به روش سنتی کاراتر است. کل انرژی مورد نیاز برای تولید شلتوک و تبدیل آن به برنج سفید در هر هکتار از یک رقم برنج متداول در استان گیلان برای دو روش سنتی و نیمه مکانیزه با احتساب آب مصرفی به ترتیب ۷۲۴۸۸/۷ و ۶۸۶۳۳/۸ مگاژول و شاخص کارایی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه به ترتیب ۲/۰۹ و ۲/۲۱ است. بنابراین با توجه به کارا بودن و کم هزینه بودن روش نیمه مکانیزه باید اعتبارات لازم را برای کشاورزان و صاحبان کارخانه‌های برنجکوبی جهت خرید ماشین‌آلات مورد نیاز و اصلاح ساختار فراهم کرد.

۲- واژه های کلیدی:

انرژی، برنج خزر، تبدیل برنج، مکانیزاسیون کشاورزی

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی «بررسی انرژی مصرفی در فرآیند پوست کنی و سفید کردن سه رقم برنج رایج استان گیلان».

۲- به ترتیب استادیار مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه گیلان، آدرس: رشت، کیلومتر ۷ جاده رشت- قزوین، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، تلفن: ۶۶۶۰۰۰۹-۰۱۳۱، پیام نگار: **payman4747@yahoo.com**، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

www.SID.ir

Archive of SID

۳- پیشگفتار:

برای تولید گیاهان و جانورانی که از نظر غذایی و صنعتی مورد نیاز انسان هستند مقادیر قابل توجهی از انرژی اعم از نیروی کار انسانی، و حیوانی یا شیمیایی و فسیلی مصرف می‌شود. امروزه قسمت قابل توجهی از انرژی مورد نیاز در بخش کشاورزی، از مواد حاصل از نفت خام تأمین می‌شود که انرژی لازم را برای به کار انداختن ماشین آلات تأمین می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از قدرت موتور در کشاورزی، علاوه بر افزایش کیفیت و کمیت محصول، باعث صرفه جویی بسیار زیادی در زمان انجام مراحل مختلف کار کشاورزی مانند کاشت، داشت و ... می‌شود و نیاز به‌قدرت بدنی کارگر جهت انجام عملیات کشاورزی را کاهش می‌دهد. به عنوان مثال، تحقیقات نشان داده است که مدت زمان لازم برای شخم یک هکتار زمین با تراکتوری با قدرت ۵۰ اسب بخار حدوداً یک صدم زمان شخم با (بیل) و یک ششم زمان شخم با تراکتوری به‌قدرت ٦ اسب بخار است [٦]. همچنین آمار بیانگر این واقعیت است که مصرف سوخت‌های فسیلی و کودهای شیمیایی افزایش یافته است و انرژی وارد شده در واحد سطح برای تولید محصول بیشتر شده است [۳].

تحقیقات نشان داده است که از عوامل اصلی افزایش مصرف انرژی در بخش کشاورزی افزایش جمعیت، محدودیت زمین‌های قابل کشت، ارزان بودن سوخت، کودهای شیمیایی و افزایش سطح زندگی مردم است [۱۰]. بر پایهٔ همین تحقیقات در بعضی از مناطق به‌جای استفاده از روش‌های مناسب مکانیزاسیون و سیستم‌های بهینه آبیاری برای افزایش محصول در واحد سطح به صورتی نامعقول، از کودهای شیمیایی استفاده می‌شود که خطرهای زیست محیطی گسترده‌ای را به همراه دارد. با توجه به بحران انرژی که امروزه در دنیا بسیار مورد توجه دانشمندان و سیاست مداران است و انتشار گازهای گلخانه‌ای به علت مصرف بی‌رویهٔ سوخت‌های فسیلی که خطرهای زیادی برای محیط زیست و در نتیجه انسان به همراه دارد، تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف انرژی به ویژه سوخت‌های فسیلی تا حد امکان کاهش یابد. بخش کشاورزی نیز از این موضوع مهم استثناء نیست. در اکثر کشورهای پیشرفته و حتی در حال توسعه، انرژی وارد شده در واحد سطح برای تولید محصولات مختلف کشاورزی بررسی شده است و با توجه به انرژی به دست‌آمده از محصول تولید شده و محاسبهٔ شاخص کارایی انرژی (نسبت انرژی تولیدی از محصول به دست آمده به انرژی مصرفی برای تولید محصول در واحد سطح) سعی کرده‌اند سیستم کشاورزی خود را از نظر مصرف انرژی و تولید محصول بهینه کنند.

از مهمترین نوع مصرف انرژی در کشاورزی می‌توان به تولید کودهای شیمیایی و به کارگیری تراکتور و ماشین‌های کشاورزی (از لحاظ انرژی مصرف‌شده برای ساخت و از لحاظ سوخت مصرفی) اشاره کرد. بررسی‌ها نشان داده است که ۲۵ درصد از کل انرژی مصرفی برای تولید ذرت در آمریکا مربوط به استفاده از ماشین آلات و سوخت و ٤۵ درصد آن ناشی از به کار بردن کودهای شیمیایی است [۱۲].

www.SID.ir

Archive of SID

با مقایسهٔ تولید برنج در آمریکا و ژاپن مشخص شد که نظام تولید برنج در ژاپن کاربر[1] و در آمریکا سرمایه بر[2] است. در این دو کشور عملکرد یا تولید محصول در واحد سطح اختلاف چندانی ندارد اما از نظر میزان کار و سوخت مصرفی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در ژاپن برای تولید برنج در یک هکتار ٦٤٠ نفر ساعت نیروی کار و تنها ۹۰ لیتر سوخت. اما در آمریکا برای تولید برنج در همان مساحت ٢٤ نفر ساعت نیروی کار و ۲۲۵ لیتر بنزین و ۵۵ لیتر گازوئیل مصرف می‌شود [۱۰]. استفادهٔ بیشتر از کود و ارقام پر محصول در ژاپن را می‌توان عامل برابری عملکرد در دو کشور دانست. با مقایسهٔ شاخص کارایی انرژی دو کشور، به راحتی می‌توان دریافت که نظام کاربر در ژاپن منجر به ایجاد فرآیند تولیدی با مصرف انرژی کمتر شده است. همچنین بالا بودن میزان استفاده از ماشین در بخش کشاورزی آمریکا را می‌توان به بالا بودن استاندارد زندگی در آمریکا و هزینه‌های نسبتاً بالای نیروی کار در آن کشور مربوط دانست.

بررسی‌ها در کشور نپال در دورهٔ زمانی ۱۹۹۵-۱۹۷۰، نشان می‌دهد تعداد تراکتورهای این کشور تقریباً ٦ برابر شده است اما سهم توان مکانیکی از کل توان فیزیکی[3] قابل دسترس این کشور از ۳٫۵ درصد تجاوز نکرده است و سهم انرژی مکانیکی (ساخت، تعمیر تراکتور و ماشین-های کشاورزی، و سوخت) ۱۷ درصد از کل انرژی وارده در مزارع این کشور را تشکیل می‌دهد که قابل توجه است [۱۳]. آمارها همچنین بیانگر آن است که رشد مصرف انرژی مکانیکی و فسیلی وارد شده در مزارع نپال در دورهٔ مورد بررسی ۲۵ درصد است اما در همین دوره انرژی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی وارد شده به مزارع ٤٦٠ درصد رشد داشته است. این مسئله بیانگر آن است که علی‌رغم افزایش مصرف انرژی، کشاورزی نپال مکانیزه محسوب نمی‌شود.

این مطالب نشان دهندهٔ اهمیت بررسی مصرف انرژی در بخش کشاورزی است. متأسفانه در ایران کمتر به این بحث پرداخته شده و اطلاعات آماری اندکی در این زمینه موجود است. هدف از این تحقیق، بررسی انرژی مورد نیاز در بخش کشاورزی، به ویژه کشت محصول برنج و تبدیل شلتوک به برنج سفید و نیز تعیین شاخص کارایی انرژی برای تولید و تبدیل برنج خزر در دو روش کشت سنتی و نیمه مکانیزه در استان گیلان است. مباحث مطرح شده از نخستین تلاش‌ها برای تعیین رابطهٔ بین انرژی و تولید محصول در کشاورزی و یکی از زمینه‌های اصلی در بهینه سازی ماشین‌های مورد نیاز با هدف کاهش مصرف انرژی است.

- تعاریف

دراینجاضروری است برخی عبارات و اصطلاحات به کار رفته تعریف شوند:

- **انرژی مصرفی:** یا انرژی ورودی، مقدار انرژی مورد نیاز برای تولید محصول کشاورزی در واحد سطح است و معمولاً بر حسب کیلو کالری بر هکتار بیان می‌شود. این انرژی شامل انرژی نیروی کار، ماشین آلات، سوخت مصرف شده، کود، علف کش، بذر کاشته شده و انرژی الکتریسیتهٔ مصرف شده

1- Labor Intensive
2- Capital Intensive

۳- مجموع توان کارگری، دام، و ماشین.

www.SID.ir

Archive of SID

است.

- **انرژی تولیدی:** یا انرژی خروجی، مقدار انرژی موجود در محصول در واحد سطح و شامل انرژی متابولیکی موجود در دانه، ساقه، کاه و کلش است. این انرژی برحسب مگاژول بر هکتار بیان می‌شود.

- **تولید برنج به روش سنتی:** منظور روش رایج کشت و تولید برنج در استان گیلان است که در آن فقط از ماشین‌های تیلر و خرمنکوب برای تهیهٔ زمین و خرمنکوبی استفاده می‌شود و سایرعملیات کشاورزی (کاشت، داشت، و درو) با دست صورت می‌گیرد. در این روش، برای فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید، جز در دمنده ماشین خشک‌کن که با انرژی الکتریکی به‌کار می‌افتد در سایر مراحل از سوخت-های فسیلی برای راه‌اندازی ماشینها استفاده می‌شود. در عملیات تبدیل نیز از خشک‌کن‌های بستر افقی ثابت برای خشک کردن و ماشین‌های الک شلتوک، پوست‌کن غلتک لاستیکی، سفیدکن تیغه‌ای و الک برنج، و بالابرها استفاده می‌شود.

- **تولید برنج به روش نیمه مکانیزه:** در این روش علاوه بر تیلر و خرمنکوب از ماشین‌های نشاکار برنج (عمدتاً چهار ردیفه) و دروگر خود گردان نیز به ترتیب برای نشاکاری و دروی شالی استفاده می-شود. در این روش، عملیات تبدیل شلتوک عمدتاً به کمک انرژی الکتریکی است و تنها مشعل کورهٔ خشک کن با سوخت فسیلی گرما ایجاد می‌کند.

- **شاخص کارایی انرژی:** عددی است بدون بعد که از نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی در سیستم تولید محصول کشاورزی به دست می‌آید.

۴- مواد و روش‌ها:

قسمت اعظم مطالعهٔ حاضر از روش اسنادی و برای تهیهٔ بخشی از آن از روش مصاحبه استفاده شده است. به همین منظور بخش عمدهٔ اطلاعات و داده‌های پایه از گزارش‌های آماری وضعیت تولید برنج استان گیلان استخراج شده که سازمان جهاد کشاورزی این استان منتشر کرده است. مبنای تهیهٔ بیشتر شاخص‌های مورد نیاز مطالعه حاضر نیز اطلاعات فوق بوده است.

یکی از مهمترین شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر شاخص کارایی انرژی است که برای تعیین آن، بر اساس تعریف عنوان شده در بخش قبل، ابتدا مجموع انرژی‌های صرف شده برای تولید محصول و پس از آن انرژی مربوط به کل شلتوک تولید شده محاسبه شد و سپس نسبت بین دو انرژی، یعنی انرژی ورودی به انرژی خروجی، به‌دست آمد. در این تحقیق برای تعیین انرژی مصرفی، نیروی کارگری مورد نیاز هر مرحله از عملیات تولید برنج در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه تعیین و پس از مشخص کردن میزان سختی هر یک از عملیات فوق (با نظرسنجی از کارگران محلی)، مقدار انرژی مصرفی نیروی کارگری در آن مرحله (حاصل ضرب تعداد کارگر در مقدار انرژی مصرفی یک نفر) به دست آمد. انرژی مصرفی برای کار کارگری در تحقیقات مختلف بین ٤۰۰ تا ٦۰۰ کیلوکالری در ساعت در نظر گرفته شده است [٦]. در بعضی از تحقیقات انرژی کار کارگری برای کشاورزی سنتی ۵۵۰ کیلو کالری در ساعت (به‌عنوان مثال شخم با

www.SID.ir

Archive of SID

دست) و برای کشاورزی مکانیزه ٤٥٠ کیلو کالری در ساعت (به عنوان مثال شخم با تراکتور) در نظر گرفته شده است [۸].

میزان نهاده‌های مصرفی برای تولید برنج رقم خزر در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه از گزارشهای سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان استخراج و میزان انرژی موجود در هر نهاده بر اساس میزان پیشنهادی برای واحد نهاده در منابع تعیین شد.

انرژی مصرفی ناشی از کاربرد ماشین آلات برای تولید هر هکتار زراعت برنج رقم خزر شامل انرژی کارگری، انرژی سوخت مصرفی، و انرژی تجهیزات مصرف شده برای ساخت ماشین است. مقدار انرژی فوق بر اساس تحقیقات باورز (Bowers, 1992)، بین ۱۸۰۰۰ تا ۲۱۰۰۰ کیلوکالری برای هر کیلوگرم از وزن ماشین آلات کشاورزی در نظر گرفته شده است.

انرژی مصرفی ناشی از کاربرد هر ماشین کشاورزی از رابطهٔ زیر محاسبه شد [۳].

$$Em = W * E /(n * Ca * t) \quad (۱)$$

که در آن:

Em= انرژی مصرفی ناشی از کاربرد تجهیزات و ماشین آلات کشاورزی (مگاژول در هکتار)،

E = انرژی مصرفی برای تولید واحد وزن ماشین (مگاژول برای هر کیلوگرم)،

W = جرم ماشین (کیلوگرم)،

n = عمر مفید ماشین (سال)،

Ca= ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ماشین (هکتار در ساعت)،

t= مدت زمان کارکرد ماشین (ساعت در سال) است.

برای محاسبهٔ سوخت مصرفی مورد نیاز ماشین کشاورزی در حین عملیات در مزرعه از رابطهٔ زیر استفاده شد [۹]:

$$F_T = \frac{F_H}{Ca} \quad (۲)$$

که در آن:

F_T = سوخت مورد نیاز برای انجام عملیات ماشین در سطح یک هکتار (لیتر بر هکتار)،

F_H = سوخت مورد نیاز ماشین در یک ساعت انجام عملیات (لیتر بر ساعت) است.

برای تعیین انرژی مصرف شده در تبدیل شلتوک رقم خزر به برنج سفید، با توجه به اینکه این رقم عمدتاً در مناطق غرب گیلان کشت می‌شود، ۲۰ کارخانه در شهرهای رشت و فومن به صورت تصادفی تعیین و به آنها مراجعه شد. طی این مراجعات، ضمن مصاحبه با صاحبان این کارخانه‌ها، قبوض برق آنها نیز در دوره‌های پیک کاری بررسی و میزان سوخت و برق مصرفی برای تبدیل شلتوک تعیین شد. با توجه به اینکه کارخانه‌های برنجکوبی شهرهای غرب گیلان از نظر ساختار و طرز کار مشابه هستند [۲] انتخاب ۲۰ کارخانه برای بررسی کافی به‌نظر می‌رسد. لازم است گفته شود که کارخانه‌های برنجکوبی مورد مراجعه به طور کلی ساختاری ساده دارند و در آنها استفاده از لوازم برقی پر مصرف مانند بخاری برقی و آبگرمکن برقی، به ویژه در فصل کار، رایج نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

۵– یافته ها و کاوش:

بر اساس بررسی‌های انجام گرفته در این تحقیق (جدول شمارهٔ ۱)، می‌توان دریافت که مجموع تعداد نفر– روز نیروی کارگری مورد نیاز در روش نیمه مکانیزه طی سالهای زراعی ۷۸–۷۷، ۷۹–۷۸ و ۸۰–۷۹ به طور متوسط ۲۱٫۸ درصد کمتر از روش سنتی بوده است. بر اساس اطلاعات جدول شمارهٔ ۱ در روش نیمه مکانیزه کاهش نیروی کار در مراحل کاشت و برداشت نسبت به روش سنتی ۳٤٫۵ و ٦٤٫۷ درصد است. با توجه به مطالب مطرح شده در بخش قبل و با این فرض که انرژی مصرفی نیروی کار در مراحل کاشت، برداشت به روش نیمه مکانیزه و تبدیل (برای هر دو روش) ٤۵۰ کیلو-کالری بر ساعت و در سایر مراحل ۵۵۰ کیلو کالری بر ساعت باشد، اعداد جدول شمارهٔ ۲ برای انرژی کارگری مصرف شده در تولید برنج خزر در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه محاسبه شده است. بر مبنای جدول شمارهٔ ٤ کل انرژی مصرفی در روش نیمه مکانیزه ۲٦٫۹ درصد کمتر از انرژی مصرفی درروش سنتی و کاهش انرژی در مراحل کاشت و برداشت به ترتیب ٤٦٫٤ درصد و ۷۱٫۱ درصد بوده است.

جدول شمارهٔ ۱- تعداد کارگر مورد نیاز برای انجام عملیات تولید و تبدیل برنج رقم خزر در یک هکتار (نفر - روز) [۱]

عملیات	روش سنتی	روش نیمه مکانیزه
آماده سازی زمین (شخم، مرزبندی، و ماله کشی)	۱٤	۱٤
کاشت (تهیهٔ خزانه، بذر پاشی، و نشاکاری)	۲۹	۱۹
داشت (وجین، کودپاشی، و سمپاشی)	۱۹	۱۹
برداشت (درو، دسته بندی، و جمع آوری)	۱۷	٦
خرمنکوبی و کیسه گیری	۱۰	۱۰
تبدیل	۷	۷
جمع کل	۹٦	۷۵

*مدت زمان انجام کار مفید هر کارگر ۱۰ ساعت در روز در نظر گرفته شده است[٤].

جدول شمارهٔ ۲- انرژی کارگری مصرف شده در عملیات تولید برنج (مگاژول در هکتار)

عملیات	انرژی مصرفی در روش سنتی	انرژی مصرفی در روش نیمه مکانیزه
آماده سازی زمین (شخم، مرزبندی، و ماله کشی)	۳۲۲٫٤	۳۲۲٫٤
کاشت (تهیهٔ خزانه، بذر پاشی، و نشاکاری)	٦٦۷٫۷	۳۵۸
داشت (وجین، کودپاشی، و سمپاشی)	٤۳۷٫۵	٤۳۷٫۵
برداشت (درو، دسته بندی، و جمع آوری)	۳۹۱٫٤	۱۱۳
خرمنکوبی و کیسه گیری	۲۳۰٫۳	۲۳۰٫۳
تبدیل	۱۳۱٫۸	۱۳۱٫۸
جمع کل	۲۱۸۱٫۱	۱۵۹۳

*نتایج جدول براساس محاسبات نگارندگان است.

www.SID.ir

Archive of SID

به عبارت دیگر، با مکانیزه کردن مراحل کاشت و برداشت تولید برنج میزان کاهش مصرف انرژی بیش از میزان کاهش زمان انجام کار یا تعداد افراد به کار گرفته شده خواهد بود.

جدول شمارهٔ ۳، میانگین مقدار نهاده‌های مصرف شده را در دورهٔ زراعی مورد بررسی برای تولید رقم خزر در دو روش مورد مطالعه نشان می‌دهد.

همان‌گونه که در این جدول ملاحظه می‌شود اختلاف دو روش تنها در میزان بذر مصرف شده است. لازم است یاد آوری شود که مطالعات در مناطق مرکزی استان و در زمینهایی بوده است که با کانال آب بر فومن آبیاری می‌شوند و نیاز به پمپاژ کردن آب ندارند.

جدول شمارهٔ ۳- مقدار نهاده های مورد نیاز برای تولید برنج رقم خزر در سطح یک هکتار [۱]

نهاده	روش سنتی	روش نیمه مکانیزه
بذر	۸۰ کیلو گرم	۵۰ کیلو گرم
کود ازته (٤٦٪)	۲۰۰ کیلوگرم	۲۰۰ کیلوگرم
کود فسفره (٢٤٪)	۵۰کیلوگرم	۵۰کیلوگرم
کود پتاسه (۵۰٪)	۵۰ کیلوگرم	۵۰کیلوگرم
علف کش	۵ لیتر	۵ لیتر
آب	۱۲۰۰۰ مترمکعب	۱۲۰۰۰ مترمکعب

* اعداد داخل پرانتز درجهٔ خلوص است.

یکی از معضلات روش سنتی کاشت و تولید برنج، مصرف بیش از اندازهٔ بذر است. جدول شمارهٔ ۳ این واقعیت را آشکار می‌سازد. انرژی موجود در نهاده‌های مورد استفاده برای تولید برنج در جدول شمارهٔ ٤ ارائه شده است.

جدول شمارهٔ ٤- انرژی موجود در نهاده‌های به کار رفته در تولید برنج [۱۱]

نهاده	انرژی موجود
کود ازته	۱۲۰۰۰-۱٤۷۰۰ kcal/kg (کیلوکالری در کیلوگرم)
کود فسفره	۳۰۰۰-۳۲۰۰ kcal/kg (کیلوکالری در کیلوگرم)
کود پتاسه	۱٦۰۰-۱٦۵۰ kcal/kg (کیلوکالری در کیلوگرم)
علف کش	۵۷۰۰۰-۸۰۰۰۰ kcal/L (کیلوکالری در لیتر)
بذر برنج	۳۰۰۰-۳۵۰۰ kcal/kg (کیلوکالری در کیلوگرم)
آب	۱۰۰۰ $kcal/m^3$ (کیلوکالری در متر مکعب)

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس‌اعدادموجود در جدول‌های شمارهٔ ۳ (مقدار نهاده مصرفی در واحد سطح) و ٤ (انرژی موجود در هر واحد از نهاده)، می‌توان مصرف انرژی ناشی از به‌کارگیری نهاده‌های مورد نیاز را برای تولید برنج خزر در هر هکتار (حاصل ضرب مقدار نهاده مصرفی در انرژی موجود در واحد نهاده) محاسبه و تعیین کرد (پس از تبدیل واحد از کالری به ژول). جدول شمارهٔ ۵ نتیجهٔ محاسبات را نشان می‌دهد.

جدول شمارهٔ ۵- انرژی مصرفی نهاده‌های به کار رفته برای تولید برنج خزر (مگاژول در هکتار)

نهاده	روش سنتی	روش نیمه مکانیزه
بذر	۱۱۷۲٫۲	۷۳۲٫٦
کود ازته	٥٦٦۱٫۸	٥٦٦۱٫۸
کود فسفره	۱٥۰٫۷	۱٥۰٫۷
کود پتاسه	۱٦۷٫٥	۱٦۷٫٥
علف کش	۱٦۷۲	۱٦۷۲
آب	٥۰۱٦۰	٥۰۱٦۰
انرژی کل	٥۸۹۸٦٫۸	٥۸٥٤۷/۲

*** محاسبات با فرض بیشترین انرژی موجود در نهاده (از جدول شمارهٔ ٤) به دست آمده است.**

****به این نکته نیز باید توجه داشت که منظور از انرژی کود شیمیایی، مقدار انرژی موجود در مادهٔ خالص موجود در کود است. بدین ترتیب انرژی موجود در ۲۰۰ کیلو گرم کود ازته ٤٦٪ برابر است با :**

٥٦٦۱٫۸ Mj = ۰٫۰۰٤۱۸ × ۱٤۷۰۰ × ٤٦٪ ×۲۰۰ (عدد ۰٫۰۰٤۱۸ ضریب تبدیل واحد است.)

همان‌گونه که در جدول‌های شمارهٔ ۳ و ۵ دیده می‌شود میزان بذر و انرژی ناشی از مصرف آن در روش نیمه مکانیزه ۳۷٫۵ درصد کمتر از روش سنتی است.

برای محاسبه انرژی‌مصرفی ناشی از کاربرد ماشین آلات و سوخت مورد نیاز آنها ابتدا میزان کاربری و مشخصات فنی مورد نیاز هر یک در واحد سطح (هکتار) تعیین شد (جدول شمارهٔ ٦). آنگاه به کمک روابط شمارهٔ ۱ و ۲ انرژی مصرفی محاسبه گردید. جدول شمارهٔ ۷ نتایج حاصل را نشان می‌دهد.

در محاسبهٔ اعداد جدول شمارهٔ ۷ میزان انرژی موجود در هر لیتر سوخت به طور متوسط ٤۷٫۸ مگا ژول در نظر گرفته شده است [۳]. اختلاف اساسی روش نیمه مکانیزه تولید برنج با روش سنتی در استفاده از ماشین در دو مرحلهٔ نشاکاری و درو است. از این رو، همان‌گونه که در جدول شمارهٔ ۷ مشاهده می‌شود، میزان مصرف انرژی از دو جنبه مصرف سوخت و کاربرد ماشین در سیستم مکانیزه به ترتیب ۱٤ و ٤٤٫۷ درصد نسبت به سیستم سنتی بیشتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شمارهٔ ٦- مشخصات ماشین‌های به کار رفته در تولید برنج و میزان سوخت مصرفی آنها [٤ و ٥]

نوع ماشین	وزن (کیلوگرم)	عمر مفید (سال)	ساعات کارکرد درسال	ظرفیت مزرعه ای (هکتار در ساعت)	مصرف سوخت (لیتر در ساعت)
تیلر (برای تهیهٔ زمین)	۲۸۱	۱۰	٦۰۰	۰/۱	٦
نشا کار	۱٦۰	۷	۳۰۰	۰/۱۳	۰/۵
دروگر خود گردان	۱٤٥	۱۰	۳۰۰	۰/۲۹٤	۳/۲
خرمنکوب	۱۱۰	۱۰	٦۰۰	۰/۰٤	۱/۲

جدول شمارهٔ ۷- انرژی مصرفی ناشی از کاربرد ماشین و سوخت مصرفی آن (مگاژول در هکتار)

نوع ماشین	انرژی مربوط به کاربرد ماشین		انرژی مربوط به سوخت مصرفی	
	روش سنتی	روش نیمه مکانیزه	روش سنتی	روش نیمه مکانیزه
تیلر	٤۱/۲	٤۱/۲	۲۸٦۷/۱	۲۸٦۷/۱
نشاکار	–	۵۱/۵	–	۱۸۳/۸
دروگر	–	۱٤/۵	–	۵۲۰/۱
خرمنکوب	٤۰/۳	٤۰/۳	۱٤۳۳/۵	۱٤۳۳/۵
جمع کل	۸۱/۵	۱٤۷/٤	٤۳۰۰/٤	٤۹۹٦/٤

آخرین مرحله در محاسبهٔ انرژی مصرفی برای تولید برنج، محاسبهٔ انرژی مرحلهٔ تبدیل است. در این قسمت، میانگین انرژی مصرفی برای تبدیل در ۲۰ کارخانه برنجکوبی و در دو روش، محاسبه و نتیجه در جدول شمارهٔ ۸ نشان داده شده است.

در روش نیمه مکانیزه تبدیل شلتوک، مصرف انرژی ۲۵/۷ درصد کمتر از روش سنتی است زیرا در سیستم نیمه مکانیزه برای راه‌اندازی ماشین‌های موجود به جای موتور دیزل از الکتروموتور استفاده می‌شود. محاسبهٔ میزان کل انرژی مصرفی برای تولید برنج خزر در دو روش تولید، و نتایج به دست آمده در جدول شمارهٔ ۹ ارائه شده است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که میزان کاه و کلش تولید شده در دو روش تولید برنج تفاوت زیادی ندارد. در هر دو روش، در هر هکتار حدود ۵ تن شلتوک و ٤ تن کاه و کلش برداشت می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که مکانیزاسیون به طور مستقیم در افزایش عملکرد مؤثر نیست و استفاده از ارقام اصلاح شده و عوامل بیولوژیک دخیل هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۸- انرژی مصرفی در مرحلهٔ تبدیل شلتوک رقم خزر

روش تبدیل	سوخت مورد نیاز (لیتر در هکتار)	انرژی الکتریکی مصرفی (کیلووات ساعت در هکتار)	جمع کل انرژی (مگاژول در هکتار)
سنتی	۲۳۰	۱۸۰	۱۱۲۳۹٫۳
نیمه مکانیزه	۱۵۰	٤۰۰	۸۳٤٦٫۲

جدول شمارهٔ ۹- میزان کل مصرف انرژی برای تولید برنج سفید خزر در گیلان (مگاژول در هکتار)

روش تولید	کارگر	نهاده‌ها	ماشین	سوخت و الکتریسته	جمع کل
سنتی	۲۱۸۱٫۱	۵۸۹۸۶٫۸	۸۱٫۵	۱۱۲۳۹٫۳	۷۲٤۸۸/۷
نیمه مکانیزه	۱۵۹۳	۵۸۵٤۷/۲	۱٤۷٫٤	۸۳٤٦٫۲	٦۸٦۳۳/۸

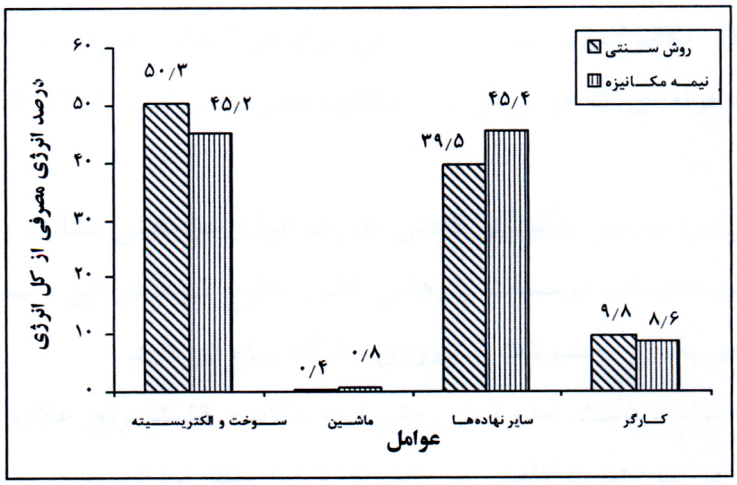
با فرض وجود ۱۹٫٦٤ مگاژول انرژی در هر کیلوگرم کاه و کلش برنج [۱۱] میزان کل انرژی تولید شده از هر هکتار مزرعه برنج در هر دو روش در حدود ۱۵۱۷۳٤ مگاژول است. با توجه به میزان انرژی تولید شده در هر هکتار مزرعه برنج رقم خزر و همچنین با عنایت به میزان انرژی مصرف شده در تولید برنج مذکور، شاخص کارایی انرژی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزهٔ تولید برنج در استان گیلان به ترتیب ۲٫۰۹ و ۲٫۲۱ به دست می‌آید و مبین این واقعیت است که روش نیمه مکانیزه تولید برنج نسبت به روش سنتی از لحاظ مصرف انرژی با صرفه‌تر است بدین معنی که در این روش از عوامل تولید به نحو مؤثرتری استفاده می‌شود.

با توجه به مطالب ذکر شده و نتایج به دست آمده در این تحقیق، بدون در نظر گرفتن آب مصرفی می‌توان سهم هر یک از عوامل را در میزان انرژی لازم برای تولید برنج رقم خزر به صورت نمودار نشان داد (شکل شماره ۱). همان‌گونه که در این شکل نشان داده شده است در روش سنتی ٤۵٫۲ درصد از انرژی مصرف شده برای تولید برنج مربوط به سوخت است و از این رو اهمیت انرژی حاصل از سوختهای فسیلی در روش سنتی بیشتر آشکار می‌شود.

همچنین نقش استفاده از ماشین در تولید برنج با هدف کاهش زمان، هزینه، و انرژی مصرفی به ویژه در مرحلهٔ تبدیل شلتوک به برنج سفید بسیار مهم است و ضرورت دارد هر چه سریع‌تر در گسترش استفاده از ماشینهای دروگر، و نشاکار و همچنین استفاده از نیروی برق در کارخانه‌های برنجکوبی مناطق برنج‌خیز شمال کشور برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شمارهٔ ۱- سهم هر یک از عوامل در میزان انرژی لازم برای تولید برنج خزر (بدون احتساب انرژی آب مصرفی)

۶- توصیه و پیشنهاد:

به‌طورکلی، بررسی‌نتایج نشان می‌دهد که بیشترین میزان انرژی مصرفی برای تولید برنج مربوط به آب مصرفی است. به‌طور قطع تسطیح اراضی شالیزاری در کاهش مصرف آب و انرژی تأثیر بسزا دارد و از منظر انرژی مصرفی، نیز اجرای طرح‌های تسطیح اراضی در مناطق برنجکاری شمال کشور مفید به نظر می‌رسد. اما بدون در نظر گرفتن انرژی مربوط به آب مصرفی و در قیاس سایر انرژی‌های به کار رفته در تولید برنج خزر در دو سیستم مورد بحث می‌توان دریافت که:

۱- در سیستم نیمه مکانیزه، نیروی کارگر و انرژی مربوط ۲۶٫۷ درصد کمتر از سیستم سنتی تولید برنج است و این مسئله با توجه به هزینه‌های بالای نیروی کارگر در زراعت برنج و نیز تبعات کار در گل و لای مزارع برنج که از لحاظ بهداشتی نامطلوب است قابل توجه خواهد بود.

۲- در بخش نهاده‌های مصرفی، میزان بذر مصرف شده در هر هکتار در سیستم نیمه مکانیزه ۳۷٫۵ درصد کمتر از روش سنتی است که خود می‌تواند باعث صرفه‌جویی مقدار قابل توجهی شلتوک در کل مناطق برنج خیز کشور شود.

۳- به‌کارگیری ماشین در سیستم نیمه مکانیزه بیش از سیستم سنتی و مصرف انرژی مربوط به آن نیز ۱٫۸ برابر روش سنتی است، اما سهم این انرژی نسبت به کل انرژی مصرف شده برای تولید برنج بسیار ناچیز (تقریباً ۰٫۰۷ درصد) و بی‌اهمیت است.

٤- مهم‌ترین اثر مکانیزاسیون کشاورزی را می‌توان در کاهش مصرف سوخت در کل فرآیند تولید برنج دانست. به گونه‌ای که در روش نیمه مکانیزه مصرف سوخت ۱۹٫۲ درصد کمتر از روش سنتی محاسبه شده است.

۵- پیشنهاد می‌شود بررسی چگونگی کاهش مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

انرژی در بخش کشاورزی و تولید برنج یکی از اولویت‌های تحقیقاتی مؤسسات پژوهشی کشور در نظر گرفته شود. در این زمینه، تعیین شاخص کارایی انرژی در تولید هر یک از محصولات کشاورزی جایگاه ویژه‌ای دارد.

٦- با توجه به نتایج به دست آمده، در روش نیمه مکانیزهٔ کشت برنج علاوه بر کاهش مصرف بذر، میزان انرژی مصرفی نیز به شدت کاهش می‌یابد. لذا از این منظر نیز تسریع در بسط و گسترش ماشین‌های نشاکار اهمیت ویژه‌ای دارد و پیشنهاد می‌شود سیاست گذاران بخش کشاورزی در تهیه و توزیع ماشین‌های نشاکار و رفع موانع موجود در روند توسعهٔ مکانیزاسیون زراعت برنج به‌ویژه در مرحله کاشت، تدابیر ویژه‌ای اتخاذ کنند.

۷- منابع:

۱- بی نام. ۱۳۷۸. گزارش وضعیت تولید برنج در استان گیلان (۱۳۷۸- ۱۳۷۷). سازمان جهاد کشاورزی. استان گیلان.

۲- پیمان، م. ۱۳۷۸. ماشینها و سیستمهای تبدیل شلتوک به برنج سفید در ایران و جهان. ششمین گردهمایی برنج کشور. کرج.

۳- کوچکی، ع. ۱۳٦۸. سیر انرژی در اکوسیستمهای کشاورزی. انتشارات جاوید.

٤- علیزاده، م. ر. ۱۳۸۰. بررسی و مقایسه میزان ضایعات در روشهای مختلف برداشت برنج. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور. رشت. شماره ۸۰/٦٦۲ .

٥- علیزاده، م. ر. ۱۳۷۸. مقایسه دو روش نشاکاری سنتی و مکانیزه برنج. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات برنج کشور. رشت، شماره ۷۸/۷٤٥، ١٤ ص.

6-Anon. 2001. Asia environment outlook. chap. 5. www.adb.org/aeo/pub/.

7-Bowers, W. 1992. Agricultural field equipment, Energy in farm production, Energy in world agriculture. FAO Database.

8- Gajaseni, G. 1994. Energy analysis wetland rice system in Thailand. in: Agriculture, ecosystems and environment. 52, 173-178.

9- Hunt, D. R. 1983. Farm power & machinery management. 8th Ed. Iowa State University Press. Ames. Iowa.

10- Kennedy, S. 2001. Energy use in american agriculture. Sustainable energy term paper. www.web.mit.edu/energylab/proceeding.

11- Mittal, V. K., Mittal, J. P. and Dhawan, K. C. 1985. Research digest on energy requirements in agricultural sector. Coordinating cell. Punjab agricultural university. Ludhiana.

www.SID.ir

Archive of SID

12- Pimentel, D., Pimentel, D. and Machan, M. K. 1999. Energy use in agriculture: An overview. http://dspace.library.cornell.edu/retrieve/229/Energy.

13- Shrestha, B. L. 1998. Energy analysis in selected crop in Nepal. AIT thesis, No AE- 8815, 34-35.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir