مجله مهندسی زیست سامانه

مجله مهندسی زیست سامانه

تعیین مناسب‌ترین روش تولید برنج در شمال ایران بر اساس انرژی مصرفی

سید فرید جاویدان[1*]، داود محمدزمانی [2]، محمد رضا اسدی اسدآبادی[3]

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۱۱

چکیده:

فهم شیوه‌های توزیع انرژی در عملیات‌های زراعی اهمیت زیادی در انتخاب سامانه‌های کشت دارد. برنج به عنوان مهمترین گیاه زراعی در استان‌های شمالی ایران به ۳ روش سنتی، نیمه مکانیزه و مکانیزه کشت و کار می‌شود. بررسی حاضر به منظور ارزیلبی نقش مکانیزاسیون در مصرف انرژی در تولید برنج در استان گیلان و تعیین میزان سهم هر یک از عملیات‌های زراعی و نهاده‌های مصرفی از نظر مصرف انرژی طراحی گردید. بدین منظور با استفاده از پرسش‌نامه و مصاحبه‌های حضوری با ۴۰ کشاورز در چهار منطقه مختلف در استان گیلان اقدام به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز ماشین آلات و نهاده‌های مصرفی شامل بذر، کود، سوخت و سموم در دو سامانه سنتی و مکانیزه تولید برنج در استان گیلان گردید. پس از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌های مربوط به هر سامانه کشت وارد نرم‌افزار Excel گردید و برمبنای معادل انرژی (مگاژول بر واحد) هر یک از نهاده‌های مصرفی، میزان کل انرژی‌های ورودی و خروجی و شاخص-های ارزیابی انرژی محاسبه گردید. نتایج بررسی حاضر نشان داد بیشترین انرژی ورودی در هر دو سامانه تولید برنج مربوط به تهیه نشاء و پس از آن کوددهی است و کمترین انرژی ورودی مربوط به نشاکاری در هر دو سامانه می‌باشد. در هر دو سامانه کشت بیشترین انرژی ورودی مستقیم در مزارع برنج مربوط به سوخت و غیرمستقیم مربوط به کود نیتروژن و بعد از آن ماشین‌آلات بود. مصرف سوخت در سامانه کشت مکانیزه با کاربرد بیشتر ماشین آلات بطور قابل توجه‌ای بالاتر از مصرف سوخت در سامانه کشت سنتی گردید. همچنین نتایج نشان داد که قسمت اعظم انرژی در هر دو سامانه مربوط به انرژی غیرتجدیدپذیر است. در بین انرژی‌های غیرتجدیدپذیر، کود نیتروژن در هر دو سامانه مکانیزه و سنتی بیشترین مقدار را دارا بود. ارزیابی شاخص‌های انرژی نشان داد بازده انرژی خالص برای سامانه کشت سنتی ۱۵۳۹۷۵/۳ مگاژول در هکتار و برای سامانه کشت مکانیزه ۱۴۲۴۶۴/۷۶ مگاژول در هکتار بود که به عبارتی نسبت انرژی خروجی به ورودی در سامانه سنتی و مکانیزه به ترتیب ۱۴/۴۸ و ۱۰/۷۲ می‌باشد. این نتایج حاکی از این دارد که راندمان انرژی در مزارع تولید برنج با سامانه سنتی بیشتر است که این امر به دلیل مصرف نهاده‌های کمتر از جمله مصرف سوخت و ماشین‌آلات به ازای محصول تولید شده در این سامانه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انرژی، برنج و سامانه‌های کشت برنج

مقدمه :

با توجه به نیاز روزافزون جهان امروز به انرژی، قیمت بالا و محدودیت منابع انرژی و نیز اثرات استفاده بیش از حد از انرژی در انتشار گازهای گلخانه ای، امروزه مقوله انرژی در تمام زیرساخت‌های اقتصاد اعم از صنعت، خدمات و کشاورزی به یکی از مهمترین مباحث فرا روی محققان و دانشمندان تبدیل شده است. در این میان بخش کشاورزی به عنوان تولید کننده و مصرف کننده انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است (فرجی، ۱۳۸۶). نظر به اینکه بخش کشاورزی از یک طرف با محدودیت منابع تولید روبرو بوده و از سوی دیگر تأمین‌کننده امنیت غذایی جمعیت در حال رشد می‌باشد، باید تعادل و توازنی بین جریان برداشت و بهره‌برداری از منابع تولید و میزان تولید محصولات کشاورزی ایجاد شود. در واقع روند استفاده از منابع تولید باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر رفع نیازهای غذایی نسل کنونی، امنیت غذایی نسل آینده نیز تهدید نشود. این مسأله مبنای آنچه را که امروزه به آن کشاورزی پایدار

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

: (نویسنده مسئول)

۲- استادیار، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

۳- استادیار، گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، واحد بوئین زهرا، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

گفته می‌شود، تشکیل می‌دهد. یکی از روش‌های بسیار مفید در تحلیل و ارزیابی پایداری کشاورزی، استفاده از انرژی به عنوان ابزار محاسبه می‌باشد. بخش کشاورزی به عنوان یکی از مهمترین بخش‌های اقتصاد وابسته به انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر می‌باشد (قهدریجانی، ۱۳۸۶). مصرف انرژی در نظام‌های مختلف تولید محصولات کشاورزی شامل نهاده‌هایی است که در عملیات مختلف تولید بکار گرفته می‌شوند. جمع کل نهاده‌های انرژی در هر نظام تولید در کشاورزی در واحد سطح از طریق جمع سهم انرژی هر نهاده مصرف شده بر واحد سطح انجام می‌گیرد.

انرژی مصرفی در این بخش از منابع مختلف فسیلی یا غیر فسیلی، تجدید پذیر یا تجدیدناپذیر و غیره تشکیل شده است. افزایش قیمت انرژی منجر به افزایش هزینه تولید محصولات کشاورزی می‌شود، که این افزایش هزینه خالص مربوط به هزینه‌های سوخت، آبیاری، کود، سموم، حمل و نقل و فرایندهای تولید مواد غذائی می‌باشد. میزان مصرف انرژی برای تولید محصولات کشاورزی به شدت به موقعیت محل مورد نظر، ساختار و سامانه کشاورزی مزارع، ساختار فنی کشاورزی و مکانیزه بودن آن، سطح و مقدار بازده و راندمان و غیره وابسته می‌باشد. پژوهش‌ها نشان داده است که با رشد مکانیزاسیون و استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی کارایی(نسبت) انرژی به تدریج کاهش یافته است (دارلینگتون، ۱۹۹۷). در گذر زمان نیز کارایی انرژی مصرفی در سامانه‌های کشاورزی کاهش یافته و کشاورزی اولیه ضمن داشتن پایداری بیشتر نسبت به کشاورزی فشرده و مدرن امروزی کارایی به مراتب بهتری داشته است (پیمنتال و همکاران، ۱۹۹۹). این در حالی است که با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، محدودیت در منابع آب و خاک، مکانیزاسیون به معنای خاص و عام آن و با هدف افزایش تولید در واحد سطح یک ضرورت به شمار می‌رود و برای انجام عملیات کشاورزی و مکانیزه کردن آنها مقادیر زیادی انرژی مصرف می‌شود و هزینه‌های قابل توجهی برای تأمین قدرت مورد نیاز در مکانیزاسیون پرداخته می‌شود. از آنجایی که امروزه بیشتر واحدهای بزرگ کشاورزی مصارف بالایی از انرژی را به خود اختصاص می‌دهند، در مطالعات انرژی سه عامل محیط زیست، انرژی و اقتصاد حائز اهمیت هستند. رعایت اصول و مبانی مرتبط به این عوامل در انجام پروژه های انرژی ضروری می‌باشد (الماسی، ۱۳۸۰).

در بررسی حاضر عملیات کاشت، داشت و برداشت و میزان نهاده های مصرفی (از قبیل بذر، نیروی کارگری، ماشین‌ها، سوخت‌های فسیلی، سموم و کودهای شیمیایی) در دو روش سنتی و مکانیزه تولید برنج در استان گیلان جهت دستیابی به اهداف زیر مورد ارزیابی قرار گرفت.

منابع

برنج از گیاهان مهم تیره غلات و دارای جنس و گونه‌های زیادی است که مهمترین جنس آن *Oryza* و گونه زراعتی آن *sativa* است. از بین بیش از ۲۰ گونه موجود آن تنها دو گونه *sativa* و *glaberrima* در سطح تجاری کشت می‌شوند که تمام ارقام برنجی که در قاره آسیا، آمریکا و اروپا کشت می‌شوند متعلق به گونه اول است و گونه دیگر تنها در بخش-هایی از آفریقا به صورت محدود کشت می‌شود. مبدا اولیه برنج از قاره آسیا و از کشور هندوستان بوده است (امام، ۱۳۸۶). سینگ در تحقیقی درصد سهم انرژی‌های بیولوژیک و ماشینی را در کشاورزی بررسی قرار داد، این تحقیق برای یک دوره ۴۷ ساله بین سال‌های (۱۹۵۰-۱۹۹۷) انجام گرفت، نتایج نشان داد که در طی این دوره زمانی، استفاده از انرژی-های مکانیکی و ماشینی از ۱/۷ درصد به ۷۵/۲ درصد افزایش کاربرد داشته‌اند (سینگ، ۱۹۹۹). با استفاده از کارایی(نسبت) انرژی مصرفی، می‌توان میزان کارآمدی یک سیستم را با سیستم‌های دیگر مقایسه نمود (دارلینگتون، ۱۹۹۷). بنابراین می‌توان کارایی سیستم کشت در یک مزرعه را با مزرعه دیگر، کشورهای مختلف را با هم، سیستم‌های تولید ابتدایی را با انواع مدرن و کشاورزی ارگانیک را با کشاورزی مرسوم مقایسه کرد (نگوین و هاینس، ۱۹۹۴). همچنین درک میزان استفاده از منابع زمینی و تجدید ناپذیر در تولید (ازکان و همکاران۲۰۰۴). یا میزان کارایی انرژی در سیستم‌های تولیدی مختلف بدین ترتیب ممکن می‌شود (اوری، ۱۹۹۸). دو منبع انرژی مورد استفاده در کشاورزی، انرژی خورشید و انرژی حمایتی (سوخت‌های فسیلی و الکتریسیته) می‌باشند. انرژی خورشید به رایگان دریافت شده و تقریباً بر کمیت و کیفیت آن نمی‌توان کنترلی داشت. استفاده از انرژی حمایتی هزینه دارد و البته

کمیت و کیفیت آن قابل کنترل می‌باشد. در عین حال باید توجه داشت که شکل‌های مختلف آن اغلب از جمله منابع پایان‌پذیر می‌باشند. برای محاسبه کارایی انرژی از انرژی خورشید صرفنظر می‌شود. زیرا منبعی رایگان و پایان ناپذیر به شمار می‌آید و از طرف دیگر آنقدر بزرگ است که در صورت لحاظ شدن در محاسبات، تقریباً تمام انرژی ورودی را به خود اختصاص می‌دهد و نقش و میزان تأثیر سایر منابع انرژی ورودی را تحت‌الشعاع کمیت بسیار بزرگ خود قرار می‌دهد (ویلیام و چانسیلور، ۲۰۰۱). میزان انرژی خورشیدی دریافت شده در منطقه معتدله طی دوره رشد در نیمه اول سال معادل با ۳۰۰۰۰ گیگاژول در هکتار می‌باشد (پیمنتال و همکاران، ۱۹۹۹). برای نمونه تولید یک هکتار سیب‌زمینی در ایالات متحده آمریکا، ۶۲/۳ گیگاژول انرژی حمایتی مصرف می‌شود (باربر، ۲۰۰۳). در برخی موارد نیز که انرژی انسانی سهم ناچیزی از انرژی ورودی را تشکیل می‌دهد، آن را در نظر نمی‌گیرند. همچنین انرژی لازم برای فرآوری محصول تولیدی و انتقال آن به بازار نیز معمولاً محاسبه نمی‌شود و ملاک را آنچه که در مزرعه تولید می‌شود در نظر می‌گیرند(دارلینگتون، 1997). نوع خاک، نوع عملیات خاک‌ورزی که برای تهیه بستر مورد استفاده قرار می‌گیرد، نوع و میزان مصرف کودهای آلی و شیمیایی، میزان محافظت از گیاه در برابر عوامل مزاحم، عملیات برداشت و استحصال محصول و در نهایت سطح عملکرد از عوامل تأثیرگذار بر نسبت‌های انرژی می‌باشند (کاناکسی و همکاران، ۲۰۰۵). مانی و همکاران(۱۹۹۸) طی یک بررسی بر روی الگوهای استفاده از توان و انرژی در کشت نیشکر، در ناحیه‌ای در جنوب پرادش هند، نشان داد که عملیات سنگین برای تولید محصول به وسیله تراکتور و ماشین انجام می‌شود و از بوفالو برای حمل نیشکر از مزرعه به کارخانه به میزان زیادی استفاده می‌شود. از آنجائی که تراکتور باعث فشردگی خاک می‌شود از بوفالو برای عملیات داشت محصول نیز استفاده می‌شود. هایلند و سولانسکی(۱۹۷۹) انرژی‌های ورودی را به دو دسته انرژی‌های مستقیم مانند نفت خام، دیزل و الکتریسیته و انرژی‌های غیر مستقیم مانند ماشین‌ها، کود و سموم شیمیایی تقسیم بندی کردند. سینگ و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی نشان دادند که استفاده از واریته‌های پرمحصول، سیستم‌های کشت فشرده، افزایش مصرف کودها و سموم شیمیایی و سطح بالای مکانیزاسیون کشاورزی، افزایش مصرف انرژی در کشاورزی مدرن را سبب شده است.

مواد و روش ها

در بررسی حاضر، دو سامانه تولید برنج در استان گیلان (سنتی و مکانیزه) با استفاده از رقم بومی هاشمی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور با استفاده از پرسش‌نامه و مصاحبه‌های حضوری با کشاورزان مختلف (۴۰ کشاورز از طریق تکمیل پرسشنامه در چهار منطقه مختلف در استان گیلان) اقدام به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز ماشین آلات و نهاده‌های مصرفی شامل بذر، کود، سوخت و سموم در هر یک از روش‌ها شد. برای کنترل و اطمینان از اطلاعات بدست آمده برای انجام مراحل مختلف کشاورزی از مشاوره مدیران واحدها، مدیران میانی و رانندگان هر یک از بخش‌های عملیاتی استفاده شد. پس از این مرحله برای هر یک از روش‌های تولید برنج، داده-های مربوط به هر عملیات زراعی وارد نرم‌افزار اکسل گردید و بر اساس معادل‌های انرژی هر یک از نهاده ها و عملیات‌ها، انرژی مورد استفاده بر اساس مگاژول محاسبه گردید.

روش انجام عملیات زراعی برای هر دو سامانه تولید برنج در جدول ۱ آورده شده است.

جدول (۱) : روش انجام عملیات‌های زراعی برای دو سامانه سنتی و مکانیزه تولید برنج در استان گیلان

عملیات زراعی	سنتی	مکانیزه
شخم	تیلر	تراکتور
مرزبندی	دستی	مرزکش پشت تراکتوری
تهیه نشاء	خزانه سنتی	بانک نشاء
روش نشاءکاری	دستی	نشاءکار
روش وجین	دستی	وجین‌کن
کنترل آفات و بیماری‌ها	سمپاش پشتی	سمپاش پشتی
برداشت	دستی	کمباین برنج
خرمن‌کوبی	خرمن‌کوب پشت تراکتوری	کمباین برنج

جدول (۲): معادل‌های انرژی (مگاژول در هکتار) برای ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در تولید برنج

ورودی‌ها / خروجی‌ها	واحد مصرف	معادل انرژی (مگاژول برواحد)	منبع
بذر برنج	کیلوگرم	۱۷	(کیتانی، ۱۹۹۹)
نیروی انسانی	ساعت	۱/۹۶	ازکان و همکاران (۲۰۰۴)
نیتروژن (N)	کیلوگرم	۶۰/۶	(اکسوز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)
فسفر (P_2O_5)	کیلوگرم	۱۱/۱	(اکسوز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)
پتاسیم (K_2O)	کیلوگرم	۶/۷	(اکسوز و همکاران، ۲۰۰۹؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)
گازوئیل	لیتر	۳۸	(ترازنامه هیدروکربوری ایران، ۲۰۰۷)
علف کش‌ها	کیلوگرم ماده موثره	۲۸۷	(تزیلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵؛ راتکه و دایپن بروک، ۲۰۰۶)
حشره کش‌ها	کیلوگرم ماده موثره	۲۳۷	(تزیلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵؛ راتکه و دایپن بروک، ۲۰۰۶)
قارچ‌کش‌ها	کیلوگرم ماده موثره	۹۹	استراپاتسا و همکاران (۲۰۰۶)
شلتوک برنج	کیلوگرم	۱۴/۵۷	اقبال، ۲۰۰۷
کاه برنج	کیلوگرم	۱۲/۰۵	اقبال، ۲۰۰۷
ماشین‌ها*	کیلوگرم	۱۴۲/۷	کالتاس و همکاران(۲۰۰۷)

این انرژی شامل ساخت، تعمیرات و نگهداری و حمل و نقل می‌باشد.

هکتار)

با برآورد کل انرژی‌های ورودی و خروجی شاخص‌های ارزیابی انرژی شامل نسبت یا کارآیی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص برای هر سامانه تولید با استفاده از روابط تعریف شده زیر محاسبه می‌گردد (مانی و همکاران، ۲۰۰۷؛ راتکه وهمکاران، ۲۰۰۷؛ هارتیلی و همکاران،۲۰۰۸؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۱۳) این روابط عبارتند از :

۱- نسبت یا کارآیی انرژی= مجموع انرژی خروجی از مزرعه (مگاژول در هکتار) به مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار).

۲- بهره‌وری انرژی(مگاژول در هکتار) = عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) به مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار).

۳- انرژی ویژه (مگاژول در هکتار) = مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار) به عملکرد دانه (کیلوگرم در

۴- عملکرد انرژی خالص(مگاژول در هکتار) = تفاوت مجموع انرژی خروجی از مزرعه(مگاژول در هکتار) به مجموع انرژی ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار)

مقادیر ورودی‌های مختلف جهت تولید محصول در یک هکتار زمین در هر یک از روش‌های تولید برنج در جدول (۳) ارائه شده است. این روش‌ها از جنبه‌های مختلف عملیات زراعی و ورودی با یکدیگر تفاوت دارند. در این جدول تفاوت‌ها نشان داده شده است. مصرف سوخت در سامانه کشت مکانیزه با ۷۶ لیتر گازوئیل در هکتار و ۲۰ کیلووات ساعت در هکتار الکتریسیته بود که این مقدار بطور قابل توجه‌ای بالاتر از مصرف سوخت در سامانه کشت سنتی می‌باشد. تهیه نشاء به روش مکانیزه در بانک نشاء، نشاکاری با دستگاه نشاکار و برداشت با استفاده از کمباین مخصوص برنج دلیل بالا بودن مصرف سوخت در سامانه مکانیزه می‌باشد. در بین دو روش سامانه سنتی و مکانیزه تولید برنج، بذر مورد استفاده در روش مکانیزه

با کمک تولید نشاء در بانک نشاء به میزان ۵۴ درصد کمتر از بذر مصرفی در روش سنتی بود. همچنین نشاکاری و عملیات وجین‌کاری با استفاده از نیروی انسانی سهم نیروی انسانی را در روش سنتی افزایش داد. اما در روش مکانیزه انجام این عملیات با استفاده از ماشین منجر به کاهش وابستگی به نیروی انسانی گردید (جدول ۳).

در بررسی حاضر که از رقم هاشمی در مزارع مورد نظر استفاده شده بود نتایج ارزیابی مقادیر خروجی در دو سامانه سنتی و مکانیزه تولید برنج نشان داد که در سامانه مکانیزه با توجه به پایین‌تر بودن تراکم بوته در واحد سطح، عملکرد کمی پائین‌تر از عملکرد رقم هاشمی در سامانه سنتی بود.

جدول (۳): مقادیر ورودی‌های مختلف جهت تولید محصول و مقادیر خروجی‌ها در یک هکتار در دو سامانه سنتی و مکانیزه تولید برنج در استان گیلان

		واحد	کشت سنتی	کشت مکانیزه
ورودی‌ها				
بذر برنج		کیلوگرم در هکتار	۹۰	۴۰
نیروی انسانی		ساعت	۶۴۴	۲۰۳
سوخت	گازوئیل	لیتر در هکتار	۵۱/۵	۷۶
	الکتریسیته	کیلووات ساعت در هکتار	۰	۲۰
مواد شیمیایی	نیتروژن (N)	کیلوگرم در هکتار	۱۵۰/۵	۱۵۰/۵
	فسفر (P_2O_5)	کیلوگرم در هکتار	۵۰/۵	۵۰/۵
	پتاسیم (K_2O)	کیلوگرم در هکتار	۵۰	۵۰
	علف کش‌ها	گرم ماده موثره در هکتار	۳۷۵۰	۳۷۵۰
	حشره کش‌ها	گرم ماده موثره در هکتار	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	قارچ‌کش‌ها	گرم ماده موثره در هکتار	۱۴۷۰	۱۴۷۰
	تهیه نشاء	مرتبه	-	۱
	نشاءکاری	مرتبه	-	۱
ماشین‌ها	شخم	مرتبه	۲	۲
	مرزکشی	مرتبه	-	۱
	پادلر(روتیواتور شالیزار)	مرتبه	۱	۱
	سم پاشی (آفت‌کش‌و علف‌کش)	مرتبه	۳	۳
	برداشت	مرتبه	۱	۱
خروجی‌ها				
شلتوک		کیلوگرم در هکتار	۴۰۰۰	۳۸۰۰
کاه و کلش		کیلوگرم در هکتار	۸۸۸۸/۸۹	۸۴۴۴/۴۴

نتیجه گیری

در بررسی حاضر جهت تولید یک کیلوگرم محصول در سامانه کشت سنتی ۲/۸۵ مگاژول و در سامانه کشت مکانیزه ۳/۸۵ مگاژول انرژی مصرف گردید. در سامانه کشت مکانیزه افزایش وابستگی و کاربرد ماشین آلات همراه با مصرف سوخت بیشتر، میزان انرژی مصرفی در واحد سطح را افزایش داد و از این رو بهره‌وری انرژی برای سامانه کشت مکانیزه کاهش یافت. همچنین نتایج نشان می‌دهد افزایش سطح مکانیزاسیون و توسعه فناوری در بخش کشاورزی اگرچه منجر به سهولت کشت و کار می‌گردد اما وابستگی به انرژی غیرقابل تجدیدپذیر افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند اثرات مخرب زیست محیطی داشته باشد. از این رو با توجه به نتایج حاضر و سطح کم مالکیت اراضی شالیزاری در استان گیلان توصیه می‌گردد سامانه کشت سنتی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

بی نام، ۱۳۸۳. ترازنامه انرژی وزارت نیرو، معاونت امور انرژی. دفتر برنامه ریزی انرژی

بی‌نام، ۱۳۹۰، غلات در آیینه آمار. گروه آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی ایران.

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

خواجه پور، م.ر. ۱۳۷۷. تولید نباتات صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان

خواجه پور، م.ر. ۱۳۸۰. اصول و مبانی زراعت، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان.

رجب زاده، ف. و م. ج. ملکوتی، ۱۳۸۳. کاهش آلاینده نیترات، گامی موثر برای تامین امنیت غذائی جامعه. نشریه نهاده شماره هشتم. ۲۵-۳۳

رجبی، م.ح.، سلطانی، ا.، زینلی، ا. و سلطانی، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی انتشار گازهای گلخانه ای و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از آن در تولید گندم در گرگان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۵ (۳): ۲۳- ۴۴.

رجبی، م.ح.، سلطانی، ا.، زینلی، ا. و سلطانی، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی مصرف انرژی در تولید گندم در گرگان. مجله پژوهش-های تولید گیاهی. ۱۹(۳): ۱۴۳- ۱۷۲.

فرجی ی، ۱۳۸۶ . بررسی وضع موجود مکانیزاسیون و شاخصهای انرژی در کشاورزی دشت عباس و ارائه راهکار-های مناسب توسعه .پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

فیض‌بخش، م.ت. و سلطانی، ا. ۱۳۹۲. جریان انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی در مزارع ذرت دانهای(شهرستان گرگان). نشریه تولید گیاهان زراعی. ۶(۳): ۸۹- ۱۰۷.

قهدریجانی، م. ۱۳۸۶. تعیین میزان مصرف انرژی تولید گندم و سیب زمینی در سطوح مختلف کشت درغرب اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

کوچکی ، ع. ، م. حسینی و ح . خزایی ۱۳۷۶. نظام های کشاورزی پایدار، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع.، ۱۳۷۳. کشاورزی و انرژی (نگرشی اکولوژیک). ترجمه . انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

کوچکی، ع. و م. حسینی ۱۳۷۳. کارائی انرژی در اکو سیستم‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

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

منجم، س.، رنجی، ع.، خانی، م. و عطاری، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی روش‌های تولید برنج در استان گیلان با رویکرد مدیریت انرژی و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP). تحقیقات غلات. ۳(۳): ۲۵۶- ۲۶۶.

Darlington, D., 1997. What is efficient agriculture? Available at URL: http:// www.veganorganic .net/agri.htm

Kennedy S. Energy use in American agriculture. Sustainable Energy Term Paper 2000. 5/1/2000.

Singh, S., Satwinder Singh, C. J.Pannu and Jasdev Singh, 2000. Optimization of energy input for raising cotton crop in Punjab. Energy Conversion & Management, Vol. 41.pp 110-118

Ozkan, B., H. Akcaoz and F. Karadcniz, 2003. Energy requiremcnt and economic analysis of citrus production in Turkey, Energy Conversion and Management , Vol. 44.46-56

Barber A. and S. Scarrow, 2001. Kiwi fruit Energy Audit, Agriculture New Zealand, Ltd.

Biermann, S., G. W. Rathke, K. J. Hulsbergen & W.Diepenbrock, 1999. Energy recovery by

in dilerent agro- climatic zones of the Punjab. Applied Energy, Vol. 63.pp 148-160

Franzluebbers AJ, Francis CA. Energy output–input ratio of maize and sorghum management systems in Eastern Nebraska. Agric, Ecosys Environ 1995; 53(3):271–8.

Aggarwal, G. C., 1995. Fertilizer and irrigation management for energy conservation in crop production. Energy, Vol 20, No 8.pp 154-168

Sidhu, H. S., S. Singh, T. Singh and S. S. Ahuja, 2004. Optimization of energy usage in different crop production systems. LE (I). Journal. AG, Vol. 85. 50-55

McLaughlin, N.B., B.A. Grant, D.J. King and G.J. Wall. 1997. Energy inputs for a combined tillage and liquid manure .injection system. Canadian Agricultural Engineering 39(4):289-295.

Nguyen, M. L. and R. J. Haynes, 1994. Energy and labour efficiency for there pairs of conventional and alternative mixed cropping. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 52.pp 163-172

Kaltsas, A.M., Mamolos, A.P., Tsatsarelis, C.A., Nanos, G.D. and Kalburtji, K.L. 2007. Energy budget in organic and conventional olive groves. Agric. Ecosyst. Environ. 122: 243-251.

Baruah, D. C., Das, P. K., and Dutta, P. K. 2004. Present status and future demand for energy for bullock-operated rice farms in Assam (India). Appl. Energy, 79: 145–157.

Canakci, M., M. Topakci, I. Akinci and A. Ozmerzi, 2005. Energy use partern of some field crops and vegetable production: Case study for Antalya region, Turkey. Energy Conversion and Management , Vol. 46.pp 655-666

Hatirli, S. A., Ozkan, B., and Fert, C. 2008. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renew Energy, 3: 427-438.

Ozkan, B., Akcaoz, H., and Fert, C. 2004. Energy input–output analysis in Turkish Pimentel, D., Hurd, L.E., Bellotti, A.C., Forster, M.J., Oka, I.N., Sholes, O.D. and Whitman, R.J. 1973. Food production and the energy crisis. Science 182, 443–449.

Tsatsarelis, C.A. 1992. Energy flow in sugar-beet production in Greece. Appl. Eng. Agric. ASAE 8: 585–589.

crops in dependence on the input of mineral fertilizer. Martin – Lutther King University.

Pimentel, D. Energy inputs in production agriculture.1999. In: R.C. Fluck (Ed), Energy in Farm Production, Elsevier, Amsterdam, pp. 13 – 29.

Franzluebbers AJ, Francis CA. Energy output–input ratio of maize and sorghum management systems in Eastern Nebraska. Agric, Ecosys Environ 1995; 53(3):271–8.

Pimentel, D. and M. karpenstein machan, 1998. Energy use in agriculture: An overview.

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

Mandal, K.G., Saha. K.P., Ghosh, P.K., Hati, K.M., and Bandyopadhyay, K.K. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean based crop production systems in Central India. Biomass and Bioenergy. 23:337-345.

Uri, N. D., 1998. Conservation tillage and the use of energy and other inputs in US agriculture. Energy Economics, Vol. 20.443-465

Conforti, P. and M. Giampietro, 1997. Fossil energy use in agricultyre: An international comparison. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vul. 65.231-243

McLaughlin, N.B., B.A. Grant, D.J. King and G.J. Wall. 1997. Energy inputs for a combined tillage and liquid manure .injection system. Canadian Agricultural Engineering 39(4):289-295.

Ceccon, C. and R. Giovanardi, 2002. Energy balance of four systems HN north eastern Italy. Italy Journal Agron, VOL.6. pp 73-78

Mani, I., Kumar, P., Panwar, J.S., and Kant, K. 2007. Variation in energy consumption in production of wheat-maize with varying altitudes in Hilly Regions of Himachal Paradesh, India. Energy. 32:2336-2339.

Mandal, K.G., Saha. K.P., Ghosh, P.K., Hati, K.M., and Bandyopadhyay, K.K. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean based crop production systems in Central India. Biomass and Bioenergy. 23:337-345.

Kallivroussis, L., A. Natsis and G. Papadakis, 2002. The Energy Balance of Sunflower production for Biodiesel in Greece. Biosystems Engineering, vol. 81, No. 3.pp 347-354

Singh, S., S. Singh, C.J.S. Pannu and J.Singh 1999. Energy input and yield relations for wheat

Determine the most Appropriate Method of Rice Production in Northern Iran on the Basis of Energy

Seyed Farid Javidan[1]- Davood Mohammad Zamani[2]- Mohammad Reza Asadi Asad Abad
1- MA, in of Mechanics of agricultural machinery, Department of Agronomy, University Takestav ,Islamic Azad University,Gazvin, Iran
2- Assistant Professor, in of Mechanics of agricultural machinery, Department of Agronomy, University Takestav ,Islamic Azad University,Gazvin, Iran
3- Assistant Professor, in of Mechanics of agricultural machinery, Department of Agronomy, University Boein Zahra ,Islamic Azad University,Gazvin, Iran

Received:1 June 2017
Accept:2 August 2017

Abstract

Understanding the ways of energy distribution in the agronomy operation is the great importance in the selection of cropping systems. Rice as the most important crop in the northern provinces of Iran was cultiavate by three methods of traditional, semi-mechanized and mechanized. Present study was designed to evaluate the role of mechanization in rice production in the Guilan province on energy consumption and determine the contribution and consumption of energy in each agricultural operation and inputs. Therefore, by using of questionnaire and person interviews with 40 farmers in four different regions of the Guilan province the information about machines and inputs consumption (seed, fertilizer, toxins and fuel) in traditional and mechanized rice production system togethered. After gathering information, data relating to each system's entered to Excel software and the total amount of energy input and output and indexes energy assessment was calculated based on an energy equivalent (MJ per unit) for each input consumption. The results showed that the highest energy input in both rice production systems is for seedlings preparation and then fertilizer and less energy input is for transplanting. In both culture systems, most direct energy input in rice fields related to fuel and indirect energy input related to nitrogen. The fuel consumption in mechanized system by use of more farming machinery increased than traditional cultivation system. The results showed that the bulk of energy in both systems is related to non-recycle energy. Among the non-recycle energy fertilizer nitrogen in both traditional and mechanized system had the highest value. Evaluation indexs energy showed that the net energy yield for traditional system is 153975/3 MJ ha and 142464/76 MJ ha for mechanized system. In other words, the ratio of energy output to input in traditional and mechanized systems was respectively, 14/48 and 10.72. These results suggest that the energy efficiency of rice production in raditional system is more than mechanized system that it is due to less use of inputs such as fuel, machines and equipment for each unite of production.

Keywords: *Energy, rice and rice cultivation system*