آنالیز انرژی های ورودی و خروجی در کشت گندم، طی دو سیستم کشت پشته‌های عریض (Raised bed) و مرسوم (Flat) در منطقه ملاثانی (اهواز)

کاظم مرادی[۱]، قدرت الله فتحی[۲]، سید عطاالله سیادت[۳]، یحیی امام[٤]، منوچهر دستفال[٥]

۱دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ۲و۳ عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، ٤ عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز ٥ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات حسن آباد داراب.
pdf.kazem@gmail.com

چکیده

یکی از راه‌های تحقق توسعه پایدار در کشاورزی بررسی جریان انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید محصول می‌باشد. مطالعه جریان انرژی می‌تواند ابعاد ناشناخته‌ای از روند تولید محصول را که در سایر روشهای مدیریتی اعم از روشهای رایج مطالعه مکانیزاسیون و یا روشهای اقتصادی مورد توجه قرار نمی‌گیرند روشن سازد. در تحقیق حاضر ارزش نهاده‌ها و ستانده‌های دو شیوه کشت گیاه گندم به صورت پشته‌ای (Raised bed) و مرسوم (Flat) با استفاده از معادل‌ها به انرژی تبدیل شد و در نهایت نسبت نهاده به ستانده مورد محاسبه قرار گرفت. با محاسبه نسبت انرژی ورودی به خروجی هر سال به طور جداگانه و برای هر سیستم مشخص شد که بالاترین نسبت انرژی به میزان ۵/۹۷ مربوط به کشت سال دوم زراعی سیستم کشت پشته‌ای بود و کمترین نسبت به میزان ٤/٤۷ مربوط به سیستم کشت مرسوم می‌باشد. بیشترین سهم در کل انرژی مصرفی متعلق به مصرف کود ازته بود. بالاترین بهره‌وری انرژی مربوط به کشت در سال دوم زراعی سیستم کشت پشته‌ای با میانگین ۰/۳ کیلوگرم بر مگاژول بود و کمترین بهره‌وری به میزان ۰/۲۲ کیلوگرم بر مگاژول مربوط به سیستم کشت مرسوم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انرژی، پشته های عریض (Raised bed)، نسبت انرژی، بهره وری انرژی، گندم

مقدمه

میزان انرژی مصرفی در ایران همواره یکی از موضوعات مورد بحث می باشد. مطالعه جریان انرژی در اکوسیستم و بویژه اکوسیستم هایی که مستقیماً توسط انسان اداره می شوند از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا انرژی ارز رایج یک اکوسیستم است(حسن زاده و همکاران، ۱۳۸۰). انسان با اعمال مدیریت می تواند کارایی انرژی را در سیستمهای تولید محصولات کشاورزی بالا ببرد(حسن زاده و حیدری، ۱۳۸۲). بهینه سازی فرآیندی است که طی آن با دستکاری مقدار ورودی یا خروجی یک سیستم بیشترین منفعت حاصل می‌شود. سیستم‌های کشاورزی نیز از این قاعده مستثنی نیستند و تحقیقات زیادی در زمینه بهینه سازی آنها با دیدگاه‌های متفاوت انجام شده است. بهینه سازی مصرف انرژی یکی از این

دیدگاه‌ها است که طی آن به بیشترین حاصل با صرف کمترین مقدار انرژی ورودی توجه شده است. با این حال این فرآیند بر پایه محاسبه راندمان هر یک از اجزای سیستم استوار است(نصیری، ۱۳۸۷).

Kumar and Twidell, 1981 از شاخص نسبت انرژی (نسبت مقدار انرژی کل خروجی محصول بر حسب مگاژول بر هکتار به مجموع انرژی‌های ورودی بر حسب مگاژول بر هکتار) برای تعیین راندمان انرژی در مزارع نیشکر استفاده کردند.

محاسبه کارایی انرژی روش دیگری است که در تعیین راندمان مصرف انرژی زارعان مورد استفاده قرار گرفته است. این مقدار توسط توابع تولید پارامتریک (Arega, 2006. Steven, 2004. و Liu and Zhuang, 2000) یا روشهای غیر پارامتریک (Chauhan, 2006. Bhushan, 2005. Bames, 2006. و Nassiri, 2007.)قابل محاسبه است. صرف نظر از روش محاسبه کارایی (یا به‌عبارت دیگر راندمان)، مقدار آن متاثر از نوع و مقدار پارامترهای ورودی و خروجی است. در نتیجه بهینه سازی بر اساس مقادیر محاسبه شده کارایی نیز خود بخود متاثر از ورودی ها و خروجی ها خواهند شد. Nassiri, 2007 در تعیین راندمان مصرف انرژی زارعان در مزارع گندم درپنج منطقه ایالت پنجاب هند مقدار معادل انرژی مصرفی را از منابع مختلف انرژی شامل نیروی انسانی، دام، سوخت، الکتریسیته، ماشین، بذر، کود و مواد شیمیایی برای انجام عملیات زراعی نظیر خاکورزی، کاشت، آبیاری، دفع علفهای هرز به روش مکانیکی، سمپاشی، برداشت و خرمنکوبی محاسبه نمود و نتایج نشان داد که مقدار کارایی زارعان پیشرو (با کارایی ۱۰۰٪) تحت تاثیر یکسان انرژی‌های ورودی نیست. طبق نتایج به ترتیب به میزان ۰/۹۱ = r و۰/۹۳ = r همبستگی قوی ای بین کارایی و نسبت انرژی یا انرژی ویژه زارعان گندم کار وجود داشت.

با توجه به اینکه سیستم های مرسوم خاکورزی و کاشت بسیار انرژی بر می باشند لذا پیشنهاد میگردد که از روش هاس جدید کاشت که یکی از آنها کاشت روی ردیف های عریض است استفاده گردد. این سیستم موجب افرایش عملکرد، کاهش تردد ماشین آلات و به طبع آن کاهش مصرف انرژی شده، هزینه ها را کاهش داده و ساختمان خاک را بهبود می بخشد(long and Rainbow, 2001). در همین راستا مطالعه حاضر با هدف تعیین راندمان دو سیستم کشت (نسبت انرژی و کارایی) با هدف مشخص کردن بهترین راندمان انرژی تولید در هر یک از سیستم های کشت انجام پذیرفت.

مواد و روشها:

این مطالعه در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رامین انجام گرفت. تیمار اول کشت مرسوم منطقه و به صورت (Flat) با فواصل خطوط کاشت ۱۲.۵ سانتی متر بود که برای سهولت در انجام آبیاری پشته هایی به موازات هر ۱۵ خط کاشت و به طول ۳ متر احداث گردید. تیمار دوم کشت به روش پشته‌ای (Raised bed) با پشته های عریض ٦۰ سانتی متری و با ۳ خط کشت بر روی هر پشته که فاصله هر خط بر روی پشته ۱۷.۵ سانتی متر در نظر گرفته شد(شکل ۱). برای آبیاری از آب رودخانه کارون استفاده گردید. پس از کشت گندم در سال اول به دو

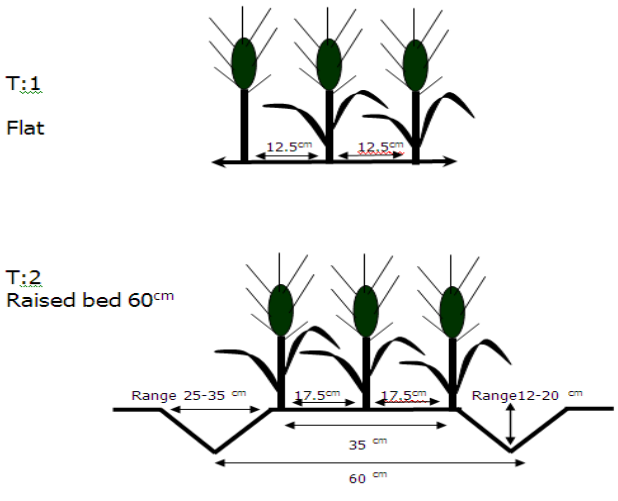
روش پشته‌ای (Raised bed) و مرسوم (Flat) میزان هر یک از شاخص های مورد مطالعه اندازه گیری گردید و سپس تجزیه و تحلیل هر یک از ارقام و داده ها بر اساس روابط و شاخص های مربوطه صورت گرفت. برای محاسبه انرژی های ورودی و خروجی از معادل های انرژی به دست آمده توسط محققین استفاده شد(جدول ۱).

جدول(۱) معادل های انرژی را برای نهاده های مختلف نشان می دهد(Singh, 1997)

نهاده	واحد(unit)	(Mj/unit
نیروی انسانی	h	۱/۹٦
سوخت	Lit	٥٦/۳
کود شیمیایی ازته	Kg	٦۰/٦
کود شیمیایی فسفره	Kg	۱۱/۹۳
علف کش	Kg	۲۳۸
حشره کش	Kg	۱۹۹
بذر	Kg	۱٤/۷
تراکتور	Kg	**۹۳/٦۱**
کمباین	Kg	**۸۷/٦۳**
ماشین های کشاورزی	Kg	٦۲/۷
آبیاری	M^3	۰/٦۳
حمل و نقل	Ton.Km	٦/۳
کاه	Kg	۹/۲٥
الکتریسیته	Kwh	۱۱/۹۳
قارچ کش	Kg	۹۲

از آنجا که این پشته ها به صورت نیمه دایمی و چند ساله مورد استفاده قرار می گیرد(Fahong, 2004) لذا نیمی از عملیات خاکورزی و نهاده های ورودی در سالهای بعد حذف خواهد شد، همچنین به علت مصرف نکردن سموم علف کش و حذف برخی از نهاده ها، به طبع آن استفاده از دیگر نهاده ها نظیر پنجه غازی (به جهت دفع علفهای هرز) صورت خواهد گرفت که کلیه این موارد در نظر گرفته شد. با ثابت در نظر گرفتن میزان کلیه نهاده ها و ستانده ها در هر یک از الگوهای کشت در سال دوم میزان درصد انرژی ورودی، میزان بهره وری و نسبت انرژی برای هر یک از تیمارها و به صورت جداگانه برای هر سال محاسبه گردید.

شکل (۱)



نسبت انرژی با استفاده از رابطه(۱) محاسبه می گردد:

رابطه ۱: (مشهوری آذر و همکاران، ۱۳۸۷).

انرژی ورودی بر حسب مگاژول / انرژی خروجی بر حسب مگاژول = نسبت انرژی

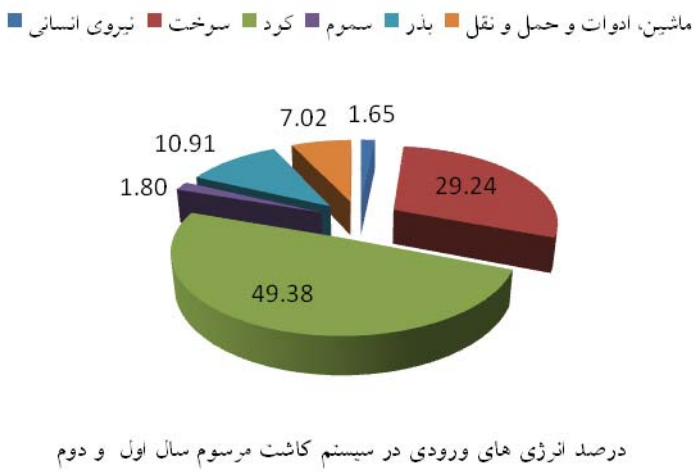
رابطه ۲: (مشهوری آذر و همکاران، ۱۳۸۷).

انرژی ورودی بر حسب مگاژول / عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم = بهره وری انرژی

نتایج و بحث

ستانده ها و نهاده های کل و نسبت انرژی در هر دو روش کشت برای یک هکتار گندم با یکدیگر متفاوت می باشد(جدول ۱)، البته میزان انرژی ورودی برای سیستم کاشت مرسوم در منطقه در هر دو سال به علت عدم تغییر در میزان هر یک از نهاده ها و ثابت فرض شدن میزان ستانده و یکسان بودن شرایط کشت با یکدیگر برابر است(شکل ۲). بیشترین واحد انرژی های ورودی در سیستم کاشت مرسوم در هر دو سال به میزان ٤٢/٣٨ درصد متعلق به مصرف کود و کمترین آن به میزان ۱/٦٥ درصد متعلق به نیروی انسانی می باشد(شکل ۲).

شکل (۲) درصد انرژی های ورودی در سیستم کاشت مرسوم سال اول و دوم



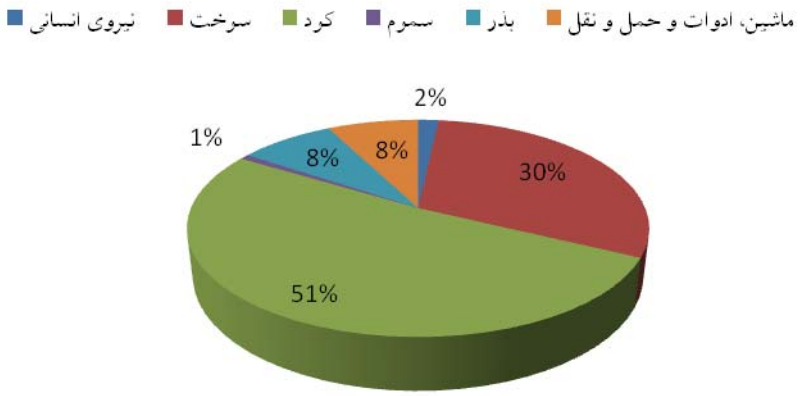
درصد انرژی های ورودی در سیستم کاشت مرسوم سال اول و دوم

مجموع نهاده های ورودی در سیستم کشت پشته ای در سال اول نسبت به سیستم کشت مرسوم کمتر و نسبت به کشت سال دوم همین سیستم بیشتر بود. در سال دوم میزان نهاده های ورودی در سیستم کشت پشته ای به دلیل آماده تر بودن شرایط کشت زمین نسبت به سیستم کشت پشته ای در سال اول و سیستم مرسوم به ترتیب به میزان ۳۳۵۱/۸۷ و ٤٤٤٠/۷ مگاژول کمتر بود و این موضوع یکی از عواملی بود که باعث بالاتر رفتن بهره وری انرژی نسبت به سیستم کشت پشته ای در سال اول و سیستم مرسوم شد(جدول ۱). بیشترین واحد انرژی های ورودی در سیستم کاشت پشته ای در سال

گزینه	واحد	روش مرسوم		روش Rised bed		هم ارز انرژی	روش مرسوم		روش Rised bed	
		میزان سال اول	میزان سال دوم	میزان سال اول	میزان سال دوم	mj/unit	انرژی سال اول	انرژی سال دوم	انرژی سال اول	انرژی سال دوم
نیروی انسانی	h	۲۲۷.۳۵	۲۲۷.۳۵	۲۲۷.۳۵	۱۸۰	۱.۹۶	٤٤٥.٦٠٦	٤٤٥.٦٠٦	٤٤٥.٦٠٦	۳۵۲.۸۰۰
سوخت	lit	۱٤۰	۱٤۰	۱٤۰	۹۵	۵٦.۳	۷۸۸۲	۷۸۸۲	۷۸۸۲.۰۰۰	۵۳٤۸.۵۰۰
کود شیمیایی ازته	kg	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	٦۰.٦	۱۲۱۲۰	۱۲۱۲۰	۱۲۱۲۰.۰۰۰	۱۲۱۲۰.۰۰۰
کود شیمیایی فسفره	kg	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱.۹۳	۱۱۹۳	۱۱۹۳	۱۱۹۳.۰۰۰	۱۱۹۳.۰۰۰
علف کش	lit	۱.۲	۱.۲	۰	۰	۲۳۸	۲۸۵.٦	۲۸۵.٦	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
حشره کش	lit	۱	۱	۱	۱	۱۹۹	۱۹۹	۱۹۹	۱۹۹.۰۰۰	۱۹۹.۰۰۰
بذر	kg	۲۰۰	۲۰۰	۱٤۰	۱٤۰	۱٤.۷	۲۹٤۰	۲۹٤۰	۲۰۵۸.۰۰۰	۲۰۵۸.۰۰۰
تراکتور	h	۱٤	۱٤	۱٤.۵	۱۰.۵	۹۳.٦۱	۱۳۱۰.۵٤	۱۳۱۰.۵٤	۱۳۵۷.۳٤۵	۹۸۲.۹۰۵
کمباین	h	۰.٤	۰.٤	۰.۵۵	۰.۵۵	۸۷.٦۳	۳۵.۰۵۲	۳۵.۰۵۲	٤۸.۱۹۷	٤۸.۱۹۷
پنجه غازی	h	۰	۰	۰.۵	۰.۵	٦۲.۷	۰	۰	۳۱.۳۵۰	۳۱.۳۵۰
گاو آهن	h	٤.۷۵	٤.۷۵	٤.۸۵	۰	٦۲.۷	۲۹۷.۸۲۵	۲۹۷.۸۲۵	۳۰٤.۰۹۵	۰.۰۰۰
دیسک	h	۰.۷	۰.۷	۰.۷	۰	٦۲.۷	٤۳.۸۹	٤۳.۸۹	٤۳.۸۹۰	۰.۰۰۰
ماله	h	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۰۵	۰	٦۲.۷	۳.۱۳۵	۳.۱۳۵	۳.۱۳۵	۰.۰۰۰
کودپاش	h	۰.۲۲	۰.۲۲	۰.۲۲	۰.۲۲	٦۲.۷	۱۳.۷۹٤	۱۳.۷۹٤	۱۳.۷۹٤	۱۳.۷۹٤
خطی کار	h	۰.٦	۰.٦	۰.٦	۰.٦	٦۲.۷	۳۷.٦۲	۳۷.٦۲	۳۷.٦۲۰	۳۷.٦۲۰
سمپاش	h	۰.٦	۰.٦	۰.۲۸	۰.۲۸	٦۲.۷	۳۷.٦۲	۳۷.٦۲	۱۷.۵۵٦	۱۷.۵۵٦
حمل ونقل	ton*km	۱۸	۱۸	۱۸.۲	۱۸.۲	٦.۳	۱۱۳.٤	۱۱۳.٤	۱۱٤.٦٦۰	۱۱٤.٦٦۰
		مجموع انرژی های ورودی					۲٦۹۵۸.۰۸۲	۲٦۹۵۸.۰۸۲	۲۵۸٦۹.۲٤۷۵	۲۲۵۱۷.۳۸۱۵
عملکرد دانه	kg	٦۰۰۰	٦۰۰۰	٦۷۵۰	٦۷۵۰	۱٤.۷	۸۸۲۰۰	۸۸۲۰۰	۹۹۲۲۵.۰۰۰	۹۹۲۲۵.۰۰۰
عملکرد کاه	kg	۳۵۰۰	۳۵۰۰	۳۸۰۰	۳۸۰۰	۹.۲۵۲	۳۲۳۸۲	۳۲۳۸۲	۳۵۱۵۷.٦۰۰	۳۵۱۵۷.٦۰۰
		مجموع انرژی های خروجی					۱۲۰۵۸۲	۱۲۰۵۸۲	۱۳٤۳۸۲.٦	۱۳٤۳۸۲.٦

اول به میزان ۵۱ درصد و در سال دوم به میزان ۵۹ درصد متعلق به مصرف کود و کمترین آن در هر دو سال به میزان ۱ درصد متعلق به مصرف سموم می باشد(شکل ۳).

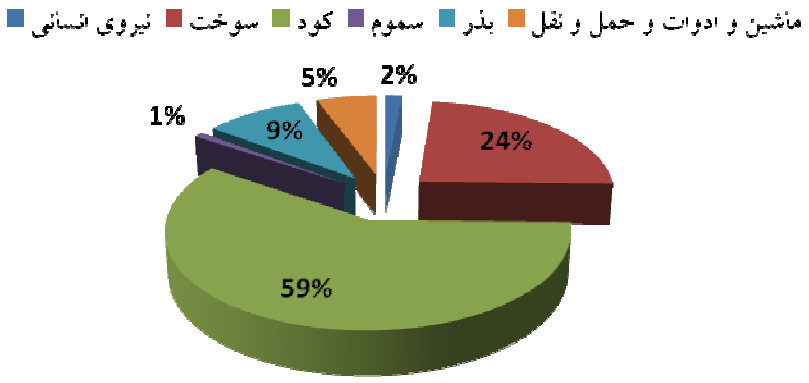
شکل (۳) درصد انرژی های ورودی در سیستم کاشت پشته ای در سال اول



درصد انرژی های ورودی به تفکیک نهاده ها در سیستم کاشت پشته ای در سال اول

اگر چه میزان نهاده ورودی ماشین، ادوات و حمل و نقل در سیستم پشته ای در سال اول به میزان ۷/۶۲ بوده و نسبت به سایر سالها و تیمار مرسوم بیشتر است ولی با کمتر شدن میزان انرژی ورودی حاصل از همین نهاده در سیستم کشت به روش پشته ای در سال دوم سهم انرژی نهاده کود نسبت به هر دو سیستم در سالهای دیگر با میانگین ۵۹ درصد بالاتر بود(شکل ٤).

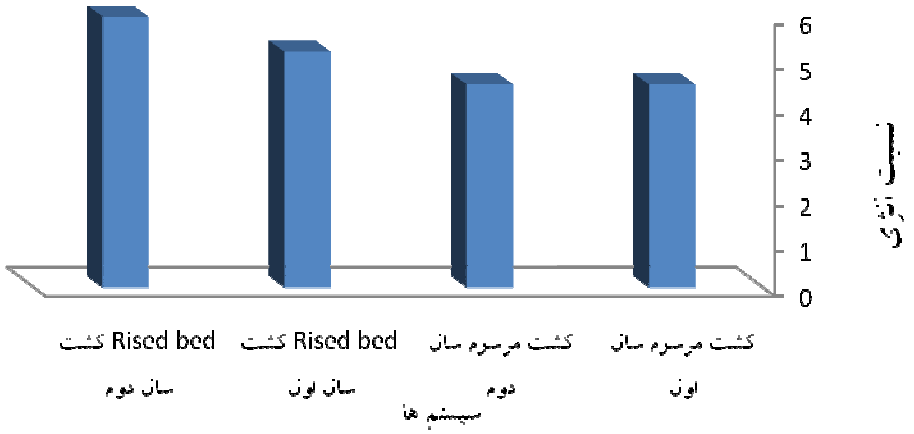
شکل (٤) درصد انرژی های ورودی در سیستم کاشت پشته ای در سال دوم



درصد انرژی های ورودی به تفکیک نهاده ها در سیستم کاشت پشته ای در سال دوم

نسبت انرژی بیان کننده راندمان انرژی یک سیستم است. در مقایسه بین نسبت ستانده به نهاده در هر دو شیوه مشخص شد که بالاترین نسبت انرژی به میزان ۵/۹۶ متعلق به سیستم کاشت پشته ای در سال دوم و کمترین آن به میزان ٤/٤٧ متعلق به سیستم کشت مرسوم است(شکل ۵).

شکل (۵) بررسی میزان نسبت انرژی در سیستم های کاشت شده طی سالهای مختلف



محاسبه بهره وری انرژی در تیمارها و سالهای مختلف نشان داد که کمترین بهره وری به میزان ۰/۲۲ کیلوگرم بر مگاژول متعلق به سیستم کشت مرسوم و بیشترین آن به میزان ۲/۲۹ کیلوگرم بر مگاژول متعلق سیستم کشت پشته ای در سال دوم است (شکل ۵). بایستی توجه داشت که بهره وری انرژی در سیستم پشته ای در سال اول نیز با میزان ۰/۰۳۸ کیلوگرم بر مگاژول بالاتر از سیستم مرسوم در هر یک از سالها بود(شکل ٦).

شکل (٦) بررسی میزان بهره وری انرژی در سیستم های کاشت شده طی سالهای مختلف

نتیجه گیری

بررسی جریان مصرف انرژی در دو سیستم مرسوم و پشته‌های عریض نشان می دهد که کود مصرفی بیشترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص داد. سیستم کاشت بر پشته‌های عریض در سال دوم کمترین میزان مصرف انرژی را داشته و نسبت انرژی و بهره وری انرژی در این سیستم بهتر از سیستم مورد مقایسه بود. بنابراین برای کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه های تولید، افزایش عملکرد، بهبود ساختمان خاک و کنترل ترافیک مزرعه پیشنهاد می شود که از این سیستم به جای سیستم مرسوم در منطقه استفاده گردد. در پایان بایستی این نکته را متذکر شد که ایجاد نوآوری در یک منطقه منوط به انجام آزمایشات و ارزیابی بیشتر و اساسی تر در زمینه جنبه های مختلف آن موضوع می باشد.

منابع

حسن زاده قورت تپه، ع. ا. قلاوند، م. ر.، احمدی و خ. میرنیا،۱۳۸۰. بررسی تاثیر سیستمهای مختلف تغذیه بر راندمان انرژی ارقام آفتابگردان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال هشتم شماره ۲: ص.۷۸-۶۸.

حسن زاده، قورت تپه، ع. م. حیدری قلی نژاد کناری، ۱۳۸۲. ارزیابی بیلان انرژی زراعت گندم دیم در استان مازندران، پژوهش و سازندگی، شماره ۵۸.

مشهوری آذر، م. مهاجرت دوست، و. و اکرم، ا. ۱۳۸۷. آنالیز انرژی مصرفی و هزینه های تولید محصولات عمده زراعی شهرستان مراغه. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، شماره:۲۴۹.

نصیری، س، م. ۱۳۸۷. تاثیر کاهش واحد های تصمیم سازی و ورودی های انرژی بر نسبت انرژی، انرژی ویژه و کارایی زارعان. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، شماره:۱۵۲.

Arega D. A., V. M. Manyong and J. Gockowski. 2006. The production efficiency of intercropping annual and perennial crops in southern Ethiopia: A comparison of distance function and production frontiers. *Agricultural Systems*, Volume 91, Issue 1-2: 51-70.

Bames A P. 2006. Does multi-functionality affect technical efficiency? A non-parametric analysis of the Scottish dairy industry. *Journal of Environmental Management*, Volume 80, Issue 4: 287-294.

Bhushan S. 2005. Total factor productivity growth of wheat in India: A Malmquist approach. *Indian Journal of Agricultural Economics*, Volume 60**,** Issue 1**:** 32-48.

Byerlee, D,. and D. Flores. 1981. Wheat production in the Yaqui Valley: Farmers' practice and perspectives. Unpublished paper, CIMMYT, Mexico.

Chauhan N. S., P. K. J. Mohapatra and K. P. Pandey. 2006. Improving energy productivity in paddy production through benchmarking: An application of data envelopment analysis. *Energy Conversion and Management*, Volume 47**:** 1063-1085.

Fahong, W., W. Xuqing, and K.D. Sayre. 2004. Comparison of conventional, flood irrigated, flat planted with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. Field Crops Res. 87: 35–42.

Kumar M. and J. W. Twidell. 1981. Energy analysis of some sugarcane farms in Fiji: Considering labour and machine use. E*nergy*, Volume 6, Issue 2: 139-152.

Liu Z. and J. Zhuang. 2000. Determinants of Technical Efficiency in Post-Collective Chinese Agriculture: Evidence from Farm-Level Data. *Journal of Comparative Economics*, Volume 28, Issue 3: 545-564.

Nassiri S. M. 2007. Energy use efficiency for paddy and wheat crops in Punjab using Data Envelopment Analysis. Unpublished Ph.D. Dissertation. College of Agricultural Engineering, Punjab Agricultural University, Ludhiana, India.

Steven M., H. S. Levine and E. S. Levine. 2004. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. *Agricultural Economics*, Volume 31, Issue 2-3: 241-249.

Singh.M.K, S.K.Pal,R.Thakur andU.N.Verma.1997. Energy input-output relationship of cropping systems. Indian journal of agriculture sciences,v(67):262-266.

Singh.S, U.N.Verma and J.P.Mittal.1997.Enargy requirements for production of major crops in India.Agricultural mechanization in Asia,Africa and Latin America,v (284):

13-17.