بررسی و تعیین شاخص های کارآیی انرژی برای تولید کنجد در منطقه جنوب استان فارس (مطالعه موردی: شهرستان لامرد)

مرتضی رحیمی کیا[۱]، باقر عمادی[۲]

۱ و ۲ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی و استادیار گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

mortezarahimikia@yahoo.com

چکیده

نقش انرژی در توسعه و کارآیی کشاروزی بسیار با اهمیت است. در سال های گذشته مصرف انرژی، به ویژه سوخت های فسیلی و کود های شیمیایی در کشاورزی افزایش چشمگیری داشته است. توجه به منابع طبیعی کمیاب و اثر مصرف انرژی های مختلف روی سلامتی انسان و محیط زیست، لزوم بررسی الگوهای مصرف انرژی را در بخش کشاروزی حیاتی ساخته است.در این پژوهش به بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای کشت کنجد در منطقه جنوب استان فارس (مطالعه موردی: شهرستان لامرد) پرداخته شده است. اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق ازآمار موبوط به سازمان جهاد کشاورزی استان فارس و اداره جهاد کشاورزی شهرستان لامرد و همچنین مصاحبه و تحقیق میدانی از کشاورزان این منطقه بدست آمده است. ضریب انرژی های مستقیم (سوخت و الکتریسیته و..) و غیر مستقیم (انرژی های مربوط به کودو سم و ماشین آلات و...) از اطلاعات مرجع بدست آمد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کود های شیمیایی (بویژه کود اوره ۸۹.۴۸٪) و سوخت مصرفی (گازوئیل و بنزین) به ترتیب با متوسط ۵۳.٦ و ۲٦.٤ درصد، بیشترین سهم مصرف انرژی در تولید کنجد را به خود اختصاص داده است وکمترین میزان سهم مصرف انرژی مربوط به انرژی بذر مصرفی با متوسط ۰.۷۹ درصد بوده است و همچنین کارآیی انرژی و بهره وری انرژی و انرژی خالص در تولید کنجد به ترتیب ۲.۸ ، (۱.۲۷ Mj/Kg) و (۵٦،۹٤۰.۰۲ Mj/ha) محاسبه شد.

کلیدواژه: کارآیی انرژی، بهره وری انرژی، انرژی خالص، زراعت کنجد

مقدمه

میزان انرژی مصرفی در ایران همواره یکی از موضوعات مورد بحث می باشد. بعضی بر این باورند که به دلیل ارزانی نفت در ایران نیازی به تحقیق و بررسی در این زمینه نیست. این تفکر به دو دلیل نادرست است: اول این که ایران سالیانه بیلیون ها دلار صرف واردات سوخت دیزل به ویژه برای مصارف کشاورزی می نماید و دوم این که بررسی ها در این زمینه درجه پیشرفت مکانیزاسیون کشور را آشکار می سازد و ما از این طریق به راحتی می توانیم به مشکلات و کمبود های این بخش پی ببریم. برای پایداری کشاورزی لازم است تا جای ممکن تولید ارزان داشته باشیم. این امر بدون دانش و شناخت کافی از راهها و ابزارهای کاهش مصرف انرژی میسر نخواهد بود(شیرمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷). انرژی را می توان بر اساس تاریخ پیدایش آن به دو گروه انرژی های رایج (ذغال سنگ، چوب، نفت ، گاز وغیره) و انرژی های قابل تجدید (امواج

خورشید، باد، زمین گرایی، امواج اقیانوس و غیره) تقسیم نمود.سوخت های فسیلی که غیرقابل تجدید می باشد هنوز منبع اصلی انرژی در جهان می باشد و در حال حاضر بیش از ۷۰٪ انرژی دنیا را تامین می کند(قهدریجانی، ۱۳۸۸).

موضوع انرژی و ذخیره سازی آن تنها برای کشور های فاقد منابع نفتی و کشورهای توسعه یافته حائز اهمیت نمی باشد، بلکه برای همه کشور ها به خصوص به دلیل رقابت قیمتی در سازمان تجارت جهانی (WTO) دارای اهمیت است . بسیاری بر این باورند که کشورهای دارای منابع غنی نفتی چون ایران به دلیل دسترسی آسان و ارزان به نفت نیازی به تحقیق و بررسی در زمینه انرژی ندارند . این تفکر نادرست است زیرا : ۱) ایران در حال حاضر قسمت عمده ای از سوخت دیزل مورد نیاز خود را وارد می کند و سالانه میلیون ها دلار یارانه به خصوص برای بخش کشاورزی پرداخت می کند . ۲) نتایج بدست آمده از بررسی ها و مطالعات انرژی حاکی از کمبود هایی است که در کاربرد تکنولوژی باآن مواجه هستیم . مصرف بالای سوخت تراکتور برای انجام یک فعالیت مشخص در مقایسه با کشورهای توسعه یافته می تواند نشان دهنده ضعف سرویس و تعمیرات ، نداشتن دانش کافی راننده ، عدم انتخاب صحیح ادوات و یا بسیاری موارد دیگر باشد(شیرمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷).از آنجا کهکنجد گیاهی است گرما دوست و اساساً محصول خاص مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری بوده و به دمای پایین حساس است این محصول با شرایط اقلیمی و آب وهوایی شهرستان لامرد سازگاری خوبی نشان داده است.این محصول هر ساله در لامرد از خرداد ماه کشت و از ابتدای مهر شروع به برداشت می‌شود.با توجه به اینکه در سال زراعی گذشته (۱۳۸۸) ۳۵۰ هکتار از اراضی قابل کشت شهرستان لامرد زیر کشت محصول کنجد رفت و این منطقه پتانسیل افزایش سطح زیر کشت این محصول را دارد هدف از این پروژه بررسی و تعیین بهره وری انرژی(نسبت انرژی خروجی ها به ورودی ها) در تولید کنجد می باشد. به عبارتی با محاسبه انرژی مصرفی برای مراحل مختلف تولید و نهاده های مصرفی و همچنین انرژی های خروجی (انرژی های حاصل از بذر برداشت شده و کاه وکلش تولید شده) آن و با در نظر داشتن محدودیت های مربوط به منابع تولید بالاخص آب، مصرف انرژی برای تولید این محصول را بهینه کنیم.

مواد و روشها :

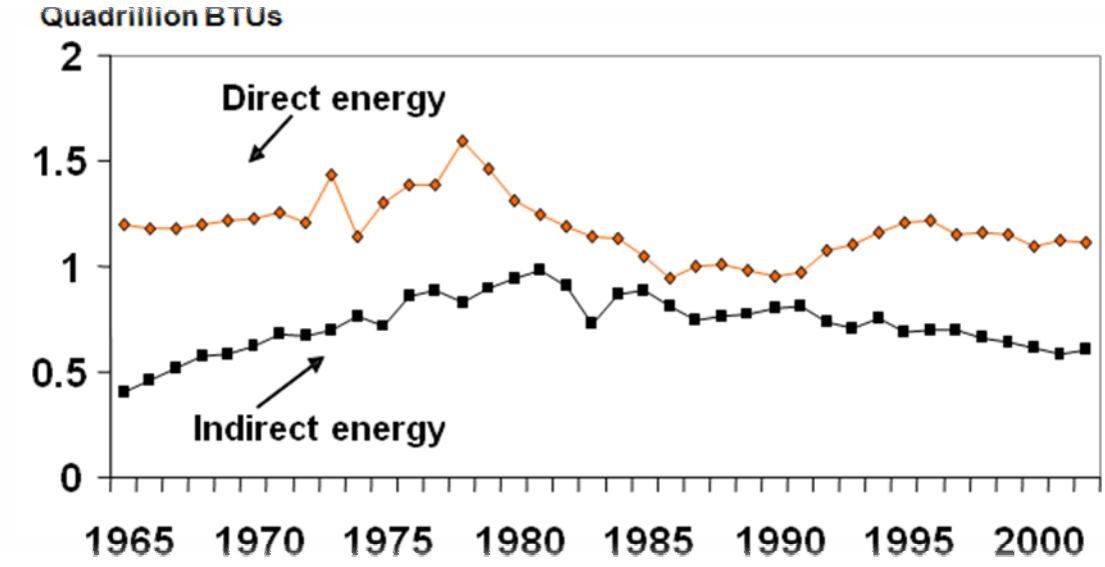
با توجه به آمار موجود در سازمان جهاد کشاورزی استان فارس وجهاد کشاورزی شهرستان لامرد مقدار سطح زیر کشت کنجد ۳۵۰ هکتار مشخص گردید. بنابراین با توجه به کوچکی حجم جامعه آماری، در این تحقیق جمع آوری داده ها از کل جامعه (بدون نمونه گیری) صورت گرفت. به این منظور پرسشنامه هایی طراحی شد و سوالات طوری انتخاب شدند که بتوانیم حداکثر ورودی های مستقیم و غیر مستقیم انرژی به مزرعه را برآورد کنیم. جهت دستیابی به اطلاعات مورد نیاز، پرسشنامه ها در مصاحبه با تعدادی از کشاورزان تکمیل گردید. ذکر این نکته لازم است که علاوه بر پرسش نامه جهت تکمیل اطلاعات از روش های مصاحبه و تحقیق میدانی نیز استفاده شده است.سیستم های کشاورزی را بر اساس میزان وابستگی شان به منابع انرژی خارجی می توان به سه گروه : قبل از صنعتی، نیمه صنعتی و تمام صنعتی طبقه بندی کرد. البته باید بدانیم که هر طبقه از لحاظ کارایی مصرف انرژی تفاوت های زیادی با هم دارند. در سیستم های نیمه صنعتی و صنعتی تقریبا کارایی مصرف انرژی خوب است، ولی در سیستم های کاملا صنعتی آنقدر انرژی هدر می رود که علی رغم تولید بالا، کارایی مصرف انرژی کم است(کوچکی، ۱۳۷۳).

انرژی های ورودی:

انرژی های صنعتی:

انرژی های صنعتی که در مزرعه مصرف می شود ممکن است بصورت مستقیم مصرف شود که در آن انرژی بصورت سوخت های فسیلی و یا برق جهت استفاده از ماشین آلات، سیستم آبیاری و غیره می باشد و یا بصورت غیر مستقیم در مزرعه مصرف شود.مصرف غیر مستقیم انرژی شامل انرژی مصرف شده جهت تولید کودهای شیمایی، سموم، ماشین آلات و ادوات کشاورزی، سیستم های آبیاری، بذر و اصلاح آن و غیره می باشد. در کشاورزی رایج حدود دوسوم انرژی های مصرفی شامل انرژی های غیر مستقیم و یک سوم شامل انرژی های مستقیم است(قربانی، ۱۳۸۸).ضریب انرژی غیر مستقیم در امریکا به طور میانگین در حدود نصف انرژی مستقیم تخمین زده شده است هر چند که هزینه بیش از دو برابر است(شیر محمدی و همکاران، ۱۳۸۷) . شکل (۱) این نسبت را نشان می دهد.

شکل ۱ : انرژی مستقیم و غیر مستقیم مصرفی



اگر ضریب انرژی مستقیم ٪ ۷–۵ هزینه های مزرعه باشد ، ضریب انرژی غیر مستقیم ٪ ۱۰–۹ است .

۱– **انرژی های مستقیم:**

منابع مختلف ارقام و واحد های مختلفی را برای انرژی مستقیم مصرفی برای کاربرد کارنده ها و کود پخش کن ها ، سم پاش ها و همچنین تجهیزات آبیاری و ... نشان می دهند. واحد انرژی معمولا لیتر بر هکتار (L/ha) سوخت دیزل نشان داده می شود اما بعضی منابع واحد انرژی را بر حسب کیلو نیوتن بر متر (KN/m) عرض کار، کیلونیوتن بر ردیف یا کیلو وات به ازای هر ماشین بیان می کند(هانت، ۱۳۷۰) .

– با توجه به عرف منطقه انواع و روشهای عملیات خاکورزی، کاشت، داشت و برداشت و تعداد دفعات اجرای هر کدام از عملیات ها مشخص شده و انرژی مصرفی آنها در واحد سطح (یک هکتار) به قرار زیر محاسبه گردید.

اطلاعات محاسبه شده جهت تعیین انرژی مصرفی اجرای عملیات ها ی مختلف:

۱– عرض کار دستگاه ها بر حسب متر

۲– راندمان مزرعه ای (برحسب کاتالوگ دستگاه)

۳– سرعت انجام عملیات(کیلومتر بر ساعت)

٤– ظرفیت موثر عملیات($\frac{\text{سرعت تراکتور} \times \text{عرض کار}}{10} \times$ راندمان مزرعه ای)(هکتار بر ساعت)

۵- زمان واقعی انجام عملیات($\frac{\text{مساحتی که باید کار شود (یک هکتار)}}{\text{ظرفیت مزرعه ای}}$)(ساعت)

- با توجه به تعداد مختلف تراکتورها و ادوات کشاورزی موجود در منطقه برای انجام عملیات های کشاورزی، جهت انجام محاسبات به طور ثابت (ماشینهایی که بیشترین فراوانی را داشتند) تراکتور و ادوات کشاورزی با مشخصات زیر در نظر گرفته شدند.

جدول ۱- ماشینهای کشاورزی متداول در منطقه

ردیف	نام ماشینهای کشاورزی	ردیف	نام ماشینهای کشاورزی
۱	تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵	۷	فاروئر با عرض کار ٤ متر
۲	گاوآهن برگردان دار سوار سه خیشه	۸	مرزکش بشقابی
۳	دیسک تاندم(دو زانویی) با عرض کار ۳.٦٦ متر	۹	نهرکن
٤	لولر چهار چرخ کششی با عرض کار ٤ متر	۱۰	سم پاش پشت تراکتوری بوم دار با عرض کار ۱۰متر
٥	کود پاش سانتریفوژ با عرض کار ۱۰ متر	۱۱	سم پاش پشتی موتوری
٦	بذرکار کمبینات با عرض کار ٤ متر	۱۲	کولتیواتور با عرض کار ۳ متر

برای محاسبه انرژی های مستقیم(انرژی های مربوط به سوخت و برق و ..) مصرف شده در طی فرآیند تولید، لازم است که مقدار مصرف انرژی(گازوئیل و الکتریسیته) برای هر عملیات تعیین، سپس با توجه به ضریب انرژی مصرفی محاسبه شده برای تولید یک واحد از آن (انرژی مصرف شده برای تولید هر واحد سوخت مصرفی، به عنوان مثال انرژی مصرفی در تولید هر لیتر گازوئیل 56.31 Mjمحاسبه شده است)، انرژی مصرفی کل را برآورد کرد.اطلاعات لازم برای محاسبه ضریب انرژی مستقیم در این پروژه با استفاده از آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، جهاد کشاورزی شهرستان لامرد و با مصاحبه و تحقیق میدانی بدست آمد .

۱-۱- انرژی مستقیم مصرفی مربوط به عملیات خاکورزی اولیه و ثانویه

جدول ۲- محاسبه ساعات کار انجام شده و کل انرژی مستقیم مصرفی برای عملیات خاکورزی (در سطح یک هکتار)

عملیات خاکورزی	عرض کار دستگاه(m)	سرعت انجام عملیات(km/h)	راندمان مزرعه ای	ظرفیت موثر عملیات	زمان اجرای عملیات(h)	تعداد دفعات اجرای عملیات	کل زمان اجرای عملیات(h)	میزان مصرف سوخت(lit/ha)	کل مصرف سوخت(lit/ha)
شخم	۱.۰۷	٤.٥	٪۷۰	۰.۳۳	۳	۱	۳	۳۰	۳۰
دیسک	۳.٦٦	٥	٪۷٥ ٪۸٥	۱.۳۷	۰.۷٥	۳	۲.۲٥	۹	۲۷
لولر	٤	۷		۱.۹٦	۰.٥	۲	۱	۲۰	٤۰
جمع									۹۷

۲-۱- انرژی های مستقیم مصرفی مربوط به عملیات کاشت

جدول ۳- محاسبه ساعات کار انجام شده و کل سوخت مستقیم مصرفی برای عملیات کاشت (در سطح یک هکتار)

عملیات زراعی	عرض کار دستگاه(m)	سرعت انجام عملیات(km/h)	راندمان مزرعه ای	ظرفیت موثر عملیات(ha/h)	زمان اجرای عملیات(h)	تعداد دفعات اجرای عملیات	کل زمان اجرای عملیات(h)	میزان مصرف سوخت(lit/ha)	کل مصرف سوخت(lit/ha)

سم پاشی	۱۰	٦	٪۷۰	٤.۲	۰.۲۳	۱	۳	۳
کود پاشی	۸	۷	٪۷۰	۳.۹	۰.۲۵	۱	۳	۳
بذر کاری			٪۷۰					
فاروئر	٤	٥	٪۸۰	۱.٤	۰.۷	۱	۱۰	۱۰
مرزکش	٤	٥	٪۸۰	۱.٦	۰.٦	۱	۹	۹
نهرکن	۰.۹	٦	٪۸۰	٤.۸ (km/h)	۰.۲	۱	۲	۲
	۰.۹	٦		٤.۸ (km/h)	۰.۲	۱	۲	۲
جمع								۲٦

۳-۱- انرژی مستقیم مصرفی مربوط به عملیات داشت

جدول ٤- محاسبه ساعات کار انجام شده و کل سوخت مصرفی برای عملیات داشت (در سطح یک هکتار)

عملیات زراعی	عرض کار دستگاه(m)	سرعت انجام عملیات(km/h)	راندمان مزرعه ای	ظرفیت موثر عملیات(ha/h)	زمان اجرای عملیات(h)	تعداد دفعات اجرای عملیات	کل زمان اجرای عملیات(h)	میزان مصرف سوخت(lit/ha)	کل مصرف سوخت (lit/ha)
سم پاشی									
تراکتوری	۸	۴	٪۶۵	۲	۰.۵	۲	۱	۳	٦
پشتی موتوری	۳	--	--	۰.۳۵	۳	۱	۳	۲.۵	۲.۵ (بنزین)
کودپاشی	۸	۶	٪۷۰	۳.۳	۰.۳۳	۲	۰.۶۶	۳	٦
جمع									۱۲(گازوئیل) ۲.۵(بنزین)

٤-۱- انرژی مستقیم مصرفی مربوط به عملیات برداشت

برداشت و جمع آوری محصول به روش سنتی (توسط کارگر) انجام شده و تنها جهت جدا کردن دانه از کاه از خرمنکوب استفاده می کنند.

جدول ٥- محاسبه ساعات کار انجام شده و کل سوخت مصرفی برای عملیات برداشت (در سطح یک هکتار)

عملیات زراعی	نرخ تغذیه(kg/h)	راندمان کاری	ظرفیت موثر کاری(kg/h)	زمان اجرای عملیات(h)	تعداد دفعات اجرای عملیات	کل زمان اجرای عملیات(h)	میزان مصرف سوخت(lit/h)	کل مصرف سوخت
خرمنکوب	۱۰۰۰	٪۹۰	۹۰۰	٤	۱	٤	۱۰	٤۰
جمع								٤۰

٥-۱- انرژی مستقیم مصرفی مربوط به آبیاری

آب لازم جهت آبیاری مزارع در این منطقه از منابع آب زیرزمینی (چاه های عمیق و نیمه عمیق)تامین می شود. برای محاسبه هم ارزهای انرژی مصرف شده در آبیاری از معادله زیر می توان استفاده کرد :

$$DE = \frac{\gamma g H Q}{\varepsilon_p \varepsilon_q} \quad (1)$$

DE : انرژی مستقیم J/h .

γ : چگالی آب(۱۰۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب).

g: شتاب گرانش (متر بر مجذور ثانیه)

H : هد دینامیکی چاه(متر m) .

Q : میزان کل آب مورد نیاز جهت تولید محصول در یک فصل زراعی (متر مکعب بر هکتار) .

ε_p : بازدهی پمپ که تابع ارتفاع عمودی بالابری ، سرعت و جریان آب است و معمولا بین ۰.۷ تا ۰.۹ است.

E_q : بازدهی کل تبدیل انرژی و توان است (برای پمپ های برقی 0.2-0.18 در نظر می گیرند).

در این پژوهش با توجه به تعداد دفعات آبیاری (٦ – ٥ مرتبه در طول دوره رشد)، مقدار کل آب مصرفی در زراعت کنجد (m^3 ٤٢٠٠ – ٣٥٠٠) و ضریب انرژی محاسبه شده برای آبیاری Mj/m^3 ٠.٦٣ (Ozkan, B. Akcoaz، ٢٠٠٤)،

جدول ٦– انرژی های غیرمستقیم مربوط به عملیات آبیاری (انرژی مربوط به ساخت و نگهداری تجهیزات آبیاری)

ردیف	عملیات زراعی	یکا	کل زمان اجرای عملیات(h)	مقدار مصرف سوخت(Lit/ha)	ضریب انرژی سوخت(Mj)	کل انرژی مصرفی(Mj)	بن مایه
١	خاکورزی	٧٠٠	٦	٤٢٠٠	٠.٦٣	٢،٦٤٦	
	اولیه	ha	٣	٣٠	٥٦.٣١	١،٦٨٩.٣	6
	ثانویه	ha	٣.٢٥	٢٩	٥٦.٣١	١،٦٣٢.٩٩	
٢	کاشت						
	سم پاشی	ha	٠.٢٣	٣	٥٦.٣١	١٦٨.٩٣	٦و٦و٣و2
	کودپاشی	ha	٠.٢٥	٣	٥٦.٣١	١٦٨.٩٣	
	بذرکاری	ha	٠.٧	١٠	٥٦.٣١	٥٦٣.١٠	
	فاروئر	ha	٠.٦	٩	٥٦.٣١	٥٠٦.٧٩	
	مرزکش	ha	٠.٢	٢	٥٦.٣١	١١٢.٦٢	
	نهرکن		٠.٢	٢	٥٦.٣١	١١٢.٦٢	
٣	داشت						
	سم پاشی	ha	١	٦	٥٦.٣١	٣٣٧.٨٦	٦و٣و١٤
	تراکتوری	ha	٣	(بنزین)٢.٥	٤٦.٣	١١٥.٧٥	
	پشتی موتوری	ha	٠.٦٦	٦	٥٦.٣١	٣٣٧.٨٦	
	کودپاشی		--	--	--	٢،٦٤٦	
	آبیاری	m^3					
٤	برداشت						
	خرمنکوبی	hr	٤	٤٠	٥٦.٣١	٢،٢٥٢.٤	٦
٥	متفرقه	hr	٣	٦	٥٦.٣١	٣٣٧.٨٦	
جمع						١٠،٩٨٣.٠١	

مقدار کل انرژی مستقیم مصرفی برای آبیاری یک هکتار کنجد محاسبه شد.(جدول ٦)

٢–انرژی های غیر مستقیم

a) انرژی های غیر مستقیم مصرفی مربوط به سموم و کودهای شیمیایی

a1) انرژی مربوط به سموم و کود های شیمیایی در زمان کاشت

از جمله بیماری های مهمی که گیاه کنجد را در این منطقه مورد تهدید و حمله قرار می دهد، می توان به بیماری گل سبز کنجد " و بوته میری کنجد , پوسیدگی ریشه , پوسیدگی ساقه در کنجد اشاره نمود. در این خصوص جهت کنترل بوته

میری بذور را با سموم قارچ کش مخلوط کرده و سپس کشت می کنند . **همچنین به دلیل رشد سریع علف های هرز[1] در زمانی که گیاه کنجد در حال رشد است و ایجاد رقابت قوی با آن، لازم است که این گونه علف ها در مرحله جوانه**

جدول ۸ – انرژی های غیر مستقیم مصرفی (انرژی مربوط به سموم در مرحله کاشت)

ردیف	نوع سم	نام سم	کاربرد سم	کل مقدار سم مصرفی (Lit)	ضریب انرژی مصرفی سم (Mj)	کل انرژی مصرفی(Mj)	بن مایه
۱	قارچ کش	کربوکسین تیرام	ضدعفونی بذر	۰.۳	۹۲	۲۷.٦	۱۳
۲	علف کش	ترفلان	علفکش پیش کاشتی	۲	۲۳۸	٤٧٦	
جمع						٥٠٣.٦	

زنی و قبل از رسیدن به مرحله رقابت با گیاه اصلی کنترل شوند. برای این منظور از علفکش های پیش کاشتی استفاده شده بود. (جدول شماره ۸و ۹)

مقادیر کود های (NPK) مصرف شده در مرحله کاشت به همراه انرژی مصرفی هر کدام به تفکیک مشخص شد.

جدول ۹ – انرژی های غیر مستقیم مصرفی (انرژی مربوط به کود های شیمیایی در مرحله کاشت)

ردیف	کود شیمیایی	مقدار مصرف در هکتار (kg)	ضریب انرژی مصرفی(Mj)	کل انرژی مصرفی (Mj)	بن مایه
۱	ازت (N)	۵۰	٦۰.٦۰	۳۰۳۰	۱۲و۱۱و۱۰
۲	فسفر(P)	۱۰۰	۱۱.۱۰	۱۱۱۰	
۳	پتاس(K)	۱۰۰	٦.۷۰	٦۷۰	
جمع				۴۸۱۰	

a2) انرژی مربوط به سموم و کود های شیمیایی در زمان داشت

آفات رایج گیاه کنجد در این منطقه شامل شته سبز و مومی, پروانه کارادرینا, پروانه کنجد و زنجره کنجد هست که در مراحل اولیه یا در طول رشد این گیاه ایجاد خسارت می نمایند. در این رابطه معمولا از سم دیازینون[2] مطابق با مقدار توصیه اقدام به محلول پاشی می کنند. برای کنترل علیه شته مومی از سم پریمور استفاد شده. جهت کنترل مناسب، مزرعه طی سه مرحله (دو مرحله اول که ارتفاع بوته کم است با استفاده از تراکتور و مرحله آخر (در صورت لزوم) با کارگر) سم پاشی می شود.(جدول شماره ۱۰و ۱۱)

جدول ۱۱ – انرژی های غیر مستقیم مصرفی (انرژی مربوط به کود های شیمیایی در مرحله داشت)

ردیف	کود شیمیایی	مقدار مصرف در هکتار (kg)	ضریب انرژی مصرفی(Mj/kg)	بن مایه	کل انرژی مصرفی (Mj)
نوبت اول	ازت (N)	۱۰۰	٦۰.٦۰		٦۰.٦۰
نوبت دوم	ازت (N)	۱۰۰	٦۰.٦۰		٦۰.٦۰
جمع					٤٨١۰

[1] - **Digitaria SPP , Imperata SPP , Sorghom SPP**

[2] – سم (متاسیستوکس آر) به دلیل اینکه اکثرا در بازار به صورت تاریخ گذشته یافت می شود و نیز گران هم هست کمتر استفاده شده.

مقادیر کود سرک (اوره) مصرف شده (در دو نوبت) در مرحله داشت به همراه انرژی مصرفی هر کدام به تفکیک مشخص شد.

b) انرژی های غیر مستقیم مصرفی مربوط به ساخت و نگهداری ماشین آلات

انرژی غیر مستقیم برای تولیدتراکتور از منابع مختلف ۹۰ و ۸۵ و ۷۰ مگا ژول بر کیلوگرم ذکر شده است که ۱٤٤ مگا ژول بر کیلوگرم نیز ممکن است برای مواردی چون تعمیر ، نگه داری ، حمل و نقل و غیره به آن اضافه گردد .

برای محاسبه انرژی ساخت و نگهداری ماشین آلات می توان از فرمول زیر استفاده کرد :

$$ME = \frac{(G \times E)}{(T \times C_a)} \qquad (2)$$

ME : انرژی تراکتور MJ/ha

G : وزن تراکتور kg

E : مقدار ثابت که برای تراکتور 158.3 MJ/kg است.

T : عمر اقتصادی تراکتور h

C_a : ظرفیت مزرعه ای بر حسب ha/h است و بصورت زیر محاسبه می شود:

$$C_a = \frac{(S \times W \times E_f)}{10} \qquad (3)$$

W :عرض کار mS :سرعت کار E_f :ظرفیت زراعی

روش دیگری نیز توسط محققین دیگر برای محاسبه انرژی تولید ماشین های کشاورزی گزارش شده است که بصورت زیر تعریف می شود :

$$Mp = (Me + Fe)\,0.82 + Se \qquad (4)$$

Mp : انرژی مصرفی جهت تولید ماشین MJ .

Me : انرژی مصرف شده در تولید اجزای بکار رفته در ماشین MJ .

Fe :انرژی ساخت کارخانه MJ.

جدول ۱۰ – انرژی های غیر مستقیم مصرفی (انرژی مربوط به سموم در مرحله داشت)

ردیف	نوع سم	نام سم	کاربرد سم	کل مقدار سم مصرفی (Lit)	ضریب انرژی مصرفی سم (Mj)	کل انرژی مصرفی(Mj)	بن مایه
۱	حشره کش	دیازینون	کنترل آفات	۳	۱۹۹	۵۹۷	۱۳
		پریمور	کنترل شته مومی	۲	۱۹۹	۳۹۸	
جمع						۹۹۵	

Se : انرژی مصرف شده در تولید ابزار یدکی ماشین MJ.

برای اندازه گیری انرژی مصرف شده برای تولید ماشین ، عمر اقتصادی و کارایی آن ، انرژی ورودی برای هر واحد مساحت زمین باید محاسبه شود :

$$Mpe = \frac{GMp}{TW} \qquad (5)$$

Mpe : انرژی ماشین برای هر واحد زمین MJ/ha .

G : وزن ماشین kg .

W : مساحتی از زمین که در یک ساعت پوشش می دهد ha/h .

- در این تحقیق ضریب انرژی های غیر مستقیم مربوط به ماشن آلات و سموم و کود های شیمیایی از منابع موجود به دست آمده و استفاده شد (M. GökselAkpinar, BurhanOzkan، ۲۰۰۹)(جداول ۱۲و۱۳و۱٤و۱۵)

جدول ۱۲ – انرژی های غیر مستقیم مربوط به عملیات خاکورزی(انرژی ساخت و نگهداری ماشین آلات)

ردیف	نوع عملیات	نام دستگاه	کل زمان انجام عملیات(hr)	ضریب انرژی مصرفی(Mj)	بن مایه	کل انرژی مصرفی (Mj)
۱	شخم	گاوآهن برگردان دار	۳	٦۲.۷	21و۱۰و۹	۱۸۸.۱
۲	خرد کردن کلوخه ها	دیسک	۲.۲۵	٦۲.۷		۱٤۱.۰۷۵
۳	تسطیح	لولر	۱.۰۲	٦۲.۷		٦۳.۹٥٤
جمع						۳۹۳.۱۲۹

جدول ۱۳ – انرژی های غیر مستقیم مربوط به عملیات کاشت(انرژی مربوط به ساخت و نگهداری ماشین آلات)

ردیف	نوع عملیات	نام دستگاه	کل زمان انجام عملیات(hr)	ضریب انرژی مصرفی(Mj)	بن مایه	کل انرژی مصرفی (Mj)
۱	کود پاشی	کود پاش سانتریفوژ	۰.۲۳	٦۲.۷	۱۲و۱۱و۱۰	۱٤.٤۲
۲	سم پاشی	سم پاش بوم دار پشت تراکتوری	۰.۲٥	٦۲.۷		۱٥.٦۷
۳	بذر کاری	بذر کار کمبینات	۰.۷	٦۲.۷		٤۳.۸۹
٤	ایجاد شیار	فاروئر	۰.٦	٦۲.۷		۳۷.٦۲
٥	ایجاد جوی	نهر کن	۰.۲	٦۲.۷		۱۲.٥٤
٦	ایجاد مرز	مرزکش	۰.۲	٦۲.۷		۱۲.٥٤
جمع						۱۳٦.٦۸

جدول ۱٤ – انرژی های غیر مستقیم مربوط به عملیات داشت (انرژی مربوط به ساخت و نگهداری ماشین آلات)

ردیف	نوع عملیات	نام دستگاه	کل زمان انجام عملیات(hr)	ضریب انرژی مصرفی(Mj)	بن مایه	کل انرژی مصرفی (Mj)
۱	کودپاشی	کود پاش سانتریفوژ	۱	٦۲.۷	۲۲و۱۰و۹	٦۲.۷
۲	سم پاشی	بوم دار پشت تراکتوری پشتی موتوری	۰.٦٦	٦۲.۷		٤۱.۳۸۳
			۳	٦۲.۷		۱۸۸.۱
جمع						۲۹۲.۱۸۲

جدول ۱٥ – انرژی های غیر مستقیم مربوط به عملیات برداشت (انرژی مربوط به ساخت و نگهداری ماشین آلات)

ردیف	نوع عملیات	نام دستگاه	کل زمان انجام عملیات(hr)	ضریب انرژی مصرفی(Mj)	بن مایه	کل انرژی مصرفی (Mj)
۱	جدا کردن دانه از کاه	خرمنکوب	٤	٦۲.۷	٦	۲٥۰.۸
جمع						۲٥۰.۸

c) انرژی غیر مستقیم مربوط به عملیات آبیاری

انرژی غیرمستقیم در آبیاری شامل : مواد خام ، ساخت تجهیزات، حمل و نقل تجهیزات و لوله ها، پمپ، نصب سیستم و انتقال کلیه عواملی که در آبیاری دخالت دارند ، همانند دیگر اجزای تاسیسات زیر ساختاری(با توجه به طول عمر سیستم) می باشد. از آنجا که تعیین این مقدار مشکل است معمولا درصدی از انرژی مستقیم را برای سیستم تحت فشار(۰.۱۸) و برای آبیاری سطحی با بازیافت هرز آب (۰.۳۷) در نظر می گیرند(کوچکی و حسینی، ۱۳٦۸)(جدول ۱٦).

جدول ۱٦– انرژی های غیر مستقیم مربوط به عملیات آبیاری (انرژی مربوط به ساخت و نگهداری تجهیزات آبیاری)

ردیف	نوع عملیات زراعی	مقدار کل آب مصرفی (m3)	ضریب انرژی مصرفی (Mj/ m3)	کل انرژی مصرفی (Mj)	ضریب انرژی غیر مستقیم	کل انرژی مصرفی
۱	آبیاری	٤۲۰۰	۰.٦۳	۲،٦٤٦	۰.۳۷	۹۷۹.۰۲

b) انرژی غیر مستقیم مربوط به بذر مصرفی

متوسط میزان بذر مصرفی در کنجد ۱۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. انرژی مربوط به هر کیلو گرم بذر کنجد Mj/kg ۲۵ محاسبه شده (جدول ۱۷).[۳]

جدول ۱۷ – انرژی غیر مستقیصم مربوط به بذر مصرفی

ردیف	مقدار بذر مصرفی (Kg)	ضریب انرژی بذر (Mj/kg)	کل انرژی مصرفی بذر (Mj/ Kg)	بن مایه
۱	۱۰	۲۵	۲۵۰	۱۵و۱٦

۳–انرژی های بیولوژیک:

در این نوع کشت از کودهای دامی و بیولوژیک استفاده ای نشده است و تنها انرژی بیولوژیک مصرفی، نیروی انسانی است.مقدار انرژی که برای هر ساعت کار نیروی انسانی مصرف می شود معادل Mj ۱.۹٦ است.(جدول ۱۸)

[۳]– انرژی مصرفی بذر با قرار دادن آن در بمب کالریمتری اندازه گیری می شود.

انرژی های خروجی

۱- مقدار انرژی تولید شده در زراعت کنجد

مقدار بذر برداشت شده در مزارع مختلف این شهرستان بین ٦٥٠ تا ١٦٠٠ کیلو متفاوت می باشد. متوسط عملکرد کنجد در سطح یک هکتار ۱۱۰۰ کیلوگرم برآورد شد که انرژی تولیدی Mj/kg ۲۷۵۰۰ می باشد. (جدول ۱۹)

جدول ۱۹ – انرژی خروجی مربوط به محصول تولید شده

ردیف	متوسط مقدار محصول تولید شده (kg/ha)	ضریب انرژی بذر (Mj/kg)	کل انرژی مصرفی بذر (Mj/ Kg)	بن مایه
۱	۱۰۰۰	۲۵	۲۵،۰۰۰	۱۵و۱۶

۲- انرژی تولید شده در کاه وکلش کنجد

متوسط مقدار کاه وکلش کنجد ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مشخص شد. با توجه به انرژی مربوط به هر کیلو گرم کاه و کلش کنجد Mj/kg ۱۹.۵۸ (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳) مقدار کل انرژی آن برابر Mj/kg ٦٣،٥٢٠ برآورد گردید.(جدول ۲۰)

جدول ۲۰ – انرژی خروجی مربوط به کاه وکلش تولیدی

ردیف	مقدار کاه وکلش تولید شده (kg/ha)	ضریب انرژی کاه وکلش (Mj/kg)	کل انرژی مصرفی کاه وکلش (Mj/ Kg)	بن مایه

جدول ۱۸–انرژی های ورودی نیروی انسانی[۱۹]

ردیف	نوع عملیات زراعی	نوع فعالیت انسانی	تعداد کارگر	ساعت کار کارگر	مجموع ساعات کاری	ضریب انرژی مصرفی (Mj)	انرژی مصرف شده (Mj)
۱	وجین(اول و دوم)	قطع علف های هرز با دست	١٦	٨	١٢٨	١.٩٦	٢٥٠.٨٨
٢	آبیاری	آبیار	٦	٨	٤٨	١.٩٦	٩٤.٠٦
٣	برداشت	درو – خرمن کردن	١٠	٨	٨٠	١.٩٦	١٥٦.٨
٤	سم پاشی	سم پاشی با سم پاش پشتی موتوری	١	٣	٣	١.٩٦	٥.٨٨
٥	کارگر ساده[٤]	کارهای جانبی	--	--	٢٠	١.٩٦	٣٩.٢
٦	رانندگی	راننده تراکتور	--	--	١٧.١١	١.٩٦	٣٣.٥٣
٧	جدا کردن دانه از کاه و کلش	خرمنکوبی	٤	٤	١٦	١.٩٦	٣١.٩٦
٨	پاک کردن	تمیز کردن کنجد از خرده کاه	٢	٨	١٦	١.٩٦	٣١.٩٦
٩	کیسه گیری	کیسه کردن محصول و بارگیری	٢	٤	٨	١.٩٦	١٥.٦٨
جمع					٣٣٦.٠٩	١.٩٦	٦٥٨.٧٣

[٤] – نیروی انسانی مورد نیاز برای انجام کار های جانبی از جمله بارگیری وتخلیه کیسه های کود شیمیایی و کمک به راننده تراکتور در انجام عملیات مختلف زراعی و..

با توجه به محاسبه کل انرژی نهاده ها و ستاده در تولید کنجد برخی از شاخص های انرژی به قرار زیر محاسبه گردید:

نسبت ستاده – نهاده یا کارآیی مصرف انرژی

کارایی انرژی در اکوسیستم های کشاورزی از خارج قسمت انرژی های خروجی بر انرژی های ورودی بدست می آید.

$$Energy\ use\ efficiency = Energy\ output\ (Mj\ ha^{-1}) \Big/ Energy\ input (Mj\ ha^{-1}) \quad (6)$$

$$EUE = 88520 (Mj\ ha^{-1}) \Big/ 31579.98 (Mj\ ha^{-1}) = 2.8$$

این نسبت نشان دهنده این است که به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی در هکتار به منظور تولید، چه میزان انرژی برداشت شده است . هر چه قدر این نسبت بزرگتر از یک باشد، نشان می دهد که کارایی انرژی در تولید محصول بالاتر می باشد.

بهره وری انرژی

در اکوسیستم های کشاورزی از شاخص دیگری به نام بهره وری انرژی نیز استفاده می کنند که عبارت است از نسبت مقدار ستاده (Kg/ha) به انرژی نهاده (Mj/ha).

$$Energy\ productivity = \frac{sesame\ outpu\ (Kg\ ha^{-1})}{Energy\ input\ (Mj\ ha^{-1})} \quad (7$$

$$EP = \frac{25000}{31،579.98} = 0.79 \left(Kg/Mj \right)$$

این شاخص بیانگر این می باشد که به ازای هر مگاژول در هکتار انرژی نهاده مصرفی، چند کیلوگرم ستاده حاصل شده است. هرچه این نسبت بزرگتر باشد، نشانگر بهره وری بالاتر انرژی مصرفی می باشد.

انرژی خالص

انرژی خالص برابر است با انرژی ستاده (Mj/ha) منهای انرژی نهاده (Mj/ha).

$$EN = 88520 - 31،579.98 = 56،940.02 \left(Mj/ha \right)$$

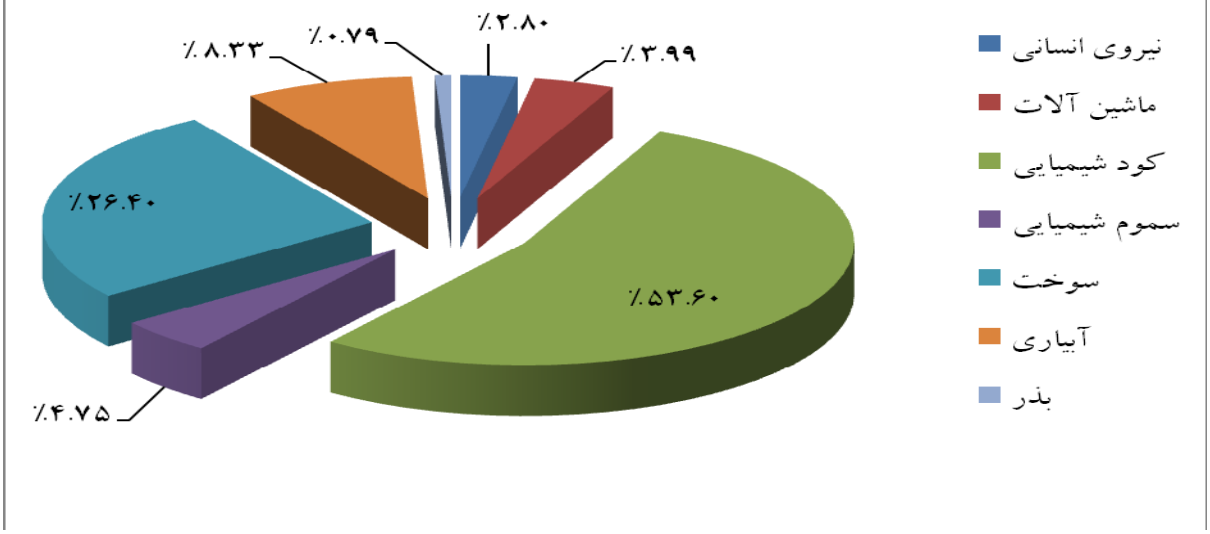
این شاخص بیانگر خالص انرژی خروجی از مزرعه می باشد . مثبت بودن این عدد نشان دهنده آن است که انرژی خارج شده از مزرعه بیشتر از انرژی ورودی به مزرعه می باشد در نتیجه کارایی مصرف انرژی وجود دارد.

نتایج

سهم هر یک از نهاده های مصرفی در مراحل مختلف رشد گیاه به تفکیک مشخص شد(جدول۲۱). تحقیقات در مورد تعیین میزان مصرف انرژی برای کنجد نشان داد که مصرف کودهای شیمیایی، سوخت و آبیاری با متوسط 53.6، 26.4و 8.33درصد از کل مصرف انرژی به ترتیب بیشترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است (شکل۲).

کار آبی انرژی در تولید این محصول ۲.۸ محاسبه شد. به طور کلی برای بهینه کردن مصرف انرژی و افزایش بهره وری انرژی در اکوسیستم های کشاورزی لازم است که با حفظ عملکرد محصول، انرژی ورودی های مزرعه را کاهش دهیم. این موضوع در ایران با توجه به طرح هدفمند کردن یارانه ها بیشتر اهمیت پیدا می کند. از آنجا که بعد از اجرای طرح هدفمند کردن یارانه ها و افزایش قیمت حامل های انرژی و به تبع آن افزایش قیمت نهاده های کشاورزی، هزینه های تولید افزایش پیدا می کند، مدیریت مصرف نهاده ها می تواند در کاهش انرژی های مصرفی و هزینه های تولید کنجد موثر واقع شود. همچنین با توجه به اینکه محصول کلزا به عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی ایران از آن دسته از محصولاتی است که بیشترین مصرف نهاده های تولیدی را در مقایسه با سایر محصولات به خود اختصاص داده است، لازم است که برنامه ریزی صحیح در جهت انتخاب و مصرف نهاده ها صورت گیرد.

شکل ۲- سهم هر یک از نهاده ها از کل انرژی مصرفی



جدول ۲۱ – انرژی ورودی ها و خروجی ها در تولید کنجد				
ردیف	ورودی ها	مقدار بر واحد سطح (ha)	کل انرژی مصرفی(Mj)	سهم از کل انرژی مصرفی(٪)
۱	**نیروی انسانی(h)**	**۳۳٦.۰۹**	**٦۵۸.۷۳**	**۲.۰۸**
	آماده سازی زمین	٦.۲۵	۱۲.۲۵	۱.۸۵
	کاشت	۲.۱۸	٤.۲٦	۰.٦۵
	داشت	۱۸۳.٦٦	۳۵۹.۹۷	۵٤.٦۵
	برداشت	۱۱٦	۲۲۷.۳۷	۳٤.۵۲
	پس از برداشت	۸	۱۵.٦۸	۲.۳۸
	متفرقه	۲۰	۳۹.۲	۵.۹۵
۲	**ماشین آلات(h)**	**۲۰.۰۹**	**۱،۲۵۹.٦٤**	**۳.۹۹**
	آماده سازی زمین	٦.۲۵	۳۹۱.۸۸	۳۱.۱۱
	کاشت	۲.۱۸	۱۳٦.٦۸	۱۰.۸۵
	داشت	٤.٦٦	۲۹۲.۱۸	۲۳.۲
	برداشت	٤	۲۵۰.۸	۱۹.۹۱
	حمل ونقل	۳	۱۸۸.۱	۱٤.۹۳
۳	**کود های شیمیایی (kg)**	**٤۵۰**	**۱٦،۹۳۰**	**۵۳.٦۰**
	نیتروژن (N)	۲۵۰	۱۵،۱۵۰	۸۹.٤۸
	فسفر (P)	۱۰۰	۱،۱۱۰	٦.۵٦
	پتاس(K)	۱۰۰	٦۷۰	۳.۹٦
٤	**سموم شیمیایی(lit)**	**۷.۳**	**۱،٤۹۸.٦**	**٤.۷۵**
	حشره کشها	۵	۹۹۵	٦٦.٤
	قارچ کشها	۰.۳	۲۷.٦	۱.۸٤
	علف کشها	۲	٤۷٦	۳۱.۷٦
۵	**سوخت دیزل(lit)**	**۱٤۸.۵**	**۸،۳۳۷.۰۱**	**۲٦.٤**
	دیزل	۱٤٦	۸،۲۲۱.۲٦	۹۸.٦۱
	بنزین	۲.۵	۱۱۵.۷۵	۱.۳۹
٦	**آب آبیاری m^3**	**٤۲۰۰**	**۲،٦٤٦**	**۸.۳۳**
۷	**بذر(kg)**	**۱۰**	**۲۵۰**	**۰.۷۹**
۸	**مجموع انرژی های ورودی**		**۳۱،۵۷۹.۹۸ (Mj)**	**۱۰۰**
۹	**عملکرد**		**۸۸،۵۲۰ (Mj)**	
۱۰	**نسبت ستاده – نهاده یا کارآیی مصرف انرژی**		**۲.۸**	
۱۱	**بهره وری انرژی**		**۰.۷۹(Kg/Mj)**	
12	**انرژی خالص**		**۵٦،۹٤۰.۰۲(Mj/ha)**	

نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایج حاصل از بررسی روند مصرف انرژی و شاخص های کارایی انرژی در تولید کنجد در شهرستان لامرد نشان داد که تولیدکنندگان درعملیات تولید، از بهره وری انرژی لازم برخوردار نبوده اند. به عبارتی با توجه به نسبت ستاده- نهاده تقریبا مناسب، انرژی مصرفی به ازای هر واحد تولید (مقدار انرژی که صرف تولید یک کیلو گرم محصول می شود) (۱.۲۷ Mj/Kg) مقدار نسبتا بالایی را شامل شده است، بنابراین پیشنهاد می گردد که با بهبود عملیات مدیریت مزرعه، استفاده بهینه از کودها، کنترل آفات، بیماری ها و علفهای هرز، عملکرد در واحد سطح را افزایش داده و با افزایش عملکرد، کارآیی و بهره وری انرژی را بهبود بخشند.

- از آنجایی که بیشترین انرژی سوخت فسیلی به صورت سوخت مصرفی تراکتور جهت انجام عملیات زراعی مختلف استفاده می شود و یکی از اقلام تشکیل دهنده هزینه های متغیر در تولید می باشد، بنابراین تلاش در جهت استفاده بهینه از سوخت و مدیریت ماشین های کشاورزی در راستای کاهش هزینه ها و جلوگیری از هدر رفتن سوخت، یکی از قدم های مهم در جهت کارایی مصرف انرژی می باشد.
- امروزه به دلیل وابستگی شدید کشاورزی مدرن به انرژی فسیلی و با افزایش اخیر قیمت ها و کمیاب شدن سوخت های فسیلی، باید به سمت استفاده از انرژی های تجدید شونده به عنوان سوخت جایگزین برای انرژی های تجدید ناپذیر حرکت کرد. از سوخت های جایگزین می توان به انرژی هسته ای، انرژی ژئوترمال (گرمای داخلی زمین)، انرژی خورشیدی، آب، باد و غیره اشاره کرد . ایران نیز به عنوان کشوری با استعداد های بالقوه طبیعی می تواند در این زمینه گام های اساسی را بردارد.
- امروزه استفاده از انرژی های فسیلی برای تأمین سوخت ماشین آلات و همچنین ساخت کود و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی بسیار افزایش یافته است. با وجود آنکه کشاورزی به عنوان یک منبع تولید انرژی خالص مطرح است ولی در اکثر مواقع، بهره وری انرژی برای تولید کمتر از یک است .مصرف بیش از حد منابع غیر قابل تجدید در سیستم های رایج کشاورزی و اثرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آنها بر خاک به همراه اثرات جانبی دراز مدتی که بر اکوسیستم تحمیل می شود، باعث عدم پایداری سیستم های کشاورزی می شود . بنابراین لازم است که با توسعه تکنولوژی به منظور طراحی سیستم های جدید کشاورزی و در نظر گرفتن سیاست های ویژه از سوی سیاست مداران، در جهت ایجاد سیستم های تولید کاراتر و دوستانه تر با محیط زیست اقدام گردد.
- مطالعات انجام شده حاکی از آن است که در سیستم های ارگانیک، مصرف انرژی های فسیلی برای تولید هر واحد غذایی حتی با احتساب سوخت مصرفی برای کنترل علف های هرز تا 60 در صد کاهش می یابد (کوچکی و همکاران، 1376) امروزه کشاورزی ارگانیک به عنوان یک روش معتبر کشاورزی به رسمیت شناخته شده است . این سیستم باید از طریق حمایت های مالی، بازاریابی صحیح، بهبود سطح استانداردهای آن و همچنین دسترسی به اطلاعات بیشتر و جدیدتر، تقویت گردد . در صورت حصول این موفقیت به طور قطع، کشاورزی ارگانیک از آینده روشنی برخوردار خواهد بود و نقش مهمی در توسعه کشاورزی به عهده خواهد داشت.

- در پایان این پژوهش موارد زیر نیز پیشنهاد می گردد:

۱- تعیین مقدار مناسب کود (بویژه ازت) جهت کشت کنجد و همچنین ترویج و تشویق کشاورزان جهت استفاده از کودهای آلی(کود های سبز و حیوانی) بیشتر با توجه به نتایج آزمایشهای خاک و نظر کارشناسان کشاورزی منطقه.

۲- تعیین مقدار مناسب بذر جهت کشت، ارزیابی، معرفی و ترویج ارقام جدید کنجد متناسب با شرایط منطقه جهت حصول بیشینه عملکرد.

۳- برای کاهش مصرف سوخت در عملیات های مختلف به ویژه خاک ورزی، روشهای زیر می تواند مفید واقع شود: انجام به موقع عملیات زراعی، انجام صحیح سرویس های روزانه و تعمیرات به موقع، مدیریت صحیح و جلوگیری از رفت و آمد های غیر ضروری، انتخاب تراکتور و ادوات مناسب و غیره.

٤- تسطیح اراضی جهت کاهش زمان آبیاری و به تبع آن کاهش مصرف آب و استفاده از روشهای نوین آبیاری (آبیاری قطره ای و بارانی).

بن مایه

۱-قربانی،ر.،۱۳۸۸.اکولوژی عمومی.انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.۳۳۹ص.

۲-قهدریحانی، م.، ع.کیهانی، ا.طباطبایی فر، م.امید. ۱۳۸۸.بررسی و تعیین میزان نسبت انرژی برای تولید سیب زمینی در سطوح مختلف کشت در غرب اصفهان (مطالعه موردی فریدن و فریدون شهر). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد شانزدهم، شماره اول.

۳- رحیمی کیا، م و ب، عمادی. ۱۳۸۹. بررسی و تعیین بهره وری انرژی برای تولید کلزا در شمال استان فارس (مطالعه موردی: شهرستان پاسارگاد). همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان با منشاء روغنی.

۳-کماریزاده،م.ح.، ۱۳۸۵. بررسی برخی از اجزاء انرژی در خاکورزی کشت ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۷ ، شماره ۲

٤-کوچکی،ع وم،حسینی.۱۳۷۳.کارایی انرژی در اکوسیستم های کشاورزی.انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.۳۱۷ص.

۵-کوچکی،ع و م،حسینی.۱۳٦۸.سیر انرژی در اکوسیستم های کشاورزی.انتشارات جاوید.

٦- Kitani, O. 1998. CIGR, Handbook of agricultural engineering volume 5, Energy & Biomass Engineering. ASAE publication. Pp: 17-21.

۷- Fluck, R.C., 1992. Energy of human labor. In: Fluck, R.C. (Ed.),Energy in Farm Production. Elsevier, Amsterdam, pp. 31–37.

۸- Hülsbergen, K. J., Feil, B., Biermann, S., Rathke, G. W., Kalk, W. D., Diepenbrock, W. (2001). A method of energy balancing in crop roduction and its application in a long-term fertilizer trial. Agriculture, Ecosystems and Environment 86, 303-321.

۹- Yilmaz, I., Akcaoz, H., & Ozkan, B. (2004). An analysis of energy use and input costs of cotton production in Turkey. New Medit, 3(2), 58-64.

۱۰- Yilmaz, I., Akcaoz, H., & Ozkan, B. (2005). An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy, 30(2), 145-55.

۱۱- Singh, K. P., Ved, P., Srinivas, K., & Srivastva, A. K. (2008). Effect of tillage management on energy-use efficiency and economics of soybean (Glycine max) based cropping systems under the rainfed conditions in North-West Himalayan Region. Soil & Tillage Research, 100(1/2), 78-82.

۱۲- Tipi, T., Cetin, B., & Vardar, A. (2009). An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey. Journal of Food Agriculture & Environment, 7(2), 352-356.

۱۳- Hülsbergen, K. J., Feil, B., Biermann, S., Rathke, G. W., Kalk, W. D., Diepenbrock, W. (2001). A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. Agriculture, Ecosystems and Environment 86, 303-321.

١٤- Baruah, D. C., & Dutta, P. K. (2007). An investigation into the energy use in relation to yield of rice (Oryza sativa) in Assam, India. Agriculture Ecosystems & Environment, 120(2-4), 185-191.

١٥- M. Göksel Akpinar, Burhan Ozkan *, Cengiz Sayin and Cemal Fert. (2009). An input-output energy analysis on main and double cropping sesame production Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7 (3&4) : 4 6 4 - 4 6 7 .

١٦- Burhan Ozkan, Handan Akcaoz, Cemal Fert .(200)٣Energy input–output analysis in Turkish Agriculture .Renewable Energy 29 (2004) 39–51

١٧-Ozkan, B., Akcaoz, H., & Fert, C. (2004a). Energy input-output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy, 29*(1), 39-51.

١٨-Ozkan, B., Akcaoz, H., & Fert, C. (2004b). Energy input-output analysis in Turkish agriculture (vol 29, pg 39, 2004). *Renewable Energy, 29*(6), 1003-1003.

19-Gezer, I., Acaroglu, M., & Haciseferogullari, H. (2003). Use of energy and labour in apricot agriculture in Turkey. *Biomass & Bioenergy, 24*(3), 215-219.

20-Hülsbergen, K. J., Feil, B., Biermann, S., Rathke, G. W., Kalk, W. D., Diepenbrock, W. (2001). A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86, 303-321.

٢١-Karimi, M., Pour, A. R., Tabatabaeefar, A., & Borghei, A. (2008). Energy analysis of sugarcane production in plant farms: a case study in Debel khazai Agro-Industry in Iran. *American-Eurasian Journal of Scientific Research, 4*(2), 165-171.

22-Kuesters, J., & Lammel, J. (1999). Investigations of the energy efficiency of the production of winter wheat and sugar beet in Europe. *European Journal of Agronomy, 11*(1), 35-43.