مطالعه شاخص های مصرف انرژی در تولید کلزای شهرستان نکا

عادل واحدی
استادیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج
av454@yahoo.com

چکیده

تحقیق حاضر با توجه به اهمیت انرژی و دانه روغنی کلزا در پی دستیابی به سیر مصرف انرژی در شهرستان نکا ارائه شده است؛ به نحوی که سیر مصرف انرژی جریان مطلوبی در پیش گیرد. بدین منظور اطلاعات مربوطه از ۸۴ کشاورز توسط پرسشنامه و به صورت سرشماری و در پنج سطح بهره‌برداری از زمین جمع آوری گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد متوسط نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، خالص افزوده انرژی و انرژی ویژه برای تولید کلزا به ترتیب ۱/۷۱، ۰/۰۷۱ ($kg.MJ^{-1}$)، ۲۰۲۴۱ ($MJ.ha^{-1}$) و ۱۸/۳۶ ($MJ.kg^{-1}$) می باشد. طبق این نتایج مزارع بزرگتر دارای بازده بیشتری نسبت به مزارع کوچکتر می باشند. همچنین نتایج نشان داد متوسط انرژی مصرفی در تولید کلزا برابر با ۳۴۷۸۸/۷ ($MJ.ha^{-1}$) بوده که انرژی مصرفی کود شیمیایی با ۵۸/۱۳٪ و انرژی مصرفی سوخت دیزل با ۱۸/۳٪ و انرژی مصرفی آبیاری با ۱۶/۴٪ به ترتیب بیشترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده اند. در ضمن نسبت انرژی مستقیم و غیر مستقیم به ترتیب ۳۲٪ و ۶۸٪ می باشد.

واژگان کلیدی: نسبت انرژی، بهره وری انرژی، خالص افزوده انرژی، انرژی ویژه

مقدمه

انرژی نقش مهم و محوری در توسعه و پیشرفت ملت‌ها بازی می‌کند بطوری‌که می‌توان گفت در صورت نبود آن شکل‌گیری تمدن‌ها به صورت امروزی محال به نظر می‌رسد. هدف از تولید در حال حاظر مسائل اقتصادی است در حالی‌که در سال‌های اخیر مساله حفظ محیط زیست و منابع طبیعی خیلی مورد توجه قرار گرفته است لذا یکی دیگر از اهداف سیاست‌های کشاورزی حفظ محیط زیست و منابع طبیعی است تا جنگل‌ها، مراتع، خاک و آب کشور فرسوده نشده، از بین نرود و امکان تولید غذا برای نسل‌های آینده و توسعه‌ی پایدار باقی بماند.در زمینه انرژی، اطلاع از میزان انرژی مصرفی در تولید محصولات می‌تواند راهنمای مناسبی برای میزان کارایی الگوی کشت موجود بوده و راه را برای مصرف صحیح انرژی و سایر نهاده‌ها به ازای واحد تولید هموار سازد. کشاورزی امروز شدیداً به انرژی بویژه سوخت‌های فسیلی وابسته است. با توجه به محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی و آلایندگی آنها لزوم تحقیقات بیشتر جهت تعیین میزان مصرف انرژی و استفاده صحیح از منابع موجود را ضروری می‌نماید (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۲).

در ایران ارزش تولیدات بخش کشاورزی که در ابتدای قرن حاضر در حدود ۷۰ درصد کل تولیدات کشور را تشکیل می‌داد امروزه به حدود ۲۵ درصد تنزل پیدا کرده است. با وجود این، بخش کشاورزی هنوز بزرگترین فعالیت اقتصادی غیر دولتی را تشکیل می‌دهد. در کشور ما هر تولید کننده برای ۱۵ الی ۲۰ نفر می‌تواند غذا تهیه کند در حالیکه در کشورهای پیشرفته یک کشاورز می‌تواند غذای ۱۰۰ تا ۱۵۰ نفر را مهیا کند (کوپاهی، ۱۳۸۳). یکی از چالش‌های پیش‌روی این بخش اتلاف نهاده‌ها و کاهش بهره‌وری عوامل تولیدی کار، سرمایه و زمین می‌باشد که به علت عدم وجود اطلاعات کافی و مدیریت صحیح پدید می‌آید. با توجه به محدودیت منابع، لزوم تحقیقات بیشتر جهت تعیین میزان مصرف نهاده و استفاده‌ی صحیح از منابع را ضروری می‌نماید. امروزه مکانیزاسیون کشاورزی که خود امری پرمصرف در زمینه انرژی است، عامل مهمی در ایجاد تحول در بخش کشاورزی به شمار رفته بطوری‌که بکارگیری صحیح دانش مکانیزاسیون می تواند سهم قابل توجهی در تولید مواد غذایی و فرآورده‌های دیگر مرتبط با کشاورزی ایفا نماید.

کلزا در سطح جهانی از میان دانه های روغنی، با سهمی حدود ۱۴/۷ درصد از کل تولید روغن نباتی جهان پس از سویا و نخل روغنی در جایگاه سوم قرار دارد، میزان بالای روغن در دانه کلزا که در برخی از ارقام به ۴۸ درصد می‌رسد و همچنین، ترکیب اسیدهای چرب ارقام اصلاح شده، موجب تسلط آن بر بازارهای جهانی روغن شده است (دهشیری، ۱۳۷۸). این امر باعث شده است که تولید این محصول از ۵۰/۶۵ تن در سال ۱۳۷۲ به ۱۶۴۰۱۸ تن در سال ۱۳۸۸ برسد. در میان استان های کشور استان مازندران از سطح کل کلزا کشور مقام دوم را به خود اختصاص داده است و در این میان سهم شهرستان نکا از سطح کل کلزا در استان ۱۱۰۰۰ هکتار در سال زراعی ۱۳۹۰– ۱۳۸۹ بوده است .

محاسبه شاخص های‌انرژی و مقایسه آنها با یکدیگر یکی از روش‌هایی است که می‌تواند میزان مطلوبیت عملکرد یک محصول را در مزرعه نشان دهد. تولید در کشاورزی مستلزم مصرف انرژی به صورت‌های مختلف است. مدیریت انرژی تنها و نزدیک‌ترین راه برای بهره‌برداری مناسب تر از سوخت‌های موجود و منابع انرژی است. مدیریت مناسب انرژی علاوه بر فواید کوتاه‌مدت اقتصادی مجال و زمان کافی برای انتقال به سوخت‌های دیگر را فراهم می‌آورد (کوچکی،۱۳۷۳).

با توجه به اختصاص سطح وسیعی از مزارع کشور به محصول کلزا مشاهده می‌شود که سهم زیادی از انرژی مصرفی در بخش کشاورزی به کلزا اختصاص یافته، پس لازم است که در ممیزی دقیق انرژی مصرف شده در این بخش تحقیقات وسیعی انجام شود تا بتوان الگوی مناسب برای کشت کلزا در هر منطقه با توجه به شاخص‌های انرژی بدست آورد. در واقع هدف از این مطالعه، مقایسه انرژی مورد استفاده در تولید کلزا در سطوح مختلف بهره‌برداری از زمین (از نظر وسعت) در شهرستان نکا می‌باشد.البته محاسبه و مقایسه شاخص‌های انرژی نظیر؛ نسبت انرژی (ER)، بهره‌وری انرژی (EP)، خالص افزوده انرژی (NEG) و انرژی

ویژه (SE) که تاکنون بطور دقیق در این منطقه اندازه گیری نشده است و همچنین محاسبه سهم انرژی های مستقیم و غیر مستقیم می تواند در رسیدن به این هدف بسیار حائز اهمیت باشد.

به طور کلی تحلیل و بررسی انرژی های ورودی و خروجی تعیین کننده بازده انرژی یا مصرف انرژی مؤثر در طبیعت می باشند. مطالعاتی انجام شده که بازده انرژی مصرفی محصولات مختلف کشاورزی اعم از سیب زمینی، ذرت، گندم، و گل آفتابگردان را تعیین کرده است (Unakitan, 2010).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۰-۸۹ در شهرستان نکا که مرکز استان می باشد انجام گرفته است. برای انجام این تحقیق نیاز به جمع‌آوری داده‌ها از منطقه مورد مطالعه بوده که این داده‌ها برحسب نوع خود از طرق مختلف از جمله؛ مطالعات کتابخانه‌ای، استفاده از آمارنامه‌ها و نتایج تحقیقات انجام شده در شهرستان نکا، انجام عملیات میدانی و اندازه‌گیری مقادیر مورد نظر در مزارع و بویژه مصاحبه با کشاورزان کلزا کار جمع‌آوری شده است. در این تحقیق با توجه به نوع کار و پایین بودن تعداد کل کلزاکاران از تمام جامعه آماری سرشماری صورت پذیرفت. بدین ترتیب با استفاده از مطالب فوق در منطقه شهرستان نکا، ۳۴ نفر کلزاکار جهت مصاحبه انتخاب گردید.

در این پژوهش مصرف انرژی در قسمت ماشین‌ها و سوخت برای انجام عملیات‌های مزرعه‌ای شامل خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت، و نیز مصرف انرژی در قسمت‌های کود، سموم شیمیایی، بذر، نیروی انسانی و آبیاری بررسی گردید و از محاسبه انرژی مصرف شده در عملیاتی که پس از برداشت انجام می‌شود؛ مانند بوجاری، فرآوری و روغن‌کشی بدلیل پیچیدگی موضوع و عدم وجود اطلاعات صحیح در ایران صرف نظر گردید. انرژی مصرف شده در قسمت حمل و نقل نیز بدلیل وجود مشکلاتی مانند عدم اطلاع دقیق کشاورزان از ماشین حمل کننده و مسافت حمل و نقل، در نظر گرفته نشد. کل انرژی تولید شده شامل محصول اصلی (دانه) می‌باشد. به علت اینکه اغلب کشاورزان بقایای کلزا را از بین می‌برند و از آن استفاده نمی‌کنند، انرژی تولید شده و همچنین شاخص‌های انرژی با فرض عدم اسفاده از بقایا محاسبه شده است.

پس از مطالعه دقیق و کلی در مزارع کلزای شهرستان نکا مشخص شد که مزارع کلزا در طیف وسیعی از ۰/۵ تا ۹ هکتار می‌باشد. با توجه به این مطلب و با فرض احتمال تغییر در الگوی کشت متناسب با اندازه زمین، کل جامعه آماری بر اساس سطوح پراکندگی کشت به ۵ سطح تقسیم بندی گردید، سپس نتایج هر کدام ازسطوح با یکدیگر مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول **۱**- سطوح بهره برداری از زمین

سطح یک	سطح دو	سطح سه	سطح چهار	سطح پنج
کمتراز ۱ هکتار	۱ تا ۲/۵ هکتار	۲/۵ تا ۵ هکتار	۵ تا ۷/۵ هکتار	۷/۵هکتار به بالا

منابع مصرف انرژی مستقیم و غیر مستقیم در این تحقیق عبارتند از؛ انرژی سوخت دیزل، انرژی آبیاری، انرژی نیروی انسانی، انرژی بذر، انرژی کود، انرژی سموم شیمیایی و انرژی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی. برای برآورد انرژی مصرف شده در تولید کلزا،

می‌بایست مقدار مصرفی هر یک از نهاده ها را در معادل انرژی مخصوص هر یک از نهاده ها ضرب کنیم (جدول ۲) و با اثر دادن این ضرایب، مقدار همگی نهاده‌ها را برحسب انرژی بیان کنیم. همچنین برای تحلیل و ارزیابی درستی از سیستم تولیدی با دید انرژی، شاخص‌های گوناگونی لحاظ شده است، شاخص‌هایی نظیر؛ نسبت انرژی (ER)، بهره‌وری انرژی (EP)، خالص افزوده انرژی (NEG) و انرژی ویژه (SE) که به کمک آنها می‌توان مصرف انرژی در قسمت‌های گوناگون یک سیستم را بایکدیگر مقایسه نمود و علاوه برآن امکان مقایسه چند سیستم تولیدی با یکدیگر میسر می‌گردد.

جدول **۲**- انرژی معادل برای نهاده های ورودی و خروجی در تولیدات کشاورزی

نهاده	معادل انرژی ($MJ.unit^{-1}$)	شماره مرجع
بذر کلزا (kg)	۲۴	[۳۵]
تراکتور و ادوات (kg)	۶۲/۷	[۱۱،۳۴]
کمباین (kg)	۸۷/۶۳	[۳،۳۴]
علف کش (l)	۲۸۸	[۳،۳۴]
کود نیتروژن (kg)	۶۶/۱۴	[۱۱،۳۴]
کود فسفر (kg)	۱۲/۴۴	[۱۱،۳۴]
کود پتاسیم (kg)	۱۱/۱۵	[۱۱،۳۴]
نیروی انسانی (hr)	۱/۹۶	[۳، ۱۱، ۱۵، ۳۴]
الکتریسیته (kwh)	۳/۶	[۱۱]
سوخت دیزل(l)	۵۶/۳	[۱۱، ۱۵، ۳۴]

با کمک این شاخص‌ها دلایل احتمالی مصرف بالای انرژی در قسمت و یا سیستم خاصی به راحتی کشف شده و به محقق در رفع اشکالات و مصرف صحیح انرژی یاری می‌رساند، مهترین این شاخص‌ها به قرار زیر هستند (Hatirli, 2006):

۱- نسبت انرژی یا بازده انرژی

این شاخص از تقسیم انرژی خروجی (تولیدی) حاصل از محصول اصلی و یا محصول اصلی و فرعی بر انرژی ورودی (مصرفی) بدست می‌آید و عددی بدون واحد است. طبق تعریف، این شاخص نشان می‌دهد که انرژی دریافتی از مزرعه چند برابر انرژی وارد شده به آن است و هر چه بالاتر باشد بهتر است. ضمناً در این پژوهش انرژی ورودی شامل انرژی خورشید و انرژی مواد موجود در خاک در نظر گرفته نشده و فقط شامل انرژی‌هایی می‌شود که به سیستم، بوسیله کشاورز داده یا اضافه می‌شود و ا رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$E.R = E_{out} / E_{in} \qquad (۱)$$

که در آن:

E.R = نسبت بازدهی انرژی

E_{out} = انرژی خروجی از سیستم (مگاژول بر هکتار)

E_{in} = انرژی مصرفی در سیستم (مگاژول بر هکتار).

۲- خالص افزوده انرژی

خالص افزوده انرژی بیانگر میزان اختلاف بین انرژی‌های خروجی با انرژی‌های ورودی به مزرعه است. این شاخص نشان می‌دهد که در فرآیند تولید چه مقدار انرژی بدست آمده و یا از دست رفته است. محاسبه شاخص افزوده انرژی با استفاده از رابطه زیر انجام می‌شود:

$$NEG = E_{out} - E_{in} \qquad (۲)$$

که در آن:

NEG = خالص افزوده انرژی (مگاژول بر هکتار)

E_{out} = انرژی خروجی از سیستم (مگاژول بر هکتار)

E_{in} = انرژی مصرفی در سیستم (مگاژول بر هکتار).

۳- بهره‌وری انرژی

یکی از شاخص‌های مهمی است که بیانگر کیفیت فرآیند تولید می‌باشد، بهره‌وری انرژی نشان می‌دهد در مقابل یک مگاژول انرژی چند کیلوگرم محصول تولید شده است، در واقع این شاخص بصورت یک ارزیاب چگونگی بهره‌وری انرژی در سیستم‌های مختلف تولیدی که محصول به خصوصی را به ما میدهند، کاربرد دارد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$EP = Y / E_{in} \qquad (۳)$$

که در آن:

EP = بهره‌وری انرژی (کیلوگرم بر مگاژول)

Y = عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار)

E_{in} = انرژی مصرفی در سیستم (مگاژول بر هکتار).

۴- انرژی مخصوص

شاخص انرژی مخصوص نشان می‌دهد که برای تولید یک کیلوگرم محصول چه مقدار انرژی مصرف شده است. واضح است که هرچه این شاخص کوچکتر باشد کارایی سیستم تولید بالاتر می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$SE = E_{in} / Y \qquad (٤)$$

که در آن:

SE = انرژی مخصوص (مگاژول بر کیلوگرم)

E_{in} = انرژی مصرفی در سیستم (مگاژول بر هکتار)

Y = عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار).

همچنین انرژی مستقیم آن قسمت از انرژی است که بدون واسطه در مزرعه مصرف می‌شود و انرژی غیرمستقیم آن است که بطور مثال، در خارج از مزرعه صرف ساخت ماشین‌ها و نهاده‌های دیگر شده است. بطور مثال در مورد ماشین‌ها، سوخت مصرفی آنها در

بخش انرژی مستقیم قرار می‌گیرد، ولی خود آنها شامل وسایل خودگردان و ادوات دنباله‌بند همگی با توجه به انرژی ساخت و حمل ونقل آنها که در خارج از مزرعه بوده، در بخش انرژی های غیرمستقیم قرار می‌گیرند. انرژی مستقیم شامل انرژی الکتریسیته، سوخت، نیروی انسان و دام و انرژی غیرمستقیم شامل انرژی ماشین، آبیاری، کود، سم و بذر است.

در ضمن انرژی تجدیدپذیر انرژی است که قابل بازیافت بوده و در مقابل انرژی تجدیدناپذیر غیر قابل بازیافت می‌باشند و شامل موارد زیر هستند. انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی کودهای دامی، بذور، انرژی انسان و دام و انرژی‌های تجدیدناپذیر شامل انرژی سوخت، کودهای شیمیایی، سموم، الکتریسیته، آبیاری و ماشین است.

پس از برآورد انرژی مصرف شده در هر قسمت، انرژی کل مصرف شده و نیز انرژی تولید شده، با استفاده از نرم افزار spss16 تجزیه و تحلیل داده‌ها صورت پذیرفت. بدین منظور روش‌های آماری مختلفی بر روی داده‌ها انجام شده تا بتوان به رابطه بین نهاده‌ها با یکدیگر و با محصول خروجی، همچنین میزان و نوع تأثیر هر نهاده بر فرایند تولید پی برد. در این پژوهش ازتجزیه واریانس یکطرفه برای آزمون معنی دار بودن فرض‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد (جدول ۳)، که بین سطوح مختلف بهره برداری از زمین با انرژی سوخت، انرژی الکتزیسیته، کل انرژی خروجی، شاخص نسبت انرژی، شاخص خالص افزوده انرژی، شاخص بهره‌وری انرژی و انرژی ویژه در سطح ۱٪ تفاوت بسیار معنی داری و با انرژی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی، انرژی آبیاری (غیرمستقیم) و نیروی انسانی در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری وجود دارد، همچنین نتایج بیانگر این مطلب می‌باشند که بین سطوح مختلف بهره‌برداری از زمین با انرژی کودهای شیمیایی، انرژی سموم شیمیایی و کل انرژی مصرفی تفاوت معنی داری وجود ندارد.

جدول **۳**- تجزیه واریانس میانگین مربعات نهاده‌ها و شاخص های انرژی

منابع تغییرات	بین گروهی			
	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
ماشین ها ($Mj.ha^{-1}$)	۲۴۶۷۲۸۸/۰۹	۴	۶۱۶۸۲۲/۰۲	۳/۴۳۶*
سوخت ($Mj.ha^{-1}$)	۳۳۹۱۰۰۰۰	۴	۸۴۷۸۲۶۹/۷۸	۷/۸۴**
آبیاری (غیرمستقیم) ($Mj.ha^{-1}$)	۶۴۶۷۹۵۵/۶۹	۴	۱۶۱۶۹۸۸/۹۲	۳/۴۹*
آبیاری (الکتریسیته) ($Mj.ha^{-1}$)	۲۶۱۳۰۰۰۰	۴	۶۵۳۳۰۰۰۰	۴/۲۴**
بذر ($Mj.ha^{-1}$)	۴۰۲۳/۰۵	۴	۱۰۰۵/۷۷	۱ ns
کود شیمیایی ($Mj.ha^{-1}$)	۲۰۴۸۰۰۰۰	۴	۵۱۲۱۰۰۰	۱//۶۴ ns
سموم شیمیایی ($Mj.ha^{-1}$)	۲۲۹۷۱۳/۹۵	۴	۵۷۴۲۸/۴۹	۱/۸۵ ns
نیروی انسانی ($Mj.ha^{-1}$)	۲۵۲۴۳۹/۱۵	۴	۶۳۱۰۹/۷۹	۳/۱۸*
متوسط انرژی مصرفی ($Mj.ha^{-1}$)	۵۱۱۵۰۰۰۰	۴	۱۲۷۹۰۰۰۰	۲/۰۲ ns
انرژی خروجی ($Mj.ha^{-1}$)	۳۹۴۹۰۰۰۰۰	۴	۹۸۷۱۰۰۰۰	۴/۲۵**
نسبت انرژی	۸/۷۶	۴	۲/۱۹	۵/۴۱**
خالص افزوده انرژی ($Mj.ha^{-1}$)	۷۵۲۷۰۰۰۰۰	۴	۱۸۸۲۰۰۰۰۰	۷/۲۲**
بهره وری انرژی ($Kg.\ MJ^{-1}$)	۰/۰۱۵	۴	۰/۰۰۴	۵/۰۹**
انرژی ویژه ($MJ.\ Kg^{-1}$)	۲۲۰۹/۱۵	۴	۵۵۲/۱۹	۶/۳۶**

ns، * و ** به ترتیب معنی دار نبودن، معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

همانطور که جدول ۳ نشان می‌دهد بین سطوح مختف بهره برداری از زمین و کل انرژی مصرفی تفاوت معنی داری وجود ندارد، که این نشان دهنده آن است که همه‌ی کشاورزان شهرستان نسبتاً از الگوی مشابهی برای تولید کلزا پیروی می‌کنند، البته یکی از علل اساسی معنی دار نشدن انرژی مصرفی کل، معنی دار نشدن انرژی مصرفی کود شیمیایی و سهم بالای آن نسبت به سایر نهاده‌ها است. که علت اصلی معنی دار نشدن انرژی مصرفی کود را می توان به استفاده کشاورزان از کود شیمیایی دریافتی با یارانه دولتی و در بعضی مواقع با توجه به مقدار ترویج شده و در مواردی با استفاده از تجربیات خود عنوان کرد..

در مزارع کلزا یکی از انرژی‌هایی که بیشترین سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده انرژی مصرفی سوخت می‌باشد زیرا برای بکاراندازی ماشین‌ها نیاز به سوخت می‌باشد، پس هرچه مزارع به سمت مکانیزه شدن بروند و ماشین‌ها و ادوات بیشتری به کار گرفته شود میزان مصرف سوخت نیز باید افزایش یابد. میزان بالای مصرف انرژی سوخت در سطوح سوم، اول و چهارم بهره‌برداری دلایل متعددی می تواند داشته باشد، یکی از این علل استفاده از ادوات فرسوده و کهنه در این مزارع می‌باشد واین خود بدلیل وجود مشکلات اقتصادی و نبود سرمایه کافی است. علت دیگر که می‌توان آن را علت اصلی افزایش انرژی مصرفی سوخت در این سطوح عنوان کرد، متناسب نبودن ظرفیت ماشین با اندازه زمین عنوان کرد .یکی دیگر از علل اصلی اختلاف مصرف انرژی سوخت در بین کشاورزان مختلف پیروی از روش های ناصحیح خاک‌ورزی و اصرار بر تکرار عملیات‌های خاک‌ورزی مانند استفاده مکرر از عملیات‌های شخم‌زنی و دیسک‌زنی در سطح مزارع می‌باشد که این امر باعث افزایش مصرف انرژی سوخت در این مزارع می‌گردد؛ بطوریکه استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک ۴۵٪ از کل مصرف انرژی سوخت را در برگرفته است که بسیار قابل توجه می‌باشد.

در کشاورزی امروزی استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی بسیار ضروری بوده و هرچه کشاورزی به سمت مکانیزه شدن حرکت کند تعداد ماشین‌ها و همچنین میزان استفاده از آنها بالاتر می‌رود. نتایج تجزیه واریانس انرژی مصرفی ماشین‌ها در سطح معنی‌داری ۵٪ نشان می‌دهد که طبق جدول ۴ با افزایش سطح زیر کشت میزان مصرف انرژی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی بر هکتار در تولید کلزای شهرستان نکا کاهش یافته ، که این نتایج با نتایج (Vojdani, 2008) و (Singh,2006) همسو می‌باشد. علت این امر استفاده صحیح ازظرفیت ماشین‌ها و ادوات در مزارع می‌باشد. لازم به ذکر است که در مزارع کوچک نیاز به استفاده از تمامی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی می‌باشد ولی به علت کوچک بودن سطح بهره‌برداری قادر به استفاده‌ی کامل از ظرفیت ماشین‌ها و ادوات نیستند، اما در مزارع بزرگ‌تر به دلیل متناسب بودن ظرفیت ماشین‌ها با سطح بهره‌برداری زمین از تمام ظرفیت ماشین اسفاده خواهد شد که این امر به خودی خود باعث کاهش مصرف انرژی در این سطوح می‌شود. در ادامه لازم به یادآوری است عواملی همچون استفاده‌ی مکرر از گاوآهن برگردان دار، دیسک و لولر که می‌تواند ناشی از نگرش نادرست کشاورزان نسبت به استفاده از ماشین‌های خاک‌ورزی، عدم تنظیمات صحیح ادوات و فرسوده بودن آنها باشد، باعث افزایش بیش از حد مصرف انرژی ماشین ها در طول تحقیق شده است.

انرژی مصرف شده آبیاری در این پژوهش به دو قسمت انرژی مستقیم (الکتریسیته) و انرژی غیرمستقیم (آبیاری) تقسیم می‌شود، انرژی الکتریسیته، انرژی است که برای راه اندازی پمپ‌های آبیاری استفاده می‌شود و انرژی غیر مستقیم (آبیاری)، انرژی است که برای حفر چاه، احداث کانال‌های آب و خطوط انتقال لوله مصرف می‌شود.

تجزیه واریانس انرژی الکتریسیته نشان داده است که در مصرف انرژی الکتریسیته در تولید کلزای شهرستان نکا بین سطوح مخلف بهره‌برداری در سطح ۱٪ اختلاف بسیارمعنی‌داری وجود دارد(جدول۴). علت معنی دار شدن انرژی الکتریسته در بین سطوح مختلف را می‌توان ثقلی بودن آبیاری و نزدیک بودن مزارع سطوح ۴ و ۵ به رودخانه در مقابل سایر سطوح که از پمپاژ آب چاه و یا پمپاژ آب رودخانه برای مسافت‌های طولانی استفاده می‌کنند، دانست. همچنین نتایج تجزیه واریانس انرژی آبیاری (غیرمستقیم) نشان

می‌دهد که در مصرف انرژی آبیاری (غیرمستقیم) در بین سطوح بهره‌برداری شهرستان نکا در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). علت معنی‌داری بین سطوح مختلف بهره‌برداری، پایین بودن انرژی آبیاری غیرمستقیم در مزارع سطوح ۱ تا ۳ (مزارع زیر ۱۰ هکتار)، بدلیل فقدان شبکه‌های آبیاری را می‌توان عنوان کرد.

جدول ۴- انرژی مصرفی و خروجی در تولید کلزا ($Mj.ha^{-1}$)

منابع تغییرات	سطوح بهره برداری از زمین (ha)					میانگین
	۳ >	۵-۳	۱۰ -۵/۵	۱۰/۵- ۲۰	۲۰ <	
ماشین ها	۱۴۴۷/۴۸	۱۲۱۵ /۴۶	۱۳۸۸/۰۳	۱۲۲۵/۰۶	۶۶۲/۲۱۷	۱۲۰۶ [٪۴/۱۷]
سوخت	۶۴۹۶/۳	۵۵۵۷/۹	۸۳۲۱/۱	۶۴۰۶/۹	۵۱۳۲/۶	۶۲۶۲/۵ [٪۱۸/۳]
آبیاری(غیرمستقیم)	۱۲۱۱/۲۱	۱۱۳۶/۲۸	۷۱۰/۴۵۰	۲۲۰۰/۸۷	۱۵۵۱/۱۷	۱۳۲۳/۲ [٪۳/۹۱]
آبیاری(الکتریسیته)	۶۰۶۷/۸۴	۶۲۸۰/۳۱	۷۱۱۶/۷۸	۰/۰۰۰	۹۶۰/۰۰۰	۴۴۸۴/۶ [٪۱۲/۴۹]
بذر	۲۲۱/۳۳	۲۱۴/۶۷	۲۴۴/۸۰	۲۳۰/۴۰	۲۱۲/۰۰	۲۲۲/۷ [٪۰/۶۴]
کود شیمیایی	۲۴۳۴۵/۴۴۴	۱۸۷۳۳/۱۶۷	۱۷۶۰۹/۲۰۰	۱۹۹۱۸/۸۴۰	۲۰۷۷۰/۰۰۰	۲۰۵۸۷ [٪۵۸/۱۳]
سموم شیمیایی	۱۴۴/۰۰	۲۴۴/۸۰	۳۰۰/۶۷	۱۰۳/۶۸	۶۴/۸۰	۱۷۳/۸۲ [٪۱/۸۱]
نیروی انسانی	۸۲/۹۶۳	۱۸۶/۲۹	۱۱۶/۲۲۴	۳۴۵/۲۹۰	۲۲۱/۸۲۷	۱۷۸/۲۸ [٪۰/۵۵]
متوسط انرژی مصرفی	۴۰۰۱۶/۷	۳۴۹۱۶/۸	۳۵۸۰۷/۳	۳۰۳۸۳/۱	۲۹۵۷۴/۷	۳۴۷۸۸/۳ [٪۱۰۰]
انرژی خروجی کل	۳۸۱۳۳/۳	۶۲۵۳۳/۳	۵۵۰۸۰/۰	۶۴۸۰۰/۰	۶۳۲۰۰/۰	۵۵۴۲۹
نسبت انرژی	۰/۹۴۱۱۵	۱/۹۴۸۰۵	۱/۵۳۳۵۷	۲/۲۰۴۷۸	۲/۲۱۸۲۱	۱/۷۱
خالص افزوده انرژی	-۳۲۵۹/۸	۲۷۴۸۴/۷	۱۹۲۷۲/۷	۳۳۶۲۵/۳	۳۳۶۲۵/۳	۲۰۲۴۱
بهره‌وری انرژی	۰/۰۳۹۲۱	۰/۰۸۱۰۴	۰/۰۶۳۸۹	۰/۰۹۱۸۷	۰/۰۹۰۳۶	۰/۰۷۱
انرژی ویژه	۳۱/۴۵۶	۱۳/۹۹۸	۱۷/۲۷۳	۱۱/۴۷۹	۱۱/۸۸۳	۱۸/۳۶

انرژی مصرفی نهاده های مختلف در سطوح مختلف بهره‌برداری از زمین و متوسط کل مصرف انرژی هر کدام از نهاده‌ها در تولید کلزا و همچنین متوسط شاخص‌های نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، خالص افزوده انرژی و انرژی ویژه در جدول ۴ به تفکیک قابل مشاهده می باشند. نتایج حاصله نشان می‌دهد که متوسط کل مصرف انرژی در تولید کلزا در شهرستان نکا برابر ۳۴۷۸۸/۳ مگاژول برهکتار می باشد (جدول ۴)، که این میزان نسبت به مقدار آن در تحقیقات یوناکیتان (۲۰۱۰) بیشتر می باشد که می تواند به علت عدم استفاده صحیح از نهاده‌ها در این منطقه باشد. همچنین جدول شماره ۴ نشان می دهد که متوسط نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، خالص افزوده انرژی و انرژی ویژه برای تولید کلزا در شهرستان نکا به ترتیب ۱/۷۱، ۰/۰۷۱ ($kg.MJ^{-1}$)، ۲۰۲۴۱ ($MJ.ha^{-1}$) و ۱۸/۳۶ ($MJ.kg^{-1}$) می‌باشد. پراکندگی مصرف انرژی هرکدام از نهاده‌های مختلف در تولید کلزا در شهرستان نکا با توجه به جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که کود شیمیایی با مقدار ۵۸/۱۳٪ در تبه اول، سوخت دیزل با مقدار ۱۸/۳٪ در تبه دوم، آبیاری در مجموع (الکتریسیته و غیرمستقیم) با مقدار ۱۶/۴٪ در رتبه سوم، ماشین‌ها و ادوات با مقدار ۴/۱۷٪ در رتبه چهارم، سموم شیمیایی با مقدار ۱/۸۱٪ در رتبه پنجم، بذر با مقدار ۰/۶۴٪ در رتبه ششم و نیروی انسانی با مقدار ۰/۵۵٪ در رتبه هفتم مشاهده می‌شود.

جدول ۵- سهم انرژی های مختلف مصرف انرژی در تولید کلزا ($Mj.ha^{-1}$)

منابع تغییرات	سطوح بهره برداری از زمین (ha)					میانگین
	۳ >	۵-۳	۱۰ -۵/۵	۲۰ -۱۰/۵	> ۲۰	
انرژی مستقیم	۱۱۳۸۲۴/۷	۱۲۰۳۵۲	۷۷۷۷۰/۷۱	۳۳۷۶۱/۱۵	۳۷۸۸۷/۰۶	۷۶۷۱۹/۱۳ [٪۳۲]
انرژی غیرمستقیم	۲۶۷۰۴۸/۴	۱۹۳۸۹۹/۳	۱۰۱۲۶۵/۷	۱۱۸۳۹۴/۲	۱۳۹۵۶۱/۱	۱۶۴۷۷۳/۳ [٪۶۸]
انرژی تجدیدپذیر	۲۷۳۸/۶۷	۳۶۰۸/۶۱	۱۸۰۵/۱۲	۲۸۷۸/۴۵	۲۶۰۲/۹۶	۲۷۲۶/۷۶۲ [٪۱]
انرژی تجدیدناپذیر	۳۷۸۱۳۴/۴	۳۱۰۶۴۲/۷	۱۷۷۲۳۱/۳	۱۴۹۲۷۶/۹	۱۷۴۸۴۵/۲	۲۳۸۰۲۶/۱ [٪۹۹]
متوسط انرژی	۴۰۰۱۶/۷	۳۴۹۱۶/۸	۳۵۸۰۷/۳	۳۰۳۸۳/۱	۲۹۵۷۴/۷	۳۴۷۸۸/۳ [٪۱۰۰]

از دیدی دیگر انرژی ورودی شامل انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر، انرژی مستقیم و غیرمستقیم در جدول شماره ۵ قابل مشاهده می باشد، از کل انرژی مصرفی به طور متوسط، ۳۲٪ مستقیم و ۶۸٪ غیرمستقیم می باشد .همچنین از کل انرژی مصرفی به طور متوسط، ۱٪ تجدید پذیر و ۹۹٪ تجدید ناپذیر بوده است.

نتیجه‌گیری کلی:

هدف از این مطالعه، بررسی سیر مصرف انرژی و ارزیابی شاخص‌های انرژی در مزارع تولید کلزا در شهرستان نکا می‌باشد. در این مزارع به طور متوسط ۱۲۰۶ ($Mj.ha^{-1}$) انرژی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی، ۶۲۶۲/۵ ($Mj.ha^{-1}$) انرژی سوخت دیزل، ۱۳۲۳/۲ ($Mj.ha^{-1}$) انرژی آبیاری (غیرمستقیم)، ۴۴۸۴/۶ ($Mj.ha^{-1}$) انرژی آبیاری (الکتریسیته)، ۲۲۲/۷ ($Mj.ha^{-1}$) انرژی بذر، ۲۰۵۸۷ ($Mj.ha^{-1}$) انرژی کودهای شیمیایی، ۱۷۳/۸۲ ($Mj.ha^{-1}$) انرژی سموم شیمیایی و ۱۷۸/۲۸ ($Mj.ha^{-1}$) انرژی نیروی انسانی مصرف شده است. این انرژی مصرفی با اندازه مزارع بسیار وابسته می‌باشد؛ به نحوی که انرژی مصرفی ماشین‌ها و ادوات کشاورزی با افزایش سطح بهره‌برداری از زمین کاهش پیدا می‌کند که این خود به دلیل تناسب اندازه ماشین با اندازه مزرعه و استفاده‌ی بهینه از ظرفیت ماشین‌ها در مزارع بزرگتر می‌باشد. انرژی مصرفی کودهای شیمیایی با ۵۸/۱۳٪ و انرژی مصرفی سوخت دیزل با ۱۸/۳٪ و انرژی مصرفی آبیاری با ۱۶/۴٪ به ترتیب بیشترین سهم مصرف انرژی را در تولید کلزا به خود اختصاص داده‌اند. از دیدگاه زیست محیطی استفاده گسترده از کودها و سموم شیمیایی تاثیر منفی بر روی حفظ و نگهداری محصولات کشاورزی دارد، بعلاوه مکانیزاسیون نیز که وابستگی شدیدی به مصرف سوخت‌های فسیلی دارد عامل منفی دیگری محسوب می‌شود. در این تحقیق منابع انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به ترتیب ۱٪ و ۹۹٪ از کل منابع انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین متوسط نسبت انرژی برای سطوح یک، دو، سه، چهار و پنج بهره‌برداری از زمین به ترتیب ۰/۹۴۱۱۵، ۱/۹۴۸۰۵، ۱/۵۳۳۵۷، ۲/۲۰۴۷۸ و ۲/۲۱۸۲۱ می‌باشد و بیانگر این مطلب می‌باشد که با افزایش سطح زیر کشت شاخص نسبت انرژی افزایش یافته و بازده انرژی بیشتر می‌شود. این امر به علت مدیریت صحیح و تخصیص بهینه‌ی نهاده‌ها و استفاده مطلوب‌تر از ظرفیت ماشین‌ها و ادوات می‌باشد. طبق گزارش (Tipi et al, 2009) بازده انرژی مصرفی در تولید گندم در مزارع کوچک و بزرگ در ترکیه به ترتیب ۲/۹۴ و ۳/۵۰ می باشد.

منابع

۱- دهشیری، ع. (۱۳۷۸) کلزا. انتشارات دفتر تولید وبرنامه های ترویجی و انتشارات فنی معاونت ترویج. ۶۴ ص.

۲- زارچی یزدی، م. شیخ داودی، م. و خدارحم پور، ز. (۱۳۸۹). بررسی روند موجود مصرف انرژی در تولید ذرت دانه ای در منطقه میان آب شهرستان شوشتر و تعیین الگوی مصرف بهینه انرژی با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی. پایان نامه کارشناسی ارشد. ۷۱ ص.

۳- شیرالی، م. مقدسی، ر. (۱۳۸۹). بررسی سطح بهینه مزرعه در توجیه اقتصادی مالکیت ماشین های کشاورزی. مطالعه موردی شهرستان نکا. مجموعه مقالات ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج). ۱۲ ص.

۴- کوپاهی، م. (۱۳۸۳). اصول اقتصاد کشاورزی. تهران. ویرایش ۵. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۴۷۶ ص.

۵- کوچکی، ع. (۱۳۷۳). کشاورزی و انرژی (نگرشی اکولوژیک). ترجمه. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد۲۲۹ ص.

۶- کوچکی، ع. و حسینی، م. (۱۳۸۲). سیر انرژی در اکوسیستم های کشاورزی. چاپ سوم. انتشارات جاوید.

۷- وجدانی، ف. الماسی، م. نصیریان، ن. (۱۳۸۷). تعیین الگوی مصرف انرژی در کشت گندم در منطقه ساوجبلاغ و بهینه سازی مصرف آن با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی. پایان نامه کارشناسی ارشد. ۱۵۴ص.

8- Hatirli, S.A., Ozkan, B., 2006, Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production, Renewable Energy, Vol. 31, PP. 427-438.

9- Unakitan, G., Hurma, H., Yilmaz, F., 2010, An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey, Namik kemal University of agriculture, Departement of Agriculture Economics, Energy, Vol. 35, PP. 3623-3627.

10- Tipi, T., Cetin, B., Vardar, A., 2009, An Analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey, Journal of Food, Agriculture and Environment, Vol. 7, PP. 352-356.

11- Singh, H.D., Mishra, Nahar, N.M., 2004, Energy use pattern in production agriculture of a tipycal village in arid zone. India, Part III, Division of Agricultural Engineeng and Energy, Central Arid Zone Research Institute Jodhper, Rajasthan, Vol. 45, PP. 2453-2472.

An analysis of energy consumption of canola production in Neka city

Abstract

Due to the importance of energy and oil seed of canola, this research intends to achieve trend of energy consumption in Neka in a way that trend of energy consumption of canola proceeds ideally. To achieve this purpose, data was collected from among 34 farmers who were available by questionnaire in 5 farm sizes the analysis of on-way variance showed that average of energy ratio, energy productivity, net energy gain and special energy were 1.71, .071($kg.MJ^{-1}$), 20241($MJ.ha^{-1}$) and 18.36 ($MJ.kg^{-1}$) respectivel . On the basis of the findings larger farms have more efficiency than smaller ones. In addition, findings showed that average energy consumption of canola production was 34788.7 ($MJ.ha^{-1}$). Energy consumption of chemical fertilizer 58.13%, energy consumption of diesel fuel 18.3%, energy consumption of irrigation 16.4% had the most ratio of energy consumption respectively. Moreover, ratio of direct and indirect energies was 32% and 68% respectively.

Key words: Energy ratio, Energy productivity, Net energy gain, Special energy.