نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ – کرج

آنالیز انرژی ورودی و خروجی تولید گندم در دو کشت دیم و آبی (مطالعه موردی شهرستان لردگان)

عیسی بوگری [۱] *، حسن ذکی دیزجی[۲]، مهدی جودکی[۱]، صفدر میر شکالی[۳]

۱ – دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه شهید چمران
۲– استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه شهید چمران
۳– دانش آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه کشاورزی رامین

چکیده

یکی از روش‌های بسیار مفید در تحلیل و ارزیابی پایداری کشاورزی، برآورد جریان انرژی به عنوان یک شاخص مهم می‌باشد.هدف از این تجقیق برآورد انرژی مصرفی و شاخص‌های انرژی در تولید گندم کشت آبی و دیم در شهرستان لردگان استان چهارمحال و بختیاری بود. بدین منظور اطلاعات لازم به وسیله پرسشنامه و مصاحبه حضوری بدست آمد. نتایج نشان داد که کل انرژی ورودی مصرفی برای گندم آبی و دیم ۳۱۴۹۶/۴۳ و ۱۷۲۴۱/۹۱ مگاژول در هکتار بود. کود مصرفی برای تولید گندم در کشت آبی با ۱۴۱۴۰ و در کشت دیم با ۸۶۸۰ مگاژول در هکتار در جایگاه اول و سوخت مصرفی نیز با۶۴۳۹/۵ و ۴۱۹۷/۶ مگاژول بر هکتار به ترتیب در کشت آبی و دیم در جایگاه دوم مصرف انرژی قرار گرفتند. برای گندم آبی و دیم شاخص‌های نسبت انرژی به ترتیب ۲/۸۲ و ۳/۲۹ ، بهره‌وری انرژی ۰/۱۲ و ۰/۱۳ کیلوگرم بر مگاژول و انرژی خالص ۵۷۶۳۵/۸۷ و۳۹۸۵۵/۹۳ مگاژول در هکتار بدست آمد که نشان دهنده شاخص نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی بالاتر گندم دیم نسبت به آبی است. انرژی مورد نیاز عملیات آبیاری در گندم آبی با ۳۹۰۲/۰۱ و در کشت دیم عملیات خاکورزی با ۱۷۸۶/۴۶ مگاژول در هکتار بیشترین سهم انرژی در عملیات‌ها را دارا بودند.

کلمات کلیدی: گندم، بهره وری انرژی، نسبت انرژی

مقدمه

تأمین غذا و نیازهای جمعیت روزافزون جامعه بشری، نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتری در زمینه انرژی به عنوان یک نهاده داشته است به نحوی که طی قرن‌ها، نیروی حیوانات به خدمت گرفته شده و کمی بعد بشر با کنترل کردن

نیروی آب و باد، آنها را جایگزین نیروی حیوانات کرد. با این تغییرات ضمن آزاد شدن وقت و انرژی بیشتری از انسان، نیروی بیشتر و ارزانتری نسبت به گذشته در اختیار او قرار گرفت (کوچکی و حسینی، ۱۳۷۳).

یکی از روش‌های بسیار مفید در تحلیل و ارزیابی پایداری کشاورزی، برآورد جریان انرژی به عنوان یک شاخص مهم می‌باشد. با این وجود معمولا از کشاورزی در مباحث انرژی مصرفی و راندمان انرژی چشم پوشی می شود، در حالی که کشاورزی مدرن انرژی بری بسیار بالائی دارد. در هر صورت منابع انرژی محدود هستند، و استفاده صحیح و منصفانه از منابع انرژی کلا به نفع مصرف کننده، ملت و نوع بشر است. به طوری که باید دانست در هر جامعه ای از سنتی گرفته تا صنعتی قابلیت دسترسی به انرژی است که ایجاد بحران می کنند نه هزینه ها ی انرژی. (کوچکی و حسینی۱۳۷۳).

با شروع انقلاب سبز در اواخر سال ۱۹۶۰ استفاده انرژی در کشاورزی افزایش پیدا کرد. این تغییرات به صورت استفاده از بذرهای پر محصول، کودهای شیمیایی، آفت کش‌های شیمیایی، همچنین سوخت دیزل و الکتریسیته در عملیات کشاورزی رو به فزونی نهاد (Ceccon et al., 2002).

سینگ و همکاران (۱۹۹۹) مشاهده کردند که عملکرد بیشتر گندم در مناطق مختلف ایالت پنجاب نسبت به مناطقی با عملکرد کمتر، ناشی از مصرف انرژی بیشتر است، البته بدین صورت که برای دستیابی به یک درصد افزایش عملکرد به مراتب انرژی بسیار بیشتری صرف شده است. برای نمونه ۵/۴ درصد تولید بیشتر محصول در منطقه دوم نسبت به منطقه اول، با مصرف ۲۶/۹ درصد انرژی بیشتر به دست آمده که صرف آبیاری و کود شده بود. نسبت انرژی برای مناطقی که انرژی مصرفی بالاتری داشته‌اند ۵/۴ تا ۵/۷ بود. این نسبت در منطقه ۵ که تنها ۱۳/۱ گیگاژول انرژی مصرف داشته ۶/۵ بوده است. رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) نیز در تحقیقی به بررسی کارایی انرژی تولید جو دیم در سطوح مختلف در استان بوشهر پرداختند. متوسط نسبت انرژی دانه وکل به ترتیب ۲/۱۵و ۳ برآورد کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح زیر کشت نسبت انرژی روند افزایشی داشته است. قربانی و همکاران (۲۰۱۱) در تحیقی شمال خراسان شاخص نسبت انرژی برای گندم آبی و دیم به ترتیب ۳/۳۸ و ۱/۴۴ گزارش شد در تحیقی دیگر در منطقه کانتربوری اسکاتلند توسط صفا و همکاران(۲۰۱۱) شاخص نسبت انرژی برای تولید گندم در دو کشت آبی و دیم به ترتیب۱۱/۵ و۱۵/۱ بدست آمد.

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). با توجه به اهمیت انرژی در زمینه‌های اقتصادی، محیط زیست و توسعه پایدار، تعیین انرژی مصرفی در تولید گندم و سایر محصولات کشاورزی نه تنها در شهرستان لردکان بلکه در سراسر ایران بسیار مهم به نظر می‌رسد. از آنجا که در هیچ گونه مطالعه‌ای در زمینه میزان مصرف انرژی و تعیین بهره‌وری انرژی در سطح منطقه مورد مطالعه به عمل نیامده و اطلاعات دقیقی در این زمینه در دسترس نیست، انجام این تحقیق و تحقیقات مشابه تعیین الگوی مناسب مصرف انرژی برای تولید گندم و سایر محصولات کشاورزی در راستای کمک به تولیدکنندگان این بخش و توسعه پایدار آن خواهد بود.

مواد و روش ها

این مطالعه به منظور برآورد انرژی مصرفی و انرژی خروجی و تعیین شاخص های انرژی تولید گندم در دو نوع کشت دیم و آبی شهرستان لردگان انجام گردید. اطلاعات مورد نیاز برای رسیدن به این هدف در قدم اول از طریق تهیه پرسشنامه و تکمیل آن توسط کشاورزان و بازدیدهای مزرعه‌ای و اطلاعات تکمیلی نیز از طریق بررسی و مطالعه مقالات و کارهای تحقیقاتی انجام شده در زمینه انرژی در کشاورزی بدست آمد. بدین منظور ۶۰ پرسشنامه شامل ۳۰ پرسشنامه مخصوص دیم کاران و ۳۰ پرسشنامه مخصوص کشت های آبی گندم به صورت تصادفی در نقاط مختلف شهرستان لردگان توزیع گردید. تکمیل پرسشنامه توسط کشاورزان در حضور محقق انجام گردید و اطلاعات لازم به آنها داده شد. در این مطالعه فقط انرژی مصرف شده برای تولید گندم توسط کشاورزان مورد محاسبه قرار گرفت و انرژی های محیط مانند خورشید، باد، باران و غیره در نظر گرفته نشد لازم به ذکر است که انرژی های مصرفی پس از از برداشت نیز در محدوده این مطالعه نمی باشند.

انرژی های ورودی برای تولید گندم شامل انرژی های وردی مسقیم (کارگری، سوخت و الکتریسیته) و انرژی های وردی غیر مستقیم (کود، آفت کش،ماشین ها و تهیه بذر) می باشند. در این مطالعه انرژی های مصرفی به دو بخش انرژی مورد نیاز عملیات ها و منابع انرژی تقسیم شدند

عملیات‌ها

انرژی مصرفی برای عملیات های تولید گندم شامل خاک ورزی، کاشت، پخش کود، سمپاشی، آبیاری، حمل و نقل و برداشت هستند که برای منطقه مورد مطالعه تعیین شدند. انرژی های مستقیم عملیات ها انرژی انسان، سوخت و الکتریسیه می باشند. انرژی انسان بسیار کم و انرژی الکتریسیته مورد استفاده در آبیاری برای پمپاژ آب

بسیار زیاد ومنبع اصلی مصرف انرژی در کشت آبی است، انرژی سوخت نیز به عنوان یک منبع مصرفی قابل توجه در عملیات ها به شمار می رود.

منابع انرژی

نیروی انسانی

نیروی انسانی هموار در بخش کشاورزی اهمیت فراوانی داشته و وظایف زیادی ازقبیل رانندگی ماشین ها،تعمیر و نگهداری ماشین ها،آبیاری سم پاشی، کود پاشی و کار های که در طول فصل برای تولید به نیروی کارگری نیاز دارند توسط نیروی انسانی انجام می‌شود. استفاده از نیروی انسانی در کشاورزی امروزه بسیار کاهش یافته اما استفاده موثر از این نیرو می تواند تاثیر قابل توجهی بر تولید داشته باشد. میزان نیروی انسانی مورد نیاز با میانگین گیری از اطلاعات پرسشنامه ها به صورت ساعت بر هکتار بدست آمد. سینگ و میتال(۱۹۹۲) و کیتانی (۱۹۹۹) انرژی موجود به ازای هر نفر–ساعت نیروی کارگر که معادل ۱/۹۶ MJ/h در نظر گرفتند. انرژی نیروی انسانی از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

انرژی موجود به ازای هر نفر–ساعتMJ/h ×تعداد کارگر (نفر–ساعت) در هکتار =انرژی کارگری مصرف شده در هکتارMJ/ha

سوخت

سوخت دیزل به عنوان یک منبع مهم انرژی در انجام عملیات های کشاورزی و در مواردی برای پمپاژ آب به شمار می رود. میزان مصرف سوخت در عملیات های مختلف به عوامل زیادی بستگی دارد به عنوان مثال در مناطق با آب و هوای گرم و خشک که نیاز به آبیاری زیادی دارند سوخت مصرفی مورد استفاده در پمپاژ آب بیشترین مصرف سوخت در کل عملیات ها را به خود اختصاص می دهد در حالی که در مناطق پر باران که کشت دیم رایج است عملیات خاکورزی می تواند بالاترین مصرف سوخت را به خود اختصاص دهد. سوخت مصرفی همچنین به عواملی مانند شرایط خاک، محصول، سرعت پیشروی و مقاومت غلتشی بستگی دارد.میزان مصرف سوخت در عملیات های مختلف با توجه به پرسشنامه ها و مشاهدات حضوری به صورت لیتر بر هکتار بدست آمد.

کیتانی (۱۹۹۹) محتوای انرژی هر لیتر سوخت دیزل را ۴۷/۷ مگاژول بر لیتر در نظر گرفتند که در این مطالعه از این مقدار استفاده گردید انرژی سوخت مصرفی در هکتار از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

انرژی موجود به ازای لیتر MJ/l ×کل سوخت مصرفی لیتر در هکتار =انرژی سوخت مصرف شده در هکتار MJ/ha

الکتریسیته

استفاده اصلی از الکتریسیته برای پمپاژ آب در کشت های آبی است. در منطقه مورد مطالعه بیشتر زمین های که آبیاری می شوند آب مورد نیاز خود را از طریق پمپاژ آب از چاه تامین می کنند و با توجه به کیلووات برق مصرفی و سطوح زیرکشت و همچنین در نظر گرفتن میزان آب مصرفی در هکتار انرژی مصرفی الکتریسیته در هکتار بدست آمد. ساندرس و همکاران (۲۰۰۶) محتوای انرژی هر کیلووات الکتریسیته را۸/۱۴ مگاژول برآورد کردند. کیتانی (۱۹۹۹) این مقدار را ۳/۶ مگاژول بدست آوردند که دراین تحقیق به خاطر اینکه اکثر محققین داخلی از ۳/۶ مگاژول استفاده کردند از این مقدار استفاده گردید.

کود

کشاورزان برای رشد بهتر و عملکرد بهتر محصولاتشان معمولا به زمین انواع کود های دامی و شیمیایی اضافه می کنند. این کودها به سه دسته کودهای شیمیایی، بیولوژیکی و ارگانیک تقسیم می شوند. استفاده از کودهای شیمیایی باعث افزایش خیلی بیشتر و سریع انرژی مصرفی در تولید محصولات کشاورزی گشته است.کود نیتروژن اصلی ترین کود مصرفی در کشاورزی در جهان است علاوه براین کود پتاس نیز از کودهای پر مصرف به شمار می رود. کیتانی (۱۹۹۹) محتوی کود های نیتروژن، فسفات و پتاس را به ترتیب ۷۸/۱، ۱۷/۴و ۱۳/۷ مگاژول بر کیلوگرم اعلام کرد. بعضی از کشاورزان برای افزایش محصولاتشان فقط ازکود نیتروژن استفاده می کنند در هر صورت فقط میزان کمی از افزایش تولید به کود وابسته است و غالبا میزان تولید به عواملی مانند نوع خاک ، دمای هوا و میزان بارندگی بستگی دارد.

میزان کود مصرفی با توجه به پرسشنامه ها برحسب کیلوگرم بر هکتار بدست آمد. انرژی کود مصرفی در هکتار از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

انرژی موجود به ازای کیلوگرم MJ/kg ×کود مصرفی کیلوگرم در هکتار =انرژی کود مصرف شده در هکتار MJ/ha

سموم

علف های هرز به ویژه در کشت های آبی گاهی اوقات خسارات شدیدی به مزارع می زنند.در منطقه مورد مطالعه در مناطق دیم بندرت از سموم شیمیایی استفاده می شود ولی در مزارع با آبیاری معمولا از سموم استفاده می شود. سموم مورد استفاده بسیار فراوانند اما غالب کشاورزان از سم تاپیک، توفوردی و فنی تروتیون هر کدام به ترتیب

یک لیتر، یک و نیم لیتر و یک لیتر در هکتار استفاده می‌کنند. قربانی و همکاران (۲۰۱۱) محتوی درونی تاپیک، توفوردی و فنی تروتیون را ۲۷۱/۳۸، ۸۴/۹۱ و ۲۸۰/۴۴ مگاژول بر لیتر در نظر گرفتند.

بذر

اطلاعات زیادی در مورد انرژی مورد نیاز برای تولید بذر(برای کشت) محصولات کشاورزی وجود ندارد. پاک کردن، بسته بندی و درجه بندی توسط شرکت های توزیع بذر از جمله کارهای است که برای آماده کردن بذرها برای کشت مورد نیاز است. بنابراین برای بذر گندم با توجه به شرایط محیط و همچنین واریته های مختلف انرژی مورد نیاز برای فراهم نمودن بذر می تواند متفاوت باشد. نویان و همکاران(۱۹۹۵) انرژی مورد نیاز برای آماده نمودن بذر گندم جهت کاشت را ۱۶/۶ مگاژول بر کیلوگرم برآورد کردند.

تراکتور، ادوات و ماشین‌ها

بیشترین انرژی ماشین ها مربوط به کارخانجات ساخت ماشین های کشاورزی و عملیات های مرتبط با ساخت آنهاست (استوت ۱۹۹۰) . انرژی مربوط به ماشین ها می تواند به انرژی مورد نیاز کارخانه ها، تعمیر و نگهداری دسته بندی شوند (فلاک و بیرد۱۹۸۰). برای لحاظ انرژی ماشین ها چندین قدم باید در نظر گرفته شود. در ابتدای امر انرژی مورد نیاز در فرایند تولید مواد مورد نیاز و در مرحله بعد انرژی مصرف شده در ساخت ماشین ها در کارخانه ها و در نهایت انرژی مصرف شده در حمل و نقل تا رسیدن به مصرف کننده ها در نظر گرفته می شود. در فرایند تولید محصولات کشاورزی کشاورزان از ماشین های مختلفی استفاده می کنند محاسبه انرژی ماشین ها در کشاورزی بسیار پیچیده است زیرا بسیاری از ماشین ها به صورت ترکیبی با هم کار می‌کنند همچنین کشاورزان از روش های متفاوتی در کاربرد ماشین ها استفاده می کنند.به علاوه هنگامی که کشاورزان محصولات مختلفی در مزارع کشت می کنند تفکیک انرژی مصرفی آنها از هم کار بسیار مشکلی است. بنا براین تخمین های متفاوتی از محققین مختلف از میزان انرژی مصرفی مربوط به ماشین بدست آمده است. به عنوان مثال فلاک و بیرد(۱۹۸۰) مقدار انرژی مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن ماشین را ۲۷ مگاژول، استوت (۱۹۹۰) ۸۵ مگاژول و بر کیلوگرم ولز (۲۰۰۱) ۱۶۰ مگاژول بر کیلوگرم ببدست آوردند. در این مطالعه برای محاسبه انرژی مورد نیاز تولید ،تعمیر و نگهداری ماشین های مختلف کشاورزی از مقادیر جدول(۱) که توسط کیتانی(۱۹۹۹) تخمین زده شده استفاده گردید.

جدول ۱: هم ارز انرژی ماشین ها و ادوات مختلف کشاورزی (Kitani 1998)

ماشین	محتوای انرژی (MJ/kg)
تراکتور	۱۳۸
گاوآهن	۱۸۰

کلتیواتور مزرعه	**۱۴۹**
خاکورزی ترکیبی	**۱۸۰**
بذرکار	**۱۳۳**
کودپاش و سم پاش	**۱۲۹**
کمباین	**۱۱۶**
متوسط سالیانه ادوات کشاورزی	**۶-۸**
متوسط سالیانه ماشین‌های کشاورزی	**۸-۱۰**

برای محاسبه انرژی مورد نیاز تراکتور و ادوات در واحد سطح لازم است وزن تراکتور و ادوات، عمر مفید و زمان مورد استفاده سالیانه در واحد سطح برای محقق مشخص شود. در این مطالعه از رابطه زیر برای محاسبه انرژی ماشین ها و ادوات استفاده گردید.

$$ME = (G \times E)/(T \times Ca)$$

که در اینجا

ME= انرژی ماشین مگاژول در هکتار
G= وزن ماشین بر حسب کیلوگرم
T= عمر مفید ماشین بر حسب ساعت
E = محتوی انرژی مگاژول بر کیلوگرم
Ca= ظرفیت موثر مزرعه‌ای برحسب هکتار بر ساعت

انرژی خروجی

در اکثر نقاط ایران به ویژه در منطقه مورد مطالعه از کاه گندم نیز استفاده می شود به همین علت در محاسبه انرژی خروجی هر دو انرژی دانه و کاه محاسبه گردید. کویسترس و لامل (۱۹۹۹) محتوی انرژی دانه گندم و کاه را به ترتیب ۱۴/۴۸ و ۹/۲۵ مگاژول بر کیلوگرم تخمین زدند که در این مطالعه به آن استناد گردید.

شاخص های انرژی

نسبت (کارایی) انرژی: نسبت انرژی از تقسیم انرژی ستانده به انرژی نهاده به دست می‌آید. بدین منظور مجموع انرژی ورودی برای هر هکتار زراعت گندم بر معادل انرژی محصول تولیدی از هر هکتار (عملکرد یا انرژی خروجی دانه و کاه) تقسیم شده است (سینگ و همکاران ، ۱۹۹۶).

بهره‌وری انرژی: از نسبت مقدار محصول تولیدی در واحد سطح به انرژی ورودی نیز بهره‌وری انرژی محاسبه شده است (ازکان و همکاران ۲۰۰۳).

انرژی خالص: از تفاوت انرژی خروجی بدست آمده و انرژی ورودی مصرف شده حاصل می‌شود.

نتایج و بحث

انرژی مصرفی برای تولید گندم در سطح یک هکتار با توجه به نوع عملیات و منابع انرژی مصرفی در این قسمت شرح داده شده است.

انرژی مصرفی عملیات ها

انرژی مصرفی عملیات‌ها برای تولید گندم شامل انرژی مصرفی خاکورزی، کاشت ،کودپاشی، سمپاشی، برداشت، جمع‌آوری و بسته بندی کاه و آبیاری هستند. میانگین مصرف انرژی برای این عملیات ها برای کشت آبی و دیم در جدول(۲) نشان داده شده است که شامل انرژی سوخت نیروی انسانی و الکتریسته مصرف شده در هر عملیات می باشد. در کشت آبی عملیات آبیاری با ۳۹۰۲/۰۱ مگاژول در هکتار بیشترین سهم مصرف انرژی(۳۷/۴۸٪) در بین عملیات ها را به خود اختصاص داد. در کشت دیم عملیات برداشت و جمع‌آوری کاه و عملیات خاکورزی به ترتیب با ۱۸۷۸/۵۸ و ۱۷۸۶/۴۶ مگاژول در هکتار بشترین مصرف انرژی را دارا بودند. همانطور که در جدول نشان داده شده است کل انرژی عملیات ها در کشت آبی بیش از دو برابر کشت دیم است که بیانگر مصرف انرژی بالا در کشت دیم است.

جدل ۲: انرژی مصرفی عملیات‌ها در تولید گندم آبی و دیم

	خاکورزی	کاشت	سمپاشی	کودپاشی	آبیاری	برداشت و جمع آوری کاه	کل
کشت آبی	۱۳۰۳/۵۸ (٪۱۲/۵۲)	۸۲۰/۷ (٪۷/۸۸)	۱۰۱۳/۴۶ (٪۹/۷۳)	۵۳۰/۵۸ (٪۵/۱)	۳۹۰۲/۰۱ (٪۳۷/۴۸)	۲۸۳۷/۹ (٪۲۷/۲۶)	۱۰۴۰۸ (٪۱۰۰)
کشت دیم	۱۷۸۶/۴۶ (٪۴۱/۱۳)	۲۴۲/۴۲ (٪۵/۵۸)	۲۹۰/۱۲ (٪۶/۶۸)	۱۴۵/۰۶ (٪۳/۳۴)	۰ ۰	۱۸۷۸/۵۸ (٪۴۳/۲۵)	۴۳۴۲/۶۴ (٪۱۰۰)

منابع انرژی

انرژی مسقیم و غیر مستقیم تولید گندم کشت آبی و دیم در جدول (۳) آورده شده است. کود مصرفی در بین تمام منابع مصرف انرژی در تولید گندم در کشت آبی با ۱۴۱۴۰ مگاژول در هکتار و در کشت دیم با ۸۶۸۰ مگاژول در

هکتار بیشترین سهم مصرف انرژی را داشت که حدود ۴۴/۸۸٪ و ۴۴/۹۶٪ از کل انرژی مصرفی را به ترتیب در تولید گندم آبی و دیم به خود اختصاص داد. سوخت دومین منبع پر مصرف انرژی در هر دو نوع کشت و الکتریسیته در کشت آبی و بذر در کشت دیم سومین منبع پر مصرف انرژی بودند. قربانی و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه انرژی سوخت مصرفی در تولید گندم آبی و دیم در شمال خراسان به ترتیب ۱۶۸۴۳/۱۵ و ۱۸۸۶/۵ مگاژول در هکتار و صفا و همکاران انرژی سوخت مصرفی در تولید گندم آبی را در منطقه کانتربوری نیوزلند به ترتیب ۱۰۱۹۳ و ۱۱۴۳۰ مگاژول در هکتار بدست آوردند.

جدول ۳ : انرژی مستقیم و غیر مستقیم تولید گندم کشت آبی و دیم بر اساس منابع انرژی

	انرژی مستقیم			انرژی غیر مستقیم					کل
	نیروی انسانی	سوخت	الکتریسیته	بذر	کود	سم	آبیاری	ماشین	
کشت آبی	۱۸۸/۶۵ (٪۰/۵۹)	۶۴۳۹.5 (٪۲۰/۴۴)	۳۷۸۰ (٪۱۲)	**۳۶۵۲** (٪۱۱/۶)	۱۴۱۴۰ (٪۴۴/۸۸)	**۶۷۹/۱۸** (٪۲/۱۵)	۷۵۶ (٪۲/۴)	۱۸۶۱/۱ (٪۵/۹)	۳۱۴۹۶/۴۳ (٪۱۰۰)
کشت دیم	۱۴۵/۰۴ (٪۰/۸۴)	4197.6 (٪۲۴/۱۷)	۰ ۰	**۲۴۹۰** (٪۱۴/۳۳)	۸۶۸۰ (٪۴۴/۹۶)	**۵۵۱/۸۲** (٪۳/۱۸)	۰ ۰	۱۱۷۷/۴۵ (٪۶/۸)	۱۷۳۶۹/۲۸ (٪۱۰۰)

در جدول ۴ و ۵ انرژی ورودی و خروجی را به تفکیک منبع انرژی و مقدار مصرف آن در هکتار نشان داده شده است. همان طور که در جداول نشان داده شده است کود ازته دارای بیشترین سهم مصرف انرژی در هر دو نوع کشت است.سم توفوردی و با ۰/۴٪ در کشت آبی و نیروی انسانی با ۰/۸۴٪ در کشت دیم و کمترین منبع مصرف انرژی را به خود اختصاص دادند.کل انرژی ورودی برای تولید گندم آبی و دیم برای منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۳۱۴۹۶/۴۳ و۱۷۲۴۱/۹۱ برآورد گردید که نشان دهنده مصرف انرژی زیادتر کشت آبی گندم در مقابل کشت دیم است.

جدول ۴– انرژی های ورودی و خروجی برای تولید گندم آبی

انرژی		واحد	مقدار در هکتار	انرژی (MJ/ha)	درصد
انرژی مستقیم	کارگر	H	۹۶/۲۵	۱۸۸/۶۵	۰/۵۹
	سوخت دیزل	L	۱۳۵	۶۴۳۹/۵	۲۰/۴۴
	الکتریسیته	kWh	۱۰۵۰	۳۸۷۰	۱۲
انرژی غیرمستقیم	ماشین	H	۱۶	۱۸۶۱/۱	۵/۹
کود	ازته	Kg	۱۵۰	۱۱۷۱۵	۳۷/۱۹
	فسفره	Kg	۱۰۰	۱۷۴۰	۵/۵۲
	پتاس	Kg	۵۰	۶۸۵	۲/۱۷
سم	تاپیک	Kg	۱	۲۷۱/۳۸	۰/۸۶
	توفوردی	Kg	۱/۵	۱۲۷/۳۶	۰/۴
	فنی تروتیون	Kg	۱	۲۸۰/۴۴	۰/۸۹
آبیاری		۲۰ درصد انرژی مستقیم آبیاری(الکتریسیته)		۷۵۶	۲/۴
بذر		Kg	۲۲۰	۳۶۵۲	۱۱/۶
جمع				۳۱۴۹۶/۴۳	۱۰۰

انرژی خروجی	دانه گندم	Kg	۳۸۶۰	۵۶۶۶۴/۸	۶۳/۵۷
	کاه گندم	Kg	۳۵۱۰	۳۲۴۶۷/۵	۳۶/۴۲
	جمع کل			۸۹۱۳۲/۳	۱۰۰

جدول ۵- انرژی های ورودی و خروجی برای تولید گندم دیم

انرژی		واحد	مقدار در هکتار	انرژی (MJ/ha)	درصد
انرژی مستقیم	کارگر	H	۷۴	۱۴۵/۰۴	۰/۸۴
	سوخت دیزل	L	۸۷	4197.6	۲۴/۱۷
	الکتریسیته	kWh	–	–	۰
انرژی غیرمستقیم	ماشین	H	۱۷	۱۱۷۷/۴۵	۶/۸
	کود ازته	Kg	۱۰۰	۷۸۱۰	۴۴/۹۶
	فسفره	Kg	۵۰	۸۷۰	۵
	پتاس	Kg	–	–	۰
	سم تاپیک	Kg	۱	۲۷۱/۳۸	۱/۵۶
	توفوردی	Kg	–	–	
	فنی تروتیون	Kg	۱	۲۸۰/۴۴	۱/۶۱
	آبیاری	۲۰ درصد انرژی مستقیم آبیاری(الکتریسیته)		–	۰
	بذر	Kg	۱۵۰	۲۴۹۰	۱۴/۳۳
	جمع			۱۷۲۴۱/۹۱	۱۰۰
انرژی خروجی	دانه گندم	Kg	۲۲۴۰	۳۲۴۳۵/۲	۵۶/۶۷
	کاه گندم	Kg	۲۶۸۰	۲۴۷۹۰	۴۳/۳۲
	جمع کل			۵۷۲۲۵/۲	۱۰۰

شاخص های انرژی

شاخص نسبت انرژی، انرژی خالص و بهروری انرژی در جدول (۶) نشان داده شده است. شاخص نسبت انرژی برای گندم آبی و دیم به ترتیب ۲/۸۲ و ۳/۲۹ بدست آمد. این شاخص در تحیقی مشابه در شمال خراسان توسط قربانی و همکاران (۲۰۱۱) به ترتیب ۳/۳۸ و ۱/۴۴ گزارش شد که نشان می‌دهد کشت گندم دیم در شهرستان لردگان نسبت به شمال خراسان از لحاظ نسبت انرژی وضعیت بهتری دارد و این به دلیل عملکرد بیشتر گندم دیم در این منطقه می باشد. در تحیقی دیگر در منطقه کانتربوری اسکاتلند توسط صفا و همکاران(۲۰۱۱) شاخص نسبت انرژی برای تولید گندم در دو کشت آبی و دیم به ترتیب۱۱/۵ و۱۵/۱ بدست آمد که بسیار بالاتر از مقادیر بدست آمده در این تحقیق بود و این علت عملکرد بسیار یالا گندم (میانگین ۹/۹ تن در هکتار)و مصرف انرژی پایین در این منطقه از اسکاتلند است. شاخص بهره‌وری انرژی نیز در کشت دیم بهتر از کشت آبی بود در حالی که انرژی خالص گندم آبی به طور قابل محسوسی بالاتر از گندم آبی برآورد گردید.

جدول۶: شاخص های انرژی گندم دیم و آبی

	نسبت انرژی	بهره‌وری انرژی(کیلوگرم بر مگاژول)	انرژی خالص(مگاژول در هکتار)
گندم آبی	۲/۸۲	۰/۱۲	۵۷۶۳۵/۸۷
گندم دیم	۳/۲۹	۰/۱۳	۳۹۸۵۵/۹۳

کل انرژی ورودی مصرفی برای گندم آبی و دیم در منطقه مورد مطالعه ۳۱۴۹۶/۴۳ و ۱۷۲۴۱/۹۱ مگاژول در هکتار این مقادیر در تحیقی که توسط صفا و همکاران(۲۰۱۱) در اسکاتلند انجام شد ۲۵۶۰۰ و ۱۷۴۵۸ مگاژول در هکتار بدست آمد که تقریبا مقادیر نزدیک است حال باید علت را جویا شد که چرا با اینکه انرژی بالای در مزارع گندم منطقه مورد مطالعه و اکثر نقاط کشور شاخص های انرژی در مقایسه با کشورهای مانند اسکاتلند این قدر پایین است. علت عملکرد پایین گندم است که دلایل بسیاری دارد از جمله از بین رفتن ساختمان خاک به خاطر شیوه های نادرست خاکورزی طی سالیان گذشته است. همچنین می توان به استفاده بی رویه کودهای شیمایی و ضعیف بودن حاصلخیزی خاک ها اشاره کرد که با مطالعات کارشناسی برای هر منطقه به طور جداگانه و یک رویکرد ملی در کشاورزی کشور می توان عملکرد در واحد سطح را افزایش داد.

منابع

۱. رحیمی، ر.، مقدسی، ر.، عساکره، ع. و س، ساداتی. ۱۳۸۸. عملکرد و کارایی انرژی تولید جو دیم در سطوح مختلف کشت. اولین همایش کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامهرمز.

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

۳. کوچکی، ع. و م. حسینی، ۱۳۷۳. کارائی انرژی در اکوسیستم های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

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

5. Fluck RC, Baird CD. 1980. Agricultural energetics. Westport, Conn.: AVI Pub. Co.

6. Ghorbani, R. Mondani, F. Amirmoradi, S. Feizi, H. Khorramdel, S. Teimouri, M. Sanjani, S. Anvarkhah, S. Aghel H. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland. Applied Energy 88, 283–288.

7. Kitani O. CIGR handbook of agricultural engineering. 1999. St. Joseph (MI): American Society of Agricultural Engineers;

8. Kuesters J, Lammel J. 1999. Investigations of the energy efficiency of the production of winter wheat and sugar beet in Europe. Eur J Agron;11:35–43.

9. Nguyen ML, Haynes RJ, Goh KM. 1995. Nutrient budgets and status in three pairs of conventional and alternative mixed cropping farms in Canterbury, New Zealand. Agric, Ecosyst Environ;52(2–3):149–62.

10. Ozkan, B., Akcaoz, H. and F. Karadcniz. 2003. Energy requiremcnt and economic analysis of citrus production in Turkey, Energy Conversion and Management, 44, 46-56.

11. Safa, M. Samarasinghe, S. mohssen, M. 2011. A field study of energy consumption in wheat production in Canterbury, New Zealand. Energy Conversion and Management 52, 2526–2532.

12. Saunders C, Barber A, Taylor G. 2006. Food miles: comparative energy/emissions performance of New Zealand's agriculture industry. [Lincoln] N.Z.: Agribusiness & Economics Research Unit, Lincoln University;

13. Singh S, Mittal J. 1992. Energy in production agriculture. New Delhi: Mittal Publication;

14. Singh, S., Singh, S., Mittal, J.P. and C.J, Pannu. 1996. Frontier energy use and crop yield relationships for wheat in the Punjab ecosystem. Energy Conversion and Management, 36, 89-110.

15. Stout BA. 1990. Handbook of energy for world agriculture. London, New York: Elsevier Applied Science, Sole distributor in the USA and Canada, ElsevierScience Pub. Co.;

16. Wells C. 2001. Total energy indicators of agricultural sustainability: dairy farming case study. Wellington [N.Z.]: Ministry of Agriculture and Forestry; p. vii, 81 p.

نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ – کرج

Analysis Energy input and output in irrigated and dry farming wheat production (case study Lordegan city)

Abstract

One of very useful methods in the analysis of agricultural sustainability, Energy flow estimates is as an important indicator. The aim of this study was to estimate energy consumption and energy indicators of irrigated and dry farming wheat production in Lordegan city of Chaharmahal and Bakhtiari Province. For this purpose, Necessary information was obtained by interviews and questionnaires. Results showed that the total input energy consumption in irrigated and dry farming wheat was 31496.43 and 17241.91 MJ ha Respectively. Fertilizer consumption in irrigated wheat with 14140 and dry farming wheat with 8680 MJ ha in At first position and As well Fuel Consumption with 6439.5 and 4197.6 MJ ha in of irrigated and dry farming At second place Were placed respectively. For irrigated and dry farming wheat t Energy ratio 2.83 and 3.29, Energy productivity 0.12 , 0.13 kg Mj and net energy 57635.87, 39855.93 MJ ha was obtained respectively which Indicates Energy ratio 2.83 and 3.29, Energy productivity The higher dry farming wheat Than irrigated. Energy required Irrigation Operations in irrigated wheat with 3902.01 and dry farming wheat Tillage Operations with 1786.46 MJ ha were largest share of energy in Operations.

Keywords: wheat, Energy ratio, Energy productivity