تعیین شاخص‌های انرژی در تولید محصولات عمده زراعی شهرستان بردسیر

فرزاد آزادشهرکی[۱]، کیهان شرافتی[۲] و محمود قاسمی‌نژاد[۳]

۱- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، ۲- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و ۳- عضو هیئت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
farzad_shahrekian@yahoo.com

چکیده

بخش کشاورزی سهم قابل توجهی در مصرف انرژی دارد. عوامل اصلی افزایش مصرف انرژی در بخش کشاورزی افزایش جمعیت، افزایش سطح زندگی مردم، محدودیت زمین های قابل کشت و ارزانی سوخت و سایر نهاده های کشاورزی است. این مطلب بیانگر اهمیت تجزیه و تحلیل انرژی و منابع آن در این بخش است. در این تحقیق انرژی مصرفی و انرژی تولیدی محصولات عمده زراعی شهرستان بردسیر (گندم و سیب‌زمینی) به وسیله نمونه‌گیری کاملاً تصادفی و مصاحبه با کشاورزان محاسبه و به وسیله آن شاخص‌های افزوده خالص انرژی، کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی تعیین گردیدند. نتایج بررسی‌ها نشان داد کل انرژی مورد نیاز برای تولید هر هکتار گندم و سیب‌زمینی در مناطق مذکور به‌ترتیب معادل ٦٣٣٠٥/٤ و ٣٩٥٤٥/٠٩ مگا ژول و شاخص کارایی انرژی برای این دو محصول به ترتیب معادل ۰/۸۲و ۲/۲۸ برآورد شد. افزوده خالص انرژی در محصول گندم منفی (١١٣٠٥/٤- مگا ژول در هکتار) به‌دست آمد. بررسی سهم نهاده‌ها از کل انرژی ورودی مشخص نمود که در هر دو محصول کود شیمیایی بیشترین سهم انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است. در محصول گندم بیشترین میزان انرژی مصرفی پس از کود شیمیایی مربوط به آبیاری و در سیب‌زمینی مربوط به غده در کاشت بود. مصرف بهینه کودهای شیمیایی، اصلاح روش‌های آبیاری و استفاده از غده‌های مناسب در کاشت سیب‌زمینی می‌تواند نسبت به بهبود کارایی انرژی در منطقه بردسیر موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: انرژی، گندم، سیب‌زمینی و شهرستان بردسیر

مقدمه

به منظور تولید محصولات مورد نیاز انسان مقادیر قابل توجه انرژی اعم از شیمیایی و فسیلی، نیروی کار انسانی و حیوانی مصرف می‌شود. امروزه قسمت قابل توجهی از انرژی مصرفی در بخش کشاورزی، از مواد حاصل از نفت خام تامین می‌شود که انرژی لازم برای به کار انداختن ماشین‌آلات را نیز فراهم می‌کند (پیمان و همکاران، ۱۳۸٤). بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از قدرت موتور در کشاورزی علاوه بر افزایش کیفیت و کمیت محصول باعث صرفه‌جویی زیادی در زمان انجام عملیات مختلف کشاورزی می‌گردد و نیاز به قدرت بدنی کارگر برای انجام عملیات کشاورزی را کاهش می‌دهد. به عنوان مثال یک انسان بزرگسال زمانی که به طور دائم کار کند می‌تواند به ازای هر ساعت تقریبا ۱۵۰ وات توان یا ۰/۱۵ کیلو وات –ساعت انرژی تولید نماید در صورتیکه یک تراکتور دیزل خوب می‌تواند به ازای هر لیتر سوخت سه کیلو وات– ساعت انرژی تولید کند پس انسانی که به عنوان یک منبع قدرت کار می‌کند تنها با ۰/۰۵ لیتر سوخت دیزل به ازای هر ساعت برابری می‌کند (رنجبر و همکاران، ۱۳۷٦). آمار بیانگر این واقعیت است که مصرف سوخت‌های فسیلی و کودهای شیمیایی افزایش یافته و انرژی وارد شده در سطح برای تولید محصول بیشتر گردیده همچنین از عوامل اصلی افزایش مصرف انرژی در بخش کشاوززی افزایش جمعیت، محدودیت زمین‌های قابل کشت، ارزان بودن سوخت، کودهای شیمیای و افزایش سطح زندگی مردم است(کوچکی، ۱۳۷۳). با رشد مکانیزاسیون و استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی کارایی انرژی به تدریج کاهش یافته و کشاورزی اولیه ضمن داشتن پایداری بیشتر نسبت به کشاورزی فشرده و مدرن امروزی کارایی به مراتب بهتری داشته است این در حالی است که با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و محدودیت در منابع آب و خاک، مکانیزاسیون به معنای خاص و عام آن و با هدف افزایش تولید در واحد سطح یک ضرورت به شمارمی‌رود و برای انجام عملیات کشاورزی به صورت مکانیزه مقادیر زیادی انرژی مصرف گردیده و هزینه های قابل توجهی برای تامین قدرت مورد نیاز در مکانیزاسیون پرداخته می‌شود. برای هر سیستم کشاورزی نسبت انرژی خروجی به انرژی ورودی متناسب با کارایی سیستم می باشد. لزوما سیستمی که کارایی انرژی بالاتری دارد عملکرد بیشتری ندارد. (قهدریجانی، ۱۳۸۷).

کوچکی و همکاران (۱۳۷۳) کارایی انرژی برای تولید محصول گندم وسیب‌زمینی در مشهد را به ترتیب برابر ۲/۳ و۰/۷۵ محاسبه نمودند. مشهوری آذر و همکاران (۱۳۸۷) با آنالیز انرژی و هزینه‌های تولید محصولات عمده زراعی شهرستان مراغه گزارش نمودند که بیشترین سهم انرژی در تولید گندم آبی مربوط به سوخت‌های فسیلی است. بررسی تاثیر عوامل مختلف زراعی و ساختاری بر میزان کارایی انرژی سیب‌زمینی در غرب اصفهان نشان داد که بیشترین انرژی مصرفی در تولید این محصول مربوط به کود به ویژه ازت وکمترین انرژی مربوط به کارگر است. همچنین در این تحقیق مشخص گردید که با افزایش اندازه زمین از یک هکتار به پنج هکتار کارایی انرژی از ۱/۳ به ۵/۰۸ افزایش می‌یابد (قهدریجانی و همکاران،۱۳۸۷). بهشتی تبار و کیهانی (۱۳۸٦) با آنالیز انرژی نهاده و ستاده یک مزرعه نمونه گندم در یزد، کل انرژی مصرفی در تولید این محصول را ۸۳ و انرژی ستاده از تولید کاه ودانه را ۱۱۱ گیگا ژول بر هکتار برآورد کردند. این محققین کود ازته و الکتریسته را بیشترین نهاده های انرژی معرفی کرده و تغییر در سیستم فعلی آبیاری را برای افزایش بازده انرژی پیشنهاد دادند.

صفا و همکاران (۱۳۸۱) با محاسبه انرژی مصرفی در تولید گندم آبی و دیم در شهرستان ساوه انرژی لازم برای تولید یک کیلوگرم گندم آبی و دیم را به ترتیب ۱۱ و ١٤ مگا ژول محاسبه کرده و بیشترین منبع مصرف انرژی در هر دو روش تولید را سوخت گزارش کردند. میزان انرژی مصرفی در این پژوهش برای گندم آبی و دیم به ترتیب برابر ٤٥٩٧٠ و ١٧١٠٦ مگا ژول بر هکتار به دست آمد.

بررسی سینگ و همکاران (٢٠٠٤) نشان داد که استفاده از ارقام پر محصول، افزایش مصرف کود ها و سموم شیمیایی و سطح بالای مکانیزاسیون کشاورزی منجر به افزایش مصرف انرژی در کشاورزی مدرن گردیده است. ازکان و همکاران (٢٠٠٤) نیز گزارش کردند که طی ۲۵ سال، کارایی انرژی در ترکیه از ۲/۲۳ به ۱/۱۸ کاهش یافته است. رائو (۲۰۰۳) انرژی مصرفی آبیاری در تولیبد گندم در کشور هندوستان را ۹/٤ گیگا ژول بر هکتار و حداقل انرژی ورودی توسط ادوات هنگام استفاده از تراکتور و دام را به ترتیب برابر۹/۲ و ۵/۹ گیگا ژول برهکتار گزارش نمود. در تحقیقی که توسط سینگ وهمکاران (۲۰۰۷) در پنج ایالت هندوستان انجام گردید مشخص شد که بافت‌های سبک خاک نسبت به بافت‌های سنگین به علت مصرف آب بیشتر انرژی بیشتری مصرف می‌کنند. مانی و همکاران (۲۰۰۷) نبود تکنولوژی مناسب و محدودیت‌های مربوط به عوارض زمین را از دلایل اصلی استفاده نامناسب از انرژی در هیماچال پرادش هندوستان در تولید گندم و ذرت دانه‌ای دانستند. این محققین استفاده از تراکتورهای با توان کمتر، مدیریت بهتر آبیاری و بذر مصرفی را منجر به استفاده موثر تر از انرژی دانستند.

از دیدگاه کشاورزی، اولین گام شناخت شاخص های انرژی در تولید محصولات کشاورزی مناطق مختلف کشور، به منظور تعیین مزیت نسبی مناطق مختلف کشور با توجه به پارامترهای فنی- عملکردی، اقتصادی و انرژی می باشد به همین منظور این پژوهش با هدف تعیین انرژی مصرفی و شاخص‌های انرژی در تولید محصولات عمده زراعی شهرستان بردسیر (گندم و سیب‌زمینی) واقع در استان کرمان شامل گندم با مجموع سطح زیرکشت ۱۱۸۰۰هکتار و میزان تولید کل ٤١٩٧٥ تن و سیب زمینی با مجموع سطح زیرکشت ٤٦٨٣ هکتار و تولید کل ۱۱۲۳۳۱/۵ تن در سال ۱۳۸۸ انجام گردید.

مواد و روش‌ها

شهرستان بردسیر در فاصلهٔ ۵۵ کیلومتری جنوب غرب کرمان قرارگرفته‌است. وسعت این شهرستان ۳۰۰۰۰ هکتار و درمحدوده طول جغرافیایی '٤٦ و°٥٦ تا '٥٢ و°٥٦ شرقی و عرض جغرافیایی '٤٨ و°٢٢ تا '٥٦ و°٢٢ شمالی واقع گردیده است.

قبل از ارائه چگونگی محاسبات مورد نظر ضروری است برخی از عبارات و اصطلاحات به کار برده شده در پژوهش تعریف شوند.

انرژی مصرفی (انرژی ورودی)[1]: مقدار انرژی مورد نیاز برای تولید محصول کشاورزی در واحد سطح است و معمولا برحسب کیلوکالری بر هکتار یا مگا ژول برهکتار بیان می شود. این انرژی شامل انرژی نیروی کار، کاربرد

1- Input Energy

ماشین‌ها و ادوات، سوخت مصرفی، سموم، بذرکاشته و انرژی آب (که می تواندبه صورت انرژی لازم جهت پمپاژآب بیان شود.) می‌باشد.

انرژی خروجی: (انرژی تولیدی)[1]: مقدار انرژی محصول که شامل انرژی متابولیکی موجود در دانه (برای گندم) و غده (برای سیب زمینی) بوده و بر حسب کیلوکالری بر هکتار یا مگا ژول بر هکتار بیان می شود.

کارایی (بازده انرژی)[2]: نسبت کل انرژی خروجی از سیستم به کل انرژی ورودی به سیستم است.

افزوده خالص انرژی[3]: مقدار خالص انرژی به دست آمده در تولید محصول است که با کسر کل انرژی ورودی از کل انرژی خروجی حاصل می‌شود.

بهره‌وری انرژی[4]: نسبت عملکرد محصول به کل انرژی ورودی است.

به منظور اجرای این تحقیق و تعیین حجم نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی دو مرحله‌ای استفاده شد. بدین ترتیب که از بین دهستان‌های شهرستان های بردسیر چهار دهستان انتخاب سپس روستاهای منتخب تعیین‌گردیدند. حجم نمونه با استفاده از رابطه ۱ (رابطه کوکران) محاسبه شد.

$$n = N\sigma^2/ ((N-1)\ D+ \sigma^2)) \qquad (۱)$$

در این رابطه:

n= حجم نمونه

N= حجم جامعه آماری (تعداد کشاورزان هر محصول)

$D=B^2/4$

B : میزان خطای مجاز نمونه‌گیری

σ^2= واریانس نمونه که از طریق تفاوت حداکثر و حداقل عملکرد هر محصول قابل محاسبه است.

پس از تعیین حجم نمونه پرسشنامه‌ها تهیه شده و نسبت به پر کردن پرسشنامه‌ها ومصاحبه با کشاورزان برای محصولات گندم و سیب‌زمینی در زمان مناسب اقدام شد. سپس با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از پرسشنامه‌ها کل انرژی مصرفی در تولید هر یک از محصولات و کل انرژی تولیدی هر یک از محصولات به وسیله ضرایب موجود در جداول ۱ و ۲ و ۳ محاسبه و شاخص‌های کارایی انرژی، افزوده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی محاسبه گردید. روش نمونه برداری، روش کاملا تصادفی بود.

روش های محاسبه انرژی مصرفی هر کدام از عوامل تولید به صورت زیر بود:

کارگر:

برای تعیین انرژی کارگری مورد نیاز در هر مرحله از تولید با توجه به تعداد ساعت لازم برای انجام هر کدام از این مراحل و انرژی مصرفی به وسیله یک کارگر ماهر در یک ساعت، کل انرژی مصرفی به وسیله کارگر در یک هکتار با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

1- Output Energy
2- Energy Efficiency
3- Net Energy Gain
4 - Energy Productivity

(۲) انرژی کارگری در یک ساعت (مگا ژول) × تعداد ساعت کارگر مورد نیاز در یک هکتار = انرژی کارگری مصرف شده در هریک از مراحل تولید(مگا ژول بر هکتار)

کاربرد ماشین و سوخت مصرفی:

انرژی مصرفی ناشی از کاربرد ماشین شامل انرژی کارگری، انرژی سوخت مصرفی و انرژی تجهیزات مصرف شده در ساخت ماشین است.

انرژی ساخت ماشین برای تراکتور و سایر ادوات از رابطه ۳ محاسبه گردید (کوچکی، ۱۳۷۳).

$$Em = (E \times m)/(Ca \times t) \quad (۳)$$

که درآن:

Em = انرژی مصرفی ناشی از کاربرد تراکتور و ادوات کشاورزی (مگا ژول بر هکتار)

E = انرژی مصرفی برای تولید واحد وزن ماشین(مگا ژول بر کیلوگرم) (جدول ۳)

m = جرم ماشین (کیلوگرم)

t = عمر مفید ماشین (ساعت)

Ca = ظرفیت مزرعه‌ای موثر ماشین (هکتار بر ساعت)

برای محاسبه انرژی سوخت مصرفی ابتدا میزان سوخت مصرف شده در واحد سطح را از رابطه ٤ به‌دست آورده:

$$Fh = Ft/Ca \quad (٤)$$

که در آن

Fh = سوخت مصرفی در واحد سطح برای انجام هر یک از عملیات (لیتر بر هکتار)

Ft = سوخت مصرفی در واحد ساعت برای انجام هر یک از عملیات (لیتر بر ساعت)

سپس با توجه به میزان انرژی موجود در هر لیتر گازوئیل، انرژی سوخت مصرفی در واحد هکتار بدست آمد(جدول ۱).

آب:

جهت تعیین انرژی لازم برای آبیاری مزارع تحت کشت محصولات مورد نظر، انرژی الکتریسته مصرف شده برای تامین آب در نظر گرفته شد. به منظور در نظر گرفتن انرژی لازم برای ساخت و انتقال تاسیسات آبیاری ۲۰٪ به انرژی الکتریسته اضافه گردید (الماسی و همکاران، ۱۳۸۷).

حمل ونقل: باتعیین مسافت لازم برای انتقال محصول از مزرعه و انتقال نهاده‌ها به مزرعه انرژی لازم برای حمل ونقل محاسبه شد.

سایر نهاده ها:

با تعیین میزان هر کدام از نهاده های مصرف شده (بذر گندم، غده سیب‌زمینی، کود و سموم) در تولید یک هکتار از محصولات نامبرده شده و انرژی موجود در واحد وزن هر کدام از نهاده ها (جدول۱)، انرژی مصرف شده به وسیله هر یک از نهاده ها در تولید یک هکتار از این محصولات محاسبه شد.

جدول ۱- ضرایب ویژه انرژی نهاده‌های کشاورزی در تولید محصولات عمده زراعی شهرستان بردسیر

منبع انرژی	واحد	انرژی واحد (مگا ژول)	منبع مورد استفاده
کارگر	روز	۱/۹٦	(آلام و همکاران، ۲۰۰۵ و ازکان و همکاران، ۲۰۰٤)
گازوئیل	لیتر	٤۷/۸	(کیتانی، ۱۹۹۹)
کود شیمیایی			(کیتانی، ۱۹۹۹)
N	کیلو گرم	۷۸/۱	(کیتانی، ۱۹۹۹)
P_2O_5	کیلو گرم	۱۷/٤	(کیتانی، ۱۹۹۹)
K_2o	کیلو گرم	۱۳/۷	(کیتانی، ۱۹۹۹)
سموم			
حشره‌کش	کیلو گرم	۱۹۹	(پیمنتل و همکاران، ۱۹۹۹ و ازکان و همکاران، ۲۰۰٤)
قارچ‌کش	کیلو گرم	۹۲	(ازکان و همکاران، ۲۰۰٤)
علف‌کش	کیلو گرم	۲۳۸	(ازکان و همکاران، ۲۰۰٤)
کود دامی	کیلو گرم	۰/۳	(آلام و همکاران، ۲۰۰۵
حمل و نقل با کامیون	تن در کیلومتر	٤/۵	(کیتانی، ۱۹۹۹)
بذر گندم	کیلوگرم	۱۵/۷	(کیتانی، ۱۹۹۹)
غده سیب‌زمینی	کیلو گرم	۳	(کوچکی، ۱۳۷۳)

جدول۲- انرژی موجود در واحد هرکدام از محصولات عمده زراعی شهرستان بردسیر

محصول	واحد	انرژی واحد (مگا ژول)	منبع مورد استفاده
دانه گندم	کیلوگرم	۱۳	(کیتانی، ۱۹۹۹)
سیب‌زمینی	کیلو گرم	۳	(کیتانی، ۱۹۹۹)

جدول۳- انرژی ساخت هر کدام از ماشین ها و ادوات کشاورزی مورد استفاده در تولید محصولات عمده زراعی شهرستان بردسیر.

ماشین/ادوات	واحد	انرژی واحد (مگا ژول)	منبع مورد استفاده
تراکتور	کیلوگرم	۱۳۸	(کیتانی، ۱۹۹۹)
گاوآهن برگردان	کیلو گرم	۱۸۰	(کیتانی، ۱۹۹۹)
دیسک	کیلو گرم	۱٤۹	(کیتانی، ۱۹۹۹)

کارنده	کیلوگرم	۱۳۳	(کیتانی، ۱۹۹۹)
کودپاش	کیلو گرم	۱۲۹	(کیتانی، ۱۹۹۹)
کمباین	کیلو گرم	۱۱٦	(کیتانی، ۱۹۹۹)
سایر ماشین‌های کشاورزی	کیلوگرم	٦۲/۷	(آلام و همکاران، ۲۰۰۵ و ازکان و همکاران، ۲۰۰٤)

نتایج و بحث

جمع انرژی ورودی و خروجی برای دو محصول گندم و سیب‌زمینی بر اساس روش های اشاره شده در منطقه محاسبه شد.

انرژی ساخت و تعمیر ماشین ها برای هر ساعت استفاده از آن‌ها، عمر مفید و وزن ماشین محاسبه‌گردید (جدول٤). برای حمل و نقل فاصله مزرعه تا سیلو، بازار یا سردخانه در نظر گرفته شد. برای محاسبه سایر انرژی های ورودی مثل انرژی مربوط به کود، بذر، نیروی انسانی، سوخت و غده سیب‌زمینی از ضرایب مربوط در جدول ۱ بطور مستقیم استفاده شد.

جدول ٤- انرژی ساخت ماشین های مورد استفاده در عملیات مختلف کشاورزی

ماشین	وزن تقریبی	ضریب انرژی	میزان انرژی
تراکتور	۳۰۰۰	۱۳۸	٤۱/٤
کمباین	٦۰۰۰	۱۱٦	۳٤۸
دیسک	٥۷٥	۱٤۹	٤۷/٦۸
گاوآهن	٤۰۰	۱۸۰	۲۸/۸
سمپاش	۱٥۰	٦۲/۷	۷/۸۳
ماله	٤۰۰	٦۲/۷	۱٦/۷۲
مرزبند	۲٥۰	٦۲/۷	۱۰/٤٥
فاروئر	۱٥۰	٦۲/۷	٦/۲۷
سیب‌زمینی کن	۷۰۰	٦۲/۷	۲۱/۹٥
غده کار سیب‌زمینی	۸۰۰	٦۲/۷	۳۳/٤٤
کود پاش	۱۲۰	۱۲۹	۷/۷٤

میانگین مصرف نهاده های مختلف در کشت دو محصول و مقادیر انرژی مربوط به آنها و همچنین مقادیر انرژی خروجی از مزرعه در جدول ٥ جمع بندی شده که بر اساس آن شاخص های متداول انرژی بر اساس روابطی که اشاره شد محاسبه و در جدول ٦ آورده شده است.

با توجه به جدول ٦ کارایی انرژی برای گندم ۰/۸۲ برآورد گردید که در مقایسه با عدد ۲/۸ برای کشور ترکیه و ۲/۱ هندوستان پایین است (سایین و همکاران، ۲۰۰٥). در پژوهشی که توسط میثمی و همکاران (۱۳۸٦) در

شهرستان بناب انجام شد شاخص یاد شده برای محصول گندم آبی(برداشت توسط کمباین) ۲/۵ محاسبه گردید. انرژی خالص به‌دست آمده در مورد محصول سیب‌زمینی مثبت ولی برای گندم منفی به‌دست آمد (جدول٦). درمورد محصول سیب‌زمینی کارایی انرژی ۲/۲۸ محاسبه گردید که از میزان محاسبه شده در مناطق فیروزکوه، اردبیل، همدان و خراسان (معادل ۰/۹۸) (ارجمند و حسن زاده، ۲۰۰٤) بیشتر، ولی از میزان محاسبه شده در آذربایجان شرقی (۳/۳) کمتر است (حاج‌سید، ۲۰۰٦).

شاخص بهره‌وری انرژی نشان می‌دهد که به ازای مصرف هر مگا ژول انرژی در هکتار، سیب‌زمینی تولیدی تقریبا ۱۲ برابر گندم تولیدی می‌باشد. میثمی و همکاران (۱۳۸٦) شاخص بهره‌وری انرژی برای گندم را ۰/۱۷ کیلو گرم بر مگا ژول و قهدریجانی و همکاران (۱۳۸۷) شاخص بهره‌وری انرژی برای سیب‌زمینی در غرب اصفهان را ۰/۹۲ کیلوگرم بر مگا ژول برآورد کردند.

مهمترین عامل انرژی بر در تولید گندم، کود شیمیایی(۵۵٪ از کل انرژی ورودی) بود (شکل۱). این نکته بیانگر این واقعیت است که کشاورزان منطقه برای بالا بردن عملکرد خود اقدام به مصرف زیاد کود شیمیایی خصوصا اوره در مقایسه با مناطق مورد مطالعه سایر محققین می‌نمایند (مشهوری آذر و همکاران، ۱۳۸٦ و میثمی و همکاران، ۱۳۸٦). این امر علاوه بر زیان‌های اقتصادی اثرات مخرب زیست‌محیطی را نیز به دنبال دارد. پس از کود شیمیایی آبیاری بیشترین سهم انرژی مصرفی در تولید گندم را به خود اختصاص داد(شکل ۱). با توجه به خشک بودن منطقه و پایین رفتن سفره‌های آب زیرزمینی توصیه می‌گردد تا روش‌های نوین آبیاری جایگزین روش‌های فعلی آبیاری گردد یا از ارقامی که نیاز آبی کمتر دارند استفاده یا از محصولات مناسب دیگر در کشاورزی منطقه استفاده شود.

در مورد سیب‌زمینی نیز کود شیمیایی، خصوصا اوره میزان قابل ملاحظه‌ای از انرژی مصرفی را به خود اختصاص داد. بعد از کود شیمیایی غده سیب زمینی بیشترین انرژی در تولید سیب زمینی را به خود اختصاص داد (شکل۲) (به طور متوسط ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار). دلیل این امر می‌تواند بزرگ بودن غده‌های مورد استفاده در کاشت باشد. نکته قابل توجه در مورد سیب زمینی فاصله نسبتا زیاد مزارع سیب‌زمینی تا سردخانه‌هاست که باعث گردید بیشتر از سه درصد از کل انرژی مصرفی در تولید سیب زمینی صرف حمل و نقل شود (شکل۲).

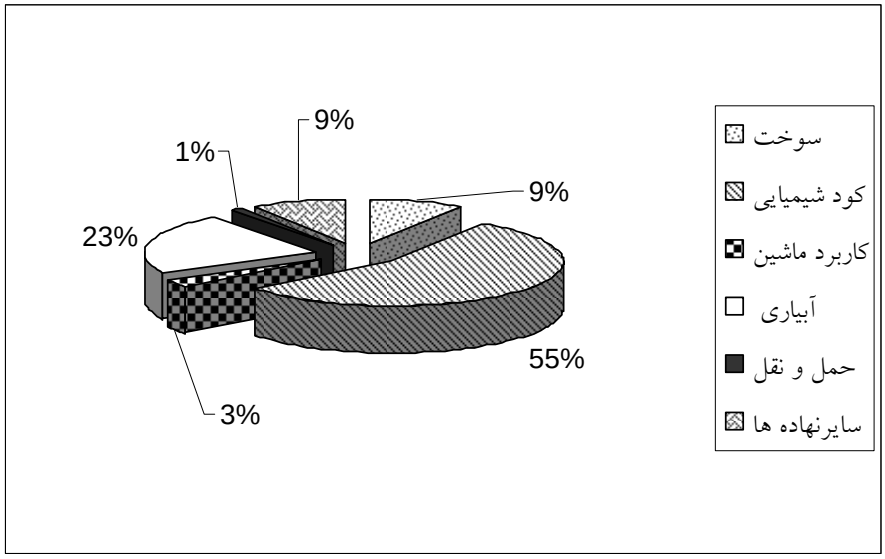
جدول ۵- جریان ورودی و خروجی انرژی برای یک هکتار از محصولات عمده منطقه بر حسب مگا ژول

نوع انرژی	واحد	انرژی واحد	گندم		سیب‌زمینی	
			مقدار	انرژی کل	مقدار	انرژی کل
انسان	h	۱/۹٦	۵۰	۹۸	۹۷/۱٤	۱۹۰/۳۹
سوخت	lit	٤۷/۸	۱۱۸	٥٦٤۰/٤	۸٤/۷	٤۰٤۸/٦٦
کود شیمیایی						
اوره	kg	۷۸/۱	٤۰۰	۳۱۲٤۰	۱۹۹/۷	۱٥٦۰۰
P_2O_5	kg	۱۷/٤	۲۰۰	۳٤۸۰	۱٥۰	۲٦۱۰
K_2o	kg	۱۳/۷	٥۰	٦۸٥	۱٥۰	۲۰٥٥
کود دامی	kg	۰/۳	–	–	۱۰۰۰	۳۰۰

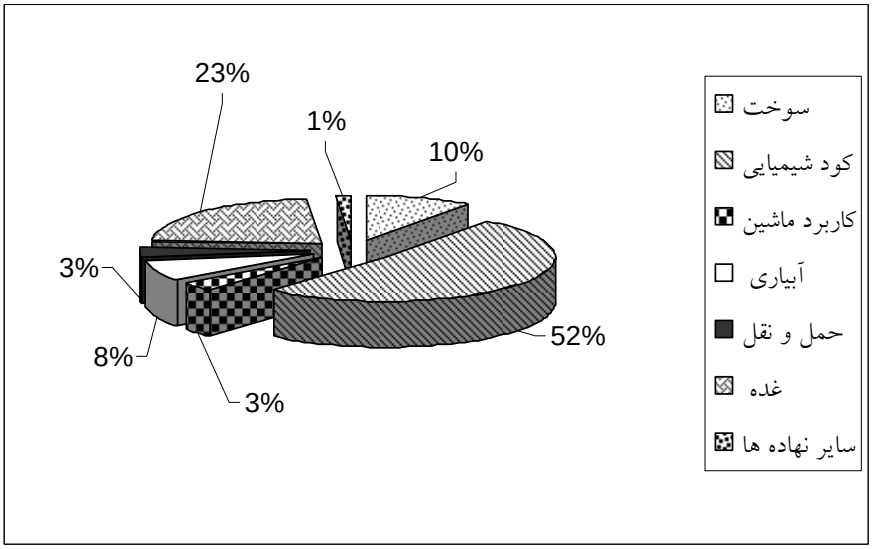
بذر گندم	kg	۱۵/۷	۳۵۰	۵٤۹۵	–	–
غده سیب‌زمینی	kg	۳	–	–	۳۰۰۰	۹۰۰۰
سم						
قارچ‌کش	kg		–	–	۱	۹۲
تراکتور	h	٤۱/٤	۱۳	۵۳۸/۲	۱۹/۳	۷۹۹/۰۲
گاوآهن	h	۲۸/۸	۹	۲۵۹/۲	۸	۲۳۰/٤
دیسک	h	٤۷/٦۸	٤	۱۹۰/۷۲	۱/۵	۷۱/۵۲
ماله	h	۱٦/۷۲	–		۰/۵	۸/۳٦
مرزبند	h	۱۰/٤۵	–		۰/۵	۵/۲۳
فاروئر	h	٦/۷۲	–		۰/۵	۳/۳٦
سیب‌زمینی کن	h	۲۱/۹۵	–		٤	۸۷/۸
غده کار سیب‌زمینی	h	۳۳/٤٤	–		۳	۱۰۰/۲
کود پاش	h	۷/۷٤	–		۰/۳	۲/۳۲
کمباین	h	۳٤۸	۱/۸	٦۲٦/٤	–	–
سمپاش	h	۷/۸۳	–	–	۱	۷/۸۳
حمل ونقل	Ton.km	٤/۵		٦۵۲/۵		۱۳۳۳
آبیاری				۱٤٤۰۰		۳۰۰۰
جمع				٦۳۳۰۵/٤۲		۳۹۵٤۵/۰۹
خروجی						
گندم	kg	۱۳	٤۰۰۰	۵۲۰۰۰	–	–
سیب‌زمینی	kg	۳	–	–	۳۰۰۰۰	۹۰۰۰۰

جدول ٦- شاخص های بدست آمده برای محصولات عمده منطقه

نوع شاخص	واحد	مقدار شاخص	
		گندم	سیب‌زمینی
انرژی ورودی	مگا ژول بر هکتار	٦۳۳۰۵/٤	۳۹۵٤۵/۰۹
انرژی خروجی	مگا ژول بر هکتار	۵۲۰۰۰	۹۰۰۰۰
افزوده خالص انرژی	مگا ژول بر هکتار	-۱۱۳۰۵/٤	۵۰٤۵٤/۹۱
بازده انرژی	–	۰/۸۲	۲/۲۸
بهره‌وری انرژی	کیلوگرم بر مگا ژول	۰/۰٦۳	۰/۷۵۸



شکل ۱- سهم هر یک از عوامل در میزان انرژی مصرف شده در تولید گندم



شکل ۲- سهم هر یک از عوامل در میزان انرژی مصرف شده در تولید سیب‌زمینی

منابع و مآخذ

۱- ارجمند، ا. و ع. حسن‌زاده. ۱۳۸۳. ارزیابی بیلان انرژی زراعت سیب‌زمینی در استان آذربایجان‌شرقی. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص ۳۳۱.

۲- الماسی، ا.، ش. کیانی و ن. لویمی.۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات جنگل. ۲۹۳ صفحه.

۳- بهشتی تبار، ا. و ع. کیهانی. ۱۳۸٦ .آنالیز انرژی نهاده و ستاده یک مزرعه نمونه گندم آبی در شهرستان خاتم استان یزد. جکیده مقالات سومین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. ص ۱۰۲.

٤- پیمان، م.، غ. روحی و م. علیزاده.۱۳۸٤. تعیین انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج(بررسی موردی در استان گیلان). مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی.جلد ٦، شماره ۲۲. صفحات۷۹ – ٦۷.

۵- رنجبر، ا.، ح. قاسم‌زاده و ش. داودی. ۱۳۷٦. توان موتور و تراکتور. انتشارات دانشگاه تبریز. ٦۷۰ صفحه.

٦- صفا، م.، ا. طباطبایی فر، م. الماسی و ع. برقعی. ۱۳۸۱. محاسبه انرژی مصرفی در تولید گندم آبی و دیم در شهرستان ساوه. خلاصه مقالات دومین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. ص. ۹٤.

۷- قهدریجانی، م.، ع.کیهانی،ا. طباطبایی‌فر و م. امید.۱۳۸۷. بررسی تاثیر عوامل مختلف زراعی و ساختاری بر میزان کارایی انرژی برای کشت سیب زمینی در غرب اصفهان. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران. مشهد. ص۱۰۵.

۸- کوچکی،ع،. ۱۳۷۳. کارایی مصرف انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۱۵ صفحه.

۹- مشهوری آذر، م.، و. مهاجردوست و ا. اکرم. ۱۳۸۷. آنالیز انرژی مصرفی و هزینه‌های تولید محصولات زراعی شهرستان مراغه. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران.ص۲۸۷.

۱۰- میسمی، م.، ی. عجب شیرچی و رنجبر،ا.۱۳۸۷. الگوی مصرف انرژی در تولید برخی محصولات کشاورزی و برآورد شاخص‌های انرژی: مطالعه موردی در شهرستان بناب. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران. مشهد. ص۲۹۹.

11- Alam, M. S., M.. R. Alam, and K.K. Islam. 2005. Energy follow in agriculture: Bangeladesh. American Journal of Environmental Science.1(3): 213-220.

12- Haj Seyed Hadi, M.R. 2006. Energy efficiency and ecological sustainability in conventional and integrated potato production.

13- Kitani, O. 1999. Energy and biomass engineering. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. (V) ASAE.

14- Mani, I., K. Pradeep, J.S. Panwara and K. Kant. 2007. Variation in energy consumption in production of wheat–maize with varying altitudes in hilly regions of Himachal Pradesh, India. Energy. 32 (10): 1848-1854.

15- Ozkan, B., H. Akcoaz, C. Fert. 2004. Energy input- output analysis in Turkish agriculture. Renewable Energy. 29:39-51.

16- Pimental, D., M. Pimental, M. Karpenstein-Machan.1999. Energy Use in agriculture: An overview. CIGRE Journal.1: 1-32.

17- Rao, A.R. 1985. Energy analysis and options of Indian agriculture. Energy. 10(8): 911-916.

18- Sayin, C., M. N. Mecenet and B. Ozkan. 2005. Assessing of energy policies based on Turkish agriculture: current status and some implications. Energy Policy. 2361-2373.

19- Singh, H., A.K. Singh, H.L. Kushwaha and Amit Singh.2007. Energy consumption pattern of wheat production in India. Energy. 32(10): 1848-1854.
20- Singh, G., S. Singh and J. Singh. 2004. Optimmization of enrrgy inputs for wheat crop in Panjab.
Energy Conservation And Management. 45: 453-465.

Determination of energy indices for main crops production in Bardsir city

ABSTRACT

Agriculture sector has a considerable rate of energy consumption. The main causes of the increasing of energy consumption in agricultural sector are increasing of population and high standard of living, limitation of cultivatable land and the cheapness of fuel and fertilizer. This shows the importance of analysis of energy and its resources in agriculture. In this study consumed and produced energy for main crops (wheat and potato) in Bardsir city were determined by completely random sampling and interviews with farmers and then indices of net energy gain, energy rate and energy productivity were calculated. Results indicated that the total energy requirement for wheat and potato production in one hectare in mentioned region were respectively equal to 63305.4 and 39545.09 MJ and energy efficiency for this products were 0.82 and 2.28. Net energy gain for wheat was negative (-11305.4 MJ/ha). Study the share of inputs factors of total input energy indicated that in two crops fertilizer had the most share of energy. The most consumed energy was related to irrigation for wheat and potato tuber for potato production after fertilizer. Improving of fertilizer consumption, irrigation methods and using of suitable potato tubers can arise energy efficiency effectively in this region.

Key words*:* Energy, Bardsir, , Potato, Wheat