دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله اکوفیزیولوژی گیاهی
سال چهارم، شماره اول، ۱۳۹۱

تعیین شاخص‌های انرژی در تولید گندم و کلزا در کشت و صنعت دشت نمدان اقلید

کمیل ملائی[۱] و صادق افضلی نیا[۲]

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۲

چکیده

در این پژوهش، وضعیت شاخص‌های انرژی در گندم (*Triticum aestivum* L.) در سطح ۱۱۸ هکتار و کلزا (*Brassica napus* L.) در سطح ۲۶/۸ هکتار در کشت و صنعت دشت نمدان اقلید بررسی گردید. کلیه عملیات در این مزارع به شکل مکانیزه و تامین آب بوسیله ی چاه انجام می شد. با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه های حضوری، اطلاعات مورد نیاز کسب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این بررسی انرژی معادل ورودی ها و خروجی ها محاسبه و سپس کارایی مصرف انرژی (نسبت انرژی)، بهره وری انرژی و افزوده انرژی خالص برای هر دو محصول تعیین گردید. نهاده‌ها شامل بذر، کود، سم، آبیاری، سوخت، ماشین‌های کشاورزی، نیروی انسانی و محصول خروجی شامل دانه و کاه بودند. نتایج نشان داد که کارایی مصرف انرژی برای تولید دانه گندم و کلزا به ترتیب ۲/۲۹ و۱/۷۶ و کارایی مصرف انرژی برای تولید دانه و کاه (عملکرد بیولوژیکی) گندم و کلزا به ترتیب ۶/۲۳ و ۳/۴۴ بودند. بهره وری انرژی در این دو محصول به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۲۱ کیلوگرم بر مگاژول برآورد گردید. همچنین، افزوده انرژی خالص برای دانه گندم و کلزا به ترتیب ۴۱۰۶۵ و۲۰۹۱۴ مگا ژول بر هکتار محاسبه شد. در هر دو محصول بیشترین انرژی ورودی به ترتیب مربوط به کود شیمیایی، سوخت و آبیاری بود و انرژی مربوط به بذر در گندم بسیار بالاتر از انرژی بذر در کلزا محاسبه شد. با توجه به بزرگتر بودن هر سه شاخص انرژی محاسبه شده برای گندم در مقایسه با کلزا، بنابراین از نظر موازنه انرژی، در کشت و صنعت دشت نمدان تولید گندم بر تولید کلزا ارجحیت دارد.

کلمات کلیدی: کارایی مصرف انرژی، بهره وری انرژی، افزوده انرژی خالص، گندم، کلزا.

۱- مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید

۲- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

مقدمه

کشاورزی هم به عنوان مصرف کننده و هم تولید کننده انرژی شناخته می شود. بررسی عوامل مؤثر بر افزایش انرژی مصرفی (ورودی) در تولید محصولات کشاورزی، می‌تواند راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی را نمایان سازد. بهینه سازی مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی به دلیل کاهش مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی به عنوان یکی از مهمترین اجزاء انرژی ورودی به سامانه و کاهش اثرات زیست محیطی آن، اهمیت مضاعف پیدا می کند (آلم و همکاران، ۲۰۰۵).

چرخه انرژی یکی از مهمترین موضوعات در اکولوژی کشاورزی می باشد که در این راستا معمولا کارایی مصرف انرژی خروجی به ورودی محصولات محاسبه می شود (دیک و دون، ۱۹۸۵؛ گیلاراد، ۱۹۹۳ و کوچکی، ۱۳۷۳). موازنه انرژی در کشاورزی از تجزیه و تحلیل و مقایسه انرژی های ورودی و خروجی در یک سامانه کشاورزی به دست می آید (نصیریان و همکاران، ۱۳۸۵).

در کشاورزی پایدار انتظار می رود تولید در سطحی ثابت حفظ شود. فرآیند مصرف منابع تولید بایستی به گونه ای باشد که علاوه بر رفع نیاز غذایی نسل حاضر، منابع غذایی نسل آینده را به خطر نیاندازد. همچنین باید تلفات انرژی را به حداقل رسانده و سامانه را برای کشاورزی پایدار به نحوی طراحی نمود که علاوه بر منافع اقتصادی، از نظر انرژی نیز دارای موازنه باشد. صفا و طباطبائی فر (۲۰۰۲) طی بررسی انرژی مصرفی در تولید گندم آبی و دیم در منطقه ساوه، کارایی مصرف انرژی را در گندم آبی ۰/٦۷ تا ۱/۱۷ و در گندم دیم ۰/۹۹ بدست آورند. این پژوهشگران همچنین گزارش کردند که بیشترین نهاده مصرفی در گندم آبی، مربوط به آبیاری (۲۰/۹ گیگا ژول بر هکتار) و در گندم دیم، مربوط به کود شیمیایی(۵/۷ گیگا ژول بر هکتار) بود.

ولیدیانی و همکاران (۱۳۸٤) کارایی مصرف انرژی گندم در مزارع تولید بذر استان آذربایجان شرقی را بررسی کردند. این پژوهشگران کارایی مصرف انرژی را برای عملکرد بیولوژیکی (دانه و کاه)، ۰/۷۷۸ گزارش کردند در حالی که این کارایی مصرف برای دانه و کاه به طور مجزا به ترتیب ۰/٤۲٤ و ۰/۳٦٤ بود. آنها همچنین بیان داشتند که بیشترین مصرف انرژی در تولید گندم بذری مربوط به کود نیتروزنه با میزان ۲۹/۸۸ درصد و کمترین آن مربوط به نیروی انسانی با ۰/۳۹ درصد بود. ملائی و همکاران (۲۰۰۸) کارایی مصرف انرژی گندم دیم را در سه منطقه شهرستان اقلید محاسبه کرده و نتیجه گرفتند که متوسط کارایی مصرف انرژی دانه در این شهرستان ۱/۰٦۲ و کارایی مصرف انرژی بیولوژیک (کاه و دانه) ۱/٦ می باشد. همچنین بیشترین انرژی مصرفی را مربوط به کود ازته با میزان ۵۷/۵ درصد و کمترین مقدار آن را مربوط به نیروی انسانی با ۰/۰۲ درصد گزارش کردند.

میسمی و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی در شهرستان بناب، کارایی مصرف انرژی را برای گندم آبی برداشت شده با دست ۲/۹، برای گندم آبی برداشت شده با کمباین ۲/۵، برای گندم دیم ۱/۳ و برای پیاز ۰/۷۷ برآورد کردند. همچنین بر اساس نتایج این پژوهش، سوخت فسیلی بیشترین مقدار (۵۰٪) از انرژی ورودی را به خود اختصاص داده بود و بعد از آن کود شیمیایی و انرژی بذر در رتبه های بعدی قرار داشتند. مشهوری آذر و همکاران (۱۳۸۷) کارایی مصرف انرژی را در شهرستان مراغه برای

محصولات گندم آبی، جو (*Hordeum vulgare* L.) آبی و یونجه (*Medicago sativa* L.) به ترتیب ۲/۸۹، ۳/۱۷ و ۵/۱٦ برآورد کردند. بیشترین سهم در کل انرژی ورودی برای گندم و جو متعلق به سوخت های فسیلی و برای یونجه مربوط به کود ازته بود.

رحیمی کیا و همکاران (۱۳۹۰) ضمن بررسی وضعیت کارایی مصرف انرژی کنجد (*Sesamus indicum* L.) آبی را در چهار منطقه شهرستان لارستان مورد بررسی قرار دادند و کارایی مصرف انرژی دانه کنجد را ۰/۸٤ و کارایی مصرف انرژی دانه و کاه (عملکرد بیولوژیک) را ۲/۳۹ گزارش کردند. این پژوهشگران همچنین انرژی نهاده های مصرفی، انرژی ستانده و افزوده انرژی خالص را در کشت کنجد به ترتیب ۲٦٥٦۰/۲٤، ۷۸۰۸۰ و ٥۱٥۱۹/۷٦ مگاژول بر هکتار محاسبه کردند. بر اساس نتایج این پژوهشگران، سهم هر یک از نهاده های کود، سوخت، بذر، ادوات، سم و نیروی انسانی به ترتیب ٦۸/۱ ٪، ۲۹/۹۲٪، ۰/۹٤٪، ۰/٤٥٪، ۰/۳٤٪ و ۰/۲۳٪ برآورد گردید. این پژوهش به منظور بررسی شاخص‌های انرژی در محصولات گندم و کلزا آبی در کشت و صنعت دشت نمدان اقلید انجام شد.

مواد و روش ها

شهرستان اقلید با ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا، میانگین بارندگی سالیانه بین ۲٥۰ تا ٤۰۰ میلی متر، حداقل دما ۲۲- C^o و حداکثر دما ۳۸ C^o ، یکی از شهرستان های سردسیر استان فارس می باشد. شهرستان اقلید با داشتن ۱٤۰ هزار هکتار زمین کشاورزی و با تولید ۱۰۰ هزار تن گندم از قطب‌های کشاورزی استان فارس محسوب می گردد (بی نام ۱۳۸۸). کشت و صنعت دشت نمدان دارای ٥۰۰ هکتار زمین کشاورزی بوده که در فاصله ۳۰ کیلومتری شهرستان اقلید واقع شده است. در این پژوهش وضعیت جریان انرژی دو محصول گندم و کلزای آبی بر پایه محاسبه‌ی میزان انرژی ورودی و خروجی و شاخص های انرژی در این کشت و صنعت در سال ۱۳۸۹ مورد مطالعه قرار گرفت. سطح زیر کشت گندم و کلزای مورد آزمایش به ترتیب ۱۱۸ و ۲۸/٦ هکتار بود. با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه های حضوری با کلیه افرادی که به نحوی با عملیات اجرائی در ارتباط بودند از جمله مدیر، کشاورزن، کارگران و رانندگان، اطلاعات مورد نیاز کسب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

برای محاسبه‌ی انرژی های ورودی به مزرعه، انرژی مربوط به بذور، علف کش‌ها، آفت کش‌ها، کودهای شیمیایی شامل نیتروزنه، فسفاته، پتاسه و ریزمغذی‌ها که واحد آنها کیلو گرم می باشد، از حاصل ضرب هم ارز انرژی (انرژی موجود در هر کیلو گرم ار این نهاده ها) در میزان استفاده از آنها بدست آمد (اوتیت-کاناوات و هرنانز، ۱۹۹۹ و سینگ و میتال، ۱۹۹۲). در مزارع کشت و صنعت دشت نمدان کودهای نیتروزنه با ٤٦٪ نیتروزن، فسفاته و پتاسه با ٤۸٪ و کودهای کامل (N.P.K) با ٥۰٪ نیتروزن، ۲۸٪ فسفاته و پتاسه مورد استفاده قرار گرفت. میزان سوخت مصرفی با پرسشنامه مشخص و در هم ارز انرژی ضرب و میزان انرژی آن محاسبه گردید. برای حمل و نقل، بطور میانگین ۲٥ کیلومتر مسافت در نظرگرفته شد که این فاصله هم برای حمل محصول از مزرعه تا بازار و هم برای حمل نهاده های ورودی به مزرعه مورد استفاده قرار گرفت. در عملیات خاک ورزی و کاشت گندم آبی از گاوآهن برگرداندار، سیکلو تیلر و کمبینات و برای کلزا از گاوآهن برگرداندار، دیسک، لولر و خطی کار استفاده

می شد. انرژی مربوط به ساخت ماشین با واحد مگاژول بر هکتار بر اساس عمر اقتصادی ماشین، ظرفیت مزرعه ای موثر ماشین، جرم ماشین و هم ارز انرژی و با استفاده از معادله زیر بدست آمد (اوتیت-کاناوات و هرننز، ۱۹۹۹):

$$ME = \frac{M.E}{T.Ca} \qquad (۱)$$

که در این فرمول، ME انرژی مربوط به ساخت ماشین بر حسب مگاژول بر هکتار، T عمر اقتصادی ماشین بر حسب ساعت، C_a ظرفیت مزرعه ای موثر ماشین بر حسب هکتار بر ساعت، M جرم ماشین و E هم ارز انرژی بر حسب مگاژول بر کیلوگرم می-باشد. انرژی مصرف شده جهت ساخت ماشین‌ها و انرژی مربوط به مصرف سوخت در استفاده از هر کدام از ماشین‌ها مورد استفاده در تولید گندم و کلزا در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- انرژی ساخت ماشین ها و مصرف سوخت درعملیات مختلف کشاورزی (اوتیت-کاناوات و هرننز، ۱۹۹۹)

نوع ماشین	عمر اقتصادی (hr)	وزن تقریبی (kg)	هم ارز انرژی (MJ/kg)	انرژی مصرف شده در واحد زمان (MJ/hr)	مصرف سوخت (l/ha)
تراکتور	۱۰۰۰۰	٦۰۰۰	۹۳/٦	۵۵/۹۸	-
کمباین	۲۰۰۰	۷۰۰۰	۸۷/٦۳	۳۰٦/۷	۲۹
گاوآهن	۲۰۰۰	٦۰۰	٦۲/۷	۱۸/۸	۳۰
دیسک	۲۰۰۰	۷۷۵	٦۲/۷	۲٤/۳	۱٤
کمبینات	۱۲۰۰	۹۰۰	٦۲/۷	٤۷	۱۹
نهرکن	۲۵۰۰	۱۰۰	٦۲/۷	۲/۵	۵
مرزبند	۲۵۰۰	۱۰۰	٦۲/۷	۲/۵	٦
کودپاش	۱۲۰۰	۲۰۰	٦۲/۷	۱۰/۵	۵
لولر	۲۵۰۰	٦۰۰	٦۲/۷	۱۵	۱۳
بسته بند	۲۰۰۰	٦۰۰	٦۲/۷	۱۸/۸	۱۳
ساقه خردکن	۲۰۰۰	٤۰۰	٦۲/۷	۱۰/۵	۱۰

انرژی کارگر مورد نیاز در تمام مراحل کشاورزی شامل آبیاری، وجین، هدایت تراکتور، سم پاشی و مدیریت مزرعه در نظر گرفته شد. مصرف انرژی برای هر کارگر با در نظر گرفتن ۸ ساعت کار در روز، ۲/۱٤٦ مگاژول در روز در نظر گرفته شد (کیهانی، ۱۳۸۵). کل انرژی کارگر با ضرب تعداد کارگرها در مقدار انرژی هر کارگر در روز، تعیین شد. انرژی خروجی شامل انرژی دانه و کاه بود که مقدار زیادی از کاه با استفاده از ماشین های بسته بند جمع آوری و بقیه به خاک برگردانده شدند. به منظور محاسبه انرژی خروجی، مقدار دانه تولید شده در هم ارز انرژی مربوط به دانه و مقدار کاه تولید شده در هم ارز انرژی مربوط به کاه ضرب و معادل انرژی آنها محاسبه شد (اوتیت-کاناوات و هرنانز، ۱۹۹۹ و

سینگ و میتال، ۱۹۹۲). کارایی مصرف انرژی دانه و بیولوژیک (دانه و کاه)، افزوده خالص انرژی در واحد

$$ER_b = \frac{BOE}{IE} \quad (۲)$$

$$ER_g = \frac{GOE}{IE} \quad (۳)$$

که در این روابط، ER_b کارایی مصرف (نسبت) انرژی بیولوژیک، ER_g کارایی مصرف (نسبت) انرژی دانه، NEG افزوده خالص انرژی بر حسب مگاژول بر هکتار، EP بهره وری انرژی بر حسب کیلو گرم بر مگاژول، Y عملکرد کاه ودانه بر حسب کیلوگرم، IE انرژی ورودی بر حسب مگاژول، BOE انرژی خروجی دانه و کاه بر حسب مگاژول، GOE انرژی خروجی دانه بر حسب مگاژول و A سطح زیر کشت بر حسب هکتار می باشد.

نتایج و بحث

نتایج محاسبه انرژی ورودی و خروجی برای هردو محصول گندم و کلزا به تفکیک نهاده های مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. کل انرژی ورودی در محصول گندم آبی ۳۱۷۳۵/۳ مگاژول بر هکتار محاسبه گردید که در مقایسه با کلزا (۲۷٤۸۵/۷ مگاژول بر هکتار) مقدار بیشتری را به خود اختصاص داد. از طرف دیگر، انرژی خروجی برای دانه گندم (۷۲۸۰۰ مگاژول بر هکتار) نیز بیشتر از مقدار انرژی خروجی دانه کلزا (٤۸٤۰۰ مگاژول بر هکتار) بود. همین روند برای انرژی خروجی کاه و دانه (عملکرد بیولوژیک) نیز وجود داشت. نتایج بررسی سهم هر یک از نهاده های انرژی در تولید گندم آبی در شکل ۱ و در تولید کلزا در شکل ۲ ارائه شده است. کودهای شیمیایی در گندم و کلزا بالاترین انرژی ورودی را به خود اختصاص دادند که هر چند درصد مصرف آنها در هر دو محصول حدوداً برابر بود اما سطح و بهره دهی (بهره وری) انرژی با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

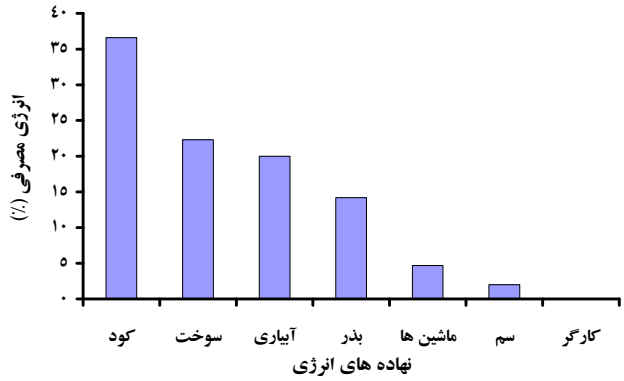
$$NEG = \frac{BOE - IE}{A} \quad (٤)$$

$$EP = \frac{Y}{IE} \quad (۵)$$

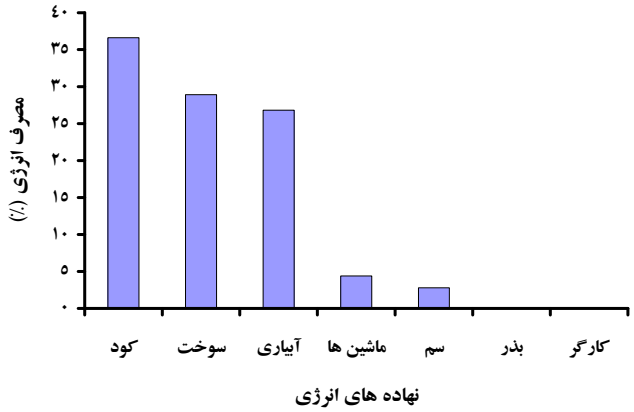
مقدار آن در گندم ۲۰٦ کیلوگرم در هکتار و در کلزا ۳۱۱/٤ کیلو گرم در هکتار بدست آمد. بیشترین میزان مصرف کود در هردو محصول مربوط به کود نیتروژنه بود اما مصرف کود فسفاته در کلزا ۳/۲ برابر مصرف این کود در گندم بدست آمد (جدول ۲). علی رغم بالابودن میزان انرژی ورودی کود شیمیایی میزان مصرف این نهاده در حد مورد نیاز و حتی کمتر از توصیه های آزمون خاک بود. در هر دو محصول سوخت و آبیاری از نظر مصرف انرژی، رتبه های بعدی را به خود اختصاص دادند. کلزا به دلیل کشت زودتر و نیاز آبی بالاتر در فصل پاییز، انرژی آبیاری بیشتری مصرف نمود. مصرف بذر در گندم نسبت به کلزا بسیار بالاتر بود که این موضوع یکی از دلایل افزایش انرژی مصرفی در تولید گندم نسبت به کلزا است. علف‌های هرز و آفات در کلزا بیشتر از گندم بود که برای دفع آن از سموم بیشتری استفاده گردید. همچنین از نیروی انسانی بیشتری در کلزا نسبت به گندم (تقریبا دو برابر) استفاده شد که علت آن استفاده از کارگر جهت دفع علف های هرز بود. بیشترین میزان مصرف انرژی کارگری در تولید محصولات کشاورزی مربوط به وجین برداشت محصولات ردیفی (صیفی) می باشد بنابراین با توجه به اینکه گندم و کلزا هردو محصولاتی هستند که به صورت خطی کشت می گردند، در مقایسه با محصولات ردیفی نیاز به انرژی کارگری کمتری دارند.

نتایج تعیین شاخص‌های انرژی برای هردو محصول در جدول ۳ ارائه شده است. کارایی مصرف

انرژی برای تولید دانه گندم آبی ۲/۲۹ و تولید دانه کلزا ۱/۷٦ برآورد گردید این در حالی است که کل انرژی ورودی در تولیدکلزا کمتر از انرژی ورودی گندم است. بنابراین علت بیشتر بودن کارایی مصرف انرژی در تولید گندم آبی در مقایسه با کلزا، انرژی خروجی بیشتر در گندم به دلیل عملکرد بالاتر آن می‌باشد. ملائی و همکاران (۲۰۰۸) کارایی مصرف انرژی در تولید دانه گندم دیم را درشهرستان اقلید ۱/۰٦ گزارش کردند که در مقایسه با کارایی مصرف بدست آمده برای تولید دانه گندم آبی در این پژوهش، مقدار کمتری می باشد. هرچند در تولید گندم آبی انرژی ورودی نسبت به انرژی ورودی گندم دیم بالاتر است اما به دلیل عملکرد بالاتر گندم آبی (دو تا سه برابر عملکرد گندم دیم)، طبیعی است که کارایی مصرف انرژی در گندم آبی بالاتر باشد.



شکل ۱- سهم هریک از نهاده ها از انرژی ورودی در تولید گندم آبی.



شکل ۲- سهم هریک از نهاده ها از انرژی ورودی در تولید کلزا.

جدول ۲- جریان انرژی ورودی و خروجی در هر هکتار گندم و کلزا در کشت و صنعت دشت نمدان.

نوع نهاده و ستانده	هم ارز انرژی (MJ/Unit)	گندم آبی		کلزا آبی	
		مقدار مصرف (Unit/ha)	انرژی مصرفی (MJ/ha)	مقدار مصرف (Unit/ha)	انرژی مصرفی (MJ/ha)
نهاده					
سوخت (l)	۵۶/۳	۱۲۶	۷۰۹۳/۸	۱۴۱	۷۹۳۸
بذر کلزا (kg)	۲۵	–		۸	۲۰۰
بذر گندم (kg)	۱۴/۷	۳۱۷/۵	۴۶۶۷/۳	–	
نیتروژن (kg)	۶۰/۶	۱۴۵	۸۷۸۷	۱۳۱	۷۹۳۸/۶
فسفات (kg)	۱۱/۹۳	۳۵	۴۱۷/۵	۱۱۰/۵	۱۳۱۸/۵
پتاسیم (kg)	۶/۷	۶	۴۰	۴۶	۳۰۸
ریز مغذی (kg)	۱۲۰	۲۰	۲۴۰۰	۲۳/۹	۴۷۸
علف کش (kg)	۲۳۸	۲	۴۷۶	۲/۲	۵۲۳/۶
حشره کش (kg)	۱۱۹	۰/۷۶	۸۳/۳	۲	۲۳۸
کارگر (hr)	۰/۲۶۸	۱۲۸	۳۴/۳	۲۰۸	۵۵/۷
آب (m^3)	۰/۶۳	۱۰۳۶۸	۶۵۳۱/۸	۱۱۶۶۴	۷۳۴۸
تراکتور (hr)	۵۵/۹۸	۷/۹	۴۷۴	۷/۱	۴۲۶
کمباین (hr)	۳۰۶/۷	۱/۳	۳۹۹	۱/۵	۴۶۰
گاوآهن (hr)	۱۸/۸	۱/۳	۲۵	۱/۳	۲۵
دیسک (hr)	۲۴/۳	–	–	۰/۶	۱۵
کمبینات (hr)	۴۷	۲/۳	۱۰۸	۱/۲	۵۶
نهرکن (hr)	۲/۵	۰/۴	۱	۰/۴	۱
مرزبند (hr)	۲/۵	۰/۵	۱/۳	۰/۵	۱/۳
کودپاش (hr)	۱۰/۵	۰/۴	۴	۰/۴	۴
لولر (hr)	۱۵	–		۰/۶	۹
بسته بند (hr)	۱۸/۸	۱/۵	۲۸	۱/۵	۲۸
ساقه خردکن (hr)	۱۰/۵	۰/۷	۷	۰/۷	۷
حمل و نقل (t/km)	۶/۳	۲۵	۱۵۷	۲۵	۱۵۷
جمع			۳۱۷۳۵/۳		۲۷۴۸۵/۷
ستانده					
گندم(kg)	۱۳	۵۶۰۰	۷۲۸۰۰	–	
گاه گندم(kg)	۱۲/۵	۱۰۰۰۰	۱۲۵۰۰۰	–	
کلزا(kg)	۲۵	–		۱۹۳۶	۴۸۴۰۰
کاه کلزا(kg)	۱۲/۵	–		۳۷۰۰	۴۶۲۵۰

کارایی مصرف انرژی برای عملکرد بیولوژیکی گندم (مجموع کاه و دانه) ٦/٢٣ بدست آمد در صورتی که این کارایی مصرف برای عملکرد بیولوژیکی کلزا ٣/٤٤ بود. بنابراین کارایی مصرف انرژی برای عملکرد بیولوژیکی نیز در گندم بیشتر از کلزا بود (حدود ١/٨ برابر) که دلیل آن باز هم عملکرد بیولوژیکی بالاتر گندم در مقایسه با کلزا می باشد. بهره وری انرژی در تولید دانه گندم (٠/١٨ کیلو گرم بر مگاژول) و مجموع کاه و دانه گندم (٠/٤٩ کیلوگرم بر مگاژول) نیز بیشتر از بهره وری انرژی در تولید دانه کلزا (٠/٠٧ کیلو گرم بر مگاژول) و مجموع کاه و دانه گندم (٠/٢١ کیلوگرم بر مگاژول) بود. این درحالی است که انرژی مصرفی برای تولید گندم بیش از انرژی مصرفی برای تولید کلزا می باشد اما به دلیل بیشتر بودن عملکرد گندم (دانه و بیولوژیک) نسبت به عملکرد کلزا (دانه و بیولوژیک)، گندم دارای بهره وری انرژی بالاتری است. در هردو محصول، بهره وری انرژی دانه به طور متوسط حدود ٣٥٪ بهره وری انرژی عملکرد بیولوژیک (کاه و دانه) بود که نشان می دهد حدود ٦٥٪ از انرژی تولیدی توسط این دو محصول مربوط به کاه می باشد که در صورت عدم استفاده مناسب از کاه این محصولات، بهره وری تولید این محصولات به شدت کاهش می یابد. افزوده انرژی خالص در تولید دانه گندم آبی (٤١٠٦٥ مگاژول بر هکتار) و تولید مجموع کاه و دانه گندم آبی (١٦٦٠٦٥ مگاژول بر هکتار) تقریباً دو برابر افزوده انرژی خالص در تولید دانه کلزا (٢٠٩١٤ مگاژول بر هکتار) و تولید مجموع کاه و دانه کلزا (٦٧١٦٤ مگاژول بر هکتار) بود که نشان می دهد در شهرستان اقلید از نظر افزوده انرژی خالص، تولید گندم آبی در مقایسه با تولید کلزا مقرون به صرفه تر است.

جدول ٣- شاخص های انرژی برای عملکردهای دانه و بیولوژیک (دانه وکاه) گندم و کلزا

نوع محصول	عملکرد دانه			عملکرد بیولوژیک		
	کارایی مصرف انرژی	بهره وری انرژی (kg/MJ)	افزوده انرژی (MJ/ha)	کارایی مصرف انرژی	بهره وری انرژی (kg/MJ)	افزوده انرژی (MJ/ha)
گندم	٢/٢٩	٠/١٨	٤١٠٦٥	٦/٢٣	٠/٤٩	١٦٦٠٦٥
کلزا	١/٧٦	٠/٠٧	٢٠٩١٤	٣/٤٤	٠/٢١	٦٧١٦٤

در جدول ٤ شاخص های انرژی محاسبه شده در پژوهش حاضر با نتایج گزارش شده توسط میسمی و همکاران (١٣٨٧) در شهرستان بناب و مشهوری آذر و همکاران (١٣٨٧) در شهرستان مراغه مقایسه شده است. همانگونه که در جدول ٤ مشاهده می شود، کارایی مصرف انرژی گندم در این پژوهش کمتر از کارایی مصرف انرژی بدست آمده برای گندم در شهرستان‌های بناب و مراغه می باشد اما انرژی خالص در این کشت و صنعت در مقایسه با دو شهرستان دیگر بیشتر است. علت این امر را می توان در استفاده ازچشمه و کانال های آبیاری و عدم نیاز به انرژی آبیاری به عنوان انرژی ورودی در شهرستان های بناب و مراغه و عملکرد بالاتر گندم در دشت نمدان یافت.

جدول٤- مقایسه شاخصهای انرژی دانه گندم آبی درکشت و صنعت دشت نمدان با شهرستان های بناب و مراغه.

شاخص‌های انرژی	کشت و صنعت دشت نمدان	بناب	مراغه
انرژی ورودی (MJ)	۳۱۷۳۵	۱۷۱۵۳	۲۲۹۵۰
انرژی خروجی(MJ)	۷۲۸۰۰	٤٢٦٣٠	٥٨٨٠٠
کارایی مصرف انرژی	۲/۲۹	۲/٥	۲/۸۹
انرژی خالص(MJ/ha)	٤١٠٦٥	٢٥٤٧٧	٢٢٢٥٠

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کارایی مصرف انرژی برای تولید دانه گندم و کلزا به ترتیب ۲/۲۹ و۱/۷٦ و کارایی مصرف انرژی برای تولید دانه و کاه (عملکرد بیولوژیکی) گندم و کلزا به ترتیب ٦/۲۳ و ۳/٤٤ بود. بهره وری انرژی برای عملکرد بیولوژیک این دو محصول به ترتیب ۰/٤۹ و ۰/۲۱ کیلوگرم بر مگاژول بدست آمد. با توجه به اینکه در هردو محصول حدود ٦٥٪ از انرژی تولیدی مربوط به کاه می باشد، در صورت عدم استفاده مناسب از کاه این محصولات، بهره وری تولید این محصولات به شدت کاهش می یابد. همچنین، افزوده انرژی خالص برای دانه گندم و کلزا به ترتیب ٤١٠٦٥ و۲۰۹۱٤ مگاژول بر هکتار محاسبه گردید و در هر دو محصول بیشترین انرژی ورودی به ترتیب مربوط به کود شیمیایی، سوخت و آبیاری بود. بنابراین با توجه به بزرگتر بودن هر سه شاخص انرژی محاسبه شده در این پژوهش برای گندم در مقایسه با کلزا، از نظر موازنه انرژی، در کشت و صنعت دشت نمدان تولید گندم بر کلزا ارجحیت دارد.

سپاسگزاری

از مدیریت و پرسنل محترم کشت و صنعت دشت نمدان در شهرستان اقلید برای همکاری در تهیه‌ی اطلاعات مورد نیاز این پژوهش، کمال تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

بی نام. ۱۳۸۸. آمار و ارقام کشاورزی شهرستان اقلید، دفتر طرح و برنامه مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان اقلید.

رحیمی کیا، م.، ب. عمادی و م. ح. آق خانی. ۱۳۹۰. نسبت انرژی کنجد آبی–مطالعه موردی: شهرستان لارستان (فارس). اولین کنگره ملی علوم و فناوریهای نوین کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۹.

کیهانی، ع. ۱۳۸۵. بررسی مقدماتی نهاده ی انرژی انسانی در پروژه های مکانیزاسیون کشاورزی. چهارمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون. ۷و۸ شهریور ماه دانشگاه تبریز. صفحه ۲۲٤.

کوچکی، ع. و م. حسینی. ۱۳۷۳. کارایی انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ۳۱۷ صفحه.

مشهوری آذر، م. مهاجردوست و ا. اکرم. ۱۳۸۷. آنالیز انرژی مصرفی و هزینه های تولید محصولات عمده زراعی شهرستان مراغه. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی ومکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۲۸۷.

میسمی، م.ع.، ی. عجب شیرچی و ا. رنجبر. ۱۳۸۷. الگوی مصرف انرژی در برخی تولید محصولات کشاورزی و برآورد شاخص های انرژی: مطالعه موردی در سطح شهرستان بناب. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی ومکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۲۹۹.

نصیریان، ن.، م. الماسی، س. مینایی و ح. باخدا. ۱۳۸۵. بررسی چگونگی سیر انرژی در تولید نیشکر در یک واحد کشت و صنعت جنوب اهواز. چهارمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی مکانیزاسیون. دانشگاه تبریز. صفحه ۲۳۰.

ولدیانی، ع. ، ع. حسن‌زاده‌قورتپه و ر. ولدیانی. ۱۳۸٤. ارزیابی بیلان انرژی در مزارع تکثیر بذر ارقام دیم گندم آذربایجان شرقی وتاثیر آن بر محیط زیست. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۵، (۲): ۱۲-۱.

Alam, M. S., M. R. Alam and K. K. Islam. 2005. Energy flow in agriculture: Bangladesh. Am. J. Environ. Sci. 1(3): 213-220.

Dick, W. A. and D. M. V. Doven. 1985. Continuous tillage and rotation. Combination effects on corn, soybean, and out yield. Agron. J., 77: 459-465.

Gillarad, C. L. 1993. A comparision of high input, low input and organic cash cropping system. M.Sc. Thesis. University of Guelph, Ont., p. 212

Ovtit-Canavate, J. and J. L. Hernanz. 1999. Energy analysis and saving. In CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Energy and Biomass Engineering. ASAE Publication; MI., p. 13-23.

Mollaee, K., A. Keyhani, M. Karimi, K. Khairalipour and V. M. Ghasemi. 2008. Energy ratio in dryland wheat -Case study: Eghlid township. Proc. 10th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. August 14-17, Antalya, Turkey. p. 409.

Safa, M. and A. Tabatabaeefar. 2002. Energy consumption in wheat production in irrigated and dryland farming. In: Proceedings of the International Agricultural Engineering Conference, 28-30 Nov., Wuxi, China. p. 183.

Singh, S. and J. P. Mittal. 1992. Energy in Production Agriculture. Mittal Publications, New Dehli, India. p. 11.

Determination of energy indices in producing wheat and canola in Dashte Namdan Agro-industry (Eghlid region, Fars)

K. Molaeei[1], S. Afzalinia[2]

Received: 2012-9-18 Accepted: 2012-11-12

Abstract

In this study, wheat (*Triticum aestivum* L.) production in 118 hectares and rapeseed (*Brassica napus* L.) production in 26.8 ha of Dashte Namdan Agro-industry farm was evaluated from the energy indices point of view in Eghlid region. This farm was fully mechanized and the required data were collected using person to person interview method and filling out the questionnaires. Equivalent energy inputs and outputs for both products were calculated in this study, and then corresponding energy ratio, energy productivity, and net energy gain were determined for each crop. Inputs were fertilizers, seeds, pesticides, fuel consumption, equipments, labors, and irrigation while grain yield and straw were considered as outputs. Energy ratio obtained for wheat and canola grain were 2.29 and 1.76, respectively while corresponding values related to both grain and straw (total biological outputs) were 6.23 and 3.44, respectively. Energy productiviities were also determined 0.49 and 0.21 kg/MJ for wheat and canola, respectively. Net energy gain for wheat and canola were 41065 and 20914 MJ/ha, respectively. Fertilizers were the highest energy consumer inputs for both crops and fuel and irrigation took the second and third places. Energy consumption related to seed was higher in wheat compared to canola. Since wheat production had the higher energy indices compared to canola in this research, wheat production should be preferred to canola in this farm from the energy balance point of view.

Keywords: energy ratio, energy productivity, net energy gain, wheat, canola.

1- Academic Staff, Islamic Azad University, Eqlid Branch
2- Assistan Professor, Research Center of Agriculture and Natural Rescources of Fras