فصلنامه علوم محیطی،دوره هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸

۱۵۰-۱۳۷

تحلیل و ارزیابی اقتصادی الگوی مصرف انرژی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم آبی استان اردبیل

جبرائیل تقی نژاد[1*]، عادل واحدی[2] و فیاض رنجبر[1]

[1] بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

[2] موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴

تقی نژاد، ج.، ع. واحدی و ف. رنجبر. ۱۳۹۸. تحلیل و ارزیابی اقتصادی الگوی مصرف انرژی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم آبی استان اردبیل. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۳): ۱۵۰-۱۳۷.

سابقه و هدف: بشر بدون توجه به نوع انرژی مصرفی، همیشه برای تأمین نیازهای اولیه غذایی خود مجبور به صرف انرژی بوده است. انرژی فسیلی فراوان سبب شده است که تأمین غذای جمعیت رو به گسترش ممکن شود. رشد جمعیت در سطح بالایی باقی‌مانده ولی منبع‌های انرژی بویژه انرژی فسیلی در حال کاهش است بنابراین جوامع نیازمند برنامه‌ریزی‌های اساسی در قبال مدیریت مصرف انرژی هستند. این پژوهش با هدف ارزیابی مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های حاصل از مصرف ورودی برای تولید گندم آبی در استان اردبیل انجام شد.

مواد و روش‌ها: جامعه آماری این تحقیق شامل ۱۰۰ نمونه از کشاورزان گندم‌کار استان اردبیل است که از سه شهرستان بیله سوار، پارس‌آباد و اردبیل که بیش از ۷۰ درصد سطح زیر کشت را داشتند انتخاب گردید. داده‌ها در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶ با استفاده از روش تصادفی، نمونه‌برداری گردید. برای رسیدن به هدف‌ها، سامانه تولید گندم آبی بر اساس شاخص‌های کارایی، بازده انرژی، سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم و تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر ارزیابی گردید.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد کل انرژی ورودی حدود $38755/34 MJ\ ha^{-1}$ بود. در بین نهاده‌های ورودی میزان کود نیتروژن و سوخت دیزل بترتیب با ۳۷/۳۸٪ و ۱۹/۰۳٪ بیشترین سهم را داشتند. سهم انرژی مصرفی مستقیم و غیرمستقیم بترتیب حدود ۳۹/۸۸٪ و ۶۰/۱۲٪ و انرژی‌های تجدیدپذیر و غیرتجدیدپذیر بترتیب ۳۱/۰۱٪ و ۶۸/۹۹٪ از کل انرژی‌های ورودی بود. کارایی مصرف انرژی برای تولید دانه و عملکرد بیولوژیکی گندم آبی بترتیب ۱/۶۷ و ۱/۹۹ به دست آمد. بهره‌وری انرژی نیز بترتیب ۰/۶۱۱و $0/242 kg\ Mj^{-1}$ برآورد گردید. کل انتشار CH_4،N_2o و CO_2 از مزرعه‌های گندم آبی بترتیب۵۱۷/۱۴، ۱/۶۵و ۱۲۷۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار بود. ارزش ناخالص تولید و کل هزینه‌ای تولید گندم آبی در استان اردبیل بترتیب ۲۹۷۸۶۲۹۵ و ۷۴۷۵۱۰۹۳ ریال در هکتار و نسبت فایده به هزینه ۱/۲۵ برآورد گردید که هزینه‌های ثابت و متغیر بترتیب ۵۴/۴۵ و ۴۵/۶ درصد بود.

نتیجه‌گیری: پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) $14/161620\ kg\ CO_2eq\ ha^{-1}$ تخمین زده شد. سود خالص حاصل از تولید گندم آبی نیز ۲۳۶۹۱۲۹۹ریال بود که نشان دهنده توجیه اقتصادی تولید گندم آبی در استان اردبیل بود. با توجه به نتایج و به منظور کاهش اثرهای محیط زیستی نظام تولید گندم به نظر می رسد که می توان از روش‌های مختلف مدیریت نظام زراعی همچون کاربرد نهاده‌های آلی،

* Corresponding Author: *Email Address.* j.taghinezhad@areeo.ac.ir

تناوب، کم خاکورزی و بی خاکورزی بر مبنای بهره گیری از اصول کم نهاده برای کاهش این اثرهای محیط‌زیستی بهره جست.

واژه‌های کلیدی: کارایی انرژی، نهاده، گندم، گرمایش جهانی.

مقدمه

امروزه برای تولید محصول‌های کشاورزی نهاده‌هایی مانند سوخت، الکتریسیته، ماشین‌ها، بذر، کود شیمیایی و سم‌های شیمیایی سهم قابل ملاحظه‌ای در تأمین منبع‌های انرژی دارند. بشر بدون توجه به نوع انرژی مصرفی، همیشه برای تأمین نیازهای اولیه غذایی خود مجبور به صرف انرژی بوده است. انرژی فسیلی فراوان موجب شده است که تأمین غذای جمعیت رو به گسترش ممکن شود. جمعیت افزایش یافته ولی منبع‌های انرژی بویژه انرژی فسیلی در حال کاهش است بنابراین جوامع نیازمند برنامه‌ریزی‌های اساسی در قبال مدیریت مصرف انرژی هستند (Kocheki, 1994)؛ بنابراین استفاده مؤثر از انرژی در کشاورزی مشکل‌های محیط زیستی را کاهش می‌دهد و از تخریب منبع‌های طبیعی جلوگیری کرده و کشاورزی پایدار را بعنوان یک سامانه تولیدی اقتصادی توسعه می‌دهد (Rafiee *et al*., 2010). بازده انرژی، معیار پیشرفت فناوری است، داشتن سیاست‌های مشخص در سطح کلان برای برآورد احتیاجات، جلوگیری از ضایعات و کاهش آن‌ها، دادن برنامه‌ای درازمدت برای به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته در استفاده مؤثرتر از منبع‌های موجود و نیز به‌کارگیری منبع‌های جدید، در کنار آموزش‌های لازم در بکارگیری صحیح از انرژی بصورت‌های مختلف آن و تشویق مصرف‌کنندگان انرژی برای صرفه‌جویی در این منبع در سطح خرد، بسیار حیاتی است (Almasi *et al*., 2008). پژوهش‌ها نشان داده است که با رشد مکانیزاسیون و استفاده از مواد شیمیایی در کشاورزی، کارآیی (نسبت) انرژی به تدریج کاهش می‌یابد (Darlington, 1997). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که کل نهاده انرژی از ۱۱۱/۵۰مگاژول در سال ۱۳۵۰ به ۳۷۸/۱۵ مگاژول در سال ۱۳۸۰ و انرژی ستانده از ۱۲۲/۳۹ به ۳۸۴/۶۰ مگاژول افزایش یافته است که نشان‌دهنده این واقعیت است که روند مصرف نهاده‌ها در تولیدهای کشاورزی ایران با تولیدهای نهایی همراه نمی‌باشد. بطوری که ناکارآمدی مصرف انرژی می‌تواند برخی مسئله‌های محیط زیستی مثل انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش دمای زمین و ناپایداری را ایجاد کند. بنابراین، سیاست‌مداران بایستی ابزارهای سیاسی جدید برای تضمین پایداری و کارآیی در مصرف انرژی اتخاذ نمایند (Zoghipour and torkamani, 2004). بخش کشاورزی نیز بعنوان یکی از بخش‌های مهم مصرف‌کننده انرژی در ایران بیش از ۳۶ درصد انتشار کل N_2O را به خود اختصاص داده است، درحالیکه سهم بخش کشاورزی در انتشار دو گاز دیگر دی‌اکسید کربن (CO_2) و متان (CH_4) حدود دو درصد است (Energy Balance Sheet, 2013). قربانی و همکاران نیز به تحلیل اقتصادی و انرژی مصرفی گندم دیم و آبی در خراسان شمالی پرداختند. نسبت انرژی برای گندم آبی و دیم ۱/۴۴ و ۳/۳۸ به دست آوردند (Ghorbani *et al*., 2011). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۵-۹۶ سطح برداشت گندم آبی در سطح کشور ۷/۶۵ میلیون هکتار بود که معادل ۶۹/۵۵ ٪ که از این میزان ۴۴/۶درصد مربوط به زمین‌های با کشت آبی و بقیه کشت دیم بود استان‌های خوزستان، کرمانشاه، کردستان وگلستان بترتیب با ۸/۱، ۷/۸، ۷/۲ و ۶/۷ درصد از کل زمین‌های گندم آبی کشور مقام‌های اول تا چهارم را داشتند (Anonymous, 2016). Mansourian (2005) در تحقیقی، بهره‌وری انرژی، کل انرژی مصرفی و کل انرژی تولیدی برای محصول‌های عمده زراعی استان خراسان (چغندرقند، سیب‌زمینی، پنبه، گوجه‌فرنگی، گندم آبی و جو آبی) را مورد بررسی و مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد در محصول‌های مورد مطالعه بیشترین انرژی مصرفی بترتیب برای آب، کود اوره، عملیات ماشینی و حمل بذر و نیروی انسانی استفاده شده است. نتایج نشان داد که بیشترین بهره‌وری انرژی مربوط به جو آبی با ۳/۱۴ و کمترین آن مربوط به گوجه‌فرنگی با۰/۵۸ است. بر همین اساس، بهره‌وری انرژی گندم آبی ۳/۱، پنبه ۰/۴، چغندرقند ۲/۶۹، سیب‌زمینی ۱/۳۳ به دست آمد (Mansourian, 2005). Mysammy *et al*. (2008)

نیز در تحقیقی که در زمینه‌ی جریان انرژی بر اساس نسبت سهم انرژی ورودی‌های مختلف به مزرعه و به دست آوردن سنجه های متداول در بحث انرژی از جمله شاخص کارآیی انرژی، سنجه مکانیزاسیون، سنجه کارآیی تبدیل انرژی خورشیدی، خالص انرژی دریافتی و بهره‌وری انرژی در سه محصول گندم آبی، گندم دیم و پیاز در سطح کشاورزان شهرستان بناب انجام دادند، دریافتند که کارآیی انرژی مربوط به عملکرد دانه برای گندم آبی برداشت شده با دست ۲/۹، برای گندم آبی برداشت با کمباین ۲/۵، برای گندم دیم ۱/۳ و برای پیاز ۰/۷۷ برآورد گردید. مشاهده شد که سهم نهاده‌ها از کل انرژی ورودی غیرخورشیدی در بیشتر موارد، مصرف سوخت‌های فسیلی بیش از ۵۰ درصد انرژی را به خود اختصاص داده است (Mysammy *et al*. 2002). در پژوهشی بمنظور بررسی انرژی داده- ستانده در تولید آفتابگردان بعنوان یک منبع سوخت بیودیزل در یونان مطالعه‌ای را انجام دادند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که کل انرژی ورودی برای تولید آفتابگردان برابر با GJ ha^{-1} ۱۰/۴۹ بوده است که سوخت و کود ازته بترتیب با ۴۲/۴ ٪و ۳۳/۹ ٪ از کل انرژی ورودی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند (Kallivroussis *et al*. 2002). پژوهشگران در مطالعه‌ای در مورد تعیین میزان مصرف انرژی گندم آبی و سیب‌زمینی در سطح‌های مختلف کشت در غرب اصفهان نشان دادند که بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به کودهای شیمیایی و کمترین میزان مصرف انرژی مربوط به انرژی کارگر بود (Ghah-rijiani, 2007). Mullaei *et al*. (2009) مطالعه‌ای در مورد نسبت انرژی بین گندم آبی و دیم در سه منطقه شهرستان اقلید انجام دادند. نسبت انرژی دانه در منطقه‌های گفته شده بترتیب۱/۰۶۸، ۱/۱۹ و ۰/۹۱ و میانگین نسبت انرژی با در نظر گرفتن دانه۱/۰۶۲ و با در نظر گرفتن دانه و کاه ۱/۶ گزارش شد (Mullaei *et al*., 2002). در پژوهشی Shahin *et al*. (2008) به بررسی انرژی مصرفی و تحلیل اقتصادی در تولید گندم آبی در شهرستان اردبیل پرداختند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که میزان کل انرژی ورودی GJ ha^{-1} ۴۷/۰۸ بوده است که حدود ۳۱/۱۹ ٪ از آن مربوط به کودهای شیمیایی و۲۶/۰۵ ٪ مربوط به انرژی سوخت دیزل است. همچنین۷۳/۲۷ ٪را انرژی‌های غیرمستقیم و۲۶/۷۳ ٪ را انرژی‌های مستقیم شامل شده است. نسبت انرژی خروجی به ورودی برابر۱/۹۷ و بهره‌وری انرژی برابر GJ ha^{-1} ۰/۰۹۶ برآورد گردید (Shahin *et al*., 2008). Haroni *et al*. (2018) میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزرعه‌های نیشکر را بررسی کردند نتایج نشان داد حدود۶۲/۷۳ درصد از کل انتشار این گازها مربوط به شاخ و برگ نیشکر، ۳۲/۳۳ درصد مربوط به الکتریسیته و کود و سوخت و در دیگر موارد در حد یک درصد یا کمتر گزارش کردند (Haroni *et al*., 2018). هدف از این مطالعه، بررسی روابط میان نهاده‌های انرژی و عملکرد تولید گندم، تعیین شاخص‌های انرژی، ارزیابی اثرهای محیط زیستی سیستم تولید گندم آبی در سطح کل استان اردبیل است.

مواد و روش‌ها

استان اردبیل یکی از استان‌های شمال غرب کشور است. پژوهشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ برای ارزیابی کارایی مصرف انرژی، تحلیل اقتصادی و اثرهای محیط زیستی در سیستم تولید گندم آبی در سطح استان اردبیل انجام شد. متغیرهای تحقیق شامل متغیرهای مستقل و وابسته است. متغیرهای وابسته این تحقیق عبارت است از کارآیی انرژی، بهره‌وری انرژی، شدت انرژی، میزان انرژی ورودی و خروجی بود. متغیرهای مستقل تحقیق عبارتند از: انرژی نهاده‌های تولید، انرژی کل ورودی، سطوح مختلف کشت گندم آبی بود. جامعه آماری این تحقیق شامل کشاورزانی بودند که بر اساس بالاترین سطح زیر کشت در سه شهرستان اردبیل، پارس‌آباد و بیله سوار، گندم آبی کاشته بودند، بنابراین ۱۰۰ کشاورز گندم‌کار بعنوان نمونه‌های تصادفی انتخاب شدند. داده‌ها از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه چهره به چهره با کشاورزان جمع‌آوری شدند. بدین ترتیب انرژی حاصل از هر کدام از نهاده‌های ورودی و خروجی برحسب مگاژول برآورد گردید. برای محاسبه انرژی‌های ورودی و خروجی در یک سیستم تولیدی می‌توان از هم‌ارز انرژی که بیان کننده میزان محتوای انرژی نهاده یا ستاده است با استفاده از جدول (۱) استفاده کرد. انرژی معادل هر نهاده یا ستاده از ضرب میزان مصرف آن در معادل انرژی محاسبه شد. انرژی ورودی (نهاده یا مصرفی) بطورکلی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بصورت‌های مختلف برای تولید محصول مصرف شده و عموم برای آن‌ها هزینه پرداخت می‌شود. بنابراین

نور خورشید هرچند پایه اصلی در تولید محصول‌های کشاورزی است، بدلیل رایگان بودن در محاسبه انرژی مصرفی لحاظ نشد.

جریان انرژی در تولید گندم آبی

ماشین‌های کشاورزی (تراکتور، کمباین، ادوات و...) هر کدام دارای عمر اقتصادی معینی هستند که به‌تدریج با انجام کار در فرآیند تولید محصول، مستهلک می‌شود. انرژی هم‌ارز ماشین برابر است با نسبت انرژی‌های مصرفی در تولید مواد اولیه، ساخت و فرآیند ماشین، حمل‌ونقل آن از کارخانه تا تحویل سر مزرعه و انرژی مصرفی برای تعمیرات آن به کل وزن ماشین و بر حسب مگاژول بر کیلوگرم بیان می‌شود. با داشتن هم‌ارز انرژی هر واحد از وزن ماشین می‌توان با استفاده از رابطه ۱ میزان انرژی مصرفی ماشین را به دست آورد. انرژی دیگر نهاده‌ها با استفاده از مقادیر هم‌ارز انرژی نهاده‌های مصرفی و تولید شده محاسبه گردید (جدول ۱).

$$E_m = \frac{EI_m.W.T}{N} \qquad (۱)$$

که در آن E_m انرژی ماشین ($MJ\ ha^{-1}$)، EI_m هم ارز انرژی هر واحد از وزن ماشین ($MJ\ ha^{-1}$)، N عمر اقتصادی ماشین (hr)، W وزن ماشین (kg) و T ساعات استفاده از ماشین در یک هکتار ($hr\ ha^{-1}$).

سوخت‌مصرفی

بمنظور تخمین مصرف سوخت فسیلی، مدت زمان هر عملیات از آغاز تا پایان بطور جداگانه محاسبه شده سپس با توجه به تجربه کاری راننده تراکتور و کمباین در سال‌ها و روزهای کاری گذشته میزان سوخت مصرفی بر اساس رابطه ۲ محاسبه گردید.

$$FT = t \times FH \qquad (۲)$$

که در آن FT سوخت موردنیاز برای عملیات زراعی در سطح یک هکتار (لیتر در هکتار)، t مدت زمان انجام کارکرد تراکتور یا کمباین (ساعت در هکتار) و FH سوخت مورد نیاز تراکتور یا کمباین در یک ساعت انجام عملیات زراعی (لیتر در ساعت) است. همچنین برای مزرعه‌هایی که برای عملیات پمپاژ آب از سوخت دیزل استفاده شده بود نیز از رابطه ۲ استفاده گردید.

سنجه‌های انرژی

محققان بازده انرژی را معیار پیشرفت فناوری دانسته و شاخص‌های بازده یا نسبت انرژی، افزوده خالص انرژی و بهره‌دهی انرژی را در ارزیابی و آنالیز مصرف انرژی در بخش کشاورزی مهم دانستند. برای برآورد شاخص‌های انرژی از متغیرهای وابسته این تحقیق که عبارتند از کارآیی (نسبت) انرژی بهره‌وری انرژی و افزوده خالص انرژی و از معادله های ۳ تا ۵ به دست آمدند، استفاده شد. (Almasi *et al*., 2008)

$$\text{Energy.use..Efficincy} = \frac{\text{Energy.outpout}(Mjha^{-1})}{\text{Energy.input}(Mjha^{-1})} \qquad (۳)$$

$$\text{Energy.use.Productivy} = \frac{\text{Wheat.Yield}(Kgha^{-1})}{\text{Energy.input}(Mjha^{-1})} \qquad (۴)$$

$$\text{Net.Energy} = \text{Energy.output}(Mjha^{-1}) - \text{Energy.input}(Mjha^{-1}) \qquad (۵)$$

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHGs)[1]

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHGs) مرتبط با نهاده‌ها ارزیابی شده و برمبنای معادل $Co_{2e}(Co_2)$ بیان می‌شود. گازهای گلخانه‌ای بررسی شده شامل CO_2, N_2Oو CH_4 بود. در جدول ۲ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با نهادهای مختلف نشان داده شده است. میزان انتشار گازهای گلخانه ای می‌تواند در واحد سطح زمین، در واحد وزن محصول تولیدی و در واحد انرژی خروجی بیان شود. در این تحقیق میزان انتشار گازهای گلخانه ای با ضرب کردن مقدار نهادهای مصرفی (سوخت، کودهای شیمیایی، ماشین‌آلات و آفت‌کش‌ها) در ضریب‌های انتشار مربوط به نهاده‌ها محاسبه شد. پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) شاملCH_4, N_2Oو CO_2 در دوره زمانی ۱۰۰ ساله بترتیب ۳۱۰، ۲۱ و ۱ در نظر گرفته شد (Pachauri *et al*, 2007). تأثیر گرمایشی گازهای گلخانه ای با رابطه ۶ ارزیابی گردید.

$$\text{Greenhouse.effect} = \sum \text{Gwpt} \times \text{mi} \qquad (۶)$$

که در آن: mi وزن گازهای منتشر یافته است.

سنجه‌های اقتصادی

با توجه به قیمت نهاده‌های بکار رفته و بر اساس اطلاعات پرسش‌نامه‌ها ،هزینه‌های تولید برآورد می‌گردد. با استفاده از داده‌های قیمت فروش محصول‌ها و عملکرد آن‌ها، درآمد کل نیز محاسبه می‌شود. هزینه کل شامل هزینه‌های ثابت و متغیری است که در تولید محصول مصرف شده است.

جدول ۱- ضریب‌های هم‌ارز انرژی نهاده‌ها وستاده‌ها در تولید گندم آبی
Table 1. Energy coefficients of different inputs and outputs used in wheat production in irrigated farms

انرژی نهاده یا ستانده Input and out put energy	معادل انرژی در واحد Energy equivalent.unit^{-1}	واحد انرژی Energy unit	مرجع Reference
انرژی نهاده Input energy			
نیروی انسان Human labor	1.96	MJ hr^{-1}	(Singh *et al*., 2002; Ozkan *et al*., 2004; Yilmaz *et al*., 2005)
ماشین‌ها Machinary			
تراکتور Tractorz	93.6	MJ kg^{-1}	(Ovtit-Canavate and Hernanz ,1999)
کمباین Combine	306.7	MJ kg^{-1}	(Ovtit-Canavate and Hernanz ,1999)
دیگر ماشین‌ها Implement and machinery	62.7	MJ kg^{-1}	(Ovtit-Canavate and Hernanz ,1999)
سوخت دیزل Diesel fuel	56.31	MJ kg^{-1}	(Singh *et al*., 2004; Erdal *et al*., 2007)
کودهای شیمیایی Fertilizers			
ازت (N) Nitrogen	66.14	MJ kg^{-1}	(Yilmaz *et al*., 2005)
فسفر (P_2O_5) Phosphate	12.44	MJ kg^{-1}	(Yilmaz *et al*., 2005)
پتاسه (K_2O) Potassium	11.55	MJ kg^{-1}	(Yilmaz *et al*., 2005)
ریزمغذی micro nutrient	120	MJ kg^{-1}	(Gundogmus, 2006)
سم‌های شیمیایی Pesticides			
علف‌کش Herbicides	238	MJ L^{-1}	(Gundogmus, 2006)
حشره‌کش Insecticides	101.2	MJ L^{-1}	(Gundogmus, 2006)
قارچ‌کش Fungicides	216	MJ kg^{-1}	(Gundogmus, 2006)
بذر Seed	25	MJ kg^{-1}	(Burhan *et al*., 2004)
حمل‌و نقل Transport	3.05	MJ.t.km^{-1}	(Kitani, 1999)
الکتریسیته Electricity	3.6	MJ.KWh^{-1}	(Ghorbani *et al*., 2011)
آب Water for irrigation (m^3)	1.02	MJ m^{-3}	(Singh *et al*., 2004)
انرژی ستاده Output energy			
دانه گندم grain wheat	14.48	MJ kg^{-1}	(Ghorbani *et al*., 2011)
کاه گندم Wheat straw	2.25	MJ kg^{-1}	(Ghorbani *et al*., 2011)

جدول ۲- ضریب‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای نهادهای مصرفی
Table 2. Greenhouse gas (GHG) emission coefficients of agricultural input

نهاده	CO2	N2O	CH4	منبع
سوخت دیزل(L) Diesel fuel	3560	0.70	5.20	(Kramer *et al.*, 1999)
الکتریسیته(Kwh) Electricity	61.20	8.82	0.02	(Snyder *et al.*, 2009)
ازت (kg) Nitrogen	3100	0.03	3.70	(Tzilivakis, 2005)
فسفر (kg) Phosphate	1000	0.02	1.80	(Snyder *et al.*, 2009)
پتاس (kg) Potassium	700	0.01	1.00	(Snyder *et al.*, 2009)
آفت‌کش (kg) Chemicals	5100	0.02	0.01	(Snyder *et al.*, 2009)
پتانسیل گرمایش جهانی (GWP)	1	310	21	(Tzilivakis, 2005)

هزینه‌های متغیر شامل هزینه نیروی انسانی، هزینه تعمیر و نگهداری ماشین‌ها، هزینه سوخت، هزینه آفت‌کش‌ها، هزینه کودهای شیمیایی و دامی، هزینه آب مصرفی و هزینه الکتریسیته است هزینه‌های ثابت نیز شامل هزینه‌های استهلاک، سود سرمایه، بیمه و مالیات و سایبان می‌شوند. برای محاسبه سنجه‌های اقتصادی از روابط ۷ تا ۹ استفاده شد (Kitani, 1999).

$$\text{Net return} = TR - TC \quad (۷)$$

$$\text{Benefit /Cost ratio} = \frac{TR}{TC} \quad (۸)$$

$$\text{Productivity} = \frac{Y}{TC} \quad (۹)$$

که در آن: Net return : درآمد خالص، ($Rial\ ha^{-1}$)، Y: عملکرد گندم آبی($kg\ ha^{-1}$) ، TR : درآمد کل ($Rial\ ha^{-1}$) TC: هزینه کل، ($Rial\ ha^{-1}$)، Benefit/Cost ratio: نسبت فایده به هزینه وProductivity: بهره وری ($kg\ ha^{-1}$)

نتایج و بحث

برای تحلیل و ارزیابی انرژی مصرفی گندم آبی در استان اردبیل حدود ۵۰۰۰۰ هکتار از مجموع ۷۰۸۹۵ هکتار در بیش از ۲۰۰۰۰ بهره‌دار مورد مطالعه قرار گرفت (جدول ۳). متوسط مساحت مزرعه‌های مورد ارزیابی برای گندم آبی برای شهرستان‌های پارس‌آباد، بیله سوار و اردبیل بترتیب ۱۶/۳،۶۳/۲ و ۵۷/۱ هکتار بود. در بیشتر مزرعه‌های مورد بررسی عمده عملیات آماده‌سازی و تهیه بستر توسط تراکتور فرگوسن ۲۸۵ و ۳۹۹ با توان ۷۵ و ۱۱۰ اسب بخار بود. دوره کاشت برای گندم آبی در ماه‌های مهر تا آذر، دوره برداشت نیز از اواسط خرداد تا اواخر مرداد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد متوسط دفعه‌های آبیاری مزرعه‌های گندم در سه شهرستان استان متفاوت بود. در حالی که تعداد دفعه‌های مصرف سم‌ها و کودهای شیمیایی در مزرعه‌ها کمابیش مشابه بود (جدول ۳). شرایط اقلیمی استان اردبیل مشتمل بر دو اقلیم نیمه گرمسیری و سردسیری بود، بنابراین ارقام گندم کشت شده متفاوت بودند. در منطقه پارس‌آباد و بیله سوار ارقام متداول شامل احسان، گنبد، چمران، مروارید کوهدشت، زاگرس و کریم بود. در شهرستان اردبیل نیز بیشتر از ارقام سایسونز، گاسکوژن، میهن و پیشگام استفاده شده بود. منبع‌های تأمین آب مصرفی در منطقه‌های پارس‌آباد و بیله سوار، شبکه آبیاری سد میل مغان و در اردبیل، قنات‌ها و چاه‌ها می باشد. میانگین تعداد دفعه‌های آبیاری گندم آبی در پارس‌آباد و بیله سوار بترتیب ۵/۴ و ۵/۳ بود. در شهرستان اردبیل کشت آبی گندم بیشتر بصورت آبیاری تکمیلی در یک تا دو نوبت انجام می‌گردید (جدول ۳).

تجزیه و تحلیل انرژی‌های ورودی و خروجی در سیستم‌های تولید گندم آبی

نتایج محاسبه انرژی ورودی و خروجی برای محصول گندم آبی به تفکیک نهاده‌های مختلف در جدول ۴، نشان داده شده است. کل انرژی برای دانه گندم ۳۴/۳۸۷۵۵ مگاژول بر هکتار برآورد شد. انرژی خروجی (کاه و دانه) یا عملکرد بیولوژیک و دانه در محصول گندم آبی در استان اردبیل بترتیب ۳۹/۷۷۳۸۱ و ۰۷/۶۵۰۱۶ مگاژول در هکتار محاسبه گردید. این نتایج با پژوهش دیگر محققان همخوانی دارد

جدول ۳- مدیریت زراعی برخی عملیات سیستم تولید گندم آبی
Table 3.Management of some crop operation on irrigated wheat production system

عملیات زراعی Farming operation	شهرستان city		
	پارس‌آباد Parsabad	بیله سوار Bilesavar	اردبیل Ardabil
تراکتور مورد استفاده Tractor	(MF285-MF399 و JD1340)	(MF285 و MF399)	(Roomani و MF285-MF399)
متوسط تعداد شخم Average number of plows	2.6 ± 0.1	2.2 ± 0.1	1.8 ± 0.1
میانگین وسعت مزرعه‌ها Average area of farms	3.16	2.63	1.57
متوسط دفعه‌های مصرف کود Average fertilizer usage time	3	2	2
متوسط تعداد آبیاری Average irrigation	4-5	3-4	1-2
متوسط دفعه‌های مصرف سم‌ها Average number of pesti-cides	3	3	2
سطح زیر کشت Cultivation area	18380	13322	18300
تعداد بهره‌بردار Number of farmers	5813	5050	11650

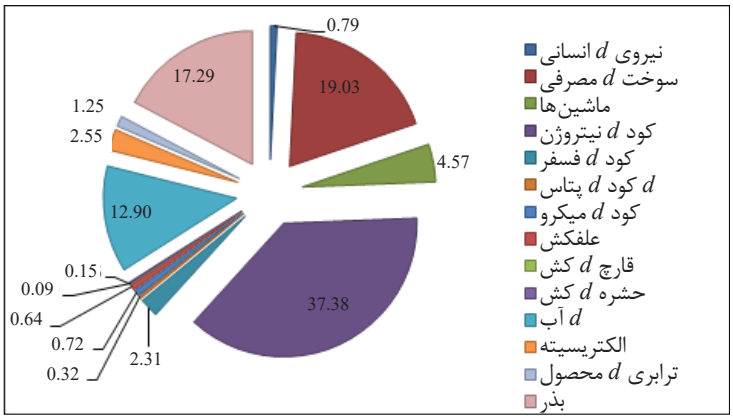
جدول۴- جریان انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها در تولید گندم آبی (مگاژول در هکتار)
Table 4. Energy inputs and outputs for irrigated wheat production farms (MJ. ha^{-1})

عنوان Title	میانگین انرژی (مگاژول در هکتار) Energy equivalent (MJ ha^{-1})
انرژی نهاده Input energy	
نیروی انسان Human labor	309.93
ماشین‌هاMachinary	1773.03
سوخت دیزل Diesel fuel	7379.98
کودهای شیمیاییFertilizers	
نیتروژن Nitrogen (N)	14497.21
فسفر Phosphate (P_2O_5)	896.14
پتاسه Potassium (K_2O)	125.66
ریزمغذی micro nutrent	280.56
سموم شیمیایی Pesticides	
علف‌کش Herbicides	249.39
حشره‌کش Insecticides	57.00
قارچ‌کش Fungicides	35.00
بذر Seed	6707.50
حمل‌ونقل Transport	485.63
الکتریسیته Electricity	990.00
آب مصرفی(m^3) Water for irrigation	5000.3
انرژی ستاده Output energy	
دانه گندم wheat grain	65016.06
کاه گندم Wheat straw	12365.35

(Zoghipour and torkamani, 2004).

نتایج بررسی سهم هر یک از نهاده‌های انرژی در تولید گندم آبی در شکل ۱، نشان داده شده است. کودهای شیمیایی در تولید گندم آبی، بالاترین انرژی ورودی را به خود اختصاص دادند. کود نیتروژن نیز با ۳۷/۳۸ درصد در بالاترین سطح بود. سوخت دیزل با ۱۹/۰۳ درصد در رتبه دوم و بذر و آب مصرفی بترتیب با ۱۷/۲۹ و ۱۲/۹۰ درصد در رتبه‌های بعدی بیشترین درصد از انرژی ورودی را داشتند. الکتریسته با ۲/۵۵ درصد و سم‌های شیمیایی قارچ‌کش، علف‌کش و حشره‌کش بترتیب با ۰/۹۰، ۰/۱۵ و ۰/۷۲ کمترین درصد انرژی ورودی را داشتند (شکل ۱). دیگر محققان نیز نتایج مشابهی را مطرح کردند (Ghahrijiani, 2007; Mansourian, 2005).

از مجموع انرژی‌های ورودی، انرژی مستقیم حدود ۳۹/۸۸ درصد از کل انرژی‌های ورودی برای تولید یک هکتار گندم آبی و انرژی‌های



شکل ۱- درصد سهم هریک از انرژی‌های ورودی در تولید گندم آبی

Fig 1-The percent share of total mean energy inputs in irrigated wheat production

غیرمستقیم ۶۰/۱۲ درصد را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در این میان سهم انرژی‌های تجدید پذیر و غیر تجدید پذیر بترتیب ۳۱/۰۱ و ۶۸/۹۹ درصد از کل انرژی‌های ورودی در سامانه تولید گندم آبی بودند (جدول ۵). این نتایج با پژوهش‌های دیگر محققان مطابقت دارد (Zoghipour and Torkamani, 2004).

نتایج ارزیابی نشان داد کارایی مصرف انرژی برای عملکرد بیولوژیکی گندم (مجموع کاه و دانه) و عملکرد دانه بترتیب ۱/۶۷ و ۱/۹۹ به دست آمد. بهره‌وری انرژی در تولید دانه گندم ۰/۱۱۶ کیلوگرم بر مگاژول و مجموع کاه و دانه گندم ۰/۲۴۲ کیلوگرم بر مگاژول بود.

افزوده انرژی خالص در تولید دانه گندم آبی ۲۶۲۶۰/۷۳ مگاژول بر هکتار و در تولید مجموع کاه و دانه گندم آبی ۳۸۶۲۶/۰۵ مگاژول بر هکتار بود (جدول ۶). با توجه به بررسی منبع‌ها، نتایج کلی نشان می‌دهد از نظر افزوده انرژی خالص، تولید گندم آبی در استان اردبیل در مقایسه با تولید آن در دیگر نقاط کشور مقرون به صرفه تراست. بررسی‌های محمدرضا اصغری پور و همکاران در سال ۹۵ نشان داد که کل انرژی ورودی حدود ۴۱۹۲۱/۸ مگاژو در هکتار بوده و در بین نهاده‌های ورودی انرژی، کود نیتروژن با ۳۸ درصد و پس از آن سوخت دیزل با ۱۳ درصد بیشترین سهم‌ها را دارا هستند. حدود

جدول۵- انواع انرژی‌های ورودی در تولید گندم آبی

Table 5. Energy forms in irrigated wheat production

نوع انرژی Type of energy	میانگین انرژی (مگاژول در هکتار) (MJ ha^{-1}) Energy equivalent	درصد از کل Percent of total
کل انرژی ورودی Total input energy	38755.34	100
انرژی مستقیم Direct energy	15455.98	39.88
انرژی غیرمستقیم Indirect energy	23299.37	61.12
انرژی تجدیدپذیر Renewable energy	12018.12	31.01
انرژی غیر تجدید پذیر Non renewable energy	26737.22	68.99

جدول۶- سنجه‌های انرژی در تولید گندم آبی
Table 6. Energy indices in irrigated wheat production

سنجه Index	واحد Unit	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield
انرژی ورودی Input energy	MJ	38755.34	38755.34
انرژی خروجی Output energy	MJ	65016.07	77381.39
کارآیی انرژی Energy ratio	-	1.67	1.99
بهره‌وری انرژی Energy productivity	$Kg\ MJ^{-1}$	0.116	0.142
افزوده انرژی Net energy	$MJ\ .hr^{-1}$	2626.73	3826.05

۳۵ درصد از کل انرژی مصرفی در تولید گندم انرژی مستقیم و ۵۹ درصد انرژی غیرمستقیم بود. در تحقیقی دیگر ملائی و همکاران کارایی مصرف انرژی برای تولید دانه گندم و عملکرد بیولوژیک بترتیب ۲/۲۹ و۶/۲۳ در کشت و صنعت دشت نمدان اقلید برآورد کردند (Mullaei *et al*., 2002). همچنین بنابر بررسی‌های کاناکسی و همکاران در ترکیه، بیشترین سهم از کل انرژی ورودی به مزرعه‌های گندم مربوط به کودهای شیمیایی، بذر و سوخت‌های فسیلی است که بترتیب ۵۴/۱، ۲۵/۲ و ۱۷/۴ را تشکیل می‌دهند (Canakci *et al*., 2005). مطالعات و نتایج بررسی‌ها در سامانه کشت گندم آبی در استان اردبیل با نتایج دیگر محققان همخوانی دارد.

تجزیه و تحلیل انتشار GHGs و GWP در سامانه تولیدگندم آبی

میزان انتشار GHGs برای نهاده‌های مختلف در مزرعه گندم در جدول ۷ خلاصه شده است. میزان انتشار گازهای گلخانه ای بررسی شده شامل CH_4،N_2o و CO_2 از مزرعه‌های گندم استان اردبیل بترتیب۵۱۷/۱۴، ۱/۶۵ و ۱۲۷۱/۵۲کیلوگرم در هکتار بود. میزان پتانسیل گرمایشی (GWP)[۲] ۱۶۱۶۲۰/۱۴ کیلوگرم Co_2eq در هکتار تخمین زده شد. سوخت فسیلی، الکتریسیته و ازت بترتیب با ۲۶/۶۱، ۳۰/۲۹ و ۳۸/۱۶ درصد بیشترین سهم را داشته است. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از نهاده‌های مختلف وGHG آن‌ها در تولیدگندم آبی در استان اردبیل نسبت به میزان گزارش شده توسط اصغری پور و همکاران در سال ۱۳۹۵ در استان کرمانشاه تا حدودی کمتر است (Asgharipour *et al*., 2017). شیری و همکاران نیز در سال ۱۳۹۷ در بررسی چرخه حیات (LCA)[۳] نظام تولید ذرت در شرایط آبوهوایی مغان گزارش کردند در میان شاخص‌های محیط زیستی، بیشترین سهم نظام تولیدی ذرت بترتیب برای گروه‌های مؤثر اوتریفیکاسیون اکوسیستم خشکی و اسیدیته و در میان گروه‌های تخلیه منبع‌ها، تخلیه منبع‌های فسیلی

جدول ۷- میزان انتشار گازهای گلخانه ای (کیلوگرم در هکتار) از نهاده‌های مختلف و GHG آن‌ها در تولیدگندم استان اردبیل
Table 7. Greenhouse gas (GHG) emission coefficients of agricultural inputs ($kg\ ha^{-1}$) and GHG in irrigated wheat production in Ardabil Province

نهاده Input	CO2	N_2O	CH_4	GWP	درصد گرمایش جهانی (%GWP)
سوخت دیزل Diesel fuel	466.57	9.17	0.68	476.43	26.61
الکتریسیته Electricity	35.19	507.15	0.01	542.35	30.29
نیتروژن Nitrogen	681.69	0.66	0.81	683.16	38.16
فسفر Phosphate	72.04	0.14	0.13	72.31	4.04
پتاس Potassium	7.51	0.0001	0.010	7.53	0.42
آفت‌کش Chemicals	8.51	<0.1	<0.1	8.52	0.48
مجموع انتشار Total dissemination	1271.52	517.14	1.65	-	-
پتانسیل گرمایش جهانی (GWP)	1	310	21		

جدول ۸ - تحلیل اقتصادی تولید یک هکتار گندم آبی در استان اردبیل
Table 8- Economic analysis of irrigated wheat production in Ardabil Province

اجزا هزینه و سود Cost and profit components	واحد Unit	ارزش Value
عملکرد دانه Grain yield	$kg.ha^{-1}$	4490
قیمت فروش Selling price	$Rial\ ha^{-1}$	13200
ارزش ناخالص تولید Gross value of production	$Rial\ ha^{-1}$	59268792
هزینه متغیر تولید Variable production cost	$Rial\ ha^{-1}$	17788747
هزینه ثابت Fixed cost	$Rial\ ha^{-1}$	212267000
کل هزینه تولید Total production cost	$Rial\ ha^{-1}$	39015747
کل هزینه تولید Total production cost	$Rial\ kg^{-1}$	8689
سود ناخالص Gross profit	$Rial\ ha^{-1}$	41480046
سود خالص Net profit	$Rial\ ha^{-1}$	23691299
نسبت فایده به هزینه Benefit-Cost Ratio	-	1.52

بیشترین تأثیر سوء محیط زیستی را در تولید ذرت در منطقه مغان داشتند (Shiri *et al*., 2018). دیگر محققان نیز نتایج کم و بیش مشابهی را مطرح کردند (Haroni *et al*., 2018).

تحلیل اقتصادی در نظام تولیدی گندم آبی در استان اردبیل

هزینه‌های تولید یک هکتار گندم آبی شامل هزینه‌های نیروی کارگری، آماده‌سازی زمین، نهاده‌ها، هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت می‌شود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ارزش ناخالص تولید و کل هزینه‌های تولید گندم آبی در استان اردبیل بترتیب ۵۹۲۶۸۷۹۲ و ۳۹۰۱۵۷۴۷ ریال در هکتار و نسبت فایده به هزینه ۱/۵۲ برآورد گردید (جدول ۸). در این بررسی ۵۴/۴۵ درصد از کل هزینه‌های تولید مربوط به هزینه‌های ثابت و ۴۵/۶ درصد مربوط به هزینه‌های متغیر بود. سود خالص حاصل ۲۳۶۹۱۲۹۹ریال بود که نشان دهنده برخورداری از توجیه اقتصادی تولید گندم آبی در استان اردبیل بود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد کل انرژی ورودی حدود $MJ\ ha^{-1}$[1] ۳۸۷۵۰ بود. در بین نهاده‌های ورودی، انرژی کود نیتروژن و سوخت بترتیب با ۳۷/۴۱ ٪ و ۱۹/۰۴ ٪ بیشترین سهم را داشتند. سهم انرژی مصرفی مستقیم و غیرمستقیم بترتیب حدود ۳۹/۸۸ ٪و ۶۰/۱۲ ٪و انرژی‌های تجدیدپذیر و غیر تجدیدپذیر بترتیب ۳۱/۰۱ ٪و ۶۸/۹۹ ٪بود. بهره‌وری انرژی بترتیب ۰/۱۱۶ و $kg\ MJ^{-1}$ ۰/۲۴۲ برآورد گردید. کل انتشار CH_4,N_2o و CO_2 از مزرعه‌های گندم آبی بترتیب ۵۱۷/۱۴، ۱/۶۵و۱۲۷۱/۵۲ کیلوگرم در هکتار بود که پتانسیل گرمایش جهانی (GWP[2]) $kg\ CO_2eq\ ha^{-1}$ ۱۶۱۶۲۰/۱۴ تخمین زده شد. بنابراین مصرف واحدهای اضافی کودها و سوخت‌های فسیلی نه تنها چیزی به انرژی خروجی اضافه نمی‌کند بلکه سبب آلودگی منبع‌های طبیعی و غیرارگانیک شدن محصول‌های کشاورزی مانند گندم می شود. بدین ترتیب، چنین به نظر می‌رسد که بتوان از روش‌های مختلف مدیریت نظام زراعی بر مبنای بهره گیری از اصول کم نهاده نظیر کاربرد انواع نهاده‌های آلی، کاشت گیاهان تثبیت کننده نیتروژن بصورت کشت مخلوط، کمترین خاک ورزی و کاهش مصرف انواع نهاده‌های شیمیایی برای کاهش اثرهای محیط زیستی این نظام تولیدی و تغییر اقلیم استفاده کرد و در نتیجه موجب کاهش سهم این تاثیرها شد.

پی نوشت‌ها

[1] Greenhouse Gas (GHG) Emission

[2] Global Warming Potential (GWP)

[3] Life Cycle Assessment (LCA)

منابع

Almasi, M., Kiani, Sh. and Lovimi, N., 2008. Fundamentals of Agricultural Mechanization. (4 eds), Jangal Publication,Tehran, Iran.

Anonymous, 2016. Agricultural Statistics Center for Information and Communication Assistance of Technology. Planning and Economic, Ministry of Agriculture, Tehran, Iran.

Asgharipour,M.R., Salehi, F. and Ahmadpou, M., 2017. Energy consumption pattern and sensitivity analysis of irrigated wheat production farms in Kermanshah. Environmental Sciences. 14(1), 9-18.

Burhan, O., Akcaoz, H. and Cemal, F., 2004. Energy input–output analysis in Turkish agriculture. Renewable Energy. 29, 39–51.

Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I. and Ozmerzi, A., 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production, case study for Antalya Region Turkey. Energy Conversion and Anagement. 46, 655-666.

Darlington, D., 1997. What is efficient agriculture? Available online at: http:// www. veganorganic. net/ agri. htm.

Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H. and Gündüz, O., 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy. 32(1), 35-41.

Ghahrijiani, M., 2007. Determination of energy consumption of wheat germinated wheat in different levels of cultivation in West of Isfahan (Friedan and Fereydoun Shahr). MS.c. Thesis. University of Tehran, Tehran, Iran.

Ghorbani, R., Mondani, F., Amirmoradi, S., Feizi, H., Khorramdel, S., Teimouri, M, and Aghel, H., 2011. A case Study of energy use and Economical analysis of Irrigated and dryland. Wheat Production Systems. Applied Energy. 88(1), 283-288.

Gundogmus, E., 2006. Energy use on organic farming: a comparative analysis on organic versus conventional apricot production on small holdings in Turkey. Energy Conversion and Management. 47, 3351–3359.

Haroni, S., Sheykhdavodi, M. and Kiani Deh Kiani, J.M., 2018. Application of Artificial Neural Networks for Predicting the Yield and GHG Emissions of Sugarcane Production. Journal of Agricultural Machinery. 8(2), 389-401.

Kallivroussis, L., Natsis, A. and Papadakis, G., 2002. The energy balance of sunflower production for biodiesel in Greece. Biosystems Engineering. 81, 347-354.

Kitani, O., 1999. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Energy and Biomass Engineering. ASAE Publication, St Joseph, MI.

Kocheki, A., 1994. Agriculture and Energy (Ecological Attitudes). Ferdowsi University Press, Mashad, Iran.

Kramer, K.J., Moll, H.C. and Nonhebel, S., 1999. Total greenhouse gas emissions related to the Dutch crop production system. Agriculture, Ecosystem and Environment.72, 9–16.

Mansourian, N., 2005. Study of energy efficiency in agricultural sector of Iran (Case study of Khorasan province). In Proceedings 5th Iranian Agricultural Economics Conference, Zahedan, Iranian.

Mullaei, K., Kayhani, A., Karimi, M., Khairali Pour, K. and Ghasemi, M.K., 2009. Energy ratio of dry wheat (Case study of Eghlid region). Biosystem Journal of Iran. 1, 13-19. (In Persian with English abstract).

Mysammy, M.A., Ajab Shirchi, Ye. and Ranjbar, A., 2008. Energy consumption pattern in the production of some agricultural products and estimation of energy indices (case study in Bonab city). In Proceedings 5th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. 17th Agust, Mashhad, Iran.

Ovtit-Canavate, J. and Hernanz, J.L., 1999. Energy Analysis and Saving. In CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Energy & Biomass Engineering. ASAE Publication. MI. USA.

Pachauri, R.K. and Reisinger, A., 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 341–412.

Rafiee, S., Avval, S.H.M. and Mohammadi, A., 2010. Modeling and sensitivity analysis of energyinputs for apple production in Iran. Energy. 35(8), 3301–3306.

Shahin, S., Jafari, A., Mobli, H., Rafiee, S. and Karimi, M., 2008. Energy use and economical analysis of wheat production in Iran: A case study from Ardabil province. Journal of Agriculture and Technology. 4, 77-88.

Shiri, M.R., Ataei, R. and Golzardi, F., 2018. Life cycle assessment (LCA) for a maize production system under Moghan climatic conditions. Environmental Sciences. 16(1), 191-206.

Singh, G., Singh, S. and Singh, J., 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. Energy Conversion and Management. 45, 453-465.

Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L. and Fixen, P.E., 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems and Environment. 133(3–4), 247-266.

Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A. and Jaggard, K., 2005. An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (Beta vulgaris) production in the UK. Agricultural Systems. 85(2), 101-119.

Yilmaz, I., Akcaoz, H. and Ozkan, B., 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton productionin Turkey. Renewable Energy. 30, 145-155.

Zoghipour, A. and Torkamani, J., 2004. Analysis of data-output pattern of energy in department of Iranian agriculture. In Proceedings 6th Iranian Conference on Agricultural Economics, Mashhad, Iran.

Environmental Sciences Vol.17/ No.3/ Autumn 2019

137-150

Economic assessment of energy consumption and greenhouse gas emissions from wheat production in Ardabil Provience

Jabraeil Taghinazhad,[1*] Adel Vahedi[2] and Fayyaz Ranjbar[1]

[1]Department of Agricultural Engineering Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran

[2]Department of Agricultural Engineering Research, AREEO, karaj, Iran

Received: 2019.01.13 Accepted: 25.05.2019

Taghinazhad, J.,Vahedi, A. and Ranjbar, F., 2019. Economic assessment of energy consumption and greenhouse gas emissions from wheat production in Ardabil Provience. Environmental Sciences.17(3): 137-150.

Introduction: Today, the agricultural sector is dependent on energy consumption in order to respond to the growing demand for food and etc. The efficient use of inputs in agriculture lead to the sustainable production and help to reduce the fossil fuel consumption and greenhouse gases emission and save financial resources. Furthermore, detecting relationship between the energy consumption and the yield is necessary to approach the sustainable agriculture. It is generally accepted that many countries try to reduce their dependence to agricultural crop productions of other countries. The being Independent on agricultural productions lead to take more attention to modern methods and the objective of all these methods is increasing the performance with the efficient use of inputs or optimizing energy consumptions in agricultural systems. The purpose of this study was to determine the amount of inputs and production performance, energy inputs and energy consumption, energy indices, and the environmental impacts of wheat production systems.

Material and methods: This study was carried out in Ardabil province of Iran. To achieve these objectives, data were collected from 100 irrigated wheat farms selected from three counties including Parsabad, Bilesavar, and Ardabil during 2017-2018 using a random sampling method. Energy consumption in wheat production was calculated based on direct and indirect energy sources including human, diesel fuel, chemical fertilizers, pesticides, machinery, irrigation water, electricity and wheat stalk. Energy values were calculated by multiplying inputs and outputs per hectare by their coefficients of energy equivalents. Renewable energies include machinery, wheat stalk, chemical fertilizer while non-renewable energy consisted of machinery, chemical fertilizer, electricity and diesel fuel. Energy values were calculated by multiplying inputs and outputs per hectare by their coefficients of energy equivalents.

*Corresponding Author: *Email Address.* j.taghinezhad@areeo.ac.ir

Results and discussion: The results indicated that the total energy input was 38755.34 MJ ha-1, of which approximately 37.38% and 19.04% were produced from nitrogen fertilizers and diesel fuel, respectively. Approximately 39.03% of the total energy inputs used in wheat production was the direct energy, while the remaining 60.12% was indirect. Also, the results showed that energy use efficiency for grain production and biological yield of wheat was 1.67 and 1.99, respectively. Energy efficiency was estimated 0.116 and 0.142 MJ Kg -1. Total emissions of CO2, N2O, and CH4 from wheat farms were 1271.52, 517.14 and 1.65 kg ha-1, respectively. Gross value of production and Total production cost Was obtained 52268792 and 39015747. Benefit-cost ratio was obtained 1.52 and fixed and variable production cost were 54.45 and 45.6, respectively.

Conclusion: The global warming potential was estimated 161620.14 kg CO_2e ha^{-1}. Direct, indirect, renewable, and non-renewable energy forms had positive impacts on the output level. It seems that management systems based on a low input system, including organic fertilizers, No tillage and minimum tillage, could be regarded as an alternative management strategy for reducing problematic environmental impacts.

Keywords: Energy efficiency, Inputs, Wheat, Global warming.