فصلنامه علمی – ترویجی «نشریه انرژی ایران»
دوره ۲۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، صفحه ۵۰-۳۳

مقایسه انرژی ورودی، خروجی و پتانسیل گرمایش جهانی مزارع گندم و جو دیم در منطقه آق‌قلا (استان گلستان)

[۱] محمد تقی فیض بخش*، [۲] پریسا علیزاده، [۳] فاطمه شیخ

تاریخ دریافت:
۱۳۹۶/۱۰/۲۴

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۸/۳/۸

کلمات کلیدی:
انرژی ویژه،
انرژی غیرمستقیم،
سوخت،
عملیات زراعی

چکیده

در سال‌های اخیر ارزیابی انرژی ورودی و خروجی و پتانسیل گرمایش جهانی در بخش کشاورزی جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. جهت انجام این بررسی به‌ترتیب ۹۵ و ۸۳ مزرعه گندم و جو دیم انتخاب گردید و اطلاعات مربوط به ماشین‌آلات، نهاده‌های ورودی شامل بذر، کود، سوخت و سموم به‌وسیله‌ی پرسشنامه جمع‌آوری شد. میزان مصرف سوخت، انرژی ورودی و خروجی، شاخص‌های ارزیابی انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از انتشارگازهای گلخانه‌ای برحسب معادل دی‌اکسیدکربن محاسبه شد. نتایج نشان داد بیش ترین انرژی ورودی مستقیم در مزارع گندم و جو دیم به‌ترتیب ۳۸/۸ و ۴۶/۸ درصد مربوط به مصرف سوخت و در بخش انرژی ورودی غیرمستقیم بیش ترین مقدار ۳۱/۳ و ۱۹/۱ درصد به ترتیب برای مزارع گندم و جو دیم مربوط به کود نیتروژن بدست آمد. نسبت انرژی خروجی به ورودی درگندم و جو دیم به‌ترتیب ۵/۰۱ و ۵/۳ محاسبه شد. هم‌چنین میزان پتانسیل گرمایش جهانی درمزارع گندم و جو دیم به‌ترتیب ۹۴۳/۵ و ۷۳۹/۱ به‌دست آمد. با توجه به نتایج استفاده از ماشین‌آلات و ادوات کارآمدتر که باعث کاهش مصرف سوخت می‌شود و نیز رعایت تناوب زراعی مناسب و استفاده از کودهای آلی می‌تواند باعث کاهش انرژی مصرفی، افزایش بازده انرژی و نیز کاهش پتانسیل گرمایش جهانی درمزارع گندم و جو دیم شود.

۱. استادیار ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان (نویسنده مسئول)
feyz_54@yahoo.com
۲. دانشجوی دکترا دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
۳. استادیار ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان sheikhfatemeh@yahoo.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

۱. مقدمه

براساس آخرین آمار سطح زیر کشت کل محصولات زراعی ایران ۱۱/۳میلیون هکتار بوده که از این میزان حدود ۸/۱۷ میلیون هکتار به کشت غلات اختصاص پیدا کرده است که سهم گندم۶۳/۱۷ و جو ۱۷/۵۵درصد است [۱]. براساس آخرین آمار کل سطح زیر کشت گندم در استان گلستان ۳۵۷ هزار هکتار بوده است که از این مقدار ۱۴۹هزار هکتار آبی و ۲۰۹هزار هکتار دیم می‌باشد. هم‌چنین کل سطح زیر کشت جو در استان گلستان ۹۲هزار هکتار است که ۷۴هزار هکتار آن آبی و ۱۸هزار هکتار دیم می‌باشد [۱].

در سال‌های اخیر مصرف انرژی در کشاورزی شدیداً افزایش پیدا کرده و کشاورزی مدرن در زمینه‌ی انرژی بسیار پرمصرف شده است. بیشتر انرژی مصرفی برای تولید محصولات کشاورزی به دلیل استفاده از نهاده‌هایی مانند: ماشین‌آلات، سوخت‌های فسیلی، کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها است که استفاده نامناسب از این نهاده‌ها ضمن پائین آوردن کارآیی مصرف انرژی در تولید، باعث ایجاد مشکلاتی برای سلامتی انسان و محیط زیست نیز می‌شود. در حال حاضر به دلیل بحران انرژی در جهان ضرورت مطالعه بیشتر در زمینه‌ی مصرف انرژی و یافتن راهکارهایی برای مصرف بهینه‌ی آن احساس می‌شود [۱۹]. انرژی را توانایی انجام کار تعریف کرده‌اند. باتوجه به نیاز روزافزون انرژی درجهان امروز، قیمت بالا و محدودیت منابع انرژی و نیز اثرات استفاده نامتعارف و بیش از حد از انرژی در انتشار گازهای گلخانه‌ای و نیز تسریع در روند گرم شدن کره زمین، امروزه مقوله انرژی در تمام زیرساخت‌های اقتصاد اعم از صنعت، خدمات و کشاورزی به یکی ازمهم‌ترین مباحث فرآروی محققان و دانشمندان تبدیل شده است [۵].

به‌طورکلی منبع انرژی برای تولید غذا به دو شکل انرژی اکولوژیکی و انرژی زراعی است. انرژی اکولوژیکی شامل انرژی خورشیدی است که منبع انرژی برای تولید بیوماس محسوب می‌شود و انرژی زراعی، انرژی عرضه شده توسط انسان برای بهینه‌سازی تولید بیوماس در اکوسیستم‌های زراعی است. انرژی زراعی به دو شکل انرژی صنعتی و انرژی بیولوژیکی تفکیک می‌شود. انرژی صنعتی، انرژی زراعی حاصل از منابع غیرزنده مانند: الکتریسیته، نفت، گازوئیل و گاز طبیعی می‌باشد. انرژی زراعی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

بیولوژیکی نیز از منابع انسانی مانند نیروی کار انسان، نیروی کار دام و کود حیوانی تأمین می‌شود [۸]. انرژی زراعی صنعتی به دو شکل انرژی مستقیم و انرژی۱ غیرمستقیم۲می‌باشد [۸]. نقش حیاتی انرژی در توسعه بخش‌های مهم اقتصادی از قبیل صنعت، حمل و نقل و کشاورزی، پژوهش‌گران را به مطالعه در عرصه مدیریت بر مصرف انرژی واداشته است. استراپاستا و همکاران جریان انرژی برای تولید سیب در یونان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد انرژی ورودی ۵۰/۷ گیگاژول در هکتار و انرژی خروجی ۱۱۸/۵ گیگاژول در هکتار می‌باشد [۳۷]. در تحقیقی که توسط راتکه و همکاران با هدف توازن انرژی در کشت کلزای زمستانه از طریق فراهمی نیتروژن محصول قبلی در مناطق خشک آلمان انجام شد نتایج نشان داد انرژی ورودی در طول سال متغیر و بین ۷/۴۲ تا ۱۶/۱ گیگاژول در هکتار حاصل شد [۳۲]. احمدی و همکاران مصرف انرژی در زراعت پنبه در استان گلستان را تجزیه و تحلیل کردند [۱]. نتایج نشان دادکه سهم نهاده‌های مختلف در انرژی مصرفی در تولید پنبه استان متفاوت بود. سوخت تراکتور و سوخت موتور پمپ به‌ترتیب سهمی برابر با ۲۴ و۳۰ درصد را به خود اختصاص دادند و به‌طورکلی۵۴ درصد انرژی مصرفی در تولید پنبه مربوط به سوخت گازوئیل بود. کودها با ۲۴ درصد و مواد شیمیایی با ۱۳ درصد نیز به‌ترتیب رتبه دوم و سوم را در مصرف انرژی داشتند. عبدالله پور و زارع نیز مصرف انرژی را در مزارع گندم دیم در کرمانشاه مورد ارزیابی قرار دادند و میزان انرژی نهاده‌های ورودی در این مزارع را ۶۱۳۰/۹ هزار کیلوکالری در هکتار و میزان انرژی خروجی یا تولیدی محصول دانه گندم را ۵۰۱۸ هزار کیلوکالری در هکتار و محصول کاه را ۴۳۱۶ هزار کیلوکالری در هکتار برآورد کردند [۵]. نتایج بررسی اردال و همکاران نشان داد که استفاده از ماشین‌آلات و کودهای شیمیایی باعث افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی می‌شود درصورتی‌که نیروی انسانی از جایگزین خوبی برخوردار است [۲۰]. ولدیانی و همکاران با ارزیابی مصرف انرژی در مزارع تکثیر بذر ارقام دیم گندم آذربایجان شرقی و تأثیر آن بر محیط زیست نشان دادند که بیش‌ترین انرژی مصرفی در این مزارع، به‌ترتیب مربوط به کود نیتروژن، ماشین‌آلات و سوخت گازوئیل و کم‌ترین انرژی مصرفی متعلق به نیروی انسانی و علف‌کش می‌باشد [۱۰]. مولایی و همکاران با تعیین نسبت انرژی گندم دیم در سه

1. Direct Energy
2. Indirect Energy

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

منطقه شهرستان اقلید گزارش دادند که کود و سوخت بیش‌ترین سهم انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند که بایستی با مدیریت صحیح در مصرف بهینه آنها گام برداشت. مصرف این نهاده‌ها نه تنها هزینه تولید را افزایش می‌دهد بلکه سبب آلودگی محیط و منابع آب و خاک نیز می‌شود [۲۶].

این مطالعه به‌منظور شناخت و بررسی سیر انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی[1] (GWP) در تولید گندم و جو در اراضی شمالی دشت گرگان و در محدوده شهرستان آق‌قلا انجام شد تا بتوان راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از اتلاف انرژی و کاهش اثرات زیست‌محیطی منابع را شناسایی نمود.

۲. مواد و روش‌ها

نواحی شمالی استان گلستان و در محدوده شهرستان آق‌قلا یکی از مناطق عمده کشت گندم و جو در استان می‌باشد این اراضی غالباً به‌صورت دیم بوده و شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشت این گیاهان در منطقه است. جهت انجام این پژوهش اقدام به جمع‌آوری داده‌های موردنیاز از منطقه مورد بررسی شد. بر همین اساس با مصاحبه با کشاورزان مختلف، برای گندم و جو به‌ترتیب ۹۵ و ۸۳ کشاورز انتخاب گردید که از طریق تکمیل پرسشنامه در محدوده شهرستان گرگان اقدام به جمع‌آوری داده‌های موردنیاز ماشین‌آلات و نهاده‌های مصرفی شامل بذر، کود، سوخت و سموم در دو محصول گندم و جو دیم شد. پس از این مرحله داده‌ها توسط نرم‌افزار اکسل در سه بخش مصرف سوخت، انرژی سوخت مصرفی و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای بر مبنای معادل دی‌اکسیدکربن محاسبه گردید.

متغیر نیروی انسانی، از مجموع ساعات نیروی کارگری که صرف عملیات‌های مختف زراعی از جمله شخم، دیسک، تسطیح، کاشت بذر، کودپاشی، سم‌پاشی، برداشت و حمل و نقل می‌شود، محاسبه شد. این عدد در معادل انرژی آن یعنی عدد ۱/۹۶ مگاژول ضرب و مقدار انرژی نیروی انسانی بر حسب مگاژول در هکتار برای هر دو محصول به‌دست آمد. نهاده ماشین‌آلات به‌عنوان یکی از متغیرهای ورودی به مزرعه شامل ساعات کار ماشین‌آلات و ادوات مورد استفاده از کاشت تا برداشت، مانند ماشین آلات و ادوات مورد نیاز برای شخم و آماده‌سازی زمین، داشت و برداشت محصول و مقدار گازوئیل و

1. Global Warming Potential

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

روغنی که جهت سوخت ماشین‌آلات مختلف برای شخم، کاشت، کودهی، برداشت و نیز حمل ونقل در یک هکتار مزرعه گندم و جو دیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی ازمهم‌ترین متغیرهای ورودی به بوم نظام‌های کشاورزی کودهای شیمیایی است. از کودهای شیمیایی مورداستفاده در مزارع این دو محصول می‌توان به نیتروژن، فسفات و پتاسیم اشاره کرد. مقادیر مصرف سموم کشاورزی شامل علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها مورد استفاده در مناطق مورد مطالعه نیز جمع‌آوری شد و تحت متغیر مواد شیمیایی ارزیابی شد. مقدار بذر مصرفی در هر هکتار مزرعه گندم و جو دیم نیز ثبت و پس از ضرب در واحد تبدیل آن به‌صورت مگاژول در هکتار محاسبه شد.

انرژی ورودی کل از مجموع انرژی‌های نیروی کار، ماشین‌آلات، سوخت، کودهای شیمیایی، سموم و بذر محاسبه شد. انرژی خروجی کل نیز از برآورد مجموع انرژی عملکرد دانه و کاه و کلش محاسبه شد. انرژی غیرمستقیم شامل انرژی مصرف شده در بذر، کود، سموم شیمیایی و ماشین‌آلات است، در حالی که انرژی مستقیم شامل یروی کارگری و سوخت می‌باشد. هم‌چنین انرژی تجدیدناپذیر از مجموع انرژی سوخت، مواد شیمیایی، کود شیمیایی و ماشین‌آلات و انرژی تجدیدپذیر از مجموع نیروی کار، بذر و کود دامی محاسبه شد. برای برآورد مقدار مصرف سوخت ماشین‌آلات به تفکیک، عملیات زراعی مشخص شدند. از رابطه (۱) بین میزان سوخت براساس مدت زمان کارکرد ماشین‌آلات بر حسب ساعت در هکتار (FH) و سوخت مورد نیاز یک ساعت کار تراکتور بر حسب لیتر در ساعت T میزان سوخت مصرفی FT تعیین شد [۳۶].

$$FT=T \times FH \qquad (۱)$$

برای برآورد مقدار مصرف انرژی در نهاده‌های مصرفی مثل کود، آفت‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها میزان انرژی هرگرم ماده موثره در ضرایب مربوطه و وزن مخصوص آنها ضرب گردید. سایر محاسبات انرژی مصرفی برای ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در تولید و عملیات زراعی برای هر یک از روش‌ها با استفاده از ضرایب به‌دست آمده از منابع مختلف انجام شد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر به پدیده‌ی تغییر اقلیم و گرم شدن جهانی شده است. مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای در کشاورزی شامل دی‌اکسیدکربن (CO_2)، اکسید نیتروژن (N_2O) و متان (CH_4) می‌باشند که باعث گرم شدن جوّ زمین می‌شوند. پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) عبارت است از جمع گازهای گلخانه‌ای تولید شده که به‌صورت معادل CO_2 بیان می‌شود [۳]. در این تحقیق برای محاسبه

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

GWP، تولید گازهای CO_2، N_2O و CH_4 ناشی از مصرف انرژی در عملیات‌های مختلف از قبیل تولید کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم، تولید سموم شیمیایی، مصرف سوخت‌های فسیلی جهت انجام عملیات زراعی، تولید ماشین‌آلات زراعی و حمل و نقل در نظر گرفته شد.

با برآورد کل انرژی‌های ورودی و خروجی شاخص‌های ارزیابی انرژی شامل نسبت یا کارآیی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص برای هر روش کاشت با استفاده از روابط تعریف شده زیر محاسبه شد [۴-۲۵-۳۶].

نسبت یا کارآیی انرژی (بدون واحد)

$$ER=EO/EI \quad (۲)$$

که در آن ER نسبت یا کارآیی انرژی عددی است بدون واحد، EO مجموع انرژی‌های خروجی از مزرعه (مگاژول در هکتار) و EI مجموع انرژی‌های ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار) می‌باشد.

انرژی ویژه

$$SE=EI/GY \quad (۳)$$

که در آن SE انرژی ویژه (مگاژول در کیلوگرم)، EI مجموع انرژی‌های ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار) و GY عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) می‌باشد.

بهره‌وری انرژی

$$EP=GY/EI \quad (۴)$$

که در آن EP بهره‌وری انرژی (کیلوگرم بر مگاژول)، GY عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و EI مجموع انرژی‌های ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار) می‌باشد.

عملکرد انرژی خالص

$$NEY=EO-EI \quad (۵)$$

که در آن NEY عملکرد انرژی خالص (مگاژول در هکتار)، EO مجموع انرژی‌های خروجی از مزرعه (مگاژول در هکتار) و EI مجموع انرژی‌های ورودی به مزرعه (مگاژول در هکتار) می‌باشد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

برای محاسبه پتانسیل گرمایش جهانی در مرحله اول از نتایج محاسبه انرژی در قسمت قبل برای گندم و جو دیم در هر یک از عملیات زراعی انجام شده استفاده شد. سپس با به‌کارگیری ضرایب تولید گازهای CO_2، N_2O و CH_4 به‌ترتیب معادل ۱، ۳۱۰ و ۲۱ کیلوگرم CO_2، کل گازهای گلخانه‌ای به‌صورت معادل CO_2 محاسبه شدند [36]. از حاصل تقسیم مقدار پتانسیل گرمایش جهانی بر حسب کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار بر مقدار تولید دانه بر حسب تن در هکتار پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید هر تن دانه یا به عبارتی معدل وزنی به‌دست می‌آید. به همین ترتیب از تقسیم مقدار پتانسیل گرمایش جهانی بر حسب کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار بر مقدار انرژی ورودی و هم‌چنین تقسیم مقدار پتانسیل گرمایش جهانی بر انرژی خروجی برحسب گیگاژول، معادل گرمایش جهانی بر حسب کیلوگرم CO_2 برحسب گیگاژول انرژی مصرفی و انرژی تولید شده به‌دست می‌آید.

۳. نتایج و بحث

مقادیر ورودی‌های مختلف برای گندم و جو در جدول ۳ آورده شده است. مقدار مصرف سوخت برای مزارع گندم و جو دیم به‌ترتیب برابر ۱۳۶ لیتر و۱۳۰ لیتر در هکتار به‌دست آمد. سوخت مصرفی به‌عنوان یکی از ورودی‌های انرژی برای عملیات آماده‌سازی زمین، عملیات زراعی و حمل و نقل استفاده می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که این مقدار نهاده در هر دو محصول مورد مطالعه تقریباً بالاست. کاظمی و زارع با ارزیابی و مقایسه جریان انرژی در مزارع گندم شهرستان گرگان گزارش دادند که بیش‌ترین انرژی ورودی بوم‌نظام‌های زراعی گندم مربوط به سوخت مصرفی (۲۶/۲ درصد) است. علت بالا بودن میزان سوخت مصرفی در این مزارع می‌تواند به علت استفاده از ماشین‌ها و ادوات غیرکارآمد و با استهلاک بالا و نیز عدم استفاده از کمبینات‌ها باشد [۶]. به‌طورکلی مقادیر، انواع و درصد انرژی سوخت مصرف شده در عملیات‌های مختلف کشاورزی در گیاهان زراعی و کشورهای مختلف متفاوت است. این موضوع به علت شرایط اقلیمی، بوم‌شناختی و زراعی متفاوت این کشورهاست. در تحقیقی که توسط *تیپی* و همکاران صورت گرفت انرژی ورودی سوخت دیزل ۴۵/۱۵ درصد بیش‌ترین سهم را از کل انرژی‌های ورودی به خود اختصاص داد [۴۱]. یکی از روش‌های کاهش مصرف سوخت و بهینه سازی آن استفاده از ادوات زراعی مناسب و جدید مانند دستگاه چندکاره (کمبینات) است. این دستگاه تردد مکرر تراکتور و ادوات متصل به آن را در مزرعه کاهش داده و در نتیجه از ایجاد لایه غیرقابل نفوذ در خاک جلوگیری کرده و منجر به کاهش استهلاک تراکتور و مصرف سوخت می‌شود [۳]. اصولاً

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

پیروی از نظام‌های کشاورزی پایدار و رعایت اصول کم خاک‌ورزی از جمله شخم کاهش یافته، می‌تواند از راهکارهای کاهش مصرف بالای سوخت در کشاورزی باشد. گزارش شده که کاهش عملیات خاک‌ورزی تا ۵۵ درصد مصرف سوخت را بدون کاهش عملکرد کاهش می‌دهد [۱۶]. جدول ۴ مقادیر انرژی ورودی سیستم زراعی برحسب مگاژول درهکتار را نشان می‌دهد. از میان ورودی‌های مختلف بذر با میانگین انرژی ورودی ۳۱۴۰ مگاژول در هکتار (۲۳/۴ درصد) برای گندم دیم و ۲۲۰۵ مگاژول در هکتار (۲۰/۹ درصد) برای جو دیم بیش‌ترین سهم را به خود اختصاص داد. میزان بذرمصرفی نیز به نوع و نحوه‌ی استفاده از ماشین‌های کاشت بستگی دارد. عواملی مانند خاک‌ورزی و آماده‌سازی مناسب زمین جهت کشت و نیز استفاده از ماشین‌های کارآمد کاشت می‌تواند در میزان بذر مصرفی موثر باشد. هم‌چنین علف‌کش با۷/۳ درصد در گندم دیم و ۵ درصد در جو دیم کم‌ترین سهم انرژی ورودی به سیستم زراعی این محصولات داشت.

در جدول ۵ انرژی مصرفی در روش‌های مختلف به دو بخش انرژی مصرفی مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی و برآورد گردیده است. در بخش انرژی مصرفی مستقیم، انرژی سوخت مصرفی عملیات زراعی و نیروی انسانی ارائه شده است. انرژی سوخت مصرفی عملیات زراعی شامل انرژی مورد نیاز در مراحل شخم، دیسک، تسطیح، بذرکاری و کودپاشی می‌باشد. در بخش انرژی مصرفی غیرمستقیم، انرژی مورد نیاز برای تهیه و ساخت کود نیتروژن، کود فسفر، علف‌کش، بذر و وزن ماشین‌آلات مورداستفاده قرار گرفته است. جدول ۵ نشان می‌دهد که بیش‌ترین انرژی ورودی مستقیم در مزارع گندم و جو دیم مربوط به سوخت می‌باشد که مقادیر آن به‌ترتیب ۳۸/۷ و ۴۶/۸ درصد به‌دست آمد. سهم بالای سوخت در انرژی ورودی این مزارع می‌تواند به دلیل استفاده از ادوات و ماشین‌آلات فرسوده و با بهره‌وری کم باشد و نیز علاوه بر آن استفاده مکرر و جداگانه از ماشین‌آلات جهت هر عملیات زراعی به‌خصوص آماده‌سازی زمین و کشت نیز باعث افزایش میزان سوخت مصرفی شود. هم‌چنین بیش‌ترین انرژی ورودی غیرمستقیم نیز مربوط به کود نیتروژن با مقادیر ۳۱/۳ درصد برای گندم و۱۹/۱درصد برای جو دیم می‌باشد.

یک عامل اصلی در افزایش مصرف انرژی در اغلب مزارع مربوط به مصرف کودهای شیمیایی است. بیشتر این افزایش در کشورهای پیشرفته صورت گرفته است. در بسیاری از گزارش‌ها بیش‌ترین انرژی ورودی به مزارع مربوط به کودهای شیمیایی از جمله کود نیتروژن اعلام شده است. استفاده از

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

الگوی کشت بهینه و تناوب زراعی مناسب، استفاده از ریزجانداران آزادکننده عناصر غذایی، کود دامی، کود سبز و کودهای آلی می‌تواند به کاهش وابستگی بوم نظام‌های کشاورزی به نهاده‌های شیمیایی کمک کند. انجام آزمایش‌های کامل تجزیه خاک در مزارع، می‌تواند قدم موثری در تعیین وضعیت حاصلخیزی خاک از نظر مواد غذایی باشد.

نسبت انرژی خروجی به ورودی درمزارع گندم دیم ۵/۰۱ و در جو دیم ۵/۳ می‌باشد (جدول۶) که نشان می‌دهد راندمان انرژی در گندم و جو دیم در حد متوسط می‌باشد که علت آن می‌تواند افزایش روزافزون انرژی ورودی به مزارع در قالب سوخت و کودهای شیمیایی می‌باشد. نسبت انرژی در زراعت گندم در ترکیه ۲/۸ [۱۷]. در هند در مکان‌های مختلف بین ۹/۲ – ۲/۵ [۳۵]. در مزارع گندم اردبیل ۱/۹۲ [۳۸]. در مزارع گندم دیم شهرستان اقلید در استان فارس ۱/۰۶ [۲۶]. مزارع گندم آبی شهرستان ری ۲/۶۳ [۱۳] و در مزارع گندم آبی شهرستان ساوه بین ۰/۶ - ۰/۱ گزارش شده است [۴۰]. بازده انرژی خالص در مزارع گندم و جو دیم به‌ترتیب ۵۸۷۰۱ و ۵۰۸۰۴/۵ گیگاژول در هکتار برآورد شد. نتایج نشان داد که بازده انرژی خالص در مزارع گندم دیم نسبت به مزارع جو دیم بیشتر است. از طرفی میزان انرژی خروجی کل مزارع گندم دیم (۷۳/۳ گیگاژول در هکتار) از مزارع جو دیم (۶۲/۵ گیگاژول در هکتار) بیشتر می‌باشد. اما به علت کمتر بودن انرژی ورودی کل در مزارع جو دیم نسبت به مزارع گندم دیم بهره‌وری انرژی مزارع جو دیم بیشتر به‌دست آمد (جدول۶). در تحقیقی میزان بهره‌وری انرژی برای گیاهان مختلف زراعی در منابع ۰/۰۶ و ۰/۱۰ برای گندم، ۰/۱۹ برای جو، برای گوجه‌فرنگی، ۰/۰۶ برای کتان، ۱/۵۳ برای چغندرقندگزارش شده است [۲۰]. بهره‌وری انرژی پارامتر تقریباً مناسب‌تری برای مقایسه دو منطقه مختلف از نظر تولید یک گیاه می‌باشد. زیرا اختلاف در میزان کارآیی انرژی هم می‌تواند به دلیل تفاوت در انرژی ورودی و هم تفاوت در عملکرد باشد، و این مسئله اندکی قضاوت را مشکل خواهد ساخت.

جدول ۷ پتانسیل گرمایش جهانی برحسب معادل کیلوگرم CO_2 در هکتار را نشان می‌دهد. بیش‌ترین پتانسیل گرمایش جهانی هم در مزارع گندم و هم جو دیم مربوط به سوخت می‌باشد که به‌ترتیب در مزارع گندم و جو سهمی معادل ۴۲/۷۲ و ۵۲/۰۷ درصد را دارا می‌باشد. هم‌چنین در هر دو محصول بیش‌ترین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای از کود نیتروژن به‌دست آمد و کم‌ترین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای مربوط به کود پتاسیم بود. این امر بیانگر آن است که بخش‌هایی که دارای بیش‌ترین

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

مصرف سوخت بودند، بیش‌ترین میزان تولید گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه پتانسیل گرمایش جهانی را به‌خود اختصاص دادند. فیض‌بخش *و سلطانی* در مطالعه جریان انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی درمزارع ذرت دانه‌ای گزارش کردند که کم‌ترین پتانسیل گرمایش جهانی از کشت بهاره گندم و برابر با ۲۳۴۹ کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار به‌دست آمد [۲۱]. عالیمقام و همکاران میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از عملیات مختلف زراعی برای تولید سویا را بین ۱۲/۵-۱۷۰/۹ کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار برآورد کردند [۱۴]. تزیلیولکز و همکاران انرژی ورودی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید چغندرقند در شمال ایرلند را مورد ارزیابی قرار دادند و میانگین پتانسیل گرمایش جهانی کل برابر با ۱/۲۵ تن معادل CO_2 در هکتار گزارش کردند [۴۲].

٤. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که سوخت مصرفی در هر دو محصول بیش‌ترین سهم انرژی ورودی را دارد و پس از آن کود مصرفی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) قرار دارد بنابراین کاهش مصرف سوخت با استفاده از کمبینات و استفاده از سیستم‌های کشت حفاظتی (حداقل خاک‌ورزی) جهت کاهش میزان توصیه می‌گردد. هم‌چنین رعایت تناوب زراعی و تناوب با گیاهان پوششی که قادر به تثبیت نیتروژن هستند به‌عنوان یکی از راه‌کارهای کاهش مصرف کود توصیه می‌گردد. پیشنهاد می‌گردد که با بهبود عملیات مدیریت، استفاده بهینه از کودها، کنترل آفات، عملکرد در واحد سطح را افزایش داده و با افزایش عملکرد، کارآیی انرژی یعنی نسبت انرژی تولیدی به مصرفی را بهبود بخشید.

جدول۱. تاریخ عملیات‌های زراعی برای مزارع گندم و جو دیم

عملیات زراعی	مزارع	
	گندم دیم	جو دیم
شخم (۳۰ سانتی‌متر)	زمستان	-----
دیسک (۱)	اوایل فروردین	اوایل اردیبهشت
دیسک (۲)	اوایل فروردین	اوایل اردیبهشت
اختلاط کود با خاک	اوایل فروردین	اوایل اردیبهشت
کود پایه	اوایل فروردین	اوایل اردیبهشت
کاشت بذر	اوایل فروردین	اوایل اردیبهشت
کنترل علف‌های هرز بعد از کاشت	اواسط فروردین	---

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

عملیات زراعی	مزارع	
	گندم دیم	جو دیم
کنترل بیماری های قارچی	اوایل خرداد	---
کود سرک	اواسط اردیبهشت	اواخر اردیبهشت
برداشت	اوایل مرداد	اواخر تیر، اواسط تیر و اواخر شهریور
حمل و نقل	اوایل مرداد	اواخر مهرماه

جدول ۲. معادل های انرژی برای ورودی ها و خروجی‌های مورد استفاده برای مزارع گندم و جو دیم

ورودی‌ها.خروجی‌ها	واحد	معادل انرژی (مگاژول بر واحد)	منبع
بذر گندم	کیلوگرم	۱۵.۷	[۳۲-۱۷]
بذر جو	کیلوگرم	۱۴.۷	[۳۷]
نیروی انسانی	ساعت	۱.۹۶	[۱۲]
نیتروژن (N)	کیلوگرم	۶۰.۶	[۱۲-۲۹]
فسفر (P_2O_5)	کیلوگرم	۱۱.۱	[۱۲-۲۹]
پتاسیم (K_2O)	کیلوگرم	۶.۷	[۱۲-۲۹]
گازوئیل	لیتر	۳۸	[۱۲-۲۹]
علف‌کش‌ها	کیلوگرم ماده موثره	۲۸۷	[۳۲-۴۲]
حشره‌کش‌ها	کیلوگرم ماده موثره	۲۳۷	[۳۲-۴۲]
دانه گندم	کیلوگرم	۱۵.۷	[۱۷]
دانه جو	کیلوگرم	۱۴.۷	[۳۷]
کاه و کلش گندم	کیلوگرم	۹.۲۵	[۳۷-۲۴]
کاه و کلش جو	کیلوگرم	۱۱.۶	[۳]
قارچ‌کش مزارع گندم	کیلوگرم	۹۹	[۲۴]

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

جدول ۳. مقادیر ورودی‌های مختلف برای مزارع گندم و جو دیم

ورودی	واحد	گندم دیم	جو دیم
سوخت	لیتر در هکتار	۱۳۶	۱۳۰
بذر	کیلوگرم در هکتار	۲۰۰	۱۵۰
کود			
نیتروژن	کیلوگرم در هکتار	۱۵۰	۱۰۰
فسفر	کیلوگرم در هکتار	۷۰	۷۰
پتاسیم	کیلوگرم در هکتار	۵۰	۵۰
علف‌کش	گرم ماده موثره در هکتار	۲۵۷	۲۰۰
نیروی انسانی	ساعت	۱۸	۱۵
عملیات زراعی			
شخم	مرتبه	۲	۱
پخش کود	مرتبه	۱	۲
کاشت با خطی کار سم‌پاشی	مرتبه	۱	۱
(آفت‌کش‌و علف‌کش)	مرتبه	۳	۲
برداشت	مرتبه	۱	۱

جدول ۴. مقادیر انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) به تفکیک گروه زراعی در مزارع گندم و جو دیم

	گندم دیم		جو دیم	
عملیات زراعی	میانگین	درصد از کل	میانگین	درصد از کل
شخم	۱۳۷۹.۴	۱۰.۳	۱۳۷۹.۶	۱۳
دیسک	۱۹۰۹.۴	۱۴.۲	۱۹۰۹.۴	۱۸.۱

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

	گندم دیم		جو دیم	
عملیات زراعی	میانگین	درصد از کل	میانگین	درصد از کل
کود پایه	۱۰۰۴.۵	۷.۵	۱۰۰۴.۶	۹.۵
بذر	۳۱۴۰	۲۳.۴	۲۲۰۵	۲۰.۹
خطی‌کار	۱۰۸۳.۲	۸.۱	۱۰۸۳.۳	۱
علف‌کش	۵۱۰.۹	۳.۷	۵۲۱	۵
قارچ‌کش	۵۰۶.۳	۳.۸	–	–
کود سرک	۳۰۸۴.۱	۲۳	۱۶۹۰.۳	۱۶
برداشت	۷۴۸.۱	۵.۶	۷۴۸.۳	۷.۱
کل	۱۳۳۶۶.۵	۱۰۰	۱۰۵۴۱.۴	۱۰۰

جدول ۵. انرژی ورودی مستقیم و غیرمستقیم برای مزارع گندم و جو دیم در گرگان

		گندم دیم		جو دیم	
	انرژی‌های ورودی	میانگین	درصد از کل	میانگین	درصد از کل
مستقیم	سوخت برای عملیات زراعی	۵۱۶۸	۳۸.۷	۴۹۴۰	۴۶.۸
مستقیم	نیروی انسانی	۲۷.۴	۰.۲	۲۵.۵	۰.۳
غیرمستقیم	کود نیتروژن	۴۱۷۸.۶	۳۱.۳	۲۰۱۸.۴	۱۹.۱
غیرمستقیم	کود فسفر	۳۲۲	۲.۴	۳۲۲	۳
غیرمستقیم	کود پتاسیم	۱۶۰.۸	۱.۲	۱۶۰.۸	۱.۵
غیرمستقیم	بذر	۳۱۴۰	۲۳.۵	۲۲۰۵	۲۱
غیرمستقیم	علف‌کش‌ها	۱۳۳	۱	۱۴۳	۱.۳۵
غیرمستقیم	قارچ‌کش‌ها	۱۲۸.۳	۰.۹	–	–
غیرمستقیم	ماشین‌آلات	۶۶۱.۲	۵	۶۴۳.۶	۶.۱
غیرمستقیم	حمل‌ونقل	۶۹۶.۲	۵.۲	۵۶۶	۵.۳
	جمع کل	۱۳۳۶۶.۵	۱۰۰	۱۰۵۴۱.۴	۱۰۰

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

جدول ۶. شاخص های مختلف انرژی در مزارع گندم و جو دیم در گرگان

	شکل های مختلف انرژی	گندم دیم	جو دیم
ورودی‌ها	انرژی ورودی مستقیم (گیگاژول در هکتار)	۵.۱	۵
	انرژی ورودی غیرمستقیم (گیگاژول در هکتار)	۲۲.۶	۶.۰۶
خروجی‌ها	انرژی خروجی کاه وکلش (گیگاژول در هکتار)	۳۹.۵	۱۱.۷
	انرژی خروجی دانه	۳۳.۸	۲۸.۶
	انرژی خروجی کل (گیگاژول در هکتار)	۷۳.۳	۶۲.۵
	نسبت انرژی خروجی به ورودی	۵.۰۱	۵.۳
	انرژی ویژه (گیگاژول بر تن)	۶.۳	۶.۰۴
	بهره‌وری انرژی (تن بر گیگاژول)	۰.۱۵۷	۰.۱۶۵
	بازده انرژی خالص (گیگاژول در هکتار)	۵۸.۷۰۱	۵۰.۸۰۴

جدول ۷. پتانسیل گرمایش جهانی (GWP بر حسب معادل کیلوگرم CO_2 در هکتار) برای تولیدگندم و جو دیم در شهرستان گرگان

عملیات	گندم دیم		جو دیم	
تولید و حمل‌ونقل	میانگین	درصد از کل	میانگین	درصد از کل
نیتروژن	۳۰۴.۲	۳۲.۲۴	۱۴۶.۹	۱۹.۸۵
فسفر	۲۶.۴	۲.۷۹	۲۶.۴	۳.۵۶
پتاسیم	۱۳.۱	۱.۳۸	۱۳.۱	۱.۷۷
آفت‌کش	۲۶.۹	۲.۸۵	۱۴.۷	۱.۹۸
سوخت	۴۰۳.۱	۴۲.۷۲	۳۸۵.۲	۵۲.۰۷

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

تولید، حمل‌ونقل و نگهداری ادوات و ماشین‌آلات	۱۳۸.۶	۱۴.۶۸	۱۲۱	۱۶.۳۵
کل	۹۴۳.۵	۱۰۰	۷۳۹.۷	۱۰۰

جدول ۸. مقادیر پتانسیل گرمایش جهانی در واحد سطح، وزن، انرژی ورودی و انرژی خروجی در مزارع گندم و جو دیم در شهرستان گرگان

	گندم دیم	**جو دیم**
در واحد سطح (کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار)	۹۴۳.۵	۷۳۹.۱
در واحد وزن (کیلوگرم معادل CO_2 در هرتن محصول)	۴۱۰.۲	۳۷۹.۳
در واحد انرژی ورودی(کیلوگرم معادل CO_2 درگیگاژول)	۶۴.۶	۶۳.۱
در واحد انرژی خروجی (کیلوگرم معادل CO_2 در گیگاژول)	۱۲.۸	۱۱.۸

منابع

[۱] احمدی، منصوره. آقاعلیخانی، مجید. (۱۳۹۰)، تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در زراعت پنبه در استان گلستان به منظور ارائه راهکار جهت افزایش بهره‌وری منابع، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۵۸-۱۵۱.

[۲]دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۹۴)، آمارنامه کشاورزی، جلد اول: محصولات زراعی سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴، انتشارات معاونت امور برنامه‌ریزی، اقتصادی و بین المللی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

[۳]رجبی، محمد حسین. (۱۳۸۹)، ارزیابی مصرف انرژی و اثرات زیست محیطی مربوطه در تولید گندم در گرگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد.

[۴]سلطانی، افشین. رجبی، محمد حسین. زینلی، ابراهیم. سلطانی، الیاس. (۱۳۸۹)، ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید گیاهان زراعی با روش LCA: گندم در گرگان، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲۱۸-۲۰۱.

[۵]عبدالله‌پور، شمس اله. زارعی، سمیرا. (۱۳۸۸)، ارزیابی بیلان انرژی درمزارع گندم دیم استان کرمانشاه، مجله دانش کشاورزی پایدار، ۱۹۷- ۱۰۶.

[۶]فیض‌بخش، محمد. سلطانی، افشین. (۱۳۹۱)، مطالعه جریان انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی در مزارع ذرت دانه‌ای (در شهرستان گرگان)، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۸۹- ۱۰۷.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

[۷]کاظمی، حسین. زارع، سمیرا. (۱۳۹۳)، ارزیابی و مقایسه انرژی در مزارع گندم شهرستان گرگان و مرودشت، مجله تحقیقات غلات، ۲۲۷-۲۱۱.

[۸]کوچکی، علیرضا. حسینی، محمد. (۱۳۷۳)، کارایی انرژی در اکوسیستم های کشاورزی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

[۹]نصیریان، ناصر. الماسی، مرتضی. مینایی، سعید. باخدا، حسین. (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.

[۱۰] نوروزی، رباب. خسروی، محمود. (۱۳۸۹). چشمه ها و چاهک های انتشار گاز گلخانه ای متان و نقش آن در پدیده گرمایش جهانی، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

[۱۱] ولدیانی، علیرضا. حسن‌زاده قورت تپه، عبداله. ولدیانی، رویا. (۱۳۸۴)، ارزیابی بیلان انرژی در مزراع تکثیر بذر ارقام دیم گندم آذربایجان شرقی و تأثیر آن بر محیط زیست، مجله دانش کشاورزی، ۱-۱۳.

[12] Akcaoz, H., Ozcatalbas, O., Kizilay, H. (2009). "Analysis of energy use for pomegranate production in Turkey, Journal of Food, Agriculture and Environment., vol. 7, pp. 475-480.

[13] Alimagham, S. M., Soltani, A., Zeinali, E. (2013). "Fuel consumption, energy use and GHG emissions from field operations in soybean production", Electronic Journal of Crop Production, vol. 7, no. 1, pp. 1-23.

[14] Alipoor, A., Keshavarz-Afshar, R., Ghalegolab Behbahani, A., Karimi Nejad, M., Mohammadi, V. (2014). "Evaluation of energy flow in irrigated wheat agroecosystems. A case study: Shahr-e-Rey City", Journal of Agriculture Science and Sustainable Production., vol. 23, pp. 59-69.

[15] Baruah, D. C., Das, P. K., Dutta, P. K. (2004). "Present status and future demand for energy for bullock-operated rice farms in Assam (India)", Applied Energy, vol. 79, pp. 145-157.

[16] Bonari, E., Mazzoncini, M., Peruzzi, A. (1995). "Effect of conservation and minimum tillage on winter oilseed rape in a sand soil", Soil and Tillage Research, vol. 33, pp. 91-108.

[17] Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I., Ozmerzi, A. (2005). "Energy use pattern of some field crops and vegetable roduction: case study for Antalya region, Turkey", Energy Conversion and Management, vol. 46, pp. 655-666.

[18] Clements, D. R., Weise, S. F., Brown, R., Stonehouse, D. P., Hume, D. J., Swanton, C. J. (1995). "Energy analysis of tillage and herbicide inputs in alternative weed management systems", Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 52, pp. 119-128.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

[19] Darlington, D. (1997). "What is efficient agriculture?" Available at URL: http:// www.veganorganic.net/agri.htm.
[20] Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H., Gunduz, O. (2007). "Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey", Energy, vol. 32, pp. 35-41.
[21] Feyzbakhsh, M. T., Soltani, A. (2013). "Energy flow and global warming potential of corn farm", Electronic Journal of Crop Production, vol.6, no. 2, pp. 89-107.
[22] Franzluebbers, A. J., Francis, C. A. (1995). "Energy output: input ratio of maize and sorghum management systems in eastern Nebraska", Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 53, pp. 271-278.
[23] Ghahderijani, M., Keyhani, A. R., Tabatabaeefar, S. A., Omid, N. (2009). "Evaluation and determination of energy ratio for potato production in different level of cultivated area in the western Isfahan. Case study: Fereydoon-Shahr", Journal of Agriculture Sciences and Natural Resources, vol. 16, pp. 183-193.
[24] Ghorbani, R., Mondani, F., Amirmoradi, SH., Feizi, H., Khorramdel, S., Hassanzadeh Goroteh Tapeh, A., Haydr Gholinejad, M. (2000). "Energy balance in Wheat on Mazandaran province", Pajouhesh and Sazandegi, vol. 58, pp. 63-65.
[25] Hatirli, S. A., Ozkan, B., Fert, C. (2006). "Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production", Renew Energy, vol. 31, pp. 427-438.
[26] Molaei, K., Keyani, A., Karimi, M., Kheyralipoor, K., Ghasemi-Varnamkhasti, M. (2008). "Energy ratio of rainfed wheat- case study: Eqlid township (Fars)", Iranian Biosystem Engineering Journal, vol. 39, pp. 13-19.
[27] Moreno, M. M., Lacasta, C., Meco, R., Moreno, C. (2011). "Rainfed crop energy balance of different farming systems and crop rotations in a semi-arid environment: Results of along-term trial", Soil and Tillage Researches, vol. 114, pp. 18-27.
[28] Nassiri, M., Singh, S. (2008). "Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique", Journal of Cleaner Production, vol. 17, pp. 222-230.
[29] Ozkan, B., Akcaoz, H., Fert, C. (2004). "Energy input-output analysis in Turkish Agriculture", Renewable Energy", vol. 29, pp. 39-51.
[30] Pishgar-Komleh, S. H., Keyhani, A., Rafiee, S., Sefeedpari, P. (2011). "Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran", International journal of environment sciences, vol. 36, pp. 3335-3341.
[31] Rahimimikia, M., Emad, B., Aghakhani, M. H. (2011). "Study and evaluation energy indexes of canola production in south of Fars province (A case study in firuze abad county)", First National Congress on Science and New Technologies. 19-21 Sep. Zangan, Iran.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]

[32] Rathke, G.-W., Diepenbrock, W. (2006). "Energy balance of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cropping as related to nitrogen supply and preceding crop", European Journal of Agronomy, vol. 24, pp. 35-44.

[33] Razzaghi, M. H. (2005). "Energy Efficiency and Different Tillage System in Forage Corn Production". A these for M.Sc. Shahid Chamran University of Ahvaz. 100p.

[34] Sayin, C., Mencet, M. N., Ozkan, B. (2005). "Assessing of energy policies based on Turkish agriculture: current status and some implications", Energy Policy, vol. 33, pp. 2361-2373.

[35] Shahan, S., Jafari, A., Mobli, H., Rafiee, S., Karimi, M. (2008). "Energy use and economical analysis of production in Iran: A case study from Ardabial province", Journal of Agricultural Technology, vol, 4. pp. 77-88.

[36] Singh, G., Singh, S., Singh, J. (2004). "Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab", Energy Conversation Management, vol. 45, pp. 453-465.

[37] Singh, H., Mishra, D., Nahar, N. M. (2002). "Energy use pattern in production of typical village in arid zone, India-part-I", Energy Conversion and Management, vol. 43, pp. 2275–2286.

[38] Soltani, A., Rajabi, M. H., Zeinali, E., Soltani E. (2013). "Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran", Energy, vol. 50, pp. 54-61.

[39] Strapatsa, A.V., Nanos, G. D., Tsatsarelis, C. A. (2006). "Energy flow for integrated apple production in Greece", Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 116, pp. 176-180.

[40] Tabatabaeefar, A., Emamzadeh, H., Ghasemi Varnamkhasti, M., Rahimizadeh, R., Karimi, M. (2009). "Comparison of energy of tillage systems in wheat production", Energy, vol. 34, pp. 41-45.

[41] Tipi, T., Cetin, B., Vardar, A. (2009). "An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey", Journal of Agriculture and Environmental Sciences, vol. 7, pp. 352-356.

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

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-24]