



علوم محیطی

علوم محیطی سال نهم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۰
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.9, No.2, Winter 2012

۱۶۴-۱۴۳

ارزیابی مصرف سوخت در مزارع تولید گندم در گرگان

محمدحسین رجبی^۱، افشین سلطانی^۲، بیتا وحیدنیا^۳، ابراهیم زینلی^۴، الیاس سلطانی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بجنورد

۲- استاد گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- کارشناس شوکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، تهران

۴- استادیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۳

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۵

Evaluation of Fuel Consumption in Wheat Fields in Gorgan

Mohammad Hossein Rajabi,^{1*} Afshin Soltani,² Bita and Elias Soltani⁴ Vhidnia,³ Ebrahim Zeinali⁴

1- M.Sc Student, Agronomy, Islamic Azad University, Bojnord Branch, Bojnord, Iran,

2- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3- Expert, Iranian Fuel Conservation Company, Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Abstract

With regard to the careless consumption of fossil fuels in Iran and the resulting greenhouse gas emissions and related risks to the environment and human health, many attempts are being undertaken to try to control this consumption. The agricultural sector is no exception to this vital and important issue. The objectives of this research were: (1) to determine amount of fuel consumption and related energy use in wheat fields in Gorgan Province, (2) to estimate the environmental impact of the consumed fuel using global warming potential (GWP), and (3) to explore options to optimize fuel consumption. Data were gathered from six representative fields by monitoring production practices and inputs used. Data were analyzed with regard to fuel consumption, energy inputs related to fuel consumed and greenhouse gas emissions from the consumed fossil fuels. Fuel ranged between 53 to 123 L ha⁻¹ and the energy from the consumed fuel varied between 2026 to 4664 MJ ha⁻¹. Results indicated that seedbed preparation had the highest rate of fuel consumption (59.5 % of total) followed by harvesting, irrigation and sowing operations at 10.5, 9.4 and 8.1 %, respectively. The average of greenhouse gas emissions (CO₂, CH₄ and N₂O) from the consumed fossil fuels was estimated at 244 kg equivalent CO₂ ha⁻¹. It was concluded that through better farm management and more research it is possible to reduce fuel consumption and greenhouse gas emissions.

Keywords: Energy, Global warming Potential, Wheat.

چکیده

با توجه به مصرف بی رویه سوخت‌های فسیلی که امروزه در کشور ما در جریان است و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی که خطرهای زیادی برای محیط‌زیست و در نتیجه انسان به همراه دارد، تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف انرژی به‌ویژه سوخت‌های فسیلی تا حد امکان کاهش یابد. بخش کشاورزی نیز از این موضوع مهم و حیاتی مستثنی نیست. هدف از این تحقیق عبارت بود از (۱) برآورد میزان سوخت مصرفی و انرژی مربوطه در تولید گندم در گرگان، (۲) برآورد اثر زیست‌محیطی مرتبط با مصرف سوخت با استفاده از شاخص پتانسیل گرمایش جهانی، و (۳) ارائه پیشنهادهایی جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت در تولید گندم در گرگان. جمع‌آوری داده‌ها از طریق نظارت بر ماشین‌آلات و نهاده‌های مصرفی (سوخت) در طول عملیات زراعی در ۶ مزرعه تولید گندم جمع‌آوری شد. آنالیز داده‌ها در سه بخش مصرف سوخت، انرژی سوخت مصرفی و تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوخت مصرفی صورت گرفت. میزان مصرف سوخت در این ۶ مزرعه، بین ۵۳ الی ۱۲۳ لیتر در هکتار و همچنین انرژی حاصل از آن بین ۲۰۲۶ الی ۴۶۶۴ مگاژول در هکتار متغیر بود. بررسی‌ها نشان داد که عملیات تهیه زمین با ۵۹/۵ درصد بالاترین سهم را در مصرف سوخت داشته است و به دنبال آن عملیات برداشت، آبیاری و کاشت هر کدام به ترتیب با ۱۰/۵، ۹/۴ و ۸/۱ درصد در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. همچنین متوسط تولید گازهای گلخانه‌ای (CO₂، CH₄ و N₂O) ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در این ۶ مزرعه، معادل ۲۴۴ کیلوگرم CO₂ در هکتار بود. نتیجه‌گیری شد که با مدیریت زراعی مناسب‌تر و انجام تحقیقات بیشتر امکان صرفه‌جویی در مصرف سوخت و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: انرژی، پتانسیل گرمایش جهانی، گندم.

* Corresponding author. E-mail Address: mohamadhosein.rajaby@yahoo.com

مقدمه

سوخت‌های فسیلی شامل زغال‌سنگ، نفت خام و گاز طبیعی می‌باشند که طی میلیون‌ها سال پیش هنگامی که رسوبات، بقایای گیاهان و جانوران را پوشش داده و آن‌ها را تحت فشار و حرارت زیاد قرار دادند این بقایا تجزیه شده و به سوخت‌های فسیلی تبدیل شدند. از آن‌جا که این فرآیند بسیار طولانی است در نتیجه سوخت‌های فسیلی را اساساً تجدیدنپذیر می‌دانند. امروزه به دلیل افزایش جمعیت، ارزان‌بودن سوخت (حمایت یارانه‌ای دولت)، افزایش سطح زندگی و توقعات بشر، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی افزایش یافته است (Kennedy, 2001). با عنایت به این‌که این سوخت‌ها قابل تجدید نبوده و به سرعت در حال تخلیه شدن هستند، در نتیجه با مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی روزی خواهد رسید که آیندگان از داشتن چنین منابع ارزشمند محروم مانده و به دلیل وابستگی شدید به این منابع، نسل‌های آینده دچار مشکلات عدیده‌ای خواهند شد.

با وجود اینکه ایران یکی از بزرگ‌ترین کشورهای نفت خیز جهان به شمار می‌رود اما شاید طی چند سال آینده این افتخار بزرگ به بحرانی عظیم و لاینحل تبدیل شود. بر اساس گزارش سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت در ایران رشد سوخت مصرفی (۱۲/۱ درصد) حتی از رشد تولید اولیه آن (۷/۹ درصد) فراتر رفته است. این در حالی است که مصرف فرآورده‌های نفتی در سال ۲۰۰۷ از رشد ۱/۲ درصد برخوردار بوده است. بر اساس آمار جهانی کشورهای حوضه اقیانوس آرام بیشترین سهم را (۲۹/۹ درصد) در مصرف فرآورده‌های نفتی دارند

و پس از آن آمریکای شمالی شامل کشورهای آمریکا، کانادا و مکزیک (۲۹/۴ درصد) قرار دارند. کشورهای اروپایی و آسیایی (۲۳/۶ درصد) در رده سوم مصرف فرآورده‌های نفتی جهان می‌باشند. در این آمار کشور ایران با مصرف روزانه ۱۶۰۲۱ بشکه، ۱/۹ درصد مصرف جهان را به خود اختصاص داده است، که این رقم برابر ۲۶/۱ درصد مصرف خاورمیانه می‌باشد (IIES, 2006). با توجه به مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی که امروزه در کشور ما در جریان است و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی که خطرهای زیادی برای محیط‌زیست و در نتیجه انسان به همراه دارد، تمام تلاش‌ها بر آن است که مصرف انرژی به‌ویژه سوخت‌های فسیلی تا حد امکان کاهش یابد. بخش کشاورزی نیز از این موضوع مهم و حیاتی مستثنی نیست و به دلیل وسعت زیاد در ایران و جهان، یکی از مصرف‌کننده‌های قابل توجه در این زمینه می‌باشد. به طوری که برای تولید گیاهان و جانورانی که از نظر غذایی و صنعتی مورد نیاز انسان هستند، مقادیر قابل توجهی از انرژی اعم از نیروی کار انسانی، حیوانی، شیمیایی و فسیلی مصرف می‌شود.

امروزه بخش قابل توجهی از انرژی مورد نیاز در کشاورزی، از مواد حاصل از نفت خام تامین می‌شود که انرژی لازم را برای به کار انداختن ماشین‌آلات تامین می‌کند. بر اساس مقیاس جهانی کشاورزی در حدود ۵ درصد از کل انرژی سوخت‌های فسیلی را مصرف می‌کند (Pinstrup, 1999) که این مقدار در عملیات‌های مختلف زراعی از قبیل خاک‌ورزی (تهیه بستر)، کاشت بذر، کوددهی، مبارزه با آفات، آبیاری، برداشت و حمل و نقل از مزرعه به کارخانه

جهت تحویل محصول مصرف می‌شود.

بر اساس گزارش‌های موجود کل سوخت مصرفی در سال ۱۳۸۶ برای بخش کشاورزی برابر ۳۷/۴ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است که نسبت به سال قبل ۲۰ درصد افزایش داشته است. بیشترین مصرف در این بخش مربوط به گازوئیل (نفت گاز) با ۲۵/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام است که تقریباً ۶۹ درصد از کل سوخت مصرفی را شامل می‌شود و سایر مصارف از جمله زغال سنگ و بنزین سهم کمتر از ۱ درصد را از کل سوخت مصرفی در زمینه کشاورزی داشتند (بترتیب ۰/۶۲ و ۰/۲ درصد) (Farahmandpour et al., 2008).

نتایج تحقیقات در کشور نپال در دوره زمانی ۱۹۹۵-۱۹۷۰ نشان داد، سهم سوخت مصرفی ۱۷ درصد از کل انرژی وارده در مزارع این کشور را تشکیل می‌دهد که قابل توجه می‌باشد (Shrestha, 1998). نتایج مقایسات تولید برنج در دو کشور آمریکا و ژاپن نشان داد که عملکرد یا تولید محصول در واحد سطح سیستم‌های تولید مختلف اختلاف چندانی ندارد، ولی از نظر میزان سوخت مصرفی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در ژاپن برای تولید برنج در یک هکتار در حدود ۹۰ لیتر سوخت مورد نیاز است، ولی در آمریکا برای تولید برنج در مساحتی به همان اندازه به ۲۸۰ لیتر سوخت (۲۲۵ لیتر بنزین و ۵۵ لیتر گازوئیل) نیاز است (Kennedy, 2001). Pimentel Pimentel and (1996) نیز مقدار مصرف سوخت برای تولید گندم را در آمریکا معادل ۷۳ لیتر در هکتار (۴۶ لیتر گازوئیل و ۲۷ لیتر بنزین) برآورد کردند. ایشان در تحقیقات مشابه دیگری نتیجه گرفتند که ۲۵ درصد از کل

انرژی مصرفی برای تولید ذرت در آمریکا مربوط به استفاده از ماشین‌آلات و سوخت می‌باشد.

Sing et al., (2002) نیز میزان کل سوخت مصرفی را برای ۳ محصول گندم، نخود سبز و ارزن صدفی در هند بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که برای تولید این محصولات به ترتیب ۵۹، ۲۲/۳ و ۲۸/۷ لیتر در هکتار سوخت گازوئیل و همچنین ۲۵۱/۲، ۸۲/۷ و ۵۹/۷ کیلو وات در هکتار الکتریسته نیاز است.

در سایر مطالعات نیز که جهت ارزیابی سوخت مصرفی برای تولید گندم در منطقه آنتالیای ترکیه انجام شد، میزان کل سوخت مصرفی برابر با ۶۷/۸ لیتر در هکتار سنجیده شد که از این مقدار عملیات تهیه بستر (خاک‌ورزی) با ۴۶/۵ لیتر بیشترین سهم را دارا بود. ضمن اینکه عملیات‌های دیگر نظیر برداشت (۱۳/۵ لیتر)، حمل و نقل (۵/۷ لیتر)، کنترل آفات (۱ لیتر)، کوددهی (۰/۶ لیتر) و کاشت (۰/۵ لیتر) به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (Canakci et al., 2005).

Safa and Tabatabaefar (2008) نیز کل سوخت مصرفی را در دو سیستم کشت گندم آبی و دیم شهرستان ساوه مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که مصرف سوخت برابر ۵۹۸ و ۷۴ لیتر در هکتار به ترتیب برای دو سیستم کشت گندم آبی و دیم بوده است که از این میان بیشترین سهم سوخت مصرفی در سیستم کشت گندم آبی مربوط به عملیات آبیاری (۷۸/۴ درصد) و بیشترین سهم مصرف سوخت در سیستم کشت گندم دیم به عملیات خاک‌ورزی (۵۹ درصد) اختصاص داشته است.

سایر تحقیقات نیز نشان دادند عملیات

خاک‌ورزی که به عنوان بخشی از عملیات زراعی جهت آماده‌سازی خاک زراعی انجام می‌شود، بیشترین مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی را به خود اختصاص داده است (Pimentel et al., 1973). Borin et al., (1997) گزارش کردند که متوسط انرژی ورودی در هکتار متناسب با شدت عملیات خاک‌ورزی است. وقتی عملیات خاک‌ورزی کاهش می‌یابد، مصرف سوخت کاهش و کارایی انرژی افزایش می‌یابد. آنها اعلام داشتند که ۳۰ درصد از کل انرژی ورودی در مزرعه، صرف عملیات خاک‌ورزی می‌شود. نتایج (Bonari 1995) نشان داد که مدت انجام عملیات، مصرف سوخت، انرژی مورد نیاز و هزینه در شرایط حداقل خاک-ورزی به میزان ۵۵ درصد کاهش می‌یابد در حالی که عملکرد محصول گندم تغییر قابل توجهی نداشت. بنابراین به کارگیری روش‌های صحیح خاک‌ورزی و انتخاب مناسب ادوات زراعی، از جمله عواملی هستند که می‌توانند علاوه بر کاهش میزان سوخت مصرفی سبب آلودگی کمتر محیط‌زیست گردند (Hemmat and Mossadeghi, 2001).

گیاه گندم به عنوان یکی از اصلی‌ترین مواد غذایی و مهم‌ترین محصول زراعی از جایگاه ویژه‌ای در کشور و جهان برخوردار است، هر ساله سطح وسیعی از مزارع تحت کشت این محصول استراتژیک قرار می‌گیرد. در سال ۲۰۰۷ میلادی کل سطح برداشت شده گندم در جهان ۲۱۴/۲ میلیون هکتار، میانگین عملکرد دانه ۲۸۲۹ کیلوگرم در هکتار و کل گندم تولید شده برابر ۶۰۶ میلیون تن بوده است (FAO, 2009). در ایران نیز گندم مهم ترین گیاه زراعی به شمار می‌رود به طوری که هر

ساله بیش از ۵۰ درصد از کل زمین‌های قابل کشت به زراعت گندم اختصاص داده می‌شود که بخش عمده آن به صورت دیم کشت می‌شود اما سهم زراعت آبی، علیرغم کمتر بودن سطح زیر کشت، از کل تولید گندم بیشتر از زراعت دیم است (Zeinali, 2009). در سال زراعی ۸۶-۸۵ کل سطح برداشت شده گندم در ایران ۶/۲۰۰ میلیون هکتار بود که با توجه به میانگین عملکرد ۲۳۶۵ کیلوگرم دانه در هکتار، در مجموع ۱۴/۶۶۴ میلیون تن دانه تولید شد (FAO, 2009). در همین سال، کل سطح زیر کشت گندم در استان گلستان ۳۸۰/۲ هزار هکتار بوده است که ۲۱۹/۸ هزار هکتار آن به صورت دیم و ۱۶۰/۴ هزار هکتار آن به صورت آبی کشت شده‌اند. میانگین عملکرد دانه در شرایط دیم ۲۸۰۸، در شرایط آبی ۳۶۲۷ و میانگین عملکرد دیم و آبی ۳۱۵۳ کیلوگرم در هکتار بوده است. همچنین کل تولید در شرایط دیم ۶۱۷/۱، در شرایط آبی ۵۸۱/۶ و در مجموع دیم و آبی ۱۱۱۹۸/۷ تن بوده است (Zeinali, 2009). آمار یاد شده در این زمینه اهمیت گندم در ایران و استان گلستان را بازگو می‌کند و از آنجا که تولید گندم همواره با صرف انرژی‌های مختلف به ویژه سوخت‌های فسیلی همراه است (Koocheki and Hosseini, 1994). بدین لحاظ ارزیابی مصرف انرژی با توجه به محدود بودن سوخت‌های فسیلی یکی از مسائل ضروری در عصر کنونی به شمار می‌رود. بنابراین، هدف از این تحقیق عبارت بود از (۱) برآورد میزان سوخت مصرفی و انرژی مربوطه در تولید گندم در گرگان، (۲) برآورد اثر زیست‌محیطی مرتبط با مصرف سوخت با استفاده از شاخص پتانسیل گرمایش جهانی، و (۳) ارائه پیشنهادهایی جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری داده‌ها

برای انجام این تحقیق ابتدا ۶ مزرعه گندم در دو بخش شرقی و غربی شهر گرگان انتخاب شدند. نحوه انتخاب مزارع به شکلی بود که کلیه روش‌های عمده تولید را در منطقه مورد نظر پوشش دهد. خصوصیات مزارع و اطلاعات تکمیلی مربوط به آن‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

در کلیه مزارع انجام عملیات خاک‌ورزی اولیه (شخم) و ثانویه (دیسک) توسط ماشین آلات رایج منطقه انجام شد اما در منطقه مورد نظر روش‌های متنوعی برای عملیات کاشت بذر وجود داشت به طوری که در مزارع شماره ۱، ۳، ۵ و ۶ از خطی کار معمولی گندم برای عملیات کاشت استفاده شد که در این روش عملیات کوددهی و بذر پاشی به طور جداگانه در مزارع انجام شد و در مزرعه شماره ۲ از خطی کار کشت گستر برای انجام عملیات کاشت بذر استفاده شد که در این روش عملیات کوددهی (کود پایه) و بذر پاشی به طور همزمان در مزرعه

انجام شدند و در مزرعه شماره ۴ کل عملیات کوددهی و کاشت بذر توسط نیروی انسانی انجام شد و سپس توسط یک دیسک سبک کودها با بذرها مخلوط شده و در زیر سطح خاک قرار گرفتند.

در مورد روش آبیاری نیز چون در تحقیق حاضر روش آبیاری تحت فشار (مکانیزه) وجود نداشت، این عملیات برای کلیه روش‌ها توسط نیروی انسانی انجام شد. هم‌چنین در مورد مرحله دوم پخش کود سرک و حفاظت گیاه، به دلیل از بین رفتن محصول در زیر چرخ تراکتور اکثر زارعین ترجیح می‌دادند که این عملیات‌ها را به وسیله نیروی انسانی انجام دهند.

جمع‌آوری داده‌ها از طریق نظارت بر ماشین‌آلات و نهاده‌های مصرفی (سوخت) در طول عملیات زراعی برای کل مزارع انجام شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها و پردازش اولیه آن‌ها توسط نرم‌افزار Excel، آنالیز داده‌ها در سه بخش مصرف سوخت، انرژی سوخت مصرفی و پتانسیل گرمایش جهانی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، محاسبه گردید.

جدول ۱- اطلاعات مزارع گندم

مزرعه	محل	نوع خاک	محصول قبلی	نوع بذر	مساحت مزرعه (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
۱	شمال شرقی گرگان	لوم رسی	سویا	N ₈₀₁₉	۵۰	۴۱۰۰
۲*	شرق گرگان	لوم رسی	سویا	N ₈₀₁₉	۷	۵۲۰۰
۳**	شرق گرگان	لوم رسی	سویا	N ₈₀₁₉	۱۴	۴۶۰۰
۴	غرب گرگان	لوم شنی	آیش	کوه‌دشت	۱	۲۵۰۰
۵	غرب گرگان	لوم شنی	برنج	کوه‌دشت	۴	۳۴۰۰
۶	شمال غربی گرگان	لوم رسی سیلت	پیاز	دوروم	۳	۳۹۰۰

* این مزرعه به صورت کشت تکثیری می‌باشد.

** در این مزرعه بقایای محصول قبلی آتش زده شدند، در سایر مزارع بقایای محصول قبلی توسط عملیات شخم به خاک برگردانده شده‌اند.

آنالیز داده‌ها

سوخت مصرفی

جهت برآورد سوخت مصرفی ماشین‌آلات، نخست کلیه عملیات زراعی به ۸ بخش تهیه زمین (خاک‌ورزی)، کاشت، کوددهی، حفاظت گیاه، کنترل علف‌های هرز، آبیاری، برداشت و حمل و نقل به کارخانه جهت سیلو تفکیک شد. سپس با شروع هر عملیات، مدت زمان کارکرد ماشین‌آلات مختلف در هر مزرعه از آغاز تا پایان مراحل تولید گندم بطور جداگانه محاسبه شد. سپس با توجه به تجربه کاری خدمه ماشین‌آلات در طی سنوات گذشته، میزان سوخت مصرفی بر اساس رابطه زیر محاسبه شد.

$$FT = t \times FH \quad (1)$$

که در آن FT = سوخت مورد نیاز برای انجام عملیات زراعی در سطح یک هکتار (لیتر بر هکتار)، t = مدت زمان کارکرد ماشین‌آلات (ساعت در هکتار) و FH = سوخت مورد نیاز تراکتور در یک ساعت انجام عملیات (لیتر بر ساعت) می‌باشد. میزان سوخت مصرفی موتورهای دیزلی جهت پمپاژ آب آبیاری، کمباین جهت برداشت محصول و ماشین‌ها جهت حمل و نقل محصول از مزرعه به کارخانه نیز از رابطه بالا محاسبه شد.

انرژی

محاسبه کل انرژی ورودی سوخت در عملیات زراعی (تهیه زمین، کاشت، کوددهی، حفاظت گیاه، کنترل علف‌های هرز، آبیاری، برداشت و حمل و نقل) ۶ مزرعه تولید گندم بر اساس ضریب تبدیل انرژی سوخت گازوئیل و بنزین به ترتیب معادل ۳۸

و ۳۷ مگاژول بر لیتر (IIES, 2007)، محاسبه شد. همچنین میزان انرژی حاصل از مصرف سوخت الکتریسیته جهت پمپاژ آب در عملیات آبیاری (مزارع ۱، ۲ و ۳) با استفاده از ضریب تبدیل انرژی که معادل با ۱۲/۱ مگاژول بر کیلووات ساعت می‌باشد (Kaltsas et al., 2007) محاسبه شد. خاطر نشان می‌سازد که مقدار مصرف سوخت الکتریسیته بر اساس کارکرد کنتور چاه‌های مزارع در مدت زمان اجرای عملیات آبیاری بر حسب کیلووات ساعت اندازه‌گیری شد.

پتانسیل گرمایش جهانی

پتانسیل گرمایش جهانی^۱ (GWP) عبارت از جمع گازهای گلخانه‌ای تولید شده است که به صورت معادل CO_2 بیان می‌شوند (IPCC, 1996). برای محاسبه GWP، تولید گازهای CO_2 ، CH_4 و N_2O ناشی از مصرف انرژی در عملیات‌های مختلف مدنظر قرار گرفت. این عملیات‌ها عبارت بودند از: مصرف سوخت برای کلیه عملیات زراعی، حمل و نقل و آبیاری.

GWP طی مراحل زیر محاسبه شد:

(۱) معادل انرژی مصرف شده برای هر یک از عملیات ذکر شده در بالا محاسبه شد که جزئیات آن در بخش قبلی توضیح داده شده است.

(۲) برای هر عملیات میزان مصرف انرژی از بنزین و گازوئیل محاسبه شد (Green, 1987; Tzivilakis et al., 2005).

(۳) با مشخص شدن میزان انرژی از بنزین و گازوئیل، میزان سه گاز گلخانه‌ای CH_4 ، CO_2 و N_2O ناشی از آن‌ها از حاصل ضرب میزان

انرژی مصرفی و ضرایب تبدیل انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای هر ژول انرژی مصرفی بنزین و گازوئیل محاسبه گردید که این ضرایب تبدیل از DCC (2008) اخذ شدند.

(۴) با توجه به توان متفاوت گازهای CH_4 و N_2O در ایجاد گرمایش جهانی (هر کیلوگرم N_2O و CH_4 به ترتیب معادل ۳۱۰ و ۲۱ کیلوگرم CO_2 اثرات گلخانه‌ای دارند) (IPCC, 1997)، کل گازهای گلخانه‌ای تولیدی به صورت معادل CO_2 محاسبه شدند.

نتایج

مستند سازی فرآیند تولید

انجام عملیات زراعی از مرحله کاشت تا برداشت در ۶ مزرعه گندم از اواخر شهریور ماه آغاز و تا اواخر خرداد ماه ادامه داشت. شروع عملیات با شخم مزارع شروع (یک نوبت) و با برداشت محصول خاتمه یافت (جدول ۲). گاوآهن‌های مورد استفاده در اغلب مزارع از نوع قلمی (چیزل) بودند، ولی در مزرعه ۳ و ۵ از گاوآهن بشقابی برای اجرای عملیات شخم استفاده شد. به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و

جدول ۲- تاریخ عملیات خاک ورزی، کوددهی، کاشت بذر، آبیاری، برداشت و حمل و نقل برای هر مزرعه گندم

عملیات زراعی	مزارع					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
شخم (۳۰ cm)	۳۰ مهر	۵ آبان	۵ آبان	۲۰ شهریور	۲۵ مهر	۳۰ مهر
دیسک (۱)	۱۰ آذر	۱۵ آذر	۱۵ آذر	۱۵ آذر	۲۵ آذر	۱۵ آذر
دیسک (۲)	۱۰ آذر	۱۵ آذر	۱۵ آذر	۱۵ آذر	۲۵ آذر	۱۵ آذر
دیسک (۳)	۱۰ آذر	۱۵ آذر	۱۵ آذر	-	۲۵ آذر	۱۵ آذر
دیسک (۴)	-	-	۱۵ آذر	-	-	۱۵ آذر
دیسک (۵)	-	-	۱۵ آذر	-	-	-
اختلاط کود با خاک*	۱۵ آذر	-	۲۰ آذر	۱۵ آذر	۲۵ آذر	۲۰ آذر
فاروئر	۲۰ آذر	۳۰ آذر	۲۵ آذر	-	۳۰ آذر	۲۵ آذر
کود پایه	۱۰ آذر	۲۰ آذر	۲۰ آذر	۱۵ آذر	۲۵ آذر	۲۰ آذر
کاشت بذر	۱۵ آذر	۲۰ آذر	۲۰ آذر	۱۵ آذر	۲۵ آذر	۲۰ آذر
کنترل علف‌های هرز	۱۵ اسفند	۵ فروردین	۲۰ اسفند	۱۰ اسفند	۱۵ اسفند	۱۵ اسفند
کنترل آفات	۲۰ اردیبهشت	-	۵ خرداد	-	۲۵ اردیبهشت	-
کود سرک (۱)	۲۰ اسفند	۱۵ اسفند	۱۵ اسفند	-	۵ اسفند	۵ اسفند
کود سرک (۲)	۲۰ فروردین	-	-	-	۱۵ فروردین	۲۰ فروردین
آبیاری (۱)	۵ اردیبهشت	۲۵ فروردین	۵ اردیبهشت	-	۲۰ فروردین	۲۰ فروردین
آبیاری (۲)	-	۱۰ اردیبهشت	-	-	۵ اردیبهشت	۵ اردیبهشت
برداشت	۲۰ خرداد	۲۵ خرداد	۲۰ خرداد	۲۰ خرداد	۳۰ خرداد	۲۵ خرداد
حمل و نقل	۲۰ خرداد	۲۵ خرداد	۲۰ خرداد	۲۰ خرداد	۳۰ خرداد	۲۵ خرداد

* اختلاط کود با خاک با کمک دیسک صورت گرفته است.

هموار کردن زمین جهت آماده سازی بستر بذر، بسته به نوع خاک زراعی و سلیقه زارعین تعداد دیسک ها بین ۳ تا ۶ نوبت متغیر بود که از این میان مزرعه ۳ و ۵ بیشترین و مزرعه ۲ و ۴ کمترین تعداد دیسک را در بین سایر مزارع به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

دیسک های مورد استفاده در سطح منطقه از نوع تاندم سنگین (۳۶ پره) و کمپرسی سبک (۲۸ پره) بودند که جهت آماده سازی بستر و خرد کردن کلوخه ها از دیسک سنگین و همچنین جهت اختلاط کودهای پایه با خاک زراعی از دیسک سبک (فقط مزرعه ۵) استفاده شده بود. ضمن اینکه در مزرعه ۴ کل عملیات دیسک زنی توسط دیسک سبک و در سایر مزارع به دلیل عرض و عمق کار بیشتر از دیسک سنگین استفاده شد. خاطر نشان می سازد که مدت زمان اجرای عملیات دیسک زنی در نوبت اول (پس از شخم) به مراتب بیشتر از دفعات بعدی بود که دلیل این امر ظاهراً ناهمواری سطح زمین و کلوخه ای بودن خاک مزرعه بود.

بر اساس تنوع روش های تولیدی، امکانات موجود در سطح منطقه و نحوه مدیریت زارعین در امر تولید از ماشین آلات و ادوات متنوع جهت انجام عملیات زراعی در این مزارع استفاده شد که از این بابت تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ از رایج ترین ماشین آلات منطقه گرگان بود و از سایر تراکتورها نظیر رومانی ۶۵۰، جاندیر ۳۱۴۰، نیولند ۱۵۵ و فیات سه سیلندر نیز به میزان کمتر استفاده گردید.

کودهای مورد استفاده در این مزارع اغلب ماکرو کامل، فسفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم به عنوان کود پایه و همچنین

کود اوره و فسفات نیترات آمونیوم به عنوان کود سرک بودند کودهای پایه در مرحله قبل از کاشت به وسیله دستگاه سانتریفوژ در مزارع پخش شدند، به غیر از مزارع شماره ۲ و ۴ که توسط دستگاه کشت گستر (مزرعه ۲) و نیروی انسانی (مزرعه ۴) پخش شدند. مقدار مصرف این کودها بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار متغیر بود که بستگی به شرایط خاک زراعی و مدیریت زارعین داشت. ارقام بذرهای مصرفی در منطقه گرگان عمدتاً N₈₀₁₉ و کوهداشت بودند، به استثناء مزرعه ۶ که رقم دوروم مورد کشت قرار گرفته بود. میزان مصرف بذر نیز بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار متغیر بود.

در مزرعه شماره ۴ پخش کود و بذر توسط نیروی انسانی انجام گرفت که به وسیله یک نوبت دیسک سبک با خاک مخلوط شدند. در این روش میزان مصرف بذر بیشتر از سایر مزارع و به مقدار ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار بود. در مزرعه شماره ۲ کاشت بذر و پخش کود (پایه) از دستگاه مکانیزه کشت گستر استفاده شد. بدین ترتیب بذر و کود مصرفی به صورت همزمان در این مزرعه مورد استفاده قرار گرفتند و در سایر مزارع ابتدا پخش کود توسط دستگاه سانتریفوژ انجام شد و سپس به منظور اختلاط کود با خاک مزرعه یک نوبت دیسک زده شد و متعاقب آن کاشت بذر توسط دستگاه خطی کار معمولی گندم انجام شد. شایان ذکر است که این روش یکی از روش های متداول منطقه مورد تحقیق می باشد و اکثر زارعین از این روش برای کاشت گندم استفاده می کنند.

از آن جا که سیستم آبیاری در این مناطق به شکل غرقابی بود، پس از اتمام عملیات کاشت،

زارعین به احداث کانال (فاروئر) مبادرت می‌ورزیدند. تعداد آبیاری بین یک تا دو نوبت در مزارع متغیر بود. مزارع شماره ۱ و ۳ تنها یک نوبت و بقیه مزارع در دو نوبت آبیاری شدند. ضمن این‌که مزرعه ۴ اصلاً آبیاری نشد. منبع تامین سوخت برای پمپاژ آب آبیاری در مزارع شماره ۵ و ۶ از گازوئیل بود در حالی که برای سایر مزارع از سوخت الکتریسته برای پمپاژ آب استفاده شد.

کود سرک در طی یک یا دو نوبت همراه با عملیات آبیاری یا نزولات جوی در اواسط پنبه‌زنی و اوایل ساقه‌دهی گندم به مزارع اضافه شدند. مزارع شماره ۱، ۵ و ۶ در دو نوبت و بقیه مزارع در یک نوبت کوددهی شدند. در نوبت اول پخش کود توسط دستگاه سانتریفوژ انجام شد، اما در نوبت دوم به دلیل ارتفاع گیاه و خسارت حاصل از چرخ‌های تراکتور پخش کود توسط نیروی انسانی انجام شد. استثنائاً در مزرعه شماره ۱ پخش کود سرک در هر دو نوبت به وسیله دستگاه سانتریفوژ انجام شد. میزان مصرف کود سرک بین ۷۵ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار برای مزارع مختلف متغیر بود که از این میان مزرعه ۲ کمترین و مزارع ۱ و ۵ بیشترین مقدار کود مصرفی را به خود اختصاص دادند. ضمن اینکه در مزرعه ۴ هیچ نوع کودی به عنوان سرک استعمال نشد.

اغلب سموم قابل استفاده در منطقه مورد نظر شامل گرانستار، تاپیک و سافیکس بی دبلیو (علف‌کش)، آلتوکمبی، آلتو ۱۰۰ و کاربندازیم (قارچ‌کش) و دیازینون (حشره‌کش) بودند. مقدار دز مصرفی هر یک از این سموم متفاوت بوده و بسته به شرایط آب و هوایی و مدیریت زارعین بین

۰/۵ تا ۳ لیتر در هکتار متغیر بودند. عملیات اصلی سمپاشی مربوط به کنترل علف‌های هرز (پهن‌برگ و باریک‌برگ) مزارع گندم بود. در تمام منطقه از روش شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز استفاده شد و از روش‌های مکانیکی و وجین دستی علف‌های هرز استفاده نگردید. قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها به شکل مخلوط مصرف شدند. بنابراین سمپاشی‌ها در دو نوبت در سطح منطقه یکی با هدف کنترل علف‌های هرز و دیگری با هدف حفاظت گیاه گندم در برابر آفات انجام گردید. در تمامی مزارع از علف‌کش‌ها به منظور کنترل علف‌های هرز استفاده شد، ولی تنها مزارع شماره ۱، ۳ و ۵ کنترل آفات و بیماری‌ها را از طریق سموم قارچ‌کش و حشره‌کش انجام دادند. در مزرعه ۴ به دلیل نداشتن تجهیزات مناسب برای سمپاشی از سمپاش کوله‌پشتی بنزینی برای سمپاشی علف‌کش‌ها استفاده شد که علاوه بر مصرف بیش از حد سم در هکتار (۳ لیتر)، مدت زمان بیشتری نیز جهت عملیات کنترل علف‌های هرز صرف شد و مبتنی بر به کارگیری نیروی انسانی بیشتری بود. در حالی که در سایر مزارع به منظور کنترل علف‌های هرز از نوع سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار ۱۲ متری استفاده گردید. اما برای مرحله بعدی سمپاشی (قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها)، به دلیل ارتفاع گیاه و خسارت حاصل از چرخ‌های تراکتور از سمپاش پشت تراکتوری لانس‌دار با شلنگ‌هایی به طول ۵۰ متر استفاده شد تا به وسیله نیروی انسانی عملیات سمپاشی انجام شود. عملیات برداشت نیز در تمام مزارع توسط دستگاه کمباین جان‌دیر انجام شد. پس از برداشت، محصول گندم هر مزرعه به وسیله ماشین آلات

مختلف نظیر کامیون، وانت و تراکتور به کارخانه جهت تحویل فرستاده شدند.

مقدار عملکرد گندم در ۶ مزرعه بین ۲۵۰۰ الی ۵۲۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود که از این میان مزارع ۴ و ۲ به ترتیب کمترین و بیشترین میزان عملکرد را داشتند (جدول ۱).

سوخت و انرژی سوخت

مدت زمان کاربرد ماشین آلات و میزان سوخت مصرفی حاصل از آن در تمام عملیات‌های زراعی تولید گندم (تهیه زمین، کاشت، کوددهی، حفاظت گیاه، کنترل علف‌های هرز، آبیاری، برداشت و حمل و نقل) برای این ۶ مزرعه در جدول (۳) و (۴) ارائه شده است. نتایج نشان داد که مزارع شماره ۵ و ۴ به ترتیب بیشترین (۴۷) و کمترین (۱۹) ساعات کاربرد ماشین‌ها را داشته‌اند و سایر مزارع از لحاظ زمان

کاربرد ماشین‌ها و ادوات اختلاف معنی داری نداشتند. از میان عملیات‌های انجام شده، عملیات آبیاری بیشترین زمان کاربرد ماشین‌ها (موتور برای پمپاژ آب) را با میانگین ۱۴/۳ ساعت در هکتار به خود اختصاص داد و بعد از آن عملیات خاک‌ورزی (تهیه زمین) با میانگین ۱۳/۶ ساعت در هکتار در رتبه بعدی قرار داشت و عملیات حمل و نقل جهت تحویل محصول به کارخانه با میانگین ۰/۶ ساعت در هکتار کمترین زمان کاربرد ماشین‌ها را به خود اختصاص داده بود. ضمن این که سایر عملیات زراعی نیز دامنه‌ای بین ۱/۴ تا ۲/۶ ساعت در هکتار از لحاظ کاربرد ماشین‌ها و ادوات داشتند (جدول ۳).

نتایج سوخت مصرفی ماشین‌ها در این ۶ مزرعه نشان داد که دامنه مصرف سوخت بین ۵۳ تا ۱۲۳ لیتر در هکتار متغیر است. میانگین مصرف در این مزارع

جدول ۳- مقادیر مدت زمان استفاده از ادوات و ماشین‌آلات جهت انجام عملیات زراعی در مزرعه گندم برحسب ساعت در هکتار. مقادیر میانگین، اشتباه معیار (SEM)، حدود اطمینان و سهم هر عملیات زراعی نیز در مجموع آورده شده‌اند.

عملیات زراعی	مزرعه										حدود اطمینان ۹۵ درصد		درصد از کل
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	میانگین	SEM	پایین	بالا			
تهیه زمین	۱۴/۳	۱۳/۷	۱۷	۱۲/۶	۱۳/۵	۱۰/۵	۱۳/۶	۰/۸۷	۱۲/۹	۱۴/۳			۳۵/۱
کاشت	۲	۵*	۲/۵	۰	۲	۱/۵	۲/۲	۰/۶۷	۱/۷	۲/۷			۵/۷
کوددهی	۵/۳	۰/۷	۲/۳	۰	۳	۱/۲	۲/۱	۰/۷۸	۱/۵	۲/۷			۵/۴
حفاظت گیاه	۶	۰	۲/۷	۰	۲/۷	۰	۱/۹	۰/۹۸	۱/۱	۲/۷			۴/۹
کنترل علفهای هرز	۲	۲/۵	۲	۵	۲	۲	۲/۶	۰/۴۹	۲/۲	۳			۶/۷
آبیاری	۱۰	۱۸	۱۲	۰	۲۲	۲۴	۱۴/۳	۳/۶۳	۱۱/۴	۱۷/۲			۳۷
برداشت	۱	۲	۱/۳	۱	۱	۲	۱/۴	۰/۲۰	۱/۲	۱/۶			۳/۶
حمل و نقل	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۶	۰/۰۸	۰/۵	۰/۷			۱/۶
جمع کل	۴۱/۱	۴۲/۶	۴۰/۵	۱۹/۱	۴۷/۲	۴۱/۷	۳۸/۷	۴/۰۴	۳۵/۵	۴۱/۹			۱۰۰

* در این مزرعه برای کاشت بذر از خطی کار مکانیزه کشت گستر استفاده شده است.

جدول ۴- مقادیر مصرف سوخت جهت انجام عملیات زراعی برای هر مزرعه گندم بر حسب لیتر در هکتار. مقادیر میانگین، اشتباه معیار (SEM)، حدود اطمینان و سهم هر عملیات زراعی در مجموع نیز آورده شده اند.

عملیات زراعی	مزرعه										حدود اطمینان ۹۵ درصد	
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	میانگین	SEM	پایین	بالا	درصد از کل	
تهیه زمین	۵۴/۳	۴۵	۷۴/۳	۴۱/۴	۷۳	۴۲/۲	۵۵	۶/۱۸	۵۰/۱	۵۹/۹	۵۹/۵	
کاشت	۷	۱۷/۵	۸/۸	۰	۷	۴/۵	۷/۵	۲/۳۶	۵/۶	۹/۴	۸/۱	
کوددهی	۵/۳	۰/۷	۲/۳	۰	۵/۳	۴/۳	۳	۰/۹۵	۲/۲	۳/۸	۳/۲	
حفاظت گیاه	۶	۰	۴	۰	۴	۰	۲/۳	۱/۰۹	۱/۴	۳/۲	۲/۵	
کنترل علف های هرز	۳	۳/۸	۳	۲/۵	۳	۳	۳/۱	۰/۱۷	۳	۳/۲	۳/۴	
آبیاری	۰	۰	۰	۰	۲۲	۳۰	۸/۷	۵/۵۸	۴/۲	۱۳/۲	۹/۴	
برداشت	۷	۱۴	۹/۳	۷	۷	۱۴	۹/۷	۱/۴۰	۸/۶	۱۰/۸	۱۰/۵	
حمل و نقل	۵	۳/۳	۳/۳	۲/۵	۱/۵	۳	۳/۱	۰/۴۷	۲/۷	۳/۵	۳/۴	
جمع کل	۸۷/۶	۸۴/۳	۱۰۵	۵۳/۴	۱۲۲/۸	۱۰۱	۹۲/۴	۹/۶۰	۸۴/۷	۱۰۰/۱	۱۰۰	

* در این مزرعه منبع انرژی برای استخراج آب از الکتریسته بوده است.

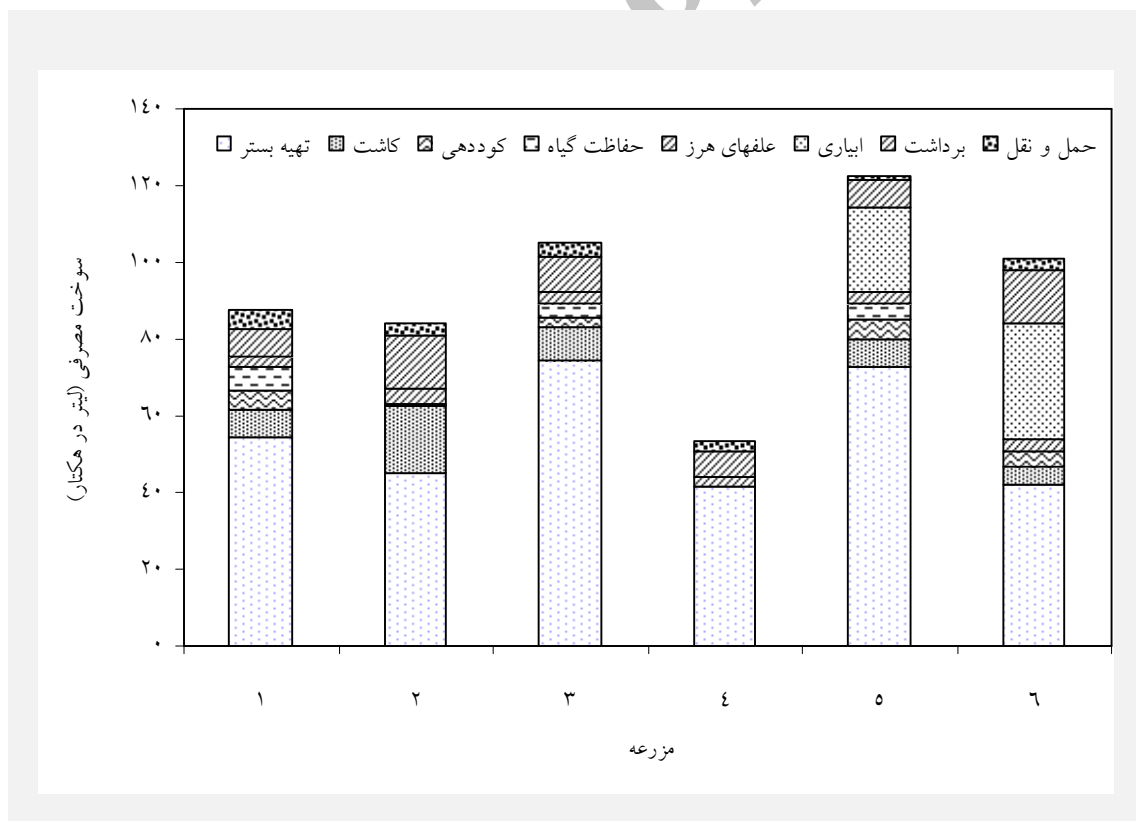
و ۲۷۷۴ مگاژول در هکتار بیشترین و مزرعه شماره ۴ با ۴۱/۴ لیتر در هکتار و انرژی معادل ۱۵۷۵ مگاژول در هکتار کمترین مقدار را دارا بودند (شکل ۱ و ۲). نتایج جدول (۳) و (۴) نشان دادند که بین زمان کاربرد ماشین ها و سوخت مصرفی آن ها در مزرعه رابطه مستقیمی وجود دارد. همان طوری که مشاهده می شود مزرعه شماره ۵ با بیشترین ساعت کاربرد ماشین آلات بیشترین میزان سوخت و انرژی را با ۱۲۳ لیتر و انرژی معادل ۴۶۶۴ مگاژول در هکتار به خود اختصاص داده است در حالی که مزرعه شماره ۴ با کمترین ساعت کاربرد ماشین آلات کمترین میزان سوخت و انرژی را با ۵۳ لیتر و انرژی معادل ۲۰۲۶ مگاژول در هکتار داشته است.

برابر ۹۲ لیتر در هکتار بوده که از این میان مزارع شماره ۵ و ۴ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را دارا بودند (جدول ۴). همچنین نتایج ارزیابی انرژی سوخت مصرفی نشان داد میانگین مصرف انرژی در این مزارع معادل ۳۸۱۶ مگاژول در هکتار بوده است که از این میان مزارع شماره ۵ و ۴ به ترتیب با انرژی معادل ۴۶۶۴ و ۲۰۲۶ مگاژول در هکتار بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند (جدول ۵). عملیات خاک ورزی (تهیه زمین) بیشترین مقدار مصرف سوخت را با میانگین ۵۵ لیتر در هکتار و انرژی معادل ۲۰۹۱ مگاژول در هکتار برای این ۶ مزرعه دارا بود که از این میان مزارع شماره ۳ و ۵ به ترتیب با ۷۴/۳ و ۷۳ لیتر در هکتار و انرژی معادل ۲۸۲۲

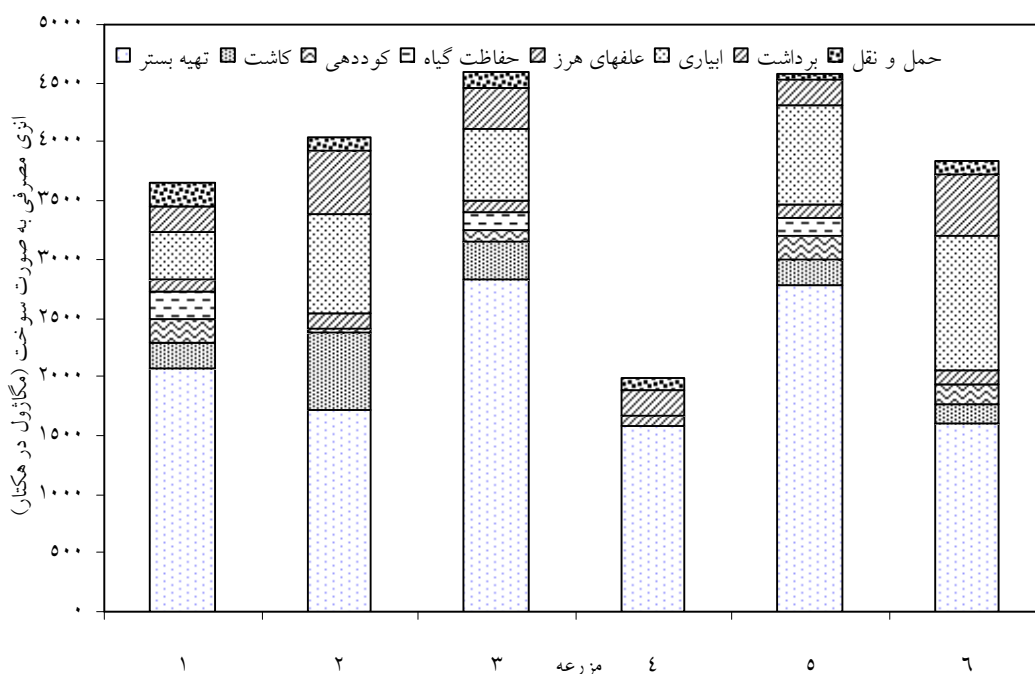
جدول ۵- مقادیر انرژی سوخت مصرفی جهت انجام عملیات زراعی برای هر مزرعه گندم بر حسب مگاژول در هکتار. مقادیر میانگین، اشتباه معیار (SEM)، حدود اطمینان و سهم هر عملیات زراعی در مجموع نیز آورده شده اند.

عملیات زراعی	مزرعه										حدود اطمینان ۹۵ درصد	
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	میانگین	SEM	پایین	بالا	درصد از کل	درصد
تهیه زمین	۲۰۶۴/۹	۱۷۰۹/۶	۲۸۲۱/۵	۱۵۷۴/۷	۲۷۷۴	۱۶۰۳/۲	۲۰۹۱/۳	۲۳۴/۵۸	۱۹۰۳/۶	۲۲۷۹	۵۴/۸	
کاشت	۲۶۶	۶۶۵	۳۳۲/۵	۰	۲۶۶	۱۷۱	۲۸۳/۴	۸۹/۷۴	۲۱۱/۶	۳۵۵/۲	۷/۴	
کوددهی	۲۰۱/۴	۲۵/۱	۸۸/۲	۰	۱۹۹/۵	۱۶۳/۴	۱۱۲/۹	۳۶/۰۳	۸۴/۱	۱۴۱/۷	۳	
حفاظت گیاه	۲۲۸	۰	۱۵۱/۶	۰	۱۵۱/۶	۰	۸۸/۵	۴۱/۲۰	۵۵/۵	۱۲۱/۵	۲/۳	
کنترل علفهای هرز	۱۱۴	۱۴۲/۵	۱۱۴	۹۲/۵	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۵/۲	۶/۵۰	۱۱۰	۱۲۰/۴	۳	
آبیاری	*۳۹۹/۳	*۸۴۷	*۶۰۵	۰	۸۳۶	۱۱۴۰	۶۳۷/۹	۱۶۳/۳۰	۵۰۷/۲	۷۶۸/۶	۱۶/۷	
برداشت	۲۶۶	۵۳۲	۳۵۳/۸	۲۶۶	۲۶۶	۵۳۲	۳۶۹/۳	۵۳/۲۹	۳۲۶/۷	۴۱۱/۹	۹/۷	
حمل و نقل	۱۹۰	۱۲۵/۴	۱۲۵/۴	۹۲/۵	۵۷	۱۱۴	۱۱۷/۴	۱۷/۹۶	۱۰۳	۱۳۱/۸	۳/۱	
جمع کل	۳۷۲۹/۶	۴۰۴۶/۶	۴۵۹۲	۲۰۲۵/۷	۴۶۶۴/۱	۳۸۳۷/۶	۳۸۱۵/۹	۳۹۱/۰۶	۳۵۰۳	۴۱۲۸/۸	۱۰۰	

* در این مزرعه منبع انرژی برای استخراج آب از الکتریسته بوده است.



شکل ۱- سوخت مصرفی برای هر عملیات زراعی در ۶ مزرعه تولید گندم در گرگان.



شکل ۲- انرژی سوخت مصرفی برای هر عملیات زراعی در ۶ مزرعه تولید گندم در گرگان.

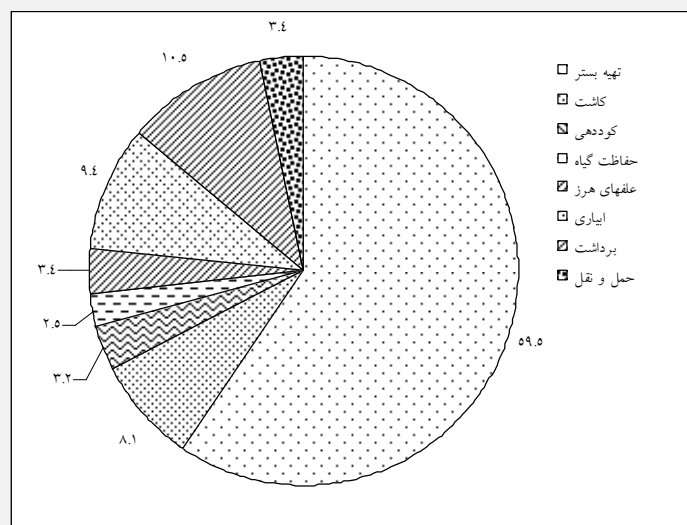
آفات) کمترین سهم (۲/۵ درصد) را در مصرف سوخت دارا بود.

پتانسیل گرمایش جهانی

مقدار GWP حاصل از سوخت مصرفی در ۶ مزرعه تولید گندم بین ۱۴۱ تا ۲۹۹ کیلوگرم معادل CO₂ در هکتار متغیر بوده است (جدول ۶) که از این میان مزارع شماره ۳ و ۴ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان GWP را دارا بودند. مقادیر GWP ارتباط مستقیم با میزان سوخت مصرفی دارند. بیشترین میزان GWP با میانگین ۲۱۳ کیلوگرم معادل CO₂ در هکتار به بخش مصرف سوخت عملیات زراعی و کمترین آن با میانگین ۸ کیلوگرم معادل CO₂ در هکتار به بخش حمل و نقل اختصاص داشت.

نتایج برآورد سوخت مصرفی در تحقیق حاضر نشان داد که میزان مصرف سوخت در تمام مزارع به استثناء مزرعه شماره ۴ (۵۳ لیتر در هکتار) که حداقل کاربرد ماشین آلات را در مزرعه داشت به مراتب بالاتر از سایر نقاط جهان بوده است.

شکل (۳) سهم سوخت مصرفی ماشین ها را از کل نشان می دهد. همان طوری که در شکل نشان داده شده است عملیات تهیه زمین با ۵۹/۵ درصد بیشترین سهم را در مصرف سوخت داشته است و به دنبال آن عملیات برداشت، آبیاری و کاشت بذر به ترتیب با ۱۰/۵، ۹/۴ و ۸/۱ درصد در رتبه های بعدی قرار داشتند و سهم سایر عملیات کمتر از ۴ درصد بود که از این میان عملیات حفاظت گیاه (کنترل



شکل ۳- سهم هر عملیات زراعی از کل سوخت مصرفی در ۶ مزرعه تولید گندم در گرگان.

جدول ۶- مقادیر پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) بر حسب کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار ناشی از مصارف سوخت در هر مزرعه گندم. مقادیر میانگین، اشتباه معیار (SEM)، حدود اطمینان و سهم هر فعالیت در مجموع نیز آورده شده‌اند.

نوع عملیات	مزرعه										حدود اطمینان ۹۵ درصد	
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	میانگین	SEM	پایین	بالا	درصد از کل	درصد
عملیات زراعی	۲۱۸/۹	۲۱۴/۳	۲۶۹/۱	۱۳۴/۷	۲۶۲/۹	۱۸۰/۱	۲۱۳/۳	۲۰/۷۳	۱۹۶/۷	۲۲۹/۹	۸۷/۵	
آبیاری*	۱۳/۹	۲۹/۵	۲۱/۱	۰	۲۹/۱	۳۹/۷	۲۲/۲	۵/۶۹	۱۷/۶	۲۶/۸	۹/۱	
حمل و نقل محصول	۱۳/۲	۸/۷	۸/۷	۶/۴	۴	۸	۸/۲	۱/۲۴	۷/۲	۹/۲	۳/۴	
کل	۲۴۶	۲۵۲/۵	۲۹۸/۹	۱۴۱/۱	۲۹۶	۲۲۷/۸	۲۴۳/۷	۲۳/۵۵	۲۲۴/۹	۲۶۲/۵	۱۰۰	

* سوخت جهت تولید الکتریسیته یا مصرف برای پمپاژ آب.

عملیات آبیاری را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۶). در مزارع شماره ۱، ۲ و ۳ که از سوخت الکتریسیته جهت پمپاژ آب آبیاری استفاده می‌کردند میزان GWP به مراتب پایین‌تر از سایر مزارع بود و

همچنین میزان GWP حاصل از عملیات آبیاری در ۶ مزرعه بین ۱۳/۹ الی ۳۹/۷ کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار متغیر بود. مزارع شماره ۱ و ۶ به ترتیب کمترین و بیشترین میزان GWP سوخت

در مزرعه شماره ۶ به دلیل مصرف سوخت دیزل جهت پمپاژ آب و همچنین دو نوبت انجام مراحل آبیاری، میزان GWP بالاتر از سایر مزارع بود (۳۹/۷ کیلوگرم معادل CO₂). بنابراین با توجه به نتایج حاصله از این تحقیق می‌توان اینگونه اظهار کرد که مزرعه شماره ۲ با پتانسیل گرمایش جهانی ۲۵۲/۵ کیلوگرم معادل CO₂ در هکتار و تولید ۵۲۰۰ کیلوگرم دانه در هکتار در مقایسه با سایر مزارع، مناسب‌ترین مزرعه در منطقه مورد تحقیق بوده است.

بحث

در مطالعات اخیر نیز Safa and Tabatabaefar (2002) با ارزیابی مصرف انرژی برای تولید گندم آبی و دیم در منطقه ساوه بیشترین منبع انرژی مصرفی را سوخت تشخیص دادند که برای اراضی آبی ۶۷ درصد و برای اراضی دیم ۵۲ درصد محاسبه شد. از طرفی نتایج سایر تحقیقات نشان داده است که سوخت بخش اعظم انرژی ورودی (۲۲ الی ۷۱ درصد) را نسبت به سایر نهاده‌های زراعی تشکیل می‌دهد (Canakci et al., 2005; Strapatsa et al., 2006; Tsatsarelis, 1991; 1992, 1993).

نتایج برآورد سوخت مصرفی در تحقیق حاضر نشان داد که میزان مصرف سوخت در تمام مزارع به استثناء مزرعه شماره ۴ (۵۳ لیتر در هکتار) که حداقل کاربرد ماشین آلات را در مزرعه داشت به مراتب بالاتر از سایر نقاط جهان بوده است. در همین رابطه سایر مطالعات نشان دادند که جهت تولید گندم در سطح یک هکتار در آمریکا ۷۳ لیتر (Pimentel and Pimentel, 1996)، در هند ۵۹ لیتر

(Sing et al., 2002) و در ترکیه ۶۸ لیتر (Canakci et al., 2005) سوخت نیاز است. این در حالی است که برای تولید گندم در سطح یک هکتار در ایران با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق و تحقیقات انجام شده توسط (Safa and Tabatabaefar, 2002; 2008) سوخت بیشتری در مقایسه با سایر نقاط جهان مصرف می‌شود.

همچنین مطابق با استاندارد های جهانی^۲ (ASAE) (1999) Kitani گزارش کرد که متوسط سوخت مصرفی جهت تولید یک هکتار گندم ۷۲ لیتر می‌باشد که از این مقدار عملیات خاک‌ورزی (میانگین ۳۴ لیتر) بیشترین مقدار را دارا می‌باشد که حاکی از آن بود روش های عملیات خاک‌ورزی در سایر نقاط جهان نسبت به منطقه مورد مطالعه (میانگین ۵۵ لیتر) به صورت کارا عمل کرده و تاحد ممکن در مصرف سوخت ماشین‌ها صرفه‌جویی شده است. سایر محققین نیز مصرف بالای سوخت را در طی انجام مراحل خاک‌ورزی نسبت به سایر عملیات زراعی گزارش کرده بودند (Pimentel et al., 1973; Borin et al., 1997; Bonari et al., 1995; Tipi et al., 2009).

مصرفی در تولید گندم در ترکیه نشان دادند که عملیات خاک‌ورزی بیشترین سهم (۴۵/۲ درصد) را از کل عملیات های زراعی داشته است. از نتایج فوق می‌توان بیان کرد که عملیات خاک‌ورزی اولیه (شخم) و ثانویه (دیسک) بیشترین تاثیر را در مصرف سوخت و انرژی دارند به طوری که سهم این عملیات نسبت به سایر عملیات زراعی هم در این تحقیق و هم در سایر تحقیقات بالاتر بوده است. دلیل این امر را می‌توان انجام عملیات فشرده شخم و

دفعات دیسک در طول مراحل آماده سازی بستر بذر ذکر کرد اگرچه امروزه تکنیک های خاک ورزی با به حداقل رساندن صدمات محیطی و تعداد دفعات عبور به طرف کاهش چشمگیر در عمق شخم و تعداد عملیات جهت گیری کرده (Borin *et al.*, 1997) و با اجرای شیوه های صحیح خاک ورزی و انتخاب ادوات و ماشین آلات مناسب می توان مصرف سوخت را تا حد امکان کاهش داد (Michel, 1985). در همین زمینه Asadi and Hemmat (1998) اثرات شیوه های مختلف خاک ورزی را بر روی محصول گندم مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که در منطقه اصفهان و در یک خاک با بافت لومی رسی استفاده از گاوآهن قلمی (چیزل) در مقایسه با گاوآهن بشقابی می تواند به عنوان یک روش جایگزین عملیات خاک ورزی پیشنهاد گردد. (Michel *et al.*, 1985) نیز بیان کردند که استفاده از گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن بشقابی باعث صرفه جویی ۴۰ درصدی سوخت مصرفی می شود. ضمن اینکه تسطیح بعد از گاوآهن قلمی به سوخت، انرژی و توان کمتری نسبت به گاوآهن بشقابی نیاز دارد. در نتایج تحقیق حاضر نیز مشخص شد در مزارعی که از گاوآهن بشقابی جهت انجام عملیات شخم استفاده کرده بودند (مزارع ۳ و ۵) به مراتب سوخت و انرژی بیشتری نسبت به مزارعی که از گاوآهن قلمی استفاده کرده بودند صرف شده است که با نتایج سایر محققان مطابقت داشت.

دلیل دیگر مصرف سوخت زیادتر در مزارع ۳ و ۵ را می توان کاربرد تراکتور جاندر ۳۱۴۰ در عملیات خاک ورزی اولیه (شخم) عنوان کرد. باید

توجه داشت که ماشین های زراعی نیز به لحاظ میزان مصرف سوخت متفاوت هستند. در این رابطه Ghahderijani *et al.*, (2009) با مقایسه مصرف سوخت تراکتورهای زراعی مسی فرگوسن ۲۸۵، مسی فرگوسن ۳۹۹، جاندر ۲۰۴۰، رومانی ۶۵۰ و جاندر ۳۱۴۰ نشان دادند که تراکتورهای جاندر ۳۱۴۰ و رومانی ۶۵۰ بیشترین مصرف سوخت و انرژی را در هنگام عملیات زراعی دارند. در تحقیق حاضر نیز مشخص شد مزارع شماره ۳ و ۵ به دلیل کاربرد تراکتور جاندر ۳۱۴۰ در طی انجام عملیات خاک ورزی اولیه (شخم) به مراتب مصرف سوخت بالاتری نسبت به سایر مزارع داشته اند.

با توجه به نتایج حاصل شده در این تحقیق به نظر می رسد زارعین در تعداد عملیات دیسک زنی افراط کرده باشند. در مزرعه شماره ۲ با انجام ۳ نوبت عملیات دیسک زنی بیشترین عملکرد در واحد سطح نسبت به سایر مزارع حاصل شده است در حالی که در مزرعه شماره ۳ (۶ نوبت)، مزرعه شماره ۶ (۵ نوبت) و مزرعه شماره ۵ (۴ نوبت) به مراتب عملکرد کمتری حاصل شده است علیرغم اینکه هزینه بالاتری در مصرف سوخت و انرژی در این مزارع نسبت به مزرعه شماره ۲ صورت گرفته است (جدول ۲). البته یک دلیل کاهش تعداد عملیات دیسک را در مزرعه شماره ۲ به کارگیری دستگاه خطی کار کشت گستر می توان ذکر کرد که در این روش کاشت، عملیات اختلاط کود با بذر توسط دیسک انجام نمی شود. بنابراین می توان اظهار داشت که استفاده از این روش تا حدودی می تواند به لحاظ کاربرد کمتر دفعات دیسک در زمان و مصرف سوخت صرفه جویی کند علاوه بر این با انجام هم

زمان عملیات کاشت و پخش کود از تردد بیش از اندازه ماشین آلات به مزرعه ممانعت به عمل آمده و در نتیجه از فشرده شدن خاک مزرعه جلوگیری کرده و شرایط را برای نفوذ بهتر ریشه به عمق خاک زراعی مهیا می‌سازد.

Solhjou (1998) با بررسی مراحل مختلف عملیات خاک‌ورزی اظهار کرد در صورتی که عملیات شخم در رطوبت بهینه با توجه به نوع خاک انجام گیرد می‌توان با انجام یک یا دو نوبت عملیات دیسک‌زنی به شرایط مناسب برای بستر بذر رسید. وی همچنین بهترین زمان انجام عملیات در خاک‌هایی با بافت متوسط برای مزارع گندم را دارا بودن حداقل ۱۵ درصد رطوبت خاک و مناسب‌ترین عمق خاک‌ورزی را ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر گزارش کرده است.

در مطالعات محلی که بر روی دستگاه کمبینات (چندکاره) در برخی از مزارع گندم در شهر گرگان انجام شد مشخص شد که انجام کل عملیات خاک‌ورزی، کوددهی و کاشت بذر با صرف زمان کمتر (۳ ساعت در هکتار) و همچنین مصرف سوخت کمتر (۳۶ لیتر در هکتار) می‌تواند جایگزین مناسبی نسبت به روش‌های مرسوم منطقه باشد (منابعی ارائه نشده است). علاوه بر این نکته دیگری که از اهمیت بالایی برخوردار است به کارگیری ماشین آلات فرسوده و مستهلک در سطح منطقه و کشور می‌باشد. باید توجه داشت هر تراکتور در شرایطی که در محدوده عمر مفید (۱۳ سال) باشد، به طور متوسط ۱۲ تا ۱۳ لیتر گازوئیل در ساعت مصرف می‌کند، حال اگر تراکتورهای مورد استفاده بالای عمر مفید باشد، حداقل ساعتی ۳ لیتر هدررفت

گازوئیل یعنی مصرفی بین ۱۵ تا ۱۶ لیتر گازوئیل در ساعت دارند. در همین رابطه (Paknezhad 2008) بیان داشت که ۱۵۰ هزار دستگاه تراکتور در کشور بالای ۱۳ سال عمر دارند. با این اوصاف می‌توان نتیجه گرفت که اگر ۱۵۰ هزار دستگاه تراکتور بالای عمر ۱۳ سال کشور که حداقل سالی ۱۰۰۰ ساعت کارکرد دارند و حدود ۳ لیتر در هر ساعت اضافه مصرف سوخت داشته باشند، گازوئیل هدررفته در قبال هر سال کار کردن آن‌ها در بخش کشاورزی ۴۵۰ میلیون لیتر در سال خواهد بود که رقمی چشمگیر می‌باشد.

به طور کلی مطابق با استانداردهای جهانی، عمر مفید یک تراکتور ۱۰ هزار ساعت است که این زمان بر اساس قرار سالی ۱۰۰۰ ساعت و در نهایت ۱۰ سال می‌باشد، در حالی که بیش از نیمی از تراکتورهای کشور دارای عمر چندین برابر عمر مفید در حال کار هستند (Paknezhad, 2008).

در رابطه با پتانسیل گرمایش جهانی در زمینه مصرف سوخت‌های فسیلی در طی عملیات زراعی گزارشی ارائه نشده است اما تحقیقات اندکی کل پتانسیل گرمایش جهانی حاصل از نهاده‌های زراعی را در طول دوره تولید محصول محاسبه کرده‌اند به عنوان مثال (Pathak and Wassmann 2007) در منطقه هاریانای هند کل میزان GWP را برای دو محصول برنج و گندم به ترتیب برابر با ۲۷۶۶ الی ۴۰۵۴ و ۱۰۳۸ الی ۱۶۲۴ کیلوگرم معادل CO₂ در هکتار برآورد کردند. علت زیاد بودن این ارقام در مقایسه با GWP بدست آمده در مطالعه حاضر این است که در این مطالعه GWP فقط برای سوخت محاسبه شده است. در حالی که پاداک و واسمن

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

باتوجه به این تحقیق مشاهده شد که از نظر میزان مصرف سوخت اختلاف معنی‌داری بین مزارع گران وجود دارد. به این ترتیب مزارع ۳، ۵ و ۶ مصرف سوختی بیش از آنچه واقعاً مورد نیاز بوده داشته‌اند. برای مثال، بیشترین مصرف سوخت برای عملیات تهیه زمین مورد استفاده قرار گرفت که به دلایل زیر بود: مزرعه ۳ بیشترین تعداد دیسک‌زنی را دارا بود (۶ نوبت) و مزرعه ۶ در رتبه بعدی قرار گرفت (۵ نوبت). از طرفی در مزارع ۵ و ۳ مدت زمانی که از ادوات و ماشین‌آلات استفاده شده بود نیز بیشتر از سایر مزارع بود. در حالی که در مزرعه شماره ۲ به کارگیری خطی کار کشت گستر تا حدودی منجر به مصرف سوخت کمتر در نتیجه همزمانی عملیات کاشت بذر و پخش کود و همچنین دیسک‌زنی کمتر (۳ نوبت) نسبت به سایر مزارع گردید. همچنین نوع گاوآهن مورد استفاده تاثیر بسزایی در مصرف سوخت در طی مراحل خاک‌ورزی داشت به طوریکه مزارع شماره ۳ و ۵ به دلیل استفاده از گاوآهن بشقابی مصرف سوختی به مراتب بالاتر از سایر مزارع (گاوآهن قلمی) داشتند. نوع ماشین‌آلات مورد استفاده نیز از لحاظ عمر مفید کارکرد وسیله تاثیر مهمی در میزان مصرف سوخت داشتند. ارزیابی پتانسیل گرمایش جهانی نشان داد که رابطه مستقیمی بین مصرف سوخت و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارد. یعنی هر چه سوخت مصرفی در مراحل تولید بیشتر باشد به همان اندازه انتشار گازهای گلخانه‌ای نظیر CO_2 ، CH_4 و N_2O بیشتر است که در نتیجه عواقب گرم شدن جهانی را در پی خواهد داشت. همچنین مصرف سوخت در

برای کل فرآیندهای تولید این مقدار را محاسبه کردند. (Tzilivakis *et al.*, 2005) نیز با بررسی ۱۳ سناریو (روش) تولید چغندر قند در انگلستان میانگین کل GWP را برابر ۱۲۵۰ کیلوگرم معادل CO_2 در هکتار تخمین زدند. باید توجه داشت که انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل خصوصیات تشعشعی ویژه این گازها باعث گرم شدن غیر طبیعی سطح کره زمین می‌شوند که به نوبه خود باعث تغییر اقلیم جهانی و منطقه می‌گردند (Pennington *et al.*, 2004).

با وجودیکه تغییر اقلیم در برخی از مناطق جهان به ویژه نواحی واقع در عرض‌های شمالی بالاتر از ۵۵ درجه اثرات مثبتی بر تولیدات کشاورزی به همراه خواهد داشت (Ewert *et al.*, 2005) ولی اثرات منفی این تغییرات در مناطق گرم و خشک بسیار شدید خواهد بود (Hadley, 2006; Parry *et al.*, 2006; Stern, 2006; Sivakumar *et al.*, 2005). به طوریکه در کشورهای در حال توسعه افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی شدیدتر بوده (Stern, 2006; Sivakumar *et al.*, 2005) و به علاوه فراوانی و شدت وقوع پدیده‌های نادر اقلیمی (خشکسالی، گرما، سرما و سیل) نیز تشدید خواهد شد (IPCC, 2007). از آنجا که مصرف سوخت‌های فسیلی بیشترین تاثیر را در انتشار گازهای گلخانه‌ای به ویژه CO_2 و در نتیجه گرمایش زمین دارند. از این رو صرفه جویی در مصرف سوخت در طول عملیات اجرایی نه تنها باعث کاهش هزینه‌ها و حفظ منابع ملی می‌شود بلکه اثرات مخرب زیست‌محیطی و عوامل گرم شدن جهانی و تغییر اقلیم را کاهش می‌دهد.

عملیات آبیاری نشان داد مزارعی که از سوخت دیزل جهت پمپاژ آب آبیاری استفاده کرده بودند (مزارع شماره ۵ و ۶) به مراتب GWP بالاتری نسبت به مزارعی که از سوخت دیزل جهت پمپاژ آب آبیاری استفاده کرده بودند (مزارع شماره ۱، ۲ و ۳) داشتند.

با توجه به این تحقیق می توان پیشنهادات زیر را جهت بهینه سازی مصرف سوخت در تولیدات کشاورزی توصیه نمود: (۱) استفاده از تکنولوژی های مدرن امروزی و ادوات زراعی مناسب نظیر دستگاه چندکاره (کمپینات) که می تواند محدودیت های زمانی ناشی از تغییرات آب و هوا و بارندگی را در زمان تهیه بستر و کاشت بذر مرتفع کند و همچنین رفت و آمدهای مکرر تراکتور و ادوات متصل به آن جهت انجام عملیات زراعی و در نتیجه فشردگی خاک مزرعه و ایجاد لایه غیر قابل نفوذ (Hard Pan) را کاهش داده و در نهایت استهلاک تراکتور و مصرف سوخت زیاد به دلیل کاهش تعدد وسیله در طی عملیات زراعی را کاهش دهد. (۲) استفاده از سیستم های شخم حداقل یا کاهش یافته که به مکانیزاسیون و قدرت کمتری نیازمند است. اجرای عملیات خاک ورزی اولیه (شخم) در زمانی که رطوبت خاک در حد مناسب باشد، تاثیر قابل ملاحظه ای در کاهش سوخت مصرفی تراکتور خواهد داشت. بنابراین توصیه می شود که پس از برداشت محصول که هنوز رطوبت خاک خیلی کاهش نیافته، در کمترین زمان ممکن شخم صورت پذیرد. (۳) برقی نمودن موتور چاه های کشاورزی و افزایش راندمان انتقال و توزیع آب آبیاری مصرفی در سطح مزرعه که راه حل

مناسبی جهت کاهش مصرف سوخت های فسیلی در امر آبیاری مزارع می باشد. (۴) انتخاب ادوات خاک ورزی اولیه مناسب و مناسب ترین شیوه خاک ورزی (تغییر روش های خاک ورزی از طریق کاربرد گاو آهن قلمی به جای گاو آهن بشقابی و کاهش تعداد عملیات دیسک از ۵ یا ۶ نوبت به ۳ نوبت). (۵) توسعه مکانیزاسیون کشاورزی و واگذاری تراکتورهای پیشرفته به زارعین از طریق پرداخت یارانه به کشاورزان و بر چیده شدن ماشین آلات فرسوده و مستهلک (بالای ۱۳ سال) از عرصه مزارع. (۶) با توجه به متغیر بودن شرایط اقلیمی در مناطق مختلف و همچنین متفاوت بودن خاک زراعی، محصولات زراعی و امکانات موجود در نقاط مختلف کشور، پیشنهاد می گردد تحقیقات مشابهی برای ارزیابی مصرف سوخت و استفاده بهینه از پتانسیل های موجود در هر منطقه از کشور انجام پذیرد.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از سازمان بهینه سازی مصرف سوخت که حمایت مالی از این تحقیق را برعهده داشتند، قدردانی می شود.

پی نوشت ها

- 1- Global Warming Potential
- 2- American Society of Agricultural Engineering

منابع

Asadi, A. and A. Hemmat (1998). Effects of various ways tillage on wheat and

- IASME/WSEAS Int. Conf. on Energy& Environ, University of Cambridge, UK, ISBN 978-960-6766-43-5, 151-157.
- Ghahderijani, M., A.R.Keyhani, S.A.Tabatabaeefar and N.Omid (2009). Evaluation and determination of energy ratio for potato production in different levels of cultivated area in the western Isfahan (Case study: Fereydoonshahr). J. Agric. Sci. Nature. Res, 16: 183-193.
- Green, M. (1987). Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In: Helsel, Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, vol. 3. IPCC Technical Support .
- Hadley, C. (2006). Effects of Climate Change in the Developing Contries. UK Met. Office.
- Hemmat, A. and M.R. Mossadeghi (2001). Tillage for production in low rainfall area. Author Godwin, R. G. Published research organization, education and agricultural extension.
- IIES, Institute for International Energy Studies (2007). Iran Hydrocarbons Energy Balance, Ministry of oil and gas.
- IIES, Institute for International Energy Studies (2006). Iran Hydrocarbons Energy Balance, Ministry of oil and gas.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (1996). Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Cambridge University Press, UK.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (1997). In: Houghton, J.T. (Ed.), compare their performance parameters. Agriculture Research and Education Organization, Agriculture Engineering Research Institute, Public. No. 106.
- Bonari, E., M. Mazzoncini and A. Peruzzi (1995). Effect of conservation and minimum tillage on winter oilseed rape in a sand soil. Soil Till. Res., 33:91-108.
- Borin, M., C. Merini and L.Sartori (1997). Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. Soil Till. Res. 40: 209–226.
- Canakci, M., M.Topakci, I.Akinci and A. Ozmerzi (2005). Energy use pattern of some field crops and vegetable production: Case study for Antalya Region, Turkey. Energy Conversion and management. 46: 655-666.
- Department of Climate Change (DCC) (2008). National Greenhouse Accounts (NGA) Factors, Available at: www.climatechange.gov.au.
- Ewert, F., M.D.A. Rounsevell, I. Reginster M.G. Metzger and R.Leemans, 2005. Future scenarios of European agricultural land use. I. Estimating changes in crop productivity. Agric. Ecosyst. Environ. 107: 101-116.
- FAO. (2009). Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), Available at: <http://apps.fao.org>.
- Farahmandpour, B., I.Nasseri and H.Houri jafari (2008). Analysis of Ultimate Energy Consumption by Sector in Islamic Republic of Iran. 3rd

- Pathak, H. and R. Wassmann (2007). Introducing greenhouse gas mitigation as a development objective in rice-based agriculture: I. Generation of technical coefficients. *Agric. Syst*, 94: 807-825.
- Pennington, D.W., J. Potting, G.Finnveden, E. Lindeijer, O.Jolliete, T. Rydberg, G. Rebitzer (2004). Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice. *Env. Int*, 30: 721-739.
- Pimentel, D. and M. Pimentel (1996). *Food, Energy and Society*. Colorado Press, Niwet.
- Pimentel, D., L.E. Hurd, A.C.Bellotti, M.J. Forster, I.N.Oka, O.D. Sholes and R.J. Whitman (1973). Food production and the energy crisis. *Science*, 182, 443-449.
- Pinstrup-Andersen, P. (1999). *Towards Ecologically Sustainable World Food Production*, vol. 22. UNEP Industry and Environment, United Nations Environment Programme, Paris.
- Safa, M. and A.Tabatabaeefar (2002). Energy Consumption in Wheat Production in Irrigated and Dry Land Farming. *Proc. Intl. Agric. Engg.* 28-30.
- Safa, M. and A. Tabatabaeefar (2008). Fuel Consumption in Wheat Production in Irrigated and Dry Land Farming. *World J. Agric. Sci*, 1: 86-90.
- Shrestha, B. L. (1998). Energy analysis in selected crop in Nepal. AIT thesis, No AE-8815, 34-35.
- Sing, H., D. Mishra and N.M. Nahar (2002). Energy use pattern in production IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). *Summary for Policy Makers. The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
- Kaltsas, A.M., A.P. Mamolos, C.A.Tsatsarelis, G.D. Nanos and K.L. Kalburtji (2007). Energy budget in organic and conventional olive groves. *Agric. Ecosyst. Environ*, 122: 243-251.
- Kennedy, S.(2001). Energy use in American agriculture. Sustainable energy term paper. www.web.mit.edu/energylab/proceeding.
- Kitani, O. (1999). *CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Energy and Biomass Engineering*. ASAE Publication, 5: 95-101.
- Koocheki, A. and M. Hosseini (1994). Energy efficiency in agricultural ecosystems. *Uni. Mashhad Public*.
- Michel, J.A., K.J. Formstorm and J. Borrelli (1985). Energy requirements of two tillage systems for irrigated sugar beets, drybeans and corn. *Trans of the ASAE* 28: 1731-1735.
- Paknezhad, A. (2008). Mechanization development depends on old agriculture machinery fleet modernization. *J. Livestock Industry and Culture*. 106: 37-26.
- Parry, M., C. Rosenzweige, A. Inglesias, G. Fischer and M.Livemore (2004). Effects of climate change on global food production under SRES emission and socio-economic. *Glob. Environ. Change*. 14: 53-67.

- in Greece. *Agric. Ecosyst. Environ.* 43: 109–118.
- Tzilivakis, J., D.J. Warner, M. May, K.A. Lewis and K. Jaggard (2005). An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emission in sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the UK. *Agric. Syst.* 85: 101-119.
- Zeinali, E. (2009). Wheat nitrogen nutrition in Gorgan; Agronomical, Physiological, and environmental aspect. P.H.D. Thesis in Agronomy. University of agricultural sciences and natural resources of Gorgan.
- agriculture of a typical village in arid zone, India- part I. *Energy. Convers. Manage.* 43: 2275-2286.
- Sivakumar, M.V.K., H.P. Das and O. Brunini (2005). Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. *Climatic Change*, 70: 31-72.
- Solhjou, A. (1998). Effect of soil moisture content and depth of soil tillage on the amount of shrink and reduce secondary tillage operations. *Agriculture Research and education organization. J. Agric. Eng. Res.* No. 100.
- Stern, N. (2006). Review on the Economics of Climate Change. HM Treasury, London.
- Strapatsa, A.V., G.D. Nanos and C.A. Tsatsarelis (2006). Energy flow for integrated apple production in Greece. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116: 176-180.
- Tipi, T., B. Cetin and A. Vardar (2009). An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey. *J. Agric. Environ.* 7: 352-356.
- Tsatsarelis, C.A. (1991). Energy requirements for cotton production in central Greece. *J. Agric. Eng. Res.* 50: 239–246.
- Tsatsarelis, C.A. (1992). Energy flow in sugar-beet production in Greece. *Appl. Eng. Agric, ASAE* 8: 585–589.
- Tsatsarelis, C.A. (1993). Energy inputs and outputs for soft winter wheat production

