

مقاله پژوهشی

کمی سازی الگوی مصرف انرژی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشت چغندر قند (مطالعه موردی: مزارع روستای حسین آباد شهرستان شیروان)

مهدی بابائیان^۱ و ابوالفضل توسلی^{۲*} و محمد حسین صالحی^۳

تاریخ پذیرش: ۳۰ خرداد ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: ۲۲ فروردین ۱۴۰۰

چکیده

یکی از عوامل افزایش درآمد کشاورزان مدیریت صحیح روش‌های زراعی نظیر کاهش مصرف سوخت و انرژی است که علاوه بر صرفه جویی منابع فسیلی باعث به حداقل رساندن مخاطرات زیست محیطی نیز می‌شود. برای دستیابی به چنین هدفی، تحقیق حاضر به بررسی الگوهای مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزارع چغندر قند روستای حسین آباد شهرستان شیروان، طی سال زراعی ۹۶-۹۷ پرداخته است. داده‌ها از طریق پرسشنامه چهره به چهره گردآوری شد و مزارع به روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شدند. ورودی‌های مربوط به محاسبه مصرف انرژی، شامل نیروی انسانی، ماشین آلات، دیزل، کودهای شیمیایی، کود دامی، سموم شیمیایی، برق و آب بود و خروجی‌ها نیز کل عملکرد گیاه را شامل می‌شد. نتایج نشان داد، کل انرژی ورودی و خروجی مزارع چغندر قند به ترتیب ۶۶۸۷۹/۵۲ و ۱۳۱۰۵۷۲/۵۰ مگاژول در هکتار است. از کل انرژی مصرفی در تولید چغندر قند ۳۸/۳۹ درصد مربوط به مصرف کودهای شیمیایی، ۲۵/۹۵ درصد مربوط به دیزل و ۱۲/۶۹ درصد مربوط به الکتریسیته می‌باشد. راندمان مصرف انرژی ۱۹/۵۹ و میزان بهره‌وری انرژی ۰/۷۲ کیلوگرم مگاژول در هکتار ثبت گردید. مواد شیمیایی، سوخت و الکتریسیته بیشترین نقش را در بین ورودی‌های انرژی در مزارع چغندر داشتند. میزان انتشار گازهای CO₂، N₂O و CH₄ به ترتیب ۲۴۶۳/۲۶، ۲۱/۰۲ و ۳/۲۶ کیلوگرم در هکتار بود و میزان پتانسیل گرمایش جهانی این گازها برابر ۱ CO₂eq ha⁻¹ ۹۰۴۸/۸۵ محاسبه گردید که از این مقدار ۰/۷۶ درصد آن مربوط به CH₄، ۲۷/۲۲ درصد آن مربوط به CO₂ و ۷۲/۰۲ درصد آن مربوط به N₂O گزارش شد.

کلمات کلیدی: پتانسیل گرمایش جهانی، چغندر قند، روستا، کارایی مصرف انرژی، گازهای گلخانه‌ای

۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی شیروان، شیروان، ایران
۲- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
۳- دانشجوی دکتری مدیریت کارآفرینی دانشگاه آزاد واحد علی آباد
*نویسنده مسئول: (Tavassoli.abolfazl@yahoo.com)

مقدمه

گسترش کشاورزی یکی از بزرگترین تهدیدهای زیست محیطی در سراسر جهان است و این امر موجب نگرانی روزافزون در مورد حفاظت از تنوع زیستی و نقش آن در حفظ زیست کره شده است (تیلمن^۱ و همکاران، ۲۰۰۲). کاهش تنوع زیستی، کاهش حاصلخیزی خاک، افزایش فرسایش خاک و آلودگی آب‌های زیرزمینی عواقب منفی محلی، منطقه‌ای و جهانی این موضوع است. چغندر قند به عنوان یک گیاه صنعتی مهم در ایران بخش قابل توجهی از تولید محصولات زراعی را به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت چغندر قند (*Beta vulgaris*) در ایران در سال زراعی ۹۷-۹۶ تقریباً ۱۱۸۹۵۷ هکتار بود که سهم استان خراسان شمالی در همان سال ۲۱۶۸ هکتار بود که منجر به تولید ۹۵۳۴۶ تن چغندر قند گردید (آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۶-۹۷). موارد مصرف چغندر قند عمدتاً در صنایع غذایی انسان، خوراک دام و صنعت می‌باشد. قند موجود در چغندر قند حدود ۲۵ درصد بیشتر از مقدار موجود در نیشکر است (اردال^۲ و همکاران، ۲۰۰۷).

در سال‌های اخیر فعالیت‌های کشاورزی ۵ درصد از کل انرژی فسیلی را مصرف می‌کند (بیچینی و کاستولدی^۳، ۲۰۰۹). انرژی منبع مهمی برای تولید محصولات کشاورزی بوده از سوی دیگر کشاورزی نیز منبع تولید انرژی است (اوزونوز^۴ و همکاران، ۲۰۰۸). انرژی مکانیکی، انرژی انسان و حیوان به طور گسترده برای تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌شوند. افزایش

جمعیت انسانی، محدودیت توسعه زمین‌های زراعی و بهبود استانداردهای زندگی منجر به افزایش مصرف انرژی در سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی در سال‌های اخیر شده است (بنائیان^۵ و همکاران، ۲۰۱۳). این مسائل باعث شده است فعالیت‌های کشاورزی عامل مهمی در افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) باشد (جونز^۶ و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج پژوهش‌گران نشان می‌دهد فعالیت‌های کشاورزی عامل انتشار حدود ۱۳ درصد از CO₂، ۶۰ درصد از اکسید نیتروژن (N₂O) و ۵۰ درصد از متان (CH₄) می‌باشد (اسمیت^۷ و همکاران، ۲۰۰۸). تعیین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از منابع خاص در فرآیندهای کشاورزی و شناسایی عوامل مؤثر بر آنها اولین گام برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است (جونز و همکاران، ۲۰۱۲). تجزیه و تحلیل میزان استفاده از انرژی در بخش‌های مختلف کشاورزی می‌تواند راه‌هایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بدون به خطر انداختن امنیت غذایی را نشان دهد. این محاسبات ممکن است برای انتخاب بهترین روش‌های مدیریتی مفیدتر باشند (لیتسکاس^۸ و همکاران، ۲۰۱۱). چغندر قند به عنوان یک گیاه صنعتی مهم، از میزان مصرف بالای نهاده‌ها در بخش کشاورزی برخوردار است و استفاده از ماشین‌آلات و نیروی کارگری، کودها و سموم شیمیایی در این محصول نسبت به بسیاری از گیاهان زراعی بیشتر است که باعث می‌شود تولید آن وابستگی زیادی به انرژی‌های ورودی داشته باشد. مطالعه جریان انرژی و محاسبه میزان انتشار گازهای

۱ - Tilman

۲ - Erdal

۳ - Bechini and Castoldi

۴ - Uzunoz

۵ - Banaeian

۶ - Jones

۷ - Smith

۸ - Litskas

در این معادله n : شمار نمونه‌های مورد نیاز، N : شمار کشاورزان در منطقه مورد مطالعه، S : انحراف معیار، S_x : انحراف معیار نمونه (d/z) ، d : دقت (اشتباه مجاز) در اندازه نمونه که ۱۵ درصد میانگین برای سطح اطمینان ۹۵ درصد تعریف می‌شود و z : ضریب اطمینان (برابر ۱/۹۶ در سطح اطمینان ۹۵ درصد) می‌باشد. در مرحله بعد اندازه هر مزرعه و مساحت کل تعیین شد و یک جدول برای نمایش جمعیت تهیه گردید. کلیه ورودی‌ها و خروجی‌ها از سیستم‌ها شناسایی و اندازه‌گیری و به واحدهای انرژی تبدیل شدند. معادل انرژی ورودی‌ها و خروجی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است (داده‌ها در جدول ۱ از چندین منبع بدست آمده است). منابع انرژی مکانیکی مورد استفاده در مزارع منتخب شامل دیزل است. سوخت تراکتورها بر اساس مصرف کل سوخت $(L ha^{-1})$ در عملکردهای مختلف محاسبه شده است و انرژی مصرف شده با استفاده از فاکتورهای تبدیل محاسبه شده است (۱ لیتر دیزل = ۳/۵۶ MJ در هکتار) و به صورت $MJ ha^{-1}$ بیان شد (اوزکان^۱ و همکاران، ۲۰۰۴).

بر اساس معادل‌های انرژی ورودی و خروجی، نسبت انرژی (بازده مصرف انرژی) و بهره‌وری انرژی و انرژی خالص مطابق جدول ۲ محاسبه شد (دمیرکن^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). انرژی ورودی به انرژی‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر تقسیم می‌شود (ایلماز و همکاران، ۲۰۰۵). انرژی مستقیم شامل نیروی انسانی و دیزل می‌باشد و انرژی غیرمستقیم شامل انرژی‌های موجود در بذور، کود و سموم دفع آفات است که در فرایند تولید چغندر قند مورد استفاده قرار می‌گیرند. انرژی تجدیدناپذیر شامل دیزل، کودهای شیمیایی هستند و انرژی تجدیدپذیر شامل نیروی کارگری انسانی است.

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای هر واحد از منابع شیمیایی و پتانسیل گرمایشی جهانی آنها (GWP) با استفاده از ضریب آلاینده‌ی دی‌اکسید کربن (CO_2)، اکسید نیتروژن (N_2O) و متان (CH_4) اتمسفر تحت تأثیر نهاده‌های شیمیایی و

گلخانه‌ای (CO_2 ، CH_4 و N_2O) ناشی از تولید محصول چغندر قند می‌تواند به انتخاب یک راهکار مناسب جهت کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری در روستاهای کشور مورد توجه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در روستای حسین آباد شهرستان شیروان استان خراسان شمالی به انجام رسید. شهرستان شیروان دومین شهر بزرگ و مهم استان خراسان شمالی است. جمعیت این شهر در سال ۱۳۹۹ نزدیک به ۲۰۰۰۰۰ نفر تخمین زده شده است. شیروان با مساحت ۳۷۸۹ کیلومتر مربع در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۹۳ دقیقه و ارتفاع ۱۰۹۷ متری از سطح دریا قرار گرفته است. از شمال به پایتخت کشور ترکمنستان شهر عشق‌آباد، از جنوب به شهرستان اسفراین، از شرق به شهرستان فاروج و از غرب به بجنورد محدود می‌شود. شهر شیروان در مجاورت رود اترک قرار دارد. شیروان با فاصله ۲۲ کیلومتری نزدیک‌ترین شهرستان به عشق‌آباد پایتخت ترکمنستان می‌باشد. آب و هوای منطقه مطابق با اقلیم بندی کوپن نیمه خشک و دارای تابستان‌های خشک و گرم و زمستان‌های بارانی و سرد می‌باشد. میانگین دمای سالانه تقریباً ۱۰ درجه سانتی‌گراد و کل بارندگی سالانه ۲۹۵ میلی‌متر است که از این میزان حدود ۹۴ درصد بارندگی در ماه‌های مهر تا اردیبهشت انجام می‌شود. در تحقیق حاضر عملیات کشاورزی و مقادیر ورودی انرژی مزارع چغندر قند در روستای حسین آباد شهرستان شیروان با استفاده از پرسش‌نامه چهره به چهره در سال زراعی ۹۶-۹۷ جمع‌آوری شد. جهت محاسبه حجم نمونه از رابطه شماره (۱)، استفاده شد.

$$n = \frac{N \times S^2}{(N - 1)S_x^2 + S^2} \quad (1)$$

گرمایش جهانی مخصوص به خود است که نسبت به دی اکسید کربن بعنوان گاز مرجع بیان می‌شود. پتانسیل گرمایش جهانی CO_2 ۱ است، CH_4 ۲۱ و N_2O ۳۱۰ است.

الکتریسیته مصرفی در سیستم‌های تولید چغندر قند (ارائه شده در جدول ۳) محاسبه شد. انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌تواند در واحد سطح، در واحد وزن عملکرد یا در واحد انرژی ورودی یا خروجی محاسبه شود (سلطانی^۱ و همکاران، ۲۰۱۳). هر یک از گاز گلخانه‌ای، CO_2 ، CH_4 و N_2O دارای یک مقدار پتانسیل

جدول ۱. هم ارزهای انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها

منبع	ارزش انرژی (MJ/unit ⁻¹)	واحد	پارامتر نهاده
(ایلماز ^۲ و همکاران، ۲۰۰۵)	۱/۹۶	h	نیروی انسانی
(سینگ ^۳ ، ۲۰۰۲؛ ایلماز و همکاران، ۲۰۰۵)	۶۰/۷۰	h	ماشین‌آلات
(اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴ a، سینگ، ۲۰۰۲)	۵۶/۳۱	l	سوخت دیزل
کودها			
(شرستا ^۴ ، ۲۰۰۲؛ سینگ، ۲۰۰۲)	۶۶/۱۴	kg	ازت (N)
(سینگ، ۲۰۰۲)	۱۲/۴۴	kg	فسفر (P_2O_5)
(سینگ، ۲۰۰۲)	۱۱/۱۵	kg	پتاس (K_2O)
(یالدیز ^۵ و همکاران، ۱۹۹۳)	۱۲۰	kg	ریز مغذی
(یالدیز و همکاران، ۱۹۹۳)	۳۰۳/۱۰	tons	کود دامی
سموم			
(پاتاک و بینینگ ^۶ ، ۱۹۸۵)	۱۰۱/۲۰	kg	حشره‌کش
(پاتاک و بینینگ، ۱۹۸۵)	۲۱۶	kg	قارچ‌کش
(اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴ b)	۲۳۸	kg	علف‌کش
(یالدیز و همکاران، ۱۹۹۳)	۰/۶۳	m ³	آبیاری
(یالدیز و همکاران، ۱۹۹۳)	۳/۶	kwh	الکتریسیته
(هاسیسه فروگولاری ^۷ و همکاران، ۲۰۰۳)	۵۰	kg	بذر چغندر قند
ستانده			
(هاسیسه فروگولاری و همکاران، ۲۰۰۳؛ استفن و جکسون ^۸ ، ۱۹۹۴)	۱۶/۸۰	kg	ریشه چغندر قند
(اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴ b)	۱۲/۵۰	kg	برگ چغندر قند

جدول ۲. پارامترهای انرژی و تعاریف آن‌ها

پارامتر	تعریف	انرژی مستقیم
MJ ha ⁻¹ per year	نیروی کارگری، سوخت دیزل، الکتریسیته، آبیاری	انرژی مستقیم
MJ ha ⁻¹ per year	ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، کود دامی، بذر	انرژی غیرمستقیم
MJ ha ⁻¹ per year	کارگر، کود دامی، بذر، آبیاری	انرژی تجدیدپذیر
MJ ha ⁻¹ per year	ماشین‌آلات، سوخت زیستی، الکتریسیته، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی	انرژی تجدیدناپذیر
MJ ha ⁻¹ per year	انرژی مستقیم + انرژی غیر مستقیم	کل انرژی ورودی
MJ ha ⁻¹ per year	انرژی موجود در زیست توده برداشت شده	کل انرژی خروجی
	انرژی خروجی/انرژی ورودی	کارایی مصرف انرژی

۵ - Yaldiz

۶ - Pathak and Bining

۷ - Haciseferoğullari

۸ - Stephen and Jackson

۱ - Soltani

۲ - Yilmaz

۳ - Singh

۴ - Shrestha

MJ t ⁻¹	انرژی ورودی/انرژی خروجی	انرژی ویژه		
Kg MJ ⁻¹	انرژی خروجی/انرژی ورودی	نسبت انرژی خالص بهره‌وری انرژی		
جدول ۳. ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی در تولید چغندر قند				
منبع	متان (g)	اکسید دی نیتروژن (g)	دی اکسید کربن (g)	نهاد
(کرامر و همکاران، ۱۹۹۹)	۵/۲۰	۰/۷۰	۳۵۶۰	سوخت دیزل (L)
(اسنایدر و همکاران، ۲۰۰۹)	۳/۷۰	۰/۰۳	۳۱۰۰	کود نیتروژن (اوره) (kg)
(اسنایدر و همکاران، ۲۰۰۹)	۱/۸۰	۰/۰۲	۱۰۰۰	کود فسفات (kg)
(اسنایدر و همکاران، ۲۰۰۹)	۱	۰/۰۱	۷۰۰	کود پتاس (kg)
(تزیلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵)	۰/۰۲	۸/۸۲	۶۱/۲۰	الکتریسیته (kwh)
(تزیلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵)	۲۱	۳۱۰	۱	پتانسیل گرمایشی جهانی (CO ₂ eq)

برداشت شد. آماده‌سازی زمین و خاک‌ورزی بیشتر توسط یک تراکتور ITM 399 4WD همراه با استفاده از دیسک، دیسک پنجه و شخم انجام شد.

عملیات زراعی مورد استفاده در تولید محصول چغندر قند در جدول ۴ ارائه شده است. خاک‌ورزی و آماده‌سازی بستر بذر در ماه‌های مهر و فروردین انجام شد. کلیه اقدامات زراعی دیگر از فروردین تا شهریور انجام شد و چغندر قند در ماه مهر تا آذر

جدول ۴. عملیات مدیریت مزرعه چغندر قند	
چغندر قند	عملیات کشاورزی
گاواهن برگردان دار، دیسک تراکتور فرگوسن ۳۹۹	عملیات و تراکتور مورد استفاده در آماده‌سازی زمین
مهر - فروردین ۴	دوره آماده‌سازی زمین متوسط تعداد شخم
فروردین - خرداد	دوره کشت
فروردین - شهریور ۵	دوره کوددهی متوسط تعداد کوددهی
تیر - شهریور ۴	دوره محلول‌پاشی متوسط تعداد محلول‌پاشی
فروردین - شهریور ۱۲	دوره آبیاری متوسط تعداد آبیاری
خرداد - مرداد ۳	دوره وجین متوسط تعداد وجین
مهر - آذر ۱	برداشت متوسط تعداد برداشت

منبع: یافته‌های تحقیق

چغندر قند در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه کل انرژی مصرفی به طور متوسط در

نتایج و بحث

میزان مصرف انرژی در بخش‌های مختلف سیستم تولید

کشتزارهای چغندر قند معادل ۶۶۸۷۹/۵۲ مگاژول در هکتار است. متوسط نیروی انسانی استفاده شده برابر ۸۵۴/۴۰ ساعت در هکتار بود که باعث مصرف ۱۶۷۴/۶۲ مگاژول انرژی در هکتار شد. این انرژی به جهت عملیات آماده‌سازی زمین و بستر کاشت، عملیات داشت شامل: کوددهی، سمپاشی و وجین، آبیاری مزارع و عملیات برداشت شامل: کندن، سرزنی و حمل و نقل مورد استفاده قرار گرفته است. در این بین عملیات وجین علف‌های هرز بیشترین سهم را در استفاده از نیروی انسانی به خود اختصاص داده است. استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی در فرایند کاشت، داشت و برداشت یک هکتار چغندر قند ۴۷/۸۰ ساعت است که معادل مصرف ۲۹۹۷/۰۶ مگاژول در هکتار انرژی می‌باشد. در بین نهاده‌های مصرفی انواع کودهای شیمیایی با ۳۸/۳۹ درصد، سوخت دیزل با ۲۵/۹۵ درصد و الکتریسیته با ۱۲/۶۹ درصد بیشترین سهم را از کل انرژی مصرفی داشتند. کمترین مقادیر مصرف انرژی نیز مربوط به بذر و مصرف علف‌کش بود که به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۲۸ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند. نتایج این پژوهش نشان داد در مزارع چغندر قند منطقه مورد مطالعه کود نیتروژن با میانگین مصرف ۲۸۹ کیلوگرم در هکتار و با اختصاص ۲۸/۵۸ درصد از کل انرژی ورودی به مزرعه به میزان ۱۹۱۱۴/۴۶ مگاژول در هکتار انرژی مصرف کرد که بالاترین میزان مصرف انرژی بود. بر اساس مطالعه فرید^۱ و همکاران (۲۰۱۳) بیشترین مصارف انرژی در سیستم زراعت چغندر قند به ترتیب به مصرف صرف کودهای شیمیایی (۳۸/۴۶ درصد)، انرژی الکتریسیته (۲۹/۵۸ درصد) و انرژی سوخت دیزل (۱۳/۵۵ درصد) اختصاص داشت. همچنین در پژوهش زاهدی و همکاران (۱۳۹۴) کل انرژی ورودی در نظام تولید چغندر معادل ۶۱۸۶۲ مگاژول در هکتار برآورد گردید که در این بین بیشترین مصارف انرژی مربوط به

سوخت دیزل ۴۰/۵ درصد، آب آبیاری ۱۶/۴ درصد و کود نیتروژن ۱۵/۹ درصد بوده است. در مطالعه‌ای اردال و همکاران (۲۰۰۷) در کشور ترکیه کل انرژی ورودی در سیستم زراعت چغندر قند معادل ۳۹۶۸۵/۵۱ مگاژول بر هکتار برآورد شد که از این میزان ۴۹/۳۳ درصد سهم کودهای شیمیایی و ۲۴/۱۶ درصد نیز مربوط به سوخت دیزل بوده و حدود ۸۲ درصد از انرژی مورد استفاده از نوع تجدیدناپذیر است.

طبق نتایج این بررسی متوسط عملکرد محصول چغندر قند در منطقه مورد مطالعه معادل ۴۸۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. انرژی خروجی در کشت‌زارهای چغندر قند برای عملکرد ریشه معادل ۸۱۳۹۶۰ مگاژول در هکتار برآورد شد که با احتساب عملکرد برگ مقدار آن معادل ۱۳۱۰۵۷۲/۵۰ مگاژول در هکتار است. بررسی نوع انرژی‌های مصرفی در این پژوهش نشان داد از کل انرژی مصرفی در مزارع چغندر قند، سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم به ترتیب ۵۲/۸۳ درصد و ۴۷/۱۷ درصد است (شکل ۱).

سهم انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۴/۴۴ درصد و انرژی تجدیدناپذیر ۸۵/۵۶ درصد محاسبه شد (شکل ۲). مطالعه اصغری پور^۲ و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد مقدار کل انرژی ورودی مزرعه چغندر قند برابر ۶۶۸۷۹/۵۲ مگاژول بر هکتار برآورد شد. در بررسی شاخص‌های انرژی، کارایی مصرف انرژی با احتساب عملکرد ریشه معادل ۱۲/۱۷ برآورد گردید که با اضافه نمودن عملکرد برگ به محاسبات، این عدد به ۱۹/۵۹ افزایش یافت. (جدول ۶).

مقادیر محاسبه شده راندمان مصرف انرژی در پژوهش‌های صورت گرفته در مناطق مختلف نشان می‌دهد مقدار این شاخص در مناطق تولید چغندر قند تحت تأثیر عوامل محلی و مدیریتی متفاوت است به طوری که فرید و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعات

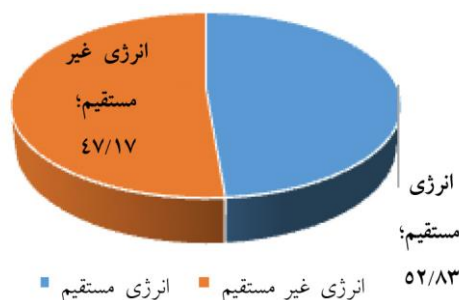
محاسبه نمودند. مهمترین عامل در بالا بودن شاخص راندمان مصرف انرژی در استان منطقه مورد مطالعه نسبت به سایر استان‌ها بالا بودن متوسط عملکرد محصول چغندر قند در این مناطق نسبت به سایر استان‌ها می‌باشد.

خود بر روی چغندر قند در استان چهارمحال بختیاری راندمان مصرف انرژی را ۶/۸۳، غلامی قجلو و همکاران (۱۳۹۴) در استان آذربایجان غربی در سه گروه مزرعه‌ای به ترتیب ۱۳/۸۹، ۱۸/۳۰ و ۲۲/۲۴، زاهدی و همکاران (۱۳۹۴) در استان اصفهان ۹/۱۱ و اصغری پور و همکاران (۲۰۱۲) در استان خراسان رضوی ۱۳/۳۵

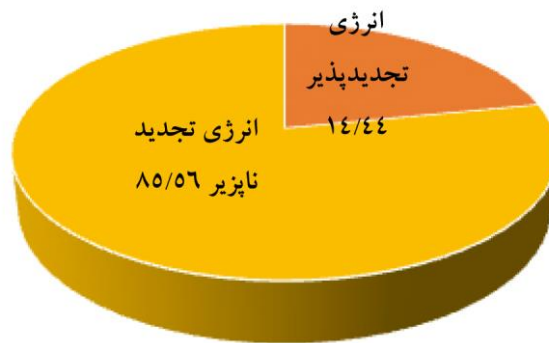
جدول ۵. مصرف انرژی در بخش‌های مختلف و رابطه بین انرژی ورودی و خروجی زراعت چغندر قند

پارامتر	واحد	ارزش انرژی (MJ/unit ⁻¹)	مقادیر نهاده/ستانده در هکتار	معادل انرژی کل (MJ/ha ⁻¹)	درصد از انرژی کل %
نیروی انسانی	h	۱/۹۶	۸۵۴/۴۰	۱۶۷۴/۶۲	۲/۵۰
بذر	kg	۵۰/۰۰	۳/۳۰	۱۶۵/۰۰	۰/۲۵
ازت (N)	kg	۶۶/۱۴	۲۸۹	۱۹۱۱۴/۴۶	۲۸/۵۸
فسفر (P ₂ O ₅)	kg	۱۲/۴۴	۲۲۵	۲۷۹۹/۰۰	۴/۱۸
پتاس (K ₂ O)	kg	۱۱/۱۵	۱۴۴	۱۶۰۵/۶۰	۲/۴۰
حشره‌کش	kg/l	۱۰/۱۲۰	۸/۲۰	۸۲۹/۸۴	۱/۲۴
قارچ‌کش	kg/l	۲۱۶/۰۰	۷/۸۰	۱۶۸۴/۸۰	۲/۵۱
علف‌کش	kg/l	۲۳۸/۰۰	۰/۸۰	۱۹۰/۴۰	۰/۲۸
سوخت دیزل	l	۵۶/۳۱	۳۰۸/۲۰	۱۷۲۵۴/۷۴	۲۵/۹۵
ماشین آلات	h	۶۲/۷۰	۴۷/۸۰	۲۹۹۷/۰۶	۴/۴۸
آب آبیاری	m ³	۰/۶۳	۱۲۴۰۰	۷۸۱۲/۰۰	۱۱/۶۸
الکتریسیته	kwh	۳/۶	۲۳۵۹	۸۴۹۲/۴۰	۱۲/۶۹
کل انرژی ورودی	MJ/ha ⁻¹	-	-	۶۶۸۷۹/۵۲	۱۰۰
عملکرد برگ	kg	۱۲/۵۰	۳۹۷۲۹	۴۹۶۶۱۲/۵۰	-
عملکرد ریشه چغندر قند	kg	۱۶/۸۰	۴۸۴۵۰	۸۱۳۹۶۰/۰۰	-
کل انرژی خروجی	MJ/ha ⁻¹	-	-	۱۳۱۰۵۷۲/۵۰	-

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۱. درصد سهم انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم در تولید چغندر قند



انرژی تجدید ناپذیر ■ انرژی تجدیدپذیر ■

شکل ۲. درصد سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در تولید چغندر قند

جدول ۶. نسبت‌ها و شاخص‌های انرژی در کشت چغندر قند

مقدار	واحد	شاخص
۱۲/۱۷	بدون واحد	کارایی مصرف انرژی برای عملکرد ریشه
۱۹/۵۹	بدون واحد	کارایی مصرف انرژی کل (ریشه+برگ)
۰/۷۲	کیلوگرم بر مگاژول	بهره‌وری انرژی
۰/۰۵	مگاژول بر کیلوگرم	انرژی ویژه
۱۲۴۳۶۹۲/۹۸	مگاژول بر هکتار	انرژی خالص
۳۵۳۳۳/۷۶	مگاژول بر هکتار	انرژی مستقیم
۳۱۵۴۵/۷۶	مگاژول بر هکتار	انرژی غیرمستقیم
۹۶۵۱/۶۲	مگاژول بر هکتار	انرژی تجدیدپذیر
۵۷۲۲۷/۹۰	مگاژول بر هکتار	انرژی تجدیدناپذیر
۶۶۸۷۹/۵۲	مگاژول بر هکتار	انرژی ورودی کل
۴۹۶۶۱۲/۵۰	مگاژول بر هکتار	انرژی خروجی برگ
۸۱۳۹۶۰	مگاژول بر هکتار	انرژی خروجی چغندر قند
۱۳۱۰۵۷۲/۵۰	مگاژول بر هکتار	انرژی خروجی کل

منبع: یافته‌های تحقیق

ترتیب ۲۴۶۳/۲۶، ۲۱/۰۲ و ۳/۲۶ کیلوگرم در هکتار بود. در این میان سوخت دیزل با انتشار ۱۰۹۹ کیلوگرم در هکتار گاز گلخانه‌ای بیشترین سهم را در انتشار کل گازهای گلخانه‌ای داشت و کود نیتروژن، الکتریسیته، فسفر و پتاسیم بترتیب ۳۶/۰۵، ۲/۶۶۱/۶۴ و ۱/۱۵ درصد از انتشار کل گازهای گلخانه‌ای را در تولید یک هکتار چغندر قند به خود اختصاص دادند.

انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایشی زمین
 میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از کشت چغندر قند در اثر مصرف نهاده‌هایی مانند سوخت دیزل، کودهای شیمیایی و الکتریسیته در منطقه مورد مطالعه به میزان ۲۴۸۷/۵۴ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید (جدول ۷). سهم هر یک از نهاده‌های ورودی در انتشار گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن، اکسیددی‌نیتروژن و متان و در شکل ۳ قابل مشاهده است. این نتایج نشان داد میزان انتشار CO₂، N₂O و CH₄ به

جدول ۷. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای (کیلوگرم در هکتار) در کشت چغندر قند

نهاده	CO ₂ (Kg/ha)	N ₂ O (Kg/ha)	CH ₄ (Kg/ha)	مجموع گازها	CO ₂ (%)	N ₂ O (%)	CH ₄ (%)
سوخت دیزل	۱۰۹۷/۱۹	۰/۲۱	۱/۶۰	۱۰۹۹/۰۰	۹۹/۸۳	۰/۰۲	۰/۱۵
کود نیتروژن	۸۹۵/۹۰	۰/۰۰۸	۱/۰۷	۸۹۶/۹۷	۹۹/۸۸	۰/۰۰۱	۰/۱۲
کود فسفر	۲۲۵/۰۰	۰/۰۰۴	۰/۴۰	۲۲۵/۴۰	۹۹/۸۲	۰/۰۰۲	۰/۱۸
کود پتاس	۱۰۰/۸۰	۰/۰۰۱	۰/۱۴	۱۰۰/۹۴	۹۹/۸۶	۰/۰۰۱	۰/۱۴
الکتریسیته	۱۴۴/۳۷	۲۰/۸۰	۰/۰۵	۱۶۵/۲۲	۸۷/۳۸	۱۲/۵۹	۰/۰۳
مجموع	۲۴۶۳/۲۶	۲۱/۰۲	۳/۲۶	۲۴۸۷/۵۴	۹۹/۴۱	۰/۴۶	۰/۱۳

منبع: یافته‌های تحقیق

از سهم الکتریسیته در میزان تولید گاز N₂O است. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد سوخت دیزل، کود نیتروژن، کود فسفر و پتاس بترتیب با ۱۱۹۵/۸۹، ۹۲۰/۸۵، ۲۳۴/۶۴ و ۱۰۴/۰۵ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در رتبه‌های بعدی ایجاد پتانسیل گرمایشی قرار داشتند (شکل ۳).

محاسبه تأثیر نهاده‌های ورودی مزارع چغندر قند در پتانسیل گرمایش جهانی در جدول ۸ نشان داد کل پتانسیل گرمایش جهانی تولید چغندر قند در یک هکتار معادل ۹۰۴۷/۹۲ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن بود. در میان منابع انرژی مؤثر در پتانسیل گرمایش جهانی، بیشترین سهم به الکتریسیته با ۶۵۹۳/۴۲ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن، تعلق داشت که این مورد ناشی

جدول ۸. پتانسیل گرمایش جهانی (کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن) در کشت چغندر قند

نهاده	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	GWP	%CO ₂	%N ₂ O	%CH ₄
سوخت دیزل	۱۰۹۷/۱۹	۶۵/۱۰	۳۳/۶۰	۱۱۹۵/۸۹	۹۱/۷۵	۵/۴۴	۲/۸۰
کود نیتروژن	۸۹۵/۹۰	۲/۴۸	۲۲/۴۷	۹۲۰/۸۵	۹۷/۲۹	۰/۲۷	۲/۴۴
کود فسفر	۲۲۵/۰۰	۱/۲۴	۸/۴۰	۲۳۴/۶۴	۹۵/۸۹	۰/۵۳	۳/۵۹
کود پتاس	۱۰۰/۸۰	۰/۳۱	۲/۹۴	۱۰۴/۰۵	۹۶/۸۸	۰/۳۰	۲/۸۲
الکتریسیته	۱۴۴/۳۷	۶۴۴۸/۰۰	۱/۰۵	۶۵۹۳/۴۲	۲/۱۹	۹۷/۷۹	۰/۰۲
GWP کل	۲۴۶۳/۲۶	۶۵۱۶/۲۰	۶۸/۴۶	۹۰۴۷/۹۲	۲۷/۲۲	۷۲/۰۲	۰/۷۶

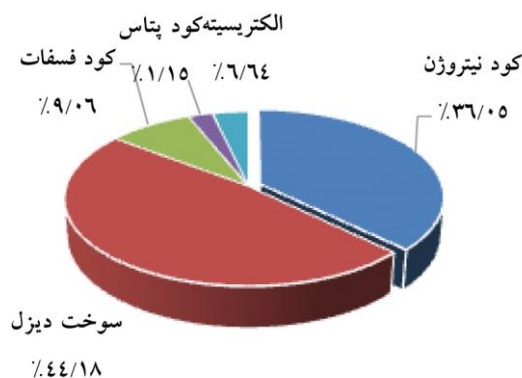
منبع: یافته‌های تحقیق

قرار دارند (شکل ۵). در مطالعه‌ای که توسط یوسفی^۱ و همکاران (۲۰۱۴) بر روی چغندر قند انجام شد میزان گرمایش جهانی را ۹۸۴۷/۷۷ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای CO₂، N₂O و CH₄ را به ترتیب ۲۶۶۸/۳۵، ۲۲/۹۲ و ۳/۴۹ کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند. در مطالعه دیگری خرم دل و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند پتانسیل گرمایش جهانی تولید شده در مزارع گندم در خراسان رضوی معادل ۲۳۷۷/۸۶ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن بود. پیشگار-کومله^۲ و همکاران

در میان گازهای مؤثر در گرمایش جهانی گاز N₂O با ۷۲/۰۲ درصد بیشترین سهم را داشت و گازهای CO₂ و CH₄ به ترتیب با سهم ۲۷/۲۲ درصد و ۰/۷۶ درصد در رده‌های بعدی قرار گرفتند. بررسی سهم نهاده‌های مصرفی در پتانسیل گرمایش جهانی یک هکتار مزرعه چغندر قند نشان داد بیشترین سهم مربوط به الکتریسیته با میزان ۷۳/۳۵ درصد است و بعد از آن سوخت دیزل با ۱۲/۶۲ درصد، کود نیتروژن با ۱۰/۲۴ درصد، کود فسفات ۲/۶۱ و کود پتاس ۱/۱۵ درصد در رتبه‌های بعدی

که در مزارع گندم در ایران ۱۱۳۷ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن گازهای گلخانه‌ای تولید می‌شود.

(۲۰۱۲) در مطالعات خود میزان تولید گازهای گلخانه‌ای را برای سیب‌زمینی معادل ۹۹۲/۸۸ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن در هکتار برآورد کردند و سلطانی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند



شکل ۳. سهم نهاده‌ها در تولید گازهای گلخانه‌ای در کشت چغندرقد

نتیجه‌گیری

گیرد. لذا برای رسیدن به هدف افزایش کارایی و بهره‌وری و کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مؤثرترین راه برای کاهش میزان انرژی ورودی در سیستم چغندرقد بترتیب کاهش مصرف کود نیترژن، دیزل و الکتریسیته می‌باشد. مصرف کودهای شیمیایی (بخصوص نیترژن) بر اساس نیاز واقعی اراضی و مبتنی بر آزمایش خاک و تاکید بر استفاده از کودهای آلی می‌تواند سهم قابل توجهی در کاهش مصرف انرژی در این بخش ایفا کند. همچنین به منظور کاهش مصرف سوخت استفاده از ادوات مرکب، رعایت ترافیک مزرعه و استفاده از سیستم‌های حفاظتی توصیه می‌شود. انجام مدیریت صحیح آبیاری و استفاده از روش‌های نوین و تحت فشار آبیاری جهت کاهش مصرف آبیاری و استفاده از پمپ‌های آب با کارایی بالا و متناسب با عمق چاه‌های آب می‌تواند در کاهش مصرف الکتریسیته و رسیدن به اهداف فوق کمک کند.

بر اساس نتایج این پژوهش از بین نهاده‌های مصرفی در تولید چغندرقد بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به بخش مصرف کودهای شیمیایی است که بخش عمده آن نیز در اثر مصرف کود نیترژن بوده است. بعد از کودهای شیمیایی مصرف سوخت و الکتریسیته بیشترین میزان مصرف انرژی را در کشت چغندرقد داشتند. به طور کلی مدیریت مصرف انرژی در مزارع چغندرقد یک روش مناسب جهت افزایش کارایی و افزایش بهره‌وری در تولید این محصول می‌باشد. با توجه به این که از بین انواع انرژی‌های مصرفی سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر بسیار زیاد است و این مسئله خود باعث افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پتانسیل گرمایش جهانی شده است تلاش برای مدیریت مصرف انرژی و کاهش سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر و افزایش میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر باید مورد توجه قرار

منابع

و بهره‌وری در نظام‌های تولید سیب‌زمینی و چغندرقد استان

زاهدی، م.، عشقی زاده، ح. ر. و مندنی، ف. ۱۳۹۴. کارایی انرژی

2003. Determination of the Energy Balance of the Sugar Beet Plant. *Energy Sources* 25: 15-22.
- Jones, C. D., Fraisse, C. W. and Ozores-Hampton, M. 2012. Quantification of greenhouse gas emissions from open field-grown Florida tomato production. *Agricultural systems* 113: 64-72.
- Litskas, V. D., Mamolos, A. P., Kalburtji, K. L., Tsatsarelis, C. A. and Kiose-Kampasakali, E. 2011. Energy flow and greenhouse gas emissions in organic and conventional sweet cherry orchards located in or close to Natura 2000 sites. *Biomass and Bioenergy* 35: 1302-1310.
- Ozkan, B., Akcaoz, H. and Karadeniz, F. 2004a. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. *Energy Conversion and Management* 45: 1821-1830.
- Ozkan, B., Kurklu, A. and Akcaoz, H. 2004b. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biomass and Bioenergy* 26: 89-95.
- Pishgar-Komleh, S., Ghahderijani, M. and Sefeedpari, P. 2012. Energy consumption and CO₂ emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. *Journal of Cleaner production* 33: 183-191.
- Shrestha, D. 2002. Energy use efficiency indicator for agriculture, 1998. See also: <http://www.usaskca/agriculture/caedac/PDF/mcrae>. PDF 10.
- Singh, J. 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. *Master of Science. Germany: International Institute of Management, University of Flensburg*.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F. اصفهان. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، (۱۷)۵: ۱۸۱-۱۹۱.
- غلامی قجلو، ج.، قنبریان، د.، ملکی، ع. و ترکی هرچکانی، م. ۱۳۹۴. بررسی راندمان مصرف انرژی و تحلیل اقتصادی مزارع تولید چغندر قند در شهرستان میاندوآب، استان آذربایجان غربی. مجله چغندر قند، ۳۱(۱): ۱۰۹-۱۲۱.
- Asgharipour, M., Mondani, F. and Riahinia, S. 2012. Energy use efficiency and economic analysis of sugar beet production system in Iran: A case study in Khorasan Razavi province. *Energy*, 44: 1078-1084.
- Banaeian, N., Omid, M. and Ahmadi, H. 2013. Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. *Energy Conversion and Management* 52: 1020-1025.
- Bechini, L. and Castoldi, N. 2009. On-farm monitoring of economic and environmental performances of cropping systems: Results of a 2-year study at the field scale in northern Italy. *Ecological Indicators* 9: 1096-1113.
- Demircan, V., Ekinci, K., Keener, H. M., Akbolat, D. and Ekinci, C. 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: a case study from Isparta province. *Energy Conversion and Management* 47: 1761-1769.
- 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: 35-41.
- Farid, M. A., Samani, Ghatreh S. and Rostami, S. 2013. An assessment of energy consumption for sugar beet production system in Iran a case study in Chahar Mahal va Bakhtiari province *Mechanical Sciences in agricultural machinery* 1: 57-64.
- Haciseferoğullari, H., Acaroglu, M. and Gezer, I.

- Energy Input-Output Analysis of Oilseed Sunflower Seed (*Helianthus Annuus* L.) Oil in Turkey. *Energy sources. Part B Economics, planning and policy* 3, 215-223.
- Yaldiz, O., Ozturk, H., Zeren, Y. and Bascetincelik, A. 1993. Energy usage in production of field crops in Turkey. In "5th International Congress on Mechanisation and Energy Use in Agriculture. Turkey :Kusadasi", pp. 11-14.
- Yilmaz, I., Akcaoz, H. and Ozkan, B. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. *Renewable Energy* 30: 145-155.
- Yousefi, M., Khoramivafa, M. and Mondani, F. 2014. Integrated evaluation of energy use, greenhouse gas emissions and global warming potential for sugar beet (*Beta vulgaris*) agroecosystems in Iran. *Atmospheric Environment* 92: 501-505.
- and Rice, C. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical transactions of the royal Society B: Biological Sciences* 363: 789-813.
- Snyder, C., Bruulsema, T., Jensen, T. and Fixen, P. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 133: 247-266.
- Soltani, A., Rajabi, M., Zeinali, E. and Soltani, E. 2013. Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. *Energy* 50: 54-61.
- Stephen, K. and Jackson, F. 1994. Sugar beet. Encyclopedia of agriculture science, vol. 4. New York: Academic Press Inc.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R. and Polasky, S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677.
- Uzunoz, M., Akcay, Y. and Esengun, K. 2008.

Quantification energy use pattern and greenhouse gas emissions in cultivation of sugar beet (Case study: Village farms of Hossein abad of Shirvan city)

Mahdi Babaeian¹, Abolfazl Tavassoli^{2*} and Mohamad hosein salehi³

Submitted: 11 April 2021 Accepted: 20 June 2021

Abstract

One of the factors increasing farmers' incomes is the proper management of cultivation methods such as reducing fuel and energy consumption. These methods not only save fossil resources, but also minimize bioenvironmental hazards. To achieve this goal, the present research examined the energy use patterns and greenhouse gas emission of sugar beet farms in Hossein abad village of Shirvan city, in 2017-18. Data were collected by using a face-to-face questionnaire. Farms were selected with a random sampling method. In this study, the inputs required for calculating energy use were human labor, machinery, diesel fuel, chemical fertilizers, farmyard manure, biocides, electricity, water, and the output in the calculation of total output energy was plant yield. The results indicated that total energy inputs and outputs was 66879.92 MJ ha⁻¹ and 1310572.50 MJ ha⁻¹, respectively. The 38.39, 25.95 and 12.69 % of total energy consumption in sugar beet production was for the use of chemical fertilizers, diesel and electricity, respectively. Energy use efficiency of 19.59 and energy productivity of 0.72 kg MJ ha⁻¹ were recorded. Chemicals, fuel and electricity played a major role among energy inputs in beet farms. The CO₂, N₂O and CH₄ emissions were 2463.26, 21.02 and 3.26 kg ha⁻¹, respectively. The amount of global warming potential of these gases was also calculated to be 9048.85 CO₂eq ha⁻¹, of which 0.76% was related to CH₄, 27.22% was related to CO₂ and 72.02% was related to N₂O.

Keywords: Energy use efficiency; Global warming potential; Greenhouse gases; Sugar beet; Village

1- Assistant Professor. Department of Plant Production Technology, Higher Education Complex of Shirvan, Iran

2 - Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Iran

3 - PhD student in Entrepreneurship Management, Azad University Aliabad Branch

(*- Corresponding author Email: Tavassoli.abolfazl@yahoo.com)

DOI: 10.22048/RDSJ.2021.280684.1930