

ارزیابی بیلان انرژی در زراعت جو دیم (*Hordeum vulgare* L.) استان آذربایجان غربی

داریوش تقوی^۱، جلیل اجلی^۲، علیرضا ولدانی^۳ و ایرج فتاحی^۴

چکیده

هدف اصلی مدیریت اکوسیستم‌های کشاورزی رساندن جریان انرژی و مواد مصرفی انسان به حداکثر است. این بررسی به منظور ارزیابی کارایی انرژی محصول زراعی جو دیم در استان آذربایجان غربی، با روش عملیات میدانی و تکمیل پرسشنامه توسط کشاورزان جوکار و استفاده از داده‌های موجود در سازمان جهاد کشاورزی استان انجام گرفت. در این مطالعه کلیه داده‌ها اعم از نهاده و ستاده با روش‌های علمی موجود به میزان‌های معادل انرژی تبدیل و سپس کارایی انرژی (نسبت انرژی تولیدی به مصرفی) محاسبه گردید. میزان انرژی عوامل و نهاده‌های به کار برده شده در این مزارع ۵۹۲۳/۷۹ هزار کیلوکالری در هکتار و میزان انرژی تولیدی (ستاده)، محصول زراعی جو ۷۶۴۴/۱۶ هزار کیلوکالری در هکتار برآورد گردید. میزان کارایی انرژی (نسبت ستاده به نهاده) برای این محصول ۱/۲۲ به دست آمد. داده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین انرژی مصرفی در کشت این محصول در استان آذربایجان غربی مربوط به مصرف کودهای شیمیایی و انرژی مصرفی ماشین‌آلات است که با مدیریت صحیح می‌توان مصرف نهاده‌ها را کاهش و کارایی را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: کارایی انرژی، نهاده، ستاده، جو دیم، آذربایجان غربی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۱۶

۱- فارغ التحصیل دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج d_tagavi@yahoo.com

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

۳- دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه پوترا مالزی

۴- فارغ التحصیل دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

تقوی، د. ارزیابی بیلان انرژی در زراعت جو دیم...

مقدمه و بررسی منابع

دانشمندان گیاه شناسی عقیده دارند که جو یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی بوده و برخی از گیاه‌شناسان مبداء آن را آفریقا و عده‌ای نیز آسیا و به خصوص سوریه می‌دانند. نام جو در ایران از کلمه (جاو) که در زبان پهلوی به گیاه اطلاق می‌شد گرفته شده و در هند نیز Juu نام دارد (۶). تولید جو در دنیا تقریباً نصف تولید گندم است (۲ و ۹). سطح زیر کشت جو در دنیا در سال ۲۰۰۴ معادل ۵۸ میلیون هکتار است که به علت افزایش مصرف در صنعت و دامداری به ویژه در کشورهای اروپایی افزایش یافته است (۱۱). گردش انرژی یکی از مباحث بوم‌شناسی کشاورزی است و در نقاط مختلف جهان نسبت انرژی خروجی و ورودی در اکوسیستم‌های مختلف کشاورزی محاسبه شده است (۸، ۱۵، ۲۳ و ۲۴). یکی از راه‌های برآورد توسعه کشاورزی و پایداری تولید در نواحی کشاورزی، استفاده از روش جریان انرژی است (۷ و ۱۶). تجزیه و تحلیل بیوفیزیکی و انرژی در اکوسیستم زراعی به منظور ایجاد تولید مؤثر و کار، ضروری است (۱۲، ۱۹ و ۲۲). فهم شیوه‌های توزیع انرژی در توسعه و طراحی مدیریت‌های زراعی اهمیت داشته و نیاز به انرژی و مدیریت پایدار محیطی، از لحاظ اکولوژیکی با توسعه ارتباط دارد (۴، ۲۲ و ۲۴). در همین راستا پژوهش‌های بی‌شماری در نقاط مختلف جهان در اکوسیستم‌های زراعی به منظور ارزیابی کارایی انرژی (نسبت ستاده به نهاده) برای محصولات زراعی انجام گرفته است (۸ و ۱۵). به عنوان مثال مطالعه‌ای در سال ۱۹۷۶ در کشور انگلستان نشان داد که نسبت انرژی تولیدی به مصرفی در زراعت یولاف و جو در این کشور حدود ۲/۴ می‌باشد (نقل از منبع ۸). تحقیق مشابهی در

ایالات متحده آمریکا در مورد محصول یولاف (۱۹۸۰) میزان کارایی انرژی را ۳/۱۱ نشان می‌دهد یادآور می‌گردد که در انگلستان با اینکه مقدار بیشتری کود مصرف می‌شود و به تبع آن عملکرد محصول بالاتر از ایالات متحده آمریکا است، اما نسبت انرژی تولیدی به مصرفی برای این دو محصول کمتر از آمریکا است (نقل از منبع ۸).

لازم به ذکر است که مصرف نهاده انرژی به میزان زیادی متغیر بوده و بستگی به میزان مصرف نیتروژن و نوع گیاه زراعی دارد (۱۶ و ۱۹). نسبت ستاده به نهاده، شاخص کاملی از تأثیر محیطی بر روی گیاه زراعی می‌باشد و می‌توان برای فرموله کردن توصیه‌های کودی که مناسب محیط هستند مورد استفاده قرار گیرند (۷ و ۲۳). در این بررسی راندمان انرژی زراعت جو دیم در استان آذربایجان غربی ارزیابی گردید و سپس عوامل مؤثر در کاهش راندمان این زراعت مشخص شدند.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، اطلاعات لازم به منظور ارزیابی بیلان انرژی در مزارع جو دیم با جمع‌آوری داده‌ها از طریق روستائیان، زراعین جوکار، مراکز ترویج و سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی گردآوری و پس از میانگین‌گیری اعداد، به روش کوچکی و حسینی (۱۳۶۸ و ۱۳۷۳) میزان انرژی هر نهاده بر اساس کیلوکالری در هکتار ثبت (۷ و ۸) و بدین ترتیب انرژی نهاده و ستاده مشخص گردید (جدول ۱). سپس به منظور افزایش دقت برآورد میزان انرژی ماشین لازم، ظرفیت مؤثر هر کدام از ادوات با توجه به عرض کار، راندمان دستگاه و سرعت تراکتور، با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۸، ۱۵ و ۱۷).

$$\text{راندمان (درصد)} = \frac{\text{سرعت (کیلومتر در ساعت)} \times \text{عرض کار (متر)}}{۱۰۰۰} = \text{ظرفیت مؤثر دستگاه (هکتار در ساعت)}$$

در ضمن برای تبدیل هکتار در ساعت به ساعت در هکتار، عدد یک را به عدد به دست آمده از رابطه فوق تقسیم می‌کنیم (۸).

جدول ۱- انرژیهای مصرفی و تولیدی محصول جو دیم در سال زراعی ۱۳۸۳ در استان آذربایجان غربی

میزان انرژی در هکتار (کیلو کالری)	انرژی هر واحد (کیلو کالری)	مقدار مصرف در هکتار	واحد	نهادها و ستاده‌ها
انرژی مصرفی:				
۲۷۹۰۰	۴۶۵	۶۰	ساعت	کارگر
۱۶۵۶۹۶۰	۲۰۷۱۲	۸۰	کیلوگرم	ماشین آلات
۹۵۵۹۳۷/۱۳	۹۲۳۷	۱۰۳/۴۹	لیتر	گازوئیل
۱۷۶۰۰۰۰	۱۷۶۰۰	۱۰۰	کیلوگرم	اوره
۱۵۹۵۰۰	۳۱۹۰	۵۰	کیلوگرم	سوپر فسفات تریپل
۸۰۰۰۰	۱۶۰۰	۵۰	کیلوگرم	سولفات پتاسیم
۸۳۳۰۷۶/۲۷	۰/۸۴	۸۶/۹۳	لیتر	استهلاک ماشین‌آلات به ازای هر لیتر سوخت مصرفی
۴۲۰۰۰۰	۴۲۰۰	۱۰۰	کیلوگرم	بذر
۳۰۴۲۰	۲۰۲۸۰	۱/۵	لیتر	علف کش توفوردی
۵۹۲۳۷۹۳/۴				جمع
انرژی تولیدی :				
۴۰۹۶۰۰۰	۳۲۰۰	۱۲۸۰	کیلوگرم	عملکرد دانه
۳۵۴۸۱۶۰	۲۲۱۰	۱۶۱۲/۸	کیلوگرم	عملکرد کاه
۷۶۴۴۱۶۰				جمع

بدین ترتیب با استفاده از اعداد به دست آمده میزان کارایی انرژی به صورت زیر محاسبه گردید (۳، ۴، ۵، ۷، ۸ و ۲۱).

$$\text{کارایی یا راندمان انرژی عملکرد بیولوژیک (دانه + کاه)} = \frac{\text{انرژی تولیدی}}{\text{انرژی مصرفی}}$$

$$\text{کارایی انرژی دانه} = \frac{\text{انرژی تولیدی دانه}}{\text{کل انرژی مصرفی}}$$

$$\text{کارایی انرژی کاه} = \frac{\text{انرژی تولیدی کاه}}{\text{کل انرژی مصرفی}}$$

تقوی، د. ارزیابی بیلان انرژی در زراعت جو دیم...

حسب لیتر در هکتار مشخص می‌نماید که این میزان معادل ۱۰۳/۴۹ لیتر گازوئیل در هکتار به دست آمد (جدول ۱).

جهت تعیین وزن ماشین آلات، با توجه به این که برای هر هکتار از زمین حدود یک اسب بخار نیروی ماشین لازم است لذا وزن تراکتور به ازای هر اسب بخار قدرت موجود در آن، حدود ۴۰ کیلوگرم می‌باشد لذا وزن تراکتور برای هر هکتار حدود ۴۰ کیلوگرم تخمین زده شد و تقریباً به همین میزان نیز وزن سایر ادوات کشاورزی شامل: گاو آهن قلمی، دیسک، عمیق کار، سمپاش پشت تراکتوری، تریلر و خرمن کوب، در نظر گرفته شد و جمعاً برای هر هکتار ۸۰ کیلوگرم وزن ماشین آلات، برآورد گردید (۳، ۵، ۱۳، ۱۷ و ۱۸).

ترکیبات مختلف دانه و کاه جو در جدول ۲ ارائه شده است. با استفاده از این داده‌ها انرژی حاصل از هریک از ترکیبات جو و سپس نسبت انرژی تولیدی به مصرفی یا همان کارایی انرژی محاسبه گردید (۴، ۱۳ و ۱۴).

تعیین میزان سوخت مصرفی (گازوئیل مصرف شده) به روش زیر انجام گرفت:

میزان مصرف سوختی = $PTO (hp) \times$ (راندمان انتقال نیرو) $\times 0.73 \times 0.06$ (گالن بر ساعت) که در این فرمول hp قدرت تراکتور بر حسب اسب بخار، ۰/۰۶ ضریب ویژه تعیین سوخت مصرفی تراکتورهای بنزینی و ۰/۷۳ ضریب مربوط به سوخت مصرفی تراکتورهای گازوئیلی است (۵، ۷، ۸، ۱۷ و ۱۸).
 قدرت تراکتور در فرمول فوق با توجه به نوع تراکتورهای مورد استفاده در استان آذربایجان غربی ۶۵ اسب بخار و راندمان انتقال نیرو نیز ۷۵٪ در نظر گرفته شد و میزان سوخت مصرفی به طریق زیر برآورد گردید (۵، ۷، ۸، ۱۵ و ۱۷).

$2/13525 = 0.06 \times 0.73 \times 75 \times 65 =$ سوخت مصرفی
 سپس برای تبدیل گالن بر ساعت به لیتر در ساعت، عدد حاصل از رابطه فوق را در ۳/۷۸ ضرب نمودیم (۴، ۵، ۷، ۸ و ۲۱).
 حاصل ضرب عدد تبدیل شده بر حسب لیتر در ساعت در تعداد ساعات کار تراکتور در هر هکتار، میزان سوخت مصرفی در سطح یک هکتار را بر

جدول ۲- ارزش انرژی زایی و درصد ترکیبات اصلی دانه و کاه جو (۸ و ۲۱)

کاه			دانه		
انرژی در هر گرم (کیلو کالری)	درصد ترکیبات	نوع ترکیب	انرژی در هر گرم (کیلو کالری)	درصد ترکیبات	نوع ترکیب
۴	۱/۹	پروتئین	۴	۱۰	پروتئین
۹	۱/۷	چربی	۹	۲/۳	چربی
۴	۴۳	نشاسته	۴	۶۵	نشاسته

نتایج و بحث

بر همین اساس انرژی تولیدی در مزارع جو این استان مطابق جدول ۳، تنظیم گردید. با استناد به اطلاعات مندرج در جداول ۲ و ۳، بیلان انرژی در مزارع جو دیم آذربایجان غربی برای محصول دانه و کاه به طور جداگانه محاسبه گردید که نتایج آن در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است.

میانگین آمار ۱۰ ساله تولیدی جو در استان آذربایجان غربی حاکی از آن است که تولید محصول دانه این زراعت حدود ۱۲۸۰ کیلوگرم در هر هکتار بوده و عملکرد کاه آن نیز از حاصل ضرب با عدد ثابت ۱/۲۶ در عملکرد دانه به دست آمد (۳، ۵، ۸ و ۲۱).

جدول ۳- انرژی تولیدی در مزارع جو دیم استان آذربایجان غربی با تخمین عملکرد ۱۲۸۰ کیلوگرم در هکتار

نوع انرژی تولیدی	واحد	میزان انرژی هر واحد (کیلو کالری)	میزان محصول (کیلوگرم در هکتار)	میزان انرژی تولیدی (کیلوگرم در هکتار)
عملکرد دانه	کیلوگرم	۳۲۰۰	۱۲۸۰	۴۰۹۶۰۰۰
عملکرد کاه	کیلوگرم	۲۲۰۰	۱۶۱۲/۸	۳۵۴۸۱۶۰
جمع کل				۷۶۴۴۱۶۰

جدول ۴- بیلان انرژی در مزارع جو دیم استان آذربایجان غربی برای محصول دانه

ترکیبات	درصد ترکیبات	انرژی در هر گرم (کیلو کالری)	مقادیر در هر هکتار (کیلوگرم)	انرژی حاصل در هکتار (کیلو کالری)	نسبت انرژی تولیدی به مصرفی	نسبت انرژی
پروتئین	۱۰	۴	۱۲۸	۵۱۲۰۰۰	۰/۰۹	۱۱/۵۷
چربی	۲/۳	۹	۲۹/۴۴	۲۶۴۹۶۰	۰/۰۴	۲۲/۳۶
نشاسته	۶۵	۴	۸۳۲	۳۳۲۸۰۰۰	۰/۵۶	۱/۷۸
جمع کل				۴۱۰۴۹۶۰	۰/۶۹	۳۵/۷۱

جدول ۵- بیلان انرژی در مزارع جو دیم استان آذربایجان غربی برای محصول کاه

ترکیبات	درصد ترکیبات	انرژی در هر گرم (کیلو کالری)	مقادیر در هر هکتار (کیلوگرم)	انرژی حاصل در هکتار (کیلو کالری)	نسبت انرژی تولیدی به مصرفی	نسبت انرژی
پروتئین	۱/۹	۴	۳۰/۶۴	۱۲۲۵۶۰	۰/۰۲	۴۸/۳۳
چربی	۱/۷	۹	۲۷/۴۲	۲۴۶۷۸۰	۰/۰۴	۲۴/۰۰
نشاسته	۴۳	۴	۶۹۳/۵	۲۷۷۴۰۰۰	۰/۴۷	۲/۱۴
جمع کل				۳۱۴۳۳۴۰	۰/۵۳	۷۴/۴۷

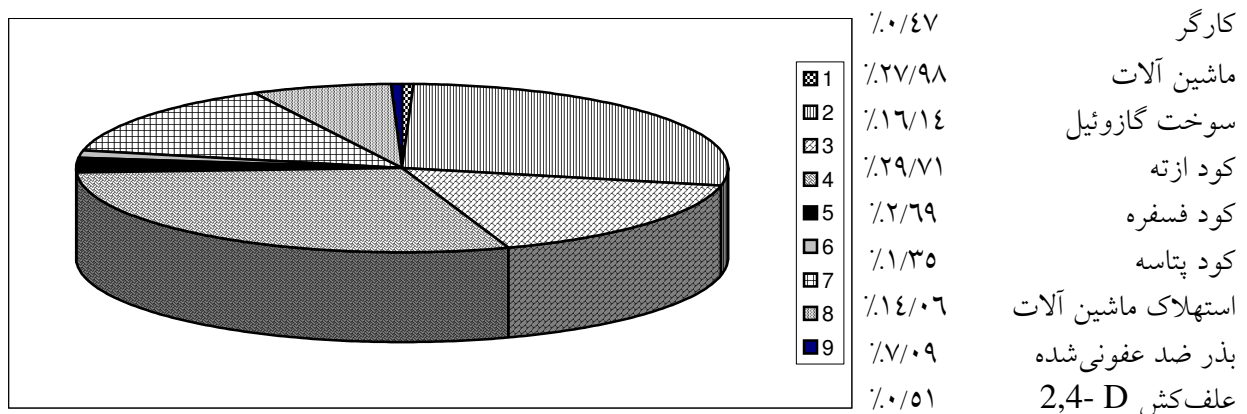
تقوی، د. ارزیابی بیلان انرژی در زراعت جو دیم...

و ماشین آلات (۲۷/۹۸ درصد) و سوخت گازوئیل (۱۶/۱۴ درصد) و کمترین انرژی مصرفی به ترتیب متعلق به کارگر (۰/۴۷ درصد)، مصرف علفکش (۰/۵۱ درصد) و کود پتاسه (۱/۳۵ درصد) می‌باشد. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج تحقیقات ولدیانی و همکاران (۱۳۸۴) و حیدر قلی‌نژاد و حسن‌زاده (۱۳۸۲)، که هر دو در ایران و به ترتیب در استان‌های آذربایجان شرقی و مازندران انجام گرفته‌اند مشابهت بسیار زیادی دارد، زیرا در پژوهش‌های اخیر نیز بیشترین انرژی مصرفی در مزارع گندیم دیم مربوط به مصرف کودهای ازته (۲۹/۸۲٪ و ۹۰٪) و انرژی مصرفی ماشین آلات (۲۵/۵۲٪ و ۳/۵٪) می‌باشد (۱۰ و ۵).

کوچکی و حسینی (۱۳۷۳)، در تحقیقی که بر روی محصول جو دیم در شهرستان مشهد انجام داده‌اند نسبت انرژی تولیدی به مصرفی را با احتساب عملکرد ۲۸۵۰ کیلوگرم در هکتار، ۱/۰۲ به دست آوردند هم‌چنین کارایی انرژی جو دیم در همین شهرستان را با احتساب عملکرد ۱۴۰۰ کیلوگرم در

اعداد ارایه شده در جداول ۴ و ۵، گویای کارایی انرژی و میزان انرژی لازم (مصرفی) برای تولید هر واحد از ترکیبات سه گانه پروتئین، چربی و نشاسته در محصول کاه و دانه می‌باشند. حسن‌زاده و همکاران (۱۳۸۰)، حسن‌زاده و مظاهری (۱۳۷۰) و بلیمی و چاپمن (۱۹۸۱)، نیز در تحقیقات خود، برای محاسبه انرژی حاصل از محصولات مختلف در واحد سطح، صرفاً انرژی موجود در ترکیبات فوق را در محاسبات لحاظ نموده و سایر مواد موجود در محصول تولیدی نظیر آب و فیبر را فاقد ارزش غذایی دانسته و از آن‌ها صرف‌نظر نموده‌اند (۳، ۴ و ۱۳). در این مطالعه، میزان کارایی انرژی (نسبت ستاده به نهاده)، برای محصول دانه ۰/۶۹ و برای محصول کاه ۰/۵۳ محاسبه گردید و کارایی انرژی کل (دانه + کاه) ۱/۲۲ برآورد شد.

میزان درصد انرژی مصرفی هریک از عوامل و نهاده‌ها در این مزارع، مطابق شکل ۱، ارایه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین انرژی مصرفی به ترتیب مربوط به مصرف کود ازته (۲۹/۷۱ درصد)



نمودار ۱- درصد انرژی مصرفی هر یک از عوامل و نهاده‌ها، در مزارع جو دیم استان آذربایجان غربی

مناطق خشک، سریع تر و مؤثرتر کار می‌کنند (۵، ۱۷ و ۲۰). این مسأله با مقایسه میزان مصرف انرژی در دیم‌زارهای آذربایجان شرقی و غربی و استان‌های حاشیه دریای خزر، کاملاً مشهود است، چنان‌چه انرژی مصرفی ماشین‌آلات در مزارع دیم گندم مازندران ۳/۵ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است (۵)، در حالی که همین عدد در مزارع جو استان آذربایجان غربی به ۲۷/۹۸٪ و در مزارع تکثیری گندم دیم استان آذربایجان شرقی به ۲۵/۵۲٪ می‌رسد (۱۰).

واقعیت این است که کاهش نزولات جوی طی ۱۰ سال اخیر، عمده دلیل کاهش عملکرد در واحد سطح غلات دیم در مناطق نیمه‌خشک کشور و به تبع آن کاهش کارایی انرژی بوده است، زیرا آب عامل بسیار حیاتی در انتقال و مصرف انرژی محسوب می‌شود (۲۰). دهیفال و پاوار در این رابطه چنین اظهار می‌نمایند که با افزایش آب آبیاری و کود نیتروژن می‌توان انرژی تولیدی بذر و بایومس را در اکثر محصولات زراعی و باغی افزایش داد و همچنین افزایش تولید با افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی امکان‌پذیر است (۱۴). ولی با این حال نباید تبعات منفی مصرف نهاده‌های کشاورزی و به ویژه کودهای شیمیایی را از نظر دور داشت، چرا که تأثیر منفی و آنتاگونیستی^۱ افزایش مصرف نهاده در سال‌های خشک‌سالی و یا در مناطق کم‌بارانی نظیر آذربایجان (طی سال‌های اخیر)، بر کاهش عملکرد محصولات زراعی دیم و در نهایت کاهش کارایی انرژی و آلودگی محیط زیست بسیار بیشتر از مناطق مرطوب و پرباران می‌باشد (۱۰).

هکتار ۰/۹۶ محاسبه نموده‌اند. لازم به توضیح است در مورد هر دو محصول جو آبی و دیم بیشترین انرژی مصرفی به مصرف کودهای فسفات و ازته نسبت داده شده است (۸).

استفاده زیاد از سوخت‌های فسیلی در کشاورزی از حدود ۵۰ سال پیش شروع شده است، به طوری که امروزه کشاورزی ایالات متحده آمریکا ۹۰٪ وابسته به انرژی خورشیدی است. با صنعتی شدن کشاورزی، سوخت‌های فسیلی که در واقع انرژی خورشیدی ذخیره شده هستند، اهمیت بیشتری پیدا کرده‌اند (نقل از منبع ۸).

افزایش رطوبت عاملی برای افزایش مصرف کودهای شیمیایی و به ویژه کودهای ازته به حساب می‌آید. (۱ و ۸)، به طوری که میزان مصرف کودهای ازت در مزارع دیم گندم در استان مازندران به دلیل بارندگی، حدود ۱۵۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار می‌باشد (۵). در حالی که این رقم در مزارع تکثیر بذر ارقام دیم گندم در استان آذربایجان شرقی به ۱۱۰ کیلوگرم و در مزارع جو دیم استان آذربایجان غربی به حدود ۵۰ کیلوگرم ازت خالص کاهش می‌یابد، که دلیل این امر کافی نبودن نزولات جوی در استان‌های شمال غرب و غرب کشور طی سال‌های اخیر گزارش شده است و البته نتایج تحقیقات حاکی از آن است که با وجود شرایط نامساعد بارندگی طی سال‌های گذشته، مصرف کود ازته در این مناطق هم‌چنان بالاتر از حد مجاز قرار دارد (۱۰).

پترسون و همکاران (۱۹۹۰)، افزایش کارایی انرژی در مصرف ازت را وابسته به نوع محصول قبلی و میزان اولیه ازت در خاک ذکر کرده‌اند. استفاده از ادوات و ماشین‌آلات نیز در خاک‌های خشک، اقتصادی‌تر از خاک‌های مرطوب بوده و این ادوات در

1- Antagonistic

تقوی، د. ارزیابی بیلان انرژی در زراعت جو دیم...

بنابراین چنین به نظر می‌رسد که وقت آن رسیده است که با تجدید نظر در الگوهای کشت قبلی در دیم‌زارهای کشور و نحوه و میزان مصرف نهاده‌های کشاورزی، به‌منظور جبران مافات و افزایش بهره‌وری در این بخش اقدامات مؤثر و گام‌های عملی برداشته شود.

این امر با مقایسه کارایی انرژی در مزارع جو دیم آذربایجان غربی و یا سایر غلات دیم در دیگر استان‌های هم اقلیم با کارایی انرژی در مزارع محصولات غله‌ای دیم در کشورهای توسعه یافته (و با شرایط رطوبتی مطلوب) کاملاً مشخص می‌گردد (۱۶).

منابع

- ۱- آستارایی، ع. ر.، ع. کوچکی. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۹۴ صفحه.
- ۲- پورصالح، م. ۱۳۵۴. غلات. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۴۲ صفحه.
- ۳- حسن‌زاده قورت تپه، ع. د. مظاهری. ۱۳۷۰. ارزیابی بیلان انرژی در سه مزرعه گندم، سیب‌زمینی و برنج در منطقه فلاورجان اصفهان. چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات، صفحه ۳۲۸.
- ۴- حسن‌زاده قورت تپه، ع. ا. قلاوند، م. ر. احمدی و س. خ. میرنیا. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه براندامان انرژی ارقام آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال هشتم، شماره ۲، صفحات ۷۸-۶۷.
- ۵- حیدرقلی نژادکناری، م. و ع. حسن‌زاده قورت تپه. ۱۳۸۲. ارزیابی بیلان انرژی زراعت گندم دیم در استان مازندران. مجله پژوهش و سازندگی شماره ۵۸، صفحات ۶۵-۶۳.
- ۶- خدابنده، ن. ۱۳۷۶. غلات. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۷۷ صفحه.
- ۷- کوچکی، ع. و م. حسینی. ۱۳۶۸. سیر انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات جاوید، ۲۲۷ صفحه.
- ۸- کوچکی، ع. و م. حسینی. ۱۳۷۳. کارایی انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۱۷ صفحه.
- ۹- محمدی، م. ۱۳۷۸. اثر فاصله ردیف‌های کاشت و میزان بذر بر عملکرد دانه و جو در شرایط دیم. نهال و بذر، جلد ۱۵ شماره ۱، صفحات ۲۴-۱۷.
- ۱۰- ولدیانی، ع. ر.، ع. حسن‌زاده قورت تپه. و ر. ولدیانی. ۱۳۸۴. ارزیابی بیلان انرژی در مزارع تکثیر بذر ارقام دیم گندم آذربایجان شرقی و تأثیر آن بر محیط زیست. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۵ شماره ۲، صفحات ۱۳-۱.
- 11- Anonymous. 2004. Cereal improvement annual program 2003. I CARDA, Aleppo, Syria.
- 12- Bayliss – Smith, T.P. 1991. The ecology of agricultural systems. Cambridge University press. 381pp.
- 13- Blamy, K. D. C., and J. Chapman. 1981. Protein, oil and energy yield of sunflower as affected by N and P fertilization. Agron. J.73:583-587.
- 14-Dahiphale, V.V., and K.R. Pawar. 1992. Studies on energy requirement of rabi sunflower crop production. J. Maharashtra Agric Univ.17:443-445.
- 15-Dick, W.A., and D. M. V. Doven. 1985. Continuous tillage and rotation, combination effects on corn, soybean and oat yield. Agron. J. 77: 459-465.

- 16- Goswami, D. Y. 1986. Alternative energy in agriculture. Vols. I and II. CRC Press. 407pp.
- 17- Hunt, D.R. 1990. Farm power and machinery management. Aiwya University Press. 750 pp.
- 18- Hulsbergen, K. J., B. Feil, S. Biermann, G.W. Rathke, W.D. Kalk, and W. Diepenbrock. 2001. A method of energy balancing in crop production and its application in a long – term fertilizer trail. Agric. Ecosys and Environ. 86(3): 303-321.
- 19- Pearson, C. J. 1992. Ecosystems of the world. Vol. 18. Field Crop Ecosystems. Elsevier. 46:103 – 109.
- 20- Peterson, W.R., D.T. Walters, R.J. Suplla, and R.A. Olson. 1990. Irrigated crop rotation for energy conservation: A Nebraska case study. J. Soil, Water Conserve. 45:584-588.
- 21- Pimental, D., G. Bevadi and S. Fast. 1983. Energy efficiency of farming system: Organic and conventional agriculture. Agric. Ecosyst. Environ. 9: 353-372.
- 22- Rasmusson, D. C. 1985. Barley . American society of Agronomy . 677 south segoe road. Madison , Wisconsin 53711. USA .
- 23- Schroll , H . 1994 . Energy-flow and ecological sustainability in Danish Agriculture, Ecosystems and Environmental . 51 : 301-310.
- 24- Tripathi , R . S., V. K. Sah. 2001. Material and energy-flow in high- hill, mid hill and Village farming systems of Garhwal Himalaya, Agric, Ecosys and Environmental . 86 (1): 75 - 91 .