بررسی روند موجود مصرف انرژی در تولید ذرت دانه‌ای در شمال خوزستان

محمود زارچی یزدی[۱] ، محمد جواد شیخ داودی[۲] ، زهرا خدارحم پور[۳]

۲،۱و۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار مدعو و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر
Zarchiyazdi.mahmud@gmail.com

چکیده

با توجه به کمبود منابع انرژی در جهان امروز، پژوهش حاضر با هدف دستیابی به الگوی مصرف انرژی در تولید ذرت دانه‌ای در منطقه میان‌آب شهرستان شوشتر انجام شد؛ بدین منظور سطوح بهره‌برداری به پنج طبقه تقسیم‌بندی شد؛ سپس اقدام به محاسبه انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی مزارع گردید. میانگین تولید ذرت دانه‌ای در منطقه ۱۹۲۰/۷۶ kg/ha بدست آمد. این در حالی است که میانگین کل انرژی مصرفی در تولید ذرت ۶۰۹۳۸/۱ MJ/ha محاسبه شد. نتایج نشان داد که بیشترین نهاده‌های مصرف کننده انرژی به ترتیب، کود، آبیاری و سوخت بوده‌اند. بدین صورت که سه مورد مذکور در تولید ذرت دانه‌ای، ۸۵ ٪ از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده‌اند. از کل انرژی مصرفی، ٤۹٪ مستقیم و ۵۱٪ غیرمستقیم، ٤٪ تجدید پذیر و ۹٦٪ تجدید ناپذیر بود. شاخص انرژی ویژه نشان می‌دهد که برای تولید ذرت دانه‌ای ۳۵/۱٦ MJ/kg انرژی مصرف شده است. بهره‌وری انرژی نیز ۰/۰۳۳۸ kg/MJ بدست آمد.

کلمات کلیدی: ذرت دانه‌ای، بهینه‌سازی، مصرف انرژی

مقدمه

انسان طی قرن‌ها از منابع متعدد انرژی استفاده نموده است. با شروع انقلاب سبز در اواخر سال ۱۹٦۰ استفاده انرژی در کشاورزی افزایش پیدا کرد. این تغییرات به صورت استفاده از بذرهای پرمحصول، کودهای شیمیائی، آفت‌کش‌های شیمیایی، همچنین سوخت دیزل و الکتریسیته در عملیات کشاورزی روندی رو به افزایش داشته است. برای درک چگونگی تولید و مصرف انرژی در کشاورزی و در نتیجه برنامه‌ریزی برای توسعه‌ای پایدار، این انرژی‌های حمایت کننده بایستی بررسی شوند. بالانس انرژی در کشاورزی از تجزیه و تحلیل و مقایسه انرژی‌های ورودی و خروجی در یک سیستم کشاورزی بدست می‌آید. از چالش‌های پیش‌رو در بخش کشاورزی اتلاف نهاده‌ها و کاهش بهره‌وری عوامل تولیدی می‌باشد که می‌تواند به علت عدم وجود اطلاعات کافی و مدیریت صحیح پدید آید. محدودیت منابع، لزوم تحقیقات بیشتر جهت تعیین مقدار مصرف نهاده‌ها و استفاده بهینه از منابع موجود را ضروری نموده و لازم است که درجهت بهینه‌سازی مصرف انرژی تحقیقات وسیعی انجام گیرد (الماسی، ۱۳۸۷).

با توجه به اینکه امروزه بیش از ۵۰۰ نوع فرآوردهٔ جانبی از گیاه ذرت بدست می‌آید، در جهان امروز ذرت اهمیت فوق‌العاده زیادی پیدا کرده و نسبت به افزایش سطح زیر کشت و همچنین بهبود کشاورزی مکانیزه آن

اقدامات اساسی به عمل آمده است. این در حالی است که در ایران سطح زیر کشت و عملکرد در واحد سطح روندی رو به افزایش داشته است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

کراتز (۲۰۰۸)، انرژی مورد نیاز تولید ذرت را در ویسکانسین (ایالتی در شمال آمریکای مرکزی) و آلمان برآورد نمود. میانگین تولید و انرژی ویژه در تولید ذرت در ویسکانسین در سال ۱۹۸۰ به ترتیب ٦٦٠٤ kg/ha و ۳/۳ MJ/kg و در سال ۱۹۹٤ به ترتیب ۸۹٥٤ kg/ha و ۱/٦٥MJ/kg بوده است. میانگین تولید در آلمان در سال ۱۹۸۳ و ۲۰۰۷ به ترتیب ۵۷۰۰ و ۹۳۳۰ kg/ha بوده که نشان می‌دهد طی ۲۵ سال ٤۰٪ افزایش داشته است. انرژی ویژه در تولید ذرت در آلمان ۱/٤۳MJ/kg برآورد شده است.

در تحقیقی که توسط پی‌منتل و همکاران (۱۹۹۸) انجام گرفت، انرژی مصرفی تولید ذرت در ایالات متحده آمریکا ٤/۲۳٦ GJ/ha تخمین زده شد. همچنین نسبت انرژی ۱۳/۷ بدست آمد.

مانی و همکاران (۲۰۰۷)، تغییرات مصرف انرژی را در روش‌های مختلف کاشت در تولید گندم–ذرت در مناطق تپه‌ای پرادش هند ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که محدودیت‌های اساسی در استفاده مناسب از انرژی، عدم تأمین به موقع نهاده‌ها و تکنولوژی نامناسب می‌باشد. آنها پیشنهاد کردند که معرفی تجهیزات مناسب مزارع کوچک، استفاده صحیح از کود و بذر و مدیریت مناسب در آبیاری می‌تواند در افزایش محصول و در نتیجه افزایش بهره‌وری انرژی مؤثر باشد.

دیوداس (۲۰۰۱)، گزارش کرد که مصرف انرژی در کشاورزی بستگی به نوع محصول و تقویم زراعی منطقه دارد، بطوریکه انتخاب نوع محصول برای کشت با توجه به شرایط اقلیمی، منابع آبیاری و دسترسی به منابع تجاری و غیر تجاری انرژی در منطقه مورد نظر صورت می‌گیرد.

کاظمی و همکاران (۱۳۸٦) با بررسی نیاز انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم ذرت در سطوح مختلف بهره‌برداری در شهرستان دره شهر به این نتیجه رسید که عملیات آبیاری ٤۱٪ از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که سموم شیمیایی فقط ۱٤/۳٪ از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص داد بود.

هدف اصلی این تحقیق شناخت و تعیین الگوهای موجود مصرف انرژی در تولید ذرت دانه‌ای می‌باشد. بررسی انرژی مصرفی ذرت دانه‌ای در هر یک از قسمت‌ها اعم از ماشین‌ها، سوخت، کود و... ما را به ارائه راهکارهای مفید رهنمون خواهد کرد چرا که پتانسیل عملکرد بیش از این مقدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸در منطقه میان‌آب شهرستان شوشتر با موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه عرض شمالی و ٤۸ درجه طول شرقی و با ارتفاع ۱۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. پژوهش به‌صورت میدانی بود و برای جمع آوری اطلاعات پایه از پرسش‌نامه استفاده شد. با طراحی پرسش‌نامه مناسب اطلاعات موردنیاز بصورت مصاحبه با کشاورزان در مزارع جمع‌آوری گردید. پرسش‌نامه شامل سوالاتی نظیر نوع ماشین‌های استفاده شده در عملیات خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت، نحوه آبیاری، عمق و دبی آب، مقدار و نحوه استفاده از نهاده‌های مختلف، تعداد کارگر و مقدار محصول تولید شده بود. پس از مطالعه دقیق و کلی در منطقه میان‌آب، مشخص شد که مزارع ذرت دانه‌ای در طیف وسیعی از ۱ تا ۵۰ هکتار می‌باشد. با توجه به این مطلب و با فرض احتمال تغییر در الگوی کشت متناسب با اندازه زمین، کل جامعه آماری

بر اساس سطوح پراکندگی کشت به پنج طبقه، کمتر از ۳ هکتار، ۳ تا ۵/۵ هکتار، ۵/۵ تا ۹ هکتار، ۹ تا ۱۲ هکتار و ۱۲ لغایت ۵۰ هکتار تقسیم بندی گردید. بدین ترتیب با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقاتی، در منطقه میان‌آب از بین ۲۰۱ کشاورز ذرت کار، ۷۵ نفر جهت مصاحبه انتخاب شدند.

محدوده محاسبات مربوط به انرژی نهاده‌های مختلف مصرف کننده

در این پژوهش مصرف انرژی در قسمت ماشین‌ها و سوخت برای انجام عملیات‌های مزرعه‌ای شامل خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت، و نیز مصرف انرژی در قسمت‌های کود، سم، بذر، نیروی انسانی و آبیاری بررسی گردید. از محاسبه انرژی مصرف شده در عملیاتی که پس از برداشت انجام می‌شود؛ مانند بوجاری، فرآوری و روغن‌کشی به‌دلیل پیچیدگی موضوع و عدم وجود اطلاعات صحیح در ایران صرف‌نظر گردید. انرژی مصرف شده در قسمت حمل‌ونقل نیز به‌دلیل وجود مشکلاتی مانند عدم اطلاع دقیق کشاورزان از ماشین حمل‌کننده و مسافت حمل‌ونقل، در نظرگرفته نشد.

شاخص‌های انرژی

برای تحلیل و ارزیابی دقیق از سیستم تولیدی با دید انرژی، شاخص‌های گوناگونی لحاظ شده است که به کمک آنها می‌توان مصرف انرژی در قسمت‌های گوناگون یک سیستم را با یکدیگر مقایسه نمود و علاوه بر آن امکان مقایسه چند سیستم تولیدی با یکدیگر میسر می‌گردد.

مهمترین شاخص‌ها به قرار زیر هستند (هترلی و همکاران، ۲۰۰۶؛ محمدی و همکاران، ۲۰۰۸):

نسبت انرژی

این شاخص از تقسیم انرژی خروجی (تولیدی) حاصل از محصول اصلی و یا محصول اصلی و فرعی بر انرژی ورودی (مصرفی) بدست می‌آید و عددی بدون واحد است.

$$ER = E_{out} / E_{in} \quad (۱)$$

انرژی خالص دریافتی

عبارت است از مقدار کل انرژی خروجی (تولیدی) منهای مقدار کل انرژی ورودی (مصرفی)، و واحد آن مگاژول بر هکتار (MJ/ha) می‌باشد. همانند شاخص نسبت انرژی، این شاخص نیز هرچه بالاتر باشد بهتر است.

$$NEG = E_{out} - E_{in} \quad (۲)$$

بهره‌وری انرژی

این شاخص مقدار محصول حاصله از هر واحد انرژی را نشان می‌دهد و از تقسیم محصول تولید شده بر انرژی ورودی بدست می‌آید و واحد آن کیلوگرم بر مگاژول (Kg/MJ) می‌باشد. این شاخص نشان می‌دهد که به ازای یک مگاژول انرژی چند کیلوگرم محصول تولید شده است.

$$EP = Y / E_{in} \quad (۳)$$

انرژی ویژه

این شاخص معکوس شاخص بهره‌وری انرژی است و انرژی مصرف شده به ازای هر واحد محصول را نشان می‌دهد و واحد آن مگاژول بر کیلوگرم (MJ/kg) می‌باشد.

$$SE = E_{in} / Y \qquad (٤)$$

کل انرژی مصرف شده از جمع انرژی مصرف شده در قسمت‌های ماشین، سوخت، کود، سم، بذر مصرفی برای کاشت، نیروی انسانی و آبیاری بدست آمده است. انرژی‌های معادل به کار رفته در این پژوهش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- معادل انرژی نهاده‌ها

نهاده	معادل انرژی	واحد	شماره مرجع
بذر ذرت	۱۰۰	MJ/kg	۱
ماشین ها وادوات	٦۲/۷	MJ/kg	۱۸
سوخت دیزل	٥٦/۳	MJ/L	۱۸
کود ازت	٦٦/۱٤	MJ/kg	۱۷
کود فسفر	۱۲/٤٤	MJ/kg	۱۷
کود پتاس	۱۱/۱٥	MJ/kg	۱۷
سموم شیمیایی مایع	۱۰۲	MJ/L	۸
سموم شیمیایی جامد	۱۲۰	MJ/kg	۸
نیروی انسانی	۱/۹٦	MJ/hr	۱۳
الکتریسیته	۳/٦	MJ/kWh	۲

روش محاسبه انرژی مصرف شده نهاده های مختلف

انرژی مصرف شده ماشین‌ها

برای برآورد مقدار انرژی مصرف شده توسط ماشین در مزرعه با واحد مگاژول بر هکتار (MJ/ha) باید انرژی معادل هر واحد ماشین (MJ/kg) را در جرم ماشین (kg) و نیز ساعات استفاده از ماشین (hr/ha) ضرب کرده و در نهایت بر عمر مفید ماشین (hr) تقسیم نمود. از رابطه ۵ برای محاسبه استفاده گردید (الماسی، ۱۳۸۷):

$$E_M = (E . M . T) / N \qquad (٥)$$

با مشخص بودن نوع ماشین (تراکتور و ادوات) استفاده شده در هر عملیات، عرض کار و وزن آنها از دفترچه راهنمای هر دستگاه استخراج شد، و با توجه به نوع خاک و شرایط مزرعه، سرعت حرکت و بازده مزرعه‌ای هر دستگاه از جدول‌های استاندارد ASAE[1] استخراج شد و با استفاده از رابطه زیر ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ماشین محاسبه گردید (الماسی، ۱۳۸۷):

$$C_a = (W.S.e) / 10 \qquad (٦)$$

1 . American Society of Agricultural Engineers

با تقسیم عدد یک بر ظرفیت مرزعه‌ای مؤثر، ساعات کارکرد ماشین با واحد ساعت بر هکتار به دست می‌آید. با جایگزین عوامل در رابطه انرژی ماشین‌ها، انرژی مصرف شده توسط ماشین با واحد مگاژول بر هکتار بدست آمد (الماسی، ۱۳۸۷).

انرژی مصرف شده سوخت

میانگین سوخت مصرفی یک موتور دیزل (تراکتور یا کمباین) در ساعت با استفاده از رابطه محاسبه گردید (گریسو، ۲۰۰٤):

$$\text{میانگین سوخت مصرفی موتور دیزل (L/hr)} = ۰/۲۲۳\ P_{pto} \qquad (۷)$$

با تقسیم مقدار سوخت مصرفی بر ظرفیت مزرعه‌ای هر ماشین، سوخت مصرفی بر حسب L/ha به‌دست می‌آید که با ضرب در مقدار معادل انرژی نهاده سوخت، انرژی مصرفی برحسب MJ/ha بدست می‌آید.

انرژی مصرف شده آبیاری

برای تأمین آب مورد نیاز گیاه انرژی بصورت مستقیم و غیرمستقیم مصرف می‌شود. انرژی مستقیم شامل انرژیی است که برای پمپاژ آب مصرف می‌شود. توان لازم برای پمپاژ آب از رابطه ۸ محاسبه گردید (بهروزی لار، ۱۳۸٦):

$$P = pghQ / 1000 \,.\, e_p \,.\, e_t \,.\, e_m \qquad (۸)$$

برای اندازه‌گیری دبی از روش ظرف پر استفاده شد. به این صورت که با استفاده از یک ظرف ۱۲۰ لیتری و اندازه‌گیری زمان پر شدن آن، با دو بار تکرار و میانگین‌گیری، دبی بدست آمد. ضمناً تجربه کارشناسان وزارت نیرو نشان داده است که دبی آب چاه بر حسب لیتر بر ثانیه متناسب با مربع قطر لوله بر حسب اینچ است (بهروزی لار، ۱۳۸٦). دبی اندازه گیری شده در این پژوهش با مطالعات بهروزی لار (۱۳۸٦) برابر می‌باشد. در این پژوهش از راندمان تولید در سد صرف‌نظر شده و مقادیر e_p ، e_t ، e_m برای موتورهای برقی به ترتیب برابر ۰/۸، ۱، ۰/۹ برای موتورهای دیزلی به ترتیب برابر ۰/۸، ۰/٦، ۰/۸۵ در نظر گرفته شده است (بهروزی لار، ۱۳۸٦).

با ضرب تعداد کل ساعات آبیاری بر هکتار در کیلووات محاسبه شده از رابطه ۷، انرژی مصرفی پمپاژ با واحد کیلووات بر هکتار (kW/ha) بدست می‌آید، که با ضرب در عدد ۳/٦ به مگاژول بر هکتار (MJ/ha) تبدیل می‌گردد. برای بدست آوردن مقدار سوخت دیزل مصرفی پمپاژ آب بر حسب (L/hr) باید مقدار بدست آمده بر حسب (kW/ha) را بر ۲/۷ تقسیم و در ساعات آبیاری برای هر هکتار ضرب نمود (بهروزی لار، ۱۳۸٦). اگر عدد بدست آمده در معادل انرژی سوخت که در این پژوهش ٥٦/۳ ضرب گردد مصرف انرژی سوخت برای پمپاژ بر حسب (MJ/ha) بدست می‌آید.

انرژی غیرمستقیم مصرف شده برای تأمین آب مورد نیاز گیاه با نام انرژی آبیاری شناخته می‌شود و شامل انرژی ساخت سدها، تولید مواد خام، ساخت و انتقال کلیه عواملی است که در آبیاری دخالت دارند و چون تعیین این مقادیر مشکل است، ۲۰٪ از انرژی مستقیم را به عنوان انرژی غیرمستقیم در نظر می‌گیرند (الماسی، ۱۳۸۷).

انرژی مصرف شده بذر، کود و سم

با مشخص بودن نوع و مقدار بذر، کود و سم مصرف شده بر هکتار با واحد کیلوگرم بر هکتار (Kg/ha) و ضرب مقدار ماده مؤثر در انرژی معادل آن با واحد مگاژول بر کیلوگرم (MJ/kg)، مقدار مصرف انرژی در این قسمت با واحد مگاژول بر هکتار (MJ/ha) بدست می‌آید (الماسی، ۱۳۸۷).

انرژی مصرف شده نیروی انسانی

در محاسبه انرژی کارگری که در کشاورزی مشغول می‌باشد از چندین روش استفاده شده است. اغلب در کشاورزی سنتی مصرف غذای روزانه یک نفر را معادل انرژی کارکرد روزانه او در نظر می‌گیرند. در روش‌هایی که مقدار انرژی غذا و فعالیت‌های متابولیک را مبنا قرار داده‌اند و معادل انرژی نیروی انسانی را ۹۳/۲-۱ MJ/day و روش‌هایی که سطح رفاه را دخیل کرده‌اند آن را ۱٤٥۰-٥۱۰ MJ/day عنوان نموده‌اند. انرژی مصرف شده توسط نیروی انسانی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (الماسی، ۱۳۸۷).

$$E_L = EI_L.T.N \qquad (۹)$$

در این پژوهش، تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار آماری SPSS16، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین طبقات مختلف، فقط از نظر انرژی مصرفی سوخت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد (جدول ۲)؛ که نشان دهنده تنوع در مصرف انرژی سوخت در بین سطوح مختلف بهره برداری می‌باشد.

میانگین تولید ذرت دانه‌ای در منطقه میان‌آب ۱۹۲۰/۷٦ Kg/ha بدست آمد (جدول ۳). در حالی که میانگین عملکرد ذرت دانه‌ای در سال ۱۳۸۷ در این منطقه ٤۸۷۲ Kg/ha بوده و میانگین عملکرد در مقایسه با تحقیقات کراتز (۲۰۰۸)، به مراتب کمتر و در مقایسه با تحقیقات مانی و همکاران (۲۰۰۷)، بیشتر از عملکرد در دیگر مناطق است که حاکی از شرایط نامساعد برای کشت ذرت دانه‌ای در این منطقه نظیر استفاده از ارقام نامناسب بذر(به خصوص در سال ۱۳۸۸)، شور بودن خاک یا آب آبیاری می‌باشد (لرزاده و همکاران، ۱۳۸۸). میانگین انرژی مصرفی در تولید ذرت دانه‌ای ٦۰۹۳۸/۱ MJ/ha بدست آمد. دلیل اختلاف در مقدار کل مصرف انرژی در بین کشاورزان این منطقه، نگرش کشاورزان به روش‌های سنتی در کشت ذرت دانه‌ای می‌باشد. این مقدار انرژی مصرف شده نسبت به سال قبل تغییرات محسوسی نداشته و حدود ۱٤/٤ برابر ایالات متحده آمریکا (پی منتل و همکاران، ۱۹۹۸) می‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات نهاده‌ها و شاخص‌های مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ماشین‌ها (MJ/ha)	سوخت (MJ/ha)	آبیاری (MJ/ha)
بین گروه‌ها	٤	۲۱۷۹۲۷٥^{ns}	۳۲۷٥۲۱۱۲/۲*	٤۱۸۲۳۳۹۷٥/٦٤^{ns}

داخل گروه‌ها	۷۰	۹٤۸۳٦۸/۲۵	۱۲٦۳٦۷۰٦/۵۲	۲٦۱۸۳٦۱٦۵/۳
منابع تغییرات	بذر (MJ/ha)	کود (MJ/ha)	سموم شیمیایی (MJ/ha)	نیروی انسانی (MJ/ha)
بین گروه‌ها	۳۷۷۹۵۰ ns	۳۰۹۳۳۲٤۹/٦۹ ns	۱۳٤٤۲۲۰/٦۲ ns	۵٦۵۷/۱۳ ns
داخل گروه‌ها	۱۸٦۹۵۷/۱٤	۲۹۰۷۸۵۱۹/۱۹	۱۳۵۳۵۸/۲	۵۸٤۱/٤

ns، * و** به ترتیب معنی دار نبودن، معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ادامه جدول ۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	کل انرژی مصرفی (MJ/ha)	عملکرد محصول (kg/ha)	نسبت انرژی
بین گروه‌ها	٤	۲۸۸۳۱٤٦۲٦/٦۲ ns	۵۷۱۵۰٤/٦۵ ns	۱/۵٦ ns
داخل گروه‌ها	۷۰	۲۹۱۳۲۳۵۹۹/۳٦	۳۷٦۳۱۲/۱	۱/۷۷
منابع تغییرات	درجه آزادی	انرژی خالص دریافتی (MJ/ha)	بهره‌وری انرژی (kg/MJ)	انرژی ویژه (MJ/kg)
بین گروه‌ها	٤	٦۲۵۷۵۹٤۵۸۷/۵ ns	۰/۰۰۰۱۵ ns	۳٦۰/۰۲ ns
داخل گروه‌ها	۷۰	٤۰۷۸۹۱۷۷٦٤/٦۹	۰/۰۰۰۱۷	۲٤۸/۳۲

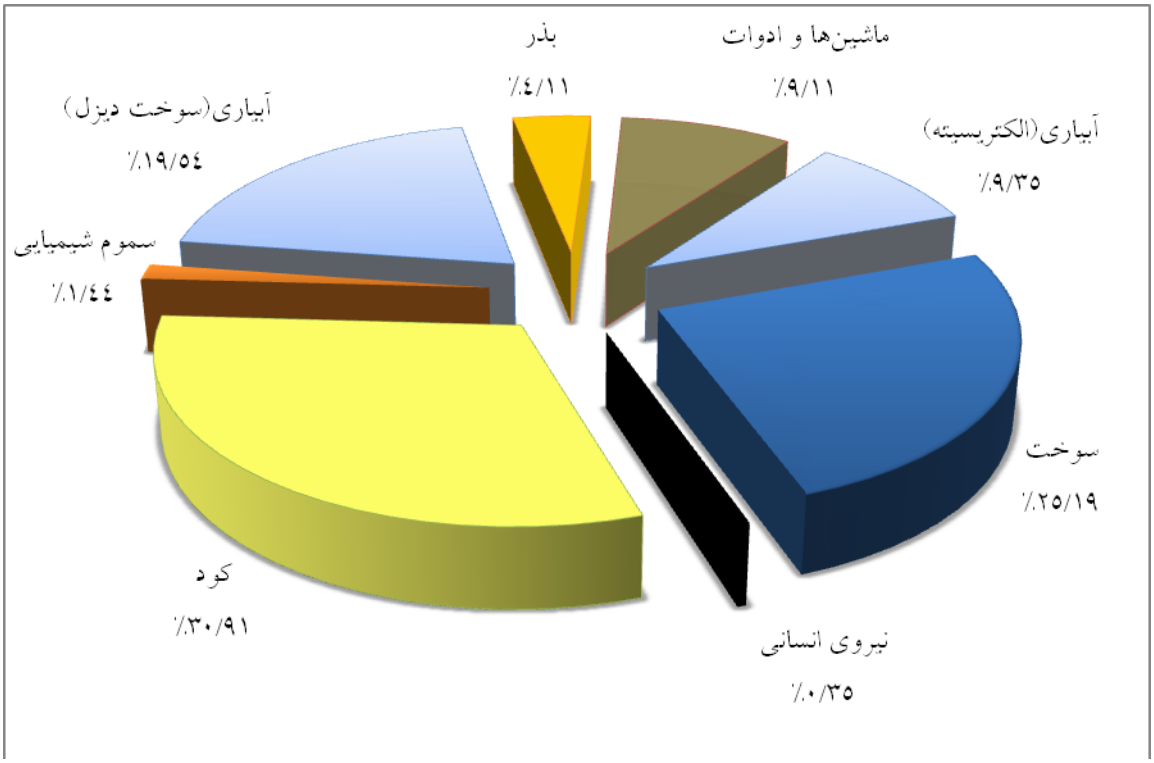
ns، * و** به ترتیب معنی دار نبودن، معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳- مقایسه میانگین نهاده‌ها و شاخص‌های مورد بررسی

طبقات بهره برداری	تعداد نمونه	ماشین‌ها (MJ/ha)	سوخت (MJ/ha)	آبیاری (MJ/ha)	بذر (MJ/ha)	کود (MJ/ha)	سموم شیمیایی (MJ/ha)	نیروی انسانی (MJ/ha)
۱	۱۵	۵۸۸۹/۵۸ ab	۱٤۰٤۰/۸٦ ab	۲۰٦۳۳/۸۳ c	۲٦۲۰ ab	۱۸۲۲۳/۷۷ b	۹۳۱/۲ d	۲۱٤/۲٤ c
۲	۱۵	۵۱۵۵/۸٦ a	۱٦۷۰۷/۳٤ c	۱۱۹۵۷/۱٤ b	۲٤۳۳/۳۳ ab	۱۸۳٦۳/۰۳ c	۸۲۱/۸ b	۱۸۹/۸ a
۳	۵	۵۳۱۳/۷٦ ab	۱٦٦۰۷/٦٦ b	۲۱۸۲۰/۹۲ d	۲٦۸۳/۳۳ b	۱۷۰۱۰/۱٦ a	۷٦۷/۸ a	۲۰٦/۰۱ b
٤	۱۵	٦۰۲۲/٦۷ b	۱۳۵۲۵/٦٤ a	۲۱۸۷۱/۰۵ e	۲۵۰۳/۳۳ ab	۲۰۱۵٤/۹۲ d	۸۵۳/۲ c	۲٤۲/۰۹ e
۵	۱۵	۵۳۷۳/۲۰ ab	۱۵۸٦۷/۳۸ ab	۱۱۷۳۲/٤۵ a	۲۲۸۰ a	۲۰٤٤۱/۳۵ e	۱۰۰۸/۸ e	۲۲۲/٦٤ d
میانگین	–	۵۵۵۱	۱۵۳٤۹/۷۷	۱۷٦۰۳/۱۳	۲۵۰٤	۱۸۸۳۸/٦٤	۸۷٦/۵٦	۲۱٤/۹٦

ادامه جدول ۳

طبقات بهره برداری	تعداد نمونه	کل انرژی مصرفی (MJ/ha)	عملکرد (kg/ha)	نسبت انرژی	انرژی خالص دریافتی (MJ/ha)	بهره‌وری انرژی (kg/MJ)	انرژی ویژه (MJ/kg)
۱	۱۵	۶۲۵۵۳/۴۸^{c}	۱۸۱۲/۶۶^{c}	۳/۱۱۲۴^{e}	۱۱۸۷۱۳/۱۷^{d}	۰/۰۳۱۱^{e}	۳۶/۶۵^{ab}
۲	۱۵	۵۵۶۲۸/۵۹^{a}	۱۷۹۵/۳۳^{d}	۳/۳۲^{c}	۱۲۳۹۰۴/۷۴^{c}	۰/۰۳۳۲^{c}	۳۴/۲۶^{ab}
۳	۱۵	۶۴۴۰۹/۶۵^{d}	۱۷۳۳/۶۶^{e}	۳/۱۱۲۶^{d}	۱۰۸۹۵۷/۰۱^{e}	۰/۰۳۱۱^{d}	۴۱/۳۵^{b}
۴	۱۵	۶۵۱۷۲/۹۱^{e}	۲۱۰۳/۴۶^{b}	۳/۴۳^{b}	۱۴۵۱۷۳/۷۵^{b}	۰/۰۳۴۴^{b}	۳۵/۷۴^{ab}
۵	۱۵	۵۶۹۲۵/۸۳^{b}	۲۱۵۸/۶۶^{a}	۳/۸۹^{a}	۱۵۸۹۴۰/۸۲^{a}	۰/۰۳۹^{a}	۲۷/۷۹^{a}
میانگین	–	۶۰۹۳۸/۱	۱۹۲۰/۷۶	۳/۳۷	۱۳۱۱۳۷/۹	۰/۰۳۳۸	۳۵/۱۶



نمودار ۱– متوسط سهم هر کدام از نهاده‌ها

این در حالی است که در بین نهاده‌های مختلف، مقدار انرژی مصرف شده در قسمت‌های کود، آبیاری و سوخت بالاتر از دیگر قسمت‌ها بوده است و با نتیجه تحقیقات دیوداس همسو می‌باشد (نمودار ۱). از دیدی دیگر از کل انرژی مصرفی، ۴۹٪ مستقیم و ۵۱٪ غیرمستقیم بوده است. همچنین از کل انرژی مصرفی، ۴٪ تجدیدپذیر و ۹۶٪ تجدیدناپذیر بوده است.

شاخص نسبت انرژی بطور متوسط در منطقه میان‌آب برابر ۳/۳۷ بدست آمد (جدول ۳). نتایج بدست آمده در مقایسه با سال گذشته به مراتب کمتر و در مقایسه با تحقیقات پی منتل و همکاران (۱۹۹۸) پایین‌تر است که می‌تواند ناشی از عدم مدیریت صحیح در تخصیص نهاده‌ها از قبیل مصرف بی‌رویه سوخت، کود، سم و استفاده بیش از حد ماشین‌های

خاک‌ورزی باشد. ضمناً میانگین نسبت انرژی در تولید ذرت دانه‌ای در منطقه میان‌آب، ۰/٤۲ سال گذشته در منطقه میان‌آب و ۰/۲۵ ایالات متحده امریکا (پی‌منتل و همکاران، ۱۹۹۸) می‌باشد. شاخص انرژی خالص دریافتی نیز بطور متوسط در منطقه میان‌آب برابر ۱۳۱۱۳۷/۹۰ MJ/ha بدست آمد (جدول ۳).

شاخص بهره‌وری انرژی در منطقه میان‌آب بطور متوسط ۰/۰۳۳۸ Kg/MJ بدست آمد (جدول ۳). نتایج بدست آمده از بهره‌وری انرژی در مقایسه با سال گذشته در منطقه میان‌آب و تحقیقات کراتز (۲۰۰۸) و مک لاگین و همکاران (۱۹۹۹) بسیار پایین‌تر است. میانگین بهره‌وری انرژی در تولید ذرت دانه‌ای در منطقه میان‌آب، ۰/٤۲ برابر سال گذشته در منطقه میان‌آب، ۰/۰٥٤ برابر ویسکانسین (کراتز، ۲۰۰۸)، ۰/۰٤۷ برابر آلمان (کراتز، ۲۰۰۸) و ۰/۰۸۲ برابر کانادا (مک لاگین و همکاران، ۱۹۹۹) می‌باشد.

شاخص انرژی ویژه نشان می‌دهد که برای تولید ذرت دانه‌ای به طور متوسط ۳٥/۱٦ MJ/Kg انرژی مصرف شده است (جدول ۳). نتایج بدست آمده در مقایسه با سال گذشته در منطقه میان‌آب و تحقیقات کراتز (۲۰۰۸) و مک لاگین و همکاران (۱۹۹۹) بسیار بالاتر است. میانگین انرژی ویژه در تولید ذرت دانه‌ای در منطقه میان‌آب، ۱۲/٥ برابر سال گذشته در منطقه میان‌آب، ۲۱/۳ برابر ویسکانسین (کراتز، ۲۰۰۸)، ۲٤/٥ برابر آلمان (کراتز،۲۰۰۸) و ۱۳/۸ برابر کانادا (مک لاگین و همکاران، ۱۹۹۹) می‌باشد.

شاخص‌های انرژی وضعیت نابسامان مصرف انرژی را در مقایسه با سایر کشورها بیشتر نمایان می‌سازند و نشان می‌دهند که تولید هیچ تناسبی با انرژی مصرف شده ندارد. البته نباید این موضوع نادیده گرفته شود که با افزایش سطح زیر کشت شاخص‌های انرژی روند رو به رشدی داشته‌اند.

نتیجه‌گیری

بالا بودن مقدار انرژی مصرفی به‌ویژه انرژی کود، آبیاری و سوخت و پایین بودن مقدار کارایی انرژی در منطقه مورد مطالعه در این تحقیق نسبت به نواحی دیگر حاکی از عدم اعمال مدیریت صحیح بر منابع انرژی و عدم کاربرد آنها در زمان مناسب و به مقدار مشخص می‌باشد. در بین نهاده‌های مصرفی انرژی، کود با ۱۸۸۳۸/٦٤ MJ/ha بیشترین سهم را در مصرف انرژی داشته است. انرژی آبیاری، سوخت، ماشین‌ها، بذر، سموم شیمیایی و نیروی انسانی نیز به ترتیب در رده‌های بعدی مصرف انرژی قرار گرفته‌اند. با اعمال مدیریت صحیح منابع انرژی در منطقه مورد مطالعه بر اساس روند موجودی که زارعین در آن مشغول به کشت ذرت دانه‌ای می‌باشند، بسترسازی در خصوص موارد زیر الزامی به نظر می‌رسد:

۱. آموزش کشاورزان به منظور استفاده بهینه و بموقع از نهاده‌های مختلف انرژی.
۲. تعیین مقدار انرژی معادل هر یک از نهاده‌های انرژی در منطقه.
۳. بررسی روش‌های تأمین نهاده‌های مناسب تولید و بسترسازی برای دسترسی آسان کشاورزان به آن.
٤. ایجاد و گسترش پایگاه داده‌های آماری و توسعه زیرساخت‌های لازم برای انتقال اطلاعات به کشاورزان.

منابع

١. الماسی، م.، ١٣٨٧، درسنامه مهندسی مدیریت انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن در کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ٧٦صص.

٢. بهروزی لار، م.، ١٣٨٦، درسنامه انرژی در کشاورزی و پتانسیل‌های صرفه جویی، دانشگاه تهران، ٩٤ صص.

٣. بی نام، ١٣٨٦، آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی سال ٨٥-١٣٨٤ تهران. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی،٦١٠ صص.

٤. کاظمی، ب.، طباطبایی فر، ا.، برقعی، ع. م.، ١٣٨٦، بررسی نیاز انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم ذرت در سطوح مختلف بهره‌برداری در شهرستان دره شهر شهرستان ایلام، پایان نامه کارشناسی ارشد، ١١٢ صص.

٥. لرزاده، ش.، قلی‌زاده، ع.، ١٣٨٨، بررسی کارایی مصرف نیتروژن تحت شیوه‌های مختلف اعمال کود روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت C704 در خوزستان، طرح پژوهشی، ١٠٠ صص.

٦. منصور فر، ک.، ١٣٨٥، روش های آماری، انتشارات دانشگاه تهران، ٣٢١ صص.

٧. نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع.، کاشانی، ع.، ١٣٨٠. زراعت غلات، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ سوم، ٤٤٦ صص.

8. Chaudhary, V.P., B. Gangwar and D.K. pandey. 2006. Auditing of energy use and output of different cropping systems in India. Agricultural Engineering International: the CIGR ejournal, Vol. VIII: 13 pp.
9. Devadas. V, 2001. Planning for rural energy system. Part I. Department of Architecture and Planning, University of Roorkee. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 5, 203-226.
10. Grisso, R.D., M.F.Kocher and D.H. Vaughan. 2004. Predicting tractor fuel consumption. Applied Engineering in Agriculture, 20(5):553-561.
11. Hatirli, S.A. B. Ozkan, and C. Fert. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renewable Energy, 31:427-438.
12. Kraatz, S. 2008. Energy inputs for corn production in Wisconsin and Germany. ASABE, Paper No: 084569, 16 pp.
13. Mani, I., P. Kumar, J.S. Panwar, K. Kant. 2007. Variation in energy consumption in production of wheat-maize whit varying altitudes in hilly regions of Himachal Pradesh, India. Energy, 32: 2336-2339.
14. McLaughlin, N.B., A. Hiba, G.J. WALL and D.J. KING. 1999. Comparison of energy input for inorganic fertilizer and manure based corn production. Canadian Agricultural Engineering, 42(1): 2.1-2.14.
15. Mohammadi, A., A. Tabatabaeefar, S. Shahin, S. Rafiee and A. Keyhani. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran: A case study Ardabil province. Energy Conversion and Management, 49(12): 3566-3570.
16. Pimentel, D., M. Pimentel and M.K. Machan. 1998. Energy use in agriculture: An overview. 32 pp.
17. Shrestha, D.S. 1998. Energy use efficiency indicator for agriculture. 37 pp.
18. Verma, S.R. 1987. Energy in production agriculture and food processing. Proceedings of the national conference held at the Punjab Agricultural University, Ludhana. 30-31 October. 27 pp.

Studying Trend of Energy Consumption for Grain Maize Production in North of Khouzestan

Abstract

Considering the shortage of energy resources in today's world, This research was conducted for reach to optimum farming method and bequeath energy source to different unit of maize production in Miyanab Shoushtar province. For this purpose exploit surfaces divide to 5 levels then procedure to calculate input-output energy quantities, enterprise to date refraction and mean difference; The average yield of maize were 1920.76 kg/ha.The result showed that total input energy for maize prouduction were 60938.1 MJ/ha The result also showed that the most energy consumer part were fertilizer, irrigation and diesel fuel; these three items consume 85% of total input energy for maize production. The share of direct and indirect energy consumption were almost 49% and 51% for maize in region. On the other side the share of renewable and non-renewable energy were almost 4% and 96% for maize. Special energy for maize were 53.16 MJ/kg. Energy productivity were 0.0338 kg/MJ.

Keyword: Maize, Optimization , Energy Consumption