نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۳۳۶-۳۲۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 2, Summer. 2013, p. 327-336

# مقایسهٔ کارآمدی تولید گندم و جو به لحاظ مصرف انرژی و بهره‌وری آن در استان سیستان و بلوچستان

سید مسعود ضیائی[۱]- فرزاد حسین پناهی[۲*]- جعفر ولی زاده[۳]- سید ابوالقاسم برآبادی[٤]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۶/۲۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۳/۲۰

## چکیده

مقایسهٔ بهره‌وری انرژی گیاهان زراعی با همدیگر یکی از روشهایی است که می‌تواند در اولویت‌بندی کشت گیاهان مختلف زراعی در هر منطقه به کار گرفته شود. بدین منظور مطالعه‌ای با هدف مقایسهٔ مزارع گندم و جو استان سیستان و بلوچستان از نظر جنبه‌های مختلف مصرف انرژی، طی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ صورت گرفت. ۱۰۰ مزرعه از مزارع گندم و ۱۰۰ مزرعه از مزارع جو موجود در شهرستانهای زاهدان، زابل، سراوان، خاش، ایرانشهر، گشت، سیب و سوران، زابلی، ناهوک، جالق و نیک‌شهر به صورت تصادفی انتخاب و اطلاعات مربوط به نهاده‌های ورودی و عملکرد گندم و جو در قالب پرسشنامه‌هایی از کشاورزان استخراج گردید. نتایج نشان داد که مقدار کل انرژیهای ورودی در مزارع گندم و جو به ترتیب ۳۲۴۹۲/۹۷ و ۲۵۶۵۵/۸۱ مگاژول در هکتار محاسبه شد. میزان انرژی خروجی در مزارع گندم و جو نیز به ترتیب ۴۸۵۱۷/۲۴ و ۴۹۸۰۰/۸۷ مگاژول در هکتار بدست آمد. بر این اساس مقادیر کارایی مصرف انرژی در مزارع گندم و جو به ترتیب ۱/۴۹ و ۱/۹۴ و میزان بهره‌وری انرژی در مزارع نامبرده به ترتیب ۰/۰۵۶ و ۰/۰۶۶ برآورد شد. سهم انرژیهای تجدیدپذیر که معیاری از پایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌باشند، در مزارع گندم ۱۹/۶۰ درصد و در مزارع جو ۱۴/۶۰ درصد به دست آمد. در مجموع به نظر می‌رسد که تولید جو در استان سیستان و بلوچستان به لحاظ جنبه‌های مختلف مصرف انرژی کارآمدتر از مزارع گندم باشد.

**واژه های کلیدی:** انرژیهای تجدیدپذیر، انرژیهای غیرقابل تجدید، انرژی ویژه، بهره‌وری انرژی

## مقدمه

پس از انقلاب سبز و تهیه نهاده‌هایی چون بذرهای اصلاح شده، کودها و سموم شیمیایی و سرازیر شدن آنها به سوی بازار مصرف و تشویق کشاورزان به استفاده از آنها و حمایت همه جانبه از این نهاده‌ها و سودآوری کوتاه مدت آنها، دیری نپائید که این نهاده‌ها از سوی کشاورزان پذیرفته شده و به میزان زیادی مورد استفاده قرار گرفتند. از سوی دیگر تراکتور و ادوات کشاورزی نیز به یاری کشاورزان آمد و این عوامل همراه با سایر عوامل دست به دست هم دادند تا موجبات افزایش تولید در واحد سطح فراهم شود (۱). اما عدم آگاهی و نبود دانش فنی کشاورزان باعث استفاده غیر بهینه از این نهاده‌ها گردید. به نحوی که شواهد موجود نشان می‌دهد که مصرف بیش از حد برخی نهاده‌های کشاورزی نه تنها باعث افزایش تولید نگردیده بلکه در برخی حالات موجبات کاهش تولید را نیز فراهم ساخته است (۶).

چالش عمده دیگر در ارتباط با کشاورزی رایج مصرف بالای انرژیهای غیر قابل تجدید است. مواد شیمیایی مصرفی، ماشین‌آلات، سوختهای فسیلی و الکتریسیته از جمله مهمترین نهاده‌هایی هستند که به مقدار زیادی در فرایند تولید محصولات مختلف زراعی مصرف می‌شوند و تولید، توزیع و کاربرد این نهاده‌ها عمدتاً متکی به مصرف مقادیر زیادی انرژی در نوع غیر قابل تجدید آن می‌باشد. بر اساس مطالعات مختلفی که در این زمینه صورت گرفته است بین ۶۰ تا ۹۰ درصد انرژیهای مصرفی در فرایند تولید جزء انرژیهای غیر قابل تجدید است (۸، ۲۹ و ۳۴). نتیجه یک مطالعه بلندمدت در ایران نیز

۱ و ۴- اعضاء هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی سراوان، دانشگاه سیستان و بلوچستان
۲- دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email : agro_expert@yahoo.com
۳- دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان

Archive of SID
www.SID.ir

نشان می‌دهد که نزدیک به ۸۰ درصد انرژیهای مصرفی در کشاورزی ایران انرژیهای غیر قابل تجدید می‌باشد (۷). در مطالعات موردی دیگری هم در ایران سهم انرژیهای غیر قابل تجدید در تولید رایج سیب‌زمینی ۷۴/۲۷ (۲۷) و ۷۸/۵۲ درصد (۲)، خیار گلخانه‌ای ۸۹/۰۷ درصد (۲۵)، نیشکر ۹۰/۰۸ درصد (۲۰)، جو ۶۵/۹۱ درصد (۲۴) و نخود ۸۶/۷ درصد (۳۵) گزارش شده است که مقادیر بسیار بالایی می‌باشد. این وضعیت در حالی اتفاق می‌افتد که منابع انرژیهای غیر قابل تجدید که غالباً سوختهای فسیلی می‌باشند در آینده نزدیک رو به اتمام است و ادامه این روند زندگی نسلهای آینده را با مخاطرات زیادی مواجه خواهد ساخت.

هر چند نمی‌توان از مزایای کشاورزی رایج از جمله افزایش تولید در مواجهه با افزایش روزافزون جمعیت طی سالهای گذشته به سادگی گذشت اما این نکته را باید در نظر داشت که کاربرد انرژیهای غیرقابل تجدید در کشاورزی سبب کاهش بهره‌وری نظامهای تولید و پایداری آنها خواهد شد (۲۸ و ۳۲). مطالعات زیادی کاهش بهره‌وری و کارایی مصرف انرژی کشاورزی رایج را در مقایسه با کشاورزی مبتنی بر نهاده‌های طبیعی نشان داده‌اند (۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۳۲ و ۳۹). این مسئله لزوم تجدید نظر در ارتباط با شیوه‌های مدیریتی و مصرفی در بوم‌نظامهای زراعی را آشکار خواهد ساخت. در همین ارتباط مطالعه الگوهای مصرف انرژی جهت مشخص کردن نواحی پرمصرف انرژی در نظام‌های کشاورزی و ارزیابی کارایی مصرف انرژی، مشکلات محیطی و ارتباط آنها با پایداری کشاورزی بسیار ضروری به نظر می‌رسد (۱۴). جهت رسیدن به این هدف بسیار ضروری است که بوم-نظامهای زراعی از نظر ورود و خروج انرژی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته تا راه حلهای جدیدی مخصوصاً برای غلات که سالانه بیش از ۷۰ درصد سطح زیر کشت محصولات زراعی ایران را به خود اختصاص می‌دهد، اتخاذ گردد (۴).

بر اساس آخرین آمار سطح زیر کشت کل محصولات زراعی ایران ۱۲/۴ میلیون هکتار تخمین زده شده که از این میزان حدود ۸/۳ میلیون هکتار به کشت گندم و جو اختصاص پیدا کرده است (۴). این آمار اهمیت گیاهان نامبرده را در کشاورزی ایران نشان می‌دهد اما نکته قابل توجه عدم توجه کافی به بهره‌وری تولید این گیاهان می‌باشد. میانگین عملکرد گندم آبی در کشور از ۲۴۴۵ کیلوگرم در هکتار در بوشهر تا ۵۳۵۱ کیلوگرم در هکتار در تهران متغیر بوده و در گندم دیم نیز دامنه تغییرات از ۳۸۴ کیلوگرم در هکتار در خراسان جنوبی تا ۲۹۴۷ کیلوگرم در هکتار در مازندران می‌باشد. بر همین اساس دامنه تغییرات عملکرد جو آبی نیز از ۱۲۱۹ کیلگرم در هکتار در خوزستان تا ۴۶۸۰ کیلوگرم در هکتار در کرمانشاه و دامنه تغییرات عملکرد جو دیم نیز از ۵۴ کیلوگرم در هکتار در بوشهر تا ۲۴۶۴ کیلوگرم در هکتار در تهران بوده است (۴). این اطلاعات به روشنی نشان می‌دهد که در بسیاری از مناطق پتانسیل بالا و در بسیاری دیگر پتانسیلهای بسیار پایینی برای تولید این دو گیاه وجود دارد. سوال اساسی اینجاست که چرا در مناطق با پتانسیل پایین زمینه تولید گیاهان دیگر فراهم نشده و کشت گندم و جو با بهره‌وری بسیار پایین هم چنان جزء برنامه کشاورزان است. بدیهی است که شناسایی پتانسیلهای تولید در مناطق مختلف کشور و اتخاذ تصمیم‌گیری بر اساس مطالعات منسجم کمک زیادی به افزایش بهره‌وری تولید در مقیاس ملی خواهد نمود. از آنجایی که مصرف انرژی یکی از ضرورتها و چالشهای مهم کشاورزی رایج می‌باشد، لذا مطالعه بودجه انرژی گیاهان مختلف زراعی کمک زیادی به شناسایی پتانسیلهای موجود در کشور نموده و مقایسه بهره‌وری انرژی گیاهان زراعی با همدیگر یکی از روشهایی است که می‌تواند در اولویت بندی کشت گیاهان مختلف زراعی در هر منطقه به کار گرفته شود (۳۴).

مطالعه سیر انرژی در نظام‌های کشاورزی در نقاط مختلف دنیا صورت گرفته است که از جمله می‌توان به زردآلو (۱۲)، کتان (۳۸ و ۴۰)، گیلاس (۹)، گوجه فرنگی (۱۱)، چغندرقند (۱۰)، مرکبات (۳۰)، در سایر کشورها، و در ایران به سیب‌زمینی (۲ و ۲۷)، خیار گلخانه‌ای (۲۵)، نیشکر (۲۰)، جو (۲۴)، نخود (۳۵) و گندم (۳) اشاره کرد. مطالعات محدودی در زمینه مقایسه انرژی گیاهان زراعی مختلف با همدیگر در ایران وجود دارد و این مطالعه با هدف مقایسه تولید گندم و جو در استان سیستان و بلوچستان از دیدگاه مصرف و بهره‌وری انرژی صورت گرفته است. بر اساس آخرین آمار سطح زیرکشت محصولات زراعی این استان در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ نزدیک به ۱۹۰ هزار هکتار تخمین زده شده که از این میزان حدود ۱۰۵ هزار هکتار به کشت غلات اختصاص پیدا کرده است. سطح زیر کشت و تولید گندم به ترتیب حدود ۸۳ هزار هکتار و ۱۷۶ هزار تن و سطح زیر کشت و تولید جو نیز به ترتیب حدود ۱۱ هزار هکتار و ۲۰ هزار تن برآورد شده است (۵).

## مواد و روش ها

### مشخصات جغرافیایی محل مورد مطالعه

این مطالعه در استان سیستان و بلوچستان واقع در فاصله ۲۵ تا ۳۱ درجه شمالی و ۵۸ تا ۶۳ درجه شرقی انجام گرفت. مساحت این استان ۱۸۷۵۰۲ کیلومتر مربع، اقلیم غالب استان بیابانی و نیمه بیابانی، میانگین بارندگی سالیانه بین ۱۱۰ تا ۱۲۰ میلیمتر و دمای میانگین سالیانه بین ۲۲ تا ۳۷ درجه سانتیگراد می‌باشد.

### جمع‌آوری داده‌ها و نحوه محاسبات

اطلاعات مورد استفاده در این مطالعه از مزارع گندم و جو شهرستانهای زاهدان، زابل، سراوان، خاش، ایرانشهر، گشت، سیب وسوران، زابلی، ناهوک، جالق و نیک شهر جمع‌آوری شد. بدین منظور

Archive of SID

www.SID.ir

۱۰۰ مزرعه از مزارع گندم آبی و ۱۰۰ مزرعه از مزارع جو آبی موجود در این نواحی به صورت تصادفی انتخاب و اطلاعات مربوط به نهاده‌های ورودی و عملکرد گندم و جو مربوط به سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در قالب پرسشنامه‌هایی از کشاورزان مربوطه استخراج گردید. دلیل انتخاب مزارع آبی سطح زیر کشت بسیار پایین مزارع دیم بود چرا که در این استان بیش از ۹۸ درصد مزارع گندم و جو به دلیل بارشهای سالانه بسیار کم در شرایط آبی کشت و کار می‌شود (۵). اطلاعات مربوط به نوع نهاده‌های ورودی و معادلهای انرژی[1] برای هر گروه از نهاده‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

میزان مصرف انرژی در هر گروه از نهاده‌ها از حاصلضرب مقدار مصرف آن نهاده و معادل انرژیِ آن بر حسب واحد (استخراج از منابع علمی) محاسبه شد. سپس بر اساس انرژیهای ورودی و خروجی مقادیر کارایی مصرف انرژی[2]، بهره‌وری انرژی[3]، انرژی ویژه[4] و انرژی خالص[5] طبق معادلات زیر محاسبه شد (۱۰ و ۲۷):

۱) انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)/ انرژی خروجی (مگاژول در هکتار) = کارایی مصرف انرژی

۲) انرژی ورودی (مگاژول در هکتار)/ عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار) = بهره‌وری انرژی

۳) عملکرد گندم (کیلوگرم در هکتار)/ انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) = انرژی ویژه

۴) انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) – انرژی خروجی (مگاژول در هکتار) = انرژی خالص

همچنین سهم انرژیهای مستقیم (شامل نیروی انسانی، سوختهای فسیلی و آب آبیاری)، غیرمستقیم (شامل بذر، مواد شیمیایی مصرفی و ماشین‌آلات)، انرژیهای تجدیدپذیر (نیروی انسانی و بذر) و غیر قابل تجدید (سوختهای فسیلی، کودها و مواد شیمیایی، آب و ماشین آلات) محاسبه گردید (۷ و ۲۹).

## نتایج و بحث

### تجزیه و تحلیل انرژیهای ورودی و خروجی در مزارع تولید گندم و جو

مقدار کل انرژیهای ورودی در یک هکتار گندم ۳۲۴۹۲/۹۷ مگاژول در هکتار بود (جدول ۲). ماشین آلات و سوخت دیزلی در مجموع ۳۶/۸ درصد از کل انرژی مصرفی را به خود اختصاص دادند (۱۱۹۵۶/۲۶ مگاژول در هکتار) که سهم سوخت دیزلی ۲۸/۹۸ درصد (۹۴۱۵/۰۳ مگاژول در هکتار) و سهم ماشین‌آلات ۷/۸۲ درصد (۲۵۴۱/۲۳ مگاژول در هکتار) بود. کل مواد شیمیایی مصرفی نیز ۳۰/۲۱ درصد از کل انرژی‌های ورودی را در بر داشت (۹۸۲۱/۸۷ مگاژول در هکتار) و بعد از آن بذر (۵۹۳۷/۵۴ مگاژول در هکتار)، آب آبیاری (۴۳۴۵/۳ مگاژول در هکتار) و نیروی انسانی (۴۳۱/۹۸ مگاژول در هکتار) به ترتیب با ۱۸/۲۷، ۱۳/۳۷ و ۱/۳۳ درصد در مکانهای بعدی قرار داشتند. در میان مواد شیمیایی مصرفی کود نیتروژن بیشترین مصرف انرژی را به خود اختصاص داد (۲۳/۵۲ درصد از کل انرژی ورودی) و در میان تمام نهاده‌های ورودی بعد از سوخت دیزلی در رتبه دوم مصرف انرژی قرار گرفت (۷۶۴۳/۸ مگاژول در هکتار). میانگین عملکرد و کل انرژی خروجی مزارع گندم به ترتیب ۱۸۲۵/۴۱ کیلوگرم در هکتار و ۴۸۵۱۷/۲۴ مگاژول در هکتار بدست آمد.

کل انرژیهای ورودی در یک هکتار جو معادل ۲۵۶۵۵/۸۱ مگاژول در هکتار برآورد شد (جدول ۳) که این میزان حدود ۲۱ درصد کمتر از انرژیهای ورودی در مزارع گندم بود. همانند مزارع گندم مجموع انرژی مصرفی توسط ماشین‌آلات و سوخت دیزلی (۹۷۰۴/۲۷ مگاژول در هکتار) ۳۷/۸۲ درصد از کل انرژی را به خود اختصاص دادند و بعد از آن کل مواد شیمیایی مصرفی با ۳۲/۲۹ درصد از کل انرژی (۸۲۸۷/۷۵ مگاژول در هکتار) در مکان بعدی قرار داشت. سهم آب آبیاری (۳۹۱۸/۰۲ مگاژول در هکتار)، بذر (۳۴۶۰/۳۸ مگاژول در هکتار) و نیروی انسانی (۲۸۵/۳۷ مگاژول در هکتار) نیز به ترتیب ۱۵/۲۷، ۱۳/۴۸ و ۱/۱۱ درصد از کل انرژی ورودی بود. مشابه با مزارع گندم کود نیتروژن بیشترین نهاده مصرف کننده انرژی در بین مواد شیمیایی مصرفی بود به گونه‌ای که ۹۲ درصد از کل انرژی مصرفی توسط مواد شیمیایی و ۲۹/۹۸ درصد از کل انرژی ورودی مربوط به این نهاده بود. میانگین عملکرد و کل انرژی خروجی مزارع جو به ترتیب ۱۶۹۴/۵۳ کیلوگرم در هکتار و ۴۹۸۰۰/۸۷ مگاژول در هکتار حاصل شد.

در مطالعات گذشته نشان داده شد که میزان انرژیهای ورودی در تولید یک هکتار گندم آبی ۴۵۳۶۷/۶۳ مگاژول در هکتار برای شرایط آب و هوایی مشهد (۱۳) و ۴۹۹۵۶/۰۸ مگاژول در هکتار برای شرایط آب و هوایی کردستان (۳) بدست آمد که به ترتیب ۲۹ و ۳۵ درصد بیشتر از انرژی ورودی محاسبه شده در این مطالعه می‌باشد. دلیل این اختلافات تفاوت در اعمال مدیریتی و میزان مصرف نهاده‌هاست. البته تفاوت در میزان انرژی ورودی اهمیت بسیار کمتری نسبت به تفاوت در بهره‌وری و کارایی انرژی که در بخش بعدی به آن خواهیم پرداخت خواهد داشت. اما مشخص کردن نهاده‌های انرژی بر و سهم آنها در تولید بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به عنوان مثال برخلاف نتایج این آزمایش در شرایط آب و هوایی کردستان و مشهد مواد شیمیایی مصرفی بیشترین درصد مصرف انرژی را به خود اختصاص دادند و

1- Energy equivalent
2- Energy use efficiency
3- Energy productivity
4- Specific energy
5- Net energy

Archive of SID

www.SID.ir

ماشین‌آلات و سوخت دیزلی در رتبه بعدی قرار داشتند.

**جدول ۱- معادلهای انرژی برای نهاده‌های ورودی و خروجی در تولید گندم و جو**

| گزینه‌ها | واحد | معادل انرژی (مگاژول به ازاء هر واحد) | منبع |
|---|---|---|---|
| **ورودیها** | | | |
| نیروی انسانی | ساعت | ۱/۹۶ | (۲۷، ۴۰، ۳۰) |
| ماشین‌آلات | ساعت | ۶۲/۷ | (۱۳، ۲۷، ۱۰) |
| سوخت دیزلی | لیتر | ۵۶/۳۱ | (۲۷، ۱۰) |
| کود شیمیایی نیتروژن (N) | کیلوگرم | ۶۶/۱۴ | (۲۵، ۴۰، ۱۲) |
| کود شیمیایی فسفات ($P_2O_5$) | کیلوگرم | ۱۲/۴۴ | (۲۵، ۴۰، ۱۲) |
| کود شیمیایی پتاس ($K_2O$) | کیلوگرم | ۱۱/۱۵ | (۴۰، ۲۵، ۱۲) |
| علف‌کش | کیلوگرم | ۲۳۸ | (۱۶) |
| قارچ‌کش | کیلوگرم | ۹۲ | (۱۶) |
| حشره‌کش | کیلوگرم | ۱۹۹ | (۱۶) |
| آب آبیاری | متر مکعب | ۱/۰۲ | (۲۷) |
| بذر گندم | کیلوگرم | ۲۰/۱ | (۱۳) |
| بذر جو | کیلوگرم | ۱۴/۷ | (۲۴) |
| **خروجی‌ها** | | | |
| دانه گندم | کیلوگرم | ۱۴/۴۸ | (۱۳) |
| کاه گندم | کیلوگرم | ۹/۲۵ | (۱۳) |
| دانه جو | کیلوگرم | ۱۴/۷ | (۲۴) |
| کاه جو | کیلوگرم | ۱۱/۶ | (۱۵) |

**جدول ۲- مقادیر انرژیهای ورودی و خروجی در تولید گندم استان سیستان و بلوچستان**

| | واحد | مقدار مصرف نهاده در واحد سطح (هکتار) | مقدار مصرف انرژی (مگاژول در هکتار) | درصد مصرف انرژی از کل انرژی ورودی |
|---|---|---|---|---|
| **ورودیها** | | | | |
| نیروی انسانی | ساعت | ۲۲۰/۴ | ۴۳۱/۹۸ | ۱/۳۳ |
| ماشین‌آلات | ساعت | ۴۰/۵۳ | ۲۵۴۱/۲۳ | ۷/۸۲ |
| سوخت دیزلی | لیتر | ۱۶۷/۲ | ۹۴۱۵/۰۳ | ۲۸/۹۸ |
| کودهای شیمیایی | | | | |
| نیتروژن (N) | کیلوگرم | ۱۱۵/۵۷ | ۷۶۴۳/۸۰ | ۲۳/۵۲ |
| فسفر ($P_2O_5$) | کیلوگرم | ۶۳/۵۴ | ۷۹۰/۴۳ | ۲/۴۳ |
| پتاسیم ($K_2O$) | کیلوگرم | ۵۰/۵۶ | ۵۶۳/۷۴ | ۱/۷۳ |
| مواد شیمیایی مصرفی | | | | |
| علف کش | کیلوگرم | ۲/۰۸ | ۴۹۵/۰۴ | ۱/۵۲ |
| قارچ کش | کیلوگرم | ۰/۳۳ | ۳۰/۳۶ | ۰/۰۹ |
| حشره کش | کیلوگرم | ۱/۵ | ۲۹۸/۵ | ۰/۹۲ |
| بذر | کیلوگرم | ۲۹۵/۴ | ۵۹۳۷/۵۴ | ۱۸/۲۷ |
| آب آبیاری | متر مکعب | ۴۲۶۰/۱ | ۴۳۴۵/۳ | ۱۳/۳۷ |
| مجموع انرژیهای ورودی | | | ۳۲۴۹۲/۹۷ | |
| **خروجی** | | | | |
| عملکرد دانه | کیلوگرم | ۱۸۲۵/۴۱ | ۲۶۴۳۱/۹۴ | ۵۴/۴۷ |
| عملکرد کاه و کلش | کیلوگرم | ۲۳۸۷/۶ | ۲۲۰۸۵/۳ | ۴۵/۵۲ |
| مجموع انرژیهای خروجی | | | ۴۸۵۱۷/۲۴ | |

Archive of SID

www.SID.ir

بعلاوه در هر دو مطالعه مذکور میزان انرژی مصرفی بر حسب مگاژول در هکتار در دو گروه نهاده نامبرده بیشتر از نتایج این مطالعه بود. این در حالیست که سهم نیروی انسانی در تولید گندم در منطقه سیستان و بلوچستان (۲۲۰ ساعت در هر هکتار) بیشتر از شرایط آب و هوایی مشهد (۱۰۸ ساعت در هر هکتار) و کردستان (۱۷۶ ساعت در هر هکتار) برآورد شد. وجود این تفاوتها، نوع مدیریت کشاورزی مناطق مختلف را به وضوح نشان می‌دهد. در سیستان و بلوچستان با وجودی که از ماشین‌آلات و مواد شیمیایی استفاده می‌شود، اما شکل کلی کشاورزی بیشتر به کشاورزی معیشتی شباهت دارد به همین دلیل میزان دخالت نیروی انسانی در تولید در مقایسه با مشهد و کردستان بالاتر است. البته این مسئله از دیدگاه اکولوژیکی امری کاملاً مثبت تلقی می‌شود چرا که افزایش مصرف مواد شیمیایی و ماشین‌آلات و در نتیجه افزایش سهم انرژیهای غیر قابل تجدید سبب کاهش پایداری بوم نظامهای زراعی می‌گردند (۲۸ و ۳۲). بعلاوه هر جا سهم نیروی انسانی در تولید دچار کاهش شده، معضلات اجتماعی ناشی از مهاجرت روستائیان به شهرها در حال افزایش بوده است.

همانند نتایج این مطالعه در مطالعه حسین‌پناهی و همکاران (۳) و قربانی و همکاران (۱۳) نیز نشان داده شد که کود نیتروژن بیشترین مصرف انرژی را در بین مواد شیمیایی به خود اختصاص داد. کود نیتروژن با وجود نقش موثری که در رشد و عملکرد گیاهان زراعی دارد، اما همواره به عنوان یک چالش جدی در ارتباط با مصرف انرژی در کشاورزی مطرح بوده است. میزان انرژی مورد نیاز برای تولید هر کیلوگرم نیتروژن حدود ۶۶/۱۴ مگاژول برآورد شده (۱۲)، که در مقایسه با سایر کودها و مخصوصاً کودهای دامی رقم بسیار بالایی است. طبق گزارش سین و همکاران (۳۷)، میزان انرژی مصرفی در تولید کودهای شیمیایی که نیتروژن در رأس آن قرار دارد، حدود ۴۰ درصد کل انرژیهای ورودی در تولیدات کشاورزی می‌باشد. همچنین مطالعات گذشته روی مصرف انرژی در مزارع تولید ذرت و سویا نشان داده‌اند که کود شیمیایی نیتروژن مهمترین عامل اختلاف در مصرف و کارایی انرژی نظامهای رایج در مقابل نظامهای پایدار تولید این گیاهان بوده است (۳۱ و ۳۳). بنابراین با توجه به اینکه انرژی مصرف شده در فرایند هابر بوش برای تولید ازت عمدتاً از منابع غیر قابل تجدید فراهم می‌شود و با توجه به اتمام این منابع در آینده باید راه حل مناسبی برای جایگزینی و یا استفاده کمتر از کودهای نیتروژنه اندیشید.

**جدول ۳- مقادیر انرژیهای ورودی و خروجی در تولید جو استان سیستان و بلوچستان**

| | واحد | مقدار مصرف نهاده در واحد سطح (هکتار) | مقدار مصرف انرژی (مگاژول در هکتار) | درصد مصرف انرژی از کل انرژی ورودی |
|---|---|---|---|---|
| **ورودیها** | | | | |
| نیروی انسانی | ساعت | ۱۴۵/۶ | ۲۸۵/۳۷ | ۱/۱۱ |
| ماشین‌آلات | ساعت | ۳۴/۲۵ | ۲۱۴۷/۴۷ | ۸/۳۷ |
| سوخت دیزلی | لیتر | ۱۳۴/۲ | ۷۵۵۶/۸۰ | ۲۹/۴۵ |
| کودهای شیمیایی | | | | |
| نیتروژن (N) | کیلوگرم | ۱۱۶/۳۱ | ۷۶۹۲/۷۴ | ۲۹/۹۸ |
| فسفر ($P_2O_5$) | کیلوگرم | ۴۷/۸۳ | ۵۹۵/۰۱ | ۲/۳۱ |
| پتاسیم ($K_2O$) | کیلوگرم | – | – | |
| مواد شیمیایی مصرفی | | | – | – |
| علف کش | کیلوگرم | – | – | – |
| قارچ کش | کیلوگرم | – | – | – |
| حشره کش | کیلوگرم | – | – | – |
| بذر | کیلوگرم | ۲۳۵/۴ | ۳۴۶۰/۳۸ | ۱۳/۴۸ |
| آب آبیاری | متر مکعب | ۳۸۴۱/۲ | ۳۹۱۸/۰۲ | ۱۵/۲۷ |
| مجموع انرژیهای ورودی | | | ۲۵۶۵۵/۸۱ | |
| **خروجی** | | | | |
| عملکرد دانه | کیلوگرم | ۱۶۹۴/۵۳ | ۲۴۹۰۹/۵۹ | ۵۰/۰۱ |
| عملکرد کاه و کلش | کیلوگرم | ۲۱۴۵/۸ | ۲۴۸۹۱/۲۸ | ۴۹/۹۸ |
| مجموع انرژیهای خروجی | | | ۴۹۸۰۰/۸۷ | |

Archive of SID

www.SID.ir

بدیهی است که کودهای دامی هم اثرات تغذیه‌ای موثرتری نسبت به کود شیمیایی دارند و هم تولید آنها نیازمند صرف انرژی بسیار کمتری می باشد به گونه‌ای که مصرف یک تن کود دامی برابر با ۳۰۰ مگاژول در هکتار بوده (۲۹) که این مقدار معادل تنها ۵ کیلوگرم کود نیتروژنه می‌باشد. بنابراین روآوردن به مصرف کودهای با منشأ طبیعی کمک شایانی به کاهش مصرف انرژی در نظام تولید و افزایش بهره‌وری آن خواهد نمود.

اهمیت استفاده از کودهای دامی با مقایسه نتایج جو در این مطالعه با مطالعه مبتکر و همکاران (۲۴) در شرایط آب و هوایی همدان بیشتر مشخص می‌شود. میزان انرژی ورودی در مطالعه آنها ۲۵۰۲۷/۴۷ مگاژول در هکتار تخمین زده شد که ۲/۵ درصد کمتر از میزان انرژی ورودی در منطقه سیستان و بلوچستان است. بر اساس نتایج آنها در منطقه همدان به طور میانگین ۱۴۹۰/۹۷ کیلوگرم کود در هر هکتار مصرف شده که شامل ۸۴/۴۳ کیلوگرم کود نیتروژن، ۷۶/۵۴ کیلوگرم کود فسفات و ۱۳۳۰ کیلوگرم کود دامی می‌باشد. کل انرژی مصرفی توسط کودهای مصرفی معادل ۶۹۳۵/۳۶ مگاژول در هکتار برآورد شده است. در حالی که بر اساس نتایج این مطالعه در منطقه سیستان و بلوچستان به ازاء هر هکتار جو به طور میانگین ۱۶۴/۱۴ کیلوگرم کود شامل ۱۱۶/۳۱ کیلوگرم نیتروژن و ۴۷/۸۳ کیلوگرم کود فسفاته مصرف می‌شود که معادل ۸۲۸۷/۷۵ مگاژول انرژی می‌باشد. میزان انرژیهای ورودی در تولید محصولات مختلف کشاورزی ایران ۸۱۶۲۴/۹۶ و ۹۳۳۳۰/۶۷ مگاژول در هکتار برای سیب‌زمینی (۲ و ۲۷)، ۱۴۸۸۳۶/۷۶ مگاژول در هکتار برای خیار گلخانه‌ای (۲۵)، ۱۴۸۰۲۰ مگاژول در هکتار برای نیشکر (۲۰) و ۳۰۲۸۵/۶۲ مگاژول در هکتار برای کیوی (۲۶) گزارش شده است.

## مقایسه کارایی و بهره‌وری انرژی در مزارع گندم و جو

داده‌های جدول ۲ و ۳ نشان می‌دهد که در منطقه سیستان و بلوچستان میزان انرژی مصرفی در یک هکتار جو کمتر از یک هکتار گندم بوده، در حالی که میزان انرژی خروجی آن بالاتر از گندم می‌باشد. این مسئله نشان می‌دهد که در این منطقه کارایی مصرف انرژی مزارع جو (۱/۹۴) بالاتر از مزارع گندم (۱/۴۹) می‌باشد (جدول ۴). میزان کارایی مصرف انرژی مزارع گندم آبی در شرایط آب و هوایی مشهد و کردستان به ترتیب ۱/۴۴ (۱۳) و ۲/۴۰ (۳) و در سایر نقاط دنیا ۲/۸ (۸) ۳/۱۳ (۳۶) و بین ۴/۲۴ تا ۸/۵ در ارتفاعات هند (۲۳) گزارش شده است. همچنین در منطقه همدان میزان کارایی مصرف انرژی یک هکتار جو ۲/۸۶ گزارش شده است (۲۴) که بسیار بالاتر از منطقه سیستان و بلوچستان می‌باشد. میزان کارایی مصرف انرژی محصولات ایران ۱/۲۵ (۲۷) و ۱/۳۷ (۲) برای سیب‌زمینی، ۰/۶۴ برای خیار گلخانه‌ای (۲۵) و ۱/۰۴ برای نخود (۳۵) و در سایر نقاط دنیا ۴/۸ برای کتان، ۳/۸ برای ذرت و ۱/۵ برای کنجد (۸)، ۰/۸ برای گوجه فرنگی (۱۱)، ۲۵/۷۵ برای چغندرقند (۱۰)، ۱/۲۲ برای گیلاس (۹)، ۰/۷۴ برای کتان (۴۰) گزارش شده است. این مشاهدات نشان می‌دهد که گیاهان مختلف زراعی کارایی های متفاوتی بسته به میزان عملکرد بر حسب کیلوگرم و منطقه مورد کشت دارند. همان طور که نشان داده شد، میزان کارایی مصرف انرژی گندم منطقه سیستان و بلوچستان اندکی بیشتر از منطقه مشهد بوده و نسبت به منطقه کردستان و سایر نقاط دنیا بسیار کمتر می‌باشد. همچنین میزان کارایی مصرف انرژی جو نسبت به استان همدان بسیار کمتر بوده که دلیل اصلی آن عملکرد بالای جو در همدان بود. میانگین عملکرد مزارع جو استان همدان ۴۸۶۵/۶۷ کیلوگرم در هکتار (معادل ۷۱۵۲۵/۳۷ مگاژول در هکتار) گزارش شد (۲۴) در حالیکه در منطقه سیستان و بلوچستان از هر هکتار جو به طور متوسط ۱۶۹۴/۵۳ کیلوگرم برداشت شد.

طبیعتاً شرایط اقلیمی مناسبتر برای تولید گیاهان زراعی در منطقه غرب کشور نسبت به منطقه سیستان و بلوچستان عامل چنین اختلافاتی می‌باشد. این مسئله در تفاوت عملکرد گندم سیستان و بلوچستان با منطقه کردستان (۳) نیز کاملاً مشهود است (۴۹۳۶/۲۶ در مقابل ۱۸۲۵/۴۱ کیلوگرم در هکتار). در این منطقه تنش خشکی، دماهای بالا، بادهای شدید و شوری خاک از جمله مهمترین عواملی هستند که سبب کاهش تولید عملکرد گیاهان مختلف زراعی از جمله گندم و جو می‌گردند.

میزان بهره‌وری انرژی مزارع جو نیز بالاتر از مزارع گندم و به ترتیب ۰/۰۶۶ و ۰/۰۵۶ بدست آمد (جدول ۴). این بدان معنی است که به ازای هر واحد مصرف انرژی در مزارع جو و گندم به ترتیب ۰/۰۶۶ و ۰/۰۵۶ واحد عملکرد بدست می‌آید. میزان بهره‌وری انرژی برای گیاهان مختلف زراعی در منابع ۰/۰۶ (۱۳) و ۰/۱۰ (۳) برای گندم، ۰/۱۹ برای جو (۲۴)، ۱ برای گوجه‌فرنگی (۱۱)، ۰/۰۶ برای کتان (۴۰) و ۱/۵۳ برای چغندرقند (۱۰) گزارش شده است. بهره‌وری انرژی نسبت به کارایی مصرف انرژی پارامتر تقریباً مناسبتری برای مقایسه دو منطقه مختلف از نظر تولید یک گیاه می‌باشد. زیرا اختلاف در میزان کارایی انرژی هم می‌تواند به دلیل تفاوت در انرژی ورودی و هم تفاوت در عملکرد باشد، و این مسئله اندکی قضاوت را مشکل خواهد ساخت. اما شاخص بهره‌وری انرژی، نسبت عملکرد تولیدی بر حسب کیلوگرم را به انرژی مصرفی محاسبه کرده و تفاوت دو منطقه را بهتر نشان می‌دهد.

مقدار انرژی ویژه و انرژی خالص در تولید گندم به ترتیب ۱۷/۸۰ مگاژول به ازای هر کیلوگرم و ۱۶۰۲۴/۲۷ مگاژول در هکتار و در تولید جو به ترتیب ۱۵/۱۴ مگاژول به ازای هر کیلوگرم و ۲۴۱۴۵/۰۷ مگاژول در هکتار بدست آمد (جدول ۴). کنکانی و همکاران (۸) مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی ویژه را ۵/۲۴ برای گندم، ۱۱/۲۴ برای کتان، ۳/۸۸ برای ذرت، ۱۶/۲۱ برای کنجد، ۱/۱۴ برای گوجه‌فرنگی، ۰/۹۸ برای خربزه و ۰/۹۷ برای هندوانه گزارش کردند. انرژی ویژه عکس بهره‌وری انرژی است لذا مقادیر کمتر آن نشان می‌دهد که انرژی کمتری به ازاء تولید هر واحد عملکرد مصرف می‌شود. بنابراین تولید جو در منطقه سیستان و بلوچستان از نقطه نظر سیر انرژی و بدون توجه به مسائل اقتصادی و اجتماعی برتر از گندم می‌باشد.

## سهم اشکال مختلف انرژی در تولید گندم و جو

درصد انرژیهای مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید در مزارع گندم به ترتیب ۴۳/۶۷، ۵۶/۳۲، ۱۹/۶۰ و ۸۰/۳۹ بدست آمد و این مقادیر در مزارع جو به ترتیب ۴۵/۸۳، ۵۴/۱۶، ۱۴/۶۰ و ۸۵/۳۹ بود (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که سهم انرژیهای تجدیدپذیر در تولید گندم و جو منطقه سیستان و بلوچستان بسیار پایین می‌باشد. این مسئله از دیدگاه اکولوژیک اهمیت قابل توجهی دارد زیرا منبع انرژیهای غیر قابل تجدید که عمدتاً سوختهای فسیلی می‌باشند در آینده نزدیک رو به اتمام است و تکیه بر این منابع همراه با مخاطرات زیادی در آینده است. البته این مشکل فقط اختصاص به منطقه سیستان و بلوچستان نداشته و نتایج مطالعات بلند مدت در ایران نیز نشان می‌دهد که کشاورزی در ایران به میزان بسیار زیادی (حدود ۸۷ درصد) وابسته به انرژهای غیر قابل تجدید است (۷).

بر اساس نتایج برخی مطالعات دیگر در ایران سهم انرژیهای غیر قابل تجدید در تولید رایج سیب‌زمینی ۷۴/۲۷ (۲۷) و ۷۸/۵۲ درصد (۲)، خیار گلخانه‌ای ۸۹/۰۷ درصد (۲۵)، نیشکر ۹۰/۰۸ درصد (۲۰)، جو ۶۵/۹۱ درصد (۲۴) و نخود ۸۶/۷ درصد (۳۵) گزارش شده است که مقادیر بسیار بالایی می‌باشد. سهم انرژیهای غیرقابل تجدید در تولید گندم مشهد (۱۳) و کردستان (۳) نیز به ترتیب ۷۴/۹۷ و ۸۷/۳ درصد و در تولید جو استان همدان ۶۵/۹۱ درصد برآورد شده است (۲۴). مصرف بالای انرژیهای غیر قابل تجدید سبب کاهش کارایی مصرف انرژی نظامهای تولید خواهد شد زیرا تولید مواد شیمیایی و استفاده از ماشین‌آلات به عنوان شاخص اصلی نظامهای رایج نیازمند مصرف مقادیر زیادی انرژی است (۳۲). طبق گزارش مور (۲۸) جهت حصول یک نظام پایدار تولید غذا باید میزان کارایی انرژی و سهم انرژیهای تجدیدپذیر را در بوم‌نظام کشاورزی افزایش داد. البته در زمان حاضر تامین غذای جمعیت رو به رشد دنیا بدون استفاده از انرژیهای غیر قابل تجدید تقریباً کاری دشوار و شاید غیر ممکن باشد. لیکن با در نظر گرفتن پیامدهای زیست محیطی استفاده از مواد شیمیایی و سوختهای فسیلی، متخصصین کشاورزی چاره‌ای جز اندیشیدن به افزایش پایداری در کشاورزی و افزایش سهم انرژیهای تجدیدپذیر در نظام تولید نخواهند داشت. رو آوردن به شخم‌های کاهش یافته، استفاده از ادوات ترکیبی در جهت کاهش تردد ماشین-آلات، استفاده از کودهای الی به جای کودهای شیمیایی، استفاده از بقولات در تناوب، برگرداندن بقایا و رو آوردن به کشاورزی دقیق که کشاورزی مبتنی بر مصرف دقیق نهاده‌هاست از جمله راهکارهایی است که در راستای افزایش پایداری کشاورزی می‌تواند مورد توجه مسئولین امر قرار بگیرد.

**جدول ٤- روابط بین انرژیهای ورودی و خروجی در تولید گندم و جو استان سیستان و بلوچستان**

| | انرژی ورودی (مگاژول در هکتار) | انرژی خروجی (مگاژول در هکتار) | کارایی مصرف انرژی | انرژی ویژه (مگاژول به ازاء هر کیلوگرم) | بهره‌وری انرژی (کیلوگرم به ازاء هر مگاژول) | انرژی خالص (مگاژول در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| گندم | ۳۲۴۹۲/۹۷ | ۴۸۵۱۷/۲۴ | ۱/۴۹ | ۱۷/۸۰ | ۰/۰۵۶ | ۱۶۰۲۴/۲۷ |
| جو | ۲۵۶۵۵/۸۱ | ۴۹۸۰۰/۸۷ | ۱/۹۴ | ۱۵/۱۴ | ۰/۰۶۶ | ۲۴۱۴۵/۰۷ |

**جدول ۵- مقادیر و درصد انرژیهای مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید در تولید گندم و جو استان سیستان و بلوچستان**

| شکل انرژی | گندم | درصد از کل انرژی | جو | درصد از کل انرژی |
|---|---|---|---|---|
| انرژیهای مستقیم [الف] | ۱۴۱۹۲/۳۲ | ۴۳/۶۷ | ۱۱۷۶۰/۲ | ۴۵/۸۳ |
| انرژیهای غیر مستقیم [ب] | ۱۸۳۰۰/۶۵ | ۵۶/۳۲ | ۱۳۸۹۵/۶ | ۵۴/۱۶ |
| انرژیهای تجدیدپذیر [ج] | ۶۳۶۹/۵۲ | ۱۹/۶۰ | ۳۷۴۵/۷۵ | ۱۴/۶۰ |
| انرژیهای غیر قابل تجدید [د] | ۲۶۱۲۳/۴۵ | ۸۰/۳۹ | ۲۱۹۱۰/۰۵ | ۸۵/۳۹ |

الف، شامل نیروی انسانی، سوخت دیزلی، آب آبیاری

ب، شامل سایر نهاده‌های ورودی به استثنای انرژیهای مستقیم (الف)

ج، شامل نیروی انسانی و بذر

د، شامل سایر نهاده‌های ورودی به استثنای انرژیهای تجدیدپذیر (ج)

Archive of SID

www.SID.ir

## نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که تولید جو در استان سیستان و بلوچستان به لحاظ انرژی مصرفی، کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص برتر از تولید گندم می‌باشد. اما عملکرد گندم در هکتار به میزان ۱۳۰ کیلوگرم بیشتر از جو برآورد شد. بنابراین به نظر می‌رسد که شرایط آب و هوایی منطقه برای کشت جو مناسبتر از کشت گندم می‌باشد. وجود تنش خشکی در کل فصل رشد، شوری خاک و دماهای بالا از مهمترین مشخصه‌های اقلیمی استان سیستان و بلوچستان بوده و با توجه به مقاومت بالاتر جو نسبت به گندم در مقابل شوری و خشکی، کارآمدی جو از نظر انرژی بسیار طبیعی به نظر می‌رسد. از آنجایی که عواملی نظیر سیاستهای کلی بخش کشاورزی کشور، بازار مناسب خرید و فروش، خصوصیات اجتماعی- اقتصادی منطقه و ... بر روی برنامه کشت کشاورزان تاثیر بسیار زیادی دارد، لذا نمی‌توان بر اساس نتایج این گونه مطالعات اقدام به تصمیم گیری قطعی در ارتباط با کشت گیاهان مختلف زراعی کرد. گندم جزء اصلی رژیم غذایی کشور ایران محسوب شده و به عنوان یک محصول استراتژیک بیشترین سطح کشت سالانه را به خود اختصاص می‌دهد. بعلاوه سیاستهای فعلی وزارت کشاورزی نیز بر تداوم تولید گندم تاکید دارد. خرید تضمینی گندم و حمایت مراکز جهاد کشاورزی از کشاورزان گندم‌کار نیز روی کشت و کار این گیاه تاثیر دوچندان دارد. اما باید در نظر داشت که به لحاظ اکولوژیکی کشت و کار گیاهانی که کارایی و بهره‌وری انرژی بالاتری دارند، سبب کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش پیامدهای منفی آن روی محیط (۲۱) شده و در دراز مدت نیز سبب افزایش پایداری بوم‌نظامهای زراعی خواهند شد (۲۲).

نکته آخر این که در این مطالعه اطلاعات مربوط به نهاده‌های مشخص و عملیاتهای رایج مورد بررسی قرار گرفت. فرایندهایی مانند نقل و انتقال در طول فصل رشد و عوامل دیگری وجود دارند که به دلیل عدم وجود داده‌های صحیح از طرف کشاورزان، مورد ارزیابی قرار نگرفت. در نتیجه مقادیر کارایی مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی در این مطالعه تا حدودی فراتر از مقادیر واقعی تخمین زده شده است.

## قدردانی

مولفین این مقاله وظیفه خود می‌دانند که از کشاورزان دلسوز و زحمتکش استان سیستان و بلوچستان به پاس همکاری صمیمانه و صادقانه خود در ارائه اطلاعات لازم و تکمیل پرسشنامه‌های مربوطه تشکر و قدردانی نمایند.

## منابع


۱- چهارسوقی، ح.، س. ا. موسوی، و س. ج. فرج اله حسینی. ۱۳۸۶. بررسی عوامل موثر بر پذیرش روش‌های کشاورزی پایدار در کشت آبی توسط گندم‌کاران سیستان و بلوچستان در سال زراعی ۸۴-۸۵. یافته‌های نوین کشاورزی، ۱: ۸۲-۹۵.

۲- حسین‌پناهی، ف.، و م. کافی. ۱۳۹۰. ارزیابی بودجهٔ انرژی و بهره‌وری آن در مزارع تولید سیب‌زمینی استان کردستان، مطالعه موردی: دشت دهگلان. مجله بوم‌شناسی کشاورزی، در دست چاپ.

۳- حسین‌پناهی، ف.، م. ضیایی، و م. کافی. ۱۳۹۰. مقایسهٔ بودجهٔ انرژی در مزارع سنتی و رایج گندم آبی و دیم استان کردستان، مطالعهٔ موردی: دشت دهگلان. مجله پژوهشهای زراعی ایران، در دست چاپ.

۴- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۸. آمارنامه کشاورزی، جلد اول: محصولات زراعی سال ۱۳۸۷-۱۳۸۸. انتشارات معاونت امور برنامه‌ریزی، اقتصادی و بین‌المللی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

۵- سازمان جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان. ۱۳۹۰. اداره آمار و فناوری و تجهیز شبکه، سیمای کشاورزی استان در سال ۱۳۸۹، قابل دسترس در پایگاه اینترنتی: http://www.sb-agrijahad.ir/portal/Home/

۶- عمانی، ا. ر. ۱۳۸۰. بررسی ویژگیهای اجتماعی، اقتصادی و زراعی گندمکاران موثر بر پذیرش کشاورزی پایدار کم نهاده در استان خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

7- Beheshti Tabar, I., A. Keyhani, and S. H. Rafiee. 2010. Energy balance in Iran's agronomy (1990- 2006). Renewable and Sustainable Energy Review, 14:849–855.

8- 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.

9- Demircan, V., K. Ekinci, H. M. Keener, D. Akbolat, and C. Ekinci. 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: a case study from Isparta province. Energy Conversion and Management, 47:1761–1769.

10- Erdal, G., K. Esengun, H. Erdal, and O. Gunduz. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet


Archive of SID

www.SID.ir

production in Tokat province of Turkey. Energy, 32:35–41.
11- Esengun, K., G. Erdal, O. Gunduz, and H. Erdal. 2007. An economic analysis and energy use in stake tomato production in Tokat province of Turkey. Renewable Energy, 32:1873–1881.
12- Esengun, K., O. Gunduz, and G. Erdal. 2007. Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion and Management, 48:592–598.
13- Ghorbani, R., F. Mondani, S. H. Amirmoradi, H. Feizi, S. Khorramdel, M. Teimouri, S. Sanjani, S. Anvarkhah, and H. Aghel. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dry-land wheat production systems. Applied Energy, 88:283–288.
14- Giampietro, M., G. Cerretelli, and D. Pimentel. 1992. Energy analysis of agricultural ecosystem management: human return and sustainability. Agricultural and Ecosystems Environment, 38:219–244.
15- Givens, D. I., A. H. Adamson, and J. M. Cobby. 1988. The effect of ammoniation on the nutritive value of wheat, barley and oat straws. II. Digestibility and energy value measurements in vivo and their prediction from laboratory measurements. Animal Feed Science and Technology, 19:173-184.
16- Gundogmus, E. 2006. Energy use on organic farming: A comparative analysis on organic versus conventional apricot production on small holdings in turkey. Energy Conversion and Management, 47:3351-3359.
17- Guzman, G. I., and A. M. Alonso. 2008. A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. Agricultural Systems, 98:167–176.
18- Hoeppner, J. W., M. H. Entz, B. G. McConkey, R. P. Zentner, and C. N. Nagy. 2005. Energy use and efficiency in two Canadian organic and conventional crop production systems. Renewable Agriculture and Food System, 21:60–67.
19- Kaltsas, A. M., A. P. Mamolos, and C. A. Tsatsarelis. 2007. Energy budget in organic and conventional olive groves. Agricultural and Ecosystems Environment, 122:243–251.
20- Karimi, M., A. RajabiPour, A. Tabatabaeefar, and A. Borghei. 2008. Energy analysis of sugarcane production in plant farms a case study in Debel Khazai Agro-industry in Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 4:165-171.
21- Khan, S., M. A. Khan, M. A. Hanjra, and J. Mu. 2009. Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production. Food Policy, 34:141–149.
22- Kizilaslan, H. 2009. Input–output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy, 86:1354–1358.
23- Mani, I., P. Kumar, J. S. Panwar, and K. Kant. 2007. Variation in energy consumption in production of wheat–maize with varying altitudes in hilly regions of Himachal Pradesh, India. Energy, 32:2336–2339.
24- Mobtaker, H. G., A. Keyhani, A. Mohammadi, Sh. Rafiee, and A. Akram. 2010. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. Agricultural and Ecosystems Environment, 137:367–372.
25- Mohammadi, A., and Omid, M. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. Applied Energy, 87:191-196.
26- Mohammadi, A., S. H. Rafiee, S. S. Mohtasebi, and H. Rafiee. 2010. Energy inputs – yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. Renewable Energy, 35:1071-1075.
27- Mohammadi, A., A. Tabatabaeefar, S. H. Shahin, S. H. Rafiee, and A. Keyhani. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. Energy Conversion and Management, 49:3566-3570.
28- Moore, S. R. 2010. Energy efficiency in small-scale biointensive organic onion production in Pennsylvania, USA. Renewable Agriculture and Food System, 25:181–188.
29- Ozkan, B., H. Akcaoz, and C. Fert. 2004. Energy input–output analysis in Turkish agriculture. Renewable Energy, 29:39–51.
30- Ozkan, B., H. Akcaoz, and F. Karadeniz. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Conversion and Management, 45:1821–1830.
31- Pimentel, D., and M. Pimentel. 1996. Food, Energy and Society. Colorado University Press, Niwot, CO, 1996.
32- Pimentel, D., G. Berardi, and S. Fast. 1983. Energy efficiency of farming systems: organic and conventional agriculture. Agricultural and Ecosystems Environment, 9:359–372.
33- Pimentel, D., P. Hepperly, J. Hanson, D. Douds, and R. Seidel. 2005. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. Bioscience, 55:573–582.
34- Pimentel, D., M. Pimentel, and M. Karpenstein-Machan. 1999. Energy use in agriculture: an overview. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 1:1-32.
35- Salimi, P., and H. Ahmadi. 2010. Energy inputs and outputs in a chickpea production system in Kurdistan, Iran. African Crop Science Journal, 18:51 – 57.
36- Shahin, S., A. Jafari, H. Mobli, S. Rafiee, and M. Karimi. 2008. Effect of Farm Size on Energy Ratio for Wheat Production: A Case Study from Ardabil Province of Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 3:604-608.

Archive of SID

www.SID.ir

37- Singh, S., J. P. Mittal, and C. J. S. Pannu. 1998. Frontier energy use for the cultivation of wheat crop in Punjab. Energy Conversion and Management, 39:485–491.
38- Tsatsarelis, C. A. 1991. Energy requirements for cotton production in central Greece. Journal of Agricultural Engineering Research, 50:239–246.
39- Wood, R., M. Lenzen, C. Dey, and S. Lundie. 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. Agricultural Systems, 89:324–348.
40- Yilmaz, I., H. Akcaoz, and B. Ozkan. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy, 30:145–155.

Archive of SID

www.SID.ir