Archive of SID

بررسی بهبود استفاده از انرژی در تولید زردآلو با استفاده از تحلیل پوششی داده ها در شهرستان ابرکوه استان یزد

عباس علوی راد*[۱]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۱۹

چکیده

زردآلو یکی از محصولات باغی است که ایران بعد از ترکیه بالاترین سطح تولید را دارد. انجام یک تحقیق در مورد مصرف انرژی و آنالیز اقتصادی آن در محصول زردآلو می‌تواند اطلاعات مفیدی برای بهبود کارایی انرژی فراهم نماید. در تحقیق حاضر با استفاده از تحلیل پوششی داده ها رابطه میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصول زردآلو بررسی گردید. داده‌ها به شیوه مصاحبه رو در رو با ۷۰ کشاورز شهرستان ابرکوه به روش نمونه‌گیری تصادفی جمع‌آوری گردید. نتایج نشان می‌دهد کل انرژی نهاده‌های مصرفی برای تولید زردآلو برابر با ۶۱۱۶۸/۷۵ مگاژول می‌باشد. بیشترین سهم نهاده‌ها در مصرف انرژی به ترتیب مربوط به الکتریسیته، گازوئیل و کود دامی می‌باشد. نتایج نشان داد در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس ۴۳ بهره بردار کارایی تکنیکی دارند. همچنین بیشترین سهم در صرفه جویی مصرف انرژی مربوط به الکتریسیته (۴۷ ٪) بود. نتایج نشان می‌دهد که تولید زردآلو در شهرستان ابرکوه در شرایط فعلی از لحاظ مصرف انرژی کارا نیست و بایستی تلاش هایی در جهت کارا نمودن مصرف انرژی صورت گیرد.

طبقه‌بندی *JEL*: *C02, Q49*

واژه‌های کلیدی: انرژی، کارایی ، تحلیل پوششی داده ها ، زردآلو.

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ابرکوه، گروه اقتصاد انرژی، ابرکوه، ایران.

* نویسنده‌ی مسئول مقاله: alavi_rad@abarkouhiau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

پیشگفتار

اکنون سیاست‌های اقتصادی برخی از دولت‌ها بر مبنای کاهش انتشار گازهای آلاینده بویژه گازهای دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی مهمترین آلاینده‌ها قرار گرفته است. البته واضح است که هر کشوری که بخواهد در این مسیر حرکت کند بایستی سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در ساختارهای اقتصادی خود انجام دهد از جمله در استفاده بهینه از انواع مختلف انرژی، ارتقاء ظرفیت و توانائی های تکنولوژیکی، بازنگری در استانداردهای صنعتی و افزایش سطح تولید انرژی‌های تجدیدپذیر.

بخش کشاورزی یکی از مهمترین بخش های اقتصادی کشور است. مطالعاتی که تاکنون در مورد مصرف انرژی در بخش کشاورزی در کشور صورت پذیرفته اند، این واقعیت را منعکس می کنند که مصرف انرژی در بخش کشاورزی هر ساله در حال افزایش می باشد (طاهری اصل، ۱۳۹۰). مصرف انرژی در کشاورزی به دلایل پاسخ به جمعیت رو به رشد، عرضه محدود زمینهای قابل کشت و وجود استانداردهای بالای زندگی، افزایش می یابد. تقاضای مداوم برای افزایش غذا منتج به مصرف شدید کودهای شیمیایی، آفت کش ها، ماشین آلات و منابع طبیعی می شود و این مصرف شدید انرژی مسائلی را بر سلامتی بشر و محیط زیست ایجاد می کند. درحالی که مصرف کارای انرژی در کشاورزی مسائل زیست محیطی را کاهش می دهد و از اتلاف منابع محیطی جلوگیری می کند و سیستم کشاورزی پایدار را به عنوان یک سیستم تولیدی اقتصادی ترویج می دهد (فائو[1]، ۲۰۱۳). سیستم تولید محصولات کشاورزی در ایران در سال‌های اخیر به دلیل کاربرد مکانیزاسیون،کودهای شیمیایی و حشره کش‌ها دستخوش تغییر و تحولات عمده ای شده است. وقوع این تحولات سبب تغییر جریان انرژی در بخش کشاورزی و وابستگی بیشتر این بخش به طور مستقیم یا غیرمستقیم به الکتریسیته، سوختهای فسیلی و سایر شکل های انرژی شده است (مهرابی،۱۳۸۹).

مطابق آمار منتشره وزارت کشاورزی، ابرکوه یکی از شهرستان های پیشرو در تولید زردآلو در استان یزد می باشد به نحوی که از کل ۲۴۴۰ هکتار سطح زیر کشت زردآلوی استان، ۱۱۱۵ هکتار از آن در این شهرستان می باشد که ۴۵٪ از کل سطح زیر کشت زردآلوی استان را دربر می گیرد (وزارت جهاد کشاورزی،۱۳۹۲) سیستم تولید زردآلو در سال‌های اخیر در این شهرستان تحت تاثیر تحولات اخیر قرار گرفته، به نحوی که وابستگی تولید به انرژی فسیلی و دیگر منابع انرژی به شدت افزایش داشته است. از اینرو لازم است وضعیت مصرف انرژی برای این سیستم تولید مورد بررسی قرار گیرد تا آشکار شود آیا کاربرد انرژی در بخش کشاورزی در تولید زردآلو شهرستان کارا بوده است یا خیر؟ امروزه کشاورزان به دنبال افزایش محصول هستند ولی اطلاع کافی در مورد تجزیه و

1 - Food and Agriculture Organization of the United Nations

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل الگوی مصرف انرژی ندارند. بنابراین انجام تجزیه و تحلیل انرژی ضرورتی است که به برنامه ریزان مزارع و سیاستگذاران اطلاعات مناسبی در جهت بهبود انرژی مصرفی ارائه می دهد.
کشاورزی امروزه بسیار بسته به استفاده زیاد از سوخت فسیلی است (رفزگارد و همکاران، ۱۹۹۸). قیمت بالای سوخت‌های فسیلی و ضرورت کاهش انتشار گازهای گل‌خانه‌ای موجب شده است که تقاضای وسیعی در راستای بهبود کارایی استفاده از انرژی بوجود آید. مصرف مناسب انرژی با توجه به بهینه‌سازی کارایی استفاده از انرژی می‌تواند بطرز چشمگیری اثرات منفی فعالیت‌های کشاورزی روی کیفیت محیط زیست را کاهش دهد. علاوه بر این، استفاده کارا از انرژی در فرایند تولید محصولات کشاورزی برای بقای بلند مدت فعالیت‌های کشاورزی ضروری می‌باشد و پایداری تولید محصولات کشاورزی را تضمین می‌کند. بنابراین استفاده کارا از انرژی بطور قابل توجهی در سیستم‌های کشاورزی به عنوان یک مولفه پایداری شناخته می‌شود(پروانچون و همکاران، ۲۰۰۲). تحلیل انرژی می‌تواند به کاهش استفاده از انرژی درنهاده‌ها کمک نماید و بنابراین کارایی استفاده از انرژی و تولید را افزایش می‌دهد (محمدی و همکاران، ۲۰۰۸). آنالیز انرژی ورودی-خروجی برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذارن بخش کشاورزی یک فرصت مناسب فراهم می‌آورد تا به ارزیابی اقتصادی استفاده از انرژی بپردازند (اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴)، علاوه بر آن کارایی فنی (نسبت وزنی انرژی نهاده های مصرفی به‌انرژی ستاده) یک راه دیگر برای بررسی کارایی انرژی در مزارع می‌باشد (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶).
از جمله معیارهایی که میتوان براساس آن وضعیت مصرف یک نهاده را مورد بررسی قرار داد، معیارهای کارایی و بهره وری هستند. اصطلاحات فوق در پی تکامل دانش در حوزه مسائل اقتصادی از نظر شکل و محتوا تکامل و توسعه یافته و پیوسته تعاریف جدیدتر و کاملتری برای آنها ارائه شده است .در سال ۱۹۵۰ سازمان همکاری های اقتصادی اروپا تعریف کاملتری از کارایی به صورت خارج قسمت محصول به یکی از عوامل تولید ارائه کرد.چندین روش پارامتریک و غیرپارامتریک برای اندازه‌گیری کارایی تولید وجود دارد، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA[1]) یک روش غیرپارامتریک برای ارزیابی کارایی نسبی واحد های تصمیم گیرنده (DMUs) بر اساس چندین نهاده و چندین ستاده می‌باشد، بنابراین مدل‌های تحلیل پوششی مانند CCR[2] و BCC[3] نیازمند به داده‌های مربوط به نهاده و ستانده می‌باشند. (بانکر و همکاران، ۱۹۸۴).مطالعات زیادی در مورد کارایی استفاده از انرژی صورت پذیرفته است، با این وجود در مورد زردآلو مطالعه چندانی در دست نیست. نصیری و سینگ (۲۰۰۹)، کارایی مصرف انرژی را بررسی نموده‌اند. در مطالعه آنها روش

1 - Data Envelopment Analysis
2 - (Charnes,Cooper, Rhodes)
3 - (Banker, Charnes, Cooper)

www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل پوششی داده‌ها برای بررسی کارایی فنی، کارایی مطلق فنی و کارایی مقیاسی تولیدکنندگان برنج در ایالت پنجاب هندوستان بکار گرفته شد. ریگ مارتینز و پیکازو تادئو (۲۰۰۴)، واحدهای تولید کارا را در مزارع مرکبات اسپانیا تعیین نمودند که این واحدها بهترین مرز عملی فنی را مشخص کرد، و سپس آن‌ها از این مرز برای بررسی سایر واحدها استفاده نمودند. چاوهان و همکاران (۲۰۰۶) بهبود کارایی انرژی را با استفاده از روش DEA در مزارع منطقه آلوویال هندوستان بررسی نمودند. امید و همکاران (۲۰۱۱) کارایی گلخانه‌ها را با استفاده از روش DEA مورد بررسی قرار داده اند. نهاده‌های تحت بررسی نیروی کار، سوخت دیزل، ماشین آلات، کودهای شیمیایی، مواد شیمیایی، آب آبیاری، بذر و الکتریسیته و ستاده خیار سبز بوده است. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که DEA یک روش مفید برای آنالیز کارایی تولید واحدهای کشاورزی می‌باشد. در مطالعه آنان در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس ۱۲ واحد از ۱۸ واحد کارا بودند. میزان متوسط کارایی فنی واحدهای ناکارا ۹۱/۵ ٪ بود که نشان می دهد در صورتی که واحدهای ناکارا به سمت کاراشدن پیش روند ۸/۵ ٪ صرفه جویی در مصرف انرژی حاصل می گردد. خوشرو و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از یک روش دومرحله ای به بررسی ارتباط میان کارایی مصرف انرژی و عملکرد کشاورزان پرداختند. کاربرد روش تحلیل پوششی داده ها در تحقیق آن‌ها نشان داد که تفاوت عملکرد زارعین در استفاده از سموم شیمیایی، سوخت‌های فسیلی و آبیاری عامل اصلی تفاوت کارایی آنان می باشد.

بر اساس اطلاعات سازمان خواربار و کشاورزی (FAO[1]) در سال ۲۰۱۲ ایران رتبه دوم کشت و تولید زردآلو در دنیا را به خود اختصاص داد؛ سطح زیر کشت زردآلو در ایران ۵۰۵۰۰ هکتار ومیزان تولید ۴۶۰۰۰۰ تن بوده است در حالی که در ترکیه در همان سال سطح زیر کشت ۶۰۷۳۲ هکتار و تولید ۷۹۵۷۶۸ تن بوده‌است. میزان تولید زردآلو در سال ۲۰۱۲ در ایران نسبت به سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ به ترتیب با رشد ۲۳٪ و ۹٪ همراه بوده است. تحقیق حاضر با استفاده از تحلیل پوششی داده ها سعی دارد کشاورزان کارا را از کشاورزان غیرکارا تفکیک نماید، استفاده غیرکارا از انرژی را مشخص نماید و مقادیر موردنیاز از هر یک از منابع انرژی را به کشاورزان ناکار پیشنهاد دهد، به عبارت دیگر هدف این تحقیق محک زدن کارایی زردآلوکاران در شهرستان ابرکوه واقع در استان یزد می‌باشد.

مبانی نظری و روش تحقیق

شهرستان ابرکوه یکی از شهرستانهای استان یزد در مرکز ایران است. اراضی قابل کشت این شهرستان ۲۴۸۰۸ هکتار می‌باشد. سطح زیر کشت محصولات زراعی ۱۲۰۰۰ هکتار می‌باشد و ۷۵۰۰ هکتار سطح زیر کشت محصولات باغی می‌باشد و سطح زیر کشت زردآلو حدود ۱۲۰۰ هکتار می‌باشد.

برای تعیین تعداد کشاورزان نمونه با روش ساده تصادفی از رابطه زیر استفاده گردید.

1 - Food and Agriculture Organization of the United Nations

www.SID.ir

Archive of SID

$$n=\frac{NS^2}{(N-1)D+S^2} \quad (۱)$$

کل سطح زیر کشت زردآلو در منطقه مورد مطالعه ۱۱۱۵ هکتار و واریانس ۳۶۳ و خطای تخمین نیز ۵ هکتار در نظر گرفته شد و بدین ترتیب تعداد کشاورزان نمونه ۶۹ عدد به دست آمد.

داده های مورد نیاز از طریق پرسشنامه و بصورت مصاحبه حضوری در تابستان ۱۳۹۲ و به روش نمونه‌گیری از ۶۸ باغ زردآلو جمع آوری گردید.

انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده با استفاده از جدول (۱) محاسبه گردید. نسبت انرژی (کارایی مصرف انرژی) و بازدهی انرژی از طریق فرمول (۱) و فرمول (۲) محاسبه گردید. (ماندال و همکاران، ۲۰۰۲)

(۱) نسبت انرژی خروجی – انرژی ورودی (نسبت انرژی)=$\frac{\text{انرژی خروجی بر حسب مگاژول در هکتار}}{\text{انرژی ورودی بر حسب مگاژول در هکتار}}$

(۲) بازدهی انرژی=$\frac{\text{تولید کل بر حسب کیلوگرم در هکتار}}{\text{انرژی ورودی بر حسب مگاژول در هر هکتار}}$

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش شناخته شده برای تخمین غیرپارامتریک کارایی نسبی تعدادی از واحدهای همگن که معمولا آن واحدها را به عنوان واحدهای تصمیم گیرنده می‌شناسیم (DMUs) می‌باشد (کوپر و همکاران، ۲۰۰۴). این روش برای محک بخش‌های انرژی در بسیاری از کشورها اجرا شده است. تخمین غیرپارامتریک به معنی این است که در این روش فرض بر آن است که داده‌ها از یک تابع تولید خاص بدست نمی‌آیند.

تحلیل پوشش داده‌ها با استفاده از اطلاعات مشاهده شده یک مرز کارا از تولید را تعیین می نماید که در واقع از نقاطی تشکیل شده است که این نقاط از لحاظ تولید نقاطی هستند که امکان پذیرند. روش DEA برای هر یک از DMUها، یک مدل بهینه‌سازی که معمولا مدل خطی می‌باشد را تولید می‌نماید که این مدل بهینه‌سازی یک نمره برای کارایی واحد تولید می‌کند که معیاری برای سنجش کارایی نسبی واحد مورد نظر می‌باشد و از آن می‌توان برای بهینه سازی مصرف نهاده‌ها برای رسیدن به کارایی بیشتر آن واحد استفاده نمود. روش DEA یک روش غیرپارامتریک می‌باشد که نمره یا امتیاز کارایی واحدها را محاسبه می کند و برای این کار احتیاج به هیچ فرم تابعی ندارد. برای نخستین بار فارل روش غیرپارامتریک را در سال ۱۹۵۷ مورد استفاده قرار داد. سپس چارنز و همکاران در سال ۱۹۷۸ تکنیک DEA را با استفاده از برنامه ریزی ریاضی معرفی نمودند. رهیافت آن‌ها نسبت به فارل یک بهبود چشمگیر داشت، در رهیافت آن‌ها در محاسبه کارایی نسبی واحدهای همگن تنها یک نهاده و یک ستاده را در نظر نمی گرفت بلکه قادر بود چندین نهاده و چندین ستاده را در سیستم‌های تولیدی در نظر بگیرد. برای رسیدن به این هدف حداکثر عملکرد هر واحد (DMU) با

www.SID.ir

Archive of SID

توجه به سایر واحدهای (DMU) موجود در نمونه محاسبه گردید و تنها می‌بایست بررسی نمود که هر کشاورز بر روی مرز یا زیر مرز قرارمی‌گیرد.

DEA کارایی را در سه فرم متفاوت تعیین می‌نماید، این کار با در نظر گرفتن نهاده انرژی (مگاژول در هکتار) و عملکرد (مگاژول در هکتار) به عنوان ستاده، کارایی فنی، کارایی فنی مطلق و کارایی مقیاس محاسبه می‌گردد.

کارایی فنی در اصل برای ارزیابی عملکرد یک (DMU) در مقایسه با سایر واحدها (DMU) کاربرد دارد. کارایی فنی مطلق در واقع همان کارایی فنی می‌باشد که تاثیر کارایی مقیاس بر روی آن در نظر گرفته نمی‌شود. فرمول (۳) روابط بین این سه فرم کارایی را نمایش می‌دهد.

(۳) کارایی فنی = کارایی فنی مطلق × کارایی مقیاس

همانطور که مشاهده می‌شود کارایی فنی تاثیر کارایی فنی مطلق و کارایی مقیاس را با یکدیگر ترکیب می‌کند. محاسبه این سه فرم کارایی واحدها (DMU) به برنامه ریزان کمک می‌کند تا سریع‌تر منبع عدم کارایی را تعیین نمایند. کارایی فنی با توجه به معادله (۴) توضیح داده می‌شود (کوپر و همکاران، ۲۰۰۴):

$$TE_j(\theta) = \frac{\sum_{r=1}^{n} u_r y_{rj}}{\sum_{s=1}^{m} v_s x_{sj}} \qquad (۴)$$

در فرمول فوق TE_j یا θ کارایی فنی هر واحد (DMU) می‌باشد با در نظر گرفتن اینکه n تعداد کل ستاده‌ها می‌باشد؛ x و y به ترتیب نهاده و ستاده هستند؛ (r = 1, . . . ,n) و (s = 1, . . . ,n) به ترتیب ضرایب rامین ستاده و sامین نهاده می‌باشند و (j = 1, . . . ,n) مشخص کننده jامین واحد (DMU) می‌باشد. ارزش کارایی فنی بین ۰ و ۱ می‌باشد. برای حل معادله (۵) برنامه‌ریزی ریاضی خطی(LP) مورد استفاده قرار گرفت . این مدل که به CCR معروف می‌باشد اولین مدل DEA می‌باشد که توسط چارنز و همکاران بسط داده شده است. CCR مدل را تحت شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس بهینه می‌کند که در دنیای واقعی معمولا این شرایط وجود ندارد:

CCR را می‌توان بصورت زیر فرموله نمود:

(5) $Max_{u,v}: \theta = u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \ldots + u_r y_{rj}$

(6) Subject to $v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \cdots + v_s x_{sj} = 1$

(7) $u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \cdots + u_r y_{rj} \leq v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \cdots + v_s x_{sj}$

(8) $u_1, u_2, u_3, \ldots, u_r \geq 0$

(9) $v_1, v_2, v_3, \ldots, v_4 \geq 0$

www.SID.ir

Archive of SID

اندیس i مشخص کننده iامین (DMU) می‌باشد، در این تحقیق نهاده ها عبارت بودند از سموم شیمیایی، کودهای شیمیایی، کودهای دامی، ماشین آلات، حمل و نقل، آبیاری، نیروی کار، گازوئیل، الکتریسیته و ستاده نیز زردآلو در نظر گرفته شد. ارزش نهاده و ستاده بایستی در حل مدل خطی محاسبه گردد، به نحوی که ارزش کارایی فنی بیشترین شود.

در سال ۱۹۸۴ بانکر، چارنز و کوپر در تحلیل پوشش داده‌ها مدلی را معرفی نمودند، که به مدل BCC معروف شد این مدل قادر بود کارایی فنی واحدها (DMU) ها را محاسبه نماید. این مدل بازده نسبت به مقیاس را متغیر در نظر گرفت. اگر بازده نسبت به مقیاس متغیر باشد روش (DEA) قادر خواهد بود داده‌ها را بهتر کنترل کند و امتیاز یا نمره کارایی فنی مطلق در این حالت برابر یا بیشتر از حالت می‌باشد که بازده نسبت به مقیاس ثابت در نظر گرفته شود.

در واقع کارایی فنی در مدل‌های (BCC)، که به کارایی فنی مطلق معروف می باشد را می‌توان کارایی فنی در مدل‌های CCR در نظر گرفت که اثر کارایی مقیاس از آن‌ها حذف شده باشد، اینکار برنامه ریز را قادر می‌سازد تا کارایی فنی و کارایی مقیاس را از هم تفکیک نماید. این را می‌توان از طریق برنامه‌ریزی خطی دوگان در معادله ۱۱ بیان نمود:

(10) Maximize $z = uyi - ui$

(11) Subjected to $vxi = 1$

(12) $vX + uY - uoe \leq 0$

(13) $v \geq 0$ and $u \geq 0$ and $u0$ free in sign

که در آن z و u0 عدد هستند و می‌توانند علامت مثبت یا منفی بگیرند. u و v ماتریس وزنی نهاده و ستاده هستند، Y و X به ترتیب ماتریس‌های نهاده و ستاده هستند. xi و yi به ترتیب نهاده و ستاده iامین واحد (DMU) هستند. برای هر واحد (DMU) می‌توان عدم کارایی مقیاس را مشخص نمود. برای این منظور کارایی را در هر دو حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس و بازده متغیر نسبت به مقیاس محاسبه می‌گردد و کارایی مقیاس با توجه به فرمول (۱۵) بدست می‌آید:

$$\text{کارایی مقیاس} = \frac{\text{کارایی فنی در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس}}{\text{کارایی فنی در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس}} \qquad (۱۴)$$

درجه کارایی یا عدم کارایی مقیاس به خودی خود چندان مفید نیست ولی می‌توان با استفاده از آن مشخص نمود که آیا واحدها (DMU) در یک منطقه بازده افزایشی نسبت به مقیاس (IRS[1]) دارند یا بالعکس بازده کاهشی نسبت به مقیاس (DRS[2]) دارند. داده‌های اولیه این پژوهش از پرسش‌نامه‌هایی که توسط زردالوکاران تکمیل گردید استخراج شدند. در تحقیق حاضر ساعت نیروی

1 - Increasing Returns to Scale
2 -Decreasing Returns to scale

www.SID.ir

Archive of SID

کار، مقدارکودهای شیمیایی، کود دامی، سموم شیمیایی، ساعت ماشین آلات، ساعت آبیاری و ساعت الکتریسیته مصرفی به عنوان نهاده و میزان تولید به عنوان ستاده در نظر گرفته شدند. تحلیل پوششی داده‌ها از طریق نرم‌افزار GAMS صورت پذیرفت و کارایی فنی وکارایی فنی مطلق با توجه به فاصله شعاعی از مرز کارا تعیین شد.

نتایج و بحث

متوسط سطح زیر کشت زردآلو در نمونه مورد مطالعه ۵/۳ هکتار می‌باشد که از ۰/۵ تا ۱۵ هکتار متغیر می‌باشد. زردآلو یک محصول با عملیات زراعی گوناگون و فراوان می‌باشد، از ماشین آلات به منظور عملیات آماده‌سازی زمین، کوددهی، مبارزه با آفات، آبیاری، هرس، برداشت، بارگیری و حمل و نقل استفاده می‌شود. قسمتی از نیروی کار مورد نیاز از اعضای خانواده و بقیه بصورت اجاره‌ای می باشد، غالب کشاورزان منطقه از ماشین آلات در تملک خود برای عملیات زراعی استفاده می کنند. در تمام منطقه استحصال آب از طریق الکتروپمپ های برقی صورت می‌گیرد . آبیاری درختان زردآلو در منطقه به روش غرقابی صورت می‌پذیرد و درختان زردآلو بین ۲۰ تا ۲۴ بار در طول سال آبیاری می شوند. بیشترین کود شیمیایی مورد استفاده در منطقه به ترتیب کود نیترات، فسفات و پتاس می باشد ولی از لحاظ وزنی مقدار استفاده از کود دامی بسیار بیشتر از انواع کودهای شیمیایی می باشد. سوخت دیزل، بیشتر در تراکتور مورد استفاده قرار می گیرد و اکثر تراکتورهای موجود در منطقه از نوع فرگوسن با توان ۷۰اسب بخار و وزن ۲۸۰۰ کیلوگرم و عمر اقتصادی مفید ۱۰-۸ سال می باشند. مصرف و تولید انرژی و منابع مختلف آن در تولید زردآلو در جدول(۲) آمده است.

همانطور که در جدول (۲) مشخص می باشد کل انرژی مورد استفاده در نهاده های مختلف مزرعه برابر با ۶۱۱۶۸/۷۵ مگاژول در هکتار می باشد. سه نهاده پر مصرف عبارتند از الکتریسیته، سوخت دیزل و کود دامی که به ترتیب ۳۴٪، ۱۶٪ و ۱۴٪ از کل انرژی ورودی را به خود اختصاص داده‌اند. به دلیل غنی نبودن خاک منطقه استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی و استفاده از تراکتورهای قدیمی و الکتروپمپ‌های فرسوده و ناکارا به منظور استحصال آب از چاه عمیق و نیمه عمیق در منطقه سبب شده است این سه نهاده سهم زیادی را در مصرف انرژی داشته باشند. جنیتساریوتیس و همکاران (۲۰۰۰) نعنوان کردند که الکتریسیته و کودهای شیمیایی بیشترین میزان استفاده از انرژی را در باغات زیتون دارند. مطالعه گاندوگموس (۲۰۰۶) نشان داد که در تولید زردآلو بیشترین میزان انرژی مربوط به سوخت دیزل (۳۲٪) و سموم شیمیایی (۳۶٪) بوده است. در محصولات دیگر مثل سیب (استراپتزا و همکاران، ۲۰۰۶) و زیتون (کالتاس و همکاران، ۲۰۰۷) بیشترین میزان مصرف انرژی مربوط به سوخت (۲۲٪ تا ۷۱٪) و الکتریسیته (۲۲٪ تا ۴۴٪) گزارش شده است که کود

www.SID.ir

Archive of SID

شیمیایی به دنبال آن ۱۵٪ تا ۴۵٪ از مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. آن‌گونه که از جدول (۲) مشخص می‌باشد نیروی انسانی ۸۶۱/۳۸ مگاژول از انرژی ورودی را مصرف می‌نماید که اساسا برای عملیات کود دهی، سم‌پاشی، هرس و برداشت و مورد استفاده قرار گرفته است. سایر مقادیر مربوط به مصرف انرژی در جدول (۲) مشخص می باشد.

موازنه انرژی

انرژی خالص، انرژی مخصوص، کارایی استفاده از انرژی وبازدهی انرژی در تولید زردآلو در منطقه مورد مطالعه در جدول (۳) آمده است. کارایی استفاده از انرژی (انرژی ورودی/انرژی خروجی) در تولید زردآلو ۰/۲۳ بود که نشان می‌دهد تولید انرژی از بکارگیری انرژی کمتر می باشد. نسبت فوق در مطالعه کیزیلاسم (۲۰۰۹) در ترکیه و برای محصول توت فرنگی ۰/۹۶گزارش شده است در حالیکه در مطالعه حسن زاده (۱۳۸۳) در استان آذربایجان غربی و برای سیب ۰/۹۷ گزارش شد. با مقایسه این نسبت ها مشخص می شود که تولید زردآلو در منطقه از لحاظ کارایی انرژی پایین تر از بسیاری از محصولات باغی دیگر می باشد.

شاخص های دیگری برای ارزیابی بکارگیری انرژی در تولید محصولات وجود دارد همچون بازده انرژی، انرژی مخصوص و انرژی خالص. انرژی مخصوص عبارت است از انرژی مورد نیاز برای تولید ۱ واحد از محصول. مطابق جدول (۳) بازدهی انرژی در تولید زردآلو ۰/۲۶ بوده است که نشان می دهد ۰/۲۶ واحد ستاده برای هر واحد انرژی بدست آمده است. مطالعه (رفیعی و همکاران، ۲۰۰۷) بازدهی انرژی در تولید سیب را ۰/۴۹ نشان می‌دهد.

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد تولید زردآلو در منطقه با سیستم فعلی تولید انرژی کارا نیست. مقادیر پایین شاخص های موازنه انرژی که در این مطالعه بدست آمده است چندین دلیل دارد. یک دلیل عمده قیمت پایین سوخت دیزل در ایران است. دلیل دوم استفاده از تراکتورهای قدیمی و ناکارا، الکتروپمپ های فرسوده می باشد. استفاده زیاد از انواع کودهای شیمیایی یکی دیگر از علل عمده این مسئله می باشد. با این وجود سیاست های جدید دولت در جهت حذف تدریجی یارانه الکتریسیته، سوخت و کود شیمیایی ممکن است رشد بی رویه استفاده از این نهاده ها را کاهش دهد و بهره برداران را به سمت بکاربردن عملیات زراعی کاراتر سوق دهد.

تعیین مزارع کارا و غیر کارا

با استفاده از تکنیک DEA نهاده محور و در نظر گرفتن نهاده های مورد استفاده در تولید زردآلو که در جدول (۱) ذکر گردید و محصول زردآلو به عنوان ستاده به بررسی کارایی فنی در تولید زردآلو برای ۷۰ واحد (DMU) پرداخته شد. کارایی فنی در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) نشان می‌دهد از مجموع ۷۰ واحد مورد مطالعه، تعداد ۴۳ واحد کارایی ۱ یا ۱۰۰ درصد داشته اند و

www.SID.ir

Archive of SID

در نتیجه کارا هستند. تعداد ۲۷ از واحدها کارایی‌شان کمتر از ۱ و بین ۰/۷۸ و ۰/۹۹ بوده است. کارایی فنی نشان می‌دهد تعداد ۳۳ واحد کارا بوده‌اند.

برای بررسی کارایی یک واحد آن واحد را با واحدهای دیگری مقایسه می‌کنند. واحدهای ناکارا بایستی با تعدادی از واحدهایی که کارا هستند مقایسه شوند. به منظور به دست آوردن ترکیب واحدهای کارا بایستی بردارλ را در نهاده ها و ستاده های واحدهای کارا ضرب نمود.در روش (BCC) این کار از طریق قرار دادن قید تحدب بر روی آن مجموعه کارا بدست می‌آید به نحوی که مجموع بردارهای λ برابر با ۱ باشند (امید و همکاران، ۲۰۱۱). جدول (۵) در بین واحدهای ناکارا واحد هایی که کمترین امتیاز را دارند (DMU22) با امتیاز ۰/۷۸ و واحدی که بیشترین امتیاز را دارد یعنی (DMU35) با امتیاز ۰/۹۹ را نشان می‌دهد. این جدول نشان می‌دهد مرز کارا برای (DMU22) از طریق ترکیب واحدهای ۶، ۵۴، ۳۴ و ۶۴ بدست آمده است. انتخاب این ۴ واحد بر اساس قابل مقایسه بودن سطح نهاده و ستاده‌شان با واحد ۲۲ است. اعداد داخل پرانتز نمایانگر مقادیر بردارλ می‌باشد. هر چه این مقدار بزرگتر باشد مفهوم آن این است که آن واحد از نظر سطح نهاده و ستاده نسبت به سایر واحدها قابل مقایسه تر با واحد غیر کارای ۲۲ می باشد. مزیت اساسی این روش عینی بودن، واضح بودن و صراحت در معیارهایی است که در اندازه‌گیری کارایی به کار می‌روند و همان‌طور که قبلا گفته شد، در تنظیم اهداف مدیریت باید به این مطلب توجه زیادی شود. عملکرد بهتر مستلزم وجود الگوهای برتر و پیشتاز است که با تحلیل فراگیر داده‌ها می‌توان گامی مؤثر در شناسایی و معرفی این واحدهای برتر برداشت. مطلب مهم‌تر الزاماتی است که هر واحد سازمانی باید انجام دهد تا عملکرد بهتری داشته باشد و تبدیل به یک واحد برتر شود. این نیز سؤالی است که پاسخ آن با تشکیل واحد مجازی و مقایسه واحد مورد نظر با واحد مجازی قابل پاسخگویی است به گونه‌ای که راهکارهای اجرایی مناسبی از این مقایسه حاصل می‌شود.

مقدار متوسط کارایی فنی اطلاعاتی را فراهم می‌نماید که با استفاده از آن اطلاعات صرفه‌جویی های بالقوه در زمینه مصرف نهاده‌ها با توجه به سطح مشخصی از ستاده قابل محاسبه می‌گردد. مقدار متوسط کارایی فنی مطلق، کارایی مقیاس و کارایی فنی در جدول (۶) آمده است (مقدار متوسط برای کل ۷۰ واحد مورد مطالعه). مقدار متوسط کارایی فنی مطلق، کارایی فنی و کارایی مقیاس برابر با۰/۹۵، ۰/۸۲ و ۰/۸۵ می‌باشد. محققان در مطالعات قبلی مقدار متوسط کارایی فنی مطلق در اسپانیا را برای محصول مارچوبه ۰/۸ و برای گوجه ۰/۸۹ بدست آورده اند (ایرایزوز و همکاران، ۲۰۰۳).

در مطالعه (بینام و همکاران، ۲۰۰۴) در کامرون مقدار کارایی فنی برای محصولاتی مثل بادام زمینی، ذرت و ذرت خوشه‌ای به ترتیب برابر با ۷۷ ٪، ۷۳ ٪ و ۷۵ ٪ بوده است که نمایانگر این مساله

www.SID.ir

Archive of SID

می باشد که می توان از طریق افزایش ستاده با توجه به سیستم موجود کاهش قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌ها داشت. همچنین میانگین کارایی فنی مطلق برای مزارع پرورش خوک در یونان با توجه به مطالعه گالانپولوس و همکاران،(۲۰۰۳) برابر با ۰/۸۳ بوده است. در مطالعه امید و همکاران(۲۰۱۱). مقدار متوسط کارایی فنی مطلق، کارایی فنی و کارایی مقیاس برای ۱۰ گلخانه خیار به ترتیب برابر با ۰/۹۷۲، ۰/۸۷۲ و ۰/۹ بوده است.

مقدار متوسط کارایی برای واحدهای ناکارا در مزارع زردآلو در مطالعه حاضر برابر با ۰/۹۱ بوده است. این امر مؤید این مطلب می باشد که واحدها قادرند سطح یکسانی از ستاده را با بکارگیری ۹۱٪ از منابع تولید کنند. البته در صورتی که روی مرز کارایی قرار گیرند. به عبارت دیگر ۹٪ از کل منابع را از طریق افزایش عملکرد واحد های ناکار می توان ذخیره نمود. نتایج تحلیل همچنان نشان می‌دهد ۴۰٪ از واحدهای غیرکارا بازده کاهشی نسبت به مقیاس و ۶۰٪ بازده افزایشی دارند که نشان می‌دهد برای این‌که تغییر قابل ملاحظه‌ای در عملکرد به وجود آید، تغییرات تکنولوژیکی اجتناب ناپذیر هستند.

بهینه سازی استفاده از انرژی برای واحدهای ناکارا

اگر کارایی فنی مطلق برای یک تولیدکننده کمتر از ۱ باشد، نمایانگر این مطلب می باشد که آن واحد مقداری بیش از مورد نیاز از منابع مختلف استفاده می کند. بنابراین، با معرفی نمودن سطح مطلوب استفاده از انرژی برای واحدهای ناکارا پیشنهاداتی جهت کارا نمودن آن‌ها ارائه نمود. با استفاده از مدل (BCC) کارایی فنی مطلق یک مزرعه قابل محاسبه می‌باشد. این کار با توجه به مقادیر slack قابل اندازه گیریست. مطابق با تعریف کویلی، (۱۹۹۶) Slack ها برای بیان عدم کارایی تخصیصی قابل استفاده هستند.

کارایی تخصیصی نشان دهنده‌ی ظرفیت یک واحد برای استفاده نهاده‌ها در حالت بهینه می‌باشد. Slackها بیانگر این مطلبند که واحدهای ناکارا برای کارا شدن بایستی به اندازه (کارایی فنی – ۱) میزان مصرف نهاده هاشان را کاهش دهند. برای هر تولید کننده غیر کارا، مقدار واقعی انرژی مصرفی محاسبه شده است و همچنین مقدار انرژی توصیه شده برای آن واحد برای هر یک از نهاده ها نیز محاسبه شده است. در جدول (۷) میزان صرفه جویی بر حسب مگاژول در هکتار را از منابع مختلف مشاهده نمود. با استفاده از اطلاعات جدول (۵) می توان پیشنهاداتی به تولیدکنندگان ارائه نمود تا عملیات بهتری را بکار گیرند تا سطح استفاده از انرژی‌شان را کاهش دهند و به مقدار هدف نزدیک شوند.

جدول (۶) نشان می دهد سهم نهاده الکتریسیته در مجموع صرفه جویی در نهاده ها به میزان ۴۷ ٪ می‌باشد، بعد از آن نهاده سوخت دیزل به میزان ۲۴ ٪ و کود شیمیایی به میزان ۷ ٪ قرار دارد. مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

ای برای تعیین کارایی مزارع در زمینه مصرف انرژی در بنگال هند نشان داد در صورتی که کشاورزان به پیشنهادات حاصل از مطالعه عمل نمایند قادرند حدود ۱۱/۶ ٪ در انرژی مصرفی به منظور بسته بندی صرفه جویی کنند(چاوهان و همکاران،۲۰۰۶). نتایج مطالعه امید و همکاران (۲۰۱۱) نشان می دهد در گلخانه های خیار بیشترین میزان صرفه جویی در مصرف انرژی مربوط به نهاده های سوخت دیزل و الکتریسیته به ترتیب ۷۶/۷ ٪ و ۱۰/۳ ٪ می باشد. مطالعه حاضر استفاده بهتر از نهاده های سوخت دیزل، الکتریسیته و کود شیمیایی را توصیه می نماید. زردآلو کاران مقادیر زیادی از انرژی را با توجه به قیمت کم این نهاده ها مصرف می نمایند. در نهایت در صورتی که واحدهای ناکارا به سمت کارا شدن پیش روند میزان میزان مصرف انرژی از ۶۹۱۲۰/۵ مگاژول به ۶۰۳۳۲/۴ مگاژول کاهش می یابد که ۱۲٪ صرفه جویی را نشان می‌دهد. باید توجه نمود که واحدهای ناکارا تنها با کاهش دادن میزان مصرف نهاده ها قادر نخواهند بود کارایی خود را افزایش دهند، بلکه تحلیل های دقیق‌تری مورد نیاز است تا بتوان علل اصولی دیگری را نیز شناسایی نمود که شامل فاکتورهای محیطی و نحوه‌ی عملیات زراعی می گردند.

نتیجه گیری

اطلاعات مورد استفاده در این مطالعه از ۷۰ کشاورز در شهرستان ابرکوه واقع در استان یزد جمع آوری گردید. مقدار انرژی نهاده های مورد نیاز برای تولید محصول زردآلو ۶۱۱۶۸/۷۵ مگاژول در هکتار و میزان انرژی تولیدی ۳۶۸۳۱/۵۳ مگاژول بود. سه نهاده پر مصرف عبارت بودند از الکتریسیته، سوخت دیزل و کود دامی که به ترتیب ۳۴٪، ۱۶٪ و ۱۴٪ از کل انرژی ورودی را به خود اختصاص داده‌اند.

در این تحقیق با استفاده از تحلیل پوششی داده ها بهینه سازی استفاده از انرژی در باغات زردآلو بررسی شد. مدل نهاده گرای DEA برای تخمین کارایی فنی در تولید زردآلو مورد استفاده قرار گرفت. مطابق نتایج مدل DEA در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس تعداد ۴۳ واحد کارا بودند در حالی که در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس ۳۳ واحد کارا بودند. بیشترین سهم در صرفه‌جویی نهاده های مصرفی مربوط به الکتریسیته و به میزان ۴۱۷۹/۳ مگاژول (۴۷٪) بود. از آنجائی‌که انرژی الکتریسیته عمدتا برای راه اندازی الکتروپمپ‌ها و استحصال آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، در مزارعی که عمر مفید الکتروپمپ‌ها به پایان رسیده است، مصرف انرژی این الکتروپمپ‌ها نیز به شدت افزایش می یابد و در نتیجه میزان اتلاف انرژی در این مزارع مقایسه با مزارعی که الکتروپمپ‌های جدید را بکار می برند بیشتر می‌باشد. استفاده از روش‌های آبیاری سنتی با بهره‌وری پایین که منجر به اتلاف مقادیر زیاد آب و الکتریسیته به شکل انرژی می‌گردد، افت سطح آب‌های زیرزمینی و افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

عمق چاه‌های عمیق و فرسودگی دستگاه‌های استحصال منجر به افزایش مصرف الکتریسیته در مزارع منطقه شده است.

بعد از الکتریسیته بیشترین سهم در صرفه‌جویی نهاده‌ها مربوط به سوخت دیزل و به میزان ۲۱۷۳/۶ مگاژول (۲۴٪) بود. عمده‌ترین دلیلی که مصرف سوخت را در مزارع افزایش می‌دهد، مستهلک بودن ادوات مورد استفاده و عدم تناسب این ادوات با ابعاد مزرعه است. هر چه مزرعه از سطح مکانیزاسیون بالاتری برخوردار باشد، دفعات انجام عملیات و تردد تراکتور کاهش می‌یابد و این امر منجر به کاهش مصرف سوخت و در نهایت کاهش انرژی ورودی به مزرعه خواهد داشت.

از تفسیر نتایج DEA می توان به منظور بهبود استفاده از انرژی و افزایش کارایی آن بهره برد. همچنین این نتایج کمک می کند تا بتوان منشا اتلاف انرژی در واحدهای ناکارا را یافت. نقش عوامل برونزایی همچون بارندگی، تغییرات آب و هوایی و حاصلخیزی خاک در تحقیقات بعدی می تواند مورد توجه قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

۱. حسن زاده ا. رهبر س. (۱۳۸۳). مطالعه جریان انرژی در باغات سیب در آذربایجان غربی. چهارمین کنگره ملی علوم باغبانی. دانشگاه فردوسی مشهد.

۲. کوچکی ع. و حسینی م. (۱۳۶۸). سیر انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات جاوید مشهد.

۳. رمضانی ه. زیبایی م. (۱۳۹۰). بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصولات گوجه، خیار و خربزه .

۴. تحت شرایط کشت زیر پلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۲۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص.۶۵-۵۸.

۵. طاهری اصل، احمد رضا و عباس صادقی، ۱۳۹۰، ضرورتها و راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در بخش کشاورزی، هشتمین همایش ملی انرژی، تهران، کمیته ملی انرژی جمهوری اسلامی ایران.

۶. مهرابی بشرآبادی، حسین و عادله اسمعیلی، ۱۳۸۹، تجزیه و تحلیل ورودی – خروجی انرژی در بخش کشاورزی ایران، نشریه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نوزدهم، شماره ۷۴، تابستان ۱۳۹۰.

۷. وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۰. آمار و داده ها.

۸. وزارت نیرو. ۱۳۸۸. ترازنامه انرژی.

۹. وزارت نیرو. ۱۳۹۰. ترازنامه انرژی.

10. Banker R. D. Charnes A. and Cooper W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis, Management Science, 30: 1078–1092.
11. Binam, J. N., Tonye, J., wandji, N., Nyambi, G., Akoa. M. (2004) .Factors affecting the technical efficiency among small holder farmers in the slash and burn agriculture zone of Cameroon, Food Policy, 29:531-45.
12. Charnes A. Cooper W. W. and Rhodes E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units, European Journal of Operational Research, 2: 429–44.
13. Chauhan N. Mohapatra PKJ. and Pandey KP. (2006). Improving energy productivity in paddy production through benchmarking – an application of data envelopment analysis, Energy Convers Manage, 47: 1063–1085.

www.SID.ir

Archive of SID

14. Coelli TJ. (1996) A Guide to DEAP Ver. 2.1, A data envelopment analysis (computer) program. Centre for efficiency and productivity analysis. University of New England; <www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm>.
15. Cooper W. W, Seiford L. M, Zhu J. (2004b) Handbook on Data Envelopment Analysis. Springer.
16. De D. Singh R.S. and Chandra H. (2001). Technological impact on energy consumption in rainfed soybean cultivation in Madhya Pradesh, Appl Energy, 70: 193–213.
17. Esengun K. Erdal G. Gunduz O. and Erdal H. (2007). An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey, Renew Energy, 32: 1873–1881.
18. Fadavi R. Samavataean N. Keyhani A. and Mohtasebi S. (2012). An Analysis of Improving Energy use with Data Envelopment Analysis in Apple Orchard, Asian Economics and Social Society, 2: 277-286.
19. FAO, 2011. FAO statistics. Available online at http://faostat3.fao.org/home/index.html.
20. Farrell MJ. (1957) .the measurement of productive efficiency, J Roy Stat Soc. Ser A (Gen) 120: 253–81.
21. Galanopoulos K. Aggelopoulos S. Kamenidou I. and Mattas K. (2006). Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming, Agricultural Systems, 88: 125-41.
22. Genitsariotis M. Chlioumis G. Tsarouhas B. Tsatsarelis C,Sfakiotakis E. (2000). Energy and nutrient inputs and outputs of a typical olive orchard in northern Greece, Acta Hortic 525: 455-458.
23. Gezer I. Acaroglu M. and Haciseferogullari H. (2003). Use of energy and labour in apricot agriculture in Turkey, Biomass and Bioenergy, 24: 215-19.
24. Gundogmus E (2006). Energy use on organic farming: A comparative analysis on organic versus conventional apricot production on small holdings in Turkey. Energy Convers Manage 47: 3351-3359.
25. Hessel ZR (1992). Energy and alternatives for fertilizer and pesticide use. In: Energy in world agriculture (Flick RC,ed), 6. Elsevier Sci Publ, pp: 177-210.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Iraizoz M. Rapun M. and Zabaleta I. (2003). Assessing the technical efficiency of horticultural production in Navarra, Spain, Agricultural Systems, 78: 387-403.
27. Jebaraj S. and Iniyan S. (2006). A review of energy models, Renew, Sustain, Energy Rev, 10: 281-311.
28. Kaltsas AM. Mamolos AP. Tsatsarelis CA. Nanos GD,Kalburtji KL. (2007). Energy budget in organic and conventional olive groves. Agric Ecosyst Environ 122:243-251.
29. Khoshroo A. Mulwa R. Emrouznejad A. Arabi B. (2013). A non-parametric Data Envelopment Analysis approach for improving energy efficiency of grape production. Energy 63: 189-194.
30. Kizilaslan H. (2009). Input-output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey", Applied Energy, Vol. 86, pp. 1354-58.
31. Mandal K.G. Saha K.P. Gosh P.L. Hati K.M. and Bandyopadhyay K. K. (2002) Bioenergy and economic analyses of soybean-based crop production systems in central India, Biomass Bioenergy, 23: 337–45.
32. Mohammadi A. Tabatabaeefar A. Shahin S. Rafiee S. and Keyhani A. (2008) Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province, Energy Convers Manage, 49: 3566-3570.
33. Nassiri MS. And Singh S. (2009). Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique, Appl Energy, 86: 1320–1325.
34. Omid M. Ghojabeige M. Delshad and H. Ahmadi. (2011). Energy use pattern and benchmarking of selected greenhouses in Iran using data envelopment analysis, Energy Conversion and Management, 52 (1): 153–162.
35. Ozkan B. Akcaoz H. Fert C. (2004a). Energy input–output analysis in Turkish agriculture, Renew Energy, Vol. 29, pp. 39–51.
36. Rafiee S, Mousavi Avval SH, Mohammadi A, (2010). Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. Energy 35: 3301-3306.
37. Refsgaard K. Halberg N. Kristensen ES. (1998)Energy utilization in crop and diary production in organic and conventional livestock production systems. Agr Syst 57:599-630.

www.SID.ir

Archive of SID

38. Reig-Martinez Ernest and Picazo-Tadeo A. J. (2004). Analyzing farming systems with Data Envelopment Analysis: citrus farming in Spain, Agricultural Systems, 82: 17–30.
39. Singh S. Mittal J. P. (1992). Energy in Production Agriculture, Mittal Pub. New Delhi.
40. Strapatsa A. V. Nanos G. D. and Tsatsarelis C. A. (2006). Energy flow for integrated apple production in Greece, Agriculture, Ecosystem and Environment, 116: 176-180.

www.SID.ir

Archive of SID

پیوست‌ها

جدول ۱- انرژی معادل نهاده و ستاده در تولیدات کشاورزی

الف – نهاده ها	انرژی معادل ($Mj.h^{-1}$)	منبع	الف– نهاده ها	انرژی معادل ($Mj.h^{-1}$)	منبع
نیروی کار(ساعت)	۱/۹۶	Singh, 2002	سموم شیمیایی		
کود شیمیایی			حشره‌کش(لیتر)	۱۹۲	Hassel, 1992
نیتروژن(کیلوگرم)	۶۰/۶۰	Singh, 2002	علف‌کش(لیتر)	۲۳۸	Hassel, 1992
فسفات(کیلوگرم)	۱۱/۱۰	Singh, 2002	سوخت فسیل(لیتر)	۵۶/۳۱	Singh, 2002
پتاس(کیلوگرم)	۶/۷۰	Singh, 2002	قارچ‌کش(لیتر)	۹۲	Hassel, 1992
کود دامی(کیلوگرم)	۰/۳۰		ماشین آلات(ساعت)	۶۲/۷۰	Gundogmus, 2006
آبیاری(متر مکعب)	۰/۶۳	Gundogmus, 2006			
الکتریسیته(کیلووات ساعت)	۱۱/۹۳	Gundogmus, 2006			
ب- ستاده					
میوه زردآلو	۱/۹۰	Singh, 2002			
هسته زردآلو	۹	Gezer, 2003			

جدول ۲- مقدار انرژی نهاده‌ها و ستاده در تولید زردآلو

الف – نهاده ها	مقدار مورد استفاده (در هکتار)	مگاژول (هکتار)	درصد
نیروی کار(ساعت)			
عملیات کاشت و داشت	۲۳۶/۷۸	۴۶۴/۰۸	۰/۷۵
برداشت، طبقه بندی	۲۰۲/۷	۳۹۷/۲۹	۰/۶۵
ماشین الات (ساعت)			
آماده‌سازی زمین	۱۷	۱۰۶۵/۹	۱/۷
عملیات زراعی	۳۵	۲۱۹۴/۵	۳/۶
برداشت و حمل و نقل	۳	۱۸۸/۱	۰/۳

www.SID.ir

Archive of SID

کود شیمیایی (کیلو)			
نیتراته	۱۰۰	۶۰۶۰	۹/۹
فسفاته	۵۰	۵۵۵	۰/۹
پتاس	۵۰	۳۳۵	۰/۵۴
کود دامی (کیلو)	۳۰۰۰۰	۹۰۰۰	۱۴/۷۲
سموم شیمیایی(لیتر)			
حشره کش	۵/۲۸	۱۰۱۳/۷۶	۱/۶۵
قارچ کش	۲/۱۷	۲۰۰/۳۷	۰/۳۲
علف هرز کش	۳/۹۶	۹۴۲/۴۸	۱/۵۴
سوخت دیزل (لیتر)	۱۸۰	۱۰۱۳۵/۸	۱۶/۵۸
الکتریسیته(کیلو وات ساعت)	۱۷۶۵	۲۱۰۵۶	۳۴/۴۵
آب آبیاری (متر مکعب)	۱۲۰۰۰	۷۵۰۰	۱۲/۷۲
کل انرژی ورودی		۶۱۱۶۸/۷۵	
ب- ستاده			
میوه زردآلو (کیلو)	۱۵۰۹۴/۱۵	۲۸۶۷۸/۸۹	۷۸
هسته زردآلو (کیلو)	۹۰۵/۸۴	۸۱۵۲/۶۴	۲۲
کل انرژی خروجی		۳۶۸۳۱/۵۳	

مأخذ: یافته های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- نسبت ورودی-خروجی انرژی در تولید زردآلو

شاخص	واحد	
کارایی انرژی = $\frac{\text{کل انرژی خروجی}(\boldsymbol{Mj\ ha^{-1}})}{\text{کل انرژی ورودی}(\boldsymbol{Mj\ ha^{-1}})}$	-	۰/۴۱
بازده انرژی = $\frac{\text{محصول خشک}(\boldsymbol{kg\ ha^{-1}})}{\text{کل انرژی ورودی}(\boldsymbol{Mj\ ha^{-1}})}$	$Kg\ Mj^{-1}$	۰/۲۶
انرژی مخصوص = $\frac{\text{کل انرژی ورودی}(\boldsymbol{Mj\ ha^{-1}})}{\text{محصول خشک}(\boldsymbol{kg\ ha^{-1}})}$	$Mj\ kg^{-1}$	۳/۸۲
انرژی خالص = انرژی ورودی ($Mj\ ha^{-1}$) – انرژی خروجی($Mj\ ha^{-1}$)	$Mj\ ha^{-1}$	-۲۴۳۳۷/۲

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۴- نتایج کارایی فنی

واحد	امتیاز کارایی فنی	واحد های الگو
DMU(22)	۰/۷۸	۶ (۰/۳۴)، ۵۴ (۰/۴۳)، ۳۴ (۰/۰۴۳)، ۶۴ (۰/۲)
DMU(5)	۰/۸۲	۸ (۰/۳۳)، ۳۴ (۰/۴۳)، ۴۵ (۰/۰۷۳)
DMU(35)	۰/۹۹	۳ (۰/۳۳)، ۶۵ (۰/۵۵)، ۵۱ (۰/۰۷)، ۶۵ (۰/۳۵)

ماخذ: یافته های تحقیق

جدول۵- کارایی فنی، فنی مطلق و مقیاس

کارایی مقیاس ($\boldsymbol{CRS/VRS}$)	کارایی فنی		DMU
	VRS	CRS	
۰/۸۵	۰/۹۵	۰/۸۱	متوسط
۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۰۶۳	انحراف معیار

مأخذ: یافته های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶- مقدار ذخیره انرژی در نهاده‌های مختلف بر حسب پیشنهادات ارائه شده در مطالعه

نهاده	مقدار استفاده فعلی($Mj\ ha^{-1}$)	مقدار هدف ($Mj\ ha^{-1}$)	صرفه‌جویی انرژی ($Mj\ ha^{-1}$)	سهم نهاده در صرفه‌جویی(درصد)
آب آبیاری	۷۸۵۶	۷۵۰۰/۴	۳۵۵/۶	۴
سوخت دیزل	۱۲۲۳۹/۶	۱۰۰۶۶	۲۱۷۳/۶	۲۴
ماشین آلات	۳۶۷۶/۶	۳۲۹۰/۴	۳۸۶/۲	۴
سموم شیمیایی	۲۳۴۱/۵	۱۸۵۴/۹	۴۸۶/۶	۵
نیروی انسانی	۹۰۰/۹	۸۵۰/۶	۶۲۸۳۵۰/۳	۰/۵
کود شیمیایی	۷۵۴۹/۷	۶۸۹۳/۴	۶۵۶/۵	۷
کود دامی	۹۵۰۰	۹۰۰۰	۵۰۰	۵
الکتریسیته	۲۵۰۵۶	۲۰۸۷۶/۷	۴۱۷۹/۳	۴۷
کل	۶۹۱۲۰/۵	۶۰۳۳۲/۴	۸۷۸۸/۱	۱۰۰

مأخذ: یافته های تحقیق

www.SID.ir