مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران
دوره ۲-۴۷، شماره ۲، ۱۳۹۵ (۳۰۱-۲۹۳)

تحلیل انرژی تولید هندوانه تحت سیستم کشت زیر پلاستیک و فضای باز با روش DEA در خوزستان

زینت عبداللهی آرپناهی[۱]، افشین مرزبان[۲]*، محمد امین آسودار[۳]، عباس عبدشاهی[۴]
۱، ۲، ۳، ٤، دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار، استاد و استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
(تاریخ دریافت: ۹۳/٦/۳- تاریخ تصویب: ۹٤/۵/۲۱)

چکیده

روش تحلیل پوششی داده‌ها برای تحلیل مزارع کارا، تعیین مزارع کارا از ناکارا و شناسایی مصرف بیهوده انرژی برای تولیدکنندگان هندوانه در منطقه خوزستان استفاده شد. داده‌ها با استفاده پرسشنامه حضوری از ۱۲۵ تولیدکننده هندوانه جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که کل انرژی ورودی در دو سیستم زیر پلاستیک و فضای باز هندوانه به‌ترتیب ۳۹/٦٤ و ۳۸/۹۲ گیگاژول بر هکتار بود. بیشترین سهم از کل انرژی ورودی در بین نهاده‌ها در سیستم زیر پلاستیک، پلاستیک با ۳٤، کود شیمیایی با ۲۲ و سوخت دیزل با ۱۷ درصد بودند. در حالی‌که در سیستم فضای باز بیشترین سهم از نهاده‌ها برای سوخت دیزل، کود شیمیایی و آب آبیاری به‌ترتیب با مقادیر ۳۷، ۲۷ و ۱٤ درصد از انرژی مصرفی کل بود. متوسط مقادیر کارایی فنی خالص و کارایی فنی در تولید هندوانه در سیستم زیر پلاستیک به ترتیب به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۸۲ بودند. در تولید هندوانه در سیستم فضای باز به‌ترتیب این مقادیر ۰/۹۸ و ۰/۷٦ محاسبه شد. همچنین، نتایج نشان داد که اگر تولیدکننده از بسته پیشنهادی توسط DEA پیروی کند؛ به‌ترتیب تقریباً ٤/٦۹ و ۱۰/۲۱ گیگاژول بر هکتار در سیستم‌های تولید هندوانه در زیر پلاستیک و فضای باز در همه مزارع ناکارا می‌تواند ذخیره شود.

واژه‌های کلیدی: سیستم زیر پلاستیک، روش DEA ، کود شیمیایی، سوخت دیزل، کارایی فنی

مقدمه

ایران از نظر تولید هندوانه با تولید ۳ درصد از مقدار تولید جهانی در رتبه سوم جهان قرار دارد (Anonymous, 2012). سطح زیر کشت و تولید هندوانه در ایران در سال ۲۰۱۲ به‌ترتیب ۱۴۵۰۰۰ هکتار و ۳۸۰۰۰۰۰ تن بوده است. استان خوزستان با ۱۱/۱ درصد تولید معادل ۹۱۱۰۰۰ تن رتبه چهارم تولید محصولات جالیزی کشور را به خود اختصاص داده است. حدود ۱۶۵۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی استان خوزستان به کشت هندوانه تعلق دارد (Anonymous, 2013). استفاده نامناسب از منابع مختلف تولید در کشاورزی و پیامدهای سلامتی انسان و محیط‌زیست همراه با آن منجر به افزایش مطالعات مربوط به انرژی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیر گذار بر روی محیط‌زیست در سیستم‌های تولید کشاورزی شده است. بنابراین، در آینده کشاورزی‌ای پایدار و موفق خواهد بود که بتواند در عین تولید زیادتر، منابع و به‌ویژه انرژی

* نویسنده مسئول: افشین مرزبان
E-mail: afshinmarzban@hotmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

کمتری نیز مصرف کند. یکی از روش‌های نوین کشاورزی متراکم، کشت کنترل شده است. کشت در زیر پلاستیک یک سیستم کشت نسبتاً کنترل شده می‌باشد که توجه بخش تحقیقات و تولید به سمت آن در حال افزایش است. کشت زیر پلاستیک در واقع پلی بین کشاورزی در فضای باز و کشاورزی در محیط بسته (گلخانه) است (Abdolkarim-zade, 2006). با توجه به فقدان منابع اطلاعاتی جهت بالا بردن میزان موفقیت به‌کارگیری این سیستم در کشور و با توجه به اینکه استفاده موثر از انرژی در بخش کشاورزی نقش اساسی در پایداری تولید، حفظ ذخایر سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی هوا دارد؛ لازم است تا مطالعات پایه‌ای در ارتباط با کاربرد این سیستم کشت و تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در راستای کارآمدی و پایداری هر چه بیشتر تولید انجام گیرد. اگرچه در سطح دنیا مطالعات متعددی به منظور تعیین انرژی دو سیستم فضای باز و سیستم گلخانه‌ای برای تعیین کارایی انرژی تولید انجام شده است (Loghmanpor et al, 2013؛ Kaswardhani et al, 2013 Naval et al, 2013؛ Yousefi et al, 2012&). مطالعات محدودی در رابطه با الگوی مصرف انرژی و تعیین معیار تولید محصولات وجود دارد. اخیراً کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در مدل‌سازی انرژی محبوبیت بسیاری به دست آورده است. DEA یک روش آنالیز غیر پارامتری برای اندازه‌گیری کارایی و تعیین معیار واحدهای تصمیم‌گیری (DMU) استفاده می‌شود. تحقیقات وسیعی با این روش در کشاورزی صورت گرفته است (Omid et al, 2011; Firoozi et al, 2014 & Rahbari et al, 2013). با این وجود تا کنون مطالعه‌ای در مورد کارایی فنی، و بهره‌وری تولید هندوانه در دو سیستم کشت ذکر شده انجام نشده است. در این راستا، مطالعه حاضر به‌منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی در تولید هندوانه، شناسایی مزارع کارا از ناکارا و مصرف اضافی انرژی با استفاده از روش DEA، در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد نیاز تحقیق با استفاده از پرسشنامه، مصاحبه و مشاهده در زمستان ۱۳۹۲ جمع‌آوری شد. حجم نمونه از طریق رابطه (۱) برآورد گردید (Nofresti, 2005). تعداد ۱۲۵ تولیدکننده هندوانه در شهرستان‌های عمده تولید در استان خوزستان (شوش، شوشتر، اهواز و بهبهان) شامل ۶۳ و ۶۲ تولیدکننده هندوانه در سیستم زیر پلاستیک و فضای باز مورد بررسی قرار گرفتند.

$$n=\frac{Pq\times t^2}{d^2} \quad (۱)$$

که در این رابطه n حجم نمونه، p و q سهم سطح زیر کشت هندوانه و گوجه‌فرنگی در دو سیستم، t ضریب اطمینان (۱/۹۶) و d دقت احتمالی مطلوب (۰/۰۵) است.

شاخص‌های انرژی به عنوان ابزاری که امکان مقایسه سیستم‌ها با یکدیگر و مطالعه جز به جز آن‌ها را فراهم می‌کنند طبق روابط ۲ تا ۵ محاسبه شدند (Naval et al, 2013).

$$ER= \sum E_{out} / \sum E_{in} \quad (۲)$$

$$Productivity=\frac{Y}{\sum E_{in}} \quad (۳)$$

$$Intensity = \frac{\sum E_{in}}{Y} \quad (۴)$$

$$NE=\sum E_{out}-\sum E_{in} \quad (۵)$$

که در این روابط ER نسبت انرژی (بدون واحد)، E_{out} انرژی خروجی بر حسب (MJ/ha)، E_{in} انرژی ورودی بر حسب (Mj/ha)، Productivity بهره‌وری انرژی بر حسب (Kg/Mj)، Intensity شدت انرژی بر حسب (Mj/Kg)، Y کل محصول تولیدی در دوره بر حسب (Kg/ha) و NE افزوده خالص انرژی بر حسب (MJ/ha).

در کشاورزی انرژی به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم مصرف می‌شود. انرژی‌های مستقیم شامل انرژی‌های مربوط به نیروی انسانی، استحصال آب آبیاری، الکتریسیته و سوخت است (Tabatabaei et al, 2013). انرژی‌های غیرمستقیم شامل انرژی‌های مربوط به بذر، ماشین‌های کشاورزی، پلاستیک، کود حیوانی، کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی است (Namdari et al, 2011).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ معادل انرژی ورودی‌های مورد استفاده

نهاده	واحد	معادل انرژی	منبع
نیروی کار	ساعت	۱/۹۶	Heidari and Omid (2011)
ماشین‌ها	ساعت	۶۲/۷۰	Zangeneh et al (2010)
سوخت دیزل	لیتر	۵۶/۳۱	Omid et al (2011)
آب آبیاری	متر مکعب	۰/۶۳	Ozkan et al (2004)
الکتریسیته	کیلو وات ساعت	۱۱/۹۳	Heidari and Omid (2011)
کود حیوانی	کیلوگرم	۰/۳	Hossain panahi and Kafi (2012)
پلاستیک	کیلوگرم	۱۵۸/۲	El- Helepi (1997)
کود شیمیایی	کیلوگرم		
نیتروژن		۶۶/۱۴	Heidari and Omid (2011)
فسفر		۱۲/۴۴	Heidari and Omid (2011)
پتاسه		۱۱/۱۵	Heidari and Omid (2011)
سموم شیمیایی	کیلوگرم		
حشره‌کش		۱۹۹	Ozkan et al (2007)
قارچ‌کش		۹۲	Ozkan et al (2007)
علف‌کش		۲۳۸	Ozkan et al (2007)
کنه‌کش		۱۰۰	Nieukoop (1998)
بذر (هندوانه)	بوته	۰/۱۸	Canakci et al (2005)
خروجی (هندوانه)	کیلوگرم	۱/۹	Namdari (2011)

مهم‌ترین ویژگی روش‌های غیر پارامتری این است که نیاز به توزیع یا شکل خاص تابع ریاضی ندارند. از مهم‌ترین روش‌های غیر پارامتری، تحلیل پوششی داده‌هاست. این تکنیک کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری را بر مبنای داده‌ها و ستاده‌های در اختیار آنها محاسبه و گزارش می‌نماید. تمامی واحدهای تولیدی از نظر مصرف انرژی و عملکرد مورد بررسی و از بین آن‌ها واحدهای کارا و ناکارا و همچنین، میزان مصرف نهاده‌ها و تولید ستانده در آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در روش DEA واحدهای ناکارا را می‌توان با کاهش سطح ورودی و ثابت نگه‌داشتن خروجی (ورودی محور) و یا به‌طور مشابه، با افزایش سطح خروجی و ورودی ثابت (خروجی محور) کارا نمود (Qasemi-korKheili et al, 2014). انتخاب جهت‌گیری ورودی یا خروجی بستگی به خصوصیات منحصر به فرد واحدهای تصمیم‌گیری تحت مطالعه دارد. در مواردی مانند این مطالعه روش ورودی محور به دلیل وجود تنها یک خروجی و ورودی‌های مختلف مناسبتر به نظر می‌رسد (Moghimi et al, 2013).

کارایی فنی (TE_{CCR}) را می‌توان به‌طور کلی نسبت مجموع وزن خروجی‌ها به وزن ورودی‌ها تعریف نمود که با استفاده از رابطه ریاضی زیر بیان می‌شود (Mousavi-Aval et al., 2011).

$$TEj=\frac{\sum_{r=1}^{n} u_r y_{r,j}}{\sum_{s=1}^{m} v_s x_{s,j}} \qquad (۱۰)$$

که در این رابطه u_r، وزن خروجی n؛ Y_r، مقدار خروجی n؛ v_s، وزن ورودی n؛ X_s، مقدار ورودی n؛ r، شماره خروجی‌ها (r=1,2,….n)؛ s، شماره ورودی‌ها (s=1,2, …,m) و j نشان‌دهنده jامین واحد تصمیم‌گیری (j=1,2, …,k) است.

کارایی فنی خالص توسط Banker et al. در سال ۱۹۸۴ معرفی شد. این مدل با نام *BCC* و تحت بازگشت به مقیاس متغیر، کارایی فنی را با برنامه‌خطی به صورت زیر بیان می‌کند.

$$\text{Maximize } z= uy_i - u_i \qquad (۱۱)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{Subjected to } vx_i=1 \quad (۱۲)$$

$$-vX+uY-u_0e\leq 0 \quad (۱۳)$$

$$V\geq 0 \text{ and } u\geq 0 \quad (۱۴)$$

که در این رابطه z و u_0؛ u و v ماتریس‌های وزنی ورودی و خروجی و Y و X به‌ترتیب ماتریس‌های متناظر ورودی و خروجی و x_i و Y_i به iامین ورودی و خروجی اشاره دارد. توجه داشته باشید که u_0 می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

کارایی مقیاس، ارتباط بین کارایی فنی و کارایی فنی خالص را طبق رابطه زیر بیان می‌کند (Moghimi et al, 2013).

$$SE=\frac{TE_{CCR}}{TE_{BCC}} \quad (۱۵)$$

در تحلیل واحدهای کارا و ناکارا نسبت انرژی ذخیره شده (ESTR) را می‌توان برای بیان سطح ناکارایی هر واحد تصمیم‌گیری در مواجه با انرژی مصرفی استفاده نمود. رابطه زیر بیان کننده این شاخص می‌باشد (Firoozi et al, 2014).

$$ESTRj=\frac{\text{j(انرژی قابل ذخیره سازی نهاده)}}{\text{i(میزان واقعی مصرف انرژی نهاده)}} \quad (۱۶)$$

که ESTR کاهش کل انرژی مقدار ورودی‌ها است که می‌توان بدون کاهش سطح خروجی ذخیره نمود و j نشان‌دهنده jامین واحد تصمیم‌گیری است. مقدار ESTR بین صفر و یک است. مقدار صفر نشان‌می‌دهد که واحد تصمیم‌گیری روی مرز کارایی قرار دارد در حالی‌که مقدار بزرگتر به معنی عدم کارایی انرژی بیشتر و میزان قابلیت صرفه‌جویی بالاتر انرژی می‌باشد (Hu & Kao, 2007). برای محاسبه کارایی واحدهای هندوانه زیر پلاستیک و فضای باز از اکسل ۲۰۰۷ و نرم افزار MAXDEA استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل انرژی ورودی –خروجی در تولید هندوانهدر جدول ۲ محتوای انرژی و درصد سهم هر یک از ورودی‌ها در تولید هندوانه نشان داده شده است. کل انرژی مصرفی در تولید هندوانه زیر پلاستیک و فضای باز به ترتیب ۳۸۶۰۸/۷۵ و ۳۷۷۱۵/۹۸ مگاژول بر هکتار و انرژی خروجی به ترتیب ۹۰۶۲۶/۹۸ و ۶۶۶۶۵/۴۸ مگاژول بر هکتار بود. در تولید هندوانه زیر پلاستیک، پلاستیک و کودهای شیمیایی به‌ترتیب با ۳۴ و ۲۲ درصد بیشترین سهم انرژی مصرفی را دارا بودند. در سیستم فضای باز بیشترین سهم را سوخت دیزل و کودهای شیمیایی به‌ترتیب با ۳۷ و ۲۷ درصد انرژی مصرفی دارا بودند. Namdari (2011) بیشترین سهم انرژی نهاده را در دو گروه ۱ (مالک ماشین و سطح بالای فناوری کشاورزی) و ۲ (غیر مالک و با سطح پایین فناوری کشاورزی) در تولید هندوانه و Eslami-Nezad and Eslami (2012) در تولید خربزه به‌ترتیب برای کودهای شیمیایی و سوخت دیزل گزارش دادند.

جدول ۲ محتوای انرژی (مگاژول بر هکتار) و درصد سهم نهاده‌های تولید هندوانه زیر پلاستیک و فضای باز

نهاده‌های ورودی	زیر پلاستیک		فضای باز	
	محتوای انرژی	درصد	محتوای انرژی	درصد
نیروی انسانی	۱۷۱۸/۶۷	۰/۰۴	۱۴۵۷/۸۱	۰/۰۴
سوخت	۶۸۸۱/۴۸	۰/۱۷	۱۴۳۲۷/۷۲	۰/۳۷
الکتریسیته	۱۳۴۳/۵۵	۰/۰۳	۳۳۸۲/۳۵	۰/۰۹
آب آبیاری	۲۶۰۸/۹۸	۰/۰۷	۵۲۶۹/۶۹	۰/۱۴
ماشین‌ها	۱۲۶۲/۶۶	۰/۰۳	۱۰۹۲/۲۵	۰/۰۳
سموم شیمیایی	۷۹۰/۳۳	۰/۰۲	۸۵/۸۵۶/۴۳	۰/۰۲
کودهای شیمیایی	۸۵۳۱/۹۷	۰/۲۲	۱۰۵۷۶/۴۵	۰/۲۷
کود حیوانی	۱۸۳۳/۸۱	۰/۰۵	۷۳۰/۹۹	۰/۰۲
پلاستیک	۱۳۶۳۵/۳۳	۰/۳۴		
بذر	۱۰۳۹/۱۸	۰/۰۳	۲۰۹/۵۱ ۱	۰/۰۳
کل ورودی‌ها	۳۹۶۴۶/۴۶		۳۸۹۲۳/۱۹	
خروجی هندوانه	۹۰۶۲۶/۹۸		۶۶۶۶۵/۴۸	

Archive of SID

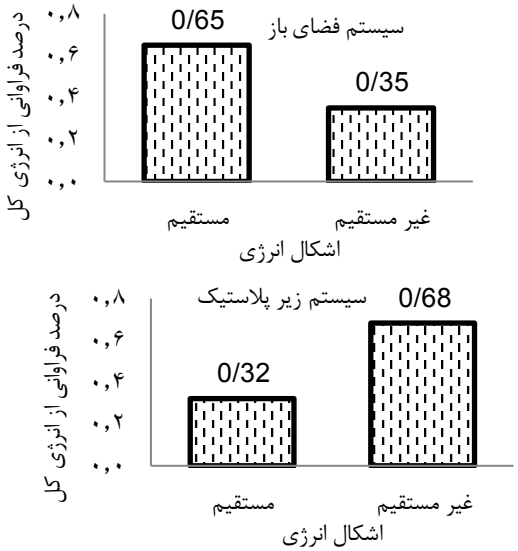
www.SID.ir

نسبت انرژی، بهره‌وری، افزوده خالص و شدت انرژی در جدول ۳ نشان داده شده است. نسبت انرژی در دو سیستم زیر پلاستیک و فضای باز به‌ترتیب ۲/۳۹ و ۱/۹ بود که نشان می‌دهد نسبت انرژی در سیستم زیر پلاستیک تقریبا ۱/۲ برابر این مقدار در سیستم فضای باز می‌باشد. به‌منظور بهبود این شاخص می‌توان عملکرد خروجی را بالا برده یا انرژی ورودی را کاهش داد یا هر دو گزینه را مد نظر قرار داد. Namdari (2011) نسبت انرژی را در دو گروه ۱ (مالک ماشین و سطح بالای فناوری کشاورزی) و ۲ (غیر مالک و با سطح پایین فناوری کشاورزی) در تولید هندوانه به‌ترتیب ۱/۲۶ و ۱/۱۳ گزارش داد. بهره‌وری انرژی در سیستم زیر پلاستیک (۱/۲۶ کیلوگرم بر مگاژول) بیشتر از سیستم فضای باز (۱ کیلوگرم بر مگاژول) بود. به عبارت دیگر، ۰/۹۷ مگاژول انرژی برای تولید یک کیلوگرم هندوانه در سیستم زیر پلاستیک استفاده می‌شود. در حالی‌که این مقدار ۰/۶۷ مگاژول بر کیلوگرم برای سیستم فضای باز هندوانه بود. Eslami-Nezad and Eslami (2012) بهره‌وری انرژی را ۰/۶۳ کیلوگرم بر مگاژول برای تولید خربزه برآورد نمودند. افزوده خالص انرژی نیز برای تولید محصول هندوانه در دو سیستم زیر پلاستیک و سیستم فضای باز به ترتیب ۵۰۹۸۰/۵۳ و ۲۷۷۴۲/۲۹ مگاژول بر هکتار به‌دست آمد.

جدول ۳ شاخص‌های انرژی برای تولید هندوانه تحت سیستم زیر پلاستیک و فضای باز

شاخص‌ها	واحد	زیر پلاستیک	فضای باز
نسبت انرژی	-	۲/۳۹	۱/۹
بهره‌وری انرژی	کیلوگرم برمگاژول	۱/۲۶	۱
شدت انرژی	مگاژول بر کیلوگرم	۰/۹۳	۰/۶۷
افزوده خالص انرژی	مگاژول بر هکتار	۵۰۹۸۰/۵۳	۲۷۷۴۲/۲۹

در نمودار ۱ درصد هر یک از انواع انرژی شامل انرژی مستقیم و غیرمستقیم برای تولید هندوانه ارائه‌شده است. سهم انرژی مستقیم و غیرمستقیم در تولید هندوانه زیر پلاستیک به‌ترتیب ۳۲ و ۶۸ درصد می‌باشد. این مقادیر در تولید هندوانه فضای باز به‌ترتیب ۶۵ و ۳۵ درصد می‌باشد.Namdari (2011) سهم انرژی مستقیم را در دو گروه ۱ (مالک ماشین و سطح بالای فناوری کشاورزی) و ۲ (غیر مالک و با سطح پایین فناوری کشاورزی) در تولید هندوانه به‌ترتیب ۴۹/۵۹ و ۴۹/۱۲ درصد و سهم انرژی غیر مستقیم را در دو سیستم به‌ترتیب ۵۰/۴۱ و ۵۰/۸۸ درصد برآورد نمودند.



نمودار ۱ توزیع انواع و فراوانی انرژی در تولید هندوانه

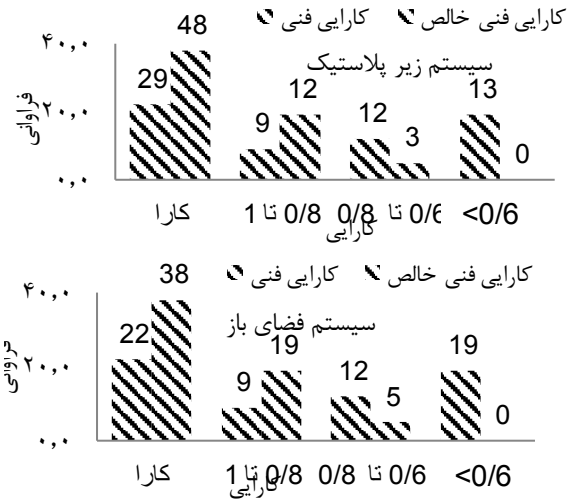
تخمین کارایی مزارع هندوانه در سیستم زیر پلاستیک و فضای باز

نتایج مدل BCC و CCR در نمودار ۲ نشان داده شده است. طبق مدل CCR از ۱۲۵ مزرعه تولید هندوانه به‌ترتیب ۲۹ (۴۶ درصد) و ۲۲ (۳۵ درصد) مزرعه در سیستم زیر پلاستیک و فضای باز کارا بودند. طبق نتایج مدل BCC به‌ترتیب ۴۸ و ۳۸ واحد از مزارع تولید هندوانه تحت سیستم زیر پلاستیک و فضای باز کارا بودند. این مطلب نشان‌دهنده این است که به ترتیب ۴۸ و ۳۸ واحد سیستم زیر پلاستیک و فضای باز بهترین مدیریت را داشتند. متوسط کارایی فنی خالص و کارایی فنی به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۸۲ در سیستم زیر پلاستیک تولید هندوانه بود. این مقادیر به‌ترتیب در سیستم فضای باز ۰/۹۸ و ۰/۷۶ بودند. این بدین معنی است که به‌طور متوسط مزارع می‌توانند با کاهش ورودی‌ها به میزان ۰/۰۲ و ۰/۱۸ در سیستم زیر پلاستیک و ۰/۰۲ و ۰/۲۴ در سیستم فضای باز، سطح خروجی را ثابت نگه دارند. افزایش کارایی فنی یک مزرعه در واقع به معنای استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

کمتر ورودی‌ها، کاهش هزینه‌های تولید و در نهایت سود بیشتر است.



نمودار ۲توزیع واحدهای تولیدی هندوانه بر اساس کارایی فنی و فنی خالصهمچنین، مطالعات دیگر نتایج مشابهی را گزارش دادند (Pahlavan et al, 2012; Omid et al, 2011). نتایج کارایی مقیاس نشان می‌دهد که مزراعی که کارا شده‌اند. به‌طور کلی، عملیات آن‌ها در بهره‌ورترین اندازه مقیاس تولید انجام گرفته است.

جدول ۴ کارایی، کارایی فنی خالص و مقیاس هندوانه زیر پلاستیک

کارایی	بیشترین	کمترین	میانگین	انحراف معیار
کارایی فنی	۱	۰/۲۱	۰/۸۲	۰/۲۲
کارایی فنی خالص	۱	۰/۶۹	۰/۹۸	۰/۰۶
کارایی مقیاس	۱	۰/۲۲	۰/۸۳	۰/۲۱

در تولید هندوانه زیر پلاستیک ۳۴ (۵۴ درصد) مزرعه باید اندازه تولید مقیاس خود را افزایش دهند.

در حالی‌که این مقدار در تولید هندوانه فضای باز ۴۰ (۶۴ درصد) مزرعه می‌باشد.

جدول ۵ کارایی، کارایی فنی خالص و مقیاس هندوانه فضای باز

کارایی	بیشترین	کمترین	میانگین	انحراف معیار
کارایی فنی	۱	۰/۲۸	۰/۷۶	۰/۲۳
کارایی فنی خالص	۱	۰/۷۲	۰/۹۸	۰/۰۸
کارایی مقیاس	۱	۰/۲۸	۰/۷۹	۰/۲۲

متوسط واقعی انرژی مصرف‌شده و مقادیر بهینه و انرژی ذخیره‌شده

در جداول ۶ و ۷ مقادیر متوسط واقعی انرژی مصرف‌شده و مقادیر بهینه، به همراه شاخص ESTR آورده شده است. طبق نتایج در تولید هندوانه در سیستم زیر پلاستیک بیشترین انرژی ذخیره‌سازی کل با ۱۲۵۱/۲۷ مگاژول بر هکتار مربوط به سوخت دیزل و پس از آن کودهای شیمیایی و پلاستیک با مقادیر ۱۰۸۱/۸۱ و ۶۵۴/۷۸ مگاژول بر هکتار قرار دارند. بنابراین، در تولید هندوانه زیر پلاستیک به‌طور متوسط تقریبا ۴۱۶۹/۸۲ مگاژول بر هکتار از انرژی مصرفی کل با ثابت بودن سطح خروجی عملکرد هندوانه قابل ذخیره است. در تولید هندوانه در سیستم فضای باز بیشترین انرژی ذخیره‌سازی کل متعلق به سوخت دیزل (۴۶۶۸/۸۲ مگاژول بر هکتار) و به دنبال آن کودهای شیمیایی (۲۹۱۷/۹۴ مگاژول بر هکتار) می‌باشد. تفاوت بین مقادیر انرژی واقعی مصرفی و انرژی بهینه ورودی‌ها نشان می‌دهد که ۱۰۲۱۷/۸۴ مگاژول بر هکتار می‌تواند ذخیره شود. میزان شاخص ESTR برای تولید هندوانه در سیستم فضای باز ۲۶/۲۵ درصد محاسبه شد. Firoozi et al (2014) انرژی ذخیره‌شده در خیار گلخانه‌ای را ۲۶/۸۵ درصد (۱۴۰ گیگاژول بر هکتار) و Reyhani Farashah et al(2013) این مقدار را ۲۱/۹ درصداز کل انرژی ورودی در تولید قارچ دکمه‌ای برآورد نمودند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶ میزان بهینه مصرف انرژی و میزان واقعی مصرف انرژی (مگاژول بر هکتار) و شاخص ESTR در هندوانه زیر پلاستیک

نهاده‌ها	انرژی قابل ذخیره	میزان بهینه مصرف انرژی	ESTR (٪)
آب آبیاری	۲۷۸/۲۴	۲۳۳۰/۷۴	۱۰/۶۶
سوخت	۱۲۵۱/۲۷	۵۶۳۰/۲۱	۱۸/۱۸
الکتریسیته	۶۷/۵	۱۲۷۶/۰۴	۵/۰۲
نیروی انسانی	۱۰۴/۳۲	۱۶۱۴/۳۵	۶/۰۷
ماشین‌ها	۳۴۶/۹۲	۹۱۵/۷۴	۲۷/۴۸
پلاستیک	۶۵۴/۷۸	۱۲۹۸۰/۵۵	۴/۸
سموم شیمیایی	۹۳/۸۷	۶۹۶/۴۵	۱۱/۸۸
کودهای شیمیایی	۱۰۸۱/۸۱	۷۴۵۰/۱۵	۱۲/۶۸
کود حیوانی	۲۶۰/۳	۱۵۷۳/۴۹	۱۴/۲
بذر	۳۰/۷۹	۱۰۳۹/۱۸	۲/۹۶
مجموع	۴۱۶۹/۸۲	۳۴۴۶۹/۶۶	۱۰/۵۲

جدول ۸ میزان بهینه مصرف انرژی و میزان واقعی مصرف انرژی (مگاژول بر هکتار) و شاخص ESTR در هندوانه فضای باز

نهاده‌ها	انرژی قابل ذخیره	میزان بهینه مصرف انرژی	ESTR (%)
آب آبیاری	۷۷۲/۳۸	۴۵۱۷/۳۱	۱۴/۶
سوخت	۴۶۶۸/۸۲	۹۶۵۸/۸۹	۳۲/۵
الکتریسیته	۱۷۷/۴۷	۳۲۰۴/۸۷	۵/۲
نیروی انسانی	۴۰۶/۴۳	۱۰۵۱/۳۹	۲۷/۸
ماشین‌ها	۴۳۳/۶۹	۶۵۸/۵۷	۳۹/۷
سموم شیمیایی	۳۴۱/۸۸	۵۱۴/۵۵	۳۹/۹
کودهای شیمیایی	۲۹۱۷/۹۴	۷۶۵۸/۵	۲۷/۵
کودحیوانی	۳۸۰/۴۹	۳۵۰/۵	۵۲
بذر	۰	۱۰۹۰/۰۷۷۷	۹/۸
مجموع	۱۰۲۱۷/۸۴	۲۸۷۰۵/۳۵	۲۶/۲۵

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

متوسط انرژی ورودی و خروجی در سیستم زیر پلاستیک هندوانه به ترتیب ۳۹۶۴۶/۴۶ و ۹۰۶۲۶/۹۸ بود. در حالی‌که در سیستم فضای باز به ترتیب ۳۸۹۲۳/۲۳ و ۶۶۶۶۵/۴۸ مگاژول بر هکتار برآورد شد. نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی و افزوده خالص انرژی تولید هندوانه در سیستم زیر- پلاستیک به ترتیب ۲/۳۹، ۱/۲۶ کیلوگرم بر مگاژول و ۵۰۹۸۰/۵۳ مگاژول بر هکتار بودند. این مقادیر در سیستم فضای باز به‌ترتیب ۱/۹، ۱ کیلوگرم بر مگاژول و ۲۷۷۴۲/۲۹ مگاژول بر هکتار بودند. نتایج به دست آمده از روش DEA نشان داد که میانگین کارایی مقیاس در دو سیستم به‌ترتیب ۰/۸۳ و ۰/۷۹ برآورد شد.

با توجه به یافته‌های پژوهش پیشنهادهای زیر ارایه می‌گردد:

-با توجه به سهم قابل توجه سوخت و کودهای شیمیایی در قابلیت ذخیره‌سازی انرژی، لزوم اشاعه فرهنگ بهینه‌سازی انرژی در میان کشاورزان در مصرف این نهاده‌ها و نظارت و توجه بر کاهش مصرف میزان کودهای شیمیایی و محلول‌پاشی کودهای مایع و استفاده از کود آبیاری پیشنهاد می‌شود.

-با توجه به ناکارایی مقیاس در مزارع تولید هندوانه پیشنهاد می‌شود که با بهبود اقدامات مدیریتی شامل استفاده بهینه از کودها، کنترل آفات، عملکرد در واحد سطح را افزایش داده و با افزایش عملکرد، کارایی انرژی را بهبود بخشید.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Abdolkarim-zadeh, M. R. (2006). *Plasticulture*. Tehran. Morsel. P. 93. (In Farsi).
2. Anonymous. (2012). *Food and Agricultural Organization* (FAO). Retrieved from: http://apps.fao.org/faostat.
3. Anonymous. (2013). *Statistics and Information Office of Agricultural Ministry.* Agricultural Statistics for cucurbit crops, Khouzestan, Iran. (In Farsi).
4. Canakci, S., Topakci, M., Akinci, I. & Ozmerzi, A. (2005). Energy use pattern of some field crop and vegetable production: Case study for Antalya region, Turkey. *Energy conversion and Management*. 46: 655-666.
5. El-Helepi, M. M. (1997). *Energy and economic analysis of pepper production under plasticulture and conventional systems. Master Science Thesis. McGill University*, Montreal. P. 143.
6. Eslami-Nezad, S., H & Eslami, S. M. (2012). Evaluation and determine the energy to produce melons in the city Sarbishe. *Seventh National Congress of Agricultural Engineering and Mechanization*. 24 July. Shiraz. P. 12. (In Farsi)
7. Firoozi, S., Shikhdavoodi, M. J. & Mohammadi Farani, S. (2014). Optimizing energy consumption efficiency for greenhouse cucumber production using the data envelopment analysis technique in Lorestan province of Iran. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2 (3): 639-649.
8. Heidari, M. D. & Omid, M. (2011). Energy use pattern and econometric models of major greenhouse vegetable production in Iran. *Energy*. 36: 220-225.
9. Hossein Panahi, F. & Kafi, M. (2012). A comparative study on energy use and economic analysis of commercial and traditional potato production farms of Kurdistan province of Iran. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 1 (1): 1-8.
10. Hu, J. L., & C. H. Kao. (2007). Efficient energy-saving targets for APEC economies. *Energy Policy*. 35(1): 373-382.
11. Kuswardhani, N., Soni, Peeyush. & Shivakoti, G. P. (2013). Comparative energy input- output and financial analyses of greenhouse and open field vegetables production in west java, Indonesia. *Energy*. 53: 83-92.
12. Loghmanpour, R., Ghasempour, A. & Mostafavi, S. M. (2013). A comparative study on energy use of greenhouse and open-field cucumber production systems in Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(13): 1437-1441.
13. Moghimi, M. R., Mohammadi Alasti, B. & Hadad Drafshi, M. (2013). Energy input-output and study on energy use efficiency for wheat production using DEA technique. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5 (18): 2064-2070.
14. Mousavi-Avval, S. H., Rafiee, S. & Mohammadi, A. (2011). Optimization of energy consumption and input costs for apple production in Iran using data envelopment analysis. *Energy*. 36, 909-916.
15. Namdari, M. (2011). Energy use and cost analysis of watermelon production under different farming technologies in Iran. *Internatinal Journal of Environmental Sciences*. 1 (6): 1144-1153.
16. Naval, K. S., Saroj. R. S., Seema. S. & Avinash, K. (2013). Energy use efficiency and cost analysis of tomato under greenhouse and open field production system at Nubra valley Jammu and Kashmir. *International Journal of Environmental Sciences*. 3 (4): 1233-1241.
17. Nieukoop, P. V., Vander Valden, N. & Verhaegh, A. P. (1998). Energy consumption in greenhouse modeling. Landbouw Economisch Institute. 624-641.
18. Noferesti, M. (2005). *Applied Statistics in Business and Economics*, (2th Ed.). Tehran. p. 350. (In Farsi).
19. Omid, M., Ghojebeigi, F., Delshad, M. & Ahmadi, H. (2011). Energy use pattern and benchmarking of selected greenhouse in Iran using data envelopment analysis. *Energy Conversion and Management*. 52: 153-162.
20. Ozkan, B., Akcaoz, H. & Karadcniz, F. (2004). Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. *Energy Conversion Management*. 45: 1821–1830.
21. Ozkan, B., Fert, C. & Karadeniz, F. (2007). Energy and cost analysis for greenhouse and open–field grape production. *Energy*. 32: 1500–1504.

Archive of SID

www.SID.ir

22. Pahlavan, R. Omid, M. & Akram, A. (2012). Application of data envelopment analysis for performance assessment and energy efficiency improvement opportunities in greenhouse cucumber production. *Journal of Agricultural Technology*. 14: 1465-1475.
23. Qasemi Kordkheili, P., Asoodar, M. A. & Kazemi, N. (2014). Application of a non-parametric method to analyze energy concumption for orange production. *Agriculture Engineering International: CIGR Journal*. 16 (1): 157-166.
24. Rahbari, H. Mahmoudi, A. & Ajabshirchi, Y. (2013). Improving Energy use efficiency of greenhouse tomato production using data envelopment analysis (DEA) technique. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. 3 (3): 559-568.
25. Reyhani Farashah, H., hemmati, A., tabatabaeefar, A. & Rajabpour, A. (2013). Optimization of energy consumption and cost saving for button mushroom production in Alborz province of Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(12): 1297-1306.
26. Tabatabaie, S., M. H., Rafiee, S.H., Keyhani, A. & Heidari, M. D. (2013). Energy use pattern and sensitivity analysis of energy inputs and input costs for pear production in Iran. *Renewable Energy*. 51: 7-12.
27. Yousefi, M., Darijani, F. & Alipour Jahangiri, A. (2012). Comparing energy flow of greenhouse and open-field cucumber production systems in Iran. *African Journal of Agricultural Research*. 7(4): 624-628.
28. Zangeneh, M. Omid, M. & Akram, A. (2010). A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamedan province of Iran. *Energy*. 35: 2927-2933.

Archive of SID

www.SID.ir