Archive of SID

نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی
جلد ۸/ شماره ۲/ پاییز و زمستان ۱۳۹۸ (۵۳-۶۲)

انتخاب بهترین نوع سازه برای کشت فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای به روش تحلیل پوششی داده‌ها

سید احمد نادری[۱]، امین لطفعلیان دهکردی[۲*] و مرتضی تاکی[۳]

چکیده

تولید محصولات گلخانه‌ای به‌عنوان قسمتی از نظام تولید، مهم‌ترین مصرف‌کننده انرژی در بخش کشاورزی محسوب می‌شود. تحقیق حاضر به بررسی روند مصرف انرژی و میزان مصرف آن در گلخانه‌های فلفل دلمه‌ای شهرستان تیران و کرون، استان اصفهان پرداخته، تا بهترین نوع سازه گلخانه، متناسب با شرایط اقلیمی منطقه را تعیین نماید. اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه و به‌صورت کاملاً تصادفی از ۳۹ واحد گلخانه در سه تیمار با ۱۳ تکرار، در سال زراعی ۹۷-۹۶ جمع‌آوری شد. انرژی ماشین‌آلات، سوخت، کود شیمیایی، کود دامی، سموم، نیروی کارگری، آب و الکتریسیته به‌عنوان نهاده و محصول فلفل به‌عنوان ستانده در نظر گرفته شدند. در این پژوهش مقادیر کل انرژی ورودی و خروجی به‌ترتیب برابر با ۲۲۶۸۹۴۹۱ مگاژول بر هکتار و ۹۴۴۶۲ مگاژول بر هکتار به‌دست آمد. بیشترین و کمترین انرژی مصرفی به‌ترتیب مربوط به گاز طبیعی با میزان ۲۱۵۳۲۱۶۹ مگاژول بر هکتار (۹۴/۸۹%) و ماشین‌آلات با میزان ۱۸۲۸ مگاژول بر هکتار (۰/۰۰۸%) بود. شاخص‌های انرژی شامل نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و افزوده خالص انرژی به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۵ کیلوگرم بر مگاژول، ۲۰۱/۷ مگاژول بر کیلوگرم و ۲۲۵۹۵۰۲۹- مگاژول بر هکتار محاسبه شد. سهم انرژی‌های مستقیم، غیر مستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به‌ترتیب برابر با ۲۲۵۸۴۰۲۴ (۹۹/۵%)، ۱۰۵۴۶۷ (۰/۵%)، ۸۵۲۱۶ (۰/۴%) و ۲۲۶۰۴۲۷۵ (۹۹/۶%) مگاژول بر هکتار بود. طبق نتایج تحلیل پوششی داده‌ها، مدل بازگشت به مقیاس ثابت و بازگشت به مقیاس متغیر، به‌ترتیب تعداد ۱۲ و ۳۴ واحد کارا و ۲۷ و ۵ واحد ناکارا تشخیص داده شدند. میانگین کارایی کل، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس، برابر با ۰/۸۸، ۰/۹۹۷ و ۰/۸۸ محاسبه شد. نتایج تحلیل آماری آزمون لوین مشخص نمود که واریانس کارایی انرژی سازه‌ها با هم برابر بودند. همچنین با توجه به نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه مشخص شد که بین تیمارها اختلاف معناداری وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: بازده انرژی، تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل واریانس، سازه، فلفل دلمه‌ای، گلخانه.

ارجاع: نادری س. ا، لطفعلیان دهکردی ا. و تاکی م. ۱۳۹۸. انتخاب بهترین نوع سازه برای کشت فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای به روش تحلیل پوششی داده‌ها. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۸(۲): ۵۳-۶۲.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
۳- استادیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی.
* **نویسنده مسئول**: amin_lotfalian@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اکثر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، انرژی وارد شده در واحد سطح برای تولید محصولات مختلف کشاورزی را بررسی و با محاسبه شاخص کارایی انرژی سعی کرده‌اند سیستم کشاورزی خود را از نظر مصرف انرژی بهینه کنند (Nasirian *et al*., 2006). امروزه کشاورزی پایدار در صدر توجهات علاقمندان به محیط زیست قرار دارد. هدف اصلی از کشاورزی پایدار، تأمین غذا، پوشاک و سوخت مورد نیاز بشر از طریق فعالیت‌های کشاورزی است، به گونه‌ای که این فعالیت‌ها موجب تلفات منابع طبیعی نشده و به سرمایه‌های زیست محیطی و سلامت انسان و دیگر موجودات زنده آسیب نرساند. بنابراین، استفاده کارآمد از انرژی یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار است (Singh *et al*., 2004). استفاده بهینه از انرژی در کشاورزی باعث می‌شود که مشکلات زیست‌محیطی به حداقل برسد، از نابودی منابع جلوگیری شده و کشاورزی پایدار به‌عنوان یک سیستم تولیدی اقتصادی تقویت شود (Kizilaslan *et al*., 2009). مطالعات زیادی در زمینه انرژی در کشاورزی انجام شده است که می‌توان موارد ذیل را به‌عنوان نمونه ذکر کرد. در تحقیقی در مورد تحلیل انرژی گندم در استان اصفهان، نتایج حاصله مجموع انرژی ورودی و خروجی به‌ترتیب ۸۳۷۲۳ و ۸۳۰۵۹ مگاژول بر هکتار به‌دست آمد. بر اساس این پژوهش الکتریسیته و کودهای شیمیایی پرمصرف‌ترین منابع انرژی شناخته شدند. کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی به‌ترتیب ۱/۰۳ و ۰/۲۹ کیلوگرم بر مگاژول اعلام شد (Khoshnevisan *et al*., 2014). در مطالعه‌ای که به منظور بررسی کارایی مصرف انرژی محصول خیار در استان تهران انجام شد، نتایج نشان داد که از مجموع ۱۸ واحد بررسی شده، تعداد ۱۰ واحد کارا، ۸ واحد ناکارا و میانگین کارایی ۸ واحد ناکارا ۹۰% است. این بدان معنی است که می‌توان با افزایش کارایی واحدهای ناکارا به میزان ۱۰% در مجموع نهاده‌های استفاده شده صرفه‌جویی کرد (Ghochebeyg *et al*., 2010). در پژوهشی که به بررسی انرژی در تولید گل رز پرداخته شد، کل انرژی ورودی و خروجی این محصول به‌ترتیب ۶۷/۹ و ۱۱/۸ گیگاژول بود. کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس به‌ترتیب ۰/۸۳، ۰/۶۸ و ۰/۷۹ محاسبه شد (Pahlavan *et al*., 2012). در مطالعه‌ای که در آن انرژی تولید چغندرقند در مزارع آلمان بررسی شد، نتایج نشان داد که مجموع انرژی ورودی، خروجی به‌ترتیب ۱۴/۳ و ۲۶۱/۷ گیگاژول بر هکتار و کارایی انرژی ۱۵/۴ بود (Reineke *et al*., 2013). این تحقیق سعی دارد با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، استفاده ناکارا از انرژی را مشخص و مقادیر مورد نیاز هر یک از منابع انرژی را پیشنهاد نماید. به عبارت دیگر هدف این تحقیق محک زدن کارایی گلخانه‌ها برای تعیین بهترین نوع سازه گلخانه‌ای در شهرستان تیران و کرون، استان اصفهان است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در محدوده زمانی فروردین ماه سال ۱۳۹۶ تا تیرماه ماه سال ۱۳۹۷ در واحدهای تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان تیران و کرون انجام شد. تمامی این واحدها از نظر فرایند تولید و سیستم‌های تامین شرایط محیطی لازم، مشابه بودند. مهم‌ترین تفاوت آن‌ها در ساختار سازه (گاتیک، بال کوسه‌ای و تونلی) و سیستم‌های مدیریتی بود. نهاده‌های مورد اندازه‌گیری شامل، نیروی انسانی، کود، سموم و مواد شیمیایی مصرفی، سوخت گاز طبیعی، برق، آب، ماشین‌ها و تراکتور و مقدار محصول تولید شده در واحد سطح بود. ابتدا تعداد نمونهٔ لازم با استفاده از معادله کوکران مشخص شد (Cochran, 1997).

$$n = \frac{N\,(\mathrm{t.s})^2}{Nd^2 + (\mathrm{t.s})^2} \qquad (۱)$$

تعداد ۳۹ واحد گلخانه در ۳ تیمار با ۱۳ تکرار انتخاب شد. برای نمونه‌گیری از روش تصادفی استفاده و جمع‌آوری و ثبت اطلاعات توسط پرسشنامه به روش مصاحبه شفاهی انجام شد. سپس داده‌ها، وارد نرم‌افزار Excel 2013 شده و انرژی ورودی- خروجی محاسبه و شاخص‌های انرژی تعیین شدند. به منظور به‌دست آوردن مقدار انرژی نهاده‌ها، ابتدا میزان هر نهاده را در هم‌ارز انرژی آن که در منابع ذکر شده، ضرب و در پایان میزان انرژی از مجموع مقادیر انرژی نهاده‌ها به‌دست آمد. این ضرایب در جدول ۱ آورده شده است.

شاخص‌های انرژی

شاخص‌های انرژی به‌عنوان ابزاری برای مقایسه سیستم‌ها و مطالعه جزء به جزء آن‌ها با یکدیگر استفاده می‌شوند. در علوم کشاورزی تحلیل انرژی به‌عنوان مبحثی مهم مطرح

www.SID.ir

Archive of SID

است. برای محاسبه صحیح انرژی، شاخص‌های اصلی زیر محاسبه شدند:

شاخص کارایی مصرف انرژی (ER) که نشان‌دهنده میزان انرژی برداشت شده در ازای هرمگاژول انرژی مصرفی در هکتار است. هرچه این نسبت بزرگ‌تر باشد یعنی کارایی انرژی بالاتر بوده است.

$$\text{کارایی انرژی} = \frac{\text{کل انرژی محصولات تولیدی } (\text{MJ}.ha^{-1})}{\text{کل انرژی مصرفی } (\text{MJ}.ha^{-1})} \quad (۲)$$

شاخص بهره‌وری انرژی (EP) بیانگر آن است که به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی نهاده در هکتار، چند کیلوگرم ستانده حاصل می‌شود. نسبت بزرگ‌تر نشانگر بهره‌وری بالاتر انرژی مصرفی است.

$$\text{بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{مقدار محصول تولیدی } (kg.ha^{-1})}{\text{کل انرژی مصرفی } (\text{MJ}.ha^{-1})} \quad (۳)$$

شاخص انرژی ویژه (SE) به‌صورت نسبت مجموع انرژی‌های ورودی به عملکرد محصول و بر حسب مگاژول بر کیلوگرم تعریف می‌شود. شاخص بزرگ‌تر بیانگر هدر رفت بیشتر انرژی است.

$$\text{انرژی ویژه} = \frac{\text{کل انرژی مصرفی } (\text{MJ}.ha^{-1})}{\text{مقدار محصول تولیدی } (kg.ha^{-1})} \quad (۴)$$

انرژی خالص (NEG) بیانگر خالص انرژی خروجی است. منفی بودن عدد این شاخص نشان‌دهنده آن است که به اندازه‌ای که انرژی وارد گلخانه شده، انرژی خارج نشده است و به معنای عدم کارایی مصرف انرژی است (Hatirli *et al.*, 2005).

$$\text{انرژی خالص} = \text{کل انرژی محصولات تولیدی } (\text{MJ}.ha^{-1}) - \text{کل انرژی مصرفی } (\text{MJ}.ha^{-1}) \quad (۵)$$

جدول ۱- هم‌ارز انرژی نهاده‌های ورودی و خروجی و ضریب انتشار گازهای گلخانه‌ای

نهاده‌های انرژی	واحد	هم‌ارز انرژی (MJ.unit^{-1})	مرجع	ضریب انتشار ($\text{kg } CO_2\text{eq unit}^{-1}$)	مرجع
نیروی انسانی	hr	۱/۹	(Esengun *et al.*, 2007)	۰/۰۰۱	(Pishgar-Komleh *et al.*, 2013)
نیتروژن	kg	۷۸/۱	(Kitani, 1999)	۱/۳	(Lal, 2004)
فسفر	kg	۱۷/۴	(Kitani, 1999)	۰/۲	(Lal, 2004)
پتاسیم	kg	۱۳/۷	(Kitani, 1999)	۰/۲	(Lal, 2004)
کود دامی	ton	۳۰۳/۱	(Hatirli *et al.*, 2005)	۰/۱	(Pishgar-Komleh *et al.*, 2013)
حشره‌کش	kg	۱۰۱/۲	(Erdal *et al.*, 2007)	۳/۹	(Lal, 2004)
قارچ‌کش	kg	۲۱۶	(Erdal *et al.*, 2007)	۵/۱	(Lal, 2004)
بذر	kg	۱	(Kitani, 1999)		
گاز طبیعی	m^3	۴۹/۵	(Kitani, 1999)	۱/۹	(Dyer & Desjardins, 2007)
الکتریسیته	kWh	۱۱/۹	(Kitani, 1999)	۰/۶	(Pishgar-Komleh *et al.*, 2013)
آب آبیاری	m^3	۱/۰۲	(Hatirli et al., 2005)		
ماشین‌آلات					
تراکتور	hr	۶۴/۸	(Hetz, 1992)	۰/۰۷	(Dyer & Desjardins, 2007)
ادوات و ماشین‌ها	kg	۶۲/۷	(Mandal *et al.*, 2002)		
فلفل دلمه‌ای	kg	۰/۸	(Ozkan *et al.*,2004)		

انتخاب روش ارزیابی

در این تحقیق برای ارزیابی واحدها از روش ناپارامتری استفاده شد. در این روش برای ارزیابی کارایی به تصریح شکل تابع خاصی نیاز نیست. این روش کارایی هر واحد تولیدی را با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی (بهینه‌سازی تابع هدف با رعایت قیود لازم) محاسبه می‌کند. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) از مهم‌ترین روش‌های ناپارامتری است (Charnes *et al.*, 1984). انتخاب مدل DEA مناسب، به میزان کنترل نهاده‌ها و ستانده‌ها بستگی دارد. به این ترتیب که هر کدام کنترل‌پذیری بیشتری داشته باشند، مدل مناسب بر همان اساس انتخاب می‌شود. در مطالعه حاضر چون تغییرات در مقدار مصرف نهاده‌ها عملی‌تر است، از دو مدل پایه‌ای بازگشت به مقیاس ثابت (CRS) و بازگشت به مقیاس متغیر (VRS) با ماهیت ورودی محور برای تعیین کارایی نسبی واحدهای گلخانه‌ای تولید فلفل دلمه‌ای استفاده شد. بازگشت به مقیاس بدین معناست که اگر میزان ورودی x برابر شود، میزان خروجی y برابر

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود. اگر x>y باشد، بازده به مقیاس افزایشی و اگر x=y باشد بازده به مقیاس ثابت و اگر x<y باشد بازده به مقیاس کاهشی خواهد بود. در مدل‌های پایه‌ای تنها واحدهای کارا با عدد ۱ مشخص می‌شوند اما تعیین نمی‌کنند که کدام واحد از بقیه کارایی بهتری دارد. بنابراین برای رفع این ایراد باید کارایی واحدهای کارا توسط روش اندرسون- پیترسون (A&P) مجددا تعیین شود تا بتوان نسبت به رتبه‌بندی این واحدها اقدام کرد. در این روش به واحدهای ناکارا، کارایی کمتر از یک تعلق می‌گیرد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار DEA Solver pro 14.1 استفاده شد.

انتشار گازهای گلخانه‌ای

انتشار گازهای گلخانه‌ای از حاصل‌ضرب مقادیر هر یک از نهاده‌ها در ضرایب انتشار مربوط به آن نهاده در هر هکتار محاسبه می‌شود (جدول ۱). سپس میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با توجه به نتایج تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه می‌شود.

انتخاب سازه مناسب برای شهرستان از بین سازه‌های مورد مطالعه

برای انتخاب سازه مناسب در این تحقیق از آزمون F تحلیل واریانس یک‌طرفه یا ANOVA استفاده شد. توسط نرم‌افزار IBM SPSS Statistics V23، به بررسی میانگین کارایی سه تیمار موجود پرداخته شد. با توجه به اینکه طرح مورد نظر به یک طرح کاملا تصادفی شباهت دارد و تعداد تکرارها زیاد است، از تحلیل واریانس یکطرفه برای آزمون استفاده شد. در ابتدا از آزمون لوین برای تشخیص برابری یا عدم برابری واریانس ها در گروه‌های مختلف و سپس آزمون F برای تعیین اختلاف بین میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد که کل انرژی نهاده‌های مصرفی در تولید فلفل، برای یک دورهٔ کشت و کل انرژی محصول تولیدی به‌ترتیب برابر با ۲۲۶۸۹۴۹۱ و ۹۴۴۶۲ مگاژول در هکتار هستند. همچنین بررسی مقدار مصرف نهاده‌ها در واحد سطح نشان می‌دهد از هر نهاده در هر هکتار به چه میزانی مصرف می‌شود. همانطور که از جدول ۲ مشخص است، بیشترین سهم انرژی مصرفی در تولید فلفل دلمه‌ای (۹۴/۹%) مربوط به سوخت گاز طبیعی برای گرمایش گلخانه در فصول سرد است. سهم انرژی مستقیم که شامل نهاده‌های سوخت، الکتریسیته و نیروی انسانی است ۹۹/۵%، سهم انرژی غیر مستقیم که شامل نهاده‌های کود شیمیایی، کود دامی، سموم شیمیایی، آب و تراکتور و ادوات است ۰/۵%، سهم انرژی تجدیدپذیر شامل نیروی انسانی، آب آبیاری و کود دامی ۰/۴%و سهم انرژی تجدیدناپذیر شامل سوخت، برق، سموم شیمیایی، کود شیمیایی، تراکتور و ادوات ۹۹/۶% است. به این ترتیب سهم انرژی مستقیم بیشتر از انرژی غیر مستقیم و سهم انرژی تجدیدناپذیر بیشتر از انرژی تجدیدپذیر است.

انرژی خروجی و شاخص‌های انرژی در کشت فلفل دلمه‌ای تعدادی از گلخانه‌ها در جدول ۳ آمده است. در این جدول مقادیر شاخص‌ها برای تعدادی از گلخانه‌ها ذکر شده است. میانگین نسبت انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و افزوده خالص انرژی به‌ترتیب ۰/۰۰۴۲۴، ۰/۰۰۵۳ کیلوگرم بر مگاژول، ۲۰۱/۷ مگاژول بر گیلوگرم و ۲۲۵۹۵۰۲۹- مگاژول بر هکتار به‌دست آمد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل شده می‌توان گفت هیچ یک از گلخانه‌های شهرستان از نظر میزان مصرف، راندمان و کارایی انرژی توجیه‌پذیر نیستند. از دلایل این امر می‌توان به ارزان بودن قیمت بعضی از نهاده‌های کشاورزی، مصرف بی‌رویه و خارج از اصول انواع کودها، عدم رعایت اصول عایق‌بندی گلخانه با محیط خارج، عدم تناسب نوع رقم کاشته شده با شرایط فراهم شده در گلخانه، سوء مدیریت در مصرف نهاده‌ها، دستی و غیر مکانیزه بودن سیستم‌های کنترل‌کننده عوامل محیطی گیاه و نیاز به برق و گاز زیاد به‌دلیل سردی هوا در طول فصل پاییز و زمستان اشاره کرد. ولی از آنجایی که نهاده‌های پرمصرف انرژی مانند سوخت و برق به‌دلیل برخورداری از یارانه، ارزان هستند و نیز قیمت مناسب فروش محصول، امکان تولید با صرفه برای گلخانه‌داران فراهم است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- الگوی مصرف انرژی در تولید فلفل دلمه‌ای گلخانه ای

نهاده	میزان مصرف در هکتار	ماکزیمم مصرف در هکتار	مینیمم مصرف در هکتار	انحراف معیار	میانگین انرژی معادل (مگاژول بر هکتار)	درصد از کل انرژی مصرفی (%)
کود دامی (ton)	۱۳۳	۲۸۸	۵۰	۵۸	۴۰۱۸۴	۰/۱۷۷
نیروی انسانی (hr)	۱۹۱۱۳	۲۸۴۰۰	۱۳۴۲۰	۳۸۳۲	۳۷۴۶۲	۰/۱۶۵
تراکتور (hr)	۲۸	۵۳	۱۶	۹	۱۸۲۸	۰/۰۰۸
آب (m^3)	۷۴۲۲	۸۵۲۷	۶۱۶۰	۵۵۹	۷۵۷۰	۰/۰۳۳
برق (kWh)	۸۵۰۲۹	۱۲۲۷۴۸	۵۱۹۸۶	۱۸۰۸۳	۱۰۱۴۳۹۳	۴/۴۷۱
گاز (m^3)	۴۳۴۹۹۳	۵۶۴۲۲۳	۳۱۱۴۲۹	۶۲۷۵۵	۲۱۵۳۲۱۶۹	۹۴/۹۴/۸۹۹
حشره‌کش (kg)	۶۱	۸۹	۵۳	۹	۶۱۹۸	۰/۰۲۷
قارچ‌کش (kg)	۲۷	۳۷	۱۹	۴	۵۷۵۱	۰/۰۲۵
ازت (kg)	۳۵۹	۶۸۵	۱۸۰	۱۳۱	۲۸۰۵۲	۰/۱۲۴
پتاس (kg)	۱۸۳	۲۰۲	۱۵۸	۱۱	۲۵۰۹	۰/۰۱۱
فسفر (kg)	۲۹۱	۳۱۳	۲۶۲	۱۳	۵۰۷۱	۰/۰۲۲
انرژی ورودی کل ($MJ\ ha^{-1}$)					۲۲۶۸۹۴۹۱	۱۰۰
محصول (kg)	۱۱۸۰۷۷	۱۵۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۲۴۱۶۰	۹۴۴۶۲	

جدول ۳- عملکرد و محتوای انرژی ورودی و انرژی خروجی و شاخص‌های انرژی تعدادی از گلخانه‌ها

شماره گلخانه	عملکرد گلخانه (kg/ha)	مقدار انرژی ورودی (MJ/ha)	انرژی خروجی (MJ/ha)	کارایی مصرف انرژی (بدون بعد)	بهره‌وری انرژی (kg/ MJ)	انرژی ویژه (MJ/ kg)	افزوده خالص انرژی (MJ /ha)
۱	۱۵۰۰۰۰	۲۱۲۶۵۵۶۵	۱۲۰۰۰۰	۰/۰۰۵۶۴	۰/۰۰۷۰۵	۱۴۱/۸	-۲۱۱۴۵۵۶۵
۲	۱۳۵۰۰۰	۱۹۵۹۸۸۸۰	۱۰۸۰۰۰	۰/۰۰۵۵۱	۰/۰۰۶۸۹	۱۴۵/۲	-۱۹۴۹۰۸۸۰
۳	۱۳۰۰۰۰	۲۱۷۷۵۴۴۸	۱۰۴۰۰۰	۰/۰۰۴۷۸	۰/۰۰۵۹۷	۱۶۷/۵	-۲۱۶۷۱۴۴۸
۱۴	۱۲۰۰۰۰	۲۳۶۶۷۴۶۷	۹۶۰۰۰	۰/۰۰۴۰۶	۰/۰۰۵۰۷	۱۹۷/۲	-۲۳۵۷۱۴۶۷
۱۵	۱۵۰۰۰۰	۱۶۱۷۳۴۲۶	۱۲۰۰۰۰	۰/۰۰۷۴۲	۰/۰۰۹۲۷	۱۰۷/۸	-۱۶۰۵۳۴۲۶
۱۶	۱۱۰۰۰۰	۱۹۴۳۰۹۹۶	۸۸۰۰۰	۰/۰۰۴۵۳	۰/۰۰۵۶۶	۱۷۶/۶	-۱۹۳۴۲۹۹۶
۳۷	۱۳۰۰۰۰	۲۲۸۷۲۲۷۳	۱۰۴۰۰۰	۰/۰۰۴۵۵	۰/۰۰۵۶۸	۱۷۵/۹	-۲۲۷۶۸۲۷۳
۳۸	۱۳۰۰۰۰	۲۲۸۴۱۳۶۸	۱۰۴۰۰۰	۰/۰۰۴۵۵	۰/۰۰۵۶۹	۱۷۵/۷	-۲۲۷۳۷۳۶۸
۳۹	۹۵۰۰۰	۱۹۱۲۲۲۰۷	۷۶۰۰۰	۰/۰۰۳۹۷	۰/۰۰۴۹۷	۲۰۱/۳	-۱۹۰۴۶۲۰۷
متوسط	۱۱۸۰۷۷	۲۲۶۸۹۴۹۱	۹۴۴۶۲	/۰۰۴۲۴	/۰۰۵۳	۲۰۱/۷	-۲۲۵۹۵۰۲۹

نتایج حاصل از بررسی کارایی انرژی گلخانه‌ها به روش تحلیل پوششی داده‌ها با دو مدل VRSو CRS در جدول ۴ آمده است. با توجه به جدول ۴ در مدل CRS از ۳۹ گلخانه، ۱۲ واحد دارای کارایی فنی ۱ یا ۱۰۰% و ۲۷ واحد دارای کارایی فنی زیر ۱ هستند. این یعنی در حدود ۳۰/۰۸% واحدها، کارای فنی و ۶۹/۹۲% از واحدها با درجات متفاوتی ناکارای فنی هستند. کارایی ۰/۶۷۷ گلخانه شماره ۱۱ به این معنی است که این واحد باید بدون کاهش در میزان تولید محصول، به میزان ۳۲/۳% از کلیه عوامل تولید خود کم کند تا بتواند روی مرز کارایی قرار گیرد و به یک واحد کارا تبدیل شود. میانگین کارایی واحدهای ناکارا ۰/۸۳ است، یعنی این واحدها می‌توانند با ۸۳% از نهاده‌های خود به کارایی برسند و در مجموع، واحدهای ناکارا می‌توانند مقدار ۱۷% از نهاده‌های خود را ذخیره نمایند. همچنین میانگین کارایی کل ۰/۸۸ بود. جدول ۴ نشان می‌دهد که مرز کارا برای واحد شماره ۱۳ از طریق ترکیب واحدهای مرجع شماره ۱۸ و ۲۴ به‌دست آمده است. رتبه‌بندی واحدها با توجه به کارایی آنها و رتبه‌بندی واحدهای ناکارا پس از احتساب واحدهای کارا انجام شده است. در مدل VRS از ۳۹ واحد گلخانه ۳۴

www.SID.ir

Archive of SID

گلخانه دارای کارایی فنی خالص برابر ۱ هستند و ۵ گلخانه دارای کارایی فنی زیر ۱ می‌باشند. یعنی ۸۷/۱۸% از گلخانه‌ها کارا و ۱۲/۸۲% از گلخانه‌ها با درجات مختلفی ناکارا هستند. میانگین کارایی فنی خالص گلخانه‌های ناکارا، ۹۸% است. یعنی با اعمال مدیریت مناسب و استفاده از ۹۸% نهاده‌ها و با ثابت ماندن همان میزان خروجی، گلخانه‌های ناکارا می‌توانند به مرز کارایی رسیده و مقدار ۲% نهاده‌ها را با افزایش کارایی خود ذخیره کنند. میانگین کارایی فنی خالص کلیه گلخانه‌ها ۰/۹۹ است.

جدول ۴- کارایی واحدها با استفاده از مدل VRS و CRS، رتبه‌بندی واحدها، مجموعه مرجع، کارایی مقیاس و مدل بازگشت به مقیاس

واحدهای تولیدی (DMUs)	کارایی مدل (CRS A&P)	مجموعه مرجع مدل CRS Unit sample	رتبه‌بندی واحدها در مدل CRS و A&P	کارایی مدل VRS (A&P)	مجموعه مرجع مدل VRS Unit sample	رتبه‌بندی واحدها در مدل VRS و A&P	کارایی مقیاس(SE)	بازگشت به مقیاس
(۱)	۱(۱/۰۷۶)	۱	۷	۱(۱/۰۷۶)	۱	۱۴	۱	ثابت
(۲)	۱(۱/۲۰۹)	۲	۳	۱(۱/۱۹۳)	۲	۴	۱	ثابت
(۳)	۰/۹۴	۱-۱۵-۲۶-۲۷	۱۹	۱(۱/۰۱۷)	۱-۲-۳-۱۵-۳۹	۲۶	۰/۹۴۰	افزایشی
(۴)	۱(۱/۰۶۴)	۴	۹	۱(۱/۰۶۴)	۴	۱۷	۱	ثابت
(۵)	۱(۱/۰۷۶)	۵	۸	۱(۱/۰۷۶)	۵	۱۵	۱	ثابت
(۶)	۱(۱/۰۲۳)	۶	۱۰	۱(۱/۰۲۳)	۶	۲۴	۱	ثابت
(۷)	۰/۶۲	۵-۲۶	۳۸	۱(۱/۰۰۲)	۷	۳۳	۰/۶۲۰	افزایشی
(۸)	۰/۷۶۸	۱۵-۲۴-۲۶	۳۰	۱(۱/۰۵۹)	۸	۱۹	۰/۷۶۸	افزایشی
(۹)	۰/۸۸۷	۱۵-۲۴-۲۷	۲۵	۱(۱/۰۳۶)	۹	۲۲	۰/۸۸۷	افزایشی
(۱۰)	۰/۸۷۴	۱۵-۲۴-۲۷	۲۷	۱(۱/۰۱۲)	۱۰-۳۹	۲۸	۰/۸۷۴	افزایشی
(۱۱)	۰/۶۷۷	۲۴-۲۶-۲۷	۳۴	۱(۱/۰۱)	۱۱	۲۹	۰/۶۷۷	افزایشی
(۱۲)	۰/۸۸۶	۲۴-۲۷	۲۶	۱(۱/۰۷۴)	۱۲	۱۶	۰/۸۸۶	افزایشی
(۱۳)	۰/۵۸۳	۱۸-۲۴	۳۹	۱(۱/۳۴۳)	۱۳	۳	۰/۵۸۳	افزایشی
(۱۴)	۰/۹۷۶	۲-۱۵-۱۸-۲۴	۱۵	۱(۱/۱۷)	۱۴	۸	۰/۹۷۶	افزایشی
(۱۵)	۱(۱/۳۸۴)	۱۵	۱	۱(۱/۴۶۳)	۱۵	۲	۱	ثابت
(۱۶)	۰/۹۳۸	۱-۲-۱۵	۲۱	۱(۱/۱۶۵)	۱۶	۹	۰/۹۳۸	ثابت
(۱۷)	۰/۶۵۸	۲-۴-۱۵-۲۴	۳۶	۱(۱/۰۲۶)	۱۷	۲۳	۰/۶۵۸	افزایشی
(۱۸)	۱(۱/۱۰۹)	۱۸	۶	۱(۱/۱۶)	۲-۱۸	۱۰	۱	ثابت
(۱۹)	۰/۷۳۱	۵-۲۴-۲۶-۲۷	۳۱	۰/۹۵۷	۸-۱۶-۲۰-۲۵-۳۹	۳۹	۰/۷۶۴	افزایشی
(۲۰)	۰/۷۱۱	۲-۴-۲۴	۳۳	۱(۱/۱۱۴)	۲۰	۱۲	۰/۷۱۱	افزایشی
(۲۱)	۱(۱/۰۱۳)	۲-۲۱-۲۴	۱۱	۱(۱/۱۷۶)	۲۱-۲۴	۷	۱	افزایشی
(۲۲)	۰/۶۷۴	۲۴-۲۶	۳۵	۰/۹۷	۸-۱۳-۲۰-۲۱-۲۴-۳۹	۳۸	۰/۶۹۵	افزایشی
(۲۳)	۰/۹۸	۱۵-۲۴-۲۷	۱۳	۱(۱/۰۷۸)	۲۳	۱۳	۰/۹۸۰	افزایشی
(۲۴)	۱(۱/۳۶۹)	۲۴	۲	۱(۱/۵۵)	۲۴	۱	۱	ثابت
(۲۵)	۰/۷۶۹	۵-۶-۱۵	۲۹	۱(۱/۰۵۷)	۲۵	۲۰	۰/۷۶۹	افزایشی
(۲۶)	۱(۱/۱۱۳)	۲۶	۵	۱(۱/۱۲۴)	۲۶	۱۱	۱	ثابت
(۲۷)	۱(۱/۱۴۷)	۲۷	۴	۱(۱/۱۸۵)	۲۷	۵	۱	ثابت
(۲۸)	۰/۹۰۲	۲-۲۴-۲۷	۲۳	۱(۱/۰۰۷)	۲-۲۷-۲۸-۳۹	۳۱	۰/۹۰۲	افزایشی

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۴-

واحدهای تولیدی (DMUs)	کارایی مدل (CRS A&P)	مجموعه مرجع مدل CRS Unit sample	رتبه‌بندی واحدها در مدل CRS و A&P	کارایی مدل VRS (A&P)	مجموعه مرجع مدل VRS Unit sample	رتبه‌بندی واحدها در مدل VRS و A&P	کارایی مقیاس(SE)	بازگشت به مقیاس
(۲۹)	۰/۹۵۵	۲-۲۴-۲۷	۱۶	۱(۱/۰۰۹)	۲-۲۴-۲۷-۲۹-۳۹	۳۰	۰/۹۵۵	افزایشی
(۳۰)	۰/۹۱۹	۴-۱۵-۲۶-۲۷	۲۲	۰/۹۹۸	۴-۱۴-۱۵-۲۴-۲۶-۳۹	۳۵	۰/۹۲۱	افزایشی
(۳۱)	۰/۷۳	۴-۱۵-۲۴-۲۶-۲۷	۳۲	۱(۱/۰۴۲)	۳۱	۲۱	۰/۷۳۰	افزایشی
(۳۲)	۰/۸۹۵	۲-۲۴-۲۷	۲۴	۱(۱/۰۰۱)	۳۲	۳۴	۰/۸۹۵	افزایشی
(۳۳)	۱(۱/۰۰۶)	۱۵-۲۴-۲۷-۳۳	۱۲	۱(۱/۰۶)	۲۴-۲۷-۳۳-۳۹	۱۸	۱	ثابت
(۳۴)	۰/۶۲۱	۲-۴-۲۴	۳۷	۰/۹۸۸	۹-۱۳-۱۷-۲۵-۳۹	۳۷	۰/۶۲۹	افزایشی
(۳۵)	۰/۹۴	۲-۴-۲۷	۲۰	۱(۱/۰۰۷)	۲-۴-۲۷-۳۵-۳۹	۳۲	۰/۹۴۰	افزایشی
(۳۶)	۰/۹۴۸	۵-۶-۲۷	۱۷	۱(۱/۰۱۷)	۲-۵-۲۳-۲۷-۳۶	۲۷	۰/۹۴۸	افزایشی
(۳۷)	۰/۹۷۸	۱-۲-۲۴-۲۷	۱۴	۱(۱/۰۲۲)	۲-۳۷	۲۵	۰/۹۷۸	افزایشی
(۳۸)	۰/۹۴۳	۵-۱۵-۲۴	۱۸	۰/۹۹۲	۵-۱۴-۲۴-۳۹	۳۶	۰/۹۵۱	افزایشی
(۳۹)	۰/۸۵۳	۲-۴-۱۵-۲۴	۲۸	۱(۱/۱۸۳)	۳۹	۶	۰/۸۵۳	افزایشی
میانگین واحدهای ناکارا	۰/۸۳			۰/۹۸				
میانگین کل	۰/۸۸			۰/۹۹			۰/۸۸	

در این مدل بعد از ۳۴ گلخانه کارا، گلخانه شماره ۳۰ در بین گلخانه‌های ناکارا رتبه یک را به خود اختصاص داده است. گلخانه‌های شماره ۱،۲۴،۲۶،۳۹ به‌عنوان گلخانه‌های مرجع و به منظور الگوسازی برای گلخانه شماره ۳۰ معرفی شده‌اند. مقدار کارایی این واحد ۰/۹۹۸ است. گلخانه‌هایی که کارایی فنی خالص (تکنیکی محض) برابر یک، ولی کارایی فنی (تکنیکی) کمتر از یک دارند به‌صورت موضعی کارا عمل می‌کنند و کارایی کل ندارند. مانند گلخانه‌های شماره ۳، ۷، ۸ و ... که این حالت ناشی از ناکارایی مقیاس (ابعاد واحد تولیدی) است. اگر واحدی دارای کارایی فنی و کارایی فنی خالص زیر یک باشد، ناکارایی کل ناشی از ناکارایی مقیاس و همچنین ناکارایی مدیریتی است که علت آن مصرف بیش از اندازه نهاده‌ها است. بنابراین منطقی است که ناکارایی مقیاس یک واحد تولیدی به وسیله کارایی فنی و کارایی فنی خالص مشخص شود (Ghochebeyg *et al.*, 2010). همانند گلخانه‌های شماره ۳۴، ۳۰، ۲۲، ۱۹ و ۳۸ که هر دو کارایی فنی و فنی خالص زیر یک دارند. اگر یک گلخانه از نظر هر دو مدل CRS و VRS دارای کارایی یک باشد در بهره‌ورترین کارایی مقیاس است. مانند گلخانه‌های شماره ۲۶، ۲۴ و ... که در این حالت قرار دارند. با توجه به موارد ذکر شده این نتیجه به‌دست می‌آید که ۳۰/۸% گلخانه‌ها (۱۲ واحد) در بهره‌ورترین مقیاس کارایی، ۵۶/۴% (۲۲ واحد) گلخانه‌ها به‌صورت موضعی کارا و ۱۲/۸% (۵ واحد) گلخانه‌ها ناکارای کل هستند.

بهبود شاخص‌های انرژی به کمک مدل بازگشت به مقیاس ثابت و متغیر(BCC و CCR)

پس از تعیین میزان کارایی واحدها، مقدار بهینه مصرف نهاده‌ها در هر دو مدل ارزیابی BCC و CCR مشخص شدند. با فرض اینکه همه واحدها کارا شده‌اند، شاخص‌های انرژی مجددا محاسبه شده و میزان بهبود آنها با مقادیر هدف تعیین شد. با توجه به مقادیر جدول ۵، در هر دو مدل میزان کارایی، بهره‌وری و انرژی خالص افزایش، و میزان انرژی ویژه کاهش یافته است. همچنین این میزان افزایش و کاهش در مدل CCR نسبت به مدل BCC بیشتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- بهبود شاخص‌های انرژی به کمک مدل بازگشت به مقیاس ثابت و متغیر (BCC و CCR)

مدل تحلیل	عملکرد گلخانه (kg /ha)	مقدار انرژی ورودی (MJ/ha)	انرژی خروجی (MJ/ha)	کارایی مصرف انرژی (بدون بعد)	بهره‌وری انرژی (kg / MJ)	انرژی ویژه (MJ/ kg)	افزوده خالص انرژی (MJ /ha)
واقعی	۱۱۸۰۷۷	۲۲۶۸۹۴۹۱	۹۴۴۶۲	۰/۰۰۴۲۴	۰۰۵۳/۰	۲۰۱/۷	-۲۲۵۹۵۰۲۹
CCR	۱۱۸۰۷۷	۱۷۸۰۸۴۳۵	۹۴۴۶۲	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۶۸	۱۵۰/۸	-۱۷۷۱۳۹۷۳
BCC	۱۱۸۰۷۷	۲۲۳۰۷۶۷۳	۹۴۴۶۲	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۵۴	۱۹۷/۴	-۲۲۲۱۳۲۱۲

مقادیرذخیره شده با استفاده از مدل‌های BCC و CCR

طبق نتایج جدول ۶ در گلخانه‌های مورد مطالعه در مدل CCR معادل ۱۹۰۳۶۱۲۱۳ مگاژول انرژی قابل ذخیره است که در حدود ۲۱/۵% از کل انرژی ورودی را تشکیل می‌دهد. میانگین ذخیره انرژی ۴۸۸۱۰۵۶ مگاژول بر هکتار به‌دست آمد که میزان ۲۱/۵% از کل نهاده‌ها برای هر هکتار است. انرژی ذخیره شده نهاده گاز بیشترین سهم ذخیره در واحدهای مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. بعد از گاز، نهاده برق و نیروی انسانی به‌ترتیب سهم‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند. در گلخانه‌های مورد مطالعه در مدل BCC مجموعا مقدار ۱۴۸۹۰۸۹۹ مگاژول و میانگین ۳۸۱۸۱۷ مگاژول بر هکتار انرژی قابل ذخیره است که در حدود ۱/۷% از کل انرژی ورودی است که در مقایسه با نتایج روش بازگشت به مقیاس ثابت، رقم کمتری به شمار می‌آید، زیرا روش بازگشت به مقیاس ثابت برای محاسبه کارایی واحدها روش سختگیرانه‌تری است. در واحدهای مورد مطالعه مقدار انرژی ذخیره شده گاز بیشترین سهم کاهش و ذخیره را به خود اختصاص داده است. نهاده‌های برق و کود دامی با بیشترین سهم کاهش و ذخیره، رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۶- مقادیر ذخیره شده نهاده‌ها با استفاده از مدل‌های BCC و CCR بر حسب (MJ/ha)

	مدل تحلیل	کود دامی	نیروی کارگری	تراکتور و ادوات	آب	برق	گاز	سموم	کود شیمیایی	جمع کل
جمع کل	CCR	۲۳۸۳۷۸	۳۷۱۴۰۰	۲۳۱۵۴	۵۱۰۹۶	۹۲۰۷۱۳۱	۱۸۰۰۵۹۲۲۴	۸۳۵۴۷	۳۲۷۲۸۳	۱۹۰۳۶۱۲۱۳
میانگین	CCR	۶۱۱۲	۹۵۲۳	۵۹۴	۱۳۱۰	۲۳۶۰۸۰	۴۶۱۶۹۰۳	۲۱۴۲	۸۳۹۲	۴۸۸۱۰۵۶
جمع کل	BCC	۲۴۲۹۸	۹۶۷۸	۲۷۴۷	۱۱۰۹	۱۲۶۹۳۸۴	۱۳۵۴۶۲۲۰	۴۹۲۲	۳۲۵۴۰	۱۴۸۹۰۸۹۹
میانگین	BCC	۶۲۳	۲۴۸	۷۰	۲۸	۳۲۵۴۸	۳۴۷۳۳۹	۱۲۶	۸۳۵	۳۸۱۸۱۷

جنبه‌های زیست محیطی در استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در کشت فلفل دلمه‌ای

با معلوم شدن سهم آلایندگی تولید محصولات گلخانه‌ای می‌توان برنامه‌هایی برای کنترل آن اتخاذ نمود. مقادیر انتشار گاز CO_2 معادل هر یک از نهاده‌ها در هر هکتار، همچنین مقادیر بهینه و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای معادل با دو مدل CRS و VRS طبق جدول ۷ محاسبه شد. میزان کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشت یک هکتار فلفل گلخانه‌ای برابر با ۸۸۷۹۰۰/۴۹ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن بوده است. همان‌طور که بیشترین میزان مصرف نهاده مربوط به سوخت گاز طبیعی بود، بیشترین آلایندگی را نیز همین نهاده به خود اختصاص داد. با استفاده از مدل‌های CRS و VRS بیشترین میزان کاهش آلایندگی نهاده سوخت به‌ترتیب ۱۷۹۰۷۹/۸۷ (۹۳/۶%) از سهم کل کاهش یافته‌ی انتشارات) و ۱۳۴۷۲/۵۴ (۸۸/۹% از سهم کل کاهش یافته‌ی انتشارات) کیلوگرم معادل CO_2 بر هکتار است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- میزان انتشار و کاهش CO_2 معادل با استفاده از نتایج مدل‌های CRS و VRS

نهاده (واحد)	مقدار انتشار گاز CO_2 معادل $kg.ha^{-1}$	مقدار انتشار CO_2 معادل در مدل CRS $kg.ha^{-1}$	مقدار انتشار CO_2 معادل در مدل VRS $kg.ha^{-1}$	مقدار کاهش CO_2 معادل در مدل CRS $kg.ha^{-1}$	مقدار کاهش CO_2 معادل در مدل VRS $kg.ha^{-1}$
کود دامی	۱۶/۷۰	۱۴/۱۶	۱۶/۴۵	۲/۵۴	۰/۲۶
نیروی‌انسانی	۱۹/۱۱	۱۴/۲۵	۱۸/۹۹	۴/۸۶	۰/۱۳
ماشین‌آلات	۲/۰۰	۱/۳۵	۱/۹۳	۰/۶۵	۰/۰۸
برق	۵۱۶۹۷/۴۶	۳۹۶۶۵/۸۶	۵۰۰۳۸/۶۵	۱۲۰۳۱/۶۰	۱۶۵۸/۸۰
گاز	۸۳۵۱۸۷/۱۶	۶۵۶۱۰۷/۲۹	۸۲۱۷۱۴/۶۲	۱۷۹۰۷۹/۸۷	۱۳۴۷۲/۵۴
حشره‌کش	۳۱۲/۳۶	۲۶۰/۱۴	۳۰۸/۵۷	۵۲/۲۱	۳/۷۸
قارچ‌کش	۱۰۳/۸۵	۸۳/۸۹	۱۰۲/۹۳	۱۹/۹۶	۰/۹۱
ازت	۴۶۶/۹۳	۳۶۳/۸۷	۴۵۴/۱۸	۱۰۳/۰۷	۱۲/۷۵
پتاس	۳۶/۶۲	۳۱/۶۹	۳۶/۴۵	۴/۹۳	۰/۱۷
فسفر	۵۸/۲۹	۴۹/۶۱	۵۸/۱۱	۸/۶۸	۰/۱۸
مجموع	۸۸۷۹۰۰/۴۹	۶۹۶۵۹۲/۱۱	۸۷۲۷۵۰/۸۹	۱۹۱۳۰۸/۳۸	۱۵۱۴۹/۶۰

تعیین سازه مناسب شهرستان از بین سازه‌های مورد مطالعه

با توجه به نتایج کارایی حاصل از پژوهش و سه نوع سازه مورد مطالعه، آزمون لوین نشان داد که سطح معناداری بالاتر از مقدار ۰/۰۵ است (sig=۰/۰۶۸) یعنی فرض H_1 رد و فرض H_0 پذیرفته می‌شود. بنابراین در آزمون مقایسه بین واریانس‌های کارایی انرژی ۳ نوع سازه گلخانه‌ای، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P-value>۰/۰۵) و واریانس کارایی انرژی سازه‌های گلخانه‌ای مختلف با هم برابر هستند. همچنین نتایج به‌دست آمده از آزمون F تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین میانگین‌های کارایی انرژی ۳ نوع سازه گلخانه، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (sig=۰/۷۳۴) و فرض H_1 مبنی بر وجود اختلاف بین میانگین کارایی سه تیمار رد می‌شود و فرض H_0 پذیرفته می‌شود (P-value >۰/۰۵). هر چند میانگین کارایی سازه گاتیک از دو نوع سازه دیگر بیشتر است، این اختلاف از نظر آماری معنادار نیست. بنابراین نمی‌توان به سراغ آزمون‌های تعقیبی رفت، زیرا در این حالت، این آزمون‌ها نیز تفاوتی بین گروه‌ها نشان نمی‌دهند.

نتیجه‌گیری

یکی از اهداف اساسی واحدهای تولیدی کشاورزی بهبود کارایی و بهره‌وری انرژی است. دستیابی به این مهم از طریق تخصیص بهینه عوامل تولید در این بخش امکان‌پذیر است. برای شناسایی واحدهای برتر در یک مجموعه می‌توان از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده نمود. بیشترین انرژی مصرفی و بالطبع بیشترین انتشار آلودگی مربوط به نهاده گاز طبیعی با میزان ۲۱۵۳۲۱۶۹ مگاژول بر هکتار (۹۴/۵%) و سپس الکتریسیته با میزان ۱۰۱۴۳۹۳ مگاژول بر هکتار (۴/۵%) از کل انرژی مصرفی است. با توجه به اینکه درصد بسیار بالایی از انرژی‌های تجدیدناپذیر را این دو نهاده تشکیل می‌دهند، می‌توان گفت که گلخانه‌های شهرستان تیران و کرون به منابع تجدیدناپذیر انرژی وابستگی شدیدی دارند. این به آن معناست که در این شهرستان تولید محصولات گلخانه‌ای به لحاظ مصرف انرژی ناپایدار است. با وجود عدم کارایی انرژی در تولید فلفل گلخانه‌ای در شهرستان تیران و کرون، بالا بودن قیمت محصول فلفل گلخانه‌ای موجب شده است که کشت این محصول از نظر اقتصادی کاملا مقرون به صرفه باشد. شایان ذکر است که به‌دلیل استفادهٔ زیاد از نهادهٔ گاز طبیعی و برق، میزان شاخص‌های انرژی در تولید این محصول پایین است. بنابراین استفاده از انرژی‌های نوین و تجدیدپذیر و دستگاه‌هایی با کارآمدی بالاتر و عایق‌بندی مناسب پوشش گلخانه می‌تواند در بالا بردن میزان شاخص‌های انرژی و کارایی انرژی راهگشا باشد. از آنجایی که گلخانه‌ها نقش پررنگی در انتشار آلایندگی دارند می‌توان از انتشار مقدار قابل ملاحظه‌ای گازهای گلخانه‌ای جلوگیری کرد. در نهایت با توجه به نتایج تحلیل آماری مشخص شد که در تولید محصول فلفل دلمه‌ای گلخانه‌ای در شهرستان تیران و کرون، هرچند که بین میانگین تیمارها اختلاف وجود دارد اما

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از هیچ‌یک از سه نوع سازه رایج در شهرستان در میزان کارایی مصرف انرژی تأثیر معناداری نخواهد داشت.

منابع

1. Charnes, A. W. Copper, W. and Rhodes, E. 1984. Measuring the efficiency of decision marking units.European Journal of Operational Research, 2(1): 429-444.
2. Cochran, W. G. 1977. Sampling Techniques. Third Edition.
3. Dyer, J. A and Desjardins, R. L. 2007. Energy based GHG emissions from Canadian agriculture. Journal of the Energy Institute, 80(2): 93-95.
4. Erdal, G. Esengün, K. Erdal, H. and Gündüz, O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy, 32: 35-41.
5. Esengun, K. Gunduz, O. and Erdal, G. 2007. Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion and Management, 48: 592-598.
6. Ghochebeyg, F. Omid, M. Ahmadi, H. and Delshad, D. 2010. Evaluation and improvement of energy consumption for Cucumber Production Using Data Envelopment Analysis (DEA) Technique in Tehran. 6th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Tehran. Iran, 72: 149-172.
7. Hatirli, S. A. Ozkan, B. and Fert, K. 2005. An econometric analysis of energy inputoutput in Turkish agriculture. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 9:608-623.
8. Hetz, E. J. 1992. Energy utilization in Chilean agriculture. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, 23(2): 52-56.
9. Khoshnevisan, B. Shariati, H. M. Rafiee, S. and Mousazadeh, H. 2014. Comparison of energy consumption and GHG emissions of open field and greenhouse strawberry production.
10. Kitani, O. 1999. Energy and Biomass Engineering. CIGR Handbook of Agricultural Engineering, 5: 139-164.
11. Kizilaslan, H. 2009. Input–output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy, 86: 1354-1358.
12. Lal, R. 2004. Carbon emission from farm operations. Environment International, 30(7): 981-990.
13. Mandal, K. G. Saha, K. P. Gosh, P. L. Hati, K. M. and Bandyopadhyay, K. K. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. Biomass Bioenergy, 23: 337-345.
14. Nasirian, N. Almasi, M. Minaee, S. and Bakhoda, H. 2006. Study of energy flow in sugarcane production in an Agro-industry unit in South of Ahwaz, In Proceedings of 4th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. 28-29 Aug. Tabriz Universit. Tabriz. Iran.
15. Ozkan, B. Kurklu, A. and Akcaoz, H. 2004. An inputoutput energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study of Antalya region of Turkey. Biomass Bioenergy. 26: 189-95.
16. Pahlavan, R. Omid, M. Rafiee, S. and Mousavi-Avval, S. H. 2012. Optimization of energy consumption for rose production in Iran. Energy for Sustainable Development, 16. 236-241.
17. Pishgar-Komleh, S. H. Omid, M. and Heidari, M. D. 2013. On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province. Energy, 59: 63-71.
18. Reineke, H. Stockfisch, N. and Märländer, B. 2013. Analysing the energy balances of sugar beet cultivation in commercial farms in Germany. European Journal of Agronomy, 45: 27-38.
19. Singh, G. Singh, S. and Singh, J. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. Energy Conversion and Management, 45: 453-465.

www.SID.ir