

بررسی و تعیین میزان شاخص‌های انرژی تولید خیار گلخانه‌ای به روش تحلیل پوششی داده‌ها در استان قزوین

امیر حسین احمدیگی^۱، داود محمدمانی^{۲*} و محمد غلامی پرشکوهی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۲۹

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی و محاسبه شاخص‌های انرژی در تولید محصول خیار گلخانه‌ای و تعیین واحدهای کارا و ناکارا در استان قزوین بود. برای انجام این پژوهش پرسشنامه‌هایی تنظیم شد که بین گلخانه‌داران منطقه توزیع شد. نحوه تکمیل پرسشنامه‌ها به صورت پرسش شخص به شخص بود. در مجموع از ۲۵ واحد تولید محصولات گلخانه‌ای داده‌برداری انجام گرفت. به منظور تعیین کارایی گلخانه‌ها از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین سهم مصرف انرژی برای تولید خیار در گلخانه‌های خاکی، مربوط به انرژی سوخت است به نحوی که ۶۴۹۸۱ مگاژول انرژی به ازای هر هکتار برای تولید این محصول مصرف شده است. بعد از سوخت بیشترین مصرف در همه گلخانه‌ها مربوط به انرژی الکتریسیته (برق) است که ۲۳۸۴۱ مگاژول انرژی به ازای هر هکتار مصرف شده است. نسبت انرژی برای تولید خیار گلخانه‌ای ۰/۴۸، بهره‌وری انرژی ۰/۶۱ کیلوگرم بر مگاژول و افزوده خالص انرژی ۷۳۴۵۲/۴- مگاژول به دست آمد. از ۲۵ گلخانه استان، شش گلخانه کارا و ۱۹ گلخانه خیار دیگر ناکارا بودند. میانگین کارایی واحدهای ناکارا ۰/۸۷ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: گلخانه خیار، شاخص انرژی، تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی

^۱ دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان

^۲ استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

^۳ دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

* نویسنده مسئول: dr.dmzamani@gmail.com

مقدمه

هدف از احداث گلخانه ایجاد محیطی است که در آن بیشینه رشد با کمترین هزینه تامین شود. بیشینه رشد مستلزم تامین پارامترهای محیطی نظیر دما، رطوبت، نور و کنترل بیماری‌ها و آفات می‌باشد. با توجه به پدیده فتوسنتز و نیز استفاده گلخانه در فصول و مناطق سردسیر، شدت تابش نور از اهمیت بالایی برخوردار است. وجود نور کافی و همچنین گرمای تولید شده به واسطه اثر گلخانه‌ای شرایط مطلوب را برای پدیده فتوسنتز ایجاد می‌نماید. اهمیت این موضوع در مناطقی که شدت تابش نور با زاویه پایین و مدت کوتاه رخ می‌دهد بیشتر می‌باشد. به همین جهت دو پارامتر اصلی گلخانه؛ یعنی زاویه سقف و جهت قرارگیری، برای دستیابی به بیشینه نور داخل گلخانه، از پارامترهای کلیدی محسوب می‌شوند. لذا جهت قرارگیری گلخانه برای مناطق پایین‌تر از ۴۴ درجه شمالی می‌باید در امتداد شمالی جنوبی قرار گیرد که این نکته شامل گلخانه‌های کشور ما نیز می‌گردد (صادقی و فرقانی، ۱۳۸۲).

در این روش با مساعد نمودن محیط کشت و صرف انرژی بیشتر در سطح کمتر، محصول بیشتری بدست می‌آید. البته این روش دارای محاسن و معایبی است. از محاسن این روش، تولید بیشتر در واحد سطح است به نحوی که در یک سطح مشابه تا ده برابر می‌توان محصول بیشتر به دست آورد. از محاسن دیگر این روش تولید خارج از فصل محصول است که این مزیت باعث شده تا با صرف منابع زیاد به این کار اقدام نماید. اما احداث گلخانه دارای معایبی نیز هست. ضعف عمده این روش، مصرف بی‌رویه انرژی است.

به نحوی که تولید کننده با صرف انرژی زیاد اقدام به کشت محصول نموده که در ایران به دلیل استفاده کشاورزان از انرژی یارانه‌ای مصرف انرژی از دیگر نقاط جهان بیشتر است و به دلیل قیمت پایین انرژی کشاورز هیچ‌گونه اقدامی در راستای کاهش مصرف انرژی انجام نمی‌دهد. اما در نهایت قسمت عمده‌ای از درآمد کشاورز صرف تهیه انرژی (برای گرم و سرد کردن گلخانه) خواهد شد. بنابراین، با بررسی نحوه کشت، مشخص نمودن مراحل انرژی‌بر می‌توان با ارایه راهکارهایی در جهت کاهش مصرف انرژی، تولید زیاد با مصرف انرژی کمتری را امکان پذیر نمود.

تولیدکنندگان محصولات گلخانه‌ای عمدتاً مشکلات عدیده‌ای در بهره‌برداری بهینه از انرژی مصرفی در گلخانه‌ها دارند و حذف یارانه حامل‌های انرژی نیز مشکلات اقتصادی آن‌ها را دو چندان کرده است. حذف یارانه انرژی علاوه بر افزایش هزینه تولید، به طور غیرمستقیم نیز هزینه حمل و نقل محصول و نهاده‌های کشاورزی را افزایش می‌دهد. استفاده از سیستم‌های گرمایشی فرسوده با بازدهی بسیار پایین، توزیع نامتناسب و غیرهمگن گرمای تولیدی در فضای گلخانه و هدر رفت انرژی گرمایی به طرق مختلف از عمده مشکلات گلخانه‌داران می‌باشد. اگرچه میزان هدررفت انرژی در گلخانه‌های ایران به طور علمی مورد بررسی قرار نگرفته است، با توجه به روند رو به رشد توسعه این صنعت، تحقیق و بررسی‌های علمی به منظور افزایش کارایی و کاهش هدر رفت انرژی مصرفی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است.

به دلیل دارا بودن اقلیم سرد و بادخیز بودن در کنار ظرفیت‌های کشاورزی و موقعیت جغرافیایی و دسترسی

برای تولید انواع گلهای شاخه بریده (رز، ژربرا، گلابول و داودی) و گل‌های آپارتمانی می‌باشد (Zhang et al., 1996).

انواع گلخانه‌ها از نظر نوع کشت به دو دسته گلخانه‌های خاکی و هیدروپونیک تقسیم می‌شوند (خانی، ۱۳۹۲).

تولید خیار گلخانه‌ای

خیار با نام علمی *sativus Cucumis* از خانواده کدوئیان می‌باشد. خیار گیاهی است علفی و یک ساله که دارای ساقه خوابیده و برگ‌های بزرگ است. بوته خیار، پیچک دار با گل‌های زرد و دو نوع نر و ماده واقع روی یک پایه و میوه سبز رنگ و دارای انواع متعددی است. خیار دارای مواد ازته و هیدروکربن و مواد گوگردی و کمی چربی، دارای املاحی از قبیل منگنز، کربنات کلسیم و سلولز است. در روغن دانه خیار که رنگ آن زرد روشن با طعمی شبیه به طعم روغن زیتون است، اسیدهای چرب اشباع شده مانند اسید استئاریک، اسید پالمیتیک و اسیدهای اشباع نشده مانند اسید اولئیک و اسید لینولئیک وجود دارد.

به احتمال قوی خیار بومی آسیا و آفریقاست و هزاران سال کاشت می‌شده است. شواهد موجود نشان می‌دهد که کاشت خیار در قسمت غربی آسیا در سه هزار سال پیش انجام می‌گرفته است. دکاندول عقیده دارد که خیار بومی آسیاست و شاید هندوستان مرکز اولی آن باشد ولی به طور کلی عقیده بر این است که مرکز آن جنوب آسیا باشد. در هندوستان حداقل سه هزار سال کاشت می‌گردیده و رومی‌ها و یونانیان قدیم نیز از آن استفاده می‌نموده‌اند.

به بازار مصرف، ضرورت احداث و توسعه گلخانه‌های مدرن و با فناوری بالا در استان قزوین را دو چندان می‌کند.

گلخانه

هدف از احداث گلخانه ایجاد محیطی است که در آن بیشینه رشد با کمترین هزینه تامین شود. بیشینه رشد مستلزم تامین پارامترهای محیطی نظیر دما، رطوبت، نور و کنترل بیماری‌ها و آفات می‌باشد. با توجه به پدیده فتوسنتز و نیز استفاده گلخانه در فصول و مناطق سردسیر، شدت تابش نور از اهمیت بالایی برخوردار است. وجود نور کافی و همچنین گرمای تولید شده به واسطه اثر گلخانه‌ای شرایط مطلوب را برای پدیده فتوسنتز ایجاد می‌نماید. اهمیت این موضوع در مناطقی که شدت تابش نور با زاویه پایین و مدت کوتاه رخ می‌دهد بیشتر می‌باشد. به همین جهت دو پارامتر اصلی گلخانه؛ یعنی زاویه سقف و جهت قرارگیری، برای دستیابی به بیشینه نور داخل گلخانه، از پارامترهای کلیدی محسوب می‌شوند. لذا جهت قرارگیری گلخانه برای مناطق پایین‌تر از ۴۴ درجه شمالی می‌باید در امتداد شمالی جنوبی قرار گیرد که این نکته شامل گلخانه‌های کشور ما نیز می‌گردد.

گلخانه‌ها از نظر نوع تولید، کشت، جنس سازه و تعداد دهانه دارای انواع مختلفی به شرح ذیل می‌باشند.

گلخانه‌های تولیدی سبزی و صیفی

شامل محصولات نظیر خیار، گوجه‌فرنگی، توت‌فرنگی، فلفل، بادمجان، طالبی و سبزیجات برگی (ریحان، شاهی و غیره) می‌باشند.

گلخانه‌های تولید گل و گیاهان زینتی

حشراتی از بیرون گلخانه گرده گل بوته دیگر خیارهای هوایی را به روی گل ماده بوته خیار داخل گلخانه بنشانند خیار تولیدی از کیفیت ظاهری پائین تر برخوردار خواهد بود.

در بعضی از واریته‌های خیار داربستی طول میوه ممکن تا ۵۰ سانتی‌متر برسد که با توجه به ذائقه و بازارپسندی مصرف کنندگان ایرانی هم اکنون واریته‌هایی کشت می‌گردد که طول میوه آنها حداکثر به ۳۰ سانتی‌متر برسد. میوه این نوع خیار دارای پوستی خوراکی، بدون تخم و بدون ایجاد نفخ می‌باشد. بذر خیار گلخانه‌ای معمولاً با روش‌های علمی و بسیار پرهزینه ژنتیکی تولید می‌شود و به همین دلیل قیمت آن بسیار گران بوده و بصورت عددی بفروش می‌رسد. این بذرها در هوای آزاد بخوبی نمی‌تواند بخوبی گلخانه میوه تولید کند زیرا در اثر تلقیح با گرده سایر ارقام، تولیدی یکنواخت نداشته و میوه آن از شکل اصلی خود خارج شده و بدفرم و بدشکل می‌شود. خیار پارتنوکارپیک دارای ارقام متعددی است که بسیاری از آنها فاقد شکل و رنگ و اندازه مورد پسند بازار ایران است. بنابراین از بین واریته‌های متعددی که به بازار عرضه می‌شوند باید انواعی را که برای کاشت در ایران مناسبند انتخاب نمود.

واریته‌هایی از قبیل دومینوس جی.آر.اس، دومینوس جی.آر.اچ، هیلارس، سینا، بیلانکو، خیار دولاب و خیار اصفهان در ایران نتایج چشمگیر و مرغوبیت بی سابقه‌ای نشان داده‌اند. چند واریته از خیارهای بلند اروپایی مانند سندرا نیز در ایران آزمایش شده که طول آنها به ۳۵-۴۰ cm میرسد. اگرچه بذر پارتنوکارپیک بسیار گران بوده و هزینه کاشت و

طبق آمار فائو سطح زیر کشت جهانی این محصول در سال ۲۰۰۵، ۲۴۸۸۶۰۰ هکتار با عملکرد متوسط ۱۶/۷ تن در هکتار و تولید ۴۱۷۴۳۸۴۰ تن می‌باشد که بالاترین تولید متعلق به کشور چین با ۲۶۵۵۹۶۰۰ تن (۶۳/۵ درصد) بوده که از سطحی معادل ۱۵۵۳۱۰۰ هکتار به دست می‌آید. متوسط عملکرد این کشور ۱۷/۱ تن می‌باشد. ایران با تولید ۱۴۰۰۰۰۰ تن حدود ۳/۳ درصد از تولید را در اختیار داشته که از سطحی معادل ۸۰۰۰۰ هکتار بدست می‌آید.

ارقام کشت شده در ایران عبارتند از: هیبرید سوپر میراکس، ۷۵۷ و سوپر دومینوس دامام، سوپر هیدارس، ارلی گرین دیومین گریندیو، وایت مکتی دومینوس، و خیارهای هیبرید و گلخانه‌ای نظیر دومینوتن جی آر سی، جی آراچ، پریموکا ۹۸۱۱، کا ۸۷۵۶ مینی بار، کا ۹۸۲۵ و فرسکو.

برای پرورش خیار در گلخانه صرفاً باید از بذور پارتنوکارپیک استفاده کرد و از کاشت بذور معمولی در گلخانه اجتناب کرد. لازم به ذکر می‌باشد که پارتنوکارپیک عبارت است از تشکیل و رشد میوه بدون تلقیح تخمک‌ها. این پدیده به نحوی گسترده در سبزیجات خانواده کدوئیان بخصوص خیار بروز می‌کند. در واریته‌های معمولی گل‌های نر و ماده جدا از هم بوده و گل‌های نر زودتر از گل‌های ماده ظاهر می‌گردند. ولی در عوض واریته‌های پارتنوکارپیک گل نر وجود نداشته و گل‌های ماده بدون عمل گرده افشانی و لقاح تولید میوه می‌کند.

در این نوع خیار نیازی به گرده افشانی نیست و میوه بصورت پارتنوکارپیک تشکیل می‌شود، لذا چنانچه

نگهداری نسبتاً بالایی دارد ولی با توجه به عملکرد بالا و قیمت گران خیار گلخانه ای، نه تنها این هزینه ها جبران می شوند بلکه سود سرشاری هم نصیب تولید کنندگان می گردد.

برای انتخاب بذر خیار درختی بهتر است از بذرهایی استفاده گردد که بیش از ۶ ماه از تولید آنها گذشته باشد زیرا بذر خیار دوره خواب کوتاهی دارد که در آن ایام ممکن است جوانه نزنند، ضمن اینکه گذشت بیش از دو سال نیز از نظر قوه نامیه مناسب نمی باشد. تلخی موجود در میوه های خیار در اثر ماده ای بنام کوکوربیتاسین که در ته آنها وجود دارد و در ریشه ساخته می شود اما در خیارهای هیبرید گلخانه ای دیده نشده و یا خیلی به ندرت اتفاق افتاده است. دانیتو بذری تک گل و رویال بذری چند گل است که قابل کاشت در اکثر فصول سال است.

مروری بر تحقیقات انجام شده

شعبانی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعات خود با موضوع "مدیریت مصرف انرژی در گلخانه گل میخک با استفاده از تحلیل پوششی داده ها" به بررسی مدیریت مصرف انرژی در گلخانه پرداخته اند، که در این تحقیق، کارایی گلخانه ها با توجه به انرژی مصرفی در تولید گل میخک در گلخانه های شهرستان محلات در استان مرکزی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها محاسبه شد. هدف از این تحقیق تعیین واحدهای کارا و ناکارا، تعیین استفاده بیش از اندازه از انرژی که توسط واحدهای ناکارا مصرف می شود و راه کارهایی برای ذخیره سازی انرژی با کاهش ورودی ها در حدی که عملکرد تغییر نکند، می باشد.

پاشایی و همکاران (۱۳۷۸) میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی در گلخانه های استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که در گلخانه های مورد مطالعه متوسط انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم گوجه فرنگی ۰/۸۰۸۱ مگاژول بوده است. مقادیر متوسط بهره وری انرژی، متوسط انرژی خالص انرژی و نسبت انرژی نیز به ترتیب ۱/۳۲۷ کیلوگرم بر مگاژول، ۱۲۲۵/۴۲۶- مگاژول بر هکتار و ۰/۹۸۹۹ بودند. بدین ترتیب معلوم شد که در گلخانه های مورد مطالعه در استان کرمانشاه راندمان و کارایی انرژی پایین بوده و به صرفه نمی باشد. اما به دلیل این که قیمت نهاده های مصرفی انرژی در کشور کم و قیمت محصول گوجه فرنگی گلخانه های زیاد است، کشت گوجه فرنگی گلخانه ای در استان کرمانشاه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. نتایج به دست

نسیم فقط برای کاشت در تابستان و مناطق گرم کشور مثل یزد قابل استفاده است این بذری پر گل و کم برگ است. آمده از این تحقیق نشان داد که می توان با تغییر مدیریت در کشت گلخانه ای و اصلاح روش های کشت و تغییر در رقم بذر گوجه فرنگی، مصرف انرژی در گلخانه ای گوجه فرنگی استان کرمانشاه را بهینه نمود و با ارتقاء تاثیر شاخص های انرژی، راندمان و کارایی مصرف انرژی را در این گلخانه را افزایش داد. غجه بیگ و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی کارایی فنی واحدهای گلخانه ای تولید گوجه فرنگی و خیار در منطقه تهران پرداختند. با تحلیل داده ها با روش تحلیل پوششی داده ها بر اساس مدل CCR-I و BCC-I به ترتیب شش و هشت واحد از گلخانه های خیار کارا بودند. بر اساس این دو مدل، شش و هشت واحد از

گرفتن، گلخانه‌های شماره ۳ و ۲۵ معرفی شدند. بعد از مشخص شدن میزان مازاد مصرف نهاده‌ها گلخانه ناکارای شماره ۱۵ خیار و گلخانه شماره ۱۷ گوجه فرنگی با مصرف صحیح نهاده‌ها می‌توانند به ترتیب ۵۴٪ و ۹۶٪ ذخیره انرژی داشته باشند.

بازده خالص انرژی یا انرژی خالص تولیدی تفاضل بین انرژی معادل مرغ تولید شده و کل انرژی معادل ورودی‌ها است. در واقع نشان می‌دهد در پروسه تولید خیار آیا انرژی ذخیره شده است یا انرژی از دست مرگذار خارج شده است.

$NEG = E_{ou} - E_{in}$
که در این رابطه: $NEG =$ سود خالص انرژی بر حسب مگاژول، $E_{ou} =$ انرژی معادل محصول تولید شده (مگاژول) و $E_{in} =$ انرژی معادل ورودی (مگاژول) می‌باشد.

بهره‌وری انرژی

شاخصی از مقدار محصول استحصالی در واحد انرژی ورودی است. این شاخص نشان می‌دهد با هر مگاژول انرژی ورودی چند کیلوگرم مرغ تولید شده است. این شاخص می‌تواند به عنوان شاخصی برای ارزیابی کارایی انرژی سیستم‌های مختلف تولید مرغ باشد. برای بهبود بهره‌وری انرژی در یک فرآیند می‌توان انرژی مصرفی در تولید نهاده را کاهش داد و یا عملکرد محصول را بهبود بخشید و یا از ضایعات کاست (Kitani, O.1999).

$$EP = Y/E_{in}$$

که در این رابطه: $EP =$ بهره‌وری انرژی (مگاژول)، $Y =$ میزان محصول تولیدی (عملکرد)

گلخانه‌های گوجه فرنگی به ترتیب کارای CCR-I و BCC-I بودند. کارایی فنی، کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس برای گلخانه‌های خیار و گوجه فرنگی به ترتیب (۰/۹۶، ۰/۸۷ و ۰/۹۰) و (۰/۹۲، ۰/۷۴ و ۰/۶۹) به دست آمدند. کاراترین گلخانه خیار و گوجه‌فرنگی به ترتیب با ۷ و ۱۶ مرتبه مرجع قرار

شاخص‌های انرژی

شاخص‌ها به عنوان ابزاری هستند که امکان مطالعه و مقایسه سیستم‌ها با یکدیگر را فراهم می‌کنند. در مکانیزاسیون کشاورزی سه شاخص مهم انرژی وجود دارد که امکان شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی و مقایسه بازدهی انرژی در تولید محصولات مختلف با شیوه‌های متفاوت در مناطق گوناگون با یکدیگر را فراهم می‌کند. این شاخص‌ها شامل نسبت انرژی، بازده خالص انرژی و بهره‌وری انرژی می‌باشند که از آنها در این تحقیق به شرح زیر استفاده شده است.

نسبت انرژی

نسبت انرژی برابر است با انرژی معادل مرغ تولید شده (انرژی خروجی) تقسیم بر انرژی ورودی. این شاخص فاقد واحد بوده و تاثیر هر مگاژول انرژی ورودی در دستیابی به انرژی حاصل شده در خروجی را نشان می‌دهد.

$$ER = E_{ou}/E_{in}$$

که در این رابطه: $ER =$ نسبت انرژی، $E_{ou} =$ انرژی معادل مرغ تولید شده (انرژی خروجی) (مگاژول) و $E_{in} =$ انرژی معادل ورودی (مگاژول) می‌باشد.

بازده خالص انرژی

(کیلوگرم) و E_{in} = انرژی معادل ورودی (مگاژول) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از ۲۵ واحد گلخانه از طریق پرسشنامه وبا مصاحبه حضوری به دست آمد. اطلاعات حاصل از گلخانه داران وارد نرم افزار Excel شد و توسط نرم افزار GAPS تحلیل شد. گلخانه‌ها از نظر مصرف انرژی و عملکرد تولید مورد ارزیابی قرار گرفته، گلخانه‌های کارا و ناکارا مشخص شده و میزان مصرف نهاده‌های آنها بررسی شد.

پارامترهایی که به عنوان ورودی در نظر گرفته شدند، شامل انرژی معادل گازوئیل، انرژی معادل ماشین‌ها، انرژی معادل کود مصرفی، انرژی معادل سم مصرفی، انرژی معادل نیروی کار، انرژی معادل بذریه، انرژی معادل آب مصرفی و انرژی معادل الکتریسیته بودند و به عنوان خروجی، انرژی محصول (عملکرد) به DEA داده شدند. پس از استفاده از DEA یک نسبت واحد برای حذف ناکارایی همه ورودی‌ها برای هر گلخانه بدست آمد که نمره ناکارایی نام دارد. با ضرب تمام ورودی‌ها در نمره ناکارایی، ناکارایی گلخانه حذف شده و میزان ورودی‌های کارا به دست آمد. این نوع از ناکارایی که بدون تغییر در نسبت برای پارامترهای هر گلخانه جبران می‌شود ناکارایی تکنیکی نامیده می‌شود. کارایی یک گلخانه نشان می‌دهد که تا چه میزان از نهاده‌ها به طور بهینه برای تولید ستاده‌ها استفاده شده است و به عبارتی نشان دهنده « انجام صحیح کار» است. به این معنی که از کمینه نهاده‌ها بیشینه محصول برداشت شود.

این امکان وجود دارد که پس از حل مسئله برای بعضی گلخانه‌ها نوع دیگری از ناکارایی وجود داشته باشد. در این حالت تعدادی از ورودی‌ها (و نه همه آنها) دارای ناکارایی بیشتر از نمره ناکارایی هستند. این نوع ناکارایی، ناکارایی ترکیبی نامیده می‌شود. پس از ضرب ورودی‌ها در نمره ناکارایی، مازاد ورودی که برای هر ورودی از هر گلخانه ناکارا منحصر به فرد است از ورودی کم می‌شود تا مقدار ورودی کارا حاصل شود.

مراحل مطالعات انرژی

۱. اولین مرحله در مطالعه حاضر تعیین حد و مرز کمی کاربرد انرژی برای عملیات تولید بود.
۲. مرحله دوم انجام عملیات، شامل مشخص کردن و محاسبه اندازه مصرف انرژی در هر یک از فعالیت‌ها و نهاده‌های تولید بود.
۳. در مرحله سوم اندازه انرژی مصرفی را در نهاده‌های مصرفی ضرب کرده و کل انرژی به کار رفته در هر کدام از گلخانه‌ها به دست آمد.
۴. در نهایت نسبت انرژی کل مصرف شده به انرژی کل تبدیل شده سنجش و برآورد شد.
۵. مشخص شدن واحدهای کارا و ناکارا انرژی مصرفی در تولید نهاده و دیگر انرژی مصرف شده در فراهم آوری این مواد و کیفیت انواع انرژی نیز باید منظور گردد (الماسی و همکاران، ۱۳۸۰).

در موضوع مورد مطالعه به محاسبه انرژی ورودی و انرژی خروجی پرداخته شده است. انرژی خروجی همان انرژی محصول مورد مطالعه (خيار گلخانه‌ای) می‌باشد و انرژی ورودی، انرژی ماشین، سوخت، کارگری، کود، سموم شیمیایی، آبیاری و انرژی الکتریسیته می‌باشد. در ادامه نحو به دست آوردن مقادیر انرژی‌های ورودی در تحقیق حاضر تشریح شده است:

انرژی معادل ماشین‌ها (E_{mach})

برای محاسبه مقدار انرژی ادوات و ماشین‌ها در هکتار لازم است وزن ماشین مورد استفاده در مزرعه، طول عمر ماشین و سطح متوسطی را که طی عمر، روی آن کار می‌کند را بدانیم. سپس بر اساس عمر ماشین و مدت کار سهم آن را برای هکتار به کیلوگرم محاسبه کنیم. برای محاسبه این مقدار انرژی، فرض بر این است که مقدار انرژی صرف شده برای تولید وسیله مورد نظر، طی عمر مفید آن مستهلک می‌شود که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E_m = W \cdot E_e$$

که در آن: E_m انرژی مصرفی بر حسب مگاژول بر سال، W وزن ماشین بر حسب کیلوگرم، E_e انرژی مصرفی توسط ماشین‌ها / مگاژول بر کیلوگرم بر سال است.

انرژی سوخت (E_{fuel})

باید متوسط مصرف سوخت تراکتور در عملیات مختلف، مصرف سوخت سمپاشها و همچنین مصرف سوخت سیستم گرمایش اندازه گیری شوند.

که در آن:

E_f انرژی مصرفی سوخت در هر عملیات بر حسب مگاژول، F مصرف سوخت در هر عملیات بر حسب مگاژول، A سطح زیر کشت بر حسب هکتار و E_e انرژی مصرفی توسط ماشین‌ها / مگاژول بر لیتر است.

انرژی کارگری (E_{la})

برای محاسبه انرژی کارگری از رابطه زیر استفاده شد.

$$F$$

که در آن:

T زمان صرف شده برای انجام هر یک از عملیات، N_1 تعداد کارگر فصلی، A سطح زیر کشت بر حسب هکتار و N_2 دفعات انجام عملیات است.

انرژی کود (E_{fer})

اندازه مصرف کودهای حیوانی، ازته، فسفات، پتاسه و دیگر ریزمغذی‌ها در طی یک دوره رشد را باید اندازه‌گیری کرد. برای محاسبه انرژی کود از رابطه زیر استفاده شد.

$$E$$

که در آن:

E_f انرژی مصرف کود بر حسب مگاژول، W اندازه کود مصرفی بر حسب کیلوگرم بر هکتار، A سطح زیر کشت بر حسب هکتار، E_e انرژی معادل کود بر حسب مگاژول بر کیلوگرم است.

انرژی سموم شیمیایی و علفکش ها (E_H)

باید میزان مصرف حشره کش ها، کنه کش ها، علف کش ها و نوع آن ها در طی دوره رشد گیاه (خیار) تعیین شود. برای محاسبه انرژی سموم شیمیایی و علف کش ها از رابطه زیر استفاده شد.

$$E$$

که در آن:

E_H انرژی مصرف سم بر حسب مگاژول، L اندازه سم مصرفی بر حسب لیتر، A سطح زیر کشت بر حسب هکتار و E_e ارزش انرژی معادل بر حسب مگاژول بر لیتر است.

انرژی آبیاری (E_{irr})

انرژی مورد نیاز آبیاری شامل انرژی صرف شده برای حفر چاه برای تمام سال های عمر مفید آن چاه به اضافه انرژی تولید تجهیزات پمپاژ، انتقال، انرژی سوخت و یا الکتریسیته مصرفی می باشد. به عبارت دیگر انرژی یک سیستم آبیاری شامل انرژی مستقیم DE^1 و انرژی غیرمستقیم IE^2 می باشد. انرژی مستقیم شامل مصرف انرژی به منظور بالا آوردن و ایجاد فشار H^3 متناسب با نیاز سیستم آبیاری می باشد. انرژی مستقیم آبیاری از رابطه زیر به دست آمد.

$$DE = \frac{(pgHQ)}{n_0 n_1}$$

که در آن:

DE انرژی مصرف سم بر حسب مگاژول، p چگالی آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، g شتاب جاذبه بر حسب متر بر مجذور ثانیه، H کل ارتفاع دینامیکی به علاوه اُفت اصطکاکی فشار بر حسب متر، Q دبی کل آب به علاوه تلفات تبخیر، نشت و زهکشی بر حسب مترمکعب بر هکتار، n_0 بازده کلی توان وسیله الکتریکی یا دیزل و n_1 بازده پمپ است

¹ direct energy
² indirect energy
³ height

انرژی حمل و نقل (E_{trans})

که در آن:

انتقال مواد، کارگر، ماشین‌ها، نهاده‌ها و تولیدات صنعتی مورد نیاز در کشاورزی و محصولات کشاورزی، همگی انرژی بر هستند. انرژی در حمل و نقل معمولاً به صورت مقدار انرژی بر تن فاصله جابجایی (کیلومتر) محاسبه می‌شود (الماسی و همکاران، ۱۳۸۰).

E

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

روش DEA نیاز به فرض، شکل ریاضی خاص و یا شناخت تابع تولید نیست. تحلیل پوششی داده‌ها روش مناسبی برای اندازه‌گیری کارایی می‌باشد. کارایی به دست آمده نسبی است و مرز کارایی را ترکیبی از واحدهای کارا تشکیل می‌دهند. لذا هر DMU (گلخانه) روی مرز کارایی قرار داشته باشد، کارا و در غیر این صورت ناکاراست. جهت کارا شدن یک واحد ناکارا باید تغییراتی در نهاده‌ها و ستانده‌های آن واحد صورت گیرد. پس از اجرای مدل های DEA، مجموعه‌ای تحت عنوان مرجع، شناسایی می‌گردد. در این مجموعه مشخص می‌شود که هر واحد ناکارا برای رسیدن به مرز کارایی، باید با کدام یک از واحدهای کارآمد مقایسه شود (Charns, Cooper, Rhodes, 1984).

در مجموعه مرجع در یک صنعت اگر تولید کنندگان قادر باشند با مقدار کمینه از عوامل تولید، مقدار معینی از محصول را تولید نمایند و یا اینکه با مقدار معینی از عوامل تولید، بیشینه ممکن از محصولات مختلف را تولید نمایند، سایر تولید کنندگان این صنعت در صورتی کارا خواهند بود که بتوانند مشابه این تولیدکنندگان عمل نمایند.

برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی روش های مختلفی وجود دارد که به دو گروه پارامتری و غیرپارامتری تقسیم می‌شوند. در روش‌های پارامتری با استفاده از روش‌های مختلف آماری و اقتصاد سنجی، تابع تولید مشخصی تخمین زده می‌شود. سپس با به کارگیری این تابع، نسبت به تعیین کارایی اقدام می‌گردد. روش پارامتریک نیازمند یک تابع ریاضی است که بر اساس آن، با به کارگیری متغیرهای مستقل، متغیر وابسته تخمین زده می‌شود. گروه دوم روش‌های ناپارامتری می‌باشد. مهمترین ویژگی روش‌های ناپارامتری این است که نیاز به توزیع یا شکل خاص ریاضی ندارد. از مهمترین روش‌های ناپارامتری، تحلیل پوششی داده‌هاست. تحلیل پوششی داده‌ها نوعی مدل برنامه‌ریزی خطی است که کارایی نسبی گروهی از واحدهای تصمیم‌گیری را اندازه‌گیری می‌کند. تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ناپارامتری است که به کمک برنامه‌ریزی خطی به تعیین مرز کارایی آن دسته از واحدهای تصمیم‌گیری DMU¹ می‌پردازد که ستانده‌ها و نهاده‌های مشابه دارد. در

¹ Decision Making Unit

اینجاست که در واقع برای هر واحد ناکارا می توان الگوی مناسبی اختیار کرد و با تعیین تفاوت های بین واحد کارا و ناکارا، راهبردهای مناسبی جهت حذف شکاف بین آنها طراحی نمود (امامی میبدی، ۱۳۷۹).

اگر واحدهای سازمانی فقط دارای یک نهاد و یک ستانده باشند، کارایی حاصل ستانده به نهاد خواهد بود. اما اگر یک واحد سازمانی دارای نهاده ها و ستانده های مختلف باشد، یافتن وزن مشترک برای ستانده ها و نهاده های مختلف مشکل و حتی ناممکن DEA می شود. در این حالت است که می توان از استفاده کرد. در این وضعیت برای محاسبه کارایی یک واحد سازمانی باید از رابطه زیر استفاده کرد :

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i}$$

که در این رابطه :

$$y_r = \text{مقدار خروجی}$$

$$u_r = \text{وزن خروجی } r$$

$$x_i = \text{مقدار ورودی } i$$

$$v_i = \text{وزن ورودی } i \text{ می باشد.}$$

در این پژوهش پارامترهایی که به عنوان ورودی به DEA داده شد، شامل انرژی معادل سوخت (گازوییل)، انرژی معادل ماشین ها، انرژی معادل بذر مصرفی، انرژی معادل سموم و کود شیمیایی، انرژی معادل نیروی کار و انرژی معادل الکتریسیته بود و همچنین انرژی معادل محصول (خیار) به عنوان پارامتر خروجی به DEA داده شد.

انرژی مصرفی تولید خیار در گلخانه های خاکی

در جدول ۱ میزان نهاده مصرفی، محتوای انرژی آنها و همچنین درصد مصرف هر یک از نهاده ها با توجه به اطلاعات پرسشنامه ها تکمیل شده است. نتایج تحقیق نشان داد که انرژی سوخت بیشترین سهم مصرف انرژی را در گلخانه های مورد بررسی دارا می باشد. این قسمت از انرژی با مصرف ۶۴۹۸۱ مگاژول انرژی، ۴۷ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. اکثر گلخانه های استان قزوین برای تأمین سوخت به منظور گرم کردن سالن ها از گازوییل استفاده می کنند. یکی دیگر از بالا بودن مصرف انرژی سوخت، مدیریت نادرست استفاده از سوخت می باشد.

بعد از انرژی سوخت، کود مصرفی بیشترین مصرف انرژی را دارا می باشد. میزان کود مصرفی معادل ۲۸۱۳۷ مگاژول مصرف انرژی بوده و ۲۰ درصد از کل انرژی مصرفی را شامل می شود. مصرف برق گلخانه ها ۲۳۶۶۱ مگاژول بر هکتار است که ۱۷/۶ درصد از کل سهم انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده است. جهت انتقال آب در گلخانه ها، روشنایی سالن ها و خنک کردن و تهویه سالن ها از الکتریسیته استفاده می شود. براساس نتایج سایر نهاده های تولید خیار در گلخانه های خاکی که به ترتیب شامل انرژی کارگر، ۷۳۹۸/۸ مگاژول بر هکتار، انرژی سموم شیمیایی، ۱۵۵۳۱ مگاژول بر هکتار، انرژی آب، ۱۷۱۷، و انرژی

استهلاک ادوات، ۲/۲۵۵۱ مگاژول بر هکتار می‌باشند. مصرف بالای انرژی کود به علت عدم استفاده از مصرف نهاده‌ها و مصرف پایین انرژی آب بدلیل آبیاری قطره ای و بموقع در کشت گلخانه‌ها است.

جدول ۱ مقدار نهاده‌ها و محتوای انرژی آن‌ها در عملیات تولید خیار گلخانه‌ای

درصد	محتوای انرژی (مگاژول بر هکتار)	نهاده‌ها
		ورودی
۴۶/۹	۶۴۹۸۱	سوخت
۲۰	۲۸۱۳۷	کود
۷/۱	۱۵۰۲۱	سموم شیمیایی
۱۷/۶	۲۳۸۴۱	الکتریسیته
۵/۴	۷۵۴۲/۸	نیروی کارگر
۱/۹	۲۶۰۷/۲	استهلاک ماشین
۱/۱	۱۷۱۷	نیروی آب
۱۰۰	۱۴۳۸۴۷	انرژی ورودی کل
		خروجی
	۷۰۳۹۴/۶	عملکرد (تولید محصول خیار)

شده است. برای بهبود این شاخص می‌توان عملکرد را بالا برد یا انرژی ورودی را کاهش داد یا هر دو مورد. بهره‌وری انرژی ۰/۶۱ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد که بیانگر این است که به ازای هر یک مگاژول حدود ۰/۶۱ کیلوگرم بر مگاژول، محصول خیار تولید شده است. ۵/۸۷۹۹۲ کیلوگرم بر هکتار خیار تولید شده است.

محاسبه شاخص‌های انرژی

هدف از محاسبه شاخص‌های انرژی امکان مطالعه و مقایسه سیستم‌های تولید محصولات در نقاط مختلف یا محصولات مختلف یک منطقه با یکدیگر می‌باشد. مقادیر شاخص‌های انرژی محاسبه شده برای گلخانه‌های موردنظر در جدول ۴-۲ ارائه شده است. نسبت انرژی به عنوان فاکتوری برای بررسی کارایی انرژی در تولید محصولات به کار می‌رود. نسبت انرژی برای تولید خیار گلخانه‌ای ۰/۴۸ به دست آمد.

این نسبت نشان می‌دهد که به ازای هر یک مگاژول انرژی ورودی، ۰/۴۸ مگاژول انرژی معادل محصول تولید

جدول ۲ بررسی شاخص های انرژی

میزان محاسبه شده	واحد	
۰/۴۸		نسبت انرژی
۰/۶۱	کیلوگرم بر مگاژول	بهره وری انرژی
-۷۳۴۵۲/۴	مگاژول	افزوده خالص انرژی

واحدهای ناکارا ۰/۸۷ می باشد. واحد شماره ۱۳ با کارایی ۷۶/۲۳ درصد ناکارترین واحد شناخته شد. کارایی ۷۶/۲۳ درصدی واحد تولیدی ۱۳ به معنای این است که این واحد باید ۲۳/۷۷ در صد مصرف خود را از کلیه عوامل تولید کاهش دهد (بدون اینکه از میزان تولیدش کاسته شود) تا بتواند به یک واحد تولید کارا تبدیل شود. گلخانه های ۳،۴،۷،۱۰،۱۷ و ۲۱ کارا بودند.

منفی بودن افزوده خالص انرژی بیانگر این است که انرژی ورودی نسبت به انرژی خروجی بیشتر می باشد و یا اینکه در تولید خیار انرژی از دست رفته است.

تجزیه تحلیل انرژی تولید خیار گلخانه ای با استفاده از مدل بازگشت به مقدار ثابت CCR

همانطور که نتایج جدول ۳ نشان می دهد، از ۲۵ گلخانه استان، شش گلخانه خیار کارا هستند و ۱۹ گلخانه خیار دیگر ناکارا هستند. میانگین کارایی

جدول ۳ تعیین کارایی واحدها و بررسی واحدهای مرجع با استفاده از مدل CCR

واحد تولیدی	امتیاز کارایی (درصد)	واحدهای مرجع
۱	۸۹/۵۱	۴ (۷۸/۲۴)
۲	۹۶/۶۳	۲۱ (۷۴/۶۷) و ۱۰ (۵۶/۱۸)
۳	۱۰۰	
۴	۱۰۰	
۵	۹۳/۳۱	۴ (۴۵/۲۳) و ۷ (۸۹/۳۴)
۶	۹۵/۴۳	۴ (۶۷/۳۴) و ۳ (۳۸/۱۲)
۷	۱۰۰	
۸	۹۲/۸۲	۴ (۵۶/۳۴) و ۱۰ (۷۰/۱۶)
۹	۹۲/۳۷	۴ (۳۵/۶۸) و ۳ (۶۰/۱۸)
۱۰	۱۰۰	
۱۱	۹۰/۵۷	۴ (۳۵/۶۸) و ۷ (۴۷/۱۶)
۱۲	۸۲/۸۱	۴ (۷۸/۳۴)
۱۳	۷۶/۲۳	۴ (۷۱/۴۶) و ۳ (۷۶/۱۱)
۱۴	۸۵/۱۲	۲۱ (۳۴/۵۶)
۱۵	۸۱/۳۵	۴ (۵۶/۶۷)
۱۶	۹۱/۴۷	۱۷ (۴۵/۲۳) و ۲۱ (۷۰/۲۹)
۱۷	۱۰۰	
۱۸	۹۲/۱۵	۷ (۵۷/۲۳) و ۳ (۵۹/۱۲)
۱۹	۷۹/۹	۴ (۸۷/۵۷) و ۷ (۳۹/۱۹)
۲۰	۸۳/۶۹	۱۷ (۶۷/۴۵) و ۱۰ (۳۰/۱۷)
۲۱	۱۰۰	
۲۲	۸۷/۵۹	۲۱ (۶۰/۱۸) و ۷ (۸۶/۱۵)
۲۳	۸۵/۵۶	۱۰ (۳۵/۷۶)
۲۴	۷۹/۴۹	۱۰ (۷۹/۴۷) و ۲۱ (۴۵/۳۵)
۲۵	۸۳/۳۹	۲۱ (۲۴/۹۰) و ۱۷ (۸۱/۱۹)

جدول ۴. مازاد ورودی‌ها برای گلخانه‌های ناکارا (مگاژول)

واحد	سوخت	نیروی کارگری	سموم شیمیایی	کود	آب	الکتریسیته	استهلاک ماشین
۱	۲۳۷۵۶		۸۸۶۵			۹۸۷۰	
۲	۱۲۵۶۷	۱۲۵۴				۲۴۵۶	
۵	۲۴۱۵۶						۴۵۶
۶	۱۲۷۸۹		۵۶۷۳		۵۴۶	۸۹۱۲	
۸	۳۲۱۱۲	۲۷۸۰			۱۹۰	۶۱۲۰	
۹		۲۹۰۱			۱۸۱	۹۸۵۹	
۱۱	۹۲۴۰	۱۲۹۰	۳۷۸۰				۵۶۷
۱۲	۳۷۸۹۰			۱۲۸۹۰	۱۲۳	۱۲۸۰	
۱۳	۴۵۱۷۸	۳۷۹۵		۱۶۲۸۹		۲۸۹۰	
۱۴	۱۴۲۳۶	۳۴۱۲		۲۷۸۰		۵۶۷۰	
۱۵	۱۲۷۹۰	۲۵۱۹	۱۴۵۰	۱۵۹۰۷		۱۵۲۸۰	
۱۶				۱۴۲۸۹			۱۲۰۰
۱۸		۱۲۴۱		۱۲۸۰۹	۱۰۹		
۱۹	۳۲۹۱۰		۴۱۲۹			۵۸۱۰	۱۰۹۰
۲۰	۱۶۲۸۰	۳۱۰۹	۱۲۸۰	۲۲۸۰		۱۵۲۰۰	
۲۲	۱۷۲۰۰	۱۲۰۰		۷۱۰۷		۱۷۹۰	۱۰۹
۲۳	۱۴۸۰۹			۱۲۷۰۰		۱۴۵۰۰	
۲۴	۳۹۷۰۸			۲۰۸۰	۴۵۰		۱۲۰۰
۲۵	۱۹۰۰۷	۱۲۳۰	۱۶۷۰	۱۳۷۰۹		۴۱۳۰	

جدول ۴ نتایج حاصل از تحلیل گلخانه‌های خیار با مدل CCR برای تعیین مازاد نهاده‌ها و کمبود عملکرد ورودی‌های واحدها را نشان می‌دهد. با توجه به ورودی محور بودن مدل CCR، کمبود خروجی‌ها برابر صفر می‌باشد. برای هریک از واحدهای ناکارا، تعیین شد که به چه میزان باید از مصرف نهاده‌های مازاد را کم کنند تا آن واحد کارا شود. بطور مثال گلخانه شماره ۸ با کارایی ۹۲/۸۲ درصد باید ۳۲۱۱ مگاژول از سوخت و ۲۷۸۰ مگاژول از نیروی انسانی و ۱۹۰ مگاژول از سموم و ۶۱۲۰ مگاژول از الکتریسیته مصرفی را کاهش داد تا به یک واحد کارا تبدیل شود. کشت محصولات گلخانه‌ای با توجه به ماهیت کاری آن خارج از فصل کشت می‌شود و در مناطق سردسیر سوخت مصرفی بیشترین سهم میزان مصرف انرژی را دارا می‌باشد. در این تحقیق نهاده سوخت بیشترین سهم مصرف انرژی را دارا می‌باشد. دلیل این امر استفاده از سیستم‌های گرمایشی مستهلک، عدم عایق کاری مناسب، مدیریت نادرست مصرف سوخت و عدم استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر می‌باشد.

Heidari and Omid (2010) در تحقیقی مشابه

به بررسی میزان انرژی مصرفی در کشت محصولات خیار و گوجه فرنگی در سطح استان تهران پرداختند. نتایج کار این محققین نشان داد که نهاده سوخت مصرفی بیشترین میزان مصرف انرژی را در محصولات گلخانه‌ای دارا می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین سهم مصرف انرژی برای تولید خیار در گلخانه‌های خاکی، مربوط به انرژی سوخت است. به نحوی که ۶۴۹۸۱

مگاژول انرژی به ازای هر هکتار برای تولید این محصول مصرف شده است. عمده مصرف سوخت در این واحدهای تولیدی مربوط به سامانه گرمایش گلخانه می‌باشد. بعد از سوخت بیشترین مصرف در همه گلخانه‌ها مربوط به انرژی الکتریسیته (برق) است که ۲۳۸۴۱ مگاژول انرژی به ازای هر هکتار مصرف شده است که شامل انرژی برق مصرفی برای خنک کردن، تهویه، پمپ آب و سیستم گرمایشی می‌باشد. همچنین سایر نهاده‌های تولید خیار در گلخانه‌های خاکی به ترتیب ۷۵۴۲/۸ مگاژول بر هکتار، انرژی کارگر، ۱۵۰۲۱ مگاژول بر هکتار، انرژی سموم شیمیایی، ۱۷۱۷ مگاژول بر هکتار، انرژی آب و انرژی استهلاک ادوات، ۲۶۰۷ مگاژول بر هکتار می‌باشند. مصرف بالای انرژی کود به علت عدم استفاده از خاک و مصرف پایین انرژی آب بدلیل استفاده از آبیاری قطره‌ای و مدیریت صحیح در کشت گلخانه‌های خاکی است.

در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که در تمامی گلخانه‌های استان قزوین مصرف نهاده انرژی به انرژی سوخت، الکتریسیته و کود اختصاص دارد.

پیشنهادها

۱- با توجه به اینکه بیشترین نهاده مصرفی مربوط به سوخت می‌باشد، می‌توان با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی خورشیدی)، جلوگیری از تلفات حرارتی (از طریق عایق کردن سقف، دیواره‌ها و پنجره‌ها) و بکاربردن سیستم کنترل دما از مصرف بیش از حد سوخت خودداری کرد.

۲- امکان به‌کارگیری نیروی انسانی متخصص به جای استفاده از کارگران ساده در گلخانه

امامی میبدی، ع. (۱۳۷۹). اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری. تهران: انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی.

Charnes, A. W. W. Copper and E. Rhodes (۱۹۸۴), Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, No.2: 429-444

Heidari, M.D, and M, Omid.-2010. Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in iran, *energy*, 225-220:36

Tasdighi. 1985. Sensitivity Analysis of Energy Inputs for Barley Production in Hamedan Province of Iran. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137: 367-372.

می‌تواند راندمان انرژی و اقتصادی واحدهای تولیدی را افزایش دهد.

۳- مدیریت صحیح نهاده‌ها به‌ویژه سموم و کود شیمیایی از طریق ماشین‌های دقیق‌تر همچون مه‌پاش‌ها در گلخانه ضروری به‌نظر می‌رسد.

۴- به منظور بررسی میزان مصرف انرژی، سایر گلخانه‌های استان که به تولید محصولات دیگر اشتغال دارند مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

منابع

الماسی، م. (۱۳۸۰). درس نامه مدیریت مصرف انرژی. کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

پاشایی ف.، رحمتی م.، و پاشایی پ. ۱۳۸۷. بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه فرنگی گلخانه ای در گلخانه های استان کرمانشاه. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون. ۶-۷ شهریور ۱۳۸۷. مشهد. ایران.

شعبانی و همکاران، ۱۳۸۸. مدیریت مصرف انرژی در گلخانه گل میخک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها. کنفرانس بهینه سازی مصرف انرژی.

غجه بیک، ف، ۱۳۸۸، "توسعه یک سیستم تصمیمیار مدیریت مصرف انرژی در گلخانه‌های سبزی و صیفی"، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران.

Investigation and determination of energy indices in greenhouse production of cucumber by DEA method in Qazvin province

Amir Hossein Ahmad , Davood Mohammadzamani^{*2} And Mohammad Gholami pareshkouhi³
Beygi¹

Received: 5 September 2013

Accept: 17 November 2013

Abstract

The aim of this study was to calculate the energy parameters in greenhouse cucumber production and efficient and inefficient units in Qazvin province was determined. In this study, questionnaires were distributed set between the greenhouse area. Ask the person to complete the questionnaires . A total of 25 units was Dadhbrdary greenhouse production. To determine the efficiency of greenhouses Data envelopment analysis (DEA) was used. The results showed that the highest energy consumption in greenhouse cucumber production earth energy fuel AS DEFINED IN 64 981 MJ per hectare for the production of energy is consumed. After the highest fuel consumption of all energy-related greenhouse Electricity is 23,841 MJ of energy consumed per hectare. 48/0 cucumber greenhouses for the production of energy, energy efficiency and increased 61/0 kg MJ net energy 4 / 73452- MJ was obtained. Greenhouse 25 provinces, six greenhouse greenhouse cucumber effective and 19 others were ineffective. Average performance is inefficient units 87/0.

Key words: Greenhouse cucumbers, the energy index, data envelopment analysis, efficiency