بررسی بهبود مصرف انرژی در تولید سیر با روش تحلیل پوششی داده ها (DEA)

نعیمه سماواتیان[۱]، شاهین رفیعی[۲]، حسین مبلی[۲]

۱ و ۲ – به ترتیب کارشناس ارشد و استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تهران
na.samavatean@gmail.com

چکیده:

این تحقیق از روش ناپارامتری – تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی میزان کارآیی تولیدکنندگان سیر شهرستان بهار در دو مدل BCC و CCR ورودی محور پرداخته است. نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که در مدل CCR ۳۸/۲۹٪ مزارع و در مدل BCC ۵۵/۳۱٪مزارع دارای امتیاز کارا بوده‌اند که از این کشاورزان بیشترین تعداد آن‌ها در محدوده ۰/۷۱–۰/۸ قرار داشته‌اند. کارایی‌های تکنیکی، تکنیکی مطلق و مقیاس با مدل‌های CCR وBCC برای کشاورزان به ترتیب ۰/۸۳، ۰/۹٤و ۰/۸۸ به دست آمده است. بیشترین مصرف نادرست انرژی در کود شیمیایی و سوخت دیزل بوده است. . بیشترین سهم از کل انرژی ذخیره‌ای در هر دو مدل مربوط به انرژی کود شیمیایی(حدود۱٤٪) و سوخت دیزل(حدود ۱۲٪) بوده است. همچنین زمین‌های بالای سه هکتار در کشت سیر در منطقه مورد مطالعه بیشترین میزان واحدهای کارا را داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: بهار، کارایی، واحد کارا، کارایی انرژی

۱- مقدمه:

سیر یکی از سبزی‌های سرشار از مواد غذایی با خواص خوراکی و دارویی می‌باشد که در سال‌های اخیر از اهمیت اقتصادی فوق العاده‌ای بر خوردار گشته و جزیی از اقلام صادراتی کشور به حساب می‌آید(تصدیقی، ۱۳٦۱) و همچنین برخی گزارش‌ها از کاربرد موفقیت آمیز سیر به عنوان دارو در طی سال‌های متمادی روایت می‌کند(عرشی،۱۳۷۹). ،طبق گزارشات سازمان خواروبار جهانی(FAO) در سال ۲۰۰۸، ۳۲۷ میلیون تن سیر در ۱۹ میلیون هکتار در جهان تولید شده است چین در مقام اول و ایران هجدهمین تولید کننده سیر در جهان است(Food and Agriculture Organization. 2000).

تحلیل پوششی داده‌ها (Data Envelopment Analysis-DEA) یکی از ابزارهای قدرتمند مدیریتی است. که قادر است مدیریت را در جهت نیل به اهداف عالی سازمان و در جهت استفاده بهینه از منابع و تخصیص آن‌ها و در نهایت کسب سودآوری بیشتر، یاری رساند. روش DEA به عنوان روش اندازه‌گیری "کارایی تکنیکی" (Technical Efficiency) شناخته می‌شود. کارایی تکنیکی سعی دارد که حد اکثر خروجی را با مصرف ورودی‌هایی که به واحد داده شده است، ایجاد کند. DEA یک روش غیر پارامتری برای تخمین توابع تولید است. عمده اشکال روش‌های پارامتری که باعث می‌شود این گونه روش‌ها برای ارزیابی

واحدهای تحت کنترل مناسب نباشد لزوم پیش فرض اولیه برای تابع تولید است که ممکن است با ماهیت واحدهای تحت ارزیابی در تضاد باشد(قصیری و همکاران، ۱۳۸٦).

در این بررسی از کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها برای آنالیز داده‌های مربوط به انرژی تولید سیر استفاده شده است. بررسی‌های مانند مقدار منابع ناکارای مورد استفاده در تولید کتان در پنجاب پاکستان (Shafiq & Rehman, 2000)، بررسی سیستم کشاورزی در کشت مرکبات در اسپانیا (Reig-Martinez & Picazo-Tadeo 2004) ،مطالعه ای بر کارایی انرژی مورد استفاده در کشت برنج.(Nassiri & Singh 2009) و برآورد آب مازاد کشاورزی در آبیاری کشاورزی .(Lilienfeld & Asmild 2007) با استفاده از این تکنیک انجام شده است. در این بررسی با استفاده از DEA سعی شده است تا مزارع کارا و ناکارا از هم متمایز شده و با دقت، بهترین روش استعمال انرژی تشخیص داده شود و در مواردی که استفاده ناصحیح از انرژی به وسیله واحدهای ناکارا شده است بهترین مقدار به آنها برای هر منبع انرژی پیشنهاد شود.

۲- مواد و روش ها

شهرستان بهار در شمال غرب همدان واقع شد این شهرستان از نظر طبیعی دارای آب و هوای خشک بوده و نوع بارندگی آن از توع تیپ اقلیم مدیترانه ای است. دارای آب و هوای خشک می‌باشد (بی نام الف. ۱۳۸٤). استان همدان طبق سرشماری کشاورزی سال ۱۳۸٤ تعداد ۲۷۱۷ بهره بردار سیر با سطح زیر کشت ۱۱۵۸ هکتارو تولید کل ۱۲۱٤۸ تن وجود دارد که شهرستان بهار با ۳۲۹ بهره بردار و سطح زیر کشت ۲۷۲ هکتار و تولید کل ۲۳۰٤ تن از لحاظ تولید پس از همدان قرار دارد (بی نام ب. ۱۳۸٤). در این مطالعه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای استفاده شده است.برای پیدا کردن حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شده است. (منصورفر، ۱۳۷٦).

$$n=\frac{N(s\times t)^2}{(N-1)d^2+(s\times t)^2} \qquad (۱)$$

که در آن N، اندازه جامعه آماری یا تعداد سیرکاران، t ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت به دست می‌آید. S برآورد انحراف معیار صفت مورد مطالعه در جامعه، d دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله اطمینان) و n حجم نمونه است.حجم نمونه از طریق فرمول کوکران ۳۰ نفر برآورد گردید که جهت اطمینان ۵۵ پرسشنامه از شهرستان بهار پر گردیده است. تحلیل ها با ٤۷ پرسشنامه انجام شده است. محدودهٔ زمانی جمع‌آوری اطلاعات اوائل شهریور ماه لغایت اواخر دی ماه سال ۱۳۸۷ می‌باشد که داده‌ها برای فصل زراعی ۸۷-۱۳۸٦ جمع آوری شده است.

اقلام انرژی نهاده‌های یک سیستم کشاورزی متداول شامل انرژی‌های ماشین، سوخت، دام، کارگر، کود، آفت کش‌ها، بذر،سم، آبیاری و حمل و نقل می‌باشد. در شیوه‌های خاص تولید ممکن است موارد دیگری حسب مورد به اقلام فوق افزوده شود. (Kitani.,1998). انرژی هر یک از نهاده‌ها براساس هم ارز انرژی که در جدول ۱ آمده است محاسبه شده است. اقلام انرژی نهاده‌های یک سیستم کشاورزی متداول شامل انرژی‌های ماشین، سوخت، دام، کارگر، کود، آفت‌کش‌ها، بذر ،سم، آبیاری و حمل و نقل می‌باشد. در

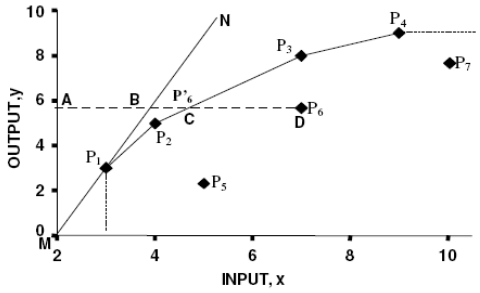
شیوه‌های خاص تولید ممکن است موارد دیگری حسب مورد بـه اقـلام فـوق افـزوده شـود(Kitani.,1998). انرژی هر یک از نهاده‌ها براساس هم ارز انرژی که در جدول۱ آمده است محاسبه شده است.

جدول۱- هم ارز انرژی ورودی‌ها و خروجی‌ها در تولیدات کشاورزی

	واحد انرژی	هم‌ارز انرژی	منبع
الف: ورودی‌ها			
نیروی انسانی	h	۱/۹٦	۱۸و ۲۷
ادوات	h	٦۲/۷	۱۲
سوخت دیزل	L	٤۷/۸	۱٤
کود شیمیایی	kg		
نیتروزن		٦٦/۱٤	۲۷
فسفر		۱۲/٤٤	۲۷
پتاسیم		۱۱/۱۵	۲۷
کود حیوانی	kg	۰/۳۰	۹
سموم شیمیایی	kg	۱۲۰	۱۹
استحصال آب برای آبیاری	m^3	۱/۰۲	۸
بذر(سیر)	kg	۱/٦	۲٦
ب: خروجی‌ها			
سیر	kg	۱/٦	۲٦

۲-۱- تحلیل پوششی داده ها

DEA دارای چهار مدل اصلی است که عبارتند از: مـدل بازگشـت بـه مقیـاس ثابـت(CCR- Constant Returne to Scale)، مدل بازگشت بـه مقیـاس متغیـر(VRS- Variable Returne to Scale)، مـدل بازگشـت بـه مقیاس افزایشی(IRS– Increase Returne to Scale) و مدل بازگشت به مقیـاس کاهشـی Decrease Returne to (Scale-DRS). هر کدام از مدل‌های فوق دارای دو جهت مطالعاتی خروجی محور و ورودی محور می‌باشند. منظور از ورودی محور این است که به چه میزان باید ورودی‌ها را با ثابـت نگهداشـتن میـزان خروجـی‌هـا، کاهش داد تا واحد مورد نظر به مرز کارایی برسد. در اندازه‌گیری‌های خروجی محور سعی بر آن است که با ثابت نگهداشتن میزان ورودی به حداکثر مقدار میزان خروجی دست یافته و واحـد بـه مـرز کـارایی برسـد. مرجعی که جهت مقایسه برای واحدهای غیرکارا استفاده می‌شـود واحـد هـای همتـا هسـتند. کـه مجموعـه واحدهایی هستند که روی مرز کارایی یا روی بهترین مرز عملکردی قرار می‌گیرند. بنابراین DEA واحدهای ناکارا را با واحدهای واقعـی(و نـه واحـدهـای دروغـین) کـه روی مـرز کـارایی قـرار گرفتـه‌انـد مقایسـه می‌کند(Ghoseiri et al.2007).



شکل ۱- نمودار مرز کارایی برای واحدها با یک ورودی و یک خروجی

DEA کارایی را در سه تعریف متفاوت ارائه می‌دهد که شامل کارایی تکنیکی،کارایی تکنیکی مطلق و کارایی مقیاس است. کارایی تکنیکی اساسا به وسیله واحدهای ارزیابی شده برای عملکردشان که وابسته به دیگر واحدها است اندازه‌گیری می‌شود. کارایی تکنیکی مطلق کارایی تکنیکی است که متاثر از جابجایی کارایی مقیاس بوده است. تفاوت این سه کارایی در شکل۱ توضیح داده شده است. خط MN سیستم پوششی داده‌ها را با بازگشت به مقیاس ثابت نشان می‌دهد این خط از مبدا تا نهایت نقاط داده شده کشیده شده است. بنابراین کارایی مقیاس برای P_1 برابر واحد است، اگرچه برای دیگر واحدها کمتر از واحد است. واحد P_6 مقدار کم ورودی آن برابر AD و مقدار خروجی آن برابر AM است. نقاط B و C نقاطی هستند که خط AD با خط MN و خط پوششی داده‌ها برخورد کرده است. AB مقدار ایده‌آل ورودی تفسیر می‌شود که برای تولید مقدار B از خروجی بر روی MN لازم است، چنانچه فرض بازگشت به مقیاس ثابت استوار باشد. اگردر سیستم بازگشت به مقیاس کاهشی که یک پدیده واقعی‌تر است بررسی شود در این حالت مقدار ورودی AC قادر به تولید خروجی B در روی MN می‌باشد(Chauhan et al., 2006).

بنابراین می‌توان انواع مختلف کارایی را به این شکل توضیح داد: کارایی تکنیکی مطلق= AC/AD و کارایی تکنیکی = AB/AD و کارایی مقیاس = AB/AC. از روابط بین این سه کارایی می‌توان نتیجه گرفت که کارایی تکنیکی برابر است با کارایی تکنیکی مطلق در کارایی مقیاس. کارایی تکنیکی مطلق واقعی‌ترین کارایی است و کارایی مقیاس نسبت کارایی ایده‌آل و کارایی واقعی را نشان می‌دهد(کارایی مقیاس نسبت کارایی در مدل CCR به کارایی در مدل BCC است).

یک واحد ناکارا گفته می‌شود اگر دیگر واحدها یا ترکیب دیگر واحدها بتواند خروجی بیشتری از یک مقدار ورودی یکسان یا کمترین مقدار ورودی تولید کنند. مدل فوق به نام مدل CCR شناخته شده است. این مدل بهینه کردن در شرایط بازگشت به مقیاس ثابت است. این حالت در مسائل زنده و مسائل زندگی همیشه وجود ندارد. در مسائلی که با روش بازگشت به مقیاس متغیر حل می‌شود که امروزه با نام مدل BCC شناخته شده است این مدل با تبدیل کردن ورودی‌ها به خروجی‌ها به وسیله ساختن مشاهده براساس مرز تولید و ارزشیابی هر واحد بر خلاف همه دیگر واحدها وارد شده در این آنالیز، کارایی را تخمین می‌زند(Chauhan et al, 2006).

در این پژوهش از روش رتبه بندی واحدهای کارا استفاده شده است. در این روش واحدهای کارا براساس شمارش تعداد دفعاتی که به عنوان واحد همتا یا مرجع برای واحدهای ناکارا ظاهر شده است، رتبه بندی می‌شوند. این پارامتر نشان از کارایی آن واحد و اهمیت واحد کارا دارد(Ghoseiri et al.2007).

این بررسی بر روی داده‌های مربوط به انرژی نهاده‌ها به عنوان ورودی و عملکرد انجام شده است. انرژی ورودی‌ها شامل انرژی انسان، سوخت دیزل،کود شیمیایی، ادوات، سم و آبیاری بر حسب MJ/ha است و خروجی شامل عملکرد محصول بر حسب (kg/ha) است. در این تحقیق برای محاسبه کارایی و آنالیز نتایج از نرم افزار Frontier Analyst 4 استفاده شده است. در پژوهشی که پیش رو است جامع‌ترین مدل DEA که مدلCCR ومدل BCC است برای محاسبه کارایی استفاده شده است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تعیین سهم انرژی نهاده‌های مختلف در تولید سیر

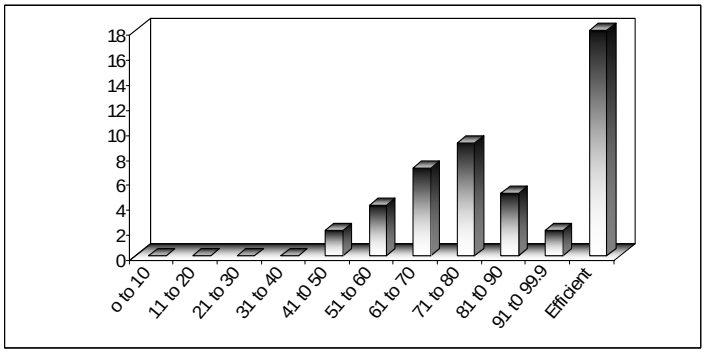
نتایج جدول۲ نشان داد که کود شیمیایی بیشترین سهم مصرف انرژی (٤١/٧٪) را به خود اختصاص داده است، عمده کودهای مورد استفاده در منطقه برای کشت سیر عبارتند از: ازته (اوره)، فسفاته، پتاسه و کود دامی. کود ازته با بیشترین مقدار(٣٣/٤٪) و کودهای فسفر و پتاسیم هر یک با ١/٧٪ و ٦/٥٪ به ترتیب در میزان مصرف انرژی کود شیمیایی سهم دارند. پس از انرژی کود شیمیایی انرژی سوخت با ١٣/٩٤٪ قرار دارد. انرژی بذر(١٣/٧٧٪) انرژی کود حیوانی(٨/٧٧٪)، انرژی آب(٧/٤٠٪)، انرژی کارگری(٦/٧٩٪)، انرژی ادوات(٥/٠٧٪) و انرژی سم(٢/٥٢٪) پس از سوخت قرار دارند. نتایج بررسی‌های مشابه نشان داد در میان انرژی‌های ورودی در کشت سبزیجات کود و سوخت بیشترین انرژی ورودی را به خود اختصاص داده است Compiglia et al. (2008). بیشترین سهم از انرژی نهاده‌های ورودی انرژی مصرفی خربزه، هندوانه و گوجه فرنگی مربوط به کود با ٥٤/١٪ –٤٠/١٪ وسوخت با ٤٣/١٪– ١٧/٤٪می‌باشد(Canakci et al. 2005) در کشت گوجه فرنگی ٤٢٪ از انرژی ورودی، انرژی سوخت دیزل و ٣٨ ٪ ازآن را انرژی کود شیمیایی و انرژی ادوات به خود اختصاص داده است(Esengun et al.2007) در تولید خیار گلخانه‌ای سوخت دیزل با ٤١/٩٤٪ و کود شیمیایی با ١٩/٦٩٪ بیشترین سهم از انرژی‌های ورودی را داشته‌اند(Mohammadi & omid, 2009). نتایج نشان داد کارایی انرژی در کشت سیر ٠/٦٦٥، شدت انرژی ٢/٤ MJ/kg و انرژی تولید ٠/٤١٦MJ/kg است. نتایج تحقیقات مشابه کارایی انرژی برای محصول سیب زمینی را ١/٢٥ ,(Mohammadi et al.2008)، خیار ٠/٦٥ (Mohammadi & omid, 2009) گوجه ٠/٥٥، کاهو ٠/٣٨، هندوانه ٠/٤٦، جعفری ٠/٢٥، کدو سبز ٠/٢٣ (Compiglia, et al. 2008) خیار٠/٣١، گوجه فرنگی٠/٣٢، فلفل ٠/١٩و بادنجان ٠/٢٣ (Canakci.& Akinici 2006) اعلام کرده‌اند.کارایی انرژی و نسبت انرژی به ترتیب برای محصولات گوجه فرنگی ١/١٤ MJ/kg و٠/٧، خربزه ٠/٩٨ MJ/kg و١/٩١ و هندوانه ٠/٩٧ MJ/kg و٢ به دست آمده است(Canakci,et al., 2005).

جدول۲- مقدار و سهم انرژی هر یک از نهاده‌ها در تولید سیر

نهاده‌های ورودی و خروجی	واحد	معادل یک هکتار	معادل کل انرژی($MJ\ ha^{-1}$)	درصد (٪)
الف) ورودی				
۱- نیروی انسانی	(h)	۱۳۹۷/۲۱	۲۷۳۸/۵۲	٦/۷۹
۲- ماشین	(h)	۳۲/٦۲	۲۰٤۵/٤۸	۵/۰۷
۳- سوخت دیزل	(L)	۱۵۷/۳۹	۵٦۲۰/۷۲	۱۳/۹٤
٤- کود شیمیایی	(kg)	٤۷۹/۳۷		
الف)نیتروژن		۲۰۳/٦۲	۱۳٤٦۷/٦۱	۳۳/٤۱
ب) فسفات		۲۱۳/۲۰	٦۹۷/۵٤	۱/۷۳
ج)پتاسیم		٦۲/۵۵	۲٦۵۲/۲۱	٦/۵۸
۵- کود حیوانی	(kg)	۱۱۹۲۵/۷	۳۵۳۷/۰	۸/۷۷
٦- سموم شیمیایی	(kg)	۷/۸۵	۱۰۱٦/۰۹	۲/۵۲
۷- آب آبیاری	(m^3)	۲۹۲۵۹/۵۹	۲۹۸٤/۱۱	۷/٤۰
۸- بذر(سیر)	(kg)	۳۲٦۵/۹۵	۵۵٤۸/٦۱	۱۳/۷۷
کل انرژی ورودی	(MJ)		٤۰۳۰۷/۸۹	۱۰۰
ب) خروجی				
سیر	(kg)	۱٦۷٦۸/۸	۲٦۸۳۰/۰۷	
کل انرژی خروجی	(MJ)		۲٦۸۳۰/۰۷	
کارایی انرژی	–		۰/٦٦۵	
شدت انرژی	$MJtonns^{-1}$		۲٤۰۳/۷٤	
انرژی تولید	$kg\ MJ^{-1}$		۰/٤۱٦	

۳-۲- تعیین و بررسی مزارع کارا و ناکارا (مدل CCR)

نتایج بررسی٤۷ مزرعه در مدل CCR نشان داد که ۱۸ مزرعـه دارای امتیـاز کـارا(۳۸/۲۹٪)و۲۹ مزرعـه دارای امتیاز ناکارا بوده‌اند که بیشترین تعداد آن‌ها در محدوده ۰/۷۱-۰/۸ قرار داشته‌اند (شکل ۲)



شکل ۲- تعداد واحدهای کارا و ناکارا در مدل CCR

جدول ۳- مقدار بهبود ذخیره انرژی در مدل CCR

ورودی‌ها	a	b	c	d
آبیاری	۲۱۷۰/۱۳	۱۰۰۸/۱۵	۱۱٦۱/۹۸	۷/۸۲

سوخت دیزل	۷۰۱۰/۵۳	٤۷۲٤/٦۹	۲۲۸۵/۸۳	/۳۸ ۱۵
ادوات	۲٦۵۸/٦۰	۱۵۵۲/٤۵	۱۱۰٦/۱۵	۷/٤٤
سم	۲۲۹/۱۰	۷۵/٤۸	۱۵۳/٦۲	۱/۰۳
بذر	٦٦۹۷/۹۳	٤۱۳۹/۳۲	۲۵۵۸/٦۰	/۲۲ ۱۷
انسان	۲۱۷٦/٦۲	۱۲۱۵/۵۰	٦۹۱/۱۲	٤/٦۵
کود شیمیایی	/۳٦ ۱۳۳۳٤	٦۷۰۸/۹۳	٦٦۲۵/٤۲	/٦۰ ٤٤
کل انرژی ورودی	/۲۹ ۳٤۲۷۷	/۵۵ ۱۹٤۲٤	/۷٤ ۱٤۸۵۲	۱۰۰

a: استفاده فعلی($MJ\ ha^{-1}$)، **b**: استفاده هدف ($MJ\ ha^{-1}$)، **c**: ذخیره کردن انرژی ($MJ\ ha^{-1}$)، **d**: سهم ذخیره کردن انرژی ورودی٪

نتایج بررسی نشان داد که در مدل CCR کل انرژی ورودی کشاورزان ناکارا ۱/۱۰٪ بیش از کشاورزان کارا است و میزان عملکرد نیز در این مدل در کشاورزان ناکارا ۲۱/۲۷٪ کمتر از کشاورزان کارا است. واحد های ناکارا نسبت به واحد های کارا در مصرف واحد های انرژی آب جهت آبیاری، ادوات، سم و بذر کمبود داشته‌اند.

جدول٤- مقایسه فیزیکی ورودی‌های مورد استفاده و عملکرد برای کشاورزان ناکارا و کارا (مدل CCR)

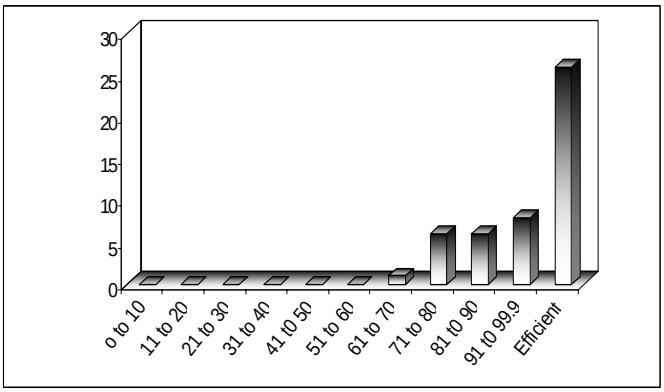
ورودی‌ها	A	B	D
آبیاری	۲۹۵۵/۵۱	۲۱۷۰/۱۳	-۳٦/۱۹
سوخت دیزل	٦۹۷۱/۸۵	۷۰۱۰/۵۳	۰/۵۵
ادوات	۲٦۷۰/۳۱	۲٦۵۸/٦۰	-۰/٤٤
سم	٤۵۹/٤٤	۲۳۰/۵۰	-۹۹/۳۲
بذر	٦۷۷۳/۳۳	٦٦۹۷/۹۳	-۱/۱۲
انسان	۱۸۳۸/۳۳	۲۱۷٦/٦۲	۱۵/۵٤
کود شیمیایی	۱۲۲۳۰/٤٤	۱۳۳۳٤/۳٦	۸/۲۷
کل انرژی ورودی	۳۳۸۹۹/۲٤	۳٤۲۷۷/۲۹	۱/۱۰
عملکرد	۲۱۵۷٤/۰۷	۱۷۷۸۹/۸۲	-۲۱/۲۷

A: مقدار مصرف انرژی کشاورزان کارا، B: مقدار مصرف انرژی کشاورزان ناکارا، D: درصد تفاوت B/((B-A)*۱۰۰)

۳-۳- تعیین و بررسی مزارع کارا و ناکارا (مدل BCC)

نتایج بررسی مدل BCC نشان داد که از کل ٤۷ کشاورز مورد بررسی در این شهرستان برای این آنالیز، ۲٦ کشاورز(۵۵/۳۱٪) دارای امتیاز واحدهای کارا بوده‌اند (شکل ۳). از جهت دیگر باقی مانده کشاورزان که ۲۱ کشاورز بوده‌اند امتیازی کمتر از واحد یاکمتر از ۱۰۰ به دست آورده‌اند و ناکارا بوده‌اند. بیشترین تعداد

کشاورزان ناکارا هشت و شش کشاورز به ترتیب در رنج کارایی ۰/۹۹۹-۰/۹۰ و ۰/۹-۰/۸۱ قرار داشته‌اند و کمترین تعداد کشاورزان ناکارا یک کشاورز در محدوده ۰/۷-۰/۶۱ بوده است.



شکل۳- تعداد واحدهای کارا و ناکارا در مدل BCC

بررسی‌های انجام شده برای تعداد کشاورزان ناکارا که در جدول ۵ آمده است میزان مصرف انرژی واحدها و مقدار پیشنهادی توسط برنامه همچنین درصد ذخیره انرژی در کل انرژی مصرفی را نشان داده است. اطلاعات جدول ۵ نشان می‌دهد که به کشاورزان ناکارا پیشنهاد شده است که روش عملیاتیشان را با استفاده از کاهش سطح انرژی ورودی تا سطح انرژی هدف بهتر کنند این آنالیز با به دست آوردن میزان سطح خروجی که در حال حاضر وجود دارد انجام شده است نتایج نشان داد که بیشترین سهم از کل انرژی ذخیره‌ای(۴۴/۵۲٪)مربوط به انرژی کود شیمیایی است و پس از آن انرژی سوخت دیزل (۱۵/۸۵٪)، بذر(۱۴/۲۰٪)، انسان(۹/۵۹٪)، ادوات(۷/۱۰٪)، آبیاری(۷/۱۵٪) و سم(۱/۴۳٪) قرار دارد.

جدول ۵- میزان انرژی مصرفی در واحدهای ناکارا و میزان انرژی مصرفی پیشنهاد شده در مدل BCC

ورودی‌ها	a	b	c	d
آبیاری	/۱۴۳ ۲۳۱۰	۱۵۹۳/۸۲	۷۱۶/۳۲	۷/۱۵
سوخت دیزل	۷۲۶۹/۹۸	۵۶۸۲/۱۴	۱۵۸۷/۸۴	/۸۵ ۱۵
ادوات	۲۸۱۰/۳۹	۲۰۹۸/۷۲	۷۱۱/۶۷	۷/۱۰
سم	۲۶۵/۱۲	۱۱۶/۵۵	۱۴۸/۵۷	۱/۴۳
بذر	۶۹۷۹/۰۴	۵۵۴۸/۰۴	۱۴۳۱	/۲۰ ۱۴
انسان	۲۴۴۳/۳۲	۱۴۸۱/۹۸	۶۹۱/۳۴	۹/۵۹
کود شیمیایی	/۳۴ ۱۴۵۰۱	/۵۷ ۱۰۰۴۰	۴۴۶۰/۷۷	/۵۲ ۴۴
کل انرژی ورودی	/۹۱ ۳۶۶۶۶	/۸۵ ۲۶۵۰۷	/۵۱ ۱۰۰۱۷	۱۰۰

a: استفاده فعلی($MJ\ ha^{-1}$)، **b**: استفاده هدف ($MJ\ ha^{-1}$)، **c**: ذخیره کردن انرژی ($MJ\ ha^{-1}$)، **d**: سهم ذخیره کردن انرژی ورودی٪

سهم انرژی ورودی و عملکرد به دست آمده برای واحدهای کارا و ناکارا در جدول ٦ آمده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که میزان آب مصرفی در واحدهای ناکارا بیش تر از واحدهای کارا است. در واحدهای ناکارا مصرف سم کمتر از میزان مصرف واحدهای کارا بوده است.

جدول٦- مقایسه فیزیکی ورودی‌های مورد استفاده و عملکرد در دو روش متفاوت برای کشاورزان ناکارا و کارا (مدل BCC)

ورودی ها	A	B	D
آبیاری	٢٦٠٠/٧٧	٢٣١٠/١٤٣	-١٢/٥٨
سوخت دیزل	٤٧٧٤/١٩	٧٢٦٩/٩٨	٦/٨١
ادوات	٢٥٤٤/١١	٢٨١٠/٣٩	٩/٤٧
سم	٣٥٩/٤٨	٢٦٥/١٢	-٣٥/٥٩
بذر	٦٥٢٣/٠٧	٦٩٧٩/٠٤	٦/٥٣
انسان	١٧٢٧/٠١	٢٤٤٣/٣٢	٢٩/٣١
کود شیمیایی	١١٦٢٧/٥٤	١٤٥٠١/٣٤	١٩/٨١
کل انرژی ورودی	٣٢١٥٦/٢	٣٦٦٦٦/٩١	١٢/٣٠
عملکرد	١٩٩٣٥/٩٠	١٨٢٧٢/٥٨	-٨/٤٨

A: مقدار مصرف انرژی کشاورزان کارا، B: مقدار مصرف انرژی کشاورزان ناکارا، D: درصد تفاوت B/((B-A)*١٠٠)

٣-٤- تعیین کارایی تکنیکی، کارایی تکنیکی مطلق و کارایی مقیاس

همانطور که مشاهده شد در مدل BCC میزان واحدهای بیشتری به عنوان واحدهای کارا معرفی شده‌اند و پراکندگی کمتری بین واحدهای ناکارا وجود دارد.نتایج بررسی‌ها در پنجاب پاکستان در تولید پنبه به روش DEA نشان داد که تعداد واحدهای کارا در مدل BCC بیش از واحدهای کارا در مدل CCR است (Shafiq & Rehman,2000) همچنین پراکندگی واحدهای کارا در مدل BCC کمتر از مدل CCR است. میانگین مقدار کارایی تکنیکی مطلق، کارایی تکنیکی و کارایی به مقیاس برای همه ٤٧ واحد به ترتیب ٠/٩٣٩٩، ٠/٨٣٢٢ و ٠/٨٨٥٤ است.(جدول ٧)

جدول ٧- جدول میانگین کارایی کشاورزان

کارایی	میانگین	(SD)
کارایی تکنیکی مطلق (کارایی در مدل BCC)	٠/٩٣٩٩	٠/٠٠٨٥٤٥
کارایی تکنیکی (کارایی در مدل CCR)	٠/٨٣٢٢	٠/٠٤٧٣٦٣
کارایی مقیاس	٠/٨٨٥٤	٠/٠٤٥٠٩٧

SD: انحراف معیار

در کل واحدها هیچ کشاورزی در حالت بازگشت به مقیاس افزایشی نبوده است زیرا برای تغییر در میزان عملکرد نیاز به تغییر در تکنولوژی است. میانگین کارایی مقیاس حدود ٠/٨٥ بوده است که نشان می‌دهد اگر کشاورزان ناکارا ورودی‌های واحدهای کارا را مورد استفاده قرار دهند ذخیره انرژی قابل ملاحظه‌ای را در منابع مختلف انجام داده‌اند بدون این که تغییری در تکنولوژی عملیات داده باشند.

در جدول۸ تعداد واحدهای کارا در دو مدل مورد بحث برای اندازه زمین‌های متفاوت آمده است تعداد واحدهای کارا در دو مدل مورد بحث برای اندازه زمین‌های متفاوت نشان داد. بیشترین واحدهای کارا از کل واحدهای موجود در سطوح مختلف در مدلBCC و CCR در زمین‌های بزرگتر از سه هکتار واقع شده است(۷۷٪ واحدها در مدل BCC و ٥٦٪ واحدها در مدل CCR این نشان می‌دهد این اندازه زمین‌ها برای کشت سیر در حال حاضر مناسب تر هستند. البته در بررسی کارایی انرژی نیز این زمین‌ها از لحاظ کارایی انرژی در بیشترین کارایی را داشته‌اند. زمین‌های دو تا سه هکتار در مدل CCR و زمین‌های یک تا دو هکتار در مدل BCC بعد از زمین‌های زیر یک هتار کمترین واحدهای کارا را دارا بوده‌اند. بیشترین امتیاز کارایی تکنیکی مطلق(E_{BCC})، کارایی تکنیکی(E_{CCR}) و کارایی مقیاس(E_S) را برای زمین‌های بزرگتر از سه هکتار به ترتیب ۰/۹۸۹، ۰/۹۱٦، ۰/۹۲٦به دست آمده است.

جدول ۸- مقدار انواع کارایی در سطوح مختلف زیر کشت

	a	b	c	d
تعداد واحد کارا	٪۰	٤۳/۷	٪٥٥	۷۷/۷۸
BCC		٪		٪
تعداد واحد کارا	٪۰	۳۷/٥	٪۳۰	٥٥/٥٥
CCR		٪		٪
E_{BCC}	/۹۱۹	/۹۱۱	/۹٤۲	۰/۹۸۹
	۰	۰	۰	
E_{CCR}	/۷۳۷	/۷۸٥	/۸٤۱	۰/۹۱٦
	۰	۰	۰	
E_S	/۸۰۱	/۸٦۱	/۸۹۲	۰/۹۲٦
	۰	۰	۰	

a: زیر ۱ هکتار، b: ۱-۲ هکتار، c: ۲-۳ هکتار، d: بزرگتر از۳ هکتار

بررسی های تحلیل انرژی تولید برنج در هند نشان داد که در هر دو مدل مورد بررسی BCC وCCR زمین‌های کوچک امتیاز کارایی بیشتری نسبت به زمین‌های حاشیه‌ای، متوسط و بزرگ داشته‌اند (Nassiri & Singh 2009). تحقیقات نشان دادند که مساحت‌های بیشتر از ۸ هکتار برای کشت مرکبات بهتر از زمین‌های کوچکتر از این مقدار کارایی دارند و بیشترین ذخیره انرژی در واحدهای ناکارا در کود شیمیایی و نیروی انسانی است(Reig-Martinez & Picazo-Tadeo2004). همچنین بیشترین ذخیره انرژی در کود شیمیایی و پس از آن در مورد سوخت دیزل و بذر برای واحدهای ناکارا پیشنهاد شده است(Chauhan et al, 2006). از نتایج چنین برمی‌آید که با کاهش مصرف و تغییر روش مصرف انرژی‌های کود شیمیایی، انسان، دیزل و بذر می‌توان به یک مصرف انرژی مطلوب رسید. در میزان مصرف کود شیمیایی در هر دو مدل مشاهده شد مصرف کود بیش از مقدار لازم است. افزایش در میزان کود شیمیایی می‌تواند باعث افزایش در میزان عملکرد شود، اما نکته قابل بحث این است که در واحدهای ناکارا بیش از واحدهای کارا انرژی کود استفاده

شده است اما عملکردافزایش نیافته است. در هـر دو مـدل BCC و CCR مقـدار مصـرف انـرژی آبیـاری در واحدهای ناکارا کمتر از مقدار مصرف انرژی این نهاده در واحدهای کارا بوده است که در مـدل BCC ۵۰ ٪ از واحدهای کارا از نوع آبیاری بارانی استفاده کرده‌اند و ۳۳٪ از نوع آبیاری کرتی استفاده کرده‌اند. در حـالی که در واحدهای ناکارا ۵۰٪ واحدهـای ناکـارا از آبیـاری کرتـی اسـتفاده کـرده‌انـد. در مـدل CCR از کـل واحدهای کارا ۵۵/۵۵٪ از آن‌ها از آبیاری بارانی اسـتفاده کـرده‌انـد و در کـل واحـدهـای ناکـارا ۵۵/۱۷٪ از واحدهای ناکارا از آبیاری کرتی استفاده کرده‌اند. این نتایج نشان می‌دهد کـه بایـد کشـاورزان ناکـارا در ایـن منطقه به سمت اجرای آبیاری بارانی سوق داده شوند. که باعث بالا رفتن عملکـرد و کـاهش انـرژی نیـروی انسانی می‌شود و درنتیجه کارایی را افزایش داده است. بیشترین انرژی کارگری صـرف شـده در واحـدهـای کارا در مدل BCC مربوط به قسمت کاشت با میانگین مقدار $MJ\ ha^{-1}$ ۱۰۱۰/۷ و بیشترین انـرژی کـارگری در واحدهای ناکارا برابر $MJ\ ha^{-1}$ ۱۳٤۰/۹۸ مربوط به قسمت برداشت است. در مدل CCR نیـز بیشـترین انـرژی کارگری در واحدهای کارا مربوط به قسمت کاشت است و بیشترین انرژی نیـروی کـارگری در واحـدهـای ناکارا مربوط به قسمت برداشت است. این موضوع نشان می‌دهد که در واحدهای ناکارا باید از ماشـین‌هـای برداشت بیشتر استفاده شود و یا از تعداد کارگر کمتری استفاده کنند چرا که در ایـن منطقـه بیشـتر کـارگران برای انجام عمل بسته بندی در قسمت برداشت شرکت می‌کنند.

منابع:

۱. بی نام الف. (۱۳۸٤). نتایج تفضیلی سرشماری عمومی کشاورزی ۱۳۸۲ شهرستان بهـار.دفتـر انتشـارات واطلاع رسانی.

۲. بی نام ب. (۱۳۸٤). نتایج تفضیلی سرشماری عمومی کشـاورزی ۱۳۸۲ اسـتان همـدان .دفتـر انتشـارات واطلاع رسانی.

۳. تصدیقی، م. (۱۳٦۱). سبزی کاری. انتشارات گلشن .

۴. عرشی، ی. (۱۳۷۹). اصلاح نژادی سبزی های زراعی. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵. قصیری، ک.،مهرنو، ح.، جعفریان مقدم، الف. ر.(۱۳۸٦). مقدمه ای بر تحلیل پوششـی داده هـای فـازی. انشارات دانشگاه آزاد اسلامی قزوین.

٦. منصورفر، ک. (۱۳۷٦). روش های آماری. انتشارات دانشگاه تهران.

7. Chauhan, N.S., K.J. Pratap, B. Mohapatra & K.P. Pandey c, (2006). Improving energy productivity in paddy production through benchmarking–An application of data envelopment analysis. Energy Convers Manage, 47, 1063–1085.

8. Compiglia, E., G. Colla, R. Mancinelli, Y. Rouphael & A. Marucci, (2008). Energy balance of intensive vegetable cropping system in central italy .ISHS Acta Horticulturae, 747.

9. Demircan V., K. Ekinci, M.K. Harold, D. Akbolat & C. Ekinci, (2006). Energy and economic analysis of sweet cherry production in turkey. Acase study from Isparta province. Energy Convers Manage, 47, 1761-1769.

10. Esengun, K., G. Erdal, O. Gunduz & H. Erdal, (2007). An economic análisis and energy use in stake-tomato production in tokat province of turkey. Renewable Energy, 32, 1837-1881.

11. Esengun K., O. Gunduz & G. Erdal, (2007). Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Convers Manage, 48, 592–8.

12. Erdal. G., K. Esengun, H. Erdal & O. Gunduz, (2007).Energy use and economical análisis of sugar beet production in tokat province of turkey. Energy, 32, 35-51.

13. Galanopoulos, K.& S. Aggelopoulos, (2006), Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming, Irene Kamenidou, Konstadinos Mattas, Agricultural Systems 88:125–141.

14. Hetz E.J., (1998), Energy utilization in fruit production in Chile. Agr Mech Asia Africa Latin Am (AMA);298(2):17–20.

15. Ju, X.T., C.L. Kou, F.S. Zhang & P. Christie, (2006), Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. Environmental Pollution, 143(1): 117-125.

16. Kitani,O., CIGR, Handbook of agricultural engineering volume 5, Energy & Biomass Engineering.(1998). ASAE publication

17. Lilienfeld, A.& M. Asmild, (2007). Estimation of excess water use in irrigated agriculture:A Data Envelopment Analysis approach. Agricultural water management, 94:73-82.

18. Mandal, K.G., K.P. Saha, P.K. Ghosh, K.M. Hati & K.K. Bandyopadhyay, (2002). Bioenergy and economic analysis of soybeanbased crop production systems in central India. Biomass Bioenergy, 23(5):337-45.

19. Mohammadi, M. & M. omid, (2009). Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran, Applied Energy, In press.

20. Mohammadi, M., A. Tabatabaeefar, S. Shahin, S. Rafiee & A. Kyhani, (2008), Energy use and economical analysis of potato production in iran a case study : ardabil province, Energy Convers Manage, 49:3566-3570.

21. Nassiri, S.M.& S. Singh, (2009). Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique.Applied Energy, 86:1320-1325.

22. Ozkan, B., H. Akcaoz & F. Karadcniz, (2003). Energy requiremcnt and economic analysis of citrus production in Turkey, Energy Convers Manage, 44:46-56.

23. Reig-Martinez, E. & A.J. Picazo-Tadeo, (2004). Analysing farming systems with Data Envelopment Analysis: citrus farming in Spain, Agricultural Systems 82:17-30

24. Shafiq, M., T. Rehman, (2000). The extent of resource use inefficiencies in cotton production in Pakistan's Punjab: an application of Data Envelopment Analysis, Agricultural Economics, 22:321–330.

25. Singh, J.M., (2002).On farm use pattern in different cropping systems in Haryana, India. Master of Science. International Institute of Management. University of Flensburg, Germany.

26. Sing,S.& J.P, Mittal,(1992).Energy in production agriculture.Mittol Pub. New Delhi.

27. Yilmaz L., H. Akcaoz & B. Ozkan, (2005). An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy 30:145-150

Abstract

The aim of this study is to determine the input energy consumption of garlic in Bahar and to indicate efficiency farms and inefficiency farms with using Data Envelopment Analysis (DEA). In this research, non-parametric method - Data Envelopment Analysis (DEA) technique- was subjected to data of garlic producers in Bahar (By using CCR and BCC models). The result display that total input energy was 40.307GJ ha^{-1}, 41.73% of that was chemical fertilizers and 13.74% was diesel energy. The ratio of energy outputs to energy inputs was found to be 0.665. Results also

revealed that 38.29% of farms in CCR model and 55.31% of farms in BCC model were efficiency. Chemical fertilizer energy with 14% and diesel energy were the highest energy saving. The lands more than three hectares had most efficiency farms.

Keywords: Bahar, Efficiency, Efficiency unit, Energy ratio