مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱۱، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۸، صص ۱۱۶-۱۰۱

ارزیابی کارایی تولید چغندرقند با برآورد تابع تولید مرزی

علی محمد کیمیاگری* و آرمان تیموری**

تاریخ وصول مقاله: ۸۶/۹/۲۶ و تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۲/۲۲

چکیده

برای ارزیابی کارایی و عملکرد محصول چغندرقند در واحد سطح با استفاده از داده‌های ۵۶ کشور در سال ۲۰۰۵ میلادی، یک مدل اقتصادسنجی به روش COLS ارائه شده است. با این مدل بیشترین کارایی تولید چغندرقند براساس سطح زیرکشت و میزان بارندگی سالانه و سطح مکانیزاسیون مشخص شده است. نتایج نشان داد که کشور ایران با کارایی تولید ۰/۴۳ در رتبه ۲۲ جهان قرار دارد. کشور فرانسه با کارایی تولید یک بیشترین کارایی تولید چغندرقند در جهان را دارد. ارتباط سطح زیرکشت چغندرقند، میزان بارندگی سالانه و سطح مکانیزاسیون کشورها با میزان کارایی و عملکرد محصول نیز بررسی شده است.

کلمات کلیدی: ایران، تابع تولید مرزی، چغندرقند، کارایی تولید، COLS

* – استادیار، گروه مدیریت سیستم و بهره‌وری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران – ایران **(E-mail: kimiagar@aut.ac.ir)**

** – دانشجوی کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران – ایران

مقدمه

چغندرقند از گیاهان عمده صنعتی است که در ادوار گذشته در سواحل دریای مدیترانه از آن به عنوان چغندر سالادی و همچنین به عنوان علوفه دام استفاده می شد. امروز حدود ٤٢ درصد از ساکارز موردنیاز از طریق این گیاه زراعی و ۵۸ درصد نیز از نیشکر تأمین می‌گردد (۱۱). شرایط آب و هوای مناطق معتدله برای چغندرقند مناسب است ولی به علت سازگاری اکولوژیکی، در شرایط متنوع اقلیمی کشت می شود. امروزه این گیاه به استثنای استرالیا در پنج قاره جهان کشت می‌شود. بیشترین میزان سطح کشت آن بین ۳۰ و ٦۰ درجه عرض شمالی در اروپا، آسیا، آمریکای شمالی، شمال آفریقا و آمریکای لاتین بوده و برحسب شرایط اقلیمی در دو فصل بهار یا پاییز کشت می‌شود. چغندرقند پس از جو و پنبه سومین گیاه زراعی مقاوم به شوری است. چغندرقند به خشکی نیز مقاوم است ولی آبیاری کافی برای حصول عملکردهای زیاد ضروری است. روسیه، اکراین، آمریکا، آلمان، فرانسه، لهستان، ایتالیا و چین مهمترین کشورهای تولیدکننده چغندرقند در جهان هستند. در بعضی از کشورهای اروپایی و آمریکایی به‌طور متوسط از هر هکتار زراعت چغندرقند حدود ۸۰ تن ریشه با عیار ١٦ درصد تولید می‌گردد که از آن حدود ۱۱ تن قند حاصل می شود (۱۱). بازدهی محصول غده چغندرقند در واحد سطح به نوع بذر، جنس خاک، آب و هوا، پهنه‌های کاشت، روش کاشت، داشت و برداشت بستگی دارد. میانگین عیار قند این زراعت در کشور فرانسه ۱۸/۵ درصد است که بیشترین مقدار می‌باشد (۷ و ۱۱).

به علت اهمیت زیاد چغندرقند در تولید قند موردنیاز کشورها مطالعه در زمینه کارایی تولید (حاصل تقسیم تولید بالفعل به تولید بالقوه یا میزان استفاده بهینه از عوامل تولید) چغندرقند نیز امری حیاتی است (۲، ۳، ۸ و ۱۵).

در یک تحقیق، توابع مرزی آماری قطعی و تصادفی در تعیین کارایی فنی کشاورزان شهرستان فسا برآورد شده و مقایسه شد. بدین منظور تابع تولید مرزی آماری قطعی با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تصحیح شده (COLS) و تابع تولید مرزی تصادفی با استفاده از روش برآورد کننده حداکثر درست‌نمایی (MLE) برآورد و کارایی فنی بهره‌برداران تعیین شد. نتایج نشان داد که میزان افزایش تولید از طریق بهبود کارایی قابل ملاحظه است (۱۰).

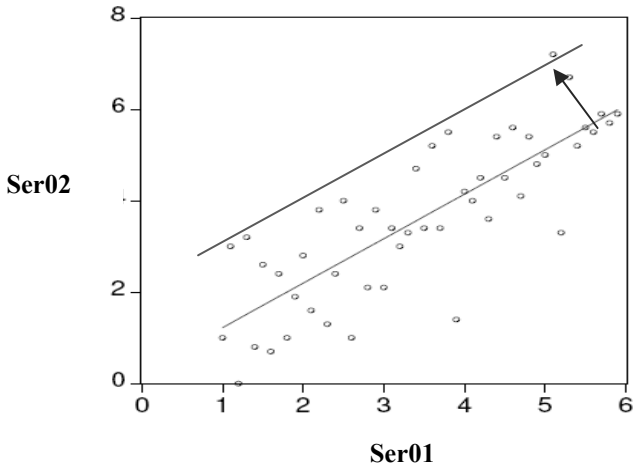
روند رشد یا نزول کارایی تولید محصولات کشاورزی در ۳۰ استان چین در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۷ به وسیله تابع مرزی تولید (با روش COLS) با چهار متغیر سطح زیرکشت، تعداد نیروی انسانی، تعداد ماشین‌آلات کشاورزی و میزان کود مصرفی برآورد شد و نتایج نشان داد که کارایی تولید چین در اکثر استان‌های مورد بررسی در طول هفت سال رشد داشته است (۹).

با رده‌بندی میزان کارایی تولید کشورهای مختلف جهان و معرفی کشورهایی با بیشترین میزان عملکرد و کارایی تولید چغندرقند در جهان می توان ضمن شناخت رتبه هر کشور در قیاس با سایر کشورهای تولیدکننده رتبه ایران را در بین کشورهای تولیدکننده چغندرقند در جهان شناسایی و راه‌حل‌های کاهش فاصله با سایر کشورها را ارائه نمود.

مواد و روشها

تابع تولید مرزی

به‌طورکلی در تابع تولید مرزی باید حداکثر خروجی کمیت‌های موجود در یک مجموعه ورودی‌ها حاصل شود (نمودار ۱). از یک تابع هزینه مرزی نیز کمترین سطح هزینه که در آن امکان تولید تعدادی سطوح خروجی با داده‌های قیمت‌های ورودی می‌باشد حاصل می شود. از یک تابع سود مرزی نیز حداکثر سود ناشی از خروجی قیمت و ورودی‌های قیمت‌های داده شده حاصل می شود (۲، ٦ و ۸).



نمودار ۱ - تبدیل تابع تولید متوسط به تابع تولید مرزی

Fig. 1 . The conversion of average production function to frontier production function

برای تعیین تابع تولید مرزی سه روش برنامه‌ریزی ریاضی[1]، MLE[2] و COLS[3] وجود دارد. در روش برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین تابع موردنظر می‌توان از روش سیمپلکس و دیگر روشهای حل مسایل برنامه‌ریزی ریاضی استفاده کرد. همچنین اگر اندازه‌گیری کارایی نسبی، هدف اصلی مطالعه باشد می‌توان از روشی به نام DAE[4] استفاده نمود (۲، ۳، ۵، ٦، ۸، ۱۳ و ۱۵).

مقایسه روشها

هر کدام از روشهای نامبرده برای تعیین تابع تولید مرزی معایب و مزایای خاص خود را دارند و کاربرد آن‌ها به میزان زیادی به ماهیت نتایج موردنظر بستگی دارد. البته هیچ یک از این روشها قادر به تعیین کارایی مطلق نیستند و فقط در مقام مقایسه می‌توانند کارایی نسبی را مشخص سازند.

در روش DEA برآوردهای حاصل خصوصیات آماری برای تحلیل مدل را تأمین نمی کنند و ضرایب متغیرهای مدل تابع تولید مرزی

1 - Data Envelopment Analysis

2 - Maximum Likelihood Estimation

3 - Corrected Ordinary Least Squares

4 - Data Envelopment Analysis

نیز محاسبه نمی‌شود و کارایی هر کدام از واحدها مستقیماً درمقایسه با واحدهای دیگر نشان داده می‌شود. به‌طورکلی در حل مسأله به روش برنامه-ریزی ریاضی برآوردهایی از تابع تولید مرزی حاصل می‌شود که دارای مقادیر آماری نظیر انحراف معیار، مقدار توزیع t مربوط به متغیرها، ضرایب همسبتگی و غیره نیست. علت این است که در معادلات مربوط هیچ فرضی در مورد برازشگر یا توزیع خطا وجود ندارد و بدون فرض‌های آماری از نتایج دریافتی نمی‌توان مقادیر آماری مذکور را محاسبه نمود. در این روش اگر تعداد مشاهدات زیاد باشد، باید از کلیه مشاهدات برای تشکیل محدودیت‌ها استفاده شود. بنابراین باید برخی از این مشاهدات را برای کم کردن حجم محاسبه کاهش داد، به‌طوری‌که در محاسبه تابع مرزی اختلالی ایجاد نشود (۳، ٦ و ۱۵).

در روش MLE برای برآورد مدل تابع تولید مرزی، انتخاب یک توزیع مناسب برای متغیر خطا مهم است. زیرا نتایج برآوردهای حاصل از این روش به این توزیع بستگی دارد. توزیع‌های مختلف فرض شده متفاوت است. این یک مشکل است زیرا نمی‌توان برای هر توزیع خاص بحث‌های مربوط به آن را در نظر گرفت. در این روش دامنه متغیر وابسته (Output) به پارامترهایی که باید برآورد شوند بستگی دارد. این امر به خاطر آن است که $y \leq f(x)$ و $f(x)$ حاوی پارامترهایی است که باید برآورد شوند (۲، ٦ و ۸).

روش COLS برای داده‌هایی نظیر داده‌های مربوط به صنعت کشاورزی کشورها مناسب‌تر است زیرا تعداد مشاهدات زیاد می‌باشد و نیز محاسبه نتایج آماری همراه با ارائه مدل تابع تولید مرزی برای تحلیل مدل و نتایج دارای اهمیت می‌باشد.

روش COLS

در این روش ابتدا یک مدل آماری مناسب براساس داده‌های موجود و به روش OLS برای تشکیل تابع تولید برازش می‌شود. به عنوان مثال اگر فرض شود مدل مناسب حاصل به صورت $y = f(x_1, x_2, ..., x_j) + \varepsilon$ باشد، این مدل باید وجود کلیه متغیرهای موجود در آن و نیز کفایت آن‌ها را از نظر آماری توجیه کند. تابع تولید حاصل در این مرحله در حقیقت تابع تولید متوسط مربوط به داده‌ها می‌باشد. برای تهیه تابع تولید مرزی از این مدل از سه روش زیر می‌توان استفاده کرد.

الف - روش انتقالی

در این روش مدل حاصل به اندازه $\alpha \geq 0$ افزایش داده می‌شود تا به حدی که تمامی داده‌های موجود در زیر تابع $y = \alpha + f(x_1, x_2, ..., x_j) + \varepsilon$ قرار گیرند. برای این کار می‌توان از روش سعی و خطا استفاده نمود. اگر در این مرحله ε دارای توزیع نرمال باشد با قرار دادن $\alpha = t_{n-j-1,0.02}\sigma$ که در آن σ انحراف معیار متغیر خطای مربوط به مدل حاصل، n تعداد مشاهدات و j تعداد متغیرهای مدل می باشد می‌توان کاری کرد که با احتمال ۹۸ درصد کلیه داده‌ها در زیر تابع قرار گیرند.

مزیت این روش سرعت رسیدن به جواب و عیب آن دقت کم در تعیین ضرایب مدل تابع تولید مرزی می‌باشد.

ب - روش جایگزینی

در این روش مقدار متغیر وابسته داده‌های موجود در زیر منحنی مدل، یعنی داده‌هایی که شرایط زیر را داشته باشند:

$$f(x_{1i}, x_{2i}, ..., x_{ji}) > y_i, i = 1, ..., n$$

با مقدار آن‌ها در مدل یعنی $f(x_{1i}, x_{2i}, ..., x_{ji})$ جایگزین می‌شوند و این مجموعه داده‌های جدید مجدداً به روش OLS برازش می‌شوند. بدین‌صورت که متغیرهای مدل جدید تغییر نمی‌کنند. فقط ضرایب آنها در این روش تغییر می‌کند. سپس داده‌های موجود در زیر این مدل جدید مجدداً با روش فوق جایگزین می‌شوند و این مرحله تکرار می‌شود تا درنهایت به تابع تولید مرزی نزدیک شود. پس از آن‌که در یک تکرار تغییر ضرایب مدل نسبت به تکرار قبل از یک مقدار مشخص کمتر بود، می‌توان با استفاده از روش انتقالی در این مرحله تابع تولید مرزی را محاسبه نمود.

در این روش دقت در تعیین ضرایب مدل تابع تولید مرزی بیشتر ولی سرعت رسیدن به جواب کمتر می‌باشد.

ج - روش حذفی

در این روش داده‌های موجود در زیر منحنی مدل حاصل تشخیص داده شده و حذف می‌گردند و بر داده‌های باقیمانده مدلی با همان متغیرهای قبلی ولی با ضرایب متفاوت به طریق OLS برازش می‌گردد. این روش ادامه می‌یابد تا برای داده‌های نهایی باقیمانده، مدل نهایی حاصل شود. سپس با استفاده از روش انتقالی در این مرحله تابع تولید مرزی حاصل می‌شود.

در این روش، دقت در تعیین ضرایب مدل از روش انتقالی بیشتر و از روش جایگزینی کمتر است و سرعت رسیدن به جواب در این مرحله از روش انتقالی کمتر و از روش جایگزینی بیشتر می‌باشد (۲، ۵، ٦ و ۸).

در این تحقیق، بیشترین عملکرد تولید چغندرقند با تفکیک سطح زیرکشت و میانگین بارندگی و سطح مکانیزاسیون (تعداد تراکتورها) کشورهای تولیدکننده چغندرقند در سال ۲۰۰۵ ارائه می‌شود (جداول ۱ و ۲) (۱، ٦، ۷ و ١٤).

با استفاده از داده‌های مربوط به ٥٦ کشور تولیدکننده چغندرقند یک معادله رگرسیونی با متغیر وابسته میزان تولید چغندرقند کشورها و متغیرهای مستقل سطح زیرکشت، میزان بذر مصرفی، تعداد تراکتورها و تعداد نیروی انسانی کشورها برازش شد. بدین‌ترتیب تابع تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵ حاصل و با روش جایگزینی و انتقالی تابع مرزی تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵ تعیین و به وسیله آن، میزان کارایی تولید کشورها در تولید چغندرقند محاسبه شد (۱، ۵، ٦، ۷ و ١٤).

محاسبه توابع تولید رگرسیونی از داده‌های کشاورزی سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) استفاده و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Eviews 3 پردازش شده و نتایج حاصله در جداول آورده شده است (جداول ۳ و ٤) (۵ و ۷).

رتبه‌بندی کشورها از لحاظ کارایی تولید چغندرقند در سال ۲۰۰۵ و بیشترین میزان کارایی تولید چغندرقند با تفکیک سطح زیرکشت و میانگین بارندگی و سطح مکانیزاسیون (تعداد تراکتورها) کشورهای تولیدکننده در سال ۲۰۰۵ به وسیله جدول کارایی تولید کشورها ارائه شده است (جدول‌های ۵، ٦ و ۷) (۱، ٦، ۷ و ١٤).

نتایج و بحث

کشورهای با بهترین عملکرد در واحد سطح در سطرهای سوم و چهارم جدول ۱ مشخص شده است. میزان بارندگی سالانه این کشورها زیاد (بیش از ٦۰۰ میلی‌متر در سال) است و این امر تأثیر بارندگی بر عملکرد در واحد سطح

چغندرقند را نشان می‌دهد. در رابطه با سطح زیرکشت و سطح مکانیزاسیون در دو جدول الگوی خاصی دیده نمی‌شود و در تمام بازه‌های سطح زیرکشت، عملکردهای زیاد و کم دیده می‌شود. نکته دیگر اینکه اگر در جداول ۱ و ۲ کشورهایی با عملکرد نازل دیده می‌شوند، علت آن است که در آن بازه سطح زیرکشت و میزان بارندگی، کشور دیگری با عملکرد بیشتر وجود ندارد و وجود آن کشور در جدول به دلیل خوب بودن عملکرد آن کشور نیست. در مورد کشور ایران نیز مکان آن در جدول ۱ (از نظر سطح زیرکشت و میزان بارندگی) به وسیله کشور مصر که عملکرد آن تقریباً دو برابر ایران است گرفته شده است. عملکرد در واحد سطح کشور ایران تقریباً ۲۶/۵ تن در هکتار است که این عدد به واسطه ۵۲۷۳۲۰۰ تن تولید چغندر در ۱۹۸۸۹۰ هکتار زمین کشاورزی در سال زراعی ۲۰۰۵ صورت گرفته است. درحالی‌که هر دو کشور از نظر میزان بارندگی سالانه و از نظر سطح زیرکشت به‌هم شبیه هستند. با این تفاسیر این طور به نظر می‌رسد که کشور ایران راه درازی برای رسیدن به عملکرد کشورهای تراز اول جهان در صنعت چغندرقند دارد (۱، ٦، ۷ و ١٤).

جدول ۱ - بیشترین عملکردهای تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵ (تن در هکتار)

Table 1 - The highest yield of sugar beet production in the world in year 2005 (metric ton/hectare)

سطح زیرکشت Harvest area / بارندگی rainfall (میلی‌متر (mm))	کمتر از ۱۰ هزار هکتار Less than 10 thousand hectare	بین ۱۰ تا ۵۰ هزار هکتار Between 10 to 50 thousand hectare	بین ۵۰ تا ۲۰۰ هزار هکتار Between 50 to 200 thousand hectare	بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ هزار هکتار Between 200 to 800 thousand hectare	میانگین Average	انحراف از معیار Standard deviation
کمتر از ۳۰۰ Less than 300	تونس Tunisia 42.24	سوریه Syrian Arab Republic 46.00	مصر Egypt 48.78	–	45.67	2.68
بین ۳۰۰ تا ٦۰۰ Between 300 to 600	پاکستان Pakistan 38.32	کانادا Canada 45.36	مجارستان Hungary 57.04	ترکیه Turkey 41.07	45.45	7.15
بین ٦۰۰ تا ۱۰۰۰ Between 600 to 1000	پرتغال Portugal 70.17	یونان Greece 63.54	اسپانیا Spain 71.33	فرانسه France 82.32	71.84	6.74
بین ۱۰۰۰ تا ۲۱۰۰ Between 1000 to 2100	اسلوونی Slovenia 51.4	شیلی Chile 82.71	ژاپن Japan 62.24	–	65.45	12.98
میانگین Average	50.53	59.40	59.85	61.70	–	–
انحراف از معیار Standard deviation	12.29	15.31	8.18	20.63	–	–

جدول ۲ - بیشترین عملکردهای تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵ (تن در هکتار)

Table 2 - The highest yield of sugar beet production in the world in year 2005 (metric ton/hectare)

سطح زیرکشت harvest area / تعداد تراکتور (دستگاه) Number of Tractors	کمتر از ۱۰ هزار هکتار less than 10 thousand hectare	بین ۱۰ تا ۵۰ هزار هکتار between 10 to 50 thousand hectare	بین ۵۰ تا ۲۰۰ هزار هکتار between 50 to 200 thousand hectare	بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ هزار هکتار between 200 to 800 thousand hectare	میانگین average	انحراف از معیار standard deviation
کمتر از ۵۰۰۰۰ Less than 5000	لبنان Lebanon 48.40	اسلواکی Slovakia 52.16	مراکش Morocco 50.41	–	50.32	1.54
بین ۵۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ Between 50000 to 150000	اسلونی Slovenia 51.40	شیلی Chile 82.71	بلژیک Belgium 69.95	–	68.02	12.85
بین ۱۵۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ Between 150000 to 500000	پرتغال Portugal 70.17	اتریش Austria 69.00	صربستان و مونتنگرو Serbia and Montenegro 48.21	اکراین Ukraine 24.82	53.05	18.49
بین ۵۰۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰۰ Between 500000 to 5000000	–	کانادا Canada 45.36	اسپانیا Spain 71.33	فرانسه France 82.32	66.34	15.50
میانگین Average	56.66	62.31	59.98	53.57	–	–
انحراف از معیار Standard deviation	9.63	14.59	10.70	28.75	–	–

در ادامه به وسیله داده‌های مربوط به این ٥٦ کشور رگرسیونی با متغیر وابسته میزان تولید چغندرقند کشورها (P) و متغیرهای مستقل سطح زیرکشت (HA)، میزان بذر مصرفی (FS)، تعداد تراکتورهای (TR) و تعداد نیروی انسانی (H) کشورها گرفته می‌شود و تابع تولید چغندرقند در جهان به صورت آن چه در صفحه بعد آمده تعریف میشود. لازم به ذکر است تعداد تراکتور کشورها به عنوان نماد میزان مکانیزاسیون کشورها در مدل قرار دارد (۱، ٤، ۱۳و ۱۵).

جدول ۳ - تابع تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵

Table 3 - Sugar beet Production Function in the World in Year 2005

متغیرها	ضرایب برآورد شده	انحراف معیار	آزمون t	درصد احتمال
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
HA	18.03958	5.262098	3.428212	0.0012
FS	2.840567	0.840894	3.378033	0.0014
TR	0.002135	0.000562	3.795987	0.0004
آزمون F	محک شوارتز	محک آکائیک	آزمون دوربین- واتسون	R^2
F-statistic	Schwarz criterion	Akaike info criterion	Durbin-Watson stat	
168.6429	18.77331	18.66481	1.98781	0.864202

* - خروجی نرم‌افزار Eviews 3 Outgoing of Eviews 3 software

در ادامه به وسیله داده‌های مربوط به این ٥٦ کشور رگرسیونی با متغیر وابسته میزان تولید چغندرقند کشورها (P) و متغیرهای مستقل سطح زیرکشت (HA)، میزان بذر مصرفی (FS)، تعداد تراکتورها (TR) و تعداد نیروی انسانی (H) کشورها گرفته می شود و تابع تولید چغندرقند در جهان به صورت آن‌چه در صفحه بعد آمده تعریف می‌شود. لازم به ذکر است تعداد تراکتور کشورها به عنوان نماد میزان مکانیزاسیون کشورها در مدل قرار دارد (۱، ۵، ۷، ۹ و ١٤).

جدول ۳ - تابع تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵

Table 3 - Sugar beet production function in the world in year 2005

متغیرها	ضرایب برآورد شده	انحراف معیار	آزمون t	درصد احتمال
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
HA	18.03958	5.262098	3.428212	0.0012
FS	2.840567	0.840894	3.378033	0.0014
TR	0.002135	0.000562	3.795987	0.0004
آزمون F	محک شوارتز	محک آکائیک	آزمون دوربین- واتسون	R^2
F-statistic	Schwarz criterion	Akaike info criterion	Durbin-Watson stat	
168.6429	18.77331	18.66481	1.98781	0.864202

همان‌طورکه مشخص است این تابع تولید هم از نظر معنی‌دار بودن متغیرها و هم از نظر R^2 تابع خوبی برای شروع جهت به‌دست آوردن تابع مرزی می‌باشد. تنها نکته‌ای که در این مدل مشهود است این است که متغیر تعداد نیروی انسانی به علت منفی شدن که احتمالاً به خاطر همبستگی خفیف با متغیر تعداد تراکتور می‌باشد از مدل حذف گردید. حال با استفاده از روش جایگزینی که یکی از روشهای COLS است و بدان اشاره شد کار ادامه یافته و بعد از ١٤ تکرار مدل زیر به‌دست می‌آید (۵ و ٦).

جدول ٤* – تابع تولید COLS چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵

Table 4 - Sugar beet COLS production function in the world in year 2005

متغیرها	ضرایب برآورد شده	انحراف معیار	آزمون t	درصد احتمال
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
HA	25.88087	0.650735	39.77177	0.0000
FS	5.741711	0.103989	55.21476	0.0000
TR	0.002005	6.95E-05	28.83387	0.0000
آزمون F	محک شوارتز	محک آکائیک	آزمون دوربین- واتسون	R^2
F-statistic	Schwarz criterion	Akaike info criterion	Durbin-Watson stat	
28341.05	14.59294	14.48444	2.006701	0.999066

* – خروجی نرم‌افزار Eviews 3 — Outgoing of Eviews 3 software

تابع تولید مرزی چغندرقند در جهان

در ادامه از روش انتقالی استفاده شده و عدد α = ١٦٦٠/٦٦ به مدل اضافه می‌گردد. این مدل در بالای تمام مقادیر میزان تولید چغندرقند کشورها قرار می‌گیرد و مدل تابع مرزی تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵ است (میزان تولید چغندرقند (P) و بذر مصرفی (FS) به هزار تن، میزان سطح زیرکشت (HA) به هزار هکتار است و تعداد تراکتورها (TR) به هزار دستگاه می‌باشد).

$$P = 1660.66 + 25.88087*HA + 5.741711* FS + 2.005071*TR$$

در ادامه به وسیله این مدل کارایی تولید کشورها در تولید چغندرقند که حاصل تقسیم میزان تولید چغندرقند در آن کشور بر میزان متغیر وابسته مدل در آن کشور است محاسبه می‌گردد. البته خاطر نشان می‌شود که محاسبه کارایی تولید، مقیاسی برای مقایسه کشورها در به‌کارگیری بهینه عوامل تولید است و نه درصد واقعی به‌کارگیری مفید و بهینه عوامل تولید در تولید چغندرقند (۱، ۲، ٦، ۷، ۸ و ١٤).

جدول ۵ – رتبه‌بندی کشورها از لحاظ کارایی تولید چغندرقند در سال ۲۰۰۵

Table 5 - The Ranking of Countries' Sugar beet Production Efficiency in Year 2005

رتبه Rank	کشورها Countries	کارایی تولید Efficiency	رتبه Rank	کشورها Countries	کارایی تولید Efficiency
1	فرانسه France	1	13	چین China	0.531126
2	بلژیک Belgium	0.938288	14	اسپانیا Spain	0.522058
3	لهستان Poland	0.903595	15	مجارستان Hungary	0.507446
4	آلمان Germany	0.884491	16	چک Czech Republic	0.500578
5	مصر Egypt	0.739717	17	سوئد Sweden	0.499598
6	شیلی Chile	0.691033	18	ترکیه Turkey	0.491835
7	هلند Netherlands	0.627809	19	اتریش Austria	0.474915
8	اسلواکی Slovakia	0.616288	20	ژاپن Japan	0.442980
9	ایتالیا Italy	0.607485	21	صربستان و مونتنگرو Serbia and Montenegro	0.432740
10	آمریکا United States of America	0.601808	22	ایران Iran, Islamic Rep of	0.426964
11	انگلستان United Kingdom	0.584772	23	دانمارک Denmark	0.422896
12	اکراین Ukraine	0.545188	24	مراکش Morocco	0.419867

جدول ۵ (ادامه) – رتبه‌بندی کشورها از لحاظ کارایی تولید چغندرقند در سال ۲۰۰۵

Table 5 (continuance) - The Ranking of Countries' Sugar beet Production Efficiency in Year 2005

کارایی تولید Efficiency	کشورها Countries	رتبه Rank	کارایی تولید Efficiency	کشورها Countries	رتبه Rank
0.113672	قزاقستان Kazakhstan	41	0.418729	بلاروس Belarus	25
0.105161	پاکستان Pakistan	42	0.409117	روسیه Russian Federation	26
0.085806	ترکمنستان Turkmenistan	43	0.405112	فنلاند Finland	27
0.050860	لبنان Lebanon	44	0.404106	یونان Greece	28
0.047774	آذربایجان Azerbaijan, Republic of	45	0.345936	سوئیس Switzerland	29
0.029178	مقدونیه Macedonia,The Fmr Yug Rp	46	0.301404	کرواسی Croatia	30
0.021401	آلبانی Albania	47	0.293131	لیتوانی Lithuania	31
0.013217	بلغارستان Bulgaria	48	0.252448	مولدوا Moldova, Republic of	32
0.011604	تونس Tunisia	49	0.230472	پرتغال Portugal	33
0.011061	ونزوئلا Venezuela,Bolivar Rep of	50	0.214092	ایرلند Ireland	34
0.006652	ازبکستان Uzbekistan	51	0.212841	سوریه Syrian Arab Republic	35
0.001965	اکوادور Ecuador	52	0.174370	لتونی Latvia	36
0.000871	ارمنستان Armenia	53	0.173643	رومانی Romania	37
0.000585	مکزیک Mexico	54	0.161500	کانادا Canada	38
0.000556	استونی Estonia	55	0.122902	اسلوونی Slovenia	39
0.000088	گرجستان Georgia	56	0.115796	قرقیزستان Kyrgyzstan	40

همان‌طورکه در جدول مشخص شده کشور فرانسه با کارایی تولید یک بیشترین کارایی تولید را در بین کشورهای تولیدکننده چغندرقند دارا می‌باشد. کشور ایران نیز با کارایی تولید ۰/٤۲۷ در این طبقه‌بندی در بین ٥٦ کشور تولیدکننده چغندرقند در جهان ۲۲ است و این نشان‌گر قابلیت متوسط ایران در تولید این محصول صنعتی است. بعد از این جدول، جداول بیشترین کارایی‌های تولید چغندرقند با تفکیک سطح زیرکشت و میانگین بارندگی و سطح مکانیزاسیون کشورهای تولیدکننده در سال ۲۰۰۵ آورده شده است (جداول ٦ و ۷).

همان‌طورکه در جداول ٦ و ۷ مشخص است برخی از کشورها که در جداول دارای بیشترین عملکرد بودند، در این جداول تغییر کردند و این نشانگر این است که درست است که عامل عملکرد یکی از فاکتورهای مهم کارایی تولید است ولی تنها عامل مؤثر در کارایی تولید نیست و در اصل فاکتور عملکرد میزان استفاده بهینه آن کشور از زمین‌های زیرکشت آن کشور است. درحالی‌که کارایی تولید به معنای میزان استفاده بهینه کشورها از تمام عوامل تولید از جمله زمین، بذر مصرفی، مکانیزاسیون و نیروی انسانی است (۲، ۳، ٦، ۸ و ۱۵).

جدول ٦ - بیشترین کارایی‌های تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵ (تن در هکتار)

Table 6 - The highest efficiency of sugar beet production in the world in year 2005 (metric ton/hectare)

سطح زیرکشت Harvest area / بارندگی Rainfall (میلیمتر (mm))	کمتر از ۱۰ هزار هکتار Less than 10 thousand hectare	بین ۱۰ تا ۵۰ هزار هکتار Between 10 to 50 thousand hectare	بین ۵۰ تا ۲۰۰ هزار هکتار Between 50 to 200 thousand hectare	بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ هزار هکتار Between 200 to 800 thousand hectare	میانگین Average	انحراف از معیار Standard deviation
کمتر از ۳۰۰ Less than 300	تونس Tunisia 0.012	سوریه Syrian Arab Republic 0.213	مصر Egypt 0.740	–	0.322	0.307
بین ۳۰۰ تا ٦۰۰ Between 300 to 600	پاکستان Pakistan 0.105	فنلاند Finland 0.405	مجارستان Hungary 0.507	لهستان Poland 0.904	0.480	0.286
بین ٦۰۰ تا ۱۰۰۰ Between 600 to 1000	پرتغال Portugal 0.230	اسلواکی Slovakia 0.616	بلژیک Belgium 0.938	فرانسه France 1.000	0.696	0.306
بین ۱۰۰۰ تا ۲۱۰۰ Between 1000 to2100	اسلوونی Slovenia 0.123	شیلی Chile 0.691	انگلستان United Kingdom 0.585	–	0.466	0.247
میانگین Average	0.118	0.481	0.693	0.952	–	–
انحراف از معیار Standard deviation	0.077	0.187	0.165	0.048	–	–

جدول ۷ - بیشترین کارایی های تولید چغندرقند در جهان در سال ۲۰۰۵ (تن در هکتار)

Table 7 - The highest efficiency of sugar beet production in the world in year 2005 (metric ton/hectare)

سطح زیرکشت harvest area / تعداد تراکتور (دستگاه) Number of Tractors	کمتر از ۱۰ هزار هکتار less than 10 thousand hectare	بین ۱۰ تا ۵۰ هزار هکتار between 10 to 50 thousand hectare	بین ۵۰ تا ۲۰۰ هزار هکتار between 50 to 200 thousand hectare	بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ هزار هکتار between 200 to 800 thousand hectare	میانگین average	انحراف از معیار standard deviation
کمتر از ۵۰۰۰۰ less than 5000	لبنان Lebanon 0.051	اسلواکی Slovakia 0.616	مراکش Morocco 0.420	–	0.362	0.234
بین ۵۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ between 50000 to 150000	اسلونی Slovenia 0.123	شیلی Chile 0.691	بلژیک Belgium 0.938	–	0.584	0.341
بین ۱۵۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ between 150000 to 500000	پرتغال Portugal 0.230	سوئد Sweden 0.500	صربستان و مونتنگرو Serbia and Montenegro 0.433	اکراین Ukraine 0.545	0.427	0.121
بین ۵۰۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰۰ between 500000 to 5000000	–	کانادا Canada 0.162	انگلستان United Kingdom 0.585	فرانسه France 1.000	0.582	0.342
میانگین average	0.135	0.492	0.594	0.773	–	–
انحراف از معیار standard deviation	0.074	0.202	0.209	0.228	–	–

باتوجه به جداول (٦) و (٧) این طور برداشت می‌شود که هرچه سطح زیرکشت پایین‌تر باشد کارایی تولید به‌طور محسوسی کاهش می‌یابد به‌طوری‌که در ستون اول جداول، کارایی تولید بسیار نازل می‌باشد. این امر به دو دلیل است، نخست اینکه هرچقدر سطح زیرکشت پایین‌تر باشد به همان نسبت تولید چغندرقند از نظر مدیریت و عوامل تولید ساده‌تر می‌باشد. به همین دلیل کشورهایی که سطح زیرکشت بالاتری دارند به همان نسبت کارایی تولید بیشتری دارند. دوم اینکه اگر در جداول کشورهایی با کارایی تولید بسیار نازل دیده می‌شود علت آن است که در آن بازه سطح زیرکشت و میزان بارندگی، کشور دیگری با کارایی تولید بیشتر وجود ندارد و وجود آن کشور در جدول به‌دلیل خوب بودن کارایی تولید آن کشور نیست. کشور ایران نیز در جدول (٦) در خانه‌ای قرار دارد که در آن مصر به عنوان بیشترین کارایی تولید در آن قرار دارد و باید این کشور را که از نظر آب و هوا و سطح زیرکشت چغندرقند مشابهت زیادی با ایران دارد الگو خود برای ارتقاء کارایی تولید چغندرقند قرار دهد.

پیشنهادات

برای تحقیق‌های بعدی می‌توان از روش به‌کار برده شده در این تحقیق و سایر روشهای ذکر شده در تحقیق برای برآورد کارایی تولید سایر محصولات کشاورزی استفاده کرد و همچنین می‌توان دامنه متغیرهای مورد استفاده را نیز گسترش داد.

References

1 - Agricultural Jahad Ministry (2009) http://213.176.84.4/zrtbank

2 - Aigner D (1997) Formulation and estimation of stochastic frontier production models. Journal of Econometrics 6: 21-37.

3 - Andersen P and Petersen N (1993) A procedure for ranking efficient unit in data envelopment analysis. Management Science 39(10): 456-473.

4 - Anderson B and Peterson P (1996) The benchmarking-handbook step by step instructions. Chapman & Hall 15: 101-102.

5 - Arabmazar A (1990) General Econometrics. Kavir Press., Tehran. Iran. 503 pp.

6 - Barkhordar Sh (2000) Designing a model in order to determine the statistical standards of efficiency in Iran electricity industry using deterministic frontier production function. M.sc. thesis Amirkabir University of Technology, Tehran. Iran.

7 - FAO (2007) http://faostat.fao.org/default.aspx

8 - Forsund F (1980) Survey of frontier production function and of their relationship to efficiency measurement. Journal of Econometrics 13: 768-785.

9 - Hu B and McAleer M (2005) Estimation of Chinese agricultural production efficiencies with panel data. Journal of Mathematics and Computers in Simulation 68: 475-484.

10 - Iran wheat. www.iranwheat.ir

11 - Khajepour M (2004) Industrial Plants. Jahad Daneshgahi Press., Isfahan Industrial Unit. 564 p.

12 - Rajiv D, Robert B, Conrad F and Strauss R (1986) A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: An illustrative study of hospital production. The institute of Management Sciences 31: 345-358.

13 - Sarrico C, Hogan S, Dyson R and Athanassopoules A (1997) Data envelopment analysis and university selection. Journal of the Operational Research Society 48: 1163-1177.

14 - Statistics Center of Iran. http://amar.sci.org.ir/

15 - Thanassoulis R, Dyson G and Foster M (1987) Relative efficiency assessments using data envelopment analysis: An application to data on rates. Department Operational Research Society 38(5): 397-411.

Evaluation of sugar beet production efficiency with estimation of frontier production function

A. M. Kimiagari* and A. Teymouri**

Abstract

For evaluation of efficiency and yield per surface unit with using the 56 sugar beet producer countries data in year 2005 an econometric model based on COLS method has presented. With this model maximum sugar beet production efficiencies considering the harvested area and annual rainfall measure and level of mechanization has been determined. In total Iran with production efficiency 0.43 is in rank 22 of the world and France with production efficiency 1 has the maximum sugar beet production efficiency in the world. In continuance of discussion relation between the countries sugar beet harvest area, annual rainfall measure and level of mechanization with their efficiency and yield in sugar beet production has tried to be studied.

Key words: COLS, Frontier production function, Iran, Production efficiency, Sugar beet

* - Assistant professor, System and Efficiency Management Department, Amirkabir University of Technology, Tehran - Iran (**kimiagar@aut.ac.ir**)

** - M.Sc., Industrial Engineering Department, Amirkabir University of Technology, Tehran - Iran (**arman6297@hotmail.com**)