نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد 31، شماره 2، تابستان 1396، ص. 169-157

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 31, No. 2, Summer 2017, p. 157-169

کاربرد روش‌های ناپارامتریک اصلاح شده در ارزیابی کارایی فنی تولید چغندرقند ایران

قادر دشتی[1*] - معصومه رشید قلم[2] - اسماعیل پیش بهار[3]

تاریخ دریافت: 1395/08/03
تاریخ پذیرش: 1395/11/02

چکیده

علی‌رغم کاربرد فراوان روش‌های ناپارامتریک نظیر تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و تحلیل رویه آزاد (FDH)در محاسبه کارایی، اما این روش‌ها به دلیل ماهیت قطعی بودن این دو روش بوده زیرا نتایج نسبت به مشاهدات پرت و خطای اندازه‌گیری ناکارآمد تلقی می‌شود.در این راستا پیشرفت‌های اخیر در ایجاد مرزهای جزئی تولید، نظیر رتبه-m و رتبه- α ضعف‌های مربوط به الگوهای ناپارامتریک را رفع کرده است. بدین منظور در مطالعه حاضر جهت مقایسه تجربی چهار الگوی ناپارامتریک مذکور، کارایی فنی تولید چغندرقند در کشور با استفاده از داده‌های پانل مربوط به یازده استان عمده تولیدکننده این محصول طی دوره زمانی91-1379 و بر اساس تحلیل پنجره‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. به استناد یافته‌های حاصل و بر اساس الگوهای رتبه-m و رتبه- α استان کرمان به عنوان استان فوق کارا طبقه‌بندی شده و استان اصفهان ناکاراترین استان در تولید چغندرقند کشور می‌باشد. مطابق الگوهای تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای و رویه دسترس آزاد پنجره‌ای نیز، استان‌های آذربایجان‌غربی، خراسان و لرستان جزء کاراترین استان‌ها در تولید چغندرقند کشور می‌باشند و استان فارس ناکاراترین استان در تولید این محصول محسوب می‌شود. با توجه به این‌که الگوهای مرزی کامل نسبت به الگوهای مرزی جزئی دارای فروضی می‌باشند که به واقعیت نزدیک‌تر است بنابراین نتایج حاصل از این الگوها مطلوب‌تر می‌باشند. از این رو پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آتی جهت اندازه‌گیری کارایی فنی و رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده از این الگوها بهره گرفته شود.

واژه های کلیدی: الگوی DEA پنجره‌ای، الگوی FDH پنجره‌ای، الگوی مرتبه- α پنجره‌ای، الگوی مرتبه-m پنجره‌ای
طبقه‌بندی**JEL**:. C44; D24; D51; Q12.

مقدمه

کوشش برای کسب حداکثر محصول با کمترین امکانات و عوامل تولید موجود را می‌توان تلاش برای دستیابی به کارایی و بهره‌وری بالاتر نامید. بهره‌وری مفهومی جامع و دربرگیرنده کارایی است که افزایش آن به منظور ارتقاء سطح زندگی، رفاه، آسایش و آرامش انسان‌ها همواره مدنظر دست‌اندرکاران سیاست و اقتصاد بوده است (1). از طرف دیگر بر اساس محدودیت‌های بخش کشاورزی برای افزایش تولید از راه توسعه عوامل تولید و تغییرات عمده در فناوری موجود، به نظر می‌رسد مناسب‌ترین شیوه برای نیل به نرخ رشد لازم در تولید محصولات مختلف بهبود عملکرد و افزایش کارایی تولیدکنندگان این محصولات باشد. حتی در مقوله توسعه پایدار نیز، افزایش کارایی به منظور استفاده هرچه کمتر از منابع و نهاده‌ها یک عنصر کلیدی در میان اهداف اقتصادی (رشد، عدالت، کارایی و اقتصاد سبز)، زیست‌محیطی و اجتماعی به شمار می‌رود (11).

جهت محاسبه کارایی، شناخت تابع تولید کارآمد ضروری می‌باشد. در بسیاری از مطالعات تجربی، مرز کارآمد ناشناخته بوده و باید به وسیله داده‌های موجود محاسبه گردد. بر اساس فروض موجود در تخمین مرز، محاسبه کارایی به دو رهیافت پارامتری و غیرپارامتری تقسیم می‌گردد. آگنر و همکاران (3) از پیشگامان روش‌های پارامتریک کارایی هستند. در این گروه از روش‌ها، مدل یا تابعی با یک جزء اخلال تصادفی، تصریح و با رهیافت‌های اقتصادسنجی تخمین زده می‌شود و در نهایت کارایی و ناکارایی بنگاه محاسبه می‌شود. سه روش تحلیل مرزی تصادفی (SFA)[4]، تحلیل مرزی پهن (TFA)[5] و تحلیل بدون توزیع (DFA)[6] از روش‌های پارامتریک هستند. مهم‌ترین ایراد وارد بر مدل‌های پارامتریک آن است که در

1، 2 و 3- به ترتیب استاد، دانش‌آموخته دکتری و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: (Email: ghdashti@yahoo.com
DOI: 10.22067/jead2.v31i2.59422

4- Stochastic Frontier Analysis
5- Thick Frontier Analysis
6- Distribution Free Analysis

این این نوع از مدل‌ها لازم است تابعی برای تولید بنگاه تصریح گردد و همچنین باید برای اجزاءاخلال تصادفی فروضی در نظر گرفته شود. بنابراین نتایج مربوط به کارایی نسبت به تغییرات این دو عامل بسیار حساس می‌باشد. از این رو جهت اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری بانکر و همکاران (8) که از پیشگامان در این زمینه می‌باشند، از روش‌های ناپارامتریک استفاده کردند. DEA[1] و FDH[2] از متداول‌ترین روش‌های ناپارامتریک محسوب می‌شود. مرز تکه‌ای[3] بر اساس نقاطی ساخته می‌شود که در آن برای تولید مقدار مشخصی از محصول، از حداقل مقدار نهاده استفاده می‌گردد. با مقایسه عملکرد موجود با بهترین عملکرد، کارایی نسبی اندازه‌گیری می‌شود. روش DEA فروض کلی در مورد یکنوایی و محدب بودن اعمال می‌کند که منجر به ایجاد یک مرز انعطاف‌پذیری می‌گردد که در آن فرم تابعی تولید می‌تواند بین واحدهای تصمیم‌گیرنده تغییر کند. در روش FDH شرط تحدب از منحنی امکانات تولید حذف می‌شود و دارای مرز پله‌ای[4] می‌باشد (16). علی‌رغم استفاده فراوان، روش‌های ناپارامتریک، نظیر تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و تحلیل رویه آزاد (FDH) در مطالعات مربوط به محاسبه کارایی، اقتصادسنجی‌دانان آن را ناکارآمد تلقی می‌کنند. مهمترین علت آن مربوط به ماهیت قطعی بودن این دو روش می‌باشد که در آن‌ها نتایج نسبت به مشاهدات پرت و خطای اندازه‌گیری بسیار حساس می‌باشد. این ایراد مدل‌های ناپارامتریک،در روش‌های به اصطلاح «مرزی جزئی»، یعنی کارایی مرتبه-m (13) و کارایی مرتبه-α (5)، رفع گردید. این دو روش با استفاده از جایگذاری مشاهدات فوق‌العاده-کارا[5] کنار مرز امکانات-تولید، مدل FDH را تعمیم می‌دهند. با وجود اینکه این دو روش نیز همچنان کاملا ناپارامتریک می‌باشند، اما حساسیت نسبت به مشاهدات پرت توسط این متدها کاهش یافته است و مرز فقط زیر مجموعه‌ای از نمونه را پوشش می‌دهد.

در این مطالعه کارایی تولیدکنندگان چغندرقند به روش یاد شده محاسبه گردیده است. در خصوص علت تمرکز بر روی این محصول باید گفت چغندرقند یکی از محصولات صنعتی و استراتژیک کشور بوده و با توجه به افزایش جمعیت کشور و نیاز به شکر، این محصول در میان محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. مطابق آمار موجود از کل قند و شکر تولیدی 40 درصد سهم چغندرقند و 60 درصد سهم نیشکر است (31). بررسی وضعیت سطح برداشت این محصول حاکی از آن است که در سال زراعی 91-1390، سطح برداشت چغندرقند در کشور حدود 97 هزار هکتار بوده است. استان آذربایجان‌غربی با 33 درصد بیشترین سطح برداشت را به خود اختصاص داده است. استان‌های خراسان‌رضوی با سهم 22/4 درصد، فارس با 12/3 درصد به ترتیب رتبه‌های دوم و سوم را به‌خود اختصاص داده‌اند. میزان تولید چغندرقند کشور 4/7 میلیون تن در سال برآورد شده است و استان آذربایجان‌غربی با 35/8 درصد از تولید کشور، جایگاه نخست را به خود اختصاص داده است. همچنین عملکرد چغندرقند آبی کشور 48018 کیلوگرم در هکتار می‌باشد. استان کرمانشاه با عملکرد 81524 کیلوگرم در هکتار بیشترین و استان ایلام با عملکرد 18233 کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد چغندر آبی در کشور را به خود اختصاص داده‌اند (27). مطابق آمار و اطلاعات عملکرد استان‌های مختلف کشور در تولید محصول چغندرقند با یکدیگر تفاوت زیادی دارند. از آن جاکه تفاوت ها در عملکرد استان‌های مختلف ممکن است نتیجه نابرابری محیطی و شرایط اقلیمی و ناکارایی باشد، توجه به معیارهای کارایی در ابعاد منطقه‌ای در توسعه فعالیت‌های کشاورزی به گونه‌ای که بتوان از طریق آن‌ها برخی مشکلات منطقه‌ای بویژه در زمینه نابرابری بین مناطق را کاهش دهد، سودمند است. از طرف دیگر با توجه به این موضوع که چغندرقند جزء محصولاتی است که نیاز آبی بالایی دارد و با توجه به کمبود و محدودیت منابع آبی در کشور لازم است مطالعاتی در زمینه افزایش تولید این محصول بدون نیاز به افزایش استفاده از نهاده‌های دیگر صورت پذیرد.

اگرچه DEA و مدل‌های مربوطه به طور گسترده در طول دو دهه اخیر مورد استفاده قرار گرفته‌اند اما تحلیل پنجره‌ای به طور نسبتا کمیاب در ادبیات مدنظر بوده است. کاربن (12) از تحلیل DEA پنجره‌ای برای شناسایی روند کارایی کارخانجات در طول زمان استفاده کرد. سویوشی و اوکی (32) عملکرد خدمات پست ژاپن را بین سال‌های 1983 تا 1997 با ترکیب DEAپنجره‌ای و شاخص مالم‌کوئیست مورد مطالعه قرار دادند. روس و دراگ (30) از DEA پنجره‌ای برای ارزیابی و شناسایی روند عملکرد مراکز پخش در طول چهار سال استفاده کردند. اسمیلد و همکاران (6) DEAپنجره‌ای را با شاخص مالم کوئیست ادغام کرده و تغییرات بهره‌وری را در صنعت بانکداری کانادا در طول دوره 2000-1981 مورد بررسی قرار دادند. یانگ و چانگ (35) کارایی فنی بنگاه‌های مخابراتی کشور تایوان را با استفاده از DEA پنجره‌ای در طول دوره 2005-2001محاسبه کردند.پیویس و همکاران (28) کارایی فنی بندرگاه‌ها و عوامل موثر بر آن را در کشور صربستان با استفاده از DEA پنجره‌ای ارزیابی کردند. همچنین با استفاده از این روش چگونگی احتمال تغییر کارایی بندرگاه را در طول زمان بررسی کردند. در مطالعه‌ای گابدو و همکاران (25) از دو مرز کامل (DEA و FDH) و دو مرز جزئی (order-α و order-m) برای تخمین مقایسه‌ای کارایی فنی استفاده کردند. مطابق نتایج این مطالعه، با وجود اینکه تخمین‌زن‌ها در فروض‌ها متفاوت بودند اما

1- Data Envelopment Analysis
2- Free Disposal Hull
3- Piecewise Frontier
4- Step Frontier
5- Super-efficient

تخمین‌های کارایی فنی از چهار تخمین‌زن کاملا متفاوت هم از لحاظ مقداری و هم از لحاظ توزیعی شبیه یکدیگر بودند. در مطالعه‌ای ریکوا (29) با استفاده از تحلیل DEA پنجره‌ای کارایی بانک‌های تجاری در جمهوری چک را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه DEA پنجره‌ای بر اساس مدل نهاده-گرا مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که میانگین کارایی تحت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس برابر با 78-70 درصد، و تحت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس برابر با 89-84 درصد می‌باشد.

در داخل کشور نیز، آماده و همکاران (4) با استفاده ازروش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی فنی بخش صنعت استان‌های کشور را برآورد کرده و براساس نتایج حاصل استان‌ها را رتبه بندی کردند. بر اساس این مطالعه میانگین کارایی فنی بخش صنعت 28 استان درفاصله زمانی 83-1375 برابر 62/7 درصد برآورد شده است. یعقوبی و همکاران (34) کارایی واحدهای تعاونی‌ها و واحدهای غیرتعاونی پرورش میگوی سایت گواتر شهرستان چابهار را با استفاده از مدل اولیه تحلیل پوششی داده‌ها مدل لایه دسترس آزاد (FDH) مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج حاصله تنها 12درصد بنگاه‌ها در مدل اولیه و 16 درصد آن‌ها در مدل FDH کاملا کارا هستند و میانگین کارایی تکنیکی واحدها به ترتیب 85 و 87 درصد می‌باشند. عصاری و همکاران (23) روندکارایی شرکت های توزیع برق ایران را ازطریق تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای بررسی کرده و عوامل محیطی وساختاری مؤثر برکارایی را موردمطالعه قراردادند. همچنین بابایی‌پور و همکاران (7) به بررسی کارایی واحدهای گلخانه‌ای شهرستان زابل بامبنای تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدارکارایی100و کمترین مقدار آن84/6درصد می‌باشد، این امرنشان می‌دهدکه با افزایش کارایی فنی کشاورزان، از طریق برگزاری کلاس‌های ترویجی و آموزش‌های لازم، می‌توان بدون تغییرعمده درسطح فن‌آوری و منابع به کاررفته، تولید را افزایش و هزینه راکاهش داد. کرمی و همکاران (26) با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی 44 واحد تولیدی پرورش ماهی، مرغ گوشتی و گاو شیری را در سال 1388 اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد کارایی در واحدهای پرورش مرغ گوشتی شهرستان‌های گچساران و دنا، بهمئی و کهگیلویه به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را دارند. میانگین کارایی کل واحدهای تولیدی مورد مطالعه در استان نیز 85 درصد می‌باشد. همچنین کارایی فنی رشته فعالیت‌ها در شهرستان‌های مختلف با هم متفاوت بوده و با پیدا کردن علل تفاوت این وضعیت می‌توان به بهبود وضعیت در شهرستان‌های ناکارا کمک نمود.

در کل مرور مجموعه مطالعات انجام شده در زمینه کارایی در داخل کشور حاکی از آن است که در اکثر آن‌ها فقط از مدل‌های DEA و FDH جهت محاسبه کارایی استفاده شده است و در ادبیات موجود فقط در مورد مدل DEA از تحلیل پنجره‌ای استفاده شده است. بنابراین ضروری می‌نماید مطالعه‌ای جامع در مورد کارایی تولید محصولات کشاورزی به‌خصوص چغندرقند در کشور با استفاده از انواع الگوهای پارامتریک انجام گیرد. همچنین لازم است استان‌های کشور از لحاظ کارایی فنی رتبه‌بندی شده و بدین ترتیب استان‌های کارا در تولید این محصول شناسایی گردند تا هنگام برنامه‌ریزی جهت افزایش تولید این محصول، بر این استان‌ها به عنوان استان‌های هدف تمرکز گردد. در مطالعه حاضر علاوه بر مدل‌های فوق از روش «مرز تولید جزئی[1]» با نام‌های مرتبه-m[2] و مرتبه- α[3] جهت تعمیم و اصلاح مدل FDH بهره گرفته می‌شود. همچنین با توجه به اینکه در مطالعه حاضر از داده‌های پانل استفاده می‌گردد، لازم است از تحلیل پنجره‌ای در رهیافت ناپارامتریک استفاده شود. بهره‌گیری از این تکنیک به ویژه در مدل‌های مرتبه-m، مرتبه- α و FDH، از نوآوری‌های مطالعه حاضر می‌باشد چرا که در تحقیقات قبلی از آن استفاده به عمل نیامده است. بر این اساس، در مطالعه‌ی حاضر تلاش بر این است که با استفاده از داده‌های پانل برای دوره زمانی 91-1379، کارایی فنی محصول چغندرقند به تفکیک استان‌های کشور، الگوسازی شود. از ویژگی‌های تحقیق حاضر آن است که هم کارایی در سطح استان‌ها بررسی شده و هم توانایی‌ها و عملکرد مناطق مختلف ایران در مورد چگونگی بهره‌برداری از عوامل تولیدی و اختلاف موجود میان آن‌ها از این نظر سنجش و مقایسه خواهد شد. خروجی این تحقیق موجب می‌گردد سیاست‌گذاران تصویری روشن و کمی از کارایی فنی را در هر یک از استان‌های کشور داشته باشند و در سیاست‌گذاری‌های مربوط به افزایش تولید چغندرقند در کشور مدنظر قرار دهند. همچنین نتایج این مطالعه به محققین کمک خواهد کرد که تا با آشنایی کافی از انواع الگوهای ناپارامتریک در داده‌های پانلی و شناسایی تفاوت‌های موجود بین آن‌ها، در انتخاب الگو جهت محاسبه کارایی فنی و رتبه-بندی واحدهای تولیدی دقت داشته باشند.

مواد و روش‌ها

جهت محاسبه کارایی فنی، الگوهای مورد مطالعه در تحقیق حاضر شامل چهار مدل ناپارامتریک می‌باشند که در آن مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و الگوی رویه آزاد (FDH) جزء مرزهای کلی[4] تولید می‌باشند. دو الگوی دیگر یعنی مرتبه-m، مرتبه- α در گروه مرزهای جزئی تولید قرار می‌گیرند. با توجه به بهره‌گیری از داده‌های پانل در پژوهش حاضر لازم است از تحلیل پنجره‌ای در محاسبه کارایی استفاده گردد. توضیحات لازم در رابطه

1- Partial Production Frontier
2- Order-m
3- Order-α
4- Full Frontier Models

با هر یک از الگوها در ادامه ارائه می‌گردد.

الف) مرزهای کلی تولید:

الگوی اول) الگوی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA): تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک روش برنامه‌ریزی ریاضی غیرپارامتریک برای تخمین مرز می‌باشد. در این روش، تخمین مرز به وسیله رویه محدب خطی-تکه‌ای[1] صورت می‌گیرد. که توسط فارل (24) پیشنهاد گردید و بعدها توسط تعدادی از محققان مورد بررسی قرار گرفت. افرادی نظیر بولز (10) و افرایت (2) پیشنهاد کردند از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای این منظور استفاده گردد، اما این روش تا مقاله مربوط به چارنز،کوپرورودس CCR (15) که در آن اصطلاح DEA برای اولین بار گرفته شد،زیاد مورد توجه قرار نگرفت. CCR (15) یک مدل نهاده‌گرا ارائه کردند که در آن فرض می‌گردد بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)[2]وجود دارد. در مطالعات بعدی بانکر، چارنز وکوپرBCC (8) با در نظر گرفتن فروض دیگری مدل VRS[3]را پیشنهاد دادند که در آن فرض می‌شود بازده نسبت به مقیاس متغیر است (17). در این روش منحنی مرز کارایی از یک سری نقاط که بوسیلهٔ برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود ایجاد می‌گردد تا مشخص شود که آیا واحد تصمیم‌گیری مورد نظر روی مرز کارایی قرار گرفته است و یا خارج از آن قرار دارد. بدین وسیله واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند. در این روش می‌توان خروجی را با توجه به ورودی‌ها مشخصی حداکثر نمود (روش خروجی محور) یا اینکه با استفاده از دوگان آن با توجه به خروجی‌ها، ورودی‌ها را حداقل نمود.

برای نشان دادن مدل ریاضی DEA، n واحد تصمیم‌گیرنده (DMU)[4] در نظر گرفته می‌شود که برای واحد تصمیم‌گیرنده kام، Y_k، نشان‌دهنده مقدار محصول بوده و x_{ik} (i=1,…,m) سطح نهاده iام را نشان می‌دهد. برای محاسبه کارایی واحد تصمیم‌گیرنده kام، چارنز و همکاران (15) مدل (1) را پیشنهاد دادند:

$$\begin{aligned} &\min\ \theta \\ &Subject\ to \\ &\theta X_{ik} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} \geq 0, \\ &(i = 1,\ldots,m) \\ &\sum_{j-1}^{n} \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{rk},\ (r = 1,\ldots,s) \\ &\lambda_j \geq 0,\ (j = 1,\ldots,n) \end{aligned} \qquad (1)$$

در مدل فوق λ بردار وزن مجموعه مرجع ، θ مقدار کارایی واحد تصمیم‌گیرنده است که نسبت میزان بهینه نهاده مورد نیاز برای به‌دست آوردن مقدار مشخصی محصول به میزان مورد استفاده از عوامل برای تولید همان میزان محصول است. مقدار بهینه θ، که با θ^* نشان می‌دهیم، در بازه $0 \prec \theta^* \leq 1$ قرار دارد (35).

الگوی دوم) الگوی رویه دسترس آزاد (FDH): از معایب روش DEAآن است که در این مدل‌ها، هر واحد ناکارا به نقطه‌ای روی مرز کارا ارجاع می‌گردد که می‌تواند با کاهش نهاده‌ها و یا افزایش میزان محصول به نقطه بهینه برسد که روی این مرز کارا تصویر شده است. اما بنگاه مرجع برای هر واحد ناکارا ترکیبی از واحدهای بهینه نمونه می‌باشد که فرضی است و نمود عینی ندارد. این نارسایی توسط مدل FDH برطرف می‌شود. به طوری که در مدل FDH واحد مرجع در نظر گرفته شده برای هر واحد ناکارا تنها یکی از واحدهای نمونه است.به همین خاطر است که واحد مرجع برای هر DMU ناکارا، تنها شامل یکی از واحدهای موجود باشد که مجموعه مرجع آن، در بسیاری از موارد با مسائل حقیقی زندگی بیشتر سازگاری دارد. این مدل توسط دپرینس (21) به ادبیات مدل‌های ناپارامتریک اضافه گردید.

همانند DEA، FDH نیز نسبت به مشاهدات پرت بسیار حساس می‌باشد (25). این مدل غیرشعاعی قابل تبدیل به فرم خطی است و می‌توان به طور مستقیم با حل یک مسئله برنامه‌ریزی صحیح مختلط، نقطه تصویر شده روی مرز کارا را برای هر واحد ناکارا به دست آورد به طوری که برای دسترسی آزاد به مرز توابع تولید و هزینه بنا نهاده شده است. مدل FDH به صورت رابطه (2) می‌باشد:

$$\begin{aligned} &\min\ \theta \\ &Subject\ to \\ &\theta X_{ik} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} \geq 0, \\ &(i = 1,\ldots,m) \\ &\sum_{j-1}^{n} \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{rk},\ (r = 1,\ldots,s) \\ &\sum_{j}^{n} \lambda_j = 1,\ (j = 1,\ldots,n) \\ &\lambda_j \geq 0, \end{aligned} \qquad (2)$$

ب- مرزهای جزئی

موافقان و مخالفان روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک مباحث مهمی را عنوان می‌کنند. مهم‌ترین ایراد وارده بر مدل‌های پارامتریک آن است که در این مدل‌ها فروض محدودکننده‌ای در مورد شکل تابعی و نوع توزیع برقرار است. همچنین در این مدل‌ها تکیه بر مقدار نهاده‌ها به عنوان متغیرهای توضیحی است که به احتمال زیاد درون‌زا می‌باشد و نیز در چنین مدل‌هایی فقط تابع تک-محصولی در نظر گرفته می‌شود. از طرف دیگر اقتصادسنجی‌دانان مدل‌های ناپارامتریک

1- Piecewise-linear Convex Hull
2- Constant Return to Scale
3- Variable Return to Scale
4- Decision Making Unit

را به علت قطعی بودن روش‌ها، نداشتن فرآیند مناسب تولید داده و مهمتر از همه حساس بودن نسبت به مشاهدات پرت و خطای محاسباتی، مورد انتقاد قرار داده‌اند (33). آخرین ایراد وارد بر اندازه‌گیری ناپارامتریک کارایی توسط روش‌های به اصطلاح «مرزی جزئی»، یعنی کارایی مرتبه-m (13) و کارایی مرتبه-α (5)، رفع گردید. این دو روش با استفاده از جایگذاری مشاهدات فوق‌العاده‌کارا[1] کنار مرز امکانات-تولید، مدل FDH را تعمیم می‌دهند. بنابراین روش‌های مرزی جزئی نسبت به مشاهدات دورافتاده از DEA یا FDH کمتر حساس می‌باشند (5، 18، 13 و 33).

در مدل‌های مرزی کاملکه تمامی واحدهای تصمیم‌گیرنده توسط مرز امکانات تولید پوشش داده می‌شوند، این روابط $\theta_k^{inp} \in (0,1]$ و $\theta_k^{out} \in [1,\infty)$ برقرار می‌باشند. بنابراین واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا، دارای کارایی برابر با مقدار یک می‌باشند و انحراف از این مقدار به سمت پایین (در نهاده‌گرا) و به سمت بالا (در ستاده‌گرا)، نشان‌دهنده ناکارایی واحد تولیدی می‌باشد. به طور عکس در روش‌های مرزی جزئی، ناکارایی می‌تواند از مقدار یک بیشتر (در نهاده‌گرا) و یا کمتر (در ستاده‌گرا) باشد (33). دو گروه از خانواده مرزهای جزئی شامل الگوهای کارایی مرتبه-m و کارایی مرتبه-α می‌باشند که در ادامه معرفی می‌شوند.

الگوی سوم) کارایی مرتبه-m (Order-m): مرتبه-m با اضافه کردن یک لایه تصادفی به محاسبات کارایی، FDH را تعمیم می‌دهد. بدین ترتیب که مرتبه-m به جای مقایسه واحد تصمیم‌گیرنده با بهترین جفت موجود در داده‌های مورد بررسی، آن‌ها را با بهترین جفت مورد انتظار در نمونه متشکل از m جفت مورد بررسی قرار می‌دهد. از لحاظ محاسباتی کارایی مرتبه-m دارای چهارگام می‌باشد (19):

1) یک نمونه m جفتی از واحدهای تصمیم‌ساز از بین B_iها باجایگذاری و به طور تصادفی استخراج می‌شوند.

2) کارایی کاذب FDHیعنی $\hat{\theta}_{mi}^{\widetilde{FDH}_d}$ با استفاده از نمونه مرجع ساختگی محاسبه می‌گردد.

3) مراحل 1 و 2، D مرتبه تکرار می‌شوند.

4)کارایی مرتبه-m با استفاده از میانگین کارایی کاذب FDH محاسبه می‌گردد:

$$\hat{\theta}_{mi} = \frac{1}{D}\sum_{d=1}^{D} \hat{\theta}_{mi}^{\widetilde{FDH}_d} \qquad (3)$$

جهت محاسبه کارایی مرتبه-m لازم است پارامترهای D و m تعیین گردند. نماد m نشان دهنده اندازه نمونه مرجع ساختگی می‌باشد و مقدار تعریف شده برای m برابر است با $m = ceil(N^{2/3})$ که در آن $ceil(.)$ نشان‌دهنده تابع سقف[2] می‌باشد.

الگوی چهارم) کارایی مرتبه-α (Order-α):کارایی مرتبه-α ، به یک روش دیگر FDHرا تعمیم می‌دهد. بدین ترتیب که به جای آنکه حداقل مصرف نهاده را به عنوان معیار قرار دهد، از (α-100) استفاده می‌کند:

$$\hat{\theta}_{\alpha i} = \min_{j \in B_i} \left\{ \max_{k=1,\ldots,K} \left\{ \frac{x_{kj}}{x_{ki}} \right\} \right\}^{P(100-\alpha)} \qquad (4)$$

به منظور سهولت مقایسه انواع الگوهای مورد مطالعه، نمودار (1) مرزهای تخمین‌زده شده توسط DEA، FDH، order-αو order-m را نشان می‌دهد. در مدل‌های DEA و FDH، مشاهدات پرت مرزهای تخمین زده شده را گسترش داده و باعث می‌شوند که بقیه بنگاه‌ها به شدت ناکارا محسوب گردند. به عبارت دیگر، مشاهدات معمولی مرزهای تخمینی توسط DEA و FDH را اصلا تحت تاثیر قرار نمی‌دهند. در مقابل، در مدل‌های order-α (α=95) و order-m (m=12) مشاهدات دورافتاده خارج از مرزهای تخمینی قرار می‌گیرند. بنابراین مدل‌هایorder-α و order-m از اطلاعات موجود در مشاهدات معمولی جهت تخمین مرز استفاده می‌کند که در نهایت این امر منجر می‌شود که بنگاه‌ها با مرز مناسب‌تری مقایسه گردند (33).

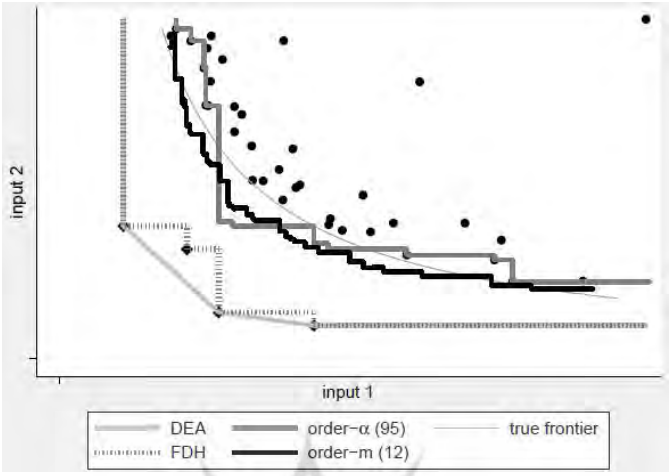
تکنیک پنجره‌ای

چهار الگوی مذکور جهت محاسبه کارایی فنی زمانی کاربرد دارند که داده‌های مورد استفاده مقطعی باشند. حال آن‌که در مطالعه حاضر از داده‌های پانل استفاده می‌گردد. بنابراین لازم است از تکنیک پنجره‌ای به همراه مدل‌های فوق استفاده گردد. تکنیک پنجره‌ای برای اولین بار توسط چارنز و کوپر (14) معرفی شد. در این تکنیک هر واحد تصمیم‌گیرنده در طول زمان به گونه‌ای ارزیابی می‌شود که گویی در هر دوره زمانی دارای هویت متفاوتی می‌باشد. از آنجاکه این روش فرض می‌کندکه کارایی فنی تمام واحدها در یک پنجره نسبت به همدیگر اندازه‌گیری می‌شود لذا به طورضمنی این فرض وجود دارد که هیچ تغییر فنی در هیچ‌کدام ازپنجره‌ها وجود ندارد و این فرض یک مشکل عمده در مورد تکنیک پنجره‌ای است. باکاهش عرض پنجره این مشکل تا حدی حل می‌شود و برای اعتبار بخشیدن به تحلیل پنجره‌ای بایستی عرض طبقات طوری انتخاب شودکه چشم‌پوشی از تغییرات فنی منطقی باشد. هر چند هیچ پشتوانه نظری برای تعیین اندازه پنجره وجود ندارد اما در اکثر پژوهش‌ها از پنجره سه تا پنج ساله استفاده شده است. اساس کار تحلیل پنجره‌ای، میانگین متحرک می‌باشد. برای مثال پنجره اول شامل سال‌های 1382و...و1379 می‌باشد و در پنجره دوم سال 1379 حذف می‌شود و

1- Super-efficient

2- Ceiling Function

سال 1383 اضافه می‌شود و به همین ترتیب در پنجره سوم سال‌های 1384و...و1381 ارزیابی می‌شوند که این تحلیل تا آخرین پنجره ادامه می‌یابد.



شکل 1- انواع مرزهای امکانات تولید ناپارامتریک

Figure 1- Different Non-parametric production possibility frontiers

برای فرموله کردن، N تا DMU (n=1,…,N) در نظر گرفته می‌شود که در T دوره (t=1,…,T) مشاهده شده است. پنجره در زمان t ($1 \le t \le T$) و با عرض w ($1 \le w \le T - t$) شروع می‌شود و دارای (n × w) مشاهده می‌باشد.

در مطالعه حاضر، لازم است کارایی‌های مربوط به 11 استان برای 13 دوره زمانی محاسبه گردند، بنابراین n=11 و t=13. همچنین عرض پنجره 4 سال در نظر گرفته شده است. بنابراین 11 پنجره وجود دارد که در هر کدام از آن‌ها 44 (w×n=4×11) واحد تصمیم‌گیرنده قرار دارند.

داده‌های مورد استفاده جهت محاسبه کارایی فنی تولید چغندرقند در کشور شامل اطلاعات مربوط به ستاده و نهاده‌های مصرفی در تولید این محصول شامل سم، کود شیمیایی و نیروی‌کار در یازده استان عمده تولیدکننده در طی سال‌های 91-1379 می‌باشد که توسط اداره کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی منتشر می‌شود. استان‌های مورد مطالعه شامل استان‌های مرکزی، آذربایجان‌غربی، کرمانشاه، فارس، کرمان، خراسان، اصفهان، چهارمحال بختیاری، لرستان، سمنان و قروین می‌باشند.

نتایج و بحث

در این قسمت نخست فقط میانگین کارایی فنی استان‌ها در سال‌های مختلف در هر پنجره ارائه می‌گردد[1]. بدین منظور جداول (1) تا (4) به ترتیب این نتایج را برای الگوهای تحلیل پوششی داده‌ها پنجره‌ای، تحلیل رویه آزاد پنجره‌ای، مرتبه –m پنجره‌ای و مرتبه- α پنجره‌ای در فاصله زمانی 91-1379 نشان می‌دهند. مطابق جدول (1) و بر اساس الگوی اول استان‌های آذربایجان‌غربی، خراسان و لرستان جزء کاراترین استان‌ها در تولید چغندرقند کشور می‌باشند. این در حالی است که مطابق الگوی اول دو استان چهارمحال‌بختیاری و فارس جزء استان‌های ناکارا در تولید این محصول می‌باشند. بر اساس نتایج این الگو کارایی فنی استان خراسان به طور متوسط در طول دوره مورد مطالعه به غیر از سال‌های 1381 و 1388 کاهش یافته است. بر اساس جداول (2) تا (4) الگوهای دوم تا چهارم توزیع کاملا یکسانی را برای تغییرات کارایی در این استان در طول زمان نشان می‌دهند. استان لرستان از سال 1379 تا 1384 روند افزایشی در کارایی فنی داشته است، به طوری که در سال 1384 این مقدار به 100 درصد رسیده است. بعد از این سال تا انتهای دوره کارایی فنی دارای نوسانات زیادی بوده که در نهایت به مقدار 34 درصد کاهش یافته است. نتایج جدول (2) و الگوی دوم نیز نشان می‌دهد استان‌های آذربایجان‌غربی، لرستان و خراسان از استان‌های کارا در تولید این محصول می‌باشند. بر اساس این الگو استان‌های فارس و اصفهان از استان‌های ناکارا در تولید این محصول می‌باشند. استان خراسان از سال 1379 تا 1387 دارای کارایی فنی 100 درصد بوده و کمترین مقدار کارایی فنی در سال 1389 به میزان 90 درصد داشته است. الگوی مورد مطالعه در این جدول نشان می‌دهد استان فارس دارای حداقل کارایی فنی می‌باشند.

1- به جهت طولانی نتایج، از ارائه جداول مربوط به پنجره‌ها خودداری گردید.

جدول 1- میانگین کارایی فنی پنجره‌های مختلف طی سال‌های 91-1379 بر اساس الگوی DEA پنجره‌ای

Table 1- Average technical efficiency of different windows during 2000-2012 obtained from Window-DEA model

استان province	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391
مرکزی Markazi	0.65	0.62	0.54	0.63	0.52	0.71	0.79	0.60	0.93	0.76	0.62	0.60	0.58
آذربایجان غربی West Azerbayjan	1.00	0.90	0.98	0.99	1.00	0.65	0.99	0.94	0.75	0.70	0.72	0.63	0.55
کرمانشاه Kermanshah	0.67	0.31	0.78	0.62	0.61	0.97	0.83	1.00	0.74	0.82	0.59	1.00	0.52
فارس Fars	0.42	0.45	0.48	0.58	0.54	0.55	0.60	0.43	0.71	0.48	0.45	0.62	1.00
کرمان Kerman	0.56	0.42	0.48	1.00	1.00	0.51	0.62	0.59	1.00	0.41	0.94	0.37	0.52
خراسان Khorasan	0.86	0.84	0.92	0.89	0.78	0.80	0.86	0.71	0.65	0.87	0.53	0.64	0.38
اصفهان Esfehan	0.42	0.42	0.46	0.63	0.86	0.61	0.58	0.83	0.52	0.61	0.51	0.54	0.31
چهارمحال بختیاری ChaharmahalBakhtiari	0.45	0.54	0.66	0.58	0.58	0.56	0.54	0.64	0.44	0.53	0.67	0.34	0.61
لرستان Lorestan	0.48	0.56	0.92	0.86	0.86	1.00	0.86	0.53	0.75	0.85	0.70	0.97	0.34
سمنان Semnan	0.79	0.57	0.63	0.61	0.61	0.47	0.61	0.56	0.46	0.62	0.90	0.42	0.60
قزوین Gazvin	0.66	1.00	0.96	0.65	0.65	0.84	0.99	0.78	0.80	0.55	0.55	0.50	0.50
میانگین Mean	0.63	0.60	0.71	0.73	0.73	0.70	0.75	0.69	0.70	0.65	0.65	0.60	0.54

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول 2- میانگین کارایی فنی پنجره‌های مختلف طی سال‌های 91-1379 براساس الگوی FDH پنجره‌ای

Table 2- Average technical efficiency of different windows during 1379-91 obtained fromWindow-FDH model

استان province	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391
مرکزی Markazi	1.00	0.99	0.79	0.91	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	0.94	1.00	0.67
آذربایجان غربی West Azerbayjan	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00	1.00	1.00	0.98	0.98	1.00	1.00
کرمانشاه Kermanshah	1.00	0.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.80	0.87	1.00
فارس Fars	0.68	0.57	0.75	0.95	0.90	0.91	1.00	0.69	1.00	0.75	0.94	1.00	0.96
کرمان Kerman	0.96	0.79	0.94	1.00	1.00	0.73	0.98	1.00	1.00	0.88	1.00	0.95	0.80
خراسان Khorasan	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.90	0.91	1.00
اصفهان Esfehan	1.00	0.84	0.75	0.87	1.00	0.72	0.93	1.00	0.83	1.00	0.85	1.00	1.00
چهارمحال بختیاری ChaharmahalBakhtiari	1.00	0.89	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.79	0.62
لرستان Lorestan	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.95	1.00
سمنان Semnan	1.00	1.00	0.97	0.97	1.00	0.83	1.00	0.84	0.92	0.96	0.93	0.75	1.00
قزوین Gazvin	0.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	0.98	0.77	0.89	1.00
میانگین Mean	0.94	0.86	0.92	0.97	0.98	0.92	0.99	0.96	0.97	0.95	0.91	0.92	0.91

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

نتایج الگوهای سوم و چهارم متفاوت از الگوهای قبلی می‌باشند به طوری که این الگوها استان کرمان را به عنوان استان فوق کارا (با کارایی بیشتر از مقدار 100) معرفی می‌کنند. مطابق این دو الگو این استان دارای کارایی به ترتیب 101 درصد می‌باشند. در صورتی که در محاسبه کارایی فنی از مرزهای کلی استفاده گردد مقادیر کارایی بیشتر از 100 درصد امکان‌پذیر نیست زیرا مرزهای کلی نظیر DEA و FDH تمامی مشاهدات را در نظر می‌گیرند و مرز تشکیل داده شده تمام مشاهدات را پوشش می‌دهد و حداکثر مقدار کارایی در این دو روش برابر 100 درصد می‌باشد و تجاوز از این مقدار امکان‌پذیر نمی‌باشد. در نتایج مربوط به این دو مدل نیز در مطالعه حاضر مقادیر کارایی کمتر یا مساوی 100 درصد می‌باشد. حال آنکه در مرزهای جزئی (نظیر مدل‌های order-m و order-alpha) که مرز تخمینی تمامی مشاهدات را پوشش نمی‌دهد بلکه فقط مشاهدات نرمال را پوشش می‌دهد، بنابراین مشاهدات پرت خارج از مرز قرار گرفته و دارای کارایی بیشتر از 100 درصد می‌باشند و به عنوان واحدهای فوق‌العاده کارا طبقه‌بندی می‌شوند (نظیر استان کرمان در این مطالعه).

میانگین کارایی فنی سال‌های مختلف مطابق الگوی سوم در سطر انتهایی جدول (3) نشان می‌دهد سال 1391 حداکثر مقدارکارایی فنی (1/14) را داشته است. همچنین مطابق این جدول استان اصفهان ناکاراترین استان می‌باشد.بررسی روند کارایی فنی در دوره مورد مطالعه برای این استان حاکی از آن است که از سال 1385 تا سال 1388 روند صعودی بوده و در این سال حداکثر مقدار کارایی 117 درصد داشته است.

در نهایت بررسی زمانی مقادیر کارایی فنی استان‌های مورد مطالعه بر اساس الگوهای مختلف حاکی از آن است که با وجود تفاوت بین میزان کارایی، تمامی الگوها دارای روند زمانی یکسانی می‌باشند.

جدول (5) خلاصه‌ای از نتایج مربوط به محاسبه کارایی هر استان و رتبه‌بندی آن‌ها را بر اساس الگوهای مختلف نشان می‌دهد. نتایج رتبه‌بندی استان‌ها حاکی از آن است که الگوهای مرزی کامل (الگوهای DEA پنجره‌ای و FDH پنجره‌ای) رتبه‌بندی تقریبا مشابهی از استان‌ها را ارائه می‌کنند و استان آذربایجان غربی را به عنوان کاراترین استان معرفی می‌کنند. همچنین مطابق این دو الگو استان فارس در رده آخر از لحاظ کارایی فنی قرار می‌گیرد.

جدول 3-میانگین کارایی فنی پنجره‌های مختلف طی سال‌های 91-1379 براساس الگوی مرتبه-m پنجره‌ای

Table 3- Average technical efficiency of different windows during 1379-91 obtained fromWindow-Order-m model

استان province	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391
مرکزی Markazi	1.00	0.90	0.55	0.66	0.67	0.71	0.84	1.08	1.10	1.02	0.92	1.14	0.76
آذربایجان غربی West Azerbayjan	0.86	0.83	0.97	0.76	1.00	0.77	1.00	0.88	1.00	0.92	0.95	1.00	1.00
کرمانشاه Kermanshah	0.34	0.14	0.25	0.32	1.00	0.70	1.00	0.48	0.77	1.01	0.47	0.81	1.77
فارس Fars	0.58	0.4	0.39	0.71	0.66	0.51	0.57	0.61	1.09	0.46	0.82	1.09	0.96
کرمان Kerman	0.56	0.59	0.52	1.33	1.30	0.64	0.68	0.66	1.59	0.77	2.25	1.26	1.39
خراسان Khorasan	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	0.67	0.79	0.83	1.02
اصفهان Esfehan	0.43	0.29	0.19	0.30	0.58	0.48	0.28	0.69	0.94	1.17	0.70	1.05	0.78
چهارمحال بختیاری ChaharmahalBakhtiari	0.59	0.72	0.55	0.51	0.53	0.49	0.42	0.59	1.50	2.47	1.11	0.77	1.21
لرستان Lorestan	0.68	0.68	0.85	0.85	0.60	0.73	0.43	0.33	1.08	1.32	0.86	0.96	1.27
سمنان Semnan	0.77	0.49	0.46	0.50	0.59	0.40	0.45	0.58	0.67	0.91	0.93	0.60	1.28
قزوین Gazvin	0.33	0.50	0.40	0.41	0.60	0.84	1.00	0.72	1.06	0.98	0.68	0.87	1.10
میانگین Mean	0.65	0.60	0.56	0.67	0.77	0.66	0.70	0.69	1.04	1.06	0.95	0.94	1.14

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول 4 - میانگین کارایی فنی پنجره‌های مختلف طی سال‌های 91-1379 براساس الگوی مرتبه- α پنجره‌ای

Table 4- Average technical efficiency of different windows during 1379-91 obtained fromWindow-Order-α model

استان province	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391
مرکزی Markazi	1.00	0.94	0.57	0.53	0.72	0.71	0.95	1.07	1.09	1.00	0.94	1.12	0.83
آذربایجان غربی West Azerbayjan	0.86	0.83	0.97	0.76	1.00	0.77	1.00	0.88	1.00	0.91	0.95	1.00	1.00
کرمانشاه Kermanshah	0.27	0.12	0.23	0.23	1.00	0.62	1.00	0.37	0.66	0.97	0.40	0.75	100
فارس Fars	0.58	0.45	0.39	0.71	0.65	0.51	0.57	0.61	1.06	0.42	0.81	1.00	0.96
کرمان Kerman	0.47	0.57	0.61	1.56	1.43	0.67	0.63	0.72	2.10	0.79	1.59	1.00	1.00
خراسان Khorasan	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	0.66	0.79	0.82	1.00
اصفهان Esfehan	0.36	0.25	0.17	0.25	0.54	0.44	0.23	0.56	1.00	1.25	0.55	1.00	0.62
چهارمحال بختیاری ChaharmahalBakhtiari	0.64	0.73	0.43	0.42	0.44	0.38	0.35	0.49	1.85	1.60	1.11	0.80	1.21
لرستان Lorestan	0.64	0.72	0.72	0.76	0.55	0.63	0.38	0.29	1.04	1.57	0.78	0.91	1.00
سمنان Semnan	0.62	0.39	0.38	0.45	0.56	0.35	0.40	0.52	0.70	0.94	0.79	0.57	1.31
قزوین Gazvin	0.30	0.45	0.35	0.36	0.52	0.87	0.97	0.66	1.00	1.00	0.63	0.79	1.00
میانگین Mean	0.61	0.59	0.53	0.64	0.76	0.63	0.68	0.65	1.10	1.10	0.85	0.89	0.99

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

از طرف دیگر دو الگوی مرزی جزئی (یعنی الگوهای رتبه-m پنجره‌ای ورتبه- α پنجره‌ای) رتبه‌بندی تقریبا یکسان را از استان‌ها دارند، به طوری که بر اساس این دو الگو استان‌های کرمان و آذربایجان غربی دارای رتبه اول و دوم از لحاظ کارایی فنی می‌باشند. این دو الگو استان اصفهان را به عنوان ناکاراترین استان طبقه‌بندی می‌کنند. همچنین مطابق این دو الگو نیز استان خراسان به عنوان دومین قطب تولیدکننده چغندرقند در کشور، دارای رتبه دوم از لحاظ کارایی فنی می‌باشد.

جدول (6) آمار توصیفی میانگین کارایی فنی محاسبه شده توسط انواع الگوها را نشان می‌دهد. مطابق این جدول و بر اساس الگوی اول اکثر استان‌ها (36 درصد استان‌ها) دارای کارایی فنی در بازه 80-70 درصد می‌باشند. این درحالی است که مطابق الگوی دوم تنها 18 درصد استان‌ها در این بازه کارایی قرار دارند و 82 درصد آن‌ها در بازه 100-90 درصد قرار می‌گیرند. بنابراین با حذف فرض محدب‌بودن (یعنی انتقال از مدلDEA به مدل FDH)، مقادیر کارایی افزایش پیدا می‌کند؛ این نتیجه دور از انتظار نمی‌باشد زیرا در این حالت مرز محاسبه شده به مشاهدات نزدیک‌تر می‌شود. این نتایج مطابق با یافته‌های دی‌بورگر و همکاران (20)، دی‌ویت و مارکوس (22) و گابدو و همکاران (25) می‌باشد که در آن‌ها تخمین‌زن‌های DEA و FDH مورد مقایسه قرار گرفته است و کارایی محاسبه شده توسط مدل FDH بیشتر از مقادیر DEA می‌باشند.

میانگین مقادیر کارایی فنی در الگوهای رتبه-m پنجره‌ای و رتبه- α پنجره‌ای حاکی از آن است که این مقادیر حتی بیشتر نیز می‌باشند به طوری که در این الگوها 9/09 درصد استان‌ها به عنوان فوق کارا طبقه‌بندی شده‌اند. حداقل میزان کارایی بر اساس الگوی سوم 61 و حداکثر آن 104 درصد است. بنابراین بر اساس این الگو شکاف بین کارامدترین و ناکارامدترین استان 43 درصد می‌باشد. این مقادیر برای الگوی چهارم برابر با 56 و 101 درصد می‌باشند که این الگو بیشترین شکاف کارایی (شکاف 45 درصدی) را بین استان‌های تولیدکننده چغندرقند نشان می‌دهد. این مسئله بیانگر وجود تفاوت بین استان‌های مختلف از نظر تخصیص منابع و نهاده‌ها در تولید چغندرقند دارد.

برای سنجش میزان تناظر یا مطابقت بین دو مجموعه رتبه و ارزیابی معنی داری این تناظر از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده گردید. این ضریب یک آماره ناپارامتری می‌باشد. در این مطالعه نیز برای بررسی میزان همبستگی رتبه‌ای میان انواع کارایی‌های محاسبه شده توسط الگوهای مختلف از این ضریب استفاده می‌شود.

جدول 5 - میانگین کارایی فنی و رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس چهار الگو

Table 5 - Scores and Ranking values obtained from four models

استان province	مقادیر کارایی فنی Technical Efficiency scores				رتبه‌بندی Ranking			
	الگوی اول Model 1	الگوی دوم Model 2	الگوی سوم Model 3	الگوی چهارم Model 4	الگوی اول Model 1	الگوی دوم Model 2	الگوی سوم Model 3	الگوی چهارم Model 4
مرکزی Markazi	0.66	0.93	0.87	0.88	6	7	4	3
آذربایجان غربی West Azerbayjan	0.83	0.99	0.92	0.92	1	1	2	2
کرمانشاه Kermanshah	0.73	0.93	0.70	0.59	5	6	7	8
فارس Fars	0.56	0.85	0.69	0.67	10	11	8	6
کرمان Kerman	0.65	0.92	1.04	1.01	7	9	1	1
خراسان Khorasan	0.75	0.98	0.98	0.92	2	3	2	2
اصفهان Esfehan	0.56	0.88	0.61	0.56	9	10	10	9
چهارمحال بختیاری ChaharmahalBakhtiari	0.55	0.97	0.88	0.88	11	4	3	3
لرستان Lorestan	0.74	0.98	0.82	0.77	3	2	5	4
سمنان Semnan	0.60	0.93	0.66	0.61	8	8	9	7
قزوین Gazvin	0.74	0.94	0.73	0.68	4	5	6	5
میانگین Mean	0.67	0.94	0.80	0.77	-	-	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول 6- آمار توصیفی میانگین کارایی فنی محاسبه شده توسط الگوهای مختلف

Table 6 - Descriptive Statistics for the average efficiency scores by different Models

فاصله interval	الگوی اول Model 1	الگوی دوم Model 2	الگوی سوم Model 3	الگوی چهارم Model 4
>=1.00	0.00	0.00	9.09	9.09
0.90-1.00	0.00	81.82	18.18	18.18
0.80-0.90	9.09	18.18	27.27	18.18
0.70-0.80	36.36	0.00	9.09	9.09
0.60-0.70	27.27	0.00	36.36	36.36
0.50-0.60	27.27	0.00	0.00	18.18
0.40-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
میانگین Mean	0.67	0.94	0.80	0.77
انحراف معیار Std.Dev.	0.09	0.04	0.13	0.15
چولگی Skewness	0.10	-0.60	1.90	0.015

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

همان‌طور که از جدول (7) بر می‌آید بین الگوهای مرزی کامل (DEA و FDH) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. این همبستگی قوی بوده (برابر با 0/69) و بدین مفهوم است که این دو الگو استان‌های مورد مطالعه را به طور تقریبا یکسان رتبه‌بندی می‌کنند. اما همان‌طور که انتظار می‌رفت و نیز مطابق نتایج جدول (5) همبستگی کارایی فنی الگوی اول با الگوهای سوم و چهارم مثبت بوده و معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین ضرایب محاسبه شده نشان می‌دهد همبستگی معنی‌دار بین الگوی دوم و سوم و همبستگی غیرمعنی‌دار بین الگوی دوم با چهارم وجود دارد. از طرف دیگر بین الگوهای رتبه-m و رتبه- α (الگوهای مرزی جزئی) همبستگی بسیار قوی (0/96) وجود دارد و این دو الگو در مطالعات رتبه‌بندی کارایی فنی می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند.

بنابراین مطابق نتایج همبستگی رتبه‌ای دوتایی بین کارایی حاصل از انواع مدل‌ها حاکی از آن است رتبه‌بندی استان‌ها بستگی زیادی به نوع الگوی مورد مطالعه دارد و نتایج الگوهای مرزی جزئی متفاوت از الگوهای مرزی کامل می‌باشند؛ نیز رتبه‌بندی استان‌ها از لحاظ کارایی فنی بستگی زیادی به نوع الگوی مورد مطالعه دارد.

جدول 7- خودهمبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین کارایی فنی الگوهای مورد مطالعه

Table 7- Spearman rank-order correlation between technical efficiency of four models

	الگوی اول Model 1	الگوی دوم Model 2	الگوی سوم Model 3	الگوی چهارم Model 4
الگوی اول Model 1	1			
الگوی دوم Model 2	0.69 (0.01)	1		
الگوی سوم Model 3	0.44 (0.17)	0.53 (0.08)	1	
الگوی چهارم Model 4	0.42 (0.19)	0.47 (0.14)	0.96 (0.00)	1

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه‌ی حاضر با استفاده از داده‌های پانل برای دوره 91-1379، کارایی فنی محصول چغندرقند در یازده استان عمده تولیدکننده این محصول، محاسبه گردید. بدین منظور چهار الگوی ناپارامتریک با استفاده از تحلیل پنجره‌ای مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج الگوهای مختلف با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین استان‌های تولیدکننده این محصول از لحاظ کارایی فنی بر اساس داده‌های موجود و الگوهای مورد مطالعه رتبه‌بندی شدند.

بر اساس الگوی تحلیل پوششی داده‌ها پنجره‌ای و رویه دسترس آزاد پنجره‌ای، استان‌های آذربایجان‌غربی، خراسان و لرستان جزء کاراترین استان‌ها در تولید چغندرقند کشور می‌باشند. این در حالی است که استان فارس جزو استان‌های ناکارا در تولید این محصول می‌باشند. مطابق یافته‌های حاصل، الگوهای سوم و چهارم نتایج تقریبا متفاوتی از الگوهای قبلی نشان می‌دهد به طوری که این الگوها استان کرمان را به عنوان استان فوق کارا طبقه‌بندی می‌کنند. مطابق تمامی الگوها استان خراسان به عنوان دومین قطب تولیدکننده چغندرقند در کشور، دارای رتبه دوم از لحاظ کارایی فنی می‌باشد، بنابراین توصیه می‌گردد در برنامه‌های افزایش تولید به ویژه از طریق افزایش واحدهای کارایی فنی تولید این محصول در کشور به این استان توجه خاصی شود. همچنین انتقال تجربیات از استان‌های کارا به استان‌ها ناکارا پیشنهاد می‌گردد. نتایج حاکی از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن حاکی از آن است که بین الگوهای مرزی کامل (DEA و FDH) همبستگی مثبت و معنی‌دار قوی وجود دارد. همبستگی کارایی فنی الگوی اول با الگوهای سوم و چهارم مثبت بوده و معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین ضرایب محاسبه شده نشان می‌دهد همبستگی معنی‌دار بین الگوی دوم و سوم و همبستگی غیرمعنی‌دار بین الگوی دوم با چهارم وجود دارد. از طرف دیگر بین الگوهای رتبه-m و رتبه- α (الگوهای مرزی جزئی) همبستگی بسیار قوی وجود دارد و این دو الگو در مطالعات رتبه‌بندی کارایی فنی می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند. اما با توجه به اینکه الگوهای مرزی کامل نسبت به الگوهای مرزی جزئی دارای فروضی می‌باشند که به واقعیت نزدیک‌تر است بنابراین نتایج حاصل از این الگوها رضایت‌بخش می‌باشند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آتی جهت اندازه‌گیری کارایی فنی و رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده از این الگوها بهره گرفته شود تا نتایج موافق با واقعیت حاصل گردد. جهت حصول اطمینان از صحت پیشنهاد ارائه شده توصیه می‌گردد مطالعات مشابهی در بخش کشاورزی برای دوره‌های زمانی مختلف و

محصولات مختلف انجام پذیرد. همچنین در رابطه با محصول چغندرقند که یک محصول آب‌بر می‌باشد و در مطالعه حاضر با توجه به عدم دسترسی به این نهاده مهم، پیشنهاد می‌گرددکه در مطالعات آتی از روش‌های معرفی شده در این مطالعه در جهت کاهش استفاده از این نهاده کمیاب بکار گرفته شود.

منابع

1- Abrishami H., and Niakan L. 2010. Measuring the technical efficiency of Iranian power plants using stochastic frontier analysis (SFA) and comparison with selected developing countries. Quarterly Energy Economics Review, 26: 153-175. (in Persian with English abstract).
2- Afriat S.N., 1972. Efficiency estimation of production functions. International Economics Review, 13, 568-598.
3- Aigner D.J., Lovell C.A.K. and Schmidt P. 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, Journal of Econometrics, 6: 21-37.
4- Amadeh H., Emami Meibodi A. and Azadinezhad A. 2009. Ranking the Iranian provinces by technical efficiency of industrial sector by applying DEA method. Journal of Science and Development, 29: 162-180. (in Persian with English abstract)
5- Aragon Y., Daouia A. and Thomas-Agnan C. 2005. Nonparametric frontier estimation: a conditional quantile based approach. Econometric Theory, 21: 358-389.
6- Asmild M., Paradi J.C., Aggarwall V. and Schaffnit C. 2004. Combining DEA window analysis with the Malmquist index approach in a study of the Canadian banking industry. Journal of Productivity Analysis, 21: 67–89.
7- Babaipur M., Rastegri F. and Sabuhi M. 2012. Analysing efficiency of cucumber greenhouses using distnce envelopment analysis. Journal of Agricultural Economics and Development, 26(2):117-125. (In Persian).
8- Banker R.D., Charnes A. and Cooper W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiency in Data Envelopment Analysis, Management Science, 30:1078-92.
9- Bauer P.W., Berger A.N., Ferrier G.D. and Humphrey D.B. 1997. Consistency conditions for regulatory analysis of financial institutions: A comparison of frontier efficiency methods, US Federal Reserve Financial Services, Working Paper 02(97).
10- Boles J.N. 1996. Efficiency squared- efficient computation of efficiency indexes, Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Western Farm Economic Association, 137-142.
11- Borimnejd V. and Mohtashami T. 2009. Technical efficiency of wheat production in Iran: case study. Journal of Agricultural Economics, 1:75-94. (In Persian).
12- Carbone T.A. 2000. Measuring efficiency of semi conductor manufacturing operations using data envelopment analysis (DEA). In IEEE/SEMI advanced semi conduct or manufacturing conference, 56–62.
13- Cazals C., Florens J.P., and Simar L. 2002. Nonparametric Frontier Estimation: A Robust Approach. Journal of Econometrics, 106: 1-25.
14- Charnes A. and Cooper W.W. 1985. Preface to topics in data envelopment analysis, Annals of Operations Research, 2, 59-94.
15- Charnes A., Cooper W.W., and Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operations Research, 2:429-444.
16- Chiami B.C. 2011. Determinants of technical efficiency in smallholder sorghum farming in Zambia. MSc Thesis, Graduate School of The Ohio State University
17- Coelli T., 2008. Aguide to DEAP version 2.1: A data envelopment analysis (computer) program, CEPA Working Paper 96/08.
18- Daraio C. and Simar L. 2005. Conditional nonparametric frontier models for convex and non-convex technologies: A unifying approach, Discussion Paper #0502, Institute de Statistique, Universit´eCatholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium.
19- Daraio C., and Simar L. 2007. Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis: Methodology and Applications, New York: Springer
20- DeBorger B., Kerstens K., Moesen W., and Vanneste J. 1994. A non-parametric free disposal hull (FDH) approach to technical efficiency: An illustration of radial and graph efficiency measures and some sensitivity results. Swiss Journal of Economics and Statistics, 130(4): 647-667.
21- Deprins D., and Tulkens H., 1984. Measuring labour efficiency in post offices. In Marchand, M. and Tulkens, H. (eds.) the Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurement North-Holland, 243-267.
22- De Witte K., and Marques R.C., 2010. Influential observations in frontier models, a robust non-oriented approach to the water sector. Ann Oper Res. http://dx.doi.org/10.1007/s10479-010-0754-6
23- Esari A., Sadegi H., Sokhanvar M., Mehregan M. and Yavari K. 2011. Applying window data envelopment analysis to measure structure and trend of efficiency in Iranian power plants. Journal of Economic Growth and

Development Research, 1(4): 145-182. (in Persian).
24- Farrell M.J., 1957. The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General), 120(3): 253-290.
25- Gabdo B.H., Abdlatif I.B., Abidin Mohammed Z.A. and Shamsuddin M.N. 2014. Comparative estimation of technical efficiency in livestock-oil palm integration in Johor, Malaysia: Evidence from full and partial frontier estimators. Journal of Agricultural Science, 6(3):140-150.
26- Karami A., Eftekhari S.F. and Abdshahi A. 2012. Anlyzing technical efficiency of firms in Kohgiluye Va Boyerahmad province (milk cow, meat chiken and fish farming). Journal of Agricultural Economics, 4(3):59-76.(in Persian)
27- Ministry of Agriculture Jihad. 2013. Agricultural statistics volume I- crops. Department of economic and planning.Center for Information and Communication Technology.
28- Pjevcevic D., Radonji A., Hrle Z. and Colic V. 2012. DEA Window Analysis for measuring port efficiencies in Serbia. Traffic & Transportation, 24(1):63-72.
29- Řepková I., 2014. Efficiency of the Czech banking sector employing the DEA window analysis approach. Procedia Economics and Finance, 12:587 – 596.
30- Ross A. and Droge C. 2002. An integrated bench marking approach to distribution center performance using DEA modeling. Journal of Operations Management, 20:19–32.
31- SeyedSharifi R., 2013. Industrial Crops. Amidi, University of MohagheghArdabili, Ardebil, Iran.
32- Sueyoshi T. and Aoki S. 2001. A use of a nonparametric statistic for DEA frontier shift: The Kruskaland Wallisranktest. Omega Interntional Journal of Management Science, 29:1–18.
33- Tauchmann H. 2011. Partial frontier efficiency analysis for Stata. Discussion Paper, SF 823.
34- Yaghubi M., Shahrki J., and Karbasi A., 2009. Efficiency survey of cooperative and non-cooperative shrimp razing units in Chabahar using data envelopment analysis (application of CCR and FDH models). Cooperation Journl, 21(4):71-95. (in Persian)
35- Yang H.H., and Chang C.Y. 2009. Using DEA window analysis to measure efficiencies of Taiwan’s integrated telecommunication firms. Telecommunications Policy, 33:98-108.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی