

## ارزیابی کارایی کارخانجات قند کشور

### « به روش تحلیل پوششی داده‌ها »\*

محمد حسین پور کاظمی\*\*

سید حسن غضنفری\*\*\*

تاریخ ارسال: ۱۳۸۳/۴/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۳/۱۰/۱

#### چکیده

بر اساس تعریف، کارایی از تقسیم ستانده‌های یک بنگاه بر نهاده‌های مورد استفاده آن، به دست می‌آید که برای محاسبه آن، دو روش کلی پارامتری و غیرپارامتری وجود دارد. در روش غیرپارامتری که اساس محاسبات این پژوهش نیز است، با استفاده از یک سری بهینه‌سازی ریاضی، کارایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این مقاله با توجه به آمار نهاده‌ها و ستانده‌های تولید در ۳۳ کارخانه قند، به ارزیابی کارایی کارخانجات قند پرداخته شده است. به این منظور، کارایی کارخانجات قند در دو حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس (کارایی فنی) و بازده متغیر نسبت به مقیاس (کارایی مقیاس)، محاسبه شده است. نتایج کارایی فنی نشان می‌دهد که متوسط کارایی فنی کارخانجات قند معادل ۶۹٪ بوده و ۷ کارخانه دارای کارایی ۱۰۰٪ است. بر اساس نتایج کارایی مقیاس نیز میانگین کارایی ۷۵٪ به دست آمده و در این حالت ۱۲ کارخانه به مرز کارآ رسیده‌اند. در ادامه نیز با رتبه‌بندی واحدهای کارآ، چگونگی امکان افزایش کارایی کارخانجات قند (ناکارآ) به وسیله بنگاه مرجع مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: شکر، کارخانجات قند، کارایی، روش غیرپارامتری، تحلیل پوششی داده‌ها.

\* این مقاله، برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای سید حسن غضنفری با راهنمایی آقای دکتر محمد حسین پور کاظمی در دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی است.

\*\* عضو هیئت علمی دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی

e-mail: H\_Pourkazemi @ Hotimail.com

\*\*\* کارشناس ارشد دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی

e-mail: Hghazanfari @ yahoo. com

## ۱. مقدمه

انسان در تمام قرون و اعصار، در پی استفاده هر چه بیشتر و بهتر از منابع و امکانات موجود بوده و تمام استعدادهای خود را در جهت جذب و تجهیز این منابع به کار گرفته است. به این منظور، افزایش کارایی نهاده‌های تولید مانند سرمایه، نیروی کار و غیره همواره مدنظر بوده و شاید اغلب پیشرفت‌های اقتصادی، علمی، تکنیکی و غیره نیز تاکنون، مرهون همین مطلب باشد.

با توجه به مطالب فوق و اهمیت افزایش کارایی در صنایع کشورهای در حال توسعه (که عموماً از بیکاری نهاده‌های تولید رنج می‌برند)، خصوصاً صناعی که با تولیدات کشاورزی در ارتباط هستند، محاسبه کارایی کارخانجات قند اهمیت می‌یابد. مصرف سرانه قند و شکر در جهان (از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۸) به طور متوسط در حدود ۲۰ کیلوگرم در سال بوده<sup>۱</sup> و در حال حاضر ۱۱۸ کشور در سطح جهان در این زمینه فعالیت دارند.<sup>۲</sup> از این تعداد ۹ کشور از جمله ایران از دو محصول نیشکر و چغندر قند، ۳۸ کشور به تنهایی از چغندر قند و ۷۱ کشور نیز به تنهایی از نیشکر، به تولید شکر می‌پردازند.<sup>۳</sup> همچنین، از ۲۵۴۰ کارخانه تولید شکر در جهان، ۸۷۰ واحد از چغندر قند و ۱۶۷۰ واحد از نیشکر استفاده می‌کنند. در ایران از مجموع ۳۵ کارخانه قند، دو کارخانه (با ظرفیتی در حدود ۱۵٪ ظرفیت تولیدی کشور) با استفاده از نیشکر و ۳۳ کارخانه با استفاده از چغندر قند، به تولید قند و شکر می‌پردازند.<sup>۴</sup> در میان کارخانجات چغندری، ۱۷ کارخانه عضو سازمان بورس اوراق بهادار بوده و ۳ کارخانه نیز متعلق به سازمان اتکا است.

در این مقاله، با محاسبه کارایی کارخانجات قند (چغندری) مشخص خواهد شد که آیا با حفظ شرایط موجود (از لحاظ سرمایه، نیروی کار و میزان چغندر قند) می‌توان تولید را افزایش داد یا خیر؟ و یا برعکس؛ برای تولید همین میزان شکر می‌توان از نهاده‌های کمتری استفاده کرد یا خیر؟ و در صورتی که جواب مثبت باشد، چگونه و به چه میزان باید نهاده‌های تولید کاهش یابد. به عبارت دیگر، نحوه بهینه‌سازی عملکرد این کارخانجات چگونه خواهد بود. در این مطالعه ضمن بررسی مطالب فوق، دو فرضیه زیر مورد بررسی قرار خواهد گرفت:

**الف)** کارخانجات پذیرفته شده در بورس کارآتر از سایر کارخانجات قند هستند.

۱. گروه مواد غذایی سازمان بازرسی و نظارت بر قیمت‌ها (۱۳۷۸).
۲. در این مقاله همواره شکر و قند مترادف هم قرار می‌گیرند، چرا که قند همان شکر به قالب ریخته و سفت شده است که تنها با عملیاتی ساده و با هزینه‌ای کم به قند مبدل می‌شود.
۳. مأخذ فوق.
۴. احداث کارخانجات قند چغندری از سال ۱۲۷۱ آغاز و تا سال ۱۳۶۱ ادامه پیدا کرده است. از سال ۱۳۶۱ تاکنون هیچ کارخانه چغندری احداث نشده و میانگین سنی کارخانه‌های مزبور بدون احتساب بازسازی‌های انجام شده بالغ بر ۴۱ سال است (غضنفری ۱۳۸۱).

ب) کارخانجات قند سازمان اتکا از وضعیت مطلوبی در صنعت قند برخوردار نیستند.<sup>۱</sup>

## ۲. مفاهیم و انواع کارایی

کارایی بیشتر در سه حوزه مهندسی، مدیریت و اقتصاد مطرح است. این اصطلاح ابتدا در حوزه علم فیزیک و ترمودینامیک مطرح شد و بعدها وارد سایر زمینه‌ها شد.<sup>۲</sup> کارایی در حوزه علم فیزیک (در سیستم‌های مکانیکی و بسته) از تقسیم تولید بالفعل (واقعی) بر تولید بالقوه (اسمی) به‌دست آمده و مقدار آن همواره کوچکتر از واحد است. در حوزه علم مدیریت علاوه بر نهاده‌ها و سرمایه‌های فیزیکی، نهاده‌ها و سرمایه‌های انسانی نیز در نظر گرفته می‌شوند. لذا، از آنجایی که کارایی افراد با توجه به تشویق‌ها و تنبیه‌ها، ممکن است از توان افراد نیز بیشتر و یا کمتر شود، مقدار محاسبه شده برای آن محدود به مرز واحد نمی‌شود.<sup>۳</sup> سرانجام، در حوزه علم اقتصاد نیز کارایی به‌صورت نسبت ستانده به نهاده تعریف شده و مقدار آن همواره کوچکتر از یک است. در این حالت؛ بنگاهی کارآ تلقی می‌شود که برای تولید محصولات خود از نهاده‌های کمتری استفاده کرده باشد. به‌عبارت دیگر، روی تابع تولید قرار گرفته باشد (یعنی با حداقل نهاده، مقدار معینی ستاده تولید کند). در این حالت وقتی که تمام نهاده‌ها خاصیت فیزیکی داشته باشند، نتیجه به‌دست آمده کارایی فنی خواهد بود. در محاسبه کارایی فنی سرمایه اسمی (پولی) وارد بحث نشده و همچنین تغییرات سطح قیمت و نرخ بهره نیز، روی این نوع کارایی هیچ تأثیری نخواهد گذاشت. اما از آنجایی که تنها حل مشکلات فنی تولید برای یک بنگاه کافی نیست؛ بنگاه باید به طرز مناسبی عملکرد خود را با قیمت‌های رایج بازار نیز (به‌خصوص با قیمت‌های نسبی نهاده‌ها) تطبیق دهد. به‌عبارت دیگر، بنگاه هم باید به‌لحاظ فنی و هم به جهت قیمتی به‌صورت کارآ عمل کند. لذا، اقتصاددانان برای محاسبه کارایی در کنار محاسبه فیزیکی داده‌ها و ستانده‌ها، ارزش ریالی آن را نیز منظور کرده و کارایی اقتصادی را محاسبه می‌کنند. براین اساس در حوزه علم اقتصاد سه نوع کارایی قابل محاسبه است.<sup>۴</sup>

۱. مسئولین سازمان اتکا بر این باورند که از میان ۵ صنعت قند، روغن، نساجی، مواد شوینده و مواد غذایی این سازمان، صنعت قند سازمان اتکا از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار بوده و مایل به سرمایه‌گذاری در این صنعت هستند.

۲. حسن ابطحی (۱۳۷۵).

۳. مأخذ فوق.

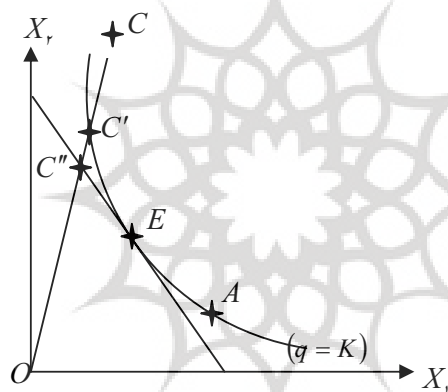
۴. علی امامی میبیدی (۱۳۷۹)، این تعاریف از فارل است و تا سال ۱۹۷۸ به عنوان یک تعریف باقی ماند تا با استفاده از روش‌های جدید از جمله روش D.E.A، این کارایی‌ها محاسبه شد.

الف) کارایی فنی<sup>۱</sup>

یک بنگاه وقتی از نظر فنی کارآ است که روی منحنی تولید همسان (منحنی مرزی کارآ) قرار بگیرد. به عبارت دیگر، برای تولید مقدار معینی ستانده از حداقل نهاده‌ها استفاده کرده باشد. در این حالت، کارایی فنی برابر واحد است. حال، اگر بنگاهی خارج از منحنی تولید همسان ( $q$ ) قرار بگیرد، از نظر فنی ناکارآ تلقی می‌شود. در نمودار (۱) بنگاه  $A$  و  $E$  به لحاظ فنی کارآ هستند، اما بنگاه  $C$  برای تولید همان مقدار ستانده از هر دو نهاده بیشتر استفاده کرده است. در چنین حالتی اگر شعاع  $OC$  رسم شده از مرکز به نقطه  $C$  باشد (که نشانگر ترکیب استفاده از نهاده هاست)، درجه کارایی فنی برای این بنگاه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{درجه کارایی فنی} = \frac{OC'}{OC}$$

نمودار-۱. منحنی مرزی کارآ



( $X_1$  و  $X_2$  نهاده‌های تولید و  $q$  ستانده تولیدی است).

ب) کارایی تخصیصی<sup>۲</sup>

همان‌طور که بیان شد، اگر بنگاه بر روی منحنی  $q$  قرار داشته باشد، به لحاظ فنی کارآ است. حال، سؤال این است که یک بنگاه باید در کجای این منحنی قرار بگیرد؟ نقطه  $A$ ،  $E$  و یا  $C'$ ؟ چه عواملی باعث می‌شوند بنگاه یکی از این نقاط را انتخاب کند؟ جواب سؤالات فوق در این مطلب نهفته است که یک بنگاه نه تنها می‌خواهد از حداقل نهاده‌ها برای تولید مقدار مشخصی از ستانده استفاده کند، بلکه تمایل

1. Technical Efficiency.
2. Charnes, Cooper and Rhodes (1978).
3. Allocative Efficiency.

دارد که حداقل هزینه ممکن را نیز بپردازد. در این حالت، علت تغییر ترکیب نهاده‌های تولید، ناکارایی فنی نیست، بلکه وجود یا تغییر قیمت عوامل تولید است. به عبارت دیگر، نقاط روی منحنی مرزی ترکیبات مختلفی از عوامل تولید را نشان می‌دهند که این ترکیبات دارای کارایی فنی یکسانی است، اما هزینه تولید این ترکیبات (به دلیل تفاوت قیمت عوامل تولید) مختلف است. در نمودار (۱) تمام نقاط روی منحنی  $q$  کارایی فنی صد درصد دارند، اما وقتی از هر دو طرف منحنی به طرف نقطه  $E$  حرکت می‌کنیم، هزینه‌های تولید کاهش می‌یابند. در ادبیات روش تحلیل پوششی داده‌ها، میزان تخصیص بهینه عوامل تولید با توجه به قیمت‌های نسبی، درجه کارایی تخصیصی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، کارایی تخصیصی به یک عامل برون‌زا یعنی قیمت نهاده‌ها بستگی دارد و با تغییر قیمت‌های نسبی تغییر پیدا می‌کند. برای بنگاه  $C$  درجه کارایی تخصیصی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{درجه کارایی تخصیصی} = \frac{OC''}{OC'}$$

### ج) کارایی اقتصادی<sup>۲</sup>

کارایی اقتصادی از ترکیب دو نوع کارایی فوق به دست می‌آید. همان‌طور که بیان شد، برای سطح معینی از تولید، کارایی فنی، بنگاه را به طرف حداقل نهاده ممکن و کارایی تخصیصی به طرف حداقل هزینه ممکن سوق می‌دهد و کارایی اقتصادی ترکیب حداقل نهاده و حداقل هزینه را با هم لحاظ می‌کند. بنابراین، درجه کارایی اقتصادی بنگاه  $C$  را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\text{درجه کارایی اقتصادی} = \frac{OC''}{OC}$$

رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر نوشت<sup>۳</sup>:

$$\frac{OC''}{OC} = \frac{OC'}{OC} \times \frac{OC''}{OC'}$$

اما می‌دانیم که:

$$\frac{OC''}{OC} = \text{کارایی فنی} \quad \text{و} \quad \frac{OC''}{OC'} = \text{کارایی تخصیصی}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{درجه کارایی اقتصادی} = \text{درجه کارایی فنی} \times \text{درجه کارایی تخصیصی}$$

۱. همان مأخذ.

2. Economic Efficiency.

۳. همان مأخذ.

### ۳. روش‌های محاسبه کارایی

برای محاسبه کارایی روش‌های متفاوتی وجود دارد، که به‌طور کلی به دو دسته پارامتری و غیرپارامتری تقسیم می‌شوند.

#### الف) روش‌های پارامتری<sup>۱</sup>

به روش‌هایی گفته می‌شود که ابتدا، یک شکل خاص (مانند تابع کاب-داگلاس) برای تابع تولید در نظر می‌گیرند و پس از آن با یکی از روش‌های معمول برآورد تابع که در آمار و اقتصادسنجی مرسوم است، پارامترهای (ضرایب) مجهول را تخمین می‌زنند. سپس، با استفاده از تابع برآورد شده، کارایی بنگاه‌ها محاسبه می‌شود.<sup>۲</sup>

#### ب) روش‌های غیرپارامتری<sup>۳</sup>

این روش‌ها مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی ریاضی هستند که برای محاسبه کارایی نسبی از آنها استفاده می‌شود. عبارت نسبی در جمله بالا بسیار حائز اهمیت است، زیرا کارایی به‌دست آمده در این روش، نتیجه مقایسه بنگاه‌های موجود با یکدیگر است. بنابراین، در صورتی که تعدادی از مشاهدات حذف و یا تعداد آنها زیاد شود، ممکن است مقدار کارایی محاسبه شده نیز کم یا زیاد شود. بنابراین، کارایی به‌دست آمده نسبی است نه مطلق. در روش‌های غیرپارامتری نیازی به انتخاب فرم تابع نبوده و محدودیتی نیز برای تعداد ستاندها وجود ندارد.<sup>۴</sup> از جمله روش‌های غیرپارامتری، روش تحلیل پوششی داده‌هاست که در این پژوهش اساس کار قرار گرفته است.

### ۴. روش تحلیل پوششی داده‌ها

روش تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی هر بنگاه، یک کسر که شامل مجموع وزنی ستاندها به نهاده‌ها است را در نظر می‌گیرد. فارل،<sup>۵</sup> اولین کسی بود که روش غیرپارامتری را با استفاده از

1. Parametric Method.

۲. کیومرث حیدری (۱۳۷۹).

3. Non- Parametric Method.

۴. در روش پارامتری اگر بنگاه تولیدی دارای چند ستانده بوده و اتفاقاً این ستانده‌ها نیز جمع‌پذیر نباشند، نمی‌توان یک تابع تولید برای بنگاه تخمین زد. زیرا، ستانده واحدی جهت برآورد تابع تولید وجود ندارد. به‌عنوان مثال برای یک بانک، ستانده‌ها فی‌المثل تعداد معاملات انجام گرفته (مضاربه، رهن و...) مقدار پس‌انداز، وام‌های پرداختی و غیره است. در این حالت، نمی‌توان یک ستانده برای بانک تعریف کرد تا تابع تولید بانک را تخمین زد.

5. Farrel (1957).

برنامه‌ریزی خطی پیشنهاد کرد. او کارایی را به صورت نسبت ستانده به نهاده  $(\frac{Y}{X})$  تعریف کرد و برای بنگاه‌هایی که با یک ستانده و چند نهاده کار می‌کنند، تابع مرزی را چنان بر مجموعه‌ای از ستانده و نهاده‌ها برآزش داد که حاصل برآزش فوق یک تابع با خطوط قطعه قطعه به دست آمد. اما مشکل همچنان برای حالتی که یک واحد یا یک سازمان دارای چند ستانده باشد، وجود داشت. در این حالت صورت و مخرج کسر از جمع ستانده‌ها و نهاده‌ها تشکیل می‌شود، اما ستانده‌ها و نهاده‌ها را چگونه می‌توان با هم جمع کرد؟ آیا همه نهاده‌ها به یک اندازه در ایجاد ستانده‌ها نقش داشته‌اند؟ به عبارت دیگر، آیا ضریب اهمیت آنها یکسان است؟ به عنوان مثال، آیا شرکت در یکی از عقود مثلاً مضاربه برای بانک با وصول یک چک به همان مبلغ، ارزش یکسانی دارد؟ مسلماً نقش نهاده‌ها و ستانده‌ها متفاوت است و باید ضرایب متفاوتی برای این متغیرها لحاظ کنیم. یعنی:

$$\text{کارایی} = \frac{U_1 Y_1 + U_2 Y_2 + \dots}{V_1 X_1 + V_2 X_2 + \dots}$$

( $X$  نهاده و  $Y$  ستانده است).

#### ۴-۱. این ضرایب چگونه تعیین می‌شوند؟

بعضی از پژوهشگران پیشنهاد کرده‌اند که به جای ضریب اهمیت متغیرها، از قیمت آنها استفاده شود. اما قیمت‌ها همیشه در دسترس نیستند و اصولاً برخی از ستانده‌ها و نهاده‌ها قیمت ندارند. چارلز، کوپر و رودز<sup>۱</sup> در سال ۱۹۷۸ توانستند مشکل محاسبه ضرایب را برطرف کنند. روش پیشنهادی آنها که مدل CCR نامیده می‌شود، پس از تعیین منحنی مرزی کارآ، مشخص می‌کند که بنگاه‌ها یا واحدهای تصمیم‌ساز در کجای این مرز قرار دارند و برای رسیدن به مرز کارآ چه ترکیبی از نهاده‌ها و ستانده‌ها باید انتخاب شود.

#### ۴-۲. مشکل مشخص نبودن ضرایب چگونه حل می‌شود؟

برای این منظور پیشنهاد شده که هر بنگاه یا واحد تصمیم‌ساز<sup>۲</sup> (DMU) هر وزنی را که می‌خواهد برای ستانده‌ها و یا نهاده‌های خود در نظر بگیرد، به شرط آنکه وقتی این اوزان، در محاسبه کارایی سایر واحدهای دیگر لحاظ می‌شود، کارایی آنها را بیشتر از یک نسازد. این اساس کار در روش تحلیل پوششی داده‌ها است. برای بنگاه فرضی  $p$  داریم:

1. Charnes, Cooper and Rhodes (1978).
2. Decision Making Unit.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_{rp} Y_{rp}}{\sum_{i=1}^m v_{ip} X_{ip}} \\
 & \text{s.t} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_{rp} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ip} X_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & \quad \quad u_r, v_i \geq 0
 \end{aligned}$$

در روابط فوق؛  $X, Y, u, v$  به ترتیب، مقادیر ورودی‌ها (نهاده‌ها)، خروجی‌ها (ستانده‌ها)، وزن متغیرهای ورودی و وزن متغیرهای خروجی هستند. از این روابط هدف به دست آوردن مقادیر بهینه  $u$  و  $v$  برای هر بنگاه بوده و مقادیر  $X$  و  $Y$  معلوم است. لیکن، روابط کسری بالا تعداد بیشماری جواب بهینه خواهد داشت. برای مثال اگر  $v^*$  و  $u^*$  مقادیر بهینه باشند، آن‌گاه  $\alpha v^*$  و  $\alpha u^*$  نیز (به ازای مقادیر  $\alpha > 0$ ) بهینه خواهد بود. از طرفی حل مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی نیز به سادگی امکان‌پذیر نیست. لذا، به منظور برطرف کردن این دو مشکل، با یک تغییر متغیر و یکسری عملیات ریاضی، روابط فوق به صورت زیر در می‌آید:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \quad \sum_{r=1}^s \mu_{rp} Y_{rp} \\
 & \text{s.t} \quad \sum_{i=1}^m V_{ip} X_{ip} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & \quad \quad \sum_{r=1}^s \mu_{rp} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{ip} X_{ij} \leq 0 \\
 & \quad \quad \mu_r, V_i \geq 0
 \end{aligned}$$

مدل CCR، در برخی مواقع در حین محاسبه کارایی، برای ورودی‌ها و یا خروجی‌های مدل، ضریب صفر را تعیین می‌کند. ضریب صفر باعث می‌شود که متغیر مزبور در محاسبه کارایی مؤثر نباشد. برای

۱. در این روش، به منظور جامعیت بخشیدن به مفهوم نهاده و ستانده از مفاهیم ورودی و خروجی استفاده می‌شود. بنا به تعریف متغیر ورودی، متغیری است که با افزایش آن میزان کارایی (به شرط ثبات سایر متغیرها) کاهش می‌یابد و خروجی متغیری است که با افزایش آن میزان کارایی (به شرط ثبات سایر متغیرها) افزایش می‌یابد (غضنفری ۱۳۸۱).



رفع این مشکل، به جای استفاده از قید  $\mu_r, V_i \geq \varepsilon$  از قید  $\mu_r, V_i \geq \varepsilon$  استفاده می‌شود که در آن  $\varepsilon > 0$  است. این روش که در حقیقت تکامل یافته مدل CCR است، به مدل CCR/ε معروف بوده و تنها تفاوت آن با مدل CCR در قید  $\mu_r, V_i \geq 0$  است. حال با توجه به این تغییر، دوگان مسئله CCR/ε را می‌نویسیم، زیرا مسئله دوگان قیود کمتری نسبت به مسئله اولیه دارد، داریم:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \theta_p - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m p_i + \sum_{r=1}^s q_r \right) \\ \text{s.t} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} - p_i \leq \theta_p X_{ip} \quad i=1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - q_r \geq Y_{rp} \quad r=1, 2, \dots, s \\ & \theta_p, \lambda_j, p_i, q_r \geq 0 \end{aligned}$$

$\theta$  و  $\lambda$  متغیرهای مسئله دوگان مدل اولیه و  $p$  و  $q$  متغیرهای کمکی هستند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در محاسبه کارایی  $n$  بنگاه،  $n$  مسئله برنامه‌ریزی خطی (به تعداد بنگاه‌ها) وجود دارد، که باید برای تک‌تک آنها حل شود.

در روش تحلیل پوششی داده‌ها، چون به هر واحد اجازه داده می‌شود برای هر یک از عوامل تولید و یا محصولات خود وزن دلخواهی را انتخاب کند (تا کارایی خود را حداکثر نماید)، اگر بنگاهی کارایی صددرصد پیدا کرد، نمی‌توان با قاطعیت گفت که این بنگاه کاراً است؛ ولی عکس قضیه صادق نیست. چون اگر بنگاهی ناکاراً اعلام شود، به این مفهوم است که حتی اگر برای این بنگاه بهترین شرایط نیز فراهم شود، باز هم نمی‌تواند به کارایی صددرصد برسد. البته، بنگاه‌های کاراً نیز مجدداً به روش‌های مختلف رتبه‌بندی می‌شوند.

مدل CCR بر مبنای حداقل‌سازی عوامل تولید و با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس طراحی شد. سپس بنکر، چارنز و کوپر<sup>۱</sup> (BCC) در سال ۱۹۸۴ بازده به مقیاس را به مدل CCR افزودند. این روش در حین اندازه‌گیری کارایی، نوع بازده نسبت به مقیاس را نیز به تفکیک برای بنگاه‌ها ارائه می‌کند. مدل‌های محاسبه کارایی امروزه پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای کرده‌اند و با این پیشرفت و تکامل، در حال حاضر DEA یکی از حوزه‌های فعال پژوهشی در اندازه‌گیری کارایی به شمار می‌رود.<sup>۲</sup>

1. Banker, Charnes & Cooper (1984).

۲. برای مطالعه بیشتر می‌توانید به پایان‌نامه آقای محمد خدابخش (۱۳۷۸) و سید حسن غضنفری (۱۳۸۱) مراجعه کنید.

### ۵. متغیرهای مدل

فعالیت اصلی کارخانجات قند چغندری استحصال شکر از چغندر قند است، لیکن، این کارخانجات به تصفیه شکر خام نیز می‌پردازند<sup>۱</sup>. در این پژوهش تنها فعالیت اول (و اصلی) این کارخانجات مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این منظور؛ اطلاعات مربوط به کارخانجات قند از سندیکای کارخانجات قند و شکر ایران اخذ و مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش با استفاده از داده‌های خام، شاخص‌های مختلفی به شرح زیر ساخته شد تا ضمن ترکیب دو یا چند متغیر، ارزیابی کارایی کارخانجات با دقت بیشتری انجام گیرد. همچنین، به منظور از بین بردن اثر حجم متغیرها و فارغ از واحد کردن آنها، متغیرها استاندارد شده‌اند.

### الف) خروجی‌ها

**ضریب استحصال:** این متغیر نشانگر توانایی کارخانه در استحصال شکر موجود در چغندر قند است، که به طریقه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ضریب استحصال} = \frac{\text{وزن شکر تولیدی}}{\text{وزن شکر موجود در چغندر}}$$

$$\text{درصد عیار چغندر}^2 \times \text{وزن چغندر مصرفی} = \text{وزن شکر موجود در چغندر قند}$$

**خرید به ظرفیت:** از آنجا که معمولاً کارخانجات قند زیر ظرفیت اسمی خود کار می‌کنند، خرید به ظرفیت به‌عنوان متغیری که استفاده از ظرفیت را نشان می‌دهد، به‌صورت زیر تعریف شده است:

$$\text{خرید به ظرفیت} = \frac{\text{وزن چغندر مصرفی}}{\text{ظرفیت کارخانه}}$$

در رابطه فوق، ظرفیت کارخانه با توجه به مدت زمان فعالیت آن محاسبه شده است.

$$\text{مدت زمان کارکرد} \times \text{ظرفیت روزانه} = \text{ظرفیت کارخانه}$$

**ملاس:** محصول فرعی کارخانجات قند است (که به تن محاسبه شده است).

**ضایعات:** ضایعات محصولی است که در مراحل مختلف شستشو، خلال کردن، تهیه و تصفیه شربت، پخت و... تولید می‌شود (به‌عبارتی شکر از بین می‌رود). میزان ضایعات به‌صورت درصدی از میزان چغندر

۱. فرحناز کشاورز (۱۳۷۱).

۲. عیار چغندر از میانگین وزنی عیار چغندرها مصرف شده در طول دوره به دست آمده است.

مصرفی محاسبه شده و به دلیل آنکه محصول نامطلوب به شمار می‌رود، به صورت معکوس در مدل وارد شده است.

### ب) ورودی

۱) **نیروی کار:** نیروی کار در کارخانجات قند به صورت دائم و فصلی است که جمع آن به صورت نفر-روز محاسبه شده است.

۲) **سرمایه:** دومین عامل تولید، سرمایه است. لیکن، از آنجایی که میزان سرمایه را نمی‌توان به صورت فیزیکی بیان کرد و میزان ریالی آن نیز (با توجه به قیمت‌های دفتری) قابل استفاده نیست، از ظرفیت اسمی به عنوان متغیر جانشین، برای سرمایه استفاده شده است. بدین ترتیب که سرمایه کارخانه‌ای با ظرفیت ۲۰۰۰ تن چغندر قند در روز، ۲ برابر کارخانه ۱۰۰۰ تنی فرض شده است.

۳) **زمان اضافه:** معمولاً کارخانجات قند با ظرفیت روزانه خود کار نمی‌کنند. مثلاً یک کارخانه ۲۰۰۰ تنی به جای استحصال ۲۰۰۰ تن چغندر قند در روز، بین ۱۰۰۰-۱۵۰۰ تن چغندر قند در روز استحصال می‌کند. لذا، عملاً مدت زمان بیشتری را (نسبت به مدت زمانی که براساس ظرفیت اسمی مشخص می‌شود)، برای استحصال چغندر قند خریداری شده صرف می‌کند. برای محاسبه زمان اضافه، ابتدا باید مدت زمان لازم برای استحصال چغندر را با توجه به ظرفیت اسمی کارخانه محاسبه کرد. زمان مطلوب از تقسیم چغندر مصرفی بر ظرفیت روزانه به دست می‌آید:

$$\text{وزن چغندر مصرفی} \\ \text{وزن ظرفیت روزانه} = \text{زمان مطلوب}$$

مفهوم زمان مطلوب این است که مثلاً یک کارخانه ۱۰۰۰ تنی برای استحصال ۵۰۰۰۰ تن چغندر قند باید ۵۰ روز کار کند. حال، برای به دست آوردن زمان اضافی، کافی است که زمان مطلوب را از زمان کارکرد کارخانه کسر کرد.

$$\text{زمان مطلوب} - \text{زمان کارکرد} = \text{زمان اضافی}$$

### ۶. نتایج تجربی

در این پژوهش ابتدا، کارایی فنی با استفاده از مدل  $CCR/\varepsilon$  (که فرض بازده به مقیاس ثابت را تحمیل می‌کند)، محاسبه شده و پس از آن، کارایی مقیاس براساس مدل  $BCC/\varepsilon$  (که در حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس قابل حل است) به دست آمده است. در انتها نیز بنگاه‌های کارآرتبه‌بندی شده‌اند.

۱. مدت زمان مطلوب برای استحصال چغندر در ایران بین ۹۰ تا ۱۰۰ روز است. هر چه مدت زمان استحصال، از این مدت بیشتر شود، عیار چغندر با شدت بیشتری کاهش می‌یابد.

### الف) کارایی فنی

برای محاسبه کارایی فنی از مدل  $CCR/\varepsilon$  با قید ضریب ملاس کمتر یا مساوی ضریب استحصال استفاده شده است. علت استفاده از این مدل آن است که اولاً، مدل  $CCR/\varepsilon$  تضمین کننده آن است که برای هیچ متغیری ضریب صفر در نظر گرفته نشود و ثانیاً، قید ملاس باعث می‌شود که ضریب ملاس نیز همواره کوچکتر یا مساوی ضریب استحصال انتخاب شود (زیرا، اهمیت ملاس به‌طور مشخص از شکر کمتر است). براساس نتایج این روش، ملاحظه می‌شود که ۷ کارخانه از ۳۳ کارخانه‌قند به‌طور نسبی دارای کارایی ۱۰۰٪ است. همچنین، دامنه تغییرات کارایی کارخانجات‌قند بین ۴٪ تا ۱۰۰٪ به‌دست آمده و میانگین کارایی کل صنعت برابر ۶۹٪ است. حال، به بررسی فرضیات پژوهش پرداخته می‌شود.

#### ۱) کارخانجات موجود در سازمان بورس

در رابطه با فرضیه اول پژوهش ملاحظه می‌شود که کارخانجات موجود در بورس دو دسته هستند، دسته اول شامل ۴ کارخانه پیرانشهر، قزوین، اصفهان و نیشابور است که همگی دارای کارایی ۱۰۰٪ است. لذا، مشاهده می‌شود که از ۷ کارخانه کارآ ۴ کارخانه آن در بورس فعالیت دارند. دسته دوم شامل ۱۳ کارخانه نقش جهان (۹۸٪)، تربت جام (۸۹٪)، قهستان (۷۹٪)، خوی (۶۵٪)، بیستون (۶۴٪)، شیروان (۶۳٪)، تربت حیدریه (۵۸٪)، شیرین (۵۴٪)، لرستان (۵۲٪)، همدان (۵۲٪)، شاهرود (۵۰٪)، مرودشت (۴۲٪) و پارس (۴۱٪) است که کارایی این کارخانجات (به استثنای نقش جهان، تربت جام و قهستان) از میانگین صنعت پایین‌تر است. میانگین کارایی این ۱۳ کارخانه ۶۲٪ بوده که ۷٪ از میانگین کارایی صنعت کمتر می‌باشد. با توجه به مطالب فوق ملاحظه می‌شود که صرف حضور یک کارخانه در بورس، نشان‌دهنده کارایی بالاتر نیست.

#### ۲) کارخانجات سازمان اتکا

کارخانجات قند سازمان اتکا، شامل میاندوآب (۱۰۰٪)، اسلام‌آباد (۷۴٪) و فسا (۶۸٪) در بین کارخانجات قند، رتبه‌های ۱، ۱۴ و ۱۶ را دارا بوده و میانگین کارایی این کارخانجات (۸۱٪) از میانگین کارایی کل صنعت (۶۹٪) به مراتب بالاتر است. لذا، با توجه به اینکه کارایی کارخانجات سازمان اتکا از میانگین کارایی صنعت بالاتر بوده و کارایی کارخانه میاندوآب نیز ۱۰۰٪ است، نمی‌توان گفت که کارایی کارخانجات سازمان اتکا پایین است.

### ب) کارایی مقیاس

مقایسه کارخانجات، با ظرفیت‌های مختلف نشان می‌دهد که کارخانه‌های بزرگ از کارخانجات کوچک کارآتر هستند. ظرفیت ۷ کارخانه کارآ بزرگتر یا مساوی ۱۵۰۰ تن چغندر قند در روز بوده و میانگین ظرفیت آنها حدود ۲۴۰۰ تن چغندر قند در روز است. در ضمن، میانگین کارایی ۱۱ کارخانه با ظرفیت

بیشتر از ۲۰۰۰ تن چغندر قند در روز معادل ۷۶٪ بوده که حدود ۷٪ از میانگین صنعت بالاتر است. بنابراین، اگرچه کارایی برخی کارخانجات بزرگ مانند دزفول، شیروان، شیرین و تربت حیدریه از میانگین کارایی صنعت پایین‌تر است، ولی در مجموع می‌توان بیان کرد که کارخانجات بزرگتر، کارایی بالاتری دارند<sup>۱</sup>. با توجه به مطلب فوق، این بحث مطرح می‌شود که علت کارآتر بودن کارخانجات بزرگ آن است که آنها از صرفه جویی‌های ناشی از مقیاس بهره می‌برند. لذا برای روشن شدن این موضوع، کارایی مقیاس ( $BCC/\mathcal{E}$ ) کارخانجات قند محاسبه می‌شود. با این کار، بنگاه‌های بزرگ با هم و بنگاه‌های کوچک نیز باهم مقایسه می‌شوند.

نتایج محاسبه کارایی مقیاس<sup>۲</sup> نشان می‌دهد که در این حالت ۱۲ بنگاه به مرز کارایی رسیده و میانگین کارایی کارخانجات قند نیز معادل ۷۵٪ شده است. با نگاه کلی به نتایج حاصل از مدل فوق با مدل  $CCR/\mathcal{E}$ ، ملاحظه می‌شود که با اعمال فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس، کارایی کارخانجات ۲۰۰۰ تنی و بیشتر افزایش یافته است. این امر به‌گونه‌ای است که از ۱۲ کارخانه کارآ، ۶ کارخانه دارای مقیاس بزرگ است، ضمن آنکه میانگین کارایی کارخانجات بزرگ برابر ۸۵٪ شده که ۱۰٪ از میانگین صنعت بالاتر است. لذا، ملاحظه می‌شود هنگامی که کارخانجات بزرگ با هم در نظر گرفته می‌شوند، وضعیت بهتری پیدا می‌کنند. در مورد کارخانجات کوچک نیز علی‌رغم آنکه ۶ کارخانه به مرز کارایی رسیده‌اند، همچنان میانگین کارایی آنها (۶۸٪) از میانگین کارایی مقیاس صنعت (۷۵٪) کوچکتر است. بنابراین، ملاحظه می‌شود که، حتی با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس نیز، وضعیت کارخانجات کوچک بهبود نمی‌یابد. بنابراین، عدم کارایی این بنگاه‌ها نسبت به بنگاه‌های بزرگتر را نمی‌توان به علت مقیاس کوچک آنها دانست. چرا که وقتی بنگاه‌های کوچک، با هم نیز مقایسه می‌شوند، وضعیت مطلوبی پیدا نمی‌کنند. همچنین، افزایش کارایی کارخانجات بزرگ، نشان می‌دهد که مشکلات این کارخانجات شبیه هم بوده است. لذا وقتی با هم مقایسه شده‌اند، کارایی آنها افزایش یافته است. مطلب فوق این نظریه (کارشناسان صنعت قند)، که عرضه ناکافی چغندر را، علت اصلی ناکارایی کارخانجات قند می‌دانند، تقویت می‌کند. چرا که کارخانجات بزرگ در صورتی که نتوانند چغندر مورد نیاز خود را تهیه کنند، نهاده‌های ثابت بیشتری (نظیر سرمایه، نیروی کار دائم) را هدر می‌دهند تا کارخانجات کوچک. به همین علت است که، وقتی کارخانجات بزرگ با کارخانجات کوچک مقایسه می‌شوند، تنها ۳ کارخانه به مرز کارایی می‌رسند، ولی هنگامی که کارخانجات بزرگ با هم مقایسه می‌شوند (چون کارایی به‌دست آمده نسبی است)، ضمن آنکه ۶ کارخانه به مرز کارایی می‌رسند، میانگین کارایی آنها (۸۵٪) نیز ۱۰٪ از میانگین صنعت پیشی می‌گیرد. در ادامه، به بررسی فرضیات پژوهش براساس کارایی مقیاس پرداخته خواهد شد.

۱. جداول (۲) و (۳) پیوست کارایی کارخانجات بزرگ و کوچک را به تفکیک نشان می‌دهد.

۲. نتایج کارایی مقیاس در جدول (۴) پیوست آمده است.

### ۱) کارخانجات موجود در بورس

این کارخانجات همچنان در دو دسته قرار دارند. دسته اول، شامل ۶ کارخانه اصفهان، بیستون، پیرانشهر، نقش جهان، نیشابور و قزوین است که همگی دارای کارایی ۱۰۰٪ هستند. دسته دوم، شامل ۱۱ کارخانه باقی مانده است که کارایی آنها در این حالت نیز از میانگین کارایی صنعت پایین تر است. در مجموع نیز، میانگین کارخانجات موجود در بورس حدود ۷۵٪ (معادل میانگین کارایی صنعت) است.

### ۲) کارخانجات قند سازمان اتکا

کارایی کارخانجات قند سازمان اتکا با استفاده از مدل  $BCC/E$  برای کارخانه میاندوآب، فسا و اسلام آباد به ترتیب ۱۰۰٪، ۱۰۰٪ و ۹۶٪ به دست آمده است که وضعیت مطلوبی را نشان می دهد. همچنین، میانگین کارایی این کارخانجات (۹۸٪) از میانگین کارایی صنعت (۷۵٪) بسیار بیشتر است. بنابراین، در این حالت نیز فرضیه اول پژوهش اثبات نمی شود.

### ۷. رتبه بندی واحدهای کارآ

همان طور که ملاحظه می شود، با تعیین کارایی فنی به روش تحلیل پوششی داده ها، ۶ بنگاه کارایی ۱۰۰٪ را به خود اختصاص داده اند. حال، سؤال این است که کدامیک از این کارخانجات کارآتر هستند. در روش تحلیل پوششی داده ها روش های مختلفی برای تعیین رتبه بنگاه های کارآ ارائه شده است، که در این مقاله تنها به روش اندرسون - پیترسون<sup>۱</sup> که دارای مبانی تئوریک قوی تری نیز است، اشاره می شود. در این روش برای رتبه بندی واحدهای کارآ، با حذف بنگاه کارآی مورد بررسی از مجموعه قیدهای برنامه ریزی خطی، به آن بنگاه اجازه می دهد که کارایی بیشتر از یک را اختیار کند. بنابراین، هر بنگاهی که کارایی بیشتری را کسب کرد، رتبه بالاتری را دارد. نتایج رتبه بندی به روش اندرسون - پیترسون نشان می دهد که کارخانه نیشابور (۱/۴۷)، پیرانشهر (۱/۳۶)، جوین (۱/۲۲)، اصفهان (۱/۱۴)، اقلید (۱/۱۴)، میاندوآب (۱/۱۴) و تربت جام (۱/۰۲) رتبه های اول تا هفتم را کسب کرده اند.

### ۸. بهینه سازی یک بنگاه ناکارآ

یکی از مزیت های روش تحلیل پوششی داده ها، معرفی بنگاه مرجع (مجازی) برای کارآ کردن یک بنگاه ناکارآ است. در این روش برای هر بنگاه ناکارآ، ترکیبی از بنگاه های کارآ، بنگاهی را می سازند که الگوی بنگاه مورد نظر قرار می گیرد (بنگاه های کارآ، هر کدام با وزن خاصی که از حل مدل به دست می آید، در بنگاه مرجع بنگاه ناکارآ حضور دارند). با توجه به بنگاه مرجع به دست آمده، مقادیر پیشنهادی برای کارآ کردن بنگاه ناکارآ به دست می آید. جدول زیر، مقادیر پیشنهادی برای کارآ کردن بنگاه ناکارآی فسا را نشان می دهد.

1. Anderson & Peterson.

جدول-۱. مقادیر پیشنهادی برای کارآ نمودن کارخانه قند فسا\*

چغندر خریداری	مقادیر پیشنهادی برای استحصال میزان چغندر اولیه است			تعداد کارگر	متغیر
	ملاس	زمان اضافه	مدت کارکرد		
۶۶۱۵۹	۳۴۰۳	۵۱	۱۳۲	۱۴۳۵۶۰	مقادیر اولیه
۸۸۸۰۰	۳۸۰۸	۷	۹۹	۴۹۵۹۸	مقادیر پیشنهادی

\* این جدول فقط شامل متغیرهایی است که باید تغییر پیدا کنند.

### ۹. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ابتدا، با استفاده از مدل  $CCR/\varepsilon$  با قید ضریب ملاس کوچکتر یا مساوی ضریب استحصال کارایی کارخانجات قند محاسبه و ملاحظه شد که ۷ کارخانه از ۳۳ کارخانه قند دارای کارایی ۱۰۰٪ است که البته این کارآ بودن، نسبی است. به عبارت دیگر، بنگاه‌هایی که کارایی آنها ۱۰۰٪ به دست آمده در میان کارخانجات مورد بررسی کارآ قلمداد شده‌اند و ممکن است در صورت کاهش و یا افزایش تعداد مشاهدات، کارایی این بنگاه‌ها نیز کم یا زیاد شود. به هر حال، میانگین کارایی کل صنعت در این روش برابر ۶۹٪ و دامنه تغییرات آن بین ۴٪ تا ۱۰۰٪ به دست آمده است. براساس این نتایج کارخانجات قند سازمان اتکا از وضعیت نسبتاً مطلوبی برخوردار است، به گونه‌ای که میانگین کارایی این کارخانجات (۷۵٪) از میانگین کارایی کل صنعت (۶۹٪) بالاتر است. همچنین، در خصوص ۱۷ کارخانه موجود در بورس نیز ملاحظه می‌شود که این کارخانجات دو دسته هستند. دسته اول؛ شامل ۴ کارخانه پیرانشهر، قزوین، اصفهان و نیشابور که همگی دارای کارایی ۱۰۰٪ بوده (باید توجه داشت که از ۷ کارخانه کارآ در صنعت قند، ۴ کارخانه آن در بورس فعالیت دارند) و دسته دوم، شامل ۱۳ کارخانه که میانگین کارایی آنها از میانگین کارایی صنعت قند حدود ۱۰٪ پایین‌تر است. ضمن آنکه دامنه تغییرات کارایی کارخانجات موجود در بورس در محدوده ۴۱٪ تا ۱۰۰٪ در نوسان است. با توجه به مطالب فوق می‌توان دریافت که صرف حضور در سازمان بورس، نمی‌تواند نشان‌دهنده کارایی بالاتر باشد. در ادامه با استفاده از مدل  $BCC/\varepsilon$  که کارایی را در شرایط بازدهی متغیر نسبت به مقیاس محاسبه می‌نماید، کارایی مقیاس کارخانجات قند محاسبه شد. نتایج به دست آمده از این روش، میانگین کارایی کارخانجات قند را حدود ۷۵٪ نشان می‌دهد. همچنین مقایسه کارایی کارخانجات کوچک با کارخانجات بزرگ (و مقایسه آن با میانگین کارایی صنعت) در دو روش محاسبه کارایی، نشان داد که بالاتر بودن کارایی کارخانجات بزرگ، صرفاً به دلیل استفاده از صرفه جویی‌های ناشی از مقیاس نیست. اما به هر حال، این کارخانجات هنگامی که با کمبود یکی از نهاده‌های تولید مانند چغندر قند (که معمولاً نیز با کمبود آن مواجه هستند) روبه‌رو می‌شوند، مجبور به پرداخت هزینه‌های بیشتری نسبت به کارخانجات کوچکتر هستند. در انتها نیز، نتایج رتبه‌بندی به روش اندرسون - پیترسون نشان داد که کارخانجات نیشابور

(بوس). پیرانشهر (بوس)، جوین، اصفهان (بوس)، اقلید، میاندوآب (اتکا) وقزوین (بوس) به ترتیب رتبه‌های اول تا هفتم را به خود اختصاص داده‌اند.

### ۱۰. پیشنهادها

با توجه به مطالب فوق و نتایج به‌دست آمده از محاسبه کارایی به روش های فوق، پیشنهادهای زیر را می‌توان جهت کارآ کردن کارخانجات قند کشور، ارائه کرد:

مهمترین عامل در کاهش کارایی کارخانجات قند، ناکافی بودن عرضه چغندر (که باعث بیکاری سایر نهاده‌های تولید و عدم توفیق در رسیدن به ظرفیت اسمی است)، است. اما عرضه چغندر تا حدود زیادی مربوط به عملکرد خود کارخانجات قند است، چرا که تهیه بذر، تسهیلات مالی و غیره، برای چغندرکاران به وسیله کارخانجات قند تأمین می‌شود. لذا ارائه هر چه بهتر موارد فوق، می‌تواند به افزایش تولید چغندر برای پاسخ‌گویی به تقاضای کارخانجات کمک کند. لذا، با قیمت‌گذاری مناسب و سودآور کردن این فعالیت، می‌توان کشاورزان را به افزایش زمین زیر کشت و عملکرد در هکتار ترغیب کرد. از سوی دیگر، چون قیمت چغندر براساس قیمت شکر (که دولت تعیین می‌کند) مشخص می‌شود، نحوه صحیح قیمت‌گذاری شکر و یا دو نرخه کردن آن در بازار می‌تواند تا حدود زیادی این مشکل را حل کند.

با توجه به مطلب فوق و بالا بودن کارایی مقیاس کارخانجات قند، نتیجه گرفته می‌شود که؛ یکی دیگر از علل مهم ناکارایی کارخانجات قند، بیکاری نهاده‌های تولید است. بنابراین، برای افزایش کارایی کارخانجات قند باید استفاده از نهاده‌های تولید کاهش یابد ولی از آنجا که تغییر نهاده‌هایی مانند نیروی کار و سرمایه به سادگی امکان‌پذیر نیست، بیشترین فشار بر روی مدت کارکرد کارخانه و نیروی کارموقت آورده می‌شود.

در نهایت نیز می‌توان گفت که قدمت زیاد کارخانجات قند باعث کاهش کارایی این کارخانجات شده است. این مطلب در حالی است که از سال ۱۳۶۱ تاکنون هیچ کارخانه چغندری احداث نشده و میانگین سنی کارخانجات (بدون در نظر گرفتن بازسازی‌های انجام شده) ۴۱ سال است. قدیمی بودن کارخانجات قند موجب می‌شود که این کارخانه‌ها برای استحصال چغندر، زمان بیشتری را نسبت به ظرفیت اسمی خود برای این کار اختصاص دهند. لذا، مدت زمان مطلوب برای استحصال چغندر در ایران بین ۹۰ تا ۱۰۰ روز است و هر چه این دوره افزایش یابد، عیار چغندر نیز کاهش پیدا می‌کند. بنابراین کاهش مدت زمان کارکرد، که اکنون به‌طور متوسط ۱۲۰ روز است، می‌تواند به بهبود کارایی این کارخانجات کمک کند.



## منابع

- ابطحی، حسن و کاظمی، بابک. (۱۳۷۵). بهره‌وری، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ اول. اردهالی، محمد. (۱۳۶۰). *اقتصاد شکر*. نشریه داخلی بانک صنعت و معدن.
- امامی میبدی، علی. (۱۳۷۹). *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری*. مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
- پیمان، سید حسین. (۱۳۷۴). *بهره‌وری و مصداق‌ها*. نشر زمینه، چاپ اول.
- حیدری، کیومرث. (۱۳۷۹). ارزیابی کارایی نیروگاه‌های تولید برق کشور. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد دانشگاه شهید بهشتی*.
- خداپخش، محمد. (۱۳۷۸). روش‌ها و مدل‌های جدید در روش تحلیل پوششی داده‌ها. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته ریاضی محض دانشگاه تربیت معلم*.
- رضایی، جواد. (۱۳۸۱). ارزیابی کارایی نواحی سیزده گانه راه آهن ج.ا.ا به روش تحلیل پوششی داده‌ها. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی*.
- سازمان بورس اوراق بهادار. (۱۳۷۸). *خلاصه وضعیت‌های مالی شرکت‌های تولید قند و شکر*.
- علیرضایی، محمد رضا. (۱۳۷۲). داده‌های اریب در تحلیل پوششی داده‌ها. *رساله دکتری ریاضی، دانشگاه تربیت معلم*.
- غضنفری، سید حسن. (۱۳۸۱). کارایی کارخانجات صنعت قند کشور به روش تحلیل پوششی داده‌ها. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی*.
- فرهنگ، منوچهر. (۱۳۷۲). *فرهنگ علوم اقتصادی*. انتشارات البرز.
- کشاوری، فرحناز و علمی، فرحناز. (۱۳۷۱). بررسی وضعیت قند و شکر ایران. وزارت امور اقتصادی و دارایی.
- مقیسه، علی اصغر. (۱۳۷۷). بازده به مقیاس در تحلیل پوششی داده‌ها. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته ریاضی محض دانشگاه تربیت مدرس*.
- وزارت بازرگانی. (۱۳۷۸). *نگاهی به تولید، توزیع، واردات و قیمت شکر*. سازمان بازرسی و نظارت.
- Affrit, S.N. (1972). Efficiency Estimation of Production Function. *International Economic Review*, No. 13, PP. 568-598.
- Aigner, A Lovell, C.A.K, Schmidt, P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Production Function Models. *Journal of Econometrics*, No. 86, PP. 21-37.
- Banker, R.D.A.Charnes and W.W. Cooper. (1984). Some Models For Estimating Technical Scale Efficiencies in Envelopment Analysis. *Management Science*, Vol.30, No. 9, PP. 1078-1092.

- Cantos, Pedro. (2000). Productivity, Efficiency, and Technical Chang in the European railway:A Non – Parametric Approach. *International journal of Transport Economic*, Vol. 1, No. 25, PP. 27-55.(e-mail: Pedro.Cantos@uv.es)
- Charnes, A.W.W.Cooper and Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, No.2, PP. 429-444.
- Coelli,Time. A Guide To Frontier Version 4.1:A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. Center for Efficiency and Productivity Analysis. *University of New England, Australlia*, <http://WWW.une.edu.au/econometrics/cepa.htm>
- Farrell, M. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistics Society* ,SeriesA,Vol.120, No. 3, PP. 253-281.
- Gerint, Johnes and Jill, Johnes. (1993). Measuring The Research Performance of U.K. Economic Department: An Application of Data Envelopment Analysis. *Oxford Economic Paper*. No. 45, PP. 332-347.
- Green, W.M. (1980). Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Function. *Journal of Econometrics*, No. 46, PP. 39-56
- Lovell, C.A.K. (1993). Production Frontiers and Productive Efficiency. In *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*,edilted by Haroldo. Fried, C.A.K. Lovell, and Schmidt, *Oxford University Press*, No. 25, PP. 3-67.
- Meeusen, W. and J. Van Den Broeck. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error. *International Economic Review*, No. 18, PP. 435-444.
- Perelman, S. and Pestieau, P. (1988). Technical Performance in Public Enterprises: A Comparative Study of Railways and Postal Services. *European Economic Review*, No. 32, PP. 432-441.

## پیوست

جدول - ۱. مقادیر کارایی فنی به روش  $CCR/\varepsilon$ 

کارایی فنی	ظرفیت	نام کارخانه
۱۰۰	۴۰۰۰	اصفهان (بوس)
۱۰۰	۱۵۰۰	اقلید
۱۰۰	۱۵۰۰	پیرانشهر
۱۰۰	۴۰۰۰	جوین
۱۰۰	۲۰۰۰	قزوین (بوس)
۱۰۰	۱۸۰۰	میاندوآب (بوس)
۱۰۰	۱۵۰۰	نیشابور (بوس)
۹۸	۱۵۰۰	نقش جهان (بوس)
۹۸	۲۵۰۰	فریمان
۸۹	۱۵۰۰	ترت جام (بوس)
۸۶	۱۰۰۰	چناران
۷۹	۱۰۰۰	قهبستان (بوس)
۷۵	۲۵۰۰	آبکوه
۷۴	۱۰۰۰	اسلام‌آباد (اتکا)
۷۲	۵۰۰۰	مغان
۶۸	۸۰۰	فسا (اتکا)
۶۷	۱۵۰۰	چهارمحال
۶۵	۱۰۰۰	بردسیر
۶۵	۱۵۰۰	خوی (بوس)
۶۴	۲۲۰۰	بیستون (بوس)
۶۳	۴۰۰۰	شیروان (بوس)
۵۸	۲۰۰۰	ترت حیدریه (بوس)
۵۵	۱۵۰۰	ارومیه
۵۴	۳۰۰۰	شیرین (بوس)
۵۲	۱۵۰۰	لرستان (بوس)
۵۲	۱۵۰۰	همدان (بوس)
۵۱	۵۰۰۰	دزفول
۵۰	۱۱۰۰	شاهرود (بوس)
۴۲	۱۶۵۰	مرودشت (بوس)
۴۱	۱۵۰۰	پارس (بوس)
۳۲	۱۰۰۰	شازند
۲۳	۱۰۰۰	یاسوج
۴	۱۰۰۰	ممسنی

جدول-۲. مقادیر کارایی مقیاس به روش  $BCC / \varepsilon$ 

کارایی مقیاس	نام کارخانه
۱۰۰	آبکوه
۱۰۰	اصفهان (بورس)
۱۰۰	اقلید
۱۰۰	بیستون (بورس)
۱۰۰	پیرانشهر (بورس)
۱۰۰	جوین
۱۰۰	فسا (اتکا)
۱۰۰	قزوین (بورس)
۱۰۰	میاندوآب (بورس)
۱۰۰	نقش جهان (بورس)
۱۰۰	نیشابور (بورس)
۱۰۰	فریمان
۹۶	اسلام آباد (اتکا)
۹۰	ترت جام (بورس)
۸۹	چناران
۸۳	مغان
۸۰	قهبستان (بورس)
۷۴	چهارمحال
۶۹	خوی (بورس)
۶۸	بردسیر
۶۷	شیروان (بورس)
۶۳	شیرین (بورس)
۶۲	ارومیه
۶۰	ترت حیدریه (بورس)
۵۶	دزفول
۵۶	همدان (بورس)
۵۲	لرستان (بورس)
۵۰	شاهرود (بورس)
۴۴	مرودشت (بورس)
۴۲	پارس (بورس)
۳۹	شازند
۲۳	یاسوج
۴	ممسنی

## جدول -۳. کارایی فنی و مقیاس کارخانجات کوچک

کارایی مقیاس	کارایی فنی	ظرفیت	کارخانه
۱۰۰	۶۸	۸۰۰	فسا
۸۹	۸۶	۱۰۰۰	چناران
۸۰	۷۹	۱۰۰۰	قهبستان
۶۸	۶۵	۱۰۰۰	بردسیر
۲۳	۲۳	۱۰۰۰	ياسوج
۹۶	۷۴	۱۰۰۰	اسلام آباد
۳۹	۳۲	۱۰۰۰	شازند
۴	۴	۱۰۰۰	ممسنی
۵۰	۵۰	۱۱۰۰	شاهرود
۹۰	۸۹	۱۵۰۰	تربت جام
۱۰۰	۹۸	۱۵۰۰	نقش جهان
۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰۰	نیشابور
۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰۰	اقلید
۴۲	۴۱	۱۵۰۰	پارس
۷۴	۶۷	۱۵۰۰	چهارمحال
۵۲	۵۲	۱۵۰۰	لرستان
۶۲	۵۵	۱۵۰۰	ارومیه
۶۹	۶۵	۱۵۰۰	خوی
۵۶	۵۲	۱۵۰۰	همدان
۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰۰	پیرانشهر
۴۴	۴۲	۱۶۵۰	مرودشت
۱۰۰	۱۰۰	۱۸۰۰	میاندوآب
۶۸	۶۴	۱۳۰۰	میانگین

جدول-۴. کارایی فنی و مقیاس کارخانجات بزرگ

کارایی مقیاس	کارایی فنی	ظرفیت	کارخانه
۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰۰	قزوین
۶۰	۵۸	۲۰۰۰	تربت حیدریه
۱۰۰	۶۴	۲۲۰۰	بیستون
۱۰۰	۷۵	۲۵۰۰	آبکوه
۱۰۰	۹۸	۲۵۰۰	فریمان
۶۳	۵۴	۳۰۰۰	شیرین
۶۷	۶۳	۴۰۰۰	شیروان
۱۰۰	۱۰۰	۴۰۰۰	جوین
۱۰۰	۱۰۰	۴۰۰۰	اصفهان
۸۳	۷۲	۵۰۰۰	مغان
۵۶	۵۱	۵۰۰۰	دزفول
۸۵	۷۶	۳۳۰۰	میانگین

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
 رتال جامع علوم انسانی