



فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه‌ی اصلی وب سایت مجله:

www.jqe.scu.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۴۲۷۱

شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸



مقایسه کارایی فنی و زیست محیطی نیروگاه‌های منتخب و تعیین قیمت رمزی

خاطره کاوه*، علی امامی میبدی^{id}***، فرید عسگری***، کامبیز هژبر کیانی****
* دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران.
** استاد اقتصاد انرژی، گروه اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (نویسنده
مسئول).
*** استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران.
**** استاد اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی،
تهران، ایران.

اطلاعات مقاله	طبقه‌بندی JEL: C61, C67, R12
تاریخ دریافت: ۱۲ آذر ۱۴۰۰	واژگان کلیدی:
تاریخ بازنگری: ۲۲ بهمن ۱۴۰۰	کارایی، برق، رمزی، نیروگاه، هزینه نهایی، تحلیل پوششی داده
تاریخ پذیرش: ۱۹ خرداد ۱۴۰۱	آدرس پستی:
ارتباط با نویسنده (گان) مسئول:	ایران، تهران، خیابان شهید بهشتی، نبش احمد قصیر، گروه
ایمیل: emami@atu.ac.ir	اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، کد
^{id} 0000-0002-4823-4151	پستی: ۱۵۱۳۶۱۵۴۱۱

اطلاعات تکمیلی:

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری خانم خاطره کاوه، تحت راهنمایی دکتر علی امامی میبدی و دکتر فرید عسگری و تحت مشاوری دکتر کامبیز هژبر کیانی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر است.

قدردانی: از تمامی افراد و موسساتی که در انجام این تحقیق مولف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.
تضاد منافع: نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسندگان هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

چکیده

هدف این مطالعه مقایسه کارایی فنی و زیست محیطی در نیروگاه‌های منتخب حرارتی کشور طی سال‌های ۹۷-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌ها است. نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها در تعیین کارایی فنی نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی نیروگاه‌های تحت بررسی بین ۷۱/۹ و ۸۷/۸ درصد بوده است. بررسی میانگین زیست کارایی این نیروگاه‌ها طی این دوره نشان می‌دهد که این کارایی بین ۷۱ و ۸۳/۸ درصد بوده است. طی دوره موردبررسی نیروگاه ری همواره دارای کمترین کارایی فنی و زیست کارایی بوده است. ناکارایی این نیروگاه ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده است. نتایج نشان می‌دهد که کارایی فنی در سال ۱۳۹۰ و زیست کارایی ۱۳۹۵ در سال به دلایل متعدد ازجمله ناکارایی مدیریتی یا ناکارایی مقیاس یا هر دو ناکارایی به‌صورت توأمان کاهش یافته است. میزان انتشار دی اکسید کربن در سال ۱۳۹۲ از سایر سال‌های موردبررسی بیشتر بوده که این امر ناشی از کاهش مصرف گاز طبیعی بوده است. همچنین میزان انتشار دی اکسید گوگرد طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰ به دلیل مصرف بالای نفت کوره و نفت گاز بیش از سایر سال‌ها بوده که این شیوه مصرف سوخت، موجب کاهش زیست کارایی نیروگاه‌ها در سال ۱۳۹۲ گردیده است. همچنین نتایج موید آن است بر اساس سه سناریو تعریف شده، قیمت‌های رمزی در سناریوهای مختلف به ترتیب ۹۸۲، ۸۲۷ و ۷۸۰ ریال برآورد شده است. بر اساس نتایج حاصله می‌توان گفت که قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی، صنعت را با کسری مواجه ساخته و بر این مبنا قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند یک شیوه قیمت‌گذاری مطرح در این زمینه باشد.

ارجاع به مقاله:

کاوه، خاطره، مبینی، علی امامی، عسگری، فرید و هژبر کیانی، کامبیز. (۱۴۰۳). مقایسه کارایی فنی و زیست محیطی نیروگاه‌های منتخب و تعیین قیمت رمزی. فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، ۲۱(۴)، ۱۶۳۳-۲۱۹.

doi: 10.22055/jqe.2022.39360.2445



© 2025 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

۱- مقدمه و بیان مساله

اهمیت صنعت برق در میان صنایع مختلف، به دلیل نقش مهم این صنعت در توسعه زیربنایی اقتصادی هر کشوری است. درواقع صنعت برق یکی از صنایع پایه، زیربنایی و استراتژیک هر کشوری است که پیش‌نیاز هر اقدام توسعه‌ای است. با توجه به نیاز روزافزون برق در کشور ایران، ظرفیت نیروگاه‌های برق کشور طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸، افزایش داشته است به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۸ با توجه به ۱۶ واحد نیروگاهی جدید، علاوه بر واحدهای تولید پراکنده و انرژی‌های نو، قدرت نامی مصوب نیروگاه‌های کشور با افزایش ۳۰۳۸ مگاوات به ۸۳۵۰۶ مگاوات رسید که نسبت به سال قبل ۳/۸ درصد افزایش داشته است داشته است و کل انرژی برق تولیدشده کشور در حدود ۳۲۶ میلیارد کیلووات ساعت بود که ۳۲۰ میلیارد کیلووات ساعت آن توسط نیروگاه‌های وزارت نیرو و بخش خصوصی و مابقی توسط صنایع بزرگ تولید گردید. از طرفی دیگر این افزایش ظرفیت، منجر به افزایش در مصرف سوخت‌های فسیلی در این دوره زمانی شده که این افزایش، بیانگر رشد آلاینده‌های محیطی است (Energy balance sheet of Iran, 2019) Hosseinpoor & ghorbanpour, 2023). نیروگاه‌ها بیشترین سهم را در میزان انتشار CO_2 ، NO_x و SO_x دارند و سهم انتشار سایر گازهای گلخانه‌ای و آلاینده در سایر بخش‌ها بیش از بخش نیروگاهی است (Energy balance sheet of Iran, 2019).

ضرورت دستیابی به بهره‌وری و کارایی بالا در صنعت برق کشور، با توجه به محدودیت منابع، افزایش روزافزون تقاضای برق، وابستگی شدید سایر صنایع به این صنعت و مسائل زیست‌محیطی امری حیاتی است. بهترین و ساده‌ترین راه ممکن برای افزایش تولید که می‌تواند به‌طور مستمر شرایط موجود را بهبود بخشد، استفاده بهینه از منابع و ارتقای کارایی و بهره‌وری در دستگاه‌های موجود تولید برق است. توجه به این موضوع در بخش برق سبب می‌شود نه‌تنها ارزش افزوده این بخش بلکه ارزش افزوده سایر واحدهای تولیدی و خدماتی فعال در کشور نیز که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم وابسته به فعالیت‌های این بخش هستند، نیز افزایش یابد. این مسئله به‌ویژه در بخش برق از چنان اهمیتی برخوردار

است که ایران ضمن پایبندی به تعهدات بین‌المللی، قوانین و سیاست‌های متعددی نیز در خصوص افزایش کارایی و بهره‌وری بخش نیروگاهی دارد. نگاه سطحی و گذار بر مسائل مقابل بنگاه‌های بخش عمومی در ایران حاکی از آن است که یکی از معضلات عمده این بنگاه‌ها قیمت‌گذاری کالا و خدمات است. این مشکل از آن جهت بروز نموده که بخش دولتی از بودجه آماده مبتنی بر درآمد نفتی برخوردار است که نوسان درآمد نفتی از یک سو و انتظارات و نقض بنیان‌های تولید از سوی دیگر، بنگاه‌های عمومی را با مشکلات جدی مواجه کرده است بنابراین با توجه به موارد فوق، در این مطالعه سعی شده است وضعیت کارایی فنی و زیست محیطی ۲۰ نیروگاه منتخب حرارتی با بهره‌گیری از مدل ستانده محور تکنیک ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) بررسی شود. همچنین با استفاده از تابع تولید و هزینه نیروگاه‌های منتخب قیمت رمزی برق در سال ۱۳۹۷ محاسبه شود؛ بنابراین پس از مقدمه، در بخش دوم، ادبیات نظری و پس از آن پیشینه تحقیق ارائه شده است. در بخش سوم روش‌شناسی تحقیق بحث شده و بخش چهارم تحقیق شامل برآورد مدل است. ارائه نتایج و پیشنهادها، بخش‌های پایانی مقاله است.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

اندازه‌گیری عملی کارایی در ابتدا توسط فارل^۱ (۱۹۵۷) معرفی گردید. وی پیشنهاد کرد که برای اندازه‌گیری کارایی یک بنگاه، عملکرد آن با بهترین بنگاه‌های موجود در آن صنعت مقایسه شود. این روش دربرگیرنده مفهوم "تابع تولید مرزی" است. فارل سه نوع کارایی به ترتیب زیر برای بنگاه مطرح کرد (Suri, Garshasbi, & Oryani, 2007):

¹ Farrel

کارایی فنی: توانایی بنگاه را برای به دست آوردن حداکثر محصول از مجموعه عوامل تولید مشخص را منعکس می‌کند (Emami meibodi, Amadeh, & Amini, 2017).

و یا استفاده از حداقل نهاده‌ها برای دستیابی به میزان معین ستاده است. به بیان دیگر، برای تأمین کارایی فنی باید سازمان روی تابع تولید مرزی عمل کند.

کارایی تخصیصی: بنا به تعریف کارایی فنی، تمامی نقاط روی تابع تولید مرزی، کارا هستند اما باید توجه داشت که نه تنها بنگاه مایل است از حداقل نهاده‌ها برای تولید استفاده نماید بلکه تمایل به پرداخت کمترین هزینه ممکن را نیز دارد؛ به عبارت دیگر، بنگاه درصدد تخصیص بهینه عوامل تولید، با توجه به قیمت آن‌ها است که به آن کارایی تخصیصی می‌گویند.

کارایی اقتصادی: ترکیبی از کارایی فنی و کارایی تخصیصی است و بیانگر درجه موفقیت سازمان در حداقل نمودن هزینه تولید میزان معینی محصول است. سازمان وقتی از لحاظ اقتصادی کارا است که با عمل بر روی تابع تولید مرزی و انتخاب ترکیب بهینه عوامل تولید، موجب حداقل هزینه خود شود (Suri et al., 2007).

• روش‌های اندازه‌گیری کارایی

در راستای سنجش کارایی بنگاه‌های اقتصادی روش‌های متنوعی ارائه شده است که در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان آن‌ها را در دودسته پارامتری (تحلیل مرزی تصادفی)^۲ (SFA) و ناپارامتری (تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)) به شرح زیر جای داد.

¹ Stochastic Frontier Analysis

• تحلیل مرزی تصادفی

روش پارامتریک بر مبنای مدل‌های اقتصادسنجی و تئوری‌های اقتصاد خرد بنا شده است. در این روش با استفاده از داده‌های ترکیبی (Panel Data) ابتدا تابع هزینه (تولید) با توجه به فروض در نظر گرفته شده تخمین زده می‌شود و با عنایت به تابع مذکور، کارایی واحدها اندازه‌گیری می‌شود. همچنین برتری مدل‌های مرزی تصادفی نسبت به مدل‌های معمولی اقتصادسنجی در این است که در برازش تابع، نقاط متوسط را در نظر نمی‌گیرد بلکه نقاط مرزی و سرحد را لحاظ می‌کند.

$$Y = F(X) + V - U \quad (1)$$

$$V \sim N(0,1)$$

$$U \sim |N(0,1)|$$

به‌طوری‌که در این تابع V همان جزء تصادفی (جمله اخلاص) معمول در اقتصادسنجی است که توزیع نرمال استاندارد دارد و U معرف عدم کارایی است که عموماً توزیع آن نیمه نرمال در نظر گرفته می‌شود. تابع $F(X)$ را معمولاً به شکل تابع کاب-داگلاس و یا از نوع تابع ترانسلوگ در نظر می‌گیرند. بدین ترتیب با برآورد تابع تولید به صورت $Y = F(X) + V - U$ ، عدم کارایی بنگاه‌ها نیز قابل محاسبه می‌شود. در تخمین این تابع اطلاعات (داده‌ها) می‌توانند به صورت مقطعی و یا داده‌های تلفیقی باشند (Emami meibodi et al., 2017). این روش که اولین بار توسط اینر و چاو (۱۹۶۸) معرفی گردید در دو زیر دسته مدل مرزی معین و آماری و تابع تولید مرزی تصادفی طبقه‌بندی می‌شود (Aigner & Chu, 1968):

• تحلیل پوششی داده‌ها

روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است. در این روش، منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که به وسیله برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود، ایجاد می‌گردد. مزیت این روش در عدم نیاز به تعیین نوع تابع تولید است. همچنین عوامل تولید و محصولات می‌توانند واحدهای اندازه‌گیری متفاوتی داشته باشند. در روش فوق می‌توان یک مجموعه مرجع و شاخص برای هر کدام از مشاهدات غیرکارا

مشخص نمود. روش تحلیل پوششی داده‌ها قادر است مدل‌هایی با چند عامل تولید و محصول را نیز بررسی کند (Emami meibodi et al., 2017). تحلیل پوششی داده‌ها با در نظر گرفتن بهترین بنگاه، برای دیگر بنگاه‌ها الگو گیری می‌نماید و ازجمله روش‌هایی است که علاوه بر سنجش و ارزیابی کارایی، شیوه‌های بهبود آن را نیز با استفاده از نسبت ستاده به داده برای هر سطح جداگانه، پیشنهاد و نحوه افزایش کارایی را در تمام سطوح ارائه می‌دهد (fazeli, vafaei, & jamshidi navid, 2015). این روش اولین بار در مطالعه فارل (۱۹۵۷) معرفی گردید و در رساله رودز^۳ (۱۹۷۶) برای اولین بار مورد استفاده قرار گرفت. بعدها توسط چارنز، کوپر و رودز^۴ (۱۹۷۸) جامعیت پیدا کرد و اولین مدل تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس حرف اول نام آن‌ها CCR نام گرفت. در این مدل، هدف اندازه‌گیری و مقایسه کارایی نسبی واحدهای سازمانی مانند مدارس، بیمارستان‌ها، شعب بانک‌ها و شهرداری‌ها با چندین ورودی و خروجی شبیه به هم بود. در سال ۱۹۸۴ بانکر، چارنز و کوپر^۵ با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که بر اساس حرف اول نام خانوادگی آن‌ها به مدل BCC شهرت یافت. مدل BCC مدلی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست که به ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر به مقیاس می‌پردازند. مدل‌های DEA در قالب دو رویکرد خروجی محور (با ثابت نگه داشتن سطح ورودی‌ها، سعی در حداکثر سازی خروجی‌ها باشد) و ورودی محور (با ثابت نگه داشتن سطح خروجی‌ها، سعی در حداقل سازی سطح ورودی‌ها باشد) به کار برده می‌شوند (Pourebaddollahan Covich, Fallahi, Heydari, & Kiani, 2017).

³ Rodes

⁴ Charnez, Cooper, Rodes

⁵ Benker, Charnez, Cooper

• الگوی CCR

این الگو دارای بازده ثابت به مقیاس است یعنی زمانی قابل اعمال است که بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل نمایند (قسمت مسطح منحنی هزینه متوسط بلندمدت) و با این فرض، کارایی فنی خالص را ارائه می‌دهد که کارایی ناشی از مدیریت (ناشی از سخت‌کوشی، تلاش و حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید) و کارایی ناشی از صرفه‌جویی مقیاس یک بنگاه را در برمی‌گیرد (Emami meibodi et al., 2017) و سعی دارد با انتخاب وزن‌های بهینه برای متغیرهای ورودی و خروجی واحد تحت بررسی، کمبود کارایی این واحد (واحد صفر) را به گونه‌ای بیشتر کند که کارایی سایر واحدها، از حد بالای یک تجاوز نکند. این الگو در دو ماهیت ورودی و خروجی محور و در سه شکل کسری، ضربی و پوششی مطرح شده است مدل CCR به صورت زیر به دست می‌آید.

مدل ورودی محور:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \\ & \text{S. t. } \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1, \\ & U_r, V_i > 0, \quad \forall r=1, 2, \dots, s, \quad i=1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (2)$$

مدل خروجی محور:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \\ & \text{S. t. } \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0, \quad j=1, 2, \dots, n \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1, \\ & U_r, V_i > 0, \quad \forall r=1, 2, \dots, s, \quad i=1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (3)$$

که در آن X نشان‌دهنده نهاده‌ها و Y نمایشگر ستانده‌ها، اندیس‌های i، j، r به ترتیب نمایشگر نهاده، بنگاه و ستانده می‌باشند، همچنین u و v به ترتیب نشان‌دهنده وزن نهاده‌ها و ستاده‌ها هستند (Mishra, 2019).

• الگوی BCC

مسائل متفاوتی از قبیل اثرات رقابتی، محدودیت‌ها و غیره موجب می‌شوند بنگاه در مقیاس بهینه عمل ننماید. استفاده از فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، زمانی که تمام بنگاه‌ها در مقیاس بهینه فعالیت نمی‌نمایند، مقادیر محاسبه‌شده برای کارایی فنی (با دربرداشتن کارایی مقیاس) تحلیل را دچار اختلال خواهد کرد. لذا بانکر، چارنس و کوپر^۶ (۱۹۸۴) مدل CCR را به گونه‌ای بسط دادند که بازده متغیر نسبت به مقیاس را دربر گیرد. استفاده از بازده متغیر نسبت به مقیاس موجب می‌شود با محاسبه کارایی فنی برحسب مقادیر ناشی از مقیاس و ناشی از مدیریت، تحلیل بسیار دقیقی ارائه گردد (Emami meibodi et al., 2017). در مدل BCC فرض بر بازدهی متغیر نسبت به مقیاس است. برای ساخت مدل‌های ورودی محور و خروجی محور در مدل اصلی BCC از همان مبانی مدل CCR استفاده می‌شود در مدل ورودی محور با کاهش میزان نهاده‌ها میزان کارایی افزایش می‌یابد ولی در مدل خروجی محور با افزایش ستانده‌ها میزان کارایی افزایش می‌یابد (Ardabili Miyanaji & Borimnezhad, 2017). مدل BCC به صورت زیر به دست می‌آید (Mishra, 2019):

مدل ورودی محور:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} + c_k \\ & \text{S.t. } \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - c_k \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1, \\ & U_r, V_i > 0, \quad \forall r=1,2,\dots,s, \quad i=1,2,\dots,m \end{aligned} \quad (4)$$

⁶ Banker, Charnes & Cooper

مدل خروجی محور:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + c_k \quad (5)$$

$$\text{S.t. } \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + c_k - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1,$$

$$U_r \cdot V_i > 0, \quad \forall r=1,2,\dots,s \quad i=1,2,\dots,m$$

که در آن X نشان‌دهنده نهاده‌ها و Y نمایشگر ستانده‌ها، اندیس‌های i ، j و r به ترتیب نمایشگر نهاده، بنگاه و ستانده می‌باشند، همچنین u و v به ترتیب نشان‌دهنده وزن نهاده‌ها و ستاده‌ها هستند. C_k متغیر آزاد است که علامت آن نشانگر نوع بازده به مقیاس است^۷ (Mishra, 2019).

• قیمت‌گذاری رمزی

در سال ۱۹۲۷ اولین راه‌حل ریاضی رسمی در زمینه قیمت‌گذاری بهینه، در شرایطی که روش قیمت‌گذاری هزینه نهایی، بازدهی کافی را فراهم نکرده، توسط فرانک رمزی^۸ مطرح شده است (Baumol & Bradford, 1970; Laffont & Tirole, 2000). رمزی تئوری خود را در زمینه مالیات گسترش داد سپس بویتهو^۹ (۱۹۵۹) از این تئوری در ساختار انحصار طبیعی استفاده نمود و از این طریق به شهرت یافتن این روش کمک شایانی کرد (Laffont & Tirole, 2000). بر اساس گفته بامول و بردفورد (۱۹۷۰)، قاعده اصلی الگوی قیمت‌گذاری رمزی مورد استفاده توسط انحصارگران چندمحصولی، حداکثر کردن رفاه اجتماعی تحت محدودیت سود است (Wilson, 1993).

^۷ برای مطالعه بیشتر به دی‌ملو و همکاران (۲۰۱۳) مراجعه شود.

^۸ Frank Ramsey

^۹ Boiteux

با این اوصاف قیمت‌گذاری رمزی در ادبیات عمومی اقتصاد به‌عنوان قانون عکس‌کشش، شناخته شده است (Shepherd, 1992). به عبارت ساده‌تر قیمت‌گذاری رمزی، شکلی از تبعیض قیمت است که در آن تعرفه‌ها بر اساس توانایی و تمایل پرداخت تنظیم می‌شوند (Asatryan & Barbu, 2009; Hakimov & Mueller, 2014; Martı́n-n). (Cejas, 1997; Morrison, 1982). همچنین در قیمت‌گذاری رمزی، محصول کل، سود بنگاه انحصاری و سود بنگاه‌های چندمحصولی را حداکثر می‌شود (Shepherd, 1992).

آنچه در رابطه با قیمت‌گذاری هزینه نهایی (بهینه اول) مطرح است در مورد قواعد قیمت‌گذاری بهینه دوم و یا قیمت‌گذاری رمزی هم صادق است؛ بنابراین با بازدهی فرایند و نسبت به مقیاس به طرفداری از شرایط لازم برای یک بهینه دوم، شاید هدف کارایی مطلوب را به دست نیاورد؛ به عبارت دیگر اگر صرفه‌های مقیاس یا هزینه‌های ثابت وجود داشته باشد ممکن است نتیجه قیمت‌گذاری بهینه دوم غیر کالا باشد. در صناعی که از بازده صعودی نسبت به مقیاس برخوردار هستند قیمت‌گذاری هزینه نهایی، صنعت (بنگاه) را با کسری و زیان مواجه می‌سازد و قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند یک شیوه قیمت‌گذاری منطقی و مطرح باشد. تنها روشی که با انحصار طبیعی و بنگاه‌های عمومی سازگاری کامل دارد و صنعت را با زیان مواجه نمی‌سازد، قیمت‌گذاری رمزی خواهد بود (Falahi fasih, 2010). به طور خلاصه نظریه بهینه دوم نشان می‌دهد که اگر یک یا چند شرط اولیه برای بهینه پرتو به دلیل مشکلات نهادی در جامعه برقرار شوند، به طور کلی برقراری شرایط پرتو باقی‌مانده نه تنها لازم نیست بلکه مطلوب نیز است (Henderson & Quandt, 1971).

اگر اصل پوشش‌دهی هزینه نیازمند انحراف از قیمت‌گذاری مبتنی بر MC باشد و با توجه به این محدودیت که راهبردهای قیمت‌گذاری غیر خطی موجه نیست، آنگاه راه حل بهینه دوم (تعادل جزئی) قیمت‌های خطی رمزی است. در این مقوله بهینه دوم بدان معنا است که رفاه عمومی، مجموع اضافه رفاه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان را با توجه به قدی سر به سری حداکثر می‌کنند: این معادل حداقل‌سازی زیان خالص در کارایی ناشی از انحراف قیمت‌گذاری MC است. در این مقوله مسئله حداکثر سازی به وسیله این شرط مقید می‌شود که درآمد کل، حداقل هزینه کل را بپوشاند (Mohammadi, 2000).

$$\max_{Q_1 \dots Q_n} \mathcal{L} = \sum_{i=1}^n \int_0^{Q_i} P_i(Q) dQ - C(Q_1, \dots, Q_n) - F + \lambda [\sum_{i=1}^n P_i Q_i - C(Q_1, \dots, Q_n) - F] \quad (6)$$

بر اساس شرط مرتبه اول حداکثرسازی رابطه (۷) بدست می‌آید:

$$i = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial Q_i} = P_i - \frac{\partial C}{\partial Q_i} + \lambda \left(P_i + Q_i \frac{dP_i}{dQ_i} - \frac{\partial C}{\partial Q_i} \right) = 0 \quad (7)$$

$1, 2, \dots, n$

که با حل آن معادله (۸) حاصل می‌گردد:

$$\frac{P_i - \frac{\partial C}{\partial Q_i}}{P_i} = \left(\frac{\lambda}{1+\lambda} \right) \frac{1}{\varepsilon_i} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$\varepsilon_i = \left[\frac{P_i}{x\tau} \right] \left[\frac{\delta x_i}{\delta p_i} \right]$$

کشش قیمتی تقاضا بوده و λ ضریب لاگرانژ متناظر با

محدودیت سر به سری و در این $\frac{\lambda}{1+\lambda}$ عدد رمزی نامیده می‌شود. در صورتی که قید ثابت محدودکننده نباشد (بازدهی ثابت نسبت به مقیاس) صفر است و اگر قید فرق محدودکننده باشد، عدد رمزی نمی‌تواند از یک بیشتر شود (قیمت‌گذاری انحصاری) به طوری که ممکن است هیچ مجموعه قیمت‌های خطی رمزی که سر به سر به بنگاه را بدهد، وجود نداشته باشد (Jabbarpoor, 2013).

از میان مطالعات خارجی ساریکا (۲۰۱۷) در مطالعه خود اقدام به ارزیابی و رتبه‌بندی کارایی ۶۵ نیروگاه حرارتی در کشور ترکیه با استفاده از روش SFA و DEA و مقایسه نتایج حاصل‌شده نسبت به هم کرده است (Sarica, 2017). یانگ و همکاران (۲۰۱۸)، در مطالعه خود بر اساس مدل ابر کارایی SBM، کارایی انرژی ۳۰ استان چین در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ را ارزیابی و راندمان انرژی مناطق مختلف و تفاوت‌های آن‌ها را مورد تجزیه و تحلیل و رتبه‌بندی قرار داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت‌های منطقه‌ای قابل توجهی در کارایی انرژی استان‌ها وجود دارد؛ بنابراین، فرمول‌بندی ذخیره انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای باید به شرح کامل عوامل منطقه‌ای و تعامل بین منطقه‌ای بپردازد و دولت‌ها برای مناطق مختلف، سیاست‌های متفاوت صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار را در نظر بگیرد (Yang, Chen, Zhou, & Ren, 2018). ساغلام (۲۰۱۸)، در مطالعه خود اقدام به مقایسه

کارایی هفت تکنولوژی انرژی تجدید پذیر اولیه تولیدکننده برق با استفاده از چهار روش تحلیل مختلف کارایی مجازی، کارایی، ابر کارایی متقاطع و روش تطبیق با الگو کرده است و نیز اقدام به رتبه‌بندی نیروگاه‌ها نموده است (Saglam, 2018).

زی و همکاران (۲۰۲۱) به تجزیه و تحلیل کارایی زیست محیطی پویا در شرکت‌های تولید برق چین: با استفاده از شاخص مالم کوئست و روش سیستم گشتاورهای تعمیم یافته پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که تغییر در کارایی کلی پویای محیطی شرکت‌های تولید برق چین عمدتاً از اثر جبرانی ناشی می‌شود، درحالی‌که پیشرفت فن‌آوری آن‌طور که انتظار می‌رفت نقش مهمی ایفا نکرده است. نرخ رشد ظرفیت نصب شده، اجرای آزمون‌های تجارت انتشار کربن، نرخ رشد اقتصادی و مالکیت شرکت، همگی بر عملکرد زیست محیطی پویا شرکت‌های تولید برق چین در طول دوره مطالعه تأثیر می‌گذارند (Xie, Chen, Gao, & Zhang, 2021).

شفیعی و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای به ارزیابی کارایی شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران با روش تحلیل پوشش داده‌ها و شبکه عصبی برای ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای ایران طی سال‌های ۱۳۸۹-۹۴ پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که نواحی آذربایجان، اصفهان، تهران، خراسان، خوزستان و کرمان کارا شناخته شده‌اند (Shafiei Nikabadi, Shahrudi, Oveysiomran, & Khosravi, 2018). سجودی و همکاران (۱۳۹۹) در این مطالعه اقدام به رتبه‌بندی کارایی نیروگاه‌های حرارتی ایران در سال ۱۳۹۵ با استفاده از مدل ابر کارایی لین و چن^{۱۰} (۲۰۱۸) و مدل ابر کارایی LJK (۲۰۰۷) پرداخته‌اند. طبق ارزیابی هر دو روش، نیروگاه‌های سیکل ترکیبی از نظر کارایی معمولاً رتبه‌های بهتر و نیروگاه‌های گازی رتبه‌های پایین‌تری را کسب کرده‌اند ولی در تقسیم‌بندی از لحاظ دولتی و خصوصی بین دو روش اتفاق نظر وجود ندارد به عبارت دیگر با استفاده از مدل لین و چن

¹⁰ Lin & Chen

نیروگاه‌های بخش دولتی و با استفاده از مدل LJK نیروگاه‌های بخش خصوصی دارای عملکرد بهتری بوده‌اند (Sojoodi, Dastmalchi, & Neshat, 2020).

۳- روش تحقیق

از آنجاکه هدف این تحقیق، مقایسه کارایی فنی و زیست محیطی در نیروگاه‌های منتخب حرارتی و تعیین قیمت رمزی کشور است، جامعه آماری نیروگاه‌های حرارتی کشور است. البته در این راستا، مهدویت‌هایی مطرح است از جمله آنکه گاه برخی از فعالیت‌های چند نیروگاه در یک شرکت مدیریت تولید انجام می‌شود، یعنی یک شرکت مدیریت تولید عملیاتی نظیر تعمیر و نگهداری چند نیروگاه را به عهده دارد، لذا تفکیک آمار شرکت‌های مدیریت تولید به تفکیک نیروگاه‌ها امکان‌پذیر نبود؛ بنابراین، محدودیت‌هایی در دسترسی به آمار نیروی کار کلیه نیروگاه‌های حرارتی کشور، باعث محدود شدن جامعه آماری گردید. همچنین تعدادی از نیروگاه‌ها به صورت ترکیبی به تولید برق می‌پردازند، یعنی دارای واحد گازی و بخاری و یا واحدهای بخاری و سیکل ترکیبی تاملان بوده‌اند که در مورد این نیروگاه‌ها از آنجاکه نیروی کار به طور هم‌زمان در هر دو واحد فعالیت می‌کنند و امکان تفکیک شاغلین هر واحد مقدور نبود، از بررسی این گونه نیروگاه‌ها نیز چشم‌پوشی گردید. با توجه به محدودیت‌های آماری و نبود برخی از داده‌های مورد نیاز این بررسی، تنها امکان بررسی ۲۰ نیروگاه حرارتی به صورت قطعی وجود داشت؛ بنابراین، جامعه آماری قابل بررسی در این مطالعه شامل نیروگاه‌های شهید محمد منتظری، شهید محمد مفتاح، شازند، ری، بعثت، دماوند، شهید فیروزی (طرشت)، پرند، قم، توس، نیشابور خیام، بیستون، زرنده، چرخه ترکیبی کرمان، چرخه ترکیبی گیلان و خلیج فارس (هرمزگان) است.

برای اندازه‌گیری شاخص‌های لازم در این خصوص، روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک وجود دارند. روش‌های پارامتریک به دنبال تخمین یک تابع بر اساس نهاده‌ها و ستانده‌های مشخص و تعیین شده است. در این روش شکل خاصی برای تابع تولید در نظر گرفته می‌شود و سپس ضرایب مجهول (پارامترها) با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی برآورد می‌شوند. در روش‌های ناپارامتریک عموماً عملکرد یک بنگاه را با بهترین عملکرد

بالفعل بنگاه‌های داخل آن صنعت با استفاده از برنامه‌ریزی خطی ارزیابی می‌نماید. در این روش دو رویکرد نهاده محور و ستانده محور وجود دارد. یکی بر اساس حداقل نهاده‌ها و عوامل تولید و دیگری بر مبنای حداکثر سازی محصول (ستانده) است (Izadi, 2009). در این مطالعه کارایی فنی و زیست کارایی هر یک از نیروگاه‌های حرارتی منتخب با بهره‌گیری از مدل ستانده محور تکنیک ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و با فرض بازده متغیر به مقیاس اندازه‌گیری شده است. این روش تحلیل زمانی کاربرد دارد که بنگاه‌ها برای تولید ستانده خود به بیش از دو عامل تولید نیاز داشته باشند متغیر نهاده‌های این بررسی شامل متغیرهای نیروی کار، ظرفیت نصب‌شده و سوخت مصرفی هستند. نهاده سوخت شامل نفت گاز، نفت کوره و گاز طبیعی است که در این بررسی، همگی برحسب یک واحد یکسان (یک میلیون بشکه معادل نفت خام) راه شده است. نیروی کار برحسب تعداد کارکنان شاغل در نیروگاه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. ظرفیت نصب‌شده نیروگاه (نهاده سرمایه) برحسب مگاوات نشان داده‌شده است. ستانده برق تولیدشده برحسب مگاوات ساعت به‌عنوان کالای مطلوب حاصل از نیروگاه وارد مدل می‌شود. در خصوص ستانده‌های نامطلوب برای اندازه‌گیری زیست کارایی، دی‌اکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد به‌عنوان ستانده نامطلوب برحسب تن وارد مدل گردیدند.

۴- بررسی کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب حرارتی کشور

کارایی فنی: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۸۹ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۸۳/۹ و ۹۴/۵ درصد بوده است. یعنی با ۵/۷ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۱۶/۱ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه بر قرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۶ نیروگاه شهید محمد منتظری، بیستون، شازند، شیراز و سیکل ترکیبی گیلان و سیکل ترکیبی کرمان با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۳۷۹٪ و ۴۶۰٪ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند.

۱۴ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۷ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زرنده، رامین، ارومیه، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی دماوند دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، زرنده، ارومیه، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی نیشابور دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند؛ اما نیروگاه‌های رامین و سیکل ترکیبی دماوند دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس (drs) است یعنی با کاهش سطح فعالیت خود می‌تواند به مقیاس بهینه دست یابد.

ناکارایی فنی ۷ نیروگاه بعثت، توس، تبریز، شهید مفتح همدان، ایرانشهر، مشهد و ری ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. بعثت، تبریز، شهید مفتح همدان، ایرانشهر، مشهد، ری و ارومیه دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه توس دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست کارایی: زیست کارایی نیروگاه‌های حرارتی در سال ۱۳۸۹ نشان می‌دهد که میانگین زیست کارایی و کارایی مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۸۳/۹ و ۹۱/۷ درصد بوده است. یعنی با ۸/۹ درصد اعمال مدیریت، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۱۶/۳ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابد.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۷ نیروگاه زرنده، شهید محمد منتظری، بیستون، ایرانشهر، شازند، شیراز و مشهد با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۴۹۳/۰ و ۶۰۰/۰ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۳ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۳ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، ارومیه و سیکل ترکیبی کرمان کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. تمام این نیروگاه‌ها دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خود هستند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند. ناکارایی زیستی^{۱۰} نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، شهید مفتاح همدان، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی دماوند ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از سویی شیوه‌های خاص مدیریتی را جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ نمایند. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بعثت، شهید مفتاح همدان، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی دماوند دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط

دهند. در مقابل نیروگاه‌های رامین، توس و تبریز دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول ۱. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۸۹
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 1. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2010

Source: Research Findings

زیست کارایی			فنی			نام نیروگاه
بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۷۴	Irs	۱/۰۰۰	۰/۶۰۵	شهید فیروزی (طرشت)
Irs	۰/۷۶۸	۰/۷۱۷	Irs	۰/۸۴۰	۰/۷۹۱	بعثت
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۷۴۱	زرند
Drs	۰/۸۶۵	۰/۸۵۱	Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۱۳	رامین
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شهید محمد منتظری
Drs	۰/۷۴۵	۰/۷۳۴	Drs	۰/۹۱۸	۰/۹۱۳	توس
Drs	۰/۷۵۷	۰/۷۳۷	Irs	۰/۸۶۳	۰/۸۶۶	تبریز
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰	بیستون
Irs	۰/۹۱۳	۰/۹۰۴	Irs	۰/۸۷۷	۰/۸۷۳	شهید مفتاح همدان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۸۵۳	۰/۸۰۰	ایران‌شهر
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شازند
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شیراز
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۹۱۹	۰/۶۰۴	مشهد
Irs	۰/۷۱۵	۰/۴۹۲	Irs	۰/۶۲۶	۰/۳۷۹	ری
Irs	۱/۰۰۰	۰/۶۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۶۰	ارومیه
Irs	۰/۸۲۵	۰/۷۷۵	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	۰/۹۶۹	۰/۷۱۶	Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۸۶	سیکل ترکیبی قم

Irs	۰/۹۹۷	۰/۸۲۹	Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۸۶	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۷۶	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی کرمان
Irs	۰/۷۸۲	۰/۷۹۶	Drs	۱/۰۰۰	۰/۸۵۲	سیکل ترکیبی دماوند
-	۹۱۷۰	۰/۸۲۹	-	۰/۹۴۵	۰/۸۳۹	میانگین

کارایی فنی ۱۳۹۰: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۷۹/۱ و ۸۴/۹ درصد بوده است. یعنی با ۱۴/۹ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۲۰/۱ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۷ نیروگاه بیستون، شازند، شیراز، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۱/۸۶ و ۳۳۹/۰ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. ۱۴ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۶ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زرنده، شهید محمد منتظری، شهید محمد مفتاح، ارومیه و سیکل ترکیبی دماوند دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، زرنده، شهید محمد مفتاح و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت

گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند؛ اما نیروگاه‌های شهید محمد منتظری، دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس (drs) است یعنی با کاهش سطح فعالیت خود می‌تواند به مقیاس بهینه دست یابد و سیکل ترکیبی دماوند دارای بازده ثابت نسبت به مقیاس است.

ناکارایی فنی ۸ نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، مشهد و ری ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بعثت، تبریز، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، مشهد، ری و ارومیه دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه رامین، شهید محمد منتظری و توس دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست کارایی ۱۳۹۰: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب $82/2$ و 92 درصد بوده است. یعنی با 8 درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به طور متوسط $17/8$ درصد تولید را افزایش داد. به طوری که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، ۸ نیروگاه زند، شهید محمد منتظری، بیستون، ایرانشهر، شازند، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به



ترتیب با ۲۲۶/۰ و ۲۷۲/۰ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۲ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۴ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، ارومیه، سیکل ترکیبی قم و سیکل دماوند نیشابور دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، ارومیه، سیکل ترکیبی قم دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند؛ اما نیروگاه سیکل ترکیبی دماوند دارای بازده ثابت نسبت به مقیاس (drs) است.

زیست ناکارایی ۸ نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، شهید محمد مفتاح، شیراز، مشهد و ری ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. بعثت، مشهد و ری دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های رامین، توس، تبریز و شهید محمد مفتاح دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول ۲. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۰
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 2. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2011

Source: Research Findings

زیست کارایی			فنی			نام نیروگاه
بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۸۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۵۹۲	شهید فیروزی (طراشت)
Irs	۰/۷۴۸	۰/۷۳۲	Irs	۰/۸۵۵	۰/۸۳۰	بعثت
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۷۸۷	زرنده
Drs	۰/۹۹۹	۰/۹۱۰	Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۸۴	رامین
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۹۶	شهید محمد منتظری
Drs	۰/۷۸۴	۰/۷۴۶	Drs	۰/۹۰۴	۰/۹۰۱	توس
Drs	۰/۷۴۴	۰/۷۲۹	Irs	۰/۲۳۷	۰/۰۶۸	تبریز
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	بیستون
Drs	۰/۸۳۳	۰/۸۲۸	Irs	۱/۰۰۰	۰/۶۱۸	شهید مفتاح همدان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۳۲۵	۰/۰۵	ایران‌شهر
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شازند
-	۰/۹۸۴	۰/۹۸۴	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شیراز
Irs	۰/۹۲۷	۰/۷۲۲	Irs	۰/۶۶۶	۰/۲۶	مشهد
Irs	۰/۳۷۴	۰/۲۲۶	Irs	۰/۳۶۴	۰/۱۸۶	ری
Irs	۱/۰۰۰	۰/۲۷۲	Irs	۱/۰۰۰	۰/۲۲۹	ارومیه
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۳۶	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی قم
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی نیشابور

سیکل ترکیبی کرمان	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Drs
سیکل ترکیبی دماوند	۰/۸۶۳	۰/۸۷۹	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
میانگین	۰/۷۱۹	۰/۸۲۲	-	۰/۸۴۹	۰/۹۲۰	-

کارایی فنی ۱۳۹۱: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۹۱ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۷۹/۶ و ۸۸/۶ درصد بوده است. یعنی با ۱۱/۴ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۲۰/۴ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه بر برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، ۵ نیروگاه شهید محمد منتظری، شیراز، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۲/۰۵ و ۳/۰۱ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. ۱۵ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۵ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زرنده، رامین، ارومیه و سیکل ترکیبی گیلان دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، زرنده، ارومیه و سیکل ترکیبی گیلان دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند؛ اما نیروگاه رامین

دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس (drs) است یعنی با کاهش سطح فعالیت خود می‌تواند به مقیاس بهینه دست یابد.

ناکارایی فنی ۱۰ نیروگاه بعثت، توس، تبریز، بیستون، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، شازند، مشهد، ری و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بعثت، توس، تبریز، بیستون، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، شازند، مشهد، ری و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند.

زیست کارایی ۱۳۹۱: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال ۱۳۹۱ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۷۹/۹ و ۸۸/۹ درصد بوده است. یعنی با ۱۱/۲ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۲۰/۲ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۵ نیروگاه زرنده، شهید محمد منتظری، ایرانشهر، شیراز و سیکل ترکیبی نیشابور با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۳۱۱/۰ و ۳۴۵/۰ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۵ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند: ۴ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، ارومیه، سیکل ترکیبی گیلان و سیکل ترکیبی دماوند دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی

نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت) و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند؛ اما نیروگاه سیکل ترکیبی دماوند و سیکل ترکیبی دماوند دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس (drs) هستند.

زیست ناکارایی ۸ نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، بیستون، شهید محمد مفتح، شازند، مشهد، ری، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. بعثت، رامین، تبریز، شهید مفتح همدان، شازند و ری دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های توس، بیستون، مشهد، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول ۳. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 3. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2012

Source: Research Findings

زیست کارایی			فنی			نام نیروگاه
بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	۱/۰۰۰	۵۳۹۰/	Irs	۱/۰۰۰	۶۱۳/۰	شهید فیروزی (طرشت)
Irs	۸۵۷/۰	۸۴۴/۰	Irs	۹۰۵/۰	۸۸۴/۰	بعثت

-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۸۸۱	زرند
Irs	۰/۸۹۳	۰/۸۸۳	Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۹۹	رامین
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شهید محمد منتظری
Drs	۰/۹۰۳	۰/۸۹۶	Irs	۰/۹۳۶	۰/۹۲۹	توس
Irs	۰/۶۳۸	۰/۶۳۵	Irs	۰/۷۱۱	۰/۷۰۶	تبریز
Drs	۰/۹۳۴	۰/۹۲۹	Irs	۰/۹۳۳	۰/۹۲۷	بیستون
Irs	۰/۶۹۹	۰/۶۹۹	Irs	۰/۵۳۷	۰/۵۳۴	شهید مفتاح همدان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۷۸۱	۰/۷۵۹	ایران‌شهر
Irs	۰/۷۷۰	۰/۷۱۲	Irs -	۰/۹۱۰	۰/۹۰۲	شازند
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شیراز
Drs	۰/۸۶۱	۰/۸۴۶	Irs	۰/۵۱۳	۰/۳۴۳	مشهد
Irs	۰/۵۸۹	۰/۳۱۱	Irs	۰/۵۴۲	۰/۲۰۵	ری
Irs	۱/۰۰۰	۰/۳۴۵	Irs	۱/۰۰۰	۰/۳۰۱	ارومیه
Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۰۹	Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۸۷	سیکل ترکیبی گیلان
Drs	۰/۹۱۷	۰/۹۱۵	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی قم
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	۰/۷۰۹	۰/۶۶۸	Irs	۰/۹۴۶	۰/۹۴۶	سیکل ترکیبی کرمان
Drs	۱/۰۰۰	۰/۸۴۸	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی دماوند
-	۰/۸۸۹	۰/۷۹۹	-	۰/۸۸۶	۰/۷۹۶	میانگین

کارایی فنی ۱۳۹۲: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۹۲ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۸۲/۵ و ۹۰/۴ درصد بوده است. یعنی با ۹/۶ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)،

امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردید. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۱۷/۵ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه بر قرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۵ نیروگاه شهید محمد منتظری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۴۶۷/۰ و ۴۵۶/۰ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. ۱۵ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۳ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زرنده و ارومیه دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان این دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (IRS) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

ناکارایی فنی ۱۲ نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، شهید مفتاح همدان، بیستون، ایرانشهر، شازند، مشهد، ری و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سوی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بعثت، توس، تبریز، شهید مفتاح همدان، بیستون، ایرانشهر، شازند، مشهد و ری دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های رامین، شازند و سیکل ترکیبی دماوند دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست کارایی ۱۳۹۲: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال ۱۳۹۲ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۸۲/۲ و ۸۹/۷ درصد بوده است. یعنی با ۱۱/۳ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به طور متوسط ۲۰/۲ درصد تولید را افزایش داد. به طوری که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، ۵ نیروگاه زرنند، شهید محمد منتظری، توس، بیستون، ایرانشهر و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۵۳۸/۰ و ۶۸۲/۰ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۵ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند: ۳ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، ارومیه و سیکل ترکیبی نیشابور دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، ارومیه و سیکل ترکیبی نیشابور دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

زیست ناکارایی ۱۲ نیروگاه بعثت، رامین، تبریز، شهید محمد مفتاح، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های رامین، شازند،



شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های بعث، تبریز و شهید محمد مفتاح دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول ۴. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۲
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 4. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2013

Source: Research Findings

نام نیروگاه	فنی			زیست کارایی		
	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	بازده نسبت به مقیاس
شهید فیروزی (طرشت)	۰/۵۹۲	۱/۰۰۰	Irs	۰/۵۴۷	۱/۰۰۰	Irs
بعثت	۰/۷۲۰	۰/۷۵۰	Irs	۰/۷۵۱	۰/۷۵۳	Drs
زرند	۰/۸۷۴	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
رامین	۰/۸۵۸	۰/۹۱۵	Drs	۰/۸۴۷	۰/۸۶۴	Irs
شهید محمد منتظری	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
توس	۰/۹۷۴	۰/۹۸۱	Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
تبریز	۰/۹۲۷	۰/۹۳۰	Irs	۰/۹۱۳	۰/۹۲۷	Drs
بیستون	۰/۸۵۷	۰/۸۶۰	Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-
شهید مفتاح همدان	۰/۷۶۱	۰/۷۶۸	Irs	۰/۸۵۶	۰/۸۶۰	Drs
ایرانشهر	۰/۷۸۲	۰/۸۱۰	Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs
شازند	۰/۹۳۵	۰/۹۸۴	Drs	۰/۷۲۵	۰/۷۸۱	Irs
شیراز	۰/۶۲۶	۰/۹۱۹	Irs	۰/۶۹۹	۰/۹۸۴	Irs
مشهد	۰/۷۰۷	۰/۷۴۶	Irs	۰/۶۴۶	۰/۶۵۵	Irs

Irs	۰/۵۷۱	۰/۵۳۸	Irs	۰/۴۸۵	۰/۴۶۷	ري
Irs	۱/۰۰۰	۰/۶۸۲	Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۵۶	ارومیه
Irs	۰/۷۲۲	۰/۶۷۱	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	۰/۹۱۶	۰/۷۷۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی قم
Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۲۳	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	۰/۹۱۲	۰/۸۸۱	Drs	۰/۹۷۲	۰/۹۶۰	سیکل ترکیبی کرمان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی دماوند
-	۰/۸۹۷	۰/۸۲۲	-	۰/۹۰۴	۰/۸۲۵	میانگین

کارایی فنی ۱۳۹۳: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۷۷/۱ و ۸۴/۰ درصد بوده است. یعنی با ۱۶ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۲۸/۹ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه بر قرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، ۳ نیروگاه سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۳۵۵/۰ و ۳۴۰/۰ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. ۱۷ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:



۴ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زرند، رامین و ارومیه دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان این نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، زرند و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند و در مقابل نیروگاه رامین دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس (drs) است یعنی با کاهش سطح فعالیت خود می‌تواند به مقیاس بهینه دست یابد.

ناکارایی فنی ۱۳ نیروگاه بعثت، شهید محمد منتظری، توس، تبریز، شهید مفتح همدان، بیستون، ایرانشهر، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بعثت، شهید محمد منتظری، توس، تبریز، شهید مفتح همدان، بیستون، ایرانشهر، شیراز، مشهد، ری و سیکل ترکیبی نیشابور دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های شازند و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست کارایی ۱۳۹۳: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در

تعیین زیست کارایی در سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب $۸۳/۸$ و $۹۰/۳$ درصد بوده است. یعنی با $۹/۷$ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط $۲۲/۸$ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند. در میان

نیروگاه‌های موردبررسی، ۷ نیروگاه زرند، رامین، توس، تبریز، بیستون، ابرانشهر و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با $۵۵۶/۰$ و $۵۱۸/۰$ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۳ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۲ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت) و ارومیه دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت) و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

زیست ناکارایی ۱۱ نیروگاه بعثت، شهید محمد منتظری، شهید محمد مفتاح، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های شهید محمد مفتاح، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های بعثت، شهید محمد منتظری و شیراز دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.



جدول ۵. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۳
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 5. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2014

Source: Research Findings

زیست کارایی			فنی			نام نیروگاه
بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	۱/۰۰۰	۰/۶۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۷۳۴	شهید فیروزی (طرشت)
Drs	۰/۹۶۳	۰/۶۹۱	Irs	۰/۷۳۲	۰/۷۲۹۰	بعثت
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۸۵	زرند
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۱۷	رامین
Drs	۰/۹۳۱	۰/۷۶۷	-	۰/۱۷۲	۰/۱۷۱	شهید محمد منتظری
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۰/۹۸۵	۰/۹۸۵	توس
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۰/۸۲۱	۰/۸۲۱	تبریز
Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۰/۸۷۴	۰/۸۷۴	بیستون
-	۰/۹۴۹	۰/۹۳۴	Irs	۰/۶۳۰	۰/۶۰۰	شهید مفتح همدان
Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۷۴۷	۰/۷۴۴	ایران‌شهر
Irs	۰/۷۴۳	۰/۷۲۰	Drs	۰/۸۳۸	۰/۸۳۳	شازند
Drs	۰/۹۰۲	۰/۷۳۸	Irs	۰/۹۰۸	۰/۸۰۰	شیراز
Irs	۰/۷۳۷	۰/۷۲۷	Irs	۰/۷۴۲	۰/۷۳۸	مشهد
Irs	۰/۵۹۵	۰/۵۵۶	Irs	۰/۴۹۳	۰/۳۵۵	ری
Irs	۱/۰۰۰	۰/۵۱۸	Irs	۱/۰۰۰	۰/۳۴۰	ارومیه
Irs	۰/۹۲۱	۰/۸۸۳	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	۰/۹۸۵	۰/۹۵۶	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی قم
Irs	۰/۹۵۸	۰/۹۳۲	Irs	۰/۹۹۷	۰/۹۶۵	سیکل ترکیبی نیشابور

Irs	۰/۷۵۳	۰/۷۴۹	Drs	۰/۸۷۱	۰/۸۲۴	سیکل ترکیبی کرمان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی دماوند
-	۰/۹۰۳	۰/۸۳۸	-	۰/۸۴۰	۰/۷۷۱	میانگین

کارایی فنی ۱۳۹۴: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۷۷/۶ و ۸۷/۷ درصد بوده است. یعنی با ۱۳/۳ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردید. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۳۲/۴ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، ۴ نیروگاه شهید محمد منتظری، سیکل ترکیبی گیلان و سیکل ترکیبی نیشابور، سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۲۱۰/۰ و ۳۷۵/۰ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. ۱۶ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند: ۴ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زرنده، ارومیه و سیکل ترکیبی قم دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان همه این نیروگاه‌ها دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

ناکارایی فنی ۱۲ نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، بیستون، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، شازند، شیراز، مشهد، ری و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بعثت، توس، تبریز، بیستون، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، شازند، شیراز، مشهد، ری و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه رامین دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست کارایی ۱۳۹۴: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال ۱۳۹۴ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب $77/3$ و $89/5$ درصد بوده است. یعنی با $10/5$ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط $22/7$ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۶ نیروگاه زرنده، رامین، توس، شهید محمد مفتاح، سیکل ترکیبی گیلان و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ارومیه و ری به ترتیب با $314/0$ و $381/0$ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۴ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند: ۵ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، رامین، شهید محمد منتظری، تبریز و ارومیه دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه

ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، تبریز و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند. در مقابل نیروگاه‌های رامین و شهید محمد منتظری دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند

زیست ناکارایی ۱۱ نیروگاه بعثت، بیستون، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به صورت توان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی نیشابور دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های بعثت، مشهد و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول ۶. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 6. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2015

Source: Research Findings

زیست کارایی			فنی			نام نیروگاه
بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۸۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۴۶	شهید فیروزی (طرشت)



Drs	۰/۷۳۴	۰/۷۰۶	Irs	۰/۸۶۵	۰/۸۳۳	بعثت
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۷۸۲	زرنده
Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۵۲	Drs	۰/۹۰۲	۰/۹۰۱	رامین
Drs	۱/۰۰۰	۰/۸۲۵	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شهید محمد منتظری
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۹۲۶	۰/۹۱۸	توس
Irs	۱/۰۰۰	۰/۷۴۲	Irs	۰/۵۹۳	۰/۵۹۰	تبریز
-	۰/۷۳۹	۰/۷۱۵	Irs	۰/۹۲۴	۰/۹۰۲	بیستون
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۷۲۰	۰/۶۲۰	شهید مفتاح همدان
Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۷۳۳	۰/۷۲۱	ایران‌شهر
Irs	۰/۶۸۴	۰/۶۸۱	Drs	۰/۸۳۳	۰/۸۳۲	شازند
Irs	۰/۹۶۹	۰/۵۱۹	Irs	۰/۹۳۷	۰/۳۹۹	شیراز
Drs	۰/۶۶۴	۰/۵۷۶	Irs	۰/۷۵۰	۰/۷۳۴	مشهد
Irs	۰/۴۸۶	۰/۳۸۱	Irs	۰/۴۷۹	۰/۲۱۰	ری
Irs	۱/۰۰۰	۰/۳۱۴	Irs	۱/۰۰۰	۰/۲۷۵	ارومیه
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	۰/۸۶۰	۰/۸۲۵	Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۹۴	سیکل ترکیبی قم
Irs	۰/۹۴۹	۰/۹۳۲	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی نیشابور
Drs	۰/۸۱۲	۰/۸۱۱	Irs	۰/۸۷۲	۰/۸۷۱	سیکل ترکیبی کرمان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی دماوند
-	۰/۸۹۵	۰/۷۷۳	-	۸۷/۷	۷۷/۶	میانگین

کارایی فنی ۱۳۹۵: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب $83/7$ و $91/3$ درصد بوده است. یعنی با $8/7$ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به طور متوسط $16/3$ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۵ نیروگاه بعثت، توس، بیستون، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ارومیه و ری به ترتیب با $407/0$ و $421/0$ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. ۱۵ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۴ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زرنده، شهید محمد منتظری، ارومیه و سیکل ترکیبی کرمان دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، زرنده و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند. در مقابل نیروگاه رامین دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس (drs) است یعنی با کاهش سطح فعالیت خود می‌تواند به مقیاس بهینه دست یابد.

ناکارایی فنی ۱۱ نیروگاه رامین، تبریز، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان و سیکل ترکیبی نیشابور ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از

نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های تبریز، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، شیراز، مشهد و سیکل ترکیبی نیشابور دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه رامین، شازند و سیکل ترکیبی گیلان دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست کارایی ۱۳۹۵: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۷۱/۰ و ۸۵/۱ درصد بوده است. یعنی با ۱۴/۹ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۲۳/۰ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۴ نیروگاه زرنده، توس، شهید محمد مفتاح و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با ۳۵۱/۰ و ۴۷۴/۰ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۶ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند: ۵ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، شهید محمد منتظری، تبریز، ایرانشهر و ارومیه دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت) و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند. در مقابل نیروگاه‌های شهید محمد منتظری، تبریز و ایرانشهر دارای بازده کاهنده

نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند

زیست ناکارایی ۱۱ نیروگاه بعثت، رامین، بیستون، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بیستون، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی نیشابور دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های بعثت، رامین و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول ۷. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۵
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 7. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2016

Source: Research Findings

زیست کارایی			فنی			نام نیروگاه
بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	۱/۰۰۰	۴۸۰/	Irs	۱/۰۰۰	۶۹۴/۰	شهید فیروزی (طرشت)
Drs	۸۱۸/۰	۷۵۶/۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	بعثت
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۸۳۰/۰	زرند
Drs	۹۲۹/۰	۶۶۶/۰	Drs	۹۳۰/۰	۸۴۵/۰	رامین



Drs	۱/۰۰۰	۰/۶۵۲	Drs	۱/۰۰۰	۰/۸۹۴	شهید محمد منتظری
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	توس
Drs	۱/۰۰۰	۰/۶۳۷	Irs	۰/۶۵۲	۰/۶۵۰	تبریز
Irs	۰/۵۹۲	۰/۵۶۵	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	بیستون
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۹۰۶	۰/۸۹۵	شهید مفتح همدان
Drs	۱/۰۰۰	۰/۷۹۵	Irs	۰/۸۳۲	۰/۸۱۳	ایران شهر
Irs	۰/۵۹۴	۰/۵۹۰	Drs	۰/۸۵۱	۰/۸۲۵	شازند
Irs	۰/۸۸۱	۰/۵۹۰	Irs	۰/۹۰۵	۰/۶۹۶	شیراز
Irs	۰/۵۷۲	۰/۵۶۲	Irs	۰/۶۹۶	۰/۶۵۰	مشهد
Irs	۰/۴۳۹	۰/۳۵۱	Irs	۰/۵۴۱	۰/۴۲۱	ری
Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۷۴	Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۰۷	ارومیه
Irs	۰/۷۲۷	۰/۷۲۳	Drs	۰/۹۶۴	۰/۹۵۶	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	۰/۷۹۲	۰/۷۵۷	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی قم
Irs	۰/۸۷۸	۰/۸۳۲	Irs	۰/۹۸۹	۰/۹۷۷	سیکل ترکیبی نیشابور
Drs	۰/۸۰۳	۰/۷۶۳	Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۹۱	سیکل ترکیبی کرمان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی دماوند
Irs	۰/۸۵۱	۰/۷۱۰	-	۰/۹۱۳	۰/۸۲۷	میانگین

کارایی فنی ۱۳۹۶: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۹۶ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۸۵/۴ و ۹۳/۲ درصد بوده است. یعنی با ۶/۸ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)،

امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردید. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۱۶/۶ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه بر قرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، ۵ نیروگاه شهید محمد منتظری، بیستون، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ارومیه و ری به ترتیب با ۴۶۱/۰ و ۵۰۹/۰ کارایی واحد کمترین میزان کارایی فنی بودند.

۱۵ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند: ۷ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، بعثت، زرن، شهید محمد مفتاح، شیراز، ارومیه و سیکل ترکیبی کرمان دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت)، بعثت، زرن، شهید محمد مفتاح، شیراز و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند. در مقابل نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده نزولی نسبت به مقیاس (drs) است یعنی با کاهش سطح فعالیت خود می‌تواند به مقیاس بهینه دست یابد. ناکارایی فنی ۸ نیروگاه رامین، توس، تبریز، ایرانشهر، شازند، مشهد، ری و سیکل ترکیبی نیشابور ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های توس، تبریز، ایرانشهر، شازند، مشهد، ری و سیکل ترکیبی نیشابور دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل

نیروگاه رامین دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس است و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهد.

زیست کارایی ۱۳۹۶: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال ۱۳۹۶ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب $7/77$ و $9/86$ درصد بوده است. یعنی با $1/13$ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط $3/22$ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند. در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۴ نیروگاه زرنند، توس، شهید محمد مفتاح و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست یافته‌اند. نیروگاه‌های ارومیه و رس به ترتیب با $37/0\%$ و $55/0\%$ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۶ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۴ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، شهید محمد منتظری، تبریز و ارومیه دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت) و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (IRS) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند. در مقابل نیروگاه‌های شهید محمد منتظری و تبریز دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست ناکارایی ۱۲ نیروگاه بیستون، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی

و مقیاس به صورت توأمان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بیستون، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های بعثت، رامین و ایرانشهر دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول ۸. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 8. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2017

Source: Research Findings

زیست کارایی			فنی			نام نیروگاه
بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	۱/۰۰۰	۰/۶۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۵۶۶	شهید فیروزی (طرشت)
Drs	۰/۸۸۲	۰/۸۶۴	Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۴۰	بعثت
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۸۰۹	زرند
Drs	۰/۸۸۴	۰/۷۴۲	Drs	۰/۹۰۳	۰/۸۷۲	رامین
Drs	۱/۰۰۰	۰/۸۱۳	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شهید محمد منتظری
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۹۴۲	۰/۹۳۵	توس
Drs	۱/۰۰۰	۰/۶۵۳	Irs	۰/۸۰۶	۰/۸۰۴	تبریز
Irs	۰/۷۶۰	۰/۷۳۶	Irs	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	بیستون



-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۱/۰۰۰	۰/۹۹۹	شهید مفتاح همدان
Drs	۰/۴۸۳	۰/۴۹۶	Irs	۰/۷۹۹	۰/۷۵۱	ایران‌شهر
Irs	۰/۷۵۷	۰/۷۵۳	Irs	۰/۹۴۲	۰/۹۳۸	شازند
-	۰/۹۸۴	۰/۹۸۴	Irs	۱/۰۰۰	۰/۸۵۸	شیراز
Drs	۰/۶۳۰	۰/۶۱۲	Irs	۰/۷۸۱	۰/۷۱۰	مشهد
Irs	۰/۹۰۷	۰/۵۵۰	Irs	۰/۵۳۲	۰/۵۰۹	ری
Irs	۱/۰۰۰	۰/۳۷۱	Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۶۱	ارومیه
Irs	۰/۸۵۴	۰/۸۳۷	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	۰/۸۳۵	۰/۷۸۳	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی قم
Irs	۰/۸۶۹	۰/۸۳۵	Irs	۰/۹۴۱	۰/۹۳۷	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	۰/۸۲۵	۰/۸۲۱	Drs	۱/۰۰۰	۰/۹۹۲	سیکل ترکیبی کرمان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی دماوند
-	۰/۸۶۹	۰/۷۷۱	-	۰/۹۳۲	۰/۸۵۴	میانگین

کارایی فنی ۱۳۹۷: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال ۱۳۹۶ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۸۷/۸ و ۹۴/۴ درصد بوده است. یعنی با ۵/۶ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۱۲/۲ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های موردبررسی، ۷ نیروگاه زرنده، شهید محمد منتظری، بیستون، شهید محمد مفتاح، شیراز، ری و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین کارایی فنی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ارومیه و شهید فیروزی (طرشت) به ترتیب با ۰/۴۴۷ و ۰/۴۵۳ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. ۱۳ نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۲ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت) و ارومیه و سیکل ترکیبی کرمان دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. در این میان، این نیروگاه‌ها دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجیه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

ناکارایی فنی ۱۱ نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، ایرانشهر، شازند، مشهد، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بعثت، رامین، توس، تبریز، ایرانشهر، شازند، مشهد، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم و سیکل ترکیبی نیشابور دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس است و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهد.

زیست کارایی ۱۳۹۶: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال ۱۳۹۶ نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب ۷۷/۷ و ۸۶/۹ درصد بوده است. یعنی با ۱۳/۱ درصد اعمال مدیریت (سخت‌کوشی، تلاش، حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید)، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردد. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۲۲/۳ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، ۴ نیروگاه زرنده، توس، شهید محمد مفتاح و سیکل ترکیبی دماوند با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. به عبارتی این نیروگاه‌ها با به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست یافته‌اند. نیروگاه‌های ارومیه و رس به ترتیب با ۳۷۱/۰٪ و ۵۵/۰٪ کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. ۱۶ نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

۴ نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، شهید محمد منتظری، تبریز و ارومیه دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بنابراین ناکارایی این نیروگاه‌ها ناشی از ناکارایی مدیریتی نبوده بلکه ناشی از ناکارایی مقیاس هستند. نیروگاه‌های شهید فیروزی (طرشت) و ارومیه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس (irs) هستند یعنی این نیروگاه‌ها دارای توجه اقتصادی جهت گسترش فعالیت‌های اقتصادی خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند. در مقابل نیروگاه‌های شهید محمد منتظری و تبریز دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست ناکارایی ۱۲ نیروگاه بیستون، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید دودسته عملیات صورت گیرد. از سویی باید شیوه‌های خاص مدیریتی جهت حداکثر کردن تولید با استفاده

از نهاده‌های موجود اتخاذ گردد. از سویی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهنده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. نیروگاه‌های بیستون، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور و سیکل ترکیبی کرمان دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید فعالیت‌های خود را بسط دهند. در مقابل نیروگاه‌های بعثت، رامین و ایرانشهر دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول ۹. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال ۱۳۹۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 9. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2018

Source: Research Findings

زیست کارایی			فنی			نام نیروگاه
بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	۱/۰۰۰	۰/۳۴۳	Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۵۳	شهید فیروزی (طرشت)
Irs	۰/۷۱۸	۰/۹۶۱	Irs	۰/۸۷۹	۰/۷۹۱	بعثت
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	زرند
Drs	۰/۸۶۰	۰/۷۶۸	Irs	۰/۸۶۹	۰/۸۶۸	رامین
Drs	۱/۰۰۰	۰/۷۹۴	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شهید محمد منتظری
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	Irs	۰/۹۹۸	۰/۹۹۷	توس
Drs	۱/۰۰۰	۰/۸۴۸	Irs	۰/۸۲۵	۰/۸۲۰	تبریز
Irs	۰/۹۲۴	۰/۹۰۱	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	بیستون
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شهید مفتح همدان
Irs	۰/۶۳۰	۰/۶۰۳	Irs	۰/۸۴۳	۰/۸۱۴	ایرانشهر



Irs	۰/۹۶۸	۰/۶۹۱	Irs	۰/۸۹۱	۰/۸۸۵	شازند
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	شیراز
Irs	۰/۴۷۸	۰/۴۳۷	Irs	۰/۸۲۴	۰/۷۳۳	مشهد
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	ری
Irs	۱/۰۰۰	۰/۶۹۹	Irs	۱/۰۰۰	۰/۴۴۷	ارومیه
Irs	۰/۷۹۶	۰/۷۷۶	Irs	۰/۹۶۹	۰/۹۵۹	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	۰/۸۴۹	۰/۷۸۵	Irs	۰/۹۹۸	۰/۹۶۳	سیکل ترکیبی قم
Irs	۰/۹۲۰	۰/۸۷۷	Irs	۰/۹۶۹	۰/۹۴۷	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	۰/۷۴۰	۰/۷۳۲	Drs	۰/۹۰۴	۰/۸۸۰	سیکل ترکیبی کرمان
-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	سیکل ترکیبی دماوند
-	۰/۸۸۱	۰/۷۹۷	-	۰/۹۴۹	۰/۸۷۸	میانگین

• تعیین قیمت رمزی

قیمت‌گذاری رمزی به رقم هزینه نهایی تولید، توزیع و انتقال برق نیاز دارد؛ بنابراین باید به تحلیل بخش عرضه برق، روی مفهوم تابع تولید پرداخته شود. تحلیل بخش عرضه به شکل برآورد تابع تولید می‌تواند سه نقش مهم ایفا کند. اول آنکه، برآورد تابع تولید به خودی خود دارای این اهمیت است که مقادیر عددی بسیاری از کمیت‌های مهم اقتصادی همانند کشش‌های تولید نسبت به نهاده‌های سوخت، نیروی کار، سرمایه و بازدهی نسبت به مقیاس را تعیین می‌کند که به همین واسطه، اطلاعات مهمی راجع به توابع هزینه صنعت به دست می‌آید. به این ترتیب، تعیین مشخصه‌های مهم فنی و اقتصادی تولید، به‌وسیله تخمین تابع تولید امکان‌پذیر می‌شود. دوم آنکه، به واسطه قضایای دوگانگی، می‌توان اشکال صحیح توابع هزینه راه به‌صورت عددی مشخص کرد. در واقع همان طور که اشاره شد برای قیمت‌گذاری رمزی نیاز به مقادیر هزینه نهایی تولید، انتقال و توزیع برق داشت که در ادامه از عدد بازدهی نسبت به مقیاس و هزینه مربوط برای این منظور استفاده می‌شود. سوم

آنکه، پیشنهاد روش قیمت‌گذاری مناسب برای هر صنعت به بررسی خصوصیات عرضه آن صنعت بستگی دارد. قیمت‌گذاری رمزی در صورتی توجیه می‌یابد که صنعت از بازدهی نسبت به مقیاس صعودی برخوردار باشد. در این صورت است که قیمت‌گذاری بهینه اول هزینه (نهایی) بنگاه را با ضرر مواجه می‌کند و گرنه خود قیمت‌گذاری هزینه نهایی بهترین بهینه است. برآورد تابع تولید، اطلاع لازم برای شیوه قیمت‌گذاری مناسب را فراهم می‌آورد. در ابتدا، اقدام به برآورد تابع هزینه کل تولید شد ولی به دلیل اینکه هزینه‌ها و صورت‌های مالی نیروگاه‌های مورد بررسی به دلیل محرمانه بودن در اختیار نبود، در نتیجه هدف به این شکل برآورد شد که به‌طور غیرمستقیم از راه تابع تولید به هزینه نهایی رسیده شود؛ بنابراین تابع تولید برای نیروگاه‌ها برآورد شد. نیروگاه‌های مورد بررسی عبارت‌اند از: شهید فیروزی طرشت، بعثت، زرنده، رامین، شهید منتظری، توس، تبریز، بیستون، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، شازند، شیراز، مشهد، ری، ارومیه، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم، سیکل ترکیبی نیشابور، سیکل ترکیبی کرمان و سیکل ترکیبی دماوند. پس از بررسی شکل‌های مختلف تابع تولید با توجه به خصوصیات صنعت برق و نتایج مطلوب تجربی، شکل تابعی کاب- داگلاس به‌صورت:

$$Q = A L^{\alpha} K^{\beta} F^{\gamma} e^{it} \quad (9)$$

انتخاب شد که در آن: Q = میزان تولید برحسب میلیون کیلووات ساعت، L = حجم نیروی کار، K = تعداد واحدهای مولد (با ظرفیت اسمی)، F = سوخت مصرفی بوده و α ، β و γ معرف کشش هستند. با استفاده از آمار داده‌های نیروگاه‌های منتخب برای سال‌های ۹۷-۱۳۸۹ تابع تولید برآورد شده است.

جدول ۱۰. نتایج برآورد تابع تولید نیروگاه‌های منتخب

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 10. Results of estimating the production function of selected power plants

Source: Research Findings

متغیر مستقل	ضریب	آماره T	سطح معنی داری
حجم نیروی کار (E_{it})	۰/۰۵	۱۷/۱۲***	۰/۰۰۰
تعداد واحدهای مولد (P_{GCEit})	۰/۱۷	۸/۴۱* ^{۸*}	۰/۰۰۰
سوخت مصرفی (I_{it})	۰/۸۹	۵/۹۰***	۰/۰۰۰
C	-۲/۱۵۲	-۸/۰۱***	۰/۰۰۰
آماره F	۵۱۲/۱۲۴		
P-value	۰/۰۰۰		
R ²	۰/۹۲		

علامت *** نشان معنی‌داری متغیرهای تحقیق است.

از طرفی متناظر با هر تابع تولید، یک تابع هزینه قرار دارد که از حل همزمان سه معادله تابع تولید، مسیر توسعه و معادله هزینه به دست می‌آید. از حل این سه معادله به‌طور همزمان، تابع هزینه به شکل معادله (۱۰) به دست می‌آید:

$$TC = B \cdot r_1^{\frac{\alpha}{\delta}} \cdot r_2^{\frac{\beta}{\delta}} \cdot r_3^{\frac{\gamma}{\delta}} \cdot Q^{\frac{1}{\delta}} \quad (10)$$

که در این رابطه r_1 : قیمت هر واحد نیروی کار به ریال، r_2 : قیمت هر واحد سرمایه ریال، r_3 : قیمت هر واحد سوخت به ریال و B عدد ثابت بوده و $\delta = \alpha + \beta + \gamma$ برابر با درجه بازدهی نسبت به مقیاس است. با لگاریتم تابع هزینه تابعی به شکل زیر به دست می‌آید:

$$B + \frac{1}{\delta} \ln Q + \frac{\alpha}{\delta} \ln r_1 + \frac{\beta}{\delta} \ln r_2 + \frac{\gamma}{\delta} \ln r_3 \ln TC = \ln \quad (11)$$

بنابراین:

$$E_Q = \frac{MC}{AC} = \frac{1}{\delta} \quad (۱۲)$$

این نتیجه بیان می‌کند که چنانچه ارقام مربوط به هزینه متوسط موجود باشد، می‌توان با تقسیم رقم حاصله بر درجه بازدهی نسبت به مقیاس به رقم هزینه نهایی رسید. در این مطالعه با توجه به عدم دسترسی به داده‌های هزینه و صورت مالی نیروگاه‌های مورد بررسی و به منظور به دست آوردن تابع هزینه کل برای نیروگاه‌های مورد بررسی و استخراج هزینه نهایی آن، از نتایج مطالعه رهبر و همکاران (۱۳۹۶) با اعمال تعدیلات لازم استفاده شده و به منظور رسیدن به قیمت‌گذاری رمزی سه سناریو زیر تعریف شده است.

سناریو اول: مبنای محاسبه میزان سطح Q ، فروش انرژی برق کل کشور در نظر گرفته شود.

سناریو دوم: مبنای محاسبه میزان سطح Q ، تولید انرژی برق کل کشور در نظر گرفته شود.

سناریو سوم: مبنای محاسبه میزان سطح Q ، فروش انرژی برق کل کشور بر اساس تلفات قابل قبول از طرف بخش دولتی در نظر گرفته شود.

حال هزینه نهایی به دست آمده بر اساس هرکدام از این سناریوها مطرح شده با توجه به مطالعه رهبر و همکاران (۱۳۹۶) و اعمال تعدیلات لازم عبارت است از:

الف) هزینه نهایی محاسبه شده بر اساس سناریو اول ۵۹۱ ریال

ب) هزینه نهایی محاسبه شده بر اساس سناریو دوم ۷۱۷ ریال

ج) هزینه نهایی محاسبه شده بر اساس سناریو سوم ۶۷۶ ریال

در ادامه به محاسبه قیمت‌های رمزی با توجه به سناریوهای مختلف پرداخته شده است. با توجه به معادله (۸) و جایگذاری عدد رمزی، قیمت رمزی برای سال ۱۳۹۷ با توجه به سناریوهای مختلف به شکل زیر به دست آمده است.

جدول ۱۱. قیمت رمزی در سناریوهای مختلف

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 11. Ramsey prices in different scenarios

Source: Research Findings

سناریو	هزینه نهایی	قیمت رمزی
اول	۵۹۱	۶۸۲
دوم	۷۱۷	۸۲۷
سوم	۶۷۶	۷۸۰

۵- نتیجه گیری و پیشنهادها

هدف این مطالعه بررسی کارایی فنی و زیست محیطی در نیروگاه‌های منتخب حرارتی کشور طی سال‌های ۹۷-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌ها است. نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی نیروگاه‌های تحت بررسی بین ۷۱/۹ و ۸۷/۸ درصد بوده است. یعنی بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان ۲۹/۱ - ۱۲/۲ درصد تولید را افزایش داد و علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، امکان تولید در مقیاس بهینه را نیز فراهم نمود. بررسی میانگین زیست کارایی این نیروگاه‌ها طی این دوره نشان می‌دهد که این کارایی بین ۷۱ و ۸۳/۸ درصد بوده است. یعنی بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط ۲۹ - ۱۶/۲ درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه برقرار گرفتن بر روی مرز کارایی، امکان تولید در مقیاس بهینه را نیز فراهم نمود. طی دوره موردبررسی نیروگاه ری همواره دارای کمترین کارایی فنی و زیست کارایی بوده است. ناکارایی این نیروگاه ناشی از ناکارایی مدیریتی و مقیاس به‌صورت توأمان بوده است. مطالعات نشان می‌دهد که کارایی فنی در سال ۱۳۹۰ و زیست کارایی ۱۳۹۵ در سال به دلایل متعدد از جمله ناکارایی مدیریتی یا ناکارایی مقیاس یا هر دو ناکارایی به‌صورت توأمان کاهش یافته است. عمده‌ترین علت این کاهش متأثر از کاهش سوخت نیروگاه‌ها (به‌ویژه گاز طبیعی و نفت کوره)، کاهش ظرفیت نیروگاه‌ها و افزایش نیروی کار در این سال بوده است. میزان انتشار دی اکسید کربن در سال ۱۳۹۲ از سایر سال‌های موردبررسی بیشتر بوده که این امر ناشی از

کاهش مصرف گاز طبیعی بوده است. همچنین میزان انتشار دی اکسید گوگرد طی سال‌های ۱۳۹۰-۹۲ به دلیل مصرف بالای نفت کوره و نفت گاز بیش از سایر سال‌ها بوده که این شیوه مصرف سوخت، موجب کاهش زیست کارایی نیروگاه‌ها در سال ۱۳۹۲ گردیده است.

در ادامه جهت تعیین قیمت رمزی ابتدا باید تابع هزینه کل تولید برآورد شود ولی به دلیل اینکه هزینه‌ها و صورت‌های مالی نیروگاه‌های مورد بررسی به دلیل محرمانه بودن و عدم دسترسی به داده‌های هزینه و صورت مالی نیروگاه‌های مورد بررسی، در نتیجه هدف به این شکل برآورد شد که به‌طور غیرمستقیم از راه تابع تولید به هزینه نهایی رسیده شود؛ بنابراین تابع تولید برای نیروگاه‌ها برآورد شد. به منظور به دست آوردن تابع هزینه کل برای نیروگاه‌های مورد بررسی و استخراج هزینه نهایی آن، از نتایج مطالعه رهبر و همکاران (۱۳۹۶) با اعمال تعدیلات لازم استفاده شده و به منظور رسیدن به قیمت‌گذاری رمزی سه سناریو تعریف شده است که قیمت‌های رمزی در سناریوهای مختلف به ترتیب ۹۸۲، ۸۲۷ و ۷۸۰ ریال برآورد شده است. بر اساس نتایج حاصله می‌توان گفت که قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی، صنعت را با کسری مواجه ساخته و بر این مبنا قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند یک شیوه قیمت‌گذاری مطرح در این زمینه باشد.

پیشنهاد‌های زیر با عنایت به اهمیت موضوع، بررسی ادبیات موضوع، نتایج مطالعات داخلی و خارجی مورد بررسی و بر اساس الگوی بررسی شده در این مطالعه ارائه شده است

- به منظور بهبود زیست کارایی، از گاز طبیعی در نیروگاه‌های حرارتی بیشتر استفاده شود.
- زمینه لازم برای توسعه نیروگاه‌هایی که بازده نسبت به مقیاس آن‌ها صعودی است را باید ایجاد کرد. همچنین امکانات نیروگاه‌هایی که بازده نسبت به مقیاس آن‌ها نزولی است نیز فراهم گردد.
- نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با توجه به بازدهی مناسب و استفاده آن‌ها از سوخت با آلودگی کمتر، بیشتر مورد توجه و توسعه قرار گیرد.
- با انجام اقدامات نوسازی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش توان واحدهای نیروگاهی و می‌توان ضمن بهبود کارایی انرژی در پروسه تولید، به اهداف زیست کارایی

بالاتر، کاهش مصرف سوخت و حفظ محیط زیست از طریق کاهش مصرف داخلی دست یافت.

- استانداردها و شاخص‌های در زمینه کارایی انرژی نیروگاه‌ها تدوین گردد.
- از سوخت و به کارگیری ظرفیت بلااستفاده نیروگاهی استفاده بهینه گردد.
- نیروی کار به میزان لازم با سطح تحصيلات و تخصص مورد نیاز به کار گرفته شود.

Acknowledgments: Acknowledgments may be made to individuals or institutions that have made an important contribution.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Reference

- Aigner, D. J., & Chu, S.-f. (1968). On estimating the industry production function. *The American Economic Review*, 58(4), 826-839..
- Ardabili Miyanaaji, P., & Borimnezhad, V. (2017). Evaluation of Agricultural Bank Branches Performance Using Data Envelopment Analysis: Case Study of Alborz Province. *Agricultural Economics Research*, 8(32), 19-38. doi:20.1001.1.20086407.1395.8.32.2.8
- Asatryan, Z., & Barbu, M. (2009). Changes in the structure of German airport charges. In *GAP Working Paper*, Berlin.
- Baumol, W. J&&.Bradford, D. F. (1970). Optimal departures from marginal cost pricing. *The American Economic Review*, 60(3), 265-283..
- Emami meibodi, A., Amadeh, H., & Amini, F. (2017). Evaluation of Technical and Environmental Efficiency of Selected Thermal Power Plants of Iran. *Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research*, 3(3), 33-67. Retrieved from <http://epprjournal.ir/article-1-255-fa.html>
- fazeli, e., vafaei, f., & jamshidi navid, b. (2015). Investigation on efficacy of the hospitals affiliated to Ilam University of Medical Sciences by DEA method. *journal of ilam university of medical sciences*, 23(1),

- 89-97. Retrieved from <http://sjimu.medilam.ac.ir/article-1-2095-fa.html>
- Hakimov, R., & Mueller, J. (2014). Marginal costs estimation and market power of German airports. *Research in Transportation Economics*, 45, 42-48..
- Henderson, J. M., & Quandt, R. E. (1971). Microeconomic theory: A mathematical approach..
- Hosseinpour, A., & ghorbanpour, a. (2023). Provide a model based on the dimensions of circular economy, clean production and the fourth generation industrial revolution to improve the sustainable productivity of manufacturing industries. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 20(2), 165-185. doi:10.22055/jqe.2022.39085.2433 [In persian]
- Laffont, J.-J. & Tirole, J. (2000). Global price caps and the regulation of access. *Brazilian Review of Econometrics*, 20(1), 115-146..
- Martín-Cejas, R. R. (1997). Airport pricing systems in Europe and an application of Ramsey pricing to Spanish airports. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 33(4), 321-327..
- Mishra, V. (2019). Measuring Technical Efficiency in Healthcare Service: A Case Study..
- Morrison, S. A. (1982). The structure of landing fees at uncongested airports: An application of Ramsey pricing. *Journal of Transport Economics and Policy*, 151-159..
- Pourebaddollahian Covich, M., Fallahi, F., Heydari, K., & Kiani, P. (2017). Efficiency Correction of Iran's Electricity Distribution Companies by Environmental Factors: An Application of Two-stage (DEA and Tobit) Analysis. *Iranian Energy Economics*, 6(23), 59-88. doi:10.22054/jiee.2017.8026
- Saglam, Ü. (2018). *The Efficiency Assessment of Renewable Energy Sources with Data Envelopment Analysis*. Paper presented at the 2018 Annual Meeting of the Decision Sciences Institute Proceedings, Chicago IL.
- Sarıca, K. (2017). Parametric vs. non-parametric efficiency assessment: Case of power plants in Turkey..

- Shafiei Nikabadi, M., Shahroudi, K., Oveysiomran, A., & Khosravi, M. R. (2018). Inputs and Outputs Selection of Data Envelopment Analysis to Evaluate the Performance of Regional Electricity Companies in Iran by Neural Network. *Industrial Management Studies*, 16(51), 181-206. doi:10.22054/jims.2018.15618.1551
- Shepherd, W. G. (1992). Ramsey pricing: Its uses and limits. *Utilities Policy*, 2(4), 296-298..
- Sojoodi, S., Dastmalchi, L., & Neshat, H. (2020). Efficiency Ranking of Iranian Power Plants Using Super Efficiency Method. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 7(2), 223-254. doi/۰۰ ۲۲۳۳۴:ecoj.2020.11290
- Suri, A. R., Garshasbi, A. R., & Oryani, B. (2007). Comparative comparison of the efficiency of Iranian commercial banks using DEA and SFA methods. 8(2), 33-60. Retrieved from <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=165785>
- Wilson, R. B. (1993). *Nonlinear pricing*: Oxford University Press on Demand.
- Xie, B.-C., Chen, Y.-F., Gao, J., & Zhang, S. (2021). Dynamic environmental efficiency analysis of China's power generation enterprises: a game cross-Malmquist index approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(2), 1697-1711..
- Yang, T., Chen, W., Zhou, K., & Ren, M. (2018). Regional energy efficiency evaluation in China: A super efficiency slack-based measure model with undesirable outputs. *Journal of cleaner production*, 198, 859-866..