



فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه‌ی اصلی وب سایت مجله:

www.jqe.scu.ac.ir

شاپا الکترونیکی: 2717-4271

شاپا چاپی: 2008-5850



دانشگاه شهید چمران اهواز

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

خاطره کاوه*، علی امامی میبیدی**، فرید عسگری***، کامبیز هژبر کیانی****

* دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، واحد اههر، دانشگاه آزاد اسلامی، اههر، ایران.

** استاد اقتصاد انرژی، گروه اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

*** استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، واحد اههر، دانشگاه آزاد اسلامی، اههر، ایران.

**** استاد اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

طبقه‌بندی JEL: C61, C67, R12

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:

کارایی، برقی، رمزی، نیروگاه، هزینه نهایی، تحلیل پوششی داده

آدرس پستی:

ایران، تهران، خیابان شهید بهشتی، نبش احمد قصیر، گروه اقتصاد انرژی،
دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، کد پستی: ۱۵۱۳۶۱۵۴۱۱

ارتباط با نویسنده (گان) مسئول:

ایمیل: emami@atu.ac.ir

0000-0002-4823-4151

اطلاعات تکمیلی:

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

فرداتی: از تمامی افراد و موسساتی که در انجام این تحقیق مؤلف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.

تضاد منافع: نویسنده مقاله اعلام می‌کند که در انتشار مقاله از آن‌ها شده تضاد منافع وجود ندارد.

منابع مالی: نویسنده (ها) هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده اند.

چکیده

هدف این مطالعه مقایسه کارایی فنی و زیست محیطی در نیروگاه‌های منتخب حرارتی کشور طی سال‌های ۱۳۸۹-۹۷ 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 از جمله ناکارایی مدیریتی یا ناکارایی مقیاس یا هر دو ناکارایی به‌صورت توأمان کاهش یافته است. میزان انتشار دی‌اکسید کربن در سال ۱۳۹۲ از سایر سال‌های موردبررسی بیشتر بوده که این امر ناشی از کاهش مصرف گاز طبیعی بوده است. همچنین میزان انتشار دی‌اکسید 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 مویده 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 مبنای قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند یک شیوه قیمت‌گذاری مطرح در این زمینه باشد.

ارجاع به مقاله:

کاوه، خاطره، میبیدی، علی امامی، عسگری، فرید و هژبر کیانی، کامبیز. (۱۴۰۱). مقایسه کارایی فنی و زیست محیطی نیروگاه‌های منتخب و تعیین قیمت رمزی. فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، ۱۹(۴)، ۲۰۲۲-۲۰۲۳.

 [10.22055/JQE.2021.32056.2197](https://doi.org/10.22055/JQE.2021.32056.2197)



© 2022 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/>)

غیر قابل انتشار

1- مقدمه و بیان مساله

اهمیت صنعت برق در میان صنایع مختلف، به دلیل نقش مهم این صنعت در توسعه زیربنایی اقتصادی هر کشوری است. در واقع 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 1390 تا 1398، افزایش داشته است به طوری که در سال 1398 با توجه به 16 واحد نیروگاهی جدید، علاوه بر واحدهای تولیدی پراکنده و انرژی‌های نو، قدرت نامی مصوب نیروگاه‌های کشور با افزایش 3038 مگاوات به 83506 مگاوات رسید که نسبت به سال قبل 3/8 درصد افزایش داشته است داشته است و کل انرژی برق تولیدشده کشور در حدود 326 میلیارد کیلووات ساعت بود که 320 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). نیروگاه‌ها بیشترین سهم را در میزان انتشار CO_2 ، NOx و SOx 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 نمتنها 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 یک‌سو 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 زیست‌محیطی 20 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 1397 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.

2- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

اندازه‌گیری عملی کارایی در ابتدا توسط فارل¹ (1957) 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):

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 در صدد 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 (SFA)) و ناپارامتری (تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)) به شرح زیر جای داد.

• 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 برآزش تابع، نقاط متوسط را در نظر نمی‌گیرد بلکه نقاط مرزی و سرحد را لحاظ می‌کند.

¹ Farrell

² Stochastic Frontier Analysis

(1)

$$Y = F(X) + V - U$$

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

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

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 به‌صورت $Y = F(X) + V - U$ ، عدم کارایی بنگاه‌ها نیز قابل‌محاسبه می‌شود. در تخمین این تابع اطلاعات (داده‌ها) می‌توانند به‌صورت مقطعی و یا داده‌های تلفیقی باشند (Emami meibodi et al., 2017). این روش که اولین بار توسط اینر و چاو (1968) معرفی گردید در دو زیر دسته مدل مرزی معین و اماری و تابع تولید مرزی تصادفی طبقه‌بندی می‌شود (Aigner & Chu, 1968):

• تحلیل پوششی داده‌ها

روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر یک سری پهنه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است. در این روش، منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که به‌وسیله برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود، ایجاد می‌گردد. مزیت این روش در عدم نیاز به تعیین نوع تابع تولید است. همچنین عوامل تولید و محصولات می‌توانند 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 چندین نظر گرفتن بهترین بنگاه، برای دیگر بنگاه‌ها الگوگیری می‌نماید و از جمله 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, 2015). این روش اولین بار در مطالعه فارل (1957) معرفی گردید و در رساله رودز³ (۱۹۷۶) برای اولین بار مورداستفاده قرار گرفت. بعدها توسط چارنز، کوپر و رودز⁴ (1978) 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 کوپر⁵ 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 نگه‌داشتن سطح ورودی‌ها، سعی در حداکثر سازی خروجی‌ها باشد) و ورودی محور (با ثابت نگه‌داشتن

³ Rodes

⁴ Charnes, Cooper, Rodes

⁵ Benker, Charnes, Cooper

سطح خروجی‌ها، سعی در حداقل سازی سطح ورودی‌ها باشد) به‌کاربرده می‌شوند (Pourebadolllahan Covich, Fallahi, Heydari, & Kiani, 2017).

• الگوی CCR

این الگو دارای بازده ثابت به مقیاس است یعنی زمانی قابل‌اعمال 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 به‌گونه‌ای 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 به‌صورت زیر به دست می‌آید.

مدل ورودی محور:

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

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 j ، r به ترتیب نمایشگر نهاده، بنگاه و ستانده می‌باشند، همچنین u و v به ترتیب نشان‌دهنده وزن نهاده‌ها و ستانده‌ها 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، چارلز و کوپر⁶ (1984) مدل CCR را به‌گونه‌ای بسط دادند که بازده متغیر نسبت به مقیاس را

⁶ Banker, Charnes & Cooper

دربار 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 به‌صورت زیر به دست می‌آید (Mishra, 2019):

مدل ورودی محور:

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} + \quad (4)$$

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

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1,$$

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

مدل خروجی محور:

$$\text{Min} \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + c_k$$

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

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

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

که در آن X نشان‌دهنده نهاده‌ها و Y نمایشگر ستانده‌ها، اندیس‌های j، z و r به ترتیب نمایشگر نهاده، بنگاه و ستانده می‌باشند، همچنین U و V به ترتیب نشان‌دهنده وزن نهاده‌ها و ستانده‌ها هستند. c_k متغیر آزاد است که علامت آن نشانگر نوع بازده به مقیاس است⁷ (Mishra, 2019).

• قیمت گذاری رمزی

⁷ برای مطالعه بیشتر به دی‌ملو و همکاران (2013) مراجعه شود.

در سال 1927 اولین راه‌حل ریاضی رسمی در زمینه قیمت‌گذاری بهینه، در شرایطی که روش قیمت‌گذاری هزینه نهایی، بازدهی کافی را فراهم نکرده، توسط فرانک رمزی⁸ مطرح شده است (Baumol داد سپس بویوتو⁹ (1959) 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 (1970)، قاعده اصلی الگوی قیمت‌گذاری رمزی مورد استفاده توسط انحصارگران چندمحصولی، حداکثر کردن رفاه اجتماعی تحت محدودیت سود است (Wilson, 1993).

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; Morrison, 1982; Marti n-Cejas, 1997; Hakimov & Mueller, 2014). همچنین در قیمت-گذاری 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 صنایعی 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).

⁸ Frank Ramsey

⁹ Boiteux

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

بر اساس شرط مرتبه اول حداکثرسازی رابطه (7) 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 (8) 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 (2017) در مطالعه خود اقدام به ارزیابی و رتبه‌بندی کارایی 65 نیروگاه حرارتی در کشور ترکیه با استفاده از روش SFA و DEA و مقایسه نتایج حاصل شده نسبت به هم کرده است (Sarica, 2017). یانگ و همکاران (2018)، در مطالعه خود بر اساس مدل ابر کارایی SBM، کارایی انرژی 30 استان چین در سال‌های 2013 و 2014 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 پردازد و دولت‌ها برای مناطق مختلف، سیاست‌های متفاوت صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار را در نظر بگیرد (Yang, Chen, Zhou, & Ren, 2018). ساغلام (2018)، 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 (2021) به تجزیه و تحلیل کارایی زیست‌محیطی پویا در شرکت‌های تولید برق چین: با استفاده از شاخص مالم کوئیسیت و روش سیستم گشتاورهای تعمیم‌یافته پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که تغییر در کارایی کلی پویای محیطی شرکت‌های تولید برق چین عمدتاً از اثر جبرانی ناشی می‌شود، در حالی که پیشرفت فن‌آوری آن‌طور که انتظار می‌رفت نقش مهمی ایفا نکرده است. نرخ رشد ظرفیت نصب‌شده، اجرای آزمون‌های تجارت انتشار کربن، نرخ رشد اقتصادی و مالکیت شرکت، همگی بر عملکرد

زیست‌محیطی پویا شرکت‌های تولید برق چین در طول دوره مطالعه تأثیر می‌گذارد (Xie, Chen, Gao,) (& Zhang, 2021).

شفیعی و همکاران (1397)، در مطالعه‌ای به ارزیابی کارایی شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران با روس تحلیل پوشش داده‌ها و شبکه عصبی برای 16 شرکت برق منطقه‌ای ایران طی سال‌های 1389-94 پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که نواحی آذربایجان، اصفهان، تهران، خراسان، خوزستان و کرمان کارا شناخته شده‌اند (Shafiei Nikabadi, Shahroudi, Oveysiomran, & Khosravi, 2018). سجودی و همکاران (1399) در این مطالعه اقدام به رتبه‌بندی کارایی نیروگاه‌های حرارتی ایران در سال 1395 با استفاده از مدل ابر کارایی لین و چن¹⁰ (2018) و مدل ابر کارایی (LJK (2007) 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 نیروگاه‌های بخش دولتی و با استفاده از مدل LJK نیروگاه‌های بخش خصوصی دارای عملکرد بهتری بوده‌اند (Sojoodi,) (Dastmalchi, & Neshat, 2020).

3- روش تحقیق

از آنجاکه هدف این تحقیق، مقایسه کارایی فنی و زیست‌محیطی 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 به‌صورت ترکیبی به تولید برق می‌پردازند، یعنی دارای واحد گازی و بخاری و یا واحدهای بخاری و سیکل ترکیبی تمامان بوده‌اند که در مورد این نیروگاه‌ها از آنجاکه نیروی کار به‌طور هم‌زمان در هر دو واحد فعالیت می‌کنند و امکان تفکیک شاغلین هر واحد مقدور نبود، از بررسی این‌گونه نیروگاه‌ها نیز چشم‌پوشی گردید. با توجه به محدودیت‌های آماری و نبود برخی از داده‌های موردنیاز این بررسی، تنها امکان بررسی 20 نیروگاه حرارتی به‌صورت قطعی وجود داشت؛ بنابراین، جامعه آماری قابل‌بررسی در این مطالعه شامل نیروگاه‌های شهید محمد منتظری، شهید محمد مفتح، سازند، 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 تعیین‌شده 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 می‌نمایند.

¹⁰ Lin & Chen

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 داده شده 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.

4- 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 1389 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب $83/9$ و $94/5$ درصد بوده است. یعنی با $5/7$ 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 به‌طور متوسط $16/1$ 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، 6 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 دست یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با $0/379$ و $0/460$ کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند.

14 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:

7 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 7 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 سوی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهشده نسبت به مقیاس برای رسیدن کارایی مقیاس اقدام نمود. 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 توس دارای بازده کاهشده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

زیست کارایی: زیست کارایی نیروگاه‌های حرارتی در سال 1389 نشان می‌دهد که میانگین زیست کارایی و کارایی مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 83/9 و 91/7 درصد بوده است. یعنی با 8/9 درصد اعمال مدیریت، امکان دستیابی به سطح کارایی مدیریتی فراهم می‌گردید. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط 16/3 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، 7 نیروگاه زنده، شهید محمد منتظری، بیستون، ایرانشهر، شازند، شیراز و مشهد با کارایی واحد دارای بیشترین زیست کارایی بوده‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با 0/493 و 0/600 کارایی کمترین میزان زیست کارایی بودند. 13 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:

3 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 10 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 سوی شیوه‌های خاص مدیریتی را جهت حداکثر کردن تولید با استفاده از نهاده‌های موجود اتخاذ نمایند. از سوی دیگر باید با توجه به نوع بازده فزاینده یا کاهشده 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 کاهشده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به کارایی فنی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول 1. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1389
 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	1/000	0/474	Irs	1.000	0/605	شهید فیروزی (طرشت)
Irs	0/768	0/717	Irs	0/840	0/791	بعثت

-	1/000	1/000	Irs	1.000	7/41	زرنده
Drs	0/865	0/851	Drs	1.000	0/913	رامین
-	1/000	1/000	-	1.000	1.000	شهید محمد منتظری
Drs	0/745	0/734	Drs	0/918	0/913	توس
Drs	0/757	0/737	Irs	0/863	0/866	تیریز
-	1/000	1/000	-	1.000	1.00	بیستون
Irs	0/913	0/904	Irs	0/877	0/873	شهید مفتاح همدان
-	1/000	1/000	Irs	0/853	0/800	ایرانشهر
-	1/000	1/000	-	1.000	1.000	شازند
-	1/000	1/000	-	1/000	1.000	شیراز
-	1/000	1/000	Irs	0/919	0/604	مشهد
Irs	0/715	0/492	Irs	0/626	0/379	ری
Irs	1/000	0/600	Irs	1/000	0/460	ارومیه
Irs	0/825	0/775	-	1/000	1.000	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	0/969	0/716	Irs	1/000	0/986	سیکل ترکیبی قم
Irs	0/997	0/829	Irs	1/000	0/986	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	1/000	0/976	-	1/000	1.000	سیکل ترکیبی کرمان
Irs	0/782	0/796	Drs	1/000	0/852	سیکل ترکیبی دماوند
-	9170	0/829	-	0/945	0/839	میانگین

کارایی فنی 1390: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال 1390 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 79/1 و 84/9 درصد بوده است. یعنی با 14/9 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 20/1 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، 7 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 دست یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با 0/186 و 0/339 کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. 14 نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارا یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به نودسته تقسیم می‌شوند:

6 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 خود دارند 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 8 نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، شهید مفتاح 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. 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 1390: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال 1390 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 می‌گردید. همچنین بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط 17/8 درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه بر فرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، 8 نیروگاه زنده، 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 به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با 0/226 و 0/272 کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. 12 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:

4 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 خوددارند 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 8 نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، شهید محمد مفتاح، شیراز، مشهد و ری 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. 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 2. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1390

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	1/000	0/480	Irs	1/000	0/592	شهید فیروزی (طرشنت)
Irs	0/748	0/732	Irs	0/855	0/830	بعثت
-	1/000	1/000	Irs	1/000	0/787	زرنند
Drs	0/999	0/910	Drs	1/000	0/984	رامین
-	1/000	1/000	Drs	1/000	0/996	شهید محمد منتظری
Drs	0/784	0/746	Drs	0/904	0/901	نوس
Drs	0/744	0/729	Irs	0/237	0/068	تیریز
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	بیستون
Drs	0/833	0/828	Irs	1/000	0/618	شهید مفتاح همدان
-	1/000	1/000	Irs	0/325	0/05	ایرانشهر
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	شازند
-	0/984	0/984	-	1/000	1/000	شیراز
Irs	0/927	0/722	Irs	0/666	0/26	مشهد
Irs	0/374	0/226	Irs	0/364	0/186	ری
Irs	1/000	0/272	Irs	1/000	0/229	ارومیه
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	1/000	0/936	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی قم
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی نیشابور
Drs	1/000	1/000	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی کرمان
-	1/000	0/879	-	1/000	0/863	سیکل ترکیبی دماوند
-	0/920	0/822	-	0/849	0/719	میاندگین

کارایی فنی 1391: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال 1391 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 79/6 و 88/6 درصد بوده است. یعنی با 11/4 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 20/4 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، 5 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 0/205 و 0/301 کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. 15 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:

5 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 نژولی نسبت به مقیاس (drs) است یعنی با کاهش سطح فعالیت خود می‌تواند به مقیاس بهینه دست یابد.

ناکارایی فنی 10 نیروگاه بعثت، توس، تبریز، بیستون، شهید مفتح همدان، 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 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 مفتح 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 1391: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال 1391 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 79/9 و 88/9 درصد بوده است. یعنی با 11/2 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 20/2 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، 5 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 0/311 و 0/345 کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. 15 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: 4 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 8 نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، بیستون، شهید محمد مفتاح، 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 مفتاح 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 3. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1391
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	1/000	1/5390	Irs	1/000	0/613	شهید فیروزی (طرشت)
Irs	0/857	0/844	Irs	0/905	0/884	بعثت
-	1/000	1/000	Irs	1/000	0/881	زرند
Irs	0/893	0/883	Drs	1/000	0/999	رامین
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	شهید محمد منتظری
Drs	0/903	0/896	Irs	0/936	0/929	توس
Irs	0/638	0/635	Irs	0/711	0/706	تبریز
Drs	0/934	0/929	Irs	0/933	0/927	بیستون
Irs	0/699	0/699	Irs	0/537	0/534	شهید مفتاح همدان
-	1/000	1/000	Irs	0/781	0/759	ایران‌شهر
Irs	0/770	0/712	Irs	0/910	0/902	شازند
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	شیراز
Drs	0/861	0/846	Irs	0/513	0/343	مشهد
Irs	0/589	0/311	Irs	0/542	0/205	ری
Irs	1/000	0/345	Irs	1/000	0/301	ارومیه
Drs	1/000	0/909	Irs	1/000	0/987	سیکل ترکیبی گیلان

Drs	0/917	0/915	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی قم
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	0/709	0/668	Irs	0/946	0/946	سیکل ترکیبی کرمان
Drs	1/000	0/848	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی دماوند
-	0/889	0/799	-	0/886	0/796	میانگین

کارایی فنی 1392: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال 1392 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 82/5 و 90/4 درصد بوده است. یعنی با 9/6 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 17/5 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، 5 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 0/467 و 0/456 کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. 15 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:

3 نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زرد 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 خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

ناکارایی فنی 12 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 سویی 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 1392: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال 1392 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 82/2 و 89/7 درصد بوده است. یعنی با 11/3 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 20/2 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، 5 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 به‌کارگیری ترکیب صحیح عوامل تولید، به حداکثر تولید دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با 0/538 و 0/682 کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. 15 نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارایی دارای کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند: 3 نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، ارومیه و سیکل ترکیبی نیشابور دارای کارایی مدیریتی واحد هستند. بقیه این 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 12 نیروگاه بعثت، رامین، تبریز، شهید محمد مفتح، شازند، شیراز، مشهد، ری، سیکل ترکیبی گیلان، سیکل ترکیبی قم 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 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 بعثت، تبریز و شهید محمد مفتح دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهند.

جدول 4. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1392
ماخذ: یافته‌های پژوهش

Table 4. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2013
Source: Research Findings

نام نیروگاه	فنی	زیست کارایی
-------------	-----	-------------

بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی	کارایی فنی	
Irs	1/000	0/547	Irs	1/000	0/592	شهید فیروزی (طرشت)
Drs	0/753	0/751	Irs	0/750	0/720	بعثت
-	1/000	1/000	Irs	1/000	0/874	زرند
Irs	0/864	0/847	Drs	0/915	0/858	رامین
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	شهید محمد منتظري
-	1/000	1/000	Irs	0/981	0/974	توس
Drs	0/927	0/913	Irs	0/930	0/927	تبریز
-	1/000	1/000	Irs	0/860	0/857	بیسنون
Drs	0/860	0/856	Irs	0/768	0/761	شهید مفتاح همدان
Irs	1/000	1/000	Irs	0/810	0/782	ایران‌شهر
Irs	0/781	0/725	- Drs	0/984	0/935	شازند
Irs	0/984	0/699	Irs	0/919	0/626	شیراز
Irs	0/655	0/646	Irs	0/746	0/707	مشهد
Irs	0/571	0/538	Irs	0/485	0/467	ري
Irs	1/000	0/682	Irs	1/000	0/456	ارومیه
Irs	0/722	0/671	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	0/916	0/770	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی قم
Irs	1/000	0/923	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	0/912	0/881	Drs	0/972	0/960	سیکل ترکیبی کرمان
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی دماوند
-	0/897	0/822	-	0/904	0/825	میانگین

کارایی فنی 1393: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال 1393 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 77/1 و 84/0 درصد بوده است. یعنی با 16 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 28/9 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، 3 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 دست‌یافته‌اند. نیروگاه‌های ری و ارومیه به ترتیب با 0/355 و 0/340 کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. 17 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:

4 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)، زرنند 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 13 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 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، 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 1393: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال 1393 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 83/8 و 90/3 درصد بوده است. یعنی با 9/7 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 22/8 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، 7 نیروگاه زرنند، رامین، توس، تبریز، بیستون، ایرانشهر 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 0/518 و 0/556 کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. 13 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:

2 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 خوددارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

زیست ناکارایی 11 نیروگاه بعثت، شهید محمد منتظری، شهید محمد مفتح، 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 شهید محمد مفتح، 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 بعث، 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 5. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1393
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 5. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2014
Source: Research Findings

نام نیروگاه	فنی		زیست کارایی	
	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی
شهید فیروزی (طرشت)	0/734	1/000	Irs	1/000
بعث	7/290	0/732	Irs	0/963
زرنند	0/985	1/000	Irs	1/000
رامین	0/917	1/000	Drs	1/000
شهید محمد منتظری	0/171	0/172	-	0/931
نوس	0/985	0/985	-	1/000
تبریز	0/821	0/821	-	1/000
بیسون	0/874	0/874	-	1/000
شهید مفتح همدان	0/600	0/630	Irs	0/949
ایران‌شهر	0/744	0/747	Irs	1/000
شازند	0/833	0/838	Drs	0/743
شیراز	0/800	0/908	Irs	0/902
مشهد	0/738	0/742	Irs	0/737
ری	0/355	0/493	Irs	0/595
ارومیه	0/340	1/000	Irs	1/000
سیکل ترکیبی گیلان	1/000	1/000	-	0/921
سیکل ترکیبی قم	1/000	1/000	-	0/985
سیکل ترکیبی نیشابور	0/965	0/997	Irs	0/958
سیکل ترکیبی کرمان	0/824	0/871	Drs	0/753
سیکل ترکیبی دماوند	1/000	1/000	-	1/000
میانگین	0/771	0/840	-	0/903



کارایی فنی 1394: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال 1393 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 77/6 و 87/7 درصد بوده است. یعنی با 13/3 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 32/4 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، 4 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 0/210 و 0/375 کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. 16 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:

4 نیروگاه شهید فیروزی (طراشت)، 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 خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

ناکارایی فنی 12 نیروگاه بعثت، رامین، توس، تبریز، بیستون، شهید مفتاح همدان، ایرانشهر، شازند، شیراز، 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 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 1394: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال 1394 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 بر قرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، 6 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 0/314 و 0/381 کارایی دارایی کمترین میزان زیست کارایی بودند. 14 نیروگاه باقیمانده از لحاظ زیست کارایی، ناکارا یا دارایی کارایی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند: 5 نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، رامین، شهید محمد منتظری، تبریز و ارومیه دارایی 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 دارایی 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 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 11 نیروگاه بعثت، بیستون، شازند، شیراز، مشهد، ری، 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 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 6. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1394
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 6. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2015
Source: Research Findings

نام نیروگاه	فنی		زیست کارایی	
	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی
شهید فیروزی (طرشت)	0/946	1/000	0/480	1/000
بعثت	0/833	0/865	0/706	0/734
زرند	0/782	1/000	1/000	1/000
رامین	0/901	0/902	0/952	1/000
شهید محمد منتظری	1/000	1/000	0/825	1/000
توس	0/918	0/926	1/000	1/000



Irs	1/000	0/742	Irs	0/593	0/590	تبریز
-	0/739	0/715	Irs	0/924	0/902	بیسون
-	1/000	1/000	Irs	0/720	0/620	شهید مفتاح همدان
Irs	1/000	1/000	Irs	0/733	0/721	ایران‌شهر
Irs	0/684	0/681	Drs	0/833	0/832	شازند
Irs	0/969	0/519	Irs	0/937	0/399	شیراز
Drs	0/664	0/576	Irs	0/750	0/734	مشهد
Irs	0/486	0/381	Irs	0/479	0/210	ری
Irs	1/000	0/314	Irs	1/000	0/275	ارومیه
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	0/860	0/825	Irs	1/000	0/994	سیکل ترکیبی قم
Irs	0/949	0/932	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی نیشابور
Drs	0/812	0/811	Irs	0/872	0/871	سیکل ترکیبی کرمان
-	1/000	1/000	Irs	1/000	1/000	سیکل ترکیبی دماوند
-	0/895	0/773	-	87/7	77/6	میانگین

کارایی فنی 1395: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال 1395 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 به‌طور متوسط 16/3 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، 5 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 0/407 و 0/421 کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. 15 نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکار یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دودسته تقسیم می‌شوند:

4 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 خود دارند 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 11 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 1395: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال 1395 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 71/0 و 85/4 درصد بوده است. یعنی با 14/9 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 23/0 درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه بر گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست یابند.

در میان نیروگاه‌های مورد بررسی، 4 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 0/351 و 0/474 کارایی واحد کمترین میزان زیست کارایی بودند. 16 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: 5 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 11 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 7. انداز مگیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1395
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	1/000	4/80	Irs	1/000	0/694	شهید فیروزی (طراشت)
Drs	0/818	0/756	-	1/000	1/000	بعثت
-	1/000	1/000	Irs	1/000	0/830	زرند
Drs	0/929	0/666	Drs	0/930	0/845	رامین
Drs	1/000	0/652	Drs	1/000	0/894	شهید محمد منتظری
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	نوس
Drs	1/000	0/637	Irs	0/652	0/650	تبریز
Irs	0/592	0/565	-	1/000	1/000	بیستون
-	1/000	1/000	Irs	0/906	0/895	شهید مفتاح همدان
Drs	1/000	0/795	Irs	0/832	0/813	ایران‌شهر
Irs	0/594	0/590	Drs	0/851	0/825	شازند
Irs	0/881	0/590	Irs	0/905	0/696	شیراز
Irs	0/572	0/562	Irs	0/696	0/650	مشهد
Irs	0/439	0/351	Irs	0/541	0/421	ری
Irs	1/000	0/474	Irs	1/000	0/407	ارومیه
Irs	0/727	0/723	Drs	0/964	0/956	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	0/792	0/757	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی قم
Irs	0/878	0/832	Irs	0/989	0/977	سیکل ترکیبی نیشابور
Drs	0/803	0/763	Drs	1/000	0/991	سیکل ترکیبی کرمان
-	1/000	1/000	Irs	1/000	1/000	سیکل ترکیبی دماوند
Irs	0/851	0/710	-	0/913	0/827	میانگین

کارایی فنی 1396: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال 1396 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 85/4 و 93/2 درصد بوده است. یعنی با 6/8 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 به‌طور متوسط 16/6 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، 5 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 0/461 و 0/509 کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند.

15 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: 7 نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، بعثت، زرنده، 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، زرنده، شهید محمد مفتاح، شیراز 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 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 8 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 تئیه‌های 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 1396: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال 1396 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 77/7 و 86/9 درصد بوده است. یعنی با 13/1 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 22/3 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، 4 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 ارومیه و رس به ترتیب با 0/371 و 0/55 کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. 16 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:

4 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 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 و تبریز دارای بازده کاهنده نسبت به مقیاس می‌باشند و برای رسیدن به زیست کارایی واحد باید از فعالیت‌های خود بکاهد.

زیست ناکارایی 12 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 8. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1396
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 8. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2017
Source: Research Findings

نام نیروگاه	فنی		زیست کارایی	
	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی مدیریتی
شهید فیروزی (طرشت)	0/566	1/000	Irs	1/000
بعثت	0/940	1/000	Irs	0/882
زرند	0/809	1/000	Irs	1/000
رامین	0/872	0/903	Drs	0/884
شهید محمد منتظری	1/000	1/000	-	1/000
توس	0/935	0/942	Irs	1/000
تبریز	0/804	0/806	Irs	1/000
بیستون	1/000	1/000	Irs	0/760
شهید مفتاح همدان	0/999	1/000	Irs	1/000
ایرانشهر	0/751	0/799	Irs	0/483
شازند	0/938	0/942	Irs	0/757
شیراز	0/858	1/000	Irs	0/984
مشهد	0/710	0/781	Irs	0/630
ری	0/509	0/532	Irs	0/907
ارومیه	0/461	1/000	Irs	1/000
سیکل ترکیبی گیلان	1/000	1/000	-	0/854
سیکل ترکیبی قم	1/000	1/000	-	0/835
سیکل ترکیبی نیشابور	0/937	0/941	Irs	0/869
سیکل ترکیبی کرمان	0/992	1/000	Drs	0/825
سیکل ترکیبی دماوند	1/000	1/000	-	1/000

-	0/869	0/771	-	0/932	0/854	میانگین
---	-------	-------	---	-------	-------	---------

کارایی فنی 1397: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین کارایی فنی در سال 1396 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 87/8 و 94/4 درصد بوده است. یعنی با 5/6 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 12/2 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، 7 نیروگاه زرنده، شهید محمد منطری، بیستون، شهید محمد مفتاح، شیراز، رمی 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 (طرشنت) به ترتیب با 0/447 و 0/453 کارایی دارای کمترین میزان کارایی فنی بودند. 13 نیروگاه باقیمانده از لحاظ فنی، ناکارآ یا دارای کارایی فنی زیر یک هستند و دارای دلایل یکسانی برای ناکارایی نیستند و به دو دسته تقسیم می‌شوند:

2 نیروگاه شهید فیروزی (طرشنت) 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 خود دارند و می‌توانند با بسط حوزه فعالیت خود به مقیاس بهینه برسند.

ناکارایی فنی 11 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 دو دسته 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 1396: نتایج حاصل از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین زیست کارایی در سال 1396 نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی و مدیریتی نیروگاه‌های تحت بررسی به ترتیب 77/7 و 86/9 درصد بوده است. یعنی با 13/1 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 22/3 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، 4 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 ارومیه و رس به ترتیب با 0/55 و 0/371 کارایی دارای کمترین میزان زیست کارایی بودند. 16 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:

4 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 12 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 9. اندازه‌گیری کارایی فنی و زیست کارایی نیروگاه‌های منتخب در سال 1397
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 9. Measurement of technical efficiency and bioefficiency of selected power plants in 2018
Source: Research Findings

نام نیروگاه	فنی		زیست کارایی	
	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس	کارایی فنی	بازده نسبت به مقیاس
شهید فیروزی (طرشت)	0/453	1/000	0/343	1/000
بعثت	0/791	0/879	0/961	0/718
زرنده	1/000	1/000	1/000	1/000
رامین	0/868	0/869	0/768	0/860
شهید محمد منتظری	1/000	1/000	0/794	1/000
توس	0/997	0/998	1/000	1/000
تبریز	0/820	0/825	0/848	1/000
بیستون	1/000	1/000	0/901	0/924

-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	شهید مفتاح همدان
Irs	0/630	0/603	Irs	0/843	0/814	ایران‌شهر
Irs	0/968	0/691	Irs	0/891	0/885	شازند
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	شیراز
Irs	0/478	0/437	Irs	0/824	0/733	مشهد
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	ری
Irs	1/000	0/699	Irs	1/000	0/447	ارومیه
Irs	0/796	0/776	Irs	0/969	0/959	سیکل ترکیبی گیلان
Irs	0/849	0/785	Irs	0/998	0/963	سیکل ترکیبی قم
Irs	0/920	0/877	Irs	0/969	0/947	سیکل ترکیبی نیشابور
Irs	0/740	0/732	Drs	0/904	0/880	سیکل ترکیبی کرمان
-	1/000	1/000	-	1/000	1/000	سیکل ترکیبی دماوند
-	0/881	0/797	-	0/949	0/878	میاندگین

• 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 گشت‌های 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 همان‌طور 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 وگرنه 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:



$$Q = \quad (9)$$

$$A L^{\alpha} K^{\beta} F^{\gamma} e^{it}$$

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 1389-97 تابع تولید برآورد شده است.

جدول 10. 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})	0/05	17/12***	0/000
تعداد واحدهای مولد (P_{GCEit})	0/17	8/41*8°	0/000
سوخت مصرفی (lit)	0/89	5/90***	0/000
c	-2/152	-8/01***	0/000
آماره F		512/124	
P-value		0/000	
R^2		0/92	

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 (10) به دست می‌آید:

$$TC = \quad (10)$$

$$B \cdot r_1^{\frac{\alpha}{\delta}} \cdot r_2^{\frac{\beta}{\delta}} \cdot r_3^{\frac{\gamma}{\delta}} \cdot Q^{\frac{1}{\delta}}$$

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:

$$E_Q = \quad (12)$$

$$\frac{MC}{AC} = \frac{1}{\delta}$$

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 (1396)

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 هر کدام از این سناریوها مطرح شده با توجه به مطالعه رهبر و همکاران (1396) و اعمال تعدیلات لازم عبارت است از:

الف) هزینه نهایی محاسبه شده بر اساس سناریو اول 591 ریال

ب) هزینه نهایی محاسبه شده بر اساس سناریو دوم 717 ریال

ج) هزینه نهایی محاسبه شده بر اساس سناریو سوم 676 ریال

در ادامه به محاسبه قیمت‌های رمزی با توجه به سناریوهای مختلف پرداخته شده است. با توجه به معادله (8) و جایگذاری عدد رمزی، قیمت رمزی برای سال 1397 با توجه به سناریوهای مختلف به شکل زیر به دست آمده است.

جدول 11. قیمت رمزی در سناریوهای مختلف
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 11. Ramsey prices in different scenarios

Source: Research Findings

سناریو	هزینه نهایی	قیمت رمزی
اول	591	682
دوم	717	827
سوم	676	780

5- نتیجه گیری و پیشنهادها

هدف این مطالعه بررسی کارایی فنی و زیست محیطی در نیروگاه‌های منتخب حرارتی کشور طی سال‌های 97-1389 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 71/9 و 87/8 درصد بوده است. یعنی بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان 29/1 - 12/2 درصد تولید را افزایش داد و علاوه بر قرار 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 71 و 83/8 درصد بوده است. یعنی بدون نیاز به عوامل تولید بیشتر می‌توان به‌طور متوسط 29 - 16/2 درصد تولید را افزایش داد. به‌طوری‌که علاوه بر قرار 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 1390 و زیست کارایی 1395 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 1392 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 92-1390 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 1392 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 (1396) 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 982، 827 و 780 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 به‌کارگیری ظرفیت بلااستفاده نیروگاهی استفاده بهینه گردد.

- نیروی کار به میزان لازم با سطح تحصیلات 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 author(s) 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 Miyajani, 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 .
- 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 .
- Pouresadollahan 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.
- Sarica, 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:10.22034/eoj.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 .

باز فایز
انتشار